

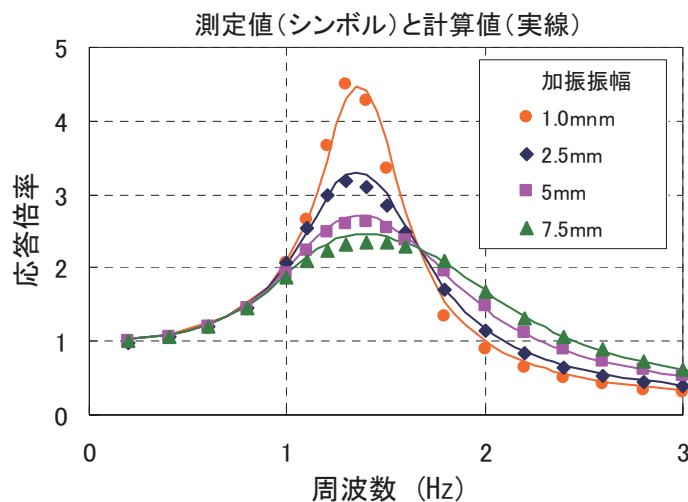
空気ばねの上下系力学モデル

【概要】

空気ばねは台車と車体の間に置かれ、車体を垂直・水平方向に支持する、空気の特徴を生かした柔らかいばね定数を有する非線形なばねです。従来の線形モデルでは、実際の特徴と異なることが知られています。在来線用空気ばねを用いた特性試験を実施した結果、空気ばねの減衰特性を速度の β 乗 ($\beta \doteq 1.7$) に比例するとした非線形減衰特性とすると、空気ばねの特性をよく再現することがわかりました。

【特徴】

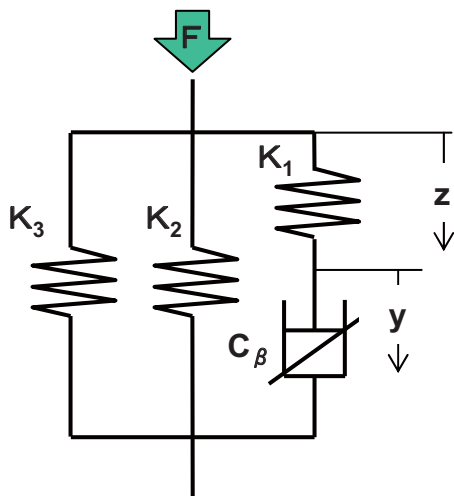
空気ばねの減衰特性を粘性減衰（速度比例）および速度2乗減衰でもない速度の β 乗 ($\beta \doteq 1.7$) に比例するとした非線形な減衰特性と考えると、空気ばねの特性をよく再現することができます。



非線形減衰（速度の β 乗）モデル

【用途】

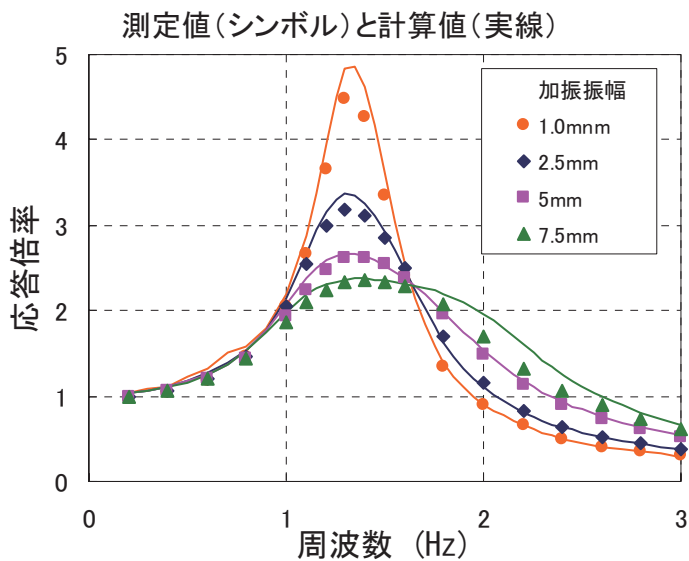
空気ばねの特性を再現する計算モデルを作成することで、車両の動特性を精度良く推定することができ、乗り心地の向上に寄与することができます。



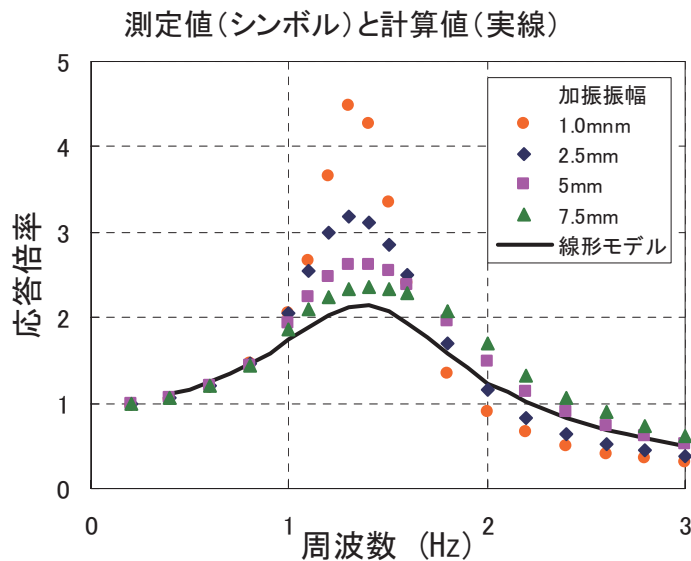
$$\begin{cases} F = K_1(z - y) + K_2z + K_3z \\ K_1(z - y) = \text{sign}(\dot{y})C_\beta\dot{y}^\beta \end{cases}$$

- K_3 : 受圧面積の変化によるばね定数
- $K_2 + K_3$: オリフィス開放時のばね定数
- $K_1 + K_2 + K_3$: オリフィス密閉時のばね定数
- C_β : 減衰定数

空気ばねの非線形モデル



速度 2 乗減衰 ($\beta = 2$) モデル



粘性減衰 ($\beta = 1$) モデル