

21018 乗用車サスペンションの低周波振動シミュレーション解析(実システムのモデリングと制御(4):試験装置, OS2 実システムのモデリングと制御)

MORIMURA, Hiroaki / 森村, 浩明 / Ogawa, Hideto / 小川, 秀人 / NAGAMATSU, Akio / 長松, 昭男

(出版者 / Publisher)

日本機械学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

日本機械学会関東支部総会講演会講演論文集

(号 / Number)

12

(開始ページ / Start Page)

87

(終了ページ / End Page)

88

(発行年 / Year)

2006-03-09

21018 乗用車サスペンションの低周波振動シミュレーション解析

Vibration simulation analysis of the automobile vehicle

○学 小川 秀人 (法政大) 正 森村 浩明 (JST, プレベンチャ事業)
正 長松 昭男 (法政大)

Hideto OGAWA, Hosei University, Kajinouchou 3-7-2, Koganeishi Tokyo
Hiroaki MORIMURA, Preventure Program, JST
Akio NAGAMATSU, Hosei University

The vibration on the riding comfort of automobile vehicle is simulated. Main parts of the vibration on the riding comfort are modeled, and are analyzed. In the suspension modeling, the effect of the friction is studied, and In the engine mounting modeling, the effect of the position is studied. In the car body modeling, modal analysis in FEM is used. The simulation analysis is carried out using the passenger car model. In addition, the vibration reduction method is examined by the parametric study.

Key Words: Modeling, Numerical Analysis, Modal Analysis, Friction Vibration, Automobile, Comfortability in Riding.

1. 緒論

現在、自動車の開発において開発コストの削減と開発期間の短縮が求められている。この二つの要求を満たすためには試作車だけに頼らない、コンピュータ上での設計開発の必要性が高まっている。

そこで本研究では、乗用車の乗り心地に影響する振動を、シミュレーションにより評価する。正しい評価を行うためには、実際の車両の振動現象を正確に再現できるモデルが必要となる。そのためにまず、乗り心地に影響する振動の主な発生部分となるサスペンション、エンジンマウント、車体、駆動系のそれぞれにおいてモデル化と解析を行い、諸特性を確認する。サスペンションにおいては摩擦の影響、エンジンマウントにおいてはエンジン取り付け位置の違いによる連成の影響を考慮したモデル化を行う。車体においてはモード解析を利用する。そして、各部分同士を結合することによって車両全体のモデル（以降、乗用車モデル）へと展開させる。モデル化においては、一般に乗用車は大規模モデルであるが、ここでは少自由度にすることで、振動現象を単純で明確に再現できるよう試みる。さらに、乗用車モデルを用いて、車両の振動を評価し、振動低減方法の検討をする。

2. モデル化

2.1 サスペンションに生ずる摩擦のモデル化 コイルサスペンションに付随するショックアブソーバ内部やリンク機構の接続部では振動に伴い摩擦が生じる。摩擦は非線形要素であり、車両の振動現象に大きな影響を与える。そこで、Fig.1 に示す1自由度のばね質量振動系を用いて摩擦現象をモデル化し、解析を行う。物体に働く摩擦力は Fig.2 に示すクーロン摩擦を用いる。運動方程式は(1)式ようになる。

$$m\ddot{x} + c(\dot{x} - \dot{x}_0) + k(x - x_0) \pm F_0 = 0 \quad (1)$$

Fig.3 には、梁に摩擦を働かせて実験した振動結果と、シミュレーション結果を比較したものを示す。減衰が直線となる摩擦減衰の特徴を両方で確認できた。これにより、非線形

要素である摩擦をモデル上で再現できている。

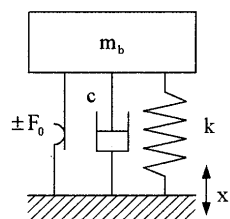


Fig.1 Friction model

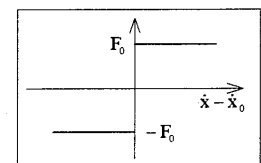


Fig.2 Friction parameter

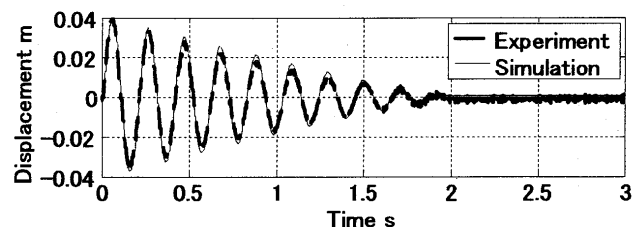


Fig.3 Simulation and experiment result

2.2 エンジンマウントのモデル化 ここでは、Fig.4 に示すようにエンジンを剛体と考え、それを4点で支えるモデルを考える。このエンジンマウントはx, y, z方向に位置変更可能とする。

エンジンの剛体振動は、エンジンマウントの剛性やレイアウトによって決定される。エンジンの剛体モードが連成するものと、非連成のものを解析した結果、連成するものの方が車体に伝える力が少ないことがわかった。これは、エンジン

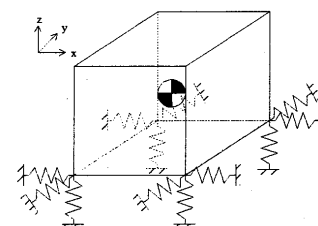


Fig.4 Engine mounting model

の振動が、バウンス、ピッチング、ローリングなどに多成分となることで低減するためである。

2.3 モード解析による車体のモデル化 一般に車体のモデルは大規模になるが、ここでは低周波振動を検討するため、低次の固有振動数だけが関連する。そこで、車体のモデル化は、モード解析を用い、高次固有モードを無視し、低次の固有モードのみを使用する。

Fig.5 は FEM から得た周波数応答とモード解析を用いた周波数応答の結果であり低周波数域で両者は一致している。また、何万自由度のモデルを数自由度にすることで、計算時間が大きく短縮された。

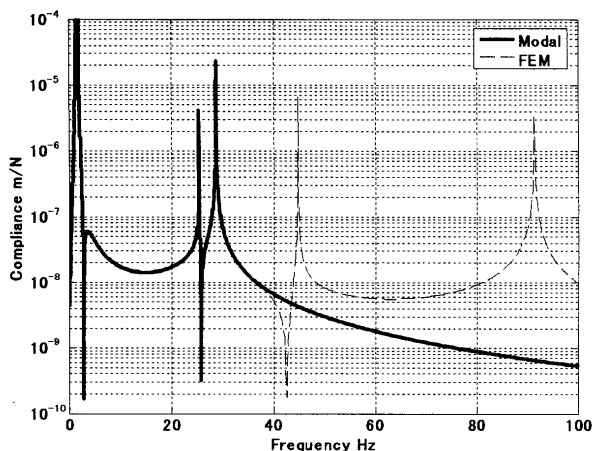


Fig.5 simulation result

2.4 パワートレインのモデル化 フライホイールが回転し、タイヤまで動力が伝わる駆動系のモデル化をする。これは、エンジン、フライホイール、タイヤ、からなるモデルである。

3. 乗用車モデル

タイヤ、サスペンション、ボディー、エンジンからなる、乗用車モデルを Fig.6 に示す。各部分のパラメーターは、小型乗用車を想定した仕様である。また、Fig.7 は対象となる乗用車を前方から見たものである。エンジン、車体、サスペンション系と駆動系は Fig.7 に示すように結合する。

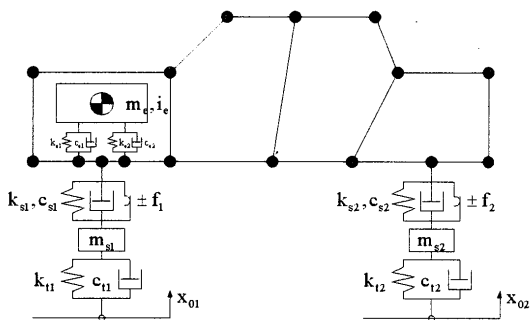


Fig.6 Car model

4. シミュレーション解析とパラメータスタディ

ここでは、フライホイールにトルク入力をして発進させ、

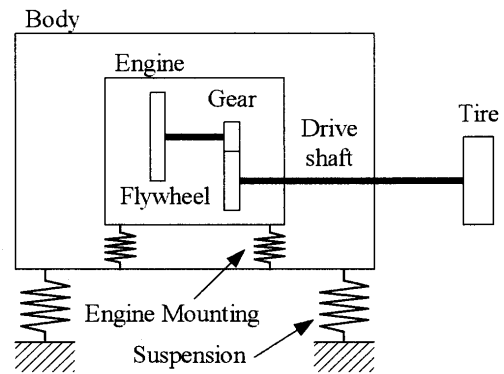


Fig.7 Car and power-train model

さまざまな路面状態における車両振動を検討する。また、振動現象の解明と、振動低減方法の検討をするために、パラメータスタディを行う。Fig.8 はエンジン取付け位置を変えて行った車両振動の伝達関数である。グラフからエンジンが連成している場合の方が、振動が低減していることがわかる。

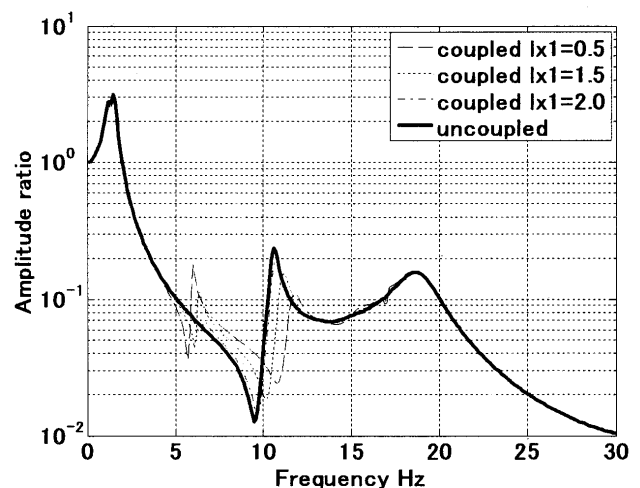


Fig.8 Simulation result

5. 結論

- ・非線形要素である摩擦のモデル化は、実験によって再現できていることを確認できた。
- ・エンジンの剛体振動モードを連成させることにより振動を低減できることを乗用車モデルで確認できた。
- ・モード解析を用いることにより、解析時間が短縮することを確認できた。
- ・乗り心地に影響する振動の主な発生部分を詳細にモデル化し、全体のモデルへ展開できた。

参考文献

- 1) 森村浩明, 乗用車パワートレイン振動の簡易モデルによる研究, 東京工業大学学位論文
- 2) 長松昭男, モード解析入門, 東京工業大学学位論文
- 3) 小口泰平, ステアリングサスペンション, 山海堂
- 4) 景山克三, 自動車の性能と試験, 山海堂