

自動車用モータの新展開

神鋼リサーチ（株）立花 弘行

はじめに

2019年4月17日から4月19日までの3日間にかけて、メカトロニクス・エレクトロクス技術の発展と普及を支援する展示会「TECHNO-FRONTIER 2019」が幕張メッセ（千葉）で開催された（主催：一般財団法人日本能率協会）。3日間の来場者数は約30,000名であり、展示会は盛況に行われた。展示会期間中に開催された技術講演「自動車用モータの新展開」、「見直されるIM（誘導モータ）」を聴講したので、その概要を以下に報告する。

自動車用モータの新展開

本田技術研究所は、環境とエネルギーの課題に取り組み「2030年に販売台数の2/3を電動車両にする」という目標を掲げている。HEV（ハイブリッド自動車）とPHEV（プラグインハイブリッド自動車）を販売台数の50%、EV（電気自動車）とFCV（燃料電池自動車）を販売台数の15%にすることを計画している。電動車両の駆動をまかなうのはモータであり、本田技術研究所ではモータを自社開発している。ホンダ技術研究所はモータにIPMSM（埋込磁石型同期モータ）を採用し、ネオジウム磁石を搭載しているが、ネオジウム磁石の耐熱性を確保するために添加されている重希土類（ディスプロシウム、テルビウム）の安定調達や材料コストが課題になっている。同社は、重希土類の原材料調達リスクを考慮して、重希土類フリーのネオジウム磁石を搭載したモータを開発している。また、モータに可変電圧を供給するシステム（VCU：ボルテージコントロールユニット）や磁石冷却など、周辺システムと併せて高効率な小型モータを開発し、同社のHEVの主力システムであるi-MMD（Intelligent Multi Mode Drive）に搭載している。

ダイナックスは、EVシティコムータ（小型電気自動車）の駆動用モータへの適応を視野に、北海道大学と共同でフェライト磁石アキシシャルギャップインホイールモータの開発を進めている。EV駆動用モータにインホイールモータを採用することにより車内空間の自由度を高めることができ、希土類磁石に代わるフェライト磁石の採用によりコストを抑制することができる。また、ロータの扁平率（1軸長/直径）を調整することにより「低速領域で高トルク」、「高速領域で高効率」などの特性の異なるモータを作製することができる。モータの効率を低下させる渦電流損失対策として、渦電流が発生する電流パスの切り込み、固定子の巻き方などの工夫により改善を図っている。また、低コストを重視した開発だけでなく、ネオジウムボンド磁石やCFRPロータなど、駆動用モータの性能や小型・軽量化に特化したアキシシャルギャップインホイールモータの開発も行っている。

日本精工は、自動車の多様化に適したEV駆動用モータとして、インホイールモータ（ホイールハブモータともいう）の開発を行っている。インホイールモータの利点として、「①小型・軽量化」、「②安全性の向上」、「③車両デザインに対する高い自由度」を挙げている。一方、インホイールモータの課題には、「①ばね下重量の増加」、「②配線の信頼性」、「③モータ取り付けスペースの制限」などがある。課題①はモータの制御により解決できる。日本精工のインホイールモータは、無線による電力伝送、コンパクトな変速機により課題②と課題③を解決している。また、この電力伝送の技術を応用して、EV最大の課題である「航続距離の増大」をバッテリー量を増やさずに解決することを試みている。具体的には、電力供給を行うコイル（走行中給電設備）を路面に設置し、路面より電力供給を行う。実走行をシミュレーションした結果、信号手前30mにコイルを設置した場合、バッテリー残量を気にせずEV走行ができるとの結果を得ている。

見直される IM（誘導モータ）

現在、自動車駆動用のモータは、IPMSM（埋込磁石型同期モータ）が主流である。しかし、永久磁石に使用される希土類元素の供給不安などにより、「レアアースフリー」のモータが注目されている。IM は永久磁石を使用しないモータである。東京工業大学では、IM と IPMSM を自動車駆動用のモータに採用した場合をシミュレーションで検討している。一般的には IM は IPMSM に比べて効率が低いといわれている。シミュレーションの結果から、「低回転速度かつ高負荷においては IPMSM の効率は、10%程度高い」、「高回転速度かつ低負荷においては IM の効率が 10%程度高い」ことを明らかにしている。このことは、EV の走行状況によっては IM にもメリットがあるということを示唆している。東京工業大学では、別タイプの「レアアースフリーモータ：SR モータ」も以前から研究しており、今後、SR モータを加えた 3 種類のモータ（IPMSM、IM、SR モータ）の性能比較を行っていくとしている。

日本の電力消費の約半分はモータによる消費電力が占めるといわれている。このことを背景に京都大学では、モータの小型化、高効率化を目指した超伝導誘導モータの開発を行っている。高温超伝導材料をロータに採用し、20 kW 級超伝導誘導モータを試作し、97% の効率を得ている。20 kW 級超伝導誘導モータは、ロータのみ高温超伝導材料を使用して試作しているが、50 kW 級超伝導誘導モータは、回転子、固定子共に高温超伝導材料を使用した全超伝導モデル機である。今後は冷却器を含め、システム全体としての効率を追求していくとしている。

おわりに

EV の駆動用に採用されているモータは、主に IPMSM である。しかし、超小型 EV、高性能 EV、自動運転車など、EV がその目的に応じて多彩になると、その駆動用に採用されるモータも IPMSM がベストな選択であるとは限らない。今後とも EV の駆動用モータ技術の動向に注視し、情報収集と発信を行っていききたい。

以上