

北海道大学工学部	正員	萩原 亨
NTT	正員	宮武 昌志
北海道大学工学部	正員	加来 照俊

1. まえがき

走行している車両の示す挙動は、これを厳密に解析し論じる事は大変難しい。しかし、自動車工学の分野では早くから車両の動的挙動を、多自由度を有する多質点系の力学的モデルにより表現する研究がなされてきた。すなわち、車体を剛体と考え、主な振動部分を質点とし「バネダッシュポット」により連結し、それらの連成振動として車両の運動を捕らえたモデルである。本研究では、これらの力学的モデルによりわだち路面における車両の動的挙動のシミュレートを行うことを目的としている。わだち路面における実車による測定試験では、その試験条件が限定され、わだち路面と危険度の評価を総合的に行うことは困難である。そこで、各質点の自由振動を考慮した比較的高周波な領域を対象とする10自由度モデルを作成し、わだち路における車両の動的挙動の再現を試みた。

2. 10自由度モデルの設計

実車走行試験結果から、わだち路面における車両の動的特性をより的確に表現するため、車両の各質点における比較的高周波な領域の上下・前後・左右の振動を求める必要がある。これらの振動を再現するため、操舵可能な10自由度モデルを作成した。自由度として各質点の振動変数と操舵系の変数の両者を選び、さらに振動変数には上下、前後、左右方向についても考慮するものとした。システム概略を図-1に示す。以下にこのモデルの特徴を示す。(1)上下振動のみならず、前後、左右方向の振動等についてもシミュレートでき、特にバネ上質量重心においては6方向の振動を論ずることが可能である。(2)タイヤの振動には互いに直交する3方向にバネ、ダッシュポットを組み込んであるので外力としての路面変位を3方向について入力することができる。

3. わだち乗り移り計算と結果

10自由度力学モデルを用いて、任意の路面形状での走行シミュレーションを以下に示す条件のもとで行った。(1)路面変位は上下方向のみを考えた。入力に用いたわだち路面は、コサインカーブで近似し、進行方向に対して形状が一定であると仮定した。(2)懸架バネあるいはタイヤのバネ定数

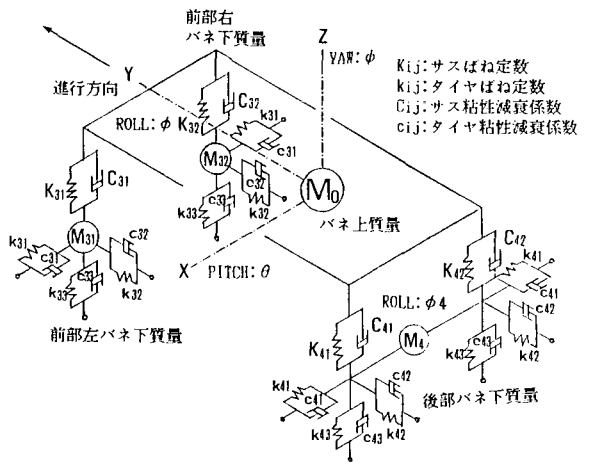


図-1 システム概略図

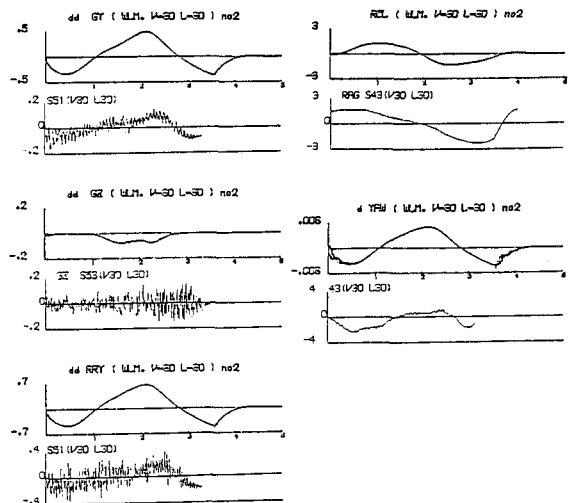


図-2 時間領域における比較

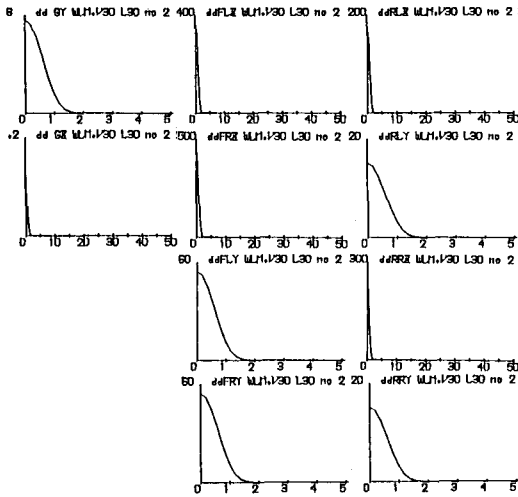


図-3 シミュレーションによる各質点のパワースペクトル

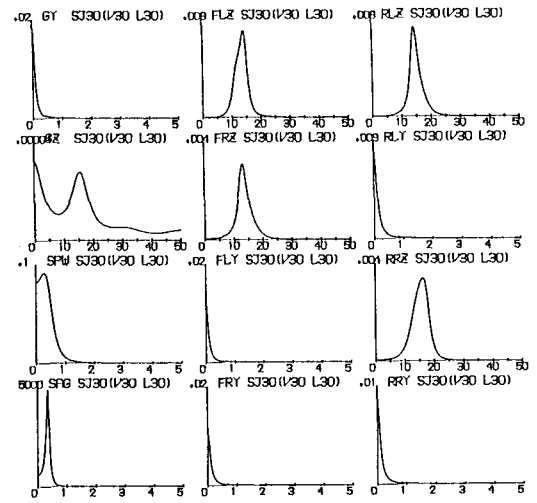


図-4 実験による各質点のパワースペクトル

は実際には非線形であるが、この非線形関係が的確に把握できないため、線形性を仮定した。(3)運動方程式の10元連立常微分方程式の計算法として、4次のRUNGE-KUTTA-GILL法を用いた。0.01秒の間隔で計算を行った。

3-1. 計算結果と実測値との時間領域での比較

わだち乗り移り時の車両の運動についてモデルによるシミュレーション結果と走行試験結果との時間領域での比較を行った。多くの計算結果から、その代表例として速度30 km/h、乗り移り距離30 mにおける比較を図-2に示す。各変数(加速度による比較)とも波形についてはかなりの一致が認められた。

しかし、振幅については、ddGY及びddRRYにおいて計算値が実測値の2倍程度となっているように、一部の変数において差異が認められる。これは両データの波形に相似性が認められることから推察すると、路面変位に起因する振動がタイヤを通じてバネ下へ、さらに懸架系を通してバネ上へ伝達されるプロセスにおいて各諸元に問題があるため、振動の伝達の度合(倍率)に誤差が発生したものであると考えられる。

3-2. 周波数領域での比較

実測データの波形は高周波成分を多く含んでおり、低周波成分が主成分であるシミュレーション結果との時間領域での比較及び考察には限界がある。そこで、FFTの利用により各変数のパワースペクトル分布を求めた。その結果を図-3,4に示す。(1)モデルによる各変数のほとんど全てにおいて、1 Hz以下の周波数にピークが現れる。(2)左右方向の振動におけるシミュレーションの波形は、低周波成分がかなり強くなっている。これは入力値としての操舵角(約0.3 Hz)の影響であり、唯一の左右振動変数である操舵角に他の横方向変数が引きずられたと言える。(3)上下振動変数については、路面変位の周波数がそのまま出力されている。そこで、モデルの各質点における基準振動を振動系解析法(Method of modal analysis)により求め、各変数の減衰特性、固有振動特性及び系としてのそれらをモデルにおいて求めた。モデルの運動方程式において強制振動項を排除した自由振動においてその振動数が1.2-22.7 Hzの範囲にある結果を得た。自由振動がシミュレーション結果に現れない要因として車両の諸元における減衰特性に大きな問題があることが挙げられよう。

4. まとめ

10自由度モデルにより、わだち路面における振動の特性が発揮される高周波数領域(10-20 Hz)の再現を目指したが、十分な結果を得られなかった。質点の自由振動が懸架装置及びタイヤの減衰作用により急激に減衰していることが原因として推測されるが、明らかではない。モデルのシステムに改良を加え、また車両の諸元を明確にすることが、わだち路面における車両の動的挙動をシミュレートする実用的なモデルを開発する上で必要不可欠な課題となろう。(参考文献)亘理厚, 東大生産研究所報告, VOL.14, N03, 1965