

## インホイールモータおよび車載モータを搭載した

### 電気自動車における駆動力制御法

学生証番号 47-116059 氏名 天田 順也  
(指導教員 藤本 博志 准教授)

Key Words : driving force control, electric vehicle, in-wheel motor, on-board motor

現在、環境問題やエネルギー資源の問題から、電気自動車(Electric Vehicle: EV)が注目されている。さらに環境面の性能だけでなく、EVの駆動力源であるモータには車両姿勢制御に有利な以下に示す特長がある。

- ・ トルク応答が内燃機関に比べ、2桁速い。
- ・ モータ電流から、出力トルクが正確に算出できる。
- ・ 分散配置・独立制御が可能であるため、自由度が高い。

これらの特長を活かすことで、従来の内燃機関搭載自動車では実現不可能であった車両姿勢制御法が提案されている。特にインホイールモータを搭載した車両では、上記の性能を十二分に発揮することが可能であるため、数多くの車両運動制御法が提案されている。

EVの車両姿勢制御の1つとして、すべりやすい路面上において車両を安定化するトラクション制御が挙げられる。その1つである駆動力制御法は滑りやすい路面上でも、駆動力指令値が実現可能な値であれば駆動力を制御できる。さらに、極低 $\mu$ 路のような駆動力指令値が実現不可能な路面では、スリップ率の値を設計値である $\lambda_{\max}$ 以内に抑制するスリップ率制御を実現する。しかし駆動力制御系はインナーループとして車輪速制御系をもつ多重の制御系であるため、駆動力制御系の帯域は車輪速制御系の帯域以下にする必要がある。したがって、車輪速制御系の帯域を十分に高くできるインホイールモータ駆動車両であれば問題ない。しかし、車載モータとディファレンシャルギヤを搭載した電気自動車ではドライブシャフトにおいて低い周波数領域でねじれ振動が発生するため、高応答な車輪速フィードバック制御の構築が困難だと言われている。実際にドライブシャフト振動抑制制御を用いた駆動力制御法が提案されているが、低 $\mu$ 路への突入などの路面状態の急変には対応できていない。

インホイールモータはコスト高になりがちな点や市販車での販売実績がないため、市場に広く出回るには時間がかかると考えられる。したがって、現時点では市販の電気自動車は車載モータとディファレンシャルギヤを搭載した車両が主流である。そのため、車載モータ駆動EVに適用可能な駆動力制御は非常に有用であると言える。

そこで本稿では、まずインホイールモータ駆動車両において車輪速制御系を用いずに、駆動力を直接制御するトルク制御ベースの駆動力制御系を提案する。この制御系はフィードフォワードを主として用いる制御系であるため、指令値応答速度が速い駆動力制御が実現可能である。さらに路面条件に応じて指令値を適切な値に制限するリミッタを併用し、低 $\mu$ 路でのトラクション制御を実現する。さらに、この制御系を車載モータ駆動車両に適用する際にはプラントが本来持つ共振が発生してしまう。したがって、トルク制御ベースの駆動力制御に適用可能な制振トルク制御を提案する。トルク制御ベースの駆動力制御と制振トルク制御を組み合わせることで、車載モータ駆動のEVにおいても共振を起こすことなく駆動力制御を実現できる。提案法の有効性を、インホイールモータ駆動車、車載モータ駆動車の両方について、シミュレーションおよび実験により評価を行った。