

Mise en œuvre pratique des lois de Coulomb

Définition de la vitesse de glissement

Vitesse de glissement en un point de contact I où un point I_1 lié au solide (S_1) coïncide à l'instant t avec un point I_2 lié au solide (S_2) , la vitesse de I_1 par rapport au référentiel lié à (S_2) :

$$\vec{v}_g(I, (S_1)/(S_2)) = \vec{v}_{(S_2)}(I_1)$$

Expression opérationnelle de la vitesse de glissement

Utilisons la loi de composition des vitesses en cinématique du point pour le point I_1 . Son mouvement absolu est décrit par sa vitesse $\vec{v}_{(R)}(I_1)$ dans le référentiel (R) . Son mouvement relatif est décrit par sa vitesse $\vec{v}_{(S_2)}(I_1)$ dans le référentiel (S_2) , c'est-à-dire par la vitesse de glissement. Le mouvement d'entraînement est décrit par la vitesse du point coïncident, c'est-à-dire la vitesse du point lié à (S_2) et qui coïncide avec I_1 ; il s'agit exactement du point I_2 et donc de $\vec{v}_e = \vec{v}_{(R)}(I_2)$. D'où la loi de composition des vitesses :

$$\vec{v}_{(R)}(I_1) = \vec{v}_{(S_2)}(I_1) + \vec{v}_e = \vec{v}_g(I, (S_1)/(S_2)) + \vec{v}_{(R)}(I_2)$$

D'où l'expression suivante qui constitue la forme opérationnelle de la vitesse de glissement :

$$\vec{v}_g(I, (S_1)/(S_2)) = \vec{v}_{(R)}(I_1) - \vec{v}_{(R)}(I_2)$$

Cette expression montre par ailleurs que la vitesse de glissement ne dépend pas du référentiel (R) . En effet si on passait dans un référentiel (R') , les deux points I_1 et I_2 auraient le même point coïncident et donc la même vitesse d'entraînement \vec{v}_e de telle sorte que :

$$\vec{v}_g(I, (S_1)/(S_2)) = \vec{v}_{(R)}(I_1) - \vec{v}_{(R)}(I_2) = \vec{v}_{(R')}(I_1) + \vec{v}_e - (\vec{v}_{(R')}(I_2) + \vec{v}_e) = \vec{v}_{(R')}(I_1) - \vec{v}_{(R')}(I_2)$$

Démarche d'hypothèse-validation

Pour résoudre un problème de mécanique du solide en présence de forces de contact, il faut souvent utiliser les lois de Coulomb, ce qui nécessite de faire l'hypothèse de *a priori* du glissement ou du non glissement.

Lorsqu'il y a non-glissement, on dispose d'une égalité cinématique $\vec{v}_g(I, (S_1)/(S_2)) = \vec{0}$ pour résoudre le problème et l'inégalité dynamique $\|\vec{T}_{2 \rightarrow 1}\| \leq \|\vec{N}_{2 \rightarrow 1}\|$ sert à valider l'hypothèse.

Lorsqu'il y a glissement, on dispose d'une égalité dynamique (norme, direction et sens de $\vec{T}_{2 \rightarrow 1}$) pour résoudre le problème et l'inégalité cinématique $\vec{T}_{2 \rightarrow 1} \cdot \vec{v}_g(I, (S_1)/(S_2)) \leq 0$ sert à valider l'hypothèse.

En général, les conditions initiales permettent d'évaluer la vitesse de glissement à l'instant $t = 0$. Si $\vec{v}_g(I, t = 0) \neq \vec{0}$, alors par continuité la vitesse de glissement reste non nulle sur un voisinage de $t = 0$; on fait donc l'hypothèse de glissement pour les dates $t > 0$.

Si $\vec{v}_g(I, t = 0) = \vec{0}$ alors tout est possible pour les dates positives. En pratique, on fait plutôt l'hypothèse de non-glissement pour les dates positives et si elle s'avère fautive *a posteriori*, on reprend.