

審査の結果の要旨

氏名 川元 康裕

本論文は、「自動車用サスペンションの省エネルギー・アクティブ制御に関する研究」と題し、10章よりなっている。

自動車のサスペンション制御では、主としてばね上振動を対象とした乗り心地向上と、操縦安定性に寄与する主として高周波のばね下振動共振に関係するタイヤの接地性向上が求められる。また、乗り心地向上を主目的とした油圧アクチュエータによるアクティブサスペンションが実用化されているが、消費エネルギーの増大による燃費の悪化により、一般的な普及はしていない。これらは一般的に相反する条件となるため、乗り心地・タイヤ接地性・省エネルギーを両立させる新たなアクティブ制御手法が求められている。

本論文は、以上の背景の基、自動車用アクティブサスペンションとして、応答性が優ればね下共振の制御が可能な電磁サスペンションを使用すること、および、乗り心地・タイヤ接地性・省エネルギー性を飛躍的に向上させるために、実際の走行条件に応じて、ゲインを時々刻々変化させるゲインスケジューリング制御を導入する手法を提案し、理論解析および実験的検証によって、その有用性を明らかにしたものである。

本論文の第1章は「序論」と題し、研究の背景および目的について述べている。

第2章は「電磁サスペンションによる省エネルギー・アクティブ制御の提案」と題し、電磁サスペンションによる省エネルギー・アクティブ制御として、実際の走行状況に応じてゲインを時々刻々変化させるゲインスケジューリング制御を提案している。

第3章は「電磁サスペンションシステムの定式化」と題し、アクティブサスペンションの性能評価と消費電力特性を理論的に検証可能とするために、機械系・電気系およびバッテリー特性を考慮した電磁サスペンションシステムの定式化を行っている。

第4章は「実験による電磁サスペンション性能と定式化の評価」と題し、電磁サスペンション定式化の妥当性評価を加振実験により行い、シミュレーションと実験が良く一致することを確認している。実現した電磁アクティブサスペンションシステムは、実車に搭載

可能なコンパクトなシステムであり、自動車における実現性も高いものであるとしている。

第5章は「速度フィードバックゲインと防振性能・消費エネルギー」と題し、構築した電磁サスペンションシステムの定式化を通して、ばね上およびばね下の2つの速度フィードバックゲインと防振性能と消費エネルギーの関係を、性能等高線図の作成により明らかにしている。さらに、乗り心地、接地性、エネルギー回生のそれぞれについて、最適となる速度フィードバックゲインを確定している。

第6章は「実験による速度フィードバックゲインと防振性能・消費エネルギー性能評価」と題し、5章で明らかにした速度フィードバックゲインと車両性能および消費エネルギー特性の関係を、単輪加振実験により実証および確認している。

第7章は「ゲインスケジューリング制御の構築」と題し、乗り心地向上・タイヤ接地性向上・省エネルギー性能を満たすため、走行状況に応じたゲインスケジューリング制御則を、5章および6章に基づき構築している。実走行状況として路面凹凸とバッテリーの充電状態を想定した数値シミュレーションを行い、ゲインスケジューリング則を確定している。固定ゲインによるアクティブ制御と比べて、性能を向上できることを確認している。

第8章は「ゲインスケジューリング制御実証実験」と題し、提案したゲインスケジューリング制御の有効性を確認するために、実機を用いた単輪加振実験を行っている。路面凹凸特性、バッテリーの残存容量などを実際の走行状態を仮定した条件に設定し、省エネルギー・アクティブ制御（ゲインスケジューリング制御）の実証実験により、要求する性能を満足することを確認している。

第9章は「考察」と題し、提案システムを従来型減衰力特性・固定ゲインによるアクティブ制御と比較した性能評価を行い、提案する方式の優位性を示している。

第10章は「結論」と題し、以上の結果を要約し、本論文の結論を述べている。

以上、本論文は、自動車用電磁サスペンションを用いた省エネルギー・アクティブ制御について、路面粗さ・電源充電状態に応じたゲインスケジューリング制御を提案し、その理論構築を行ったものである。実機を用いた加振実験により、その有用性を検証し、自動車の乗り心地向上および操縦安定性に寄与するタイヤの接地性向上と、省エネルギー性を両立させることを示したものであり、自動車工学および機械工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。