

IV-12

車と路面の相互作用分析のための車の運動シミュレーション

北見工業大学○学生員 高橋 正樹
北見工業大学 正会員 川村 彰

1. はじめに

路面の凹凸と車の相互作用問題は交通事故, 乗り心地, 車体の耐久性, 騒音・振動, タイヤ特性, 経済性など多岐に及ぶ。これらに対処する方法の1つとして, 走行時に路面の凹凸により発生する車の動的応答に関しては, コンピュータを用いた車の運動シミュレーションにより, 理論的に解析する手法がこれまで数多く開発されてきている。特に, 道路にやさしい (road-friendly) 車の設計は, 道路輸送拡大により車両が大型化し, 積載貨物量が増加している今日においては, 舗装ダメージを軽減化する対策上, その体系化が急務とされている。

本研究においては, それら路面と車両の相互作用を解析するために, 路面の凹凸が起因となり生ずる車両の応答を求め, 振動や乗り心地を解析する際に有用となる車の運動モデルを作成し, 実用に供する事を目的としている。そして今回はそれら車両のシミュレーションモデルに対する解析手法・解析結果について検討していきたいと思う。そのために, 市販のアプリケーションソフトであるMATLAB言語, 通常のプログラミング言語の両方を用いてそれぞれ車の運動モデルを作成し, 双方から出力される数値を比較することにより検討する。

2. 車の運動シミュレーション

1) シミュレーションの目的

計算機を用いたシミュレーションは, 実車実験に比べて, 安全, 迅速且つ安価に検討・評価が可能であることから, これまで自動車工学, 道路工学, 人間工学など数多くの分野で利用されてきている。

以下に車の運動シミュレーションで用いる運動モデル, シミュレーション方法について簡単に説明する。

2) 車の運動モデル

・既存の汎用シミュレーションパッケージ

PCMATLAB ver. 4. 2c (ペンシルベニア運輸研究所 (USA))

DADS (Dynamic Analysis & Design Systemz (Sweden))

PAPADYME (TNO road-Vehicle Research Institute (The Netherlands))

RATED (Roaduser Autosim Truck Engineering Dynamics (Australia))

・AASHOの大型車モデル

H20-44トラックモデル

HS20-44トラックモデル

・ASTM規格モデル

本研究においては, 路面の縦断プロファイルが車に及ぼす影響を求める方法として, ASTM (米国材料試験協会) において提案されている車の運動モデルを用いた。このモデルは「バネ」「ダッシュポット」「質量」によって構成されるM-C-Kモデルといわれており運動の自由度に応じて, クォーターカーモデル (1/4車モデル: 2自由度)・ハーフカーモデル (1/2車モデル: 4自由度)・フルカーモデル (7自由度) の3つのタイプのモデルが用意されている。

クォーターカーモデルは乗用車の一輪だけを取り出して, バネ上質量とバネ下質量の上下方向の運動のみを考慮したモデルであり, 扱いやすく汎用性の高いモデルとされている。このモデルに対し, ハーフカーモ

Vehicle Dynamics Simulation for the Analysis of the Vehicle-Road Interaction

by Masaki Takahashi, Akira Kawamura

デルは左右輪の軌跡の違いを考慮でき、ローリングという車体の角変化を扱う事ができる。このモデルには、タイヤが車軸で結ばれている車軸懸架方式とそれぞれのタイヤが互いに独立している独立懸架方式の2つのタイプがある。又、この二つの車輪は独立懸架方式・車軸懸架方式のいずれの場合も前・後輪にはならず、左右輪となっている。フルカーモデルにも又、独立懸架方式と車軸懸架方式の2通りが用意されており、車両の4輪全てを考慮できるため乗用車の運動を最も厳密に求めることができるモデルであり、水平方向の振動とヨーイング以外はすべて考慮できるモデルである。そのうち独立懸架方式は全車輪が車軸によるつながりがなくサスペンションが独立に働くモデルであり、車軸懸架方式は後部タイヤが車軸によって連結しているモデルである。

以下に、AASHOの大型車モデルとASTM規格モデルの図を示す。

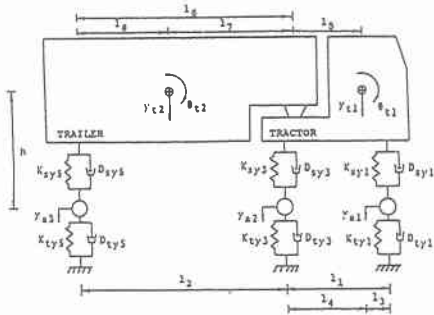


図1 H20-44

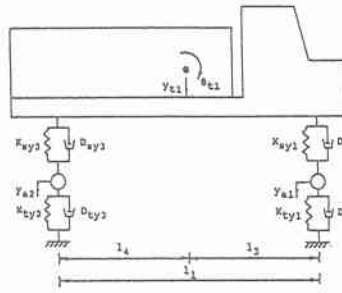


図2 HS20-44

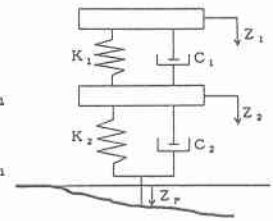


図3 クォーターカーモデル

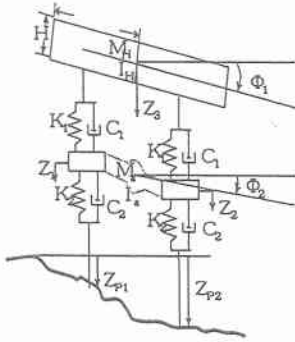


図4 ハーフカーモデル

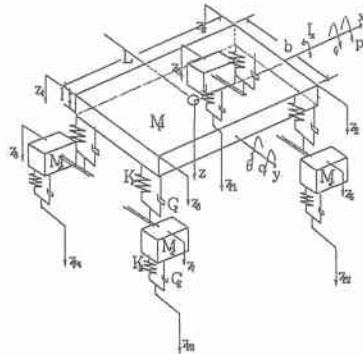


図5 フルカーモデル独立懸架方式

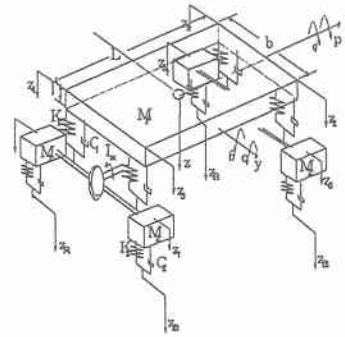


図6 フルカーモデル車軸懸架方式

3) シミュレーション方法

本研究では別々の方法を用いてシミュレーションすることにより出力されるデータを比較し、検討するため、次の2通りの方法でシミュレーションを行った。

a) プログラムによる方法

以上の運動モデルを用いて作成された運動方程式解く方法として、オイラー法、ルンゲ・クッタ法、予測子修正法などがあるが、ここではルンゲ・クッタ法を用いて常微分方程式を解くプログラムを作成した。

b) 他のソフトを用いて計算する方法。

ここではMATLAB上で動作するSIMULINKによるシミュレーションを行った。

3. 結果

以下に、プログラムとSIMULINKにおいて高さ 0.1(m)、幅 1(m)の突起乗り越しシミュレーションを行った結果を示す。SIMULINKによる計算結果とプログラムによる計算結果では、周期はほぼ同様の結果を得たが、ピークの値には若干の違いがあることが分かった。プログラムによる計算とSIMULINKによる計算方法が異なるからなのではないかと思う。しかしプログラムによるシミュレーションの結果とSIMULINKによるシミュレーションの結果はほぼ同様の結果を得ていると思われる。SIMULINKの使い勝手はそれほど悪くはないが、モデルのブロック線図が非常に大きくなること、運動モデルの数値を変数で用意し難いため運動モデルのパラメータを自由に変更しにくいことが不便である。

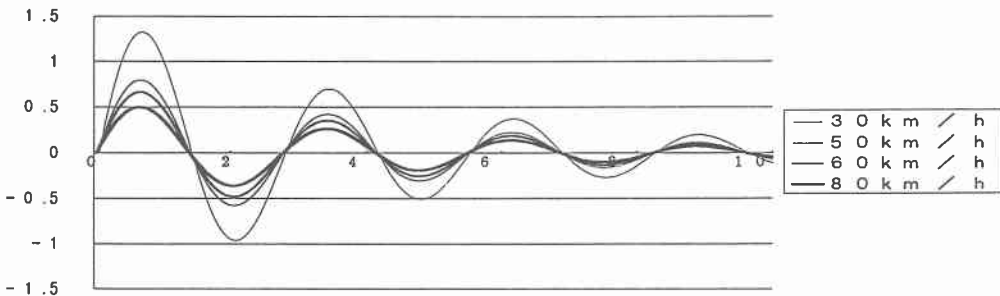


図8 プログラムによるシミュレーション結果

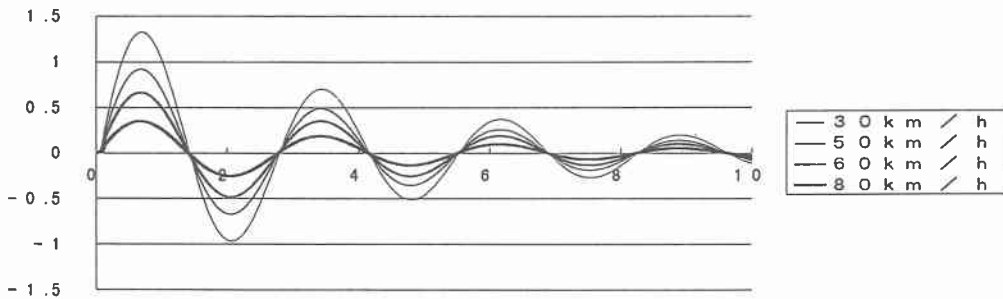


図9 SIMULINKによるシミュレーション結果

4. おわりに

本研究では、路面の凹凸による車の運動解析に有用となる車の運動のシミュレーションモデルについて、プログラム作成とそのシミュレーション結果より、実用性についての基礎的検討を行ってきた。今後の課題としては、近年需要が高まっているGUIの時代に即して、視覚的にも有効で、モデルのパラメータの設定が容易なプログラムの作成や入力部分の非線型モデルの活用などがある。

参考文献

- * ASTM Standard :Standard Practices for Simulating Vehicular Response to Longitudinal Profiles of a Vehicular Traveled Surface ,Road and Paving Materials;Paving Management Technologies,Section 4 ,Construction,1996 Annual Book ofASTM Standards, 1996
- * SIMULINK User's Guide :The Math Works.Inc., 1992
- * MATLAB Reference Guide :The Math Works.Inc., 1993