

東京大学 大学院新領域創成科学研究科
基盤科学研究系 先端エネルギー工学専攻
2013年3月修了 修士論文要旨

4輪にインホイールモータを搭載した電気自動車の 先端的駆動力協調制御法に関する研究

学生証番号 47116083 氏名 前田 健太
(指導教員 堀 洋一 教授)

Key Words : Electric Vehicle, Traction Control, Slip Ratio, Driving Force, Least Squares Method

本研究室ではこれまで、モータが動力源である電気自動車の高い制御性を生かし、滑りやすい路面(低 μ 路)でタイヤのスリップを防止するトラクション制御法を多数提案してきた。その中で駆動力制御法とは、高いトラクション効果を有するスリップ率制御の外側に、駆動力オブザーバに基づく駆動力制御ループを設けて直接駆動力を制御する手法である。空転が発生しにくいアスファルト路面(高 μ 路)など、駆動力が飽和しない条件下ではドライバのアクセル指令に従って任意の駆動力を発生し、滑りやすい路面上で駆動力が飽和する条件下ではスリップ率制御と同様のトラクション効果を発揮する。

トラクション制御の原理は、低 μ 路でタイヤが空転しないよう自動的にモータトルクを引き下げることである。したがって、低 μ 路においてはトラクション制御を適用した場合であっても、ドライバのアクセル指令に対して実際に発生する駆動力の減少は避けられない問題である。しかしながら、低 μ 路への突入時における突然の駆動力低下は、ドライバの運転感覚に違和感を与えると考えられるため、総駆動力を保つ制御法が求められる。さらに低 μ 路においてタイヤが出せる最大の力を引き出し、安全性をより高める必要がある。

そこで本論文の前半では、4輪にインホイールモータを搭載した各輪独立駆動可能な電気自動車における、総駆動力維持を目的とした各輪駆動力配分法を提案する。所々に残る雪、雨に濡れたマンホールや橋のつなぎ目など、瞬間的に低 μ 状態になるような路面にさしかかった際、前輪駆動力の減少量を粘着している後輪で瞬時に補うことで、合計駆動力が維持される。総駆動力がアクセルによる駆動力指令値に維持されるため、ドライバは高 μ 路と同じ感覚で運転できると考えられる。さらに、左右輪で滑りやすさの異なるスプリット μ 路においては、車体の重心軸まわりに発生するモーメント(ヨーモーメント)を抑圧し、より安全に走行可能である。

本論文の後半では粘着限界スリップ率推定法を提案する。先述した駆動力制御法は、内側のスリップ率制御に与える指令値に上限・下限を課すことでトラクション効果を実現するが、従来は粘着限界スリップ率を既知とみなし定数を与えていた。しかしながら、粘着限界スリップ率は路面状態およびタイヤの種類に依存する。タイヤが動摩擦領域に達することはタイヤ力の飽和、すなわち旋回中に遠心力とつりあうように発生するコーナリングフォースが飽和し、横滑りやスピンの原因となる。それゆえ自動車のさらなる安全性向上のためには粘着限界スリップ率の動的推定が求められる。そこで、タイヤの駆動力&横力とスリップ率&横滑り角の関係をタイヤブラシモデルに基づき推定し、駆動力制御法に適用することで低 μ 路における更なる走行安定性向上が可能である。

以上2つの提案手法について、MATLAB/Simulinkを用いたシミュレーション、および4輪にインホイールモータを搭載した電気自動車を用いた試験走行により有効性を示した。