電気自動車の駆動ユニットにおける EMCの謎を解く

Min Zhang

1. はじめに

ここ 10 年ほど、世界の電気自動車（EV）産業では技術と市場の両方で大きな飛躍があった [1]。市場をリードしているのはテスラ、次に続くのは数例挙げればフォルクスワーゲン、PSA、トヨタなどといった従来の自動車メーカーであり、自動車業界の電化は急速に進んできている [2]。

EV の心臓部は、電気モータ、パワーエレクトロニクスモジュール、トランスミッションで構成されたパワートレインとも呼ばれる電気駆動ユニット（EDU：Electric Drive Unit）である。これは、よくスリーインワン・ユニット（three-in-one unit）と呼ばれている。ボッシュの three-in-one EDU を図 1 に示す [3]。この場合、トランスミッションは電気モータとパワーエレクトロニクスモジュールの間に挟まれている。

OEM では、車両のコンポーネントを Tier-1 サプライヤにアウトソーシングして、自身のリソースを車両システムの統合と製造に集中させることが多い。サプライヤは製品の仕様と要求事項を受け取ると、OEM 向けの専用部品を設計する。多くの自動車メーカーは EDU やバッテリーパック、ソフトウェア統合など主要な差別化要素の設計を社内に確保することに腐心するが、それは競合他社より有利になるためである。

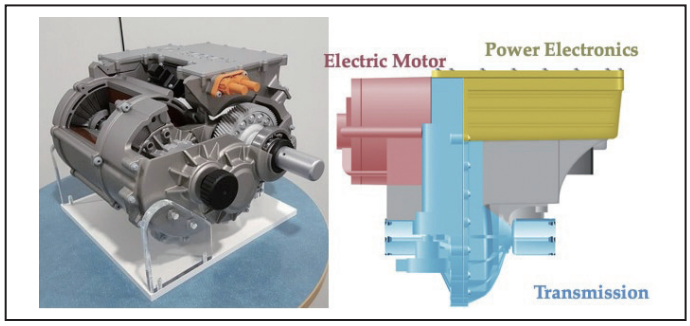

図1. ボッシュのスリーインワン・ユニット（three-in-one EDU）

自動車用途では、すべてのコンポーネントは自動車メーカー独自の設計仕様を満たす設計にする必要がある。その仕様には、機能、機械、環境、電気、電磁両立性（EMC）、機能安全などがある。寸法、原価、性能の課題に加えて、自動車設計エンジニアは現在、熱と EMC についてかつてないほど厳しい要求事項に直面している。

本稿では、EDU 設計における EMC の課題に焦点を当てている。このような複雑なシステムの EMC 設計には、多くの妥協が必要である。エンジニアは全員、優れたエンジニアリングに関連する妥協点をよく知っている必要があるが、妥協は理解に基づいていなければならない。共通理解を深めるため、本稿では、電気機器、パワーエレクトロニクス、熱設計の分野から EDU の EMC 設計について説明する。

2. 背景

2017 年に国際エネルギー機関が実施した調査では、世界の電力生産の 40%以上が電気モータによって消費されていると結論付けている [1]。電化の背景にある経済規模により、この割合を予測するのは容易である。

EDU の設計を改善して小型化できれば、サイズが小さく軽くなり、熱性能が向上する。ユニットは EMC 規格にも適合しなければならない。これは設計者によってしばしば「悪魔の仕業（'black magic'）」と誤解される設計プロセスである。

設計エンジニアが直面している EMC 問題を解明するために、本稿では EMC 設計の側面に重点を置く。最も重要な教訓の 1 つは、最初から EMC を念頭に置いてシステム設計をすることである。この方法を採用すれば、試験段階で EMC 問題を発見し、その対策に費やす人的資源と時間を回避または低減することができる。