

東京大学工学部 正員 松本 嘉司
全 上 学生員 ○ 藤澤 伸光

まえがき 昨年度の年次学術講演会で報告した通り、軌道が振動している場合の鉄道車両走行安定性に関しては「ロッキング」と称する現象が問題となるものと思われるが、これは非線型振動の一種であって、その解析は一般に容易ではない。これまでの研究によれば、ロッキングは車体のローリングが発達した結果と考えられるから、この問題を解明するためには、ローリングに対する解析が不可欠であろう。今回はこのような観点から簡単な線型モデルによって車体のローリングを解析し、車両の各種の定数が振動特性に与える影響を検討した結果を報告する。

振動モデル及び振動方程式 振動モデルとしては、車両進行方向の長さを考えない二次元モデルを考える。各バネや減衰は線型なものと仮定し、また車輪の運動は考えない。図1にこのモデルを示す。図中の記号を用いれば、この系の振動方程式は

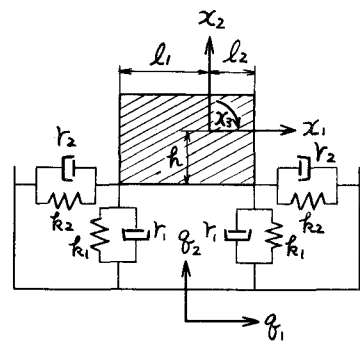
$$\begin{cases} m\ddot{x}_1 + 4r_2\dot{x}_1 - 4r_2\dot{x}_3 + 4k_2x_1 - 4k_2x_3 = 4r_2q_1 + 4k_2q_1 \\ m\ddot{x}_2 + 4r_1\dot{x}_2 - 2r_1\dot{x}_3 + 4k_1x_2 - 2k_1x_3 = 4r_1q_2 + 4k_1q_2 \\ I\ddot{x}_3 + (4r_2k^2 + 2r_1\sigma)\dot{x}_3 - 4r_2k\dot{x}_1 - 2r_1k\dot{x}_2 + (4k_2k^2 + 2k_1\sigma)x_3 - 4k_2kx_1 - 2k_1kx_2 \\ \quad = -4r_2kq_1 - 2r_1kq_2 - 4k_2kq_1 - 2k_1kq_2 \end{cases} \quad (1)$$

ここに x_1 は車体の横変位、 x_2 は上下変位、 x_3 は重心回りの回転角、 q_1 は軌道の横変位、 q_2 は上下変位、 m は車体質量、 I は回転慣性、 $\varepsilon = l_2 - l_1$ 、 $\sigma = l_1^2 + l_2^2$ である。上式は線型な微分方程式であるから、ラプラス変換によって解の一般形を求めることができるが、ここでは詳細は省き、数値を代入して計算した結果のみ示すことにする。計算結果を模型実験と比較するため、数値としては模型車両の値を用いた。

計算結果 $\varepsilon = 0$ の場合は(1)式の第2式は他に対して独立となる。これは車体の上下動を表わし、他の2式は横振動と回転の連成振動である2つのモード即ち高心ロ

ーリングと低心ローリングを表わす。これについての共振曲線を図2(振巾) 図3(位相)に示す。これらの振動モードは重心高や車体質量等の車両特性値によって影響を受ける。図4,5は各定数の変化によって低心ローリングの振動数、減衰が変化する様子を示したもので、車体質量や重心高の影響が大きく、これらの増大は減衰の減少を招いて好ましくないことがわかる。その他の場合についても計算したが、ここでは省く。 $\varepsilon \neq 0$ の場合は(1)式は全て連立となって3つのモードが生じる。図6,7は偏心量 e の影響を計算した結果である。この場合についても、車両定数の影響を計算した結果、低心ローリングはほとんど e の影響を受けないこと、積載荷重や偏心量 e の増加は大体において減衰を

図1 振動モデル



低下させ望ましくない等の結果が得られた。

まとめ これらのローリングに対する解析の結果、車体の振動モードは車両の各種定数にかなり影響されることが明らかになった。また、バネ定数や減衰係数の影響についても現在検討中であり、将来は、これらの非線型性を考慮した解析が必要であろう。

