

## 論文の内容の要旨

### 論文題目 自動車向け永久磁石同期モータ駆動システムにおける低振動・低騒音制御技術に関する研究

氏名 原 崇文

運輸部門の CO<sub>2</sub> 排出量の約半数を占める自動車分野では、CO<sub>2</sub> 排出量の低減目標を達成するために、駆動用主機システムの電動化と、従前のガソリン車に対しても CO<sub>2</sub> 排出量の低減が期待される補機システムの電動化が進んでいる。これらの電動化に対応するモータ駆動システムとして、小型・高出力・高効率・高信頼化が要求されている。これらの要求を達成するために、永久磁石同期モータを用いたモータ駆動システムの採用という技術動向があるが、一方で振動・騒音が課題となる。本研究は、自動車分野において、永久磁石同期モータ駆動システムの低振動・低騒音化によって車内・車外環境の快適性の向上を安価に実現する制御技術を提案し、その技術と効果を検証することを目的としている。各章の構成は以下の通りである。

第1章は、序論として、駆動用主機システムと補機システムの電動化について述べ、これらのモータ駆動システムへの要求を整理し、技術動向をまとめた。そして、小型・高出力・高効率・高信頼化の動向がある一方、これらによって振動・騒音が悪化する課題を明らかにした。その上で、永久磁石同期モータの振動・騒音の発生メカニズムについて整理し、ソフトウェアで実装できる制御によるモータ駆動システムの低振動・低騒音化に着眼した。更に、本論文の目的と構成について述べた。

第2章では、制御によるモータ駆動システムの低振動・低騒音化に関する先行研究とその課題を踏まえて、モータ駆動システムの低振動・低騒音化の手法について掘り下げた。

第3章では、電気角2次の径方向電磁力に着目して第2章で説明した課題の1つである、巻線係数が0.933と高く小型・高出力化に優れた10極12スロットモータの電気角2次の電磁力を低減する制御を提案した。そして、制御による電気角2次の径方向電磁力の低減限界を明らかにし、制御による大きな低減効果が期待される時間高調波起因の周方向および径方向電磁力について第4章、第5章で着眼した。

第4章では、時間高調波起因の周方向および径方向電磁力に着目し、電動化が進む自動車分野において顕著となるインバータのキャリア電磁騒音の低減に着目した。この課題に対して、電磁騒音の発生周波数、発生モード、制御の因果関係を明らかにした。これによって、キャリア周波数を機構の固有振動数から遠ざけることができ、キャリア電磁騒音を低減することが可能となることを述べた。

第 5 章では、時間高調波起因の周方向および径方向電磁力に着目して直流母線電流検出方式（電流センサレス方式）の課題の 1 つである、パルス修正法による高周波電圧に伴うキャリア電磁騒音を低減する方法について述べた。これまで明らかにされてこなかったパルス修正量とキャリア電磁騒音の関係を数式で明らかにして、磁石材質違いのキャリア電磁騒音を定量的に評価する手法を提案した。更に、パルス修正量を低減し、キャリア電磁騒音を低減するパルス修正法の実機検証結果についても述べた。

第 6 章では、第 3 章から第 5 章までに提案した制御によるモータ駆動システムの低振動・低騒音技術を総括し、今後の展望および課題について述べた。