

自動車前輪のフラッター

Research on Wheel flutter of Automobiles

沢 登 健*
Takeshi SAWANOBORI

自動車前輪のフラッターについては、車軸懸架方式の場合についての研究があるだけで、独立懸架方式の場合についてはほとんど解析されていない。著者はウィッシュブーン、およびストラット型の独立懸架の場合にフラッターやキックバックまたはハンドルショック等の現象がしばしば認められるので、これの解析を行なってみた。この種のフラッターは車輪のキングピンまわりの回転運動とアッパーおよびロアアームの前後振動の連成することが主な原因と考えられる。これらについて述べる。

座標系として図1に示すようにばね上質量の重心 G_0 を原点として、ばね上に固定した座標系 $G_0-\xi\eta\zeta$ と自動車の運動変位がない場合の G_0 の地面に対する投影を原点として前後、左右、上下方向を主軸とし自動車と共に運動する座標系 $G-xyz$ をとる。またサスペンションは図2のようにリンクで置きかえてモデル化する。

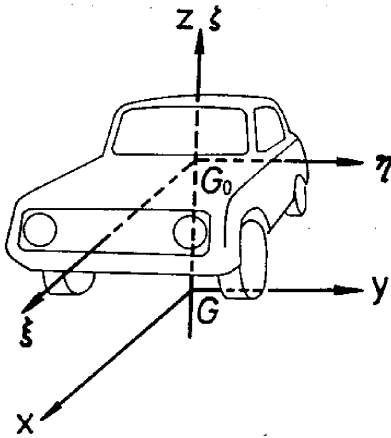


図1 運動座標系

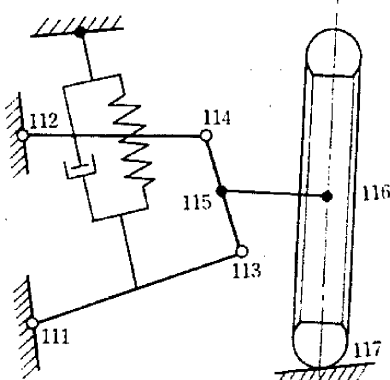


図2 懸架系のモデル

記号として、 ξ_{11}, ξ_{22} : 前部懸架系の左右の前後変位、 β_{11}, β_{22} : 左右の実舵角変位、 $\xi_1: (\xi_{22} - \xi_{11})/2$, $\beta_2: (\beta_{22} + \beta_{11})/2$, e_4 : ナックルスピンドルの長さ、 A_3 : 前部ばね下重心を通る上下軸まわりの慣性モーメント、 m_3 : 前部ばね下質量、 k_3 : 前部懸架の前後方向ばね定数、 K_0 : ハンドル系のばね定数、 K_1 : タイヤの捩り剛性、 r : タイヤ有効半径、 v : 走行速度、 $\Omega: v/r$, c_0, c_3 : ハンドル系、前部懸架の前後方向ダンピング係数、 ε_2 : アンバランス量、とする。ばね上の運動変位が小さい場合は、フラッターの運動方程式が

$$(A_3 + m_3 e_4^2) \ddot{\beta}_2 + c_0 \dot{\beta}_2 + (K_0 + K_1) \beta_2 + m_3 e_4 \ddot{\xi}_1 = \frac{m_3}{2} e_4 \varepsilon_2 \Omega^2 \cos \Omega t \quad (1)$$

$$m_3 \ddot{\xi}_1 + c_3 \dot{\xi}_1 + k_3 \xi_1 + m_3 e_4 \ddot{\beta}_2 = \frac{m_3}{2} \varepsilon_3 \Omega^2 \cos \Omega t \quad (2)$$

となる。

(1), (2) 式を解けば β_2, ξ_1 の振幅は

$$|\beta_2|_{\max} = \frac{R \omega_3 \varepsilon_2 \Omega^2}{2 e_4} \sqrt{\frac{\omega_3^2 + 4 \zeta_3 \Omega^2}{\Delta}} \quad (3)$$

$$|\xi_1|_{\max} = \frac{\varepsilon_2 \Omega^2}{2} \sqrt{\frac{(\omega^2 - \Omega^2)^2 + 4(\zeta \omega + R \zeta_3 \omega_3) \Omega^2}{\Delta}} \quad (4)$$

ここで $\omega_3^2 = k_3/m_3$, $\omega^2 = (K_1 + K_0)/A_3$, $R = m_3 e_4^2/A_3$,

$$\zeta = c_0/2V A_3 (K_0 + K_1), \quad \zeta_3 = c_3/2V m_3 k_3 \quad (5)$$

$$\Delta = [\Omega^4 - \{4\zeta_3 \omega_3 \omega + \omega_3^2(1+R) + \omega^2\} \Omega^2 + \omega_3^2 \omega^2]^2 + 4\Omega^2 \{[\zeta_3 \omega_3(1+R) + \zeta \omega] \Omega^2 - \omega_3 \omega (\zeta \omega_3 + \zeta_3 \omega)\}^2 \quad (6)$$

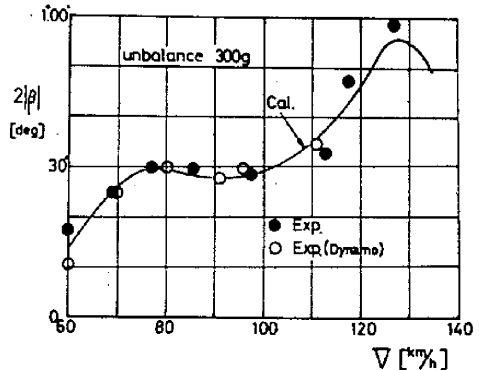


図3 フラッターの振幅

図3は(3)式によって計算した一例である。実線で示した理論曲線は、実験結果(シャシーダイナモおよび実走行試験による)と良く一致している。(1969年9月30日受理)

* 東京大学生産技術研究所 第2部 指導教官 互理教授