

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 竹原 伸

本論文は、「自動車のサスペンション制御と電動パワーステアリング制御に関する研究」と題し、5章からなっている。

第1章は「序論」と題し、本研究の背景と目的を述べている。自動車の運動性能を支配するサスペンションシステムとステアリングシステムでは、近年、低コストで高効率なシステムが求められている。本論文では、新しい制御法をこれらのシステムに適用することにより従来技術では到達できないレベルの車両運動性能を実現することを目的としている。

第2章は、「車両運動制御の事例と研究動向」と題し、関連するシステム的事例と研究動向を要約している。

第3章は「サスペンション制御」と題し、油圧アクティブサスペンション、シート制御、可変ダンパ制御について述べている。制御法としては、周波数領域を低周波領域、ばね下の固有振動数付近の中間周波数領域、これより高い中高周波領域の三つに分割し、それぞれについて最適な制御を行うことにより、従来より制振効果が高まることを具体的な制御法とサスペンションシステムにより提案している。低周波領域に関しては、スカイフック制御を改良している。中間周波数領域に関しては、サスペンション制御によりこれを低減することは難しいためシート制御によりこの周波数域の乗り心地を改善することを提案し、この目的に適した周波数成形最適制御を適用することにより、限られたストロークで十分な制振性能が得られることを示している。中高周波領域に関しては、油圧アクティブ制御においてはマルチダンピング方式を、可変ダンパ制御においては仮想ダイナミックダンパ方式を提案している。すなわち、ハードウェアの特性と制御したい周波数とにあわせた制御系設計を行うことにより良好な乗り心地が実現できることを示している。さらに実用的なシステムとするために、車高一定制御、車両姿勢制御、アクチュエータ系の遅れを考慮した制御ロジックをも組み込み、実車実験とシミュレーションにより所望の性能が得られることを確認している。

第4章は、「電動パワーステアリング制御」と題し、省エネルギーの観点から普及が急速に進んでいる電動パワーステアリングの制御について考察している。従来の油圧パワーステアリングを延長した単にステアリングトルクを支援する制御方法ではなく、理想的な操舵力特性と外乱絶縁特性とを実現する制御法を求めるという観点から制御系の設計方法を示し、さらに、車両の個体差や積載条件の変動も補償することにより、操舵特性と車両安定性を両立させることを目的としている。具体的には、外乱オブザーバを応用した舵角速度

オブザーバ制御とヨーレートオブザーバ制御を提案している．舵角速度オブザーバ制御は操舵トルクを入力とし，操舵入力に対しては適切な支援を，外乱に対しては適切な減衰力を発生させることを目的として制御系である．制御結果は制御パラメータの調整法とともにシミュレーション，実車実験により，所望の性能が得られることを確認している．また，積載条件やステアリングシステムの摩擦のような個体差や経年変化の大きいパラメータ変動に関して，制御の結果，操舵特性や車両安定性が変化しにくいことを確認している．ヨーレートオブザーバ制御は車両系全体を制御モデルとし，車両ヨーレートを入力とする制御系である．ロバスト性の確保のためにH無限大制御を組み込み，操舵入力への支援，車両安定性の確保とともに優れた応答性を実現している．

以上のように、本論文は、運動性能の基幹システムであるサスペンションシステムとステアリングシステムを対象に乗り心地と操縦性・安定性を高いレベルで両立させる制御手法を示しており、自動車工学の分野における意義は大きい．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。