

金沢工業大学大学院

学生員

○田中 孝義

金沢工業大学

正会員

本田 秀行

1. まえがき 最近、走行車面による橋梁の動的応答解析において、橋梁構造物については基礎構造物を含む3次元の振動モデル化が行われるようになってきた。しかし、車両自体については、乗心地などの問題から専業メーカーでは様々のモデルが検討されているようであるが、橋梁振動の分野ではいまだ3次元モデル化による解析が少ないようである。特に、広幅員橋梁の動的応答や伸縮継手部での局所的で瞬間的な衝撃力などを解析する場合、車両モデルが動的特性に大きく影響を与えるものと考えられる。そこで、本研究では、車両モデルをより実際のものに近づけるため、車両を3次元振動モデル化し、動的応答解析に基づいて振動モデルとその動的応答特性に関する検討を行った。

2. 3次元振動モデル 図-1は、積載量10t、総重量20tの対象としたダンプトラック車である。この車両をばね質量系の3次元にモデル化したのが、図-2～図-5である。このモデルは、 $Z_S, Z_3, Z_9, Z_{13}, \theta_P, \theta_5, \theta_9, \theta_R, \theta_8, \theta_0$ 、

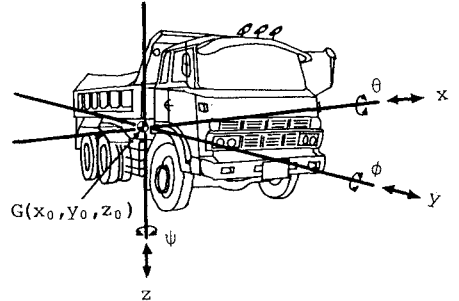


図-1 タンデム型ダンプトラック車

θ_{13} の11自由度系である。モデルの特徴として、Z軸のバウシング、X軸のピッチング、Y軸のローリング振動、後軸トラクション部を含む後軸2軸などである。懸架部で非線形の挙動特性を示す板間摩擦力はこのモデルで省略している。

3. 動的応答解析 車両モデルの運動方程式は、エネルギー法を適用してラグランジェの運動方程式に代入・整理して、11連立2階微分方程式を誘導した。なお、運動方程式を誘導する段階において、 $\ddot{Z}_S, \ddot{\theta}_P, \ddot{\theta}_R$ の3者が相互に関連する慣性連成項が解析結果として含まれてくる。本研究では、この3者の慣性連成項を無視せず考慮して解析している。

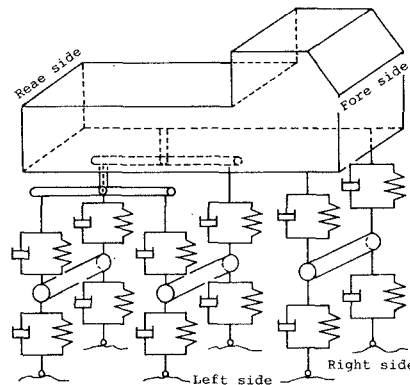


図-2 振動系の全体モデル

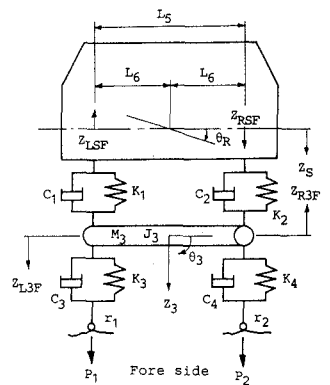


図-3 Fore side 部

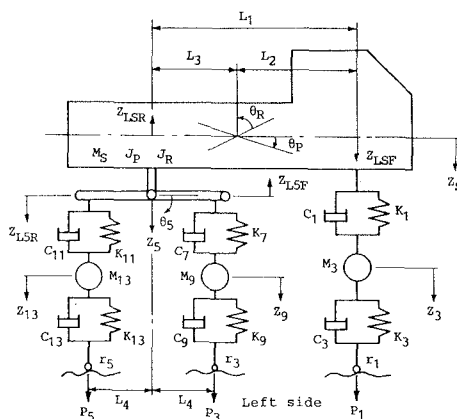


図-4 Left side 部

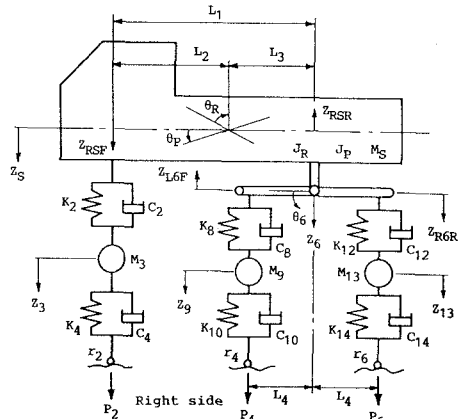


図-5 Right side 部

運動方程式の数値積分はニューマークの β 法（ $\beta = 1/6$ 、収束精度 $1/1000$ ）を用いた。車両の走行速度 V は 10 m/s 、 20 m/s 、積分時間間隔はそれぞれ 0.01 秒、 0.005 秒とした。図-6と7に走行路面を示す。8 mの伸縮継手部の前に車両の過渡振動の影響を除去するため40mのアプローチ・ランニングである一般路面と継手部の通過後に40mの橋梁路面の合計83mを考えた。一般路面と橋梁路面は $S_r(\Omega) = 0.01 \Omega^{-2}$ 、 $S_r(\Omega) = 0.0107 \Omega^{-1.84}$ 、Cut-frequency $\Omega_c = 0.05$ 以下を平坦とした路面スペクトル密度から求めたサンプル波形であり、継手部の凹凸は実測値である。なお、一般路面と橋面は、「良好」と「普通」のカテゴリの路面状態である。

動的応答解析の前に、高さ1 cm、2 cmの突起パルスによる車両モデルを検討した。その結果として、車両モデル各部の動的応答の解析例を図-8～17に示す。継手部の凹凸部で顕著に応答量が大きくなっており、継手部通過後にもばね下部よりばね上部のバンシング、ピ

ツチン
グ、ロ
ーリン
グ、お

よびト
ラエ
ン部の
ピッチ
ング振
動にエ

ネルギ
ーの残
存が認
められ
る。こ

れらの
傾向は
速度の
増加に
よって

顕著に
現れる
ようだ
である。

なお、
タイヤ
のジャ
ンプ挙
動につ

いては
現在、
検討中
である。

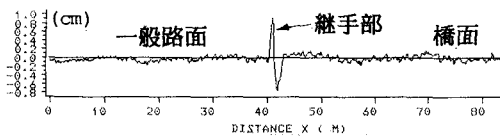


図-7 路面凹凸 (Right side)

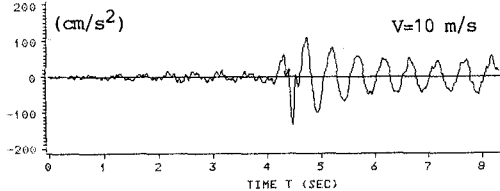


図-8 $\ddot{Z}_s$ の動的応答例

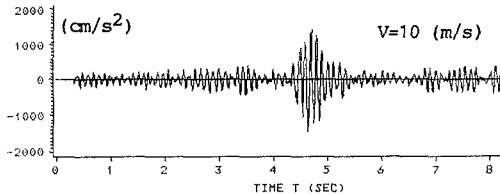


図-10 $\ddot{Z}_s$ の動的応答例

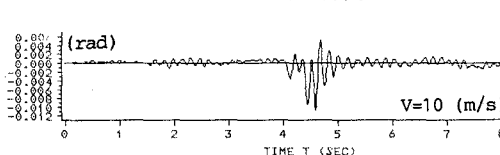


図-12 θ_R の動的応答例

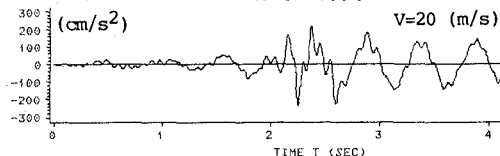


図-14 $\ddot{Z}_s$ の動的応答例

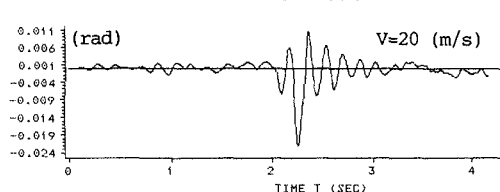


図-16 θ_R の動的応答例

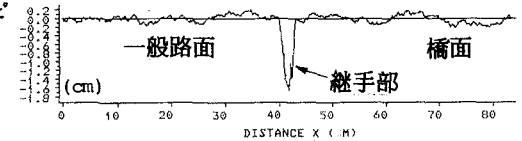


図-6 路面凹凸 (Left side)

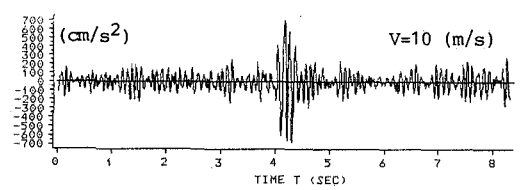


図-9 $\ddot{Z}_s$ の動的応答例

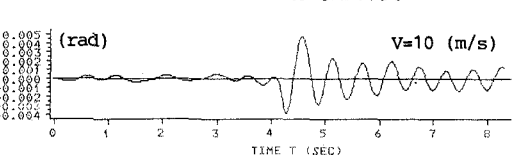


図-11 θ_P の動的応答例

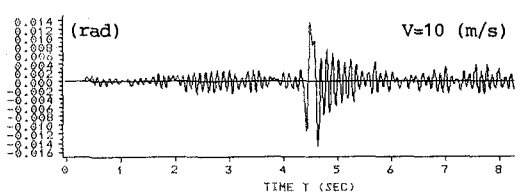


図-13 θ_S の動的応答例

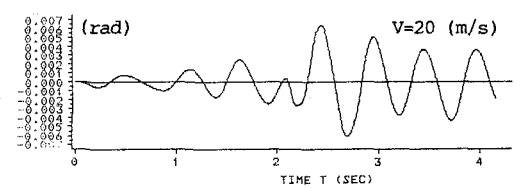


図-15 θ_P の動的応答例

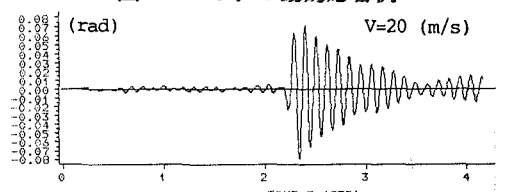


図-17 θ_S の動的応答例