

審査結果の要旨

論文題目「Skid Control of Small Electric Vehicle with In-Wheel Motors」

学位申請者 MOHAMAD HEERWAN BIN PEEIE

本論文は、近年の環境問題や資源問題から広く普及することが予測されるインホイールモータを使用した小型電気自動車のスキッド制御技術を開発し、これまで行われていなかったアクティブセーフティ技術を確立することを目標としている。

第1章においては小型電気自動車の駆動方式と制動システムについて説明をしている。さらに、その安全性に関する問題点と従来の研究について明らかにするとともに、本研究の目標を述べている。小型電気自動車の駆動方式には従来の原動機を単純にモータに置き換える方式とインホイールモータ方式がある。インホイールモータ方式は駆動輪のホイール部にモータを設置するため、車両レイアウトの自由度増加と伝達損失の減少という利点がある。しかし、小型電気自動車に使用されるタイヤは原動機付自転車などに使用される直径の小さなものであるため、駆動輪部に油圧式制動システムを設けることが困難である。そこで油圧式-機械式ハイブリッドブレーキシステムを採用するものがある。このようなインホイールモータを採用し、さらに油圧式-機械式ハイブリッドブレーキシステムを使用する小型電気自動車にはアンチロックブレーキシステム（以下 ABS）を設けたものはなく、安全性が不十分であるにもかかわらず、十分な研究がなされていない。そこで、インホイールモータと油圧式-機械式ハイブリッドブレーキシステムを使用する小型電気自動車のスキッド制御技術を開発し、アクティブセーフティ技術を確立することを目標とすることが述べられている。

第2章においては、油圧式-機械式ハイブリッドブレーキシステムとインホイールモータによる回生制動装置の性能を実験的に明らかにしている。油圧式-機械式ハイブリッドブレーキシステムでは油圧式制動装置により操舵輪制動力を発生させる。一方、駆動輪制動力はインホイールモータの回生機能による制動力と油圧シリンダの発生する張力によりワイヤを引き機械的に発生させる制動力の合力を使用している。本章では回生制動力を発生させずに油圧式-機械式ハイブリッドブレーキシステムによる制動力のみで制動した場合と、回生制動力を同時に発生させた場合のそれぞれの制動能力を実験的に求め、駆動輪の回生制動力が大きな役割を果たしていることを明らかにしている。

第3章においては、油圧式-機械式ハイブリッドブレーキシステムのシミュレーションモデルを作成し、スキッド制御の影響を明らかにしている。このシミュレーションモデルにおいては操舵輪に油圧式制動装置モデルを使用している。一方、油圧シリンダが引くワイヤで動作する小型の機械式制動装置モデルを駆動輪部に使用している。さらに、スキッド制御を行うために ABS のシミュレーションモデルの構築を行い、これらの制動装置を制御できるようにしている。解析は氷結路面上における制動を対象とし、インホイールモータの発生する回生制動力は制御していない。ABS による制御は車輪と路面間の摩擦係数がスリップ率の関数となることに着目し、もっとも摩擦係数が大きくなるようにスリップ率を制御している。この結果、操舵輪のスキッド制御は可能であり、タイヤロックを防ぐことができた。しかし、駆動輪の機械式制動装置は油圧式制動装置に対して制動能力が低く、駆動輪のタイヤロックを防ぐことができないことを明らかにして

いる。

第4章においては、インホイールモータの発生する回生制動力のスキッド制御モデルを作成している。前章において作成した油圧式 - 機械式ハイブリッドブレーキシステムのスキッド制御モデルと協調して回生制動力のスキッド制御を行うことにより、操舵輪と駆動輪のいずれにおいてもタイヤロックを防ぐことができることを明らかにしている。回生制動力を制御し、駆動輪の摩擦係数が最大になるようスリップ率を制御している。この時、回生制動力と機械式制動力の和が駆動輪に作用するため、理想制動力配分の後輪ロック領域に制動力配分結果が入ると安定性を確保することができない。そこで、回生制動力が駆動輪回転数の関数になることに着目し、不安定領域にならないように制御を行っている。この制御方法により氷結路面上における直進制動距離の短縮を行うことができるとともに、旋回制動を安定して行うことができることを明らかにしている。

第5章においては、ここまで明らかにしたことをまとめている。すなわち、油圧式 - 機械式ハイブリッドブレーキシシステムに対するスキッド制御とインホイールモータの回生制動力に対するスキッド制御を協調して行うことにより、インホイールモータを採用し油圧式 - 機械式ハイブリッドブレーキシシステムを使用する小型電気自動車の制動性能を向上させることができるとともに、氷結路面上でもスキッド制御が可能になり、安全性が向上することを述べている。

以上の結果、本論文は学位論文として十分な内容を有するものと審査委員全員の一致で判定された。

したがって、申請者 MOHAMAD HEERWAN BIN PEEIE は東海大学博士（工学）の学位を授与されるに値すると判断した。

論文審査委員

主査	博士	(工学)	岩森 暁	工学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	博士	(工学)	神崎 昌郎	工学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	Ph.D		槌谷 和義	工学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	Ph.D		山本 佳男	工学部教授	(総合理工学研究科総合理工学専攻)
委員	工学博士		増田 良介	情報理工学部特任教授	