

eAxle・EVユニットの開発と今後の展望

井上 亮平

Ryohei Inoue

福島 智宏

Tomohiro Fukushima

鈴木 優輔

Yusuke Suzuki

福岡 健之

Takeshi Fukuma

菅原 純一

Junichi Sugawara



概要

インバータ、モータ、ギヤトレインが一体となったeAxleをFr/Rr搭載ユニットとして2機種開発した。このeAxleには新技術を多く採用したが、競争力向上に貢献した新規性の高い技術、インバーター体構造、モータ磁気回路最適化設計、アウトプットシャフト構造について解説する。

1. はじめに

近年の電動化に対応すべく、bZ4X等に搭載されるeAxleが2022年2月に安城第1工場でラインオフした。

現在のeAxle市場は新規サプライヤの参入もあって激しい開発競争となっている。eAxleの競争力は低コスト、高効率、小型が主となっている。これらを向上させる為に、AT・HV開発で培ったモータやギヤトレインの技術を可能な限り織込んだ。一方でeAxleとして新たに取組んだ技術もあり、その中で多くの学びがあった。本稿では取組んだ新技術について報告させて頂く。

2. 開発のねらい

本eAxleは大きく2種類に分かれる。

Frユニットは車両前後方向を小型化して電池容量と車両デザインに貢献した。Rrユニットは車両高さ方向を小型化して車室内空間の拡大に貢献した。(図1)

モータ出力はFrユニットがFF車用の150kWと4WD用の80kW、Rrユニットは4WD用の80kWとなる。(表1)



図1 eAxle外観(左図 Frユニット、右図 Rrユニット)

表1 ユニット仕様

	Frユニット	Rrユニット
出力	150kW/80kW	80kW
モータトルク	266Nm/168Nm	168Nm
ギヤ比	13.785	13.785
質量	85kg/79kg	67kg
体格	前後方向	410mm
	幅方向	492mm
	高さ方向	420mm

3. 低コスト・小型化・高効率化技術

3.1 インバーター体化によるコスト低減

通常インバータは車体や駆動ユニットに固定するため、固定用のボルトやブラケット、接続用の長いバスバーなどが必要となる。

本eAxleは駆動ユニットのケースにインバータを内包する形状を一体で形成し、デンソー殿との協業によりインバータ部品と駆動部品の配置を最適化することにより、インバータ部品Assyや短縮したバスバーを直接組み付ける機電一体化を実現した。(図2)

これによりカバーやブラケット、ボルト、シール部材などを削減でき、大幅なコスト低減と同時に質量低減(約1kg)、体格縮小(40mm)を実現した。(図3)

”移動“から生まれる幸せ

よりよい未来を創る

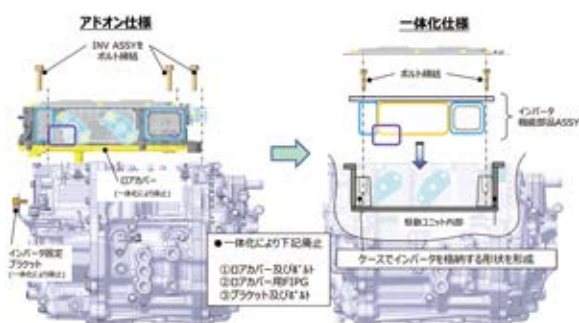


図2 Rrユニット側面視

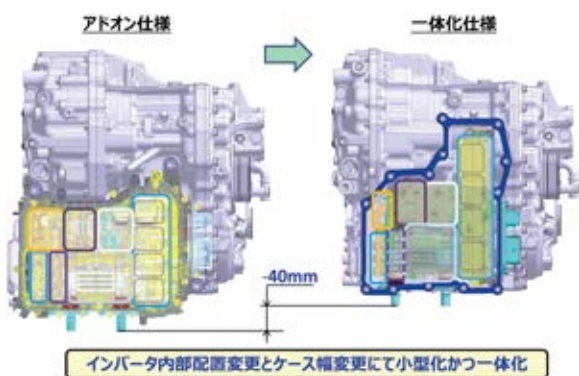


図3 Rrユニット上面視

3.2 アウトプットシャフト採用による小型化

通常ドライブシャフトはデフと直接結合している為、モータ軸とデフ軸の軸間距離はドライブシャフトが制約となる。

本eAxleはデフとドライブシャフトの間にアウトプットシャフトを追加して、ドライブシャフトの一部を外側に出すことで軸間距離を短縮し小型化を実現した。(図4)

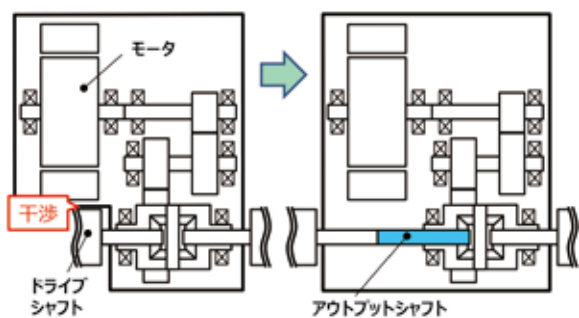


図4 スケルトン断面図

同様の思想でRrユニットはインバータとデフ軸の距離を短縮した。(図5)

Frユニットは車両前後方向で80mm,Rrユニットは高さ方向で25mm低減して、電池容量UPや車内空間、荷室空間の拡大に貢献した。(図6)

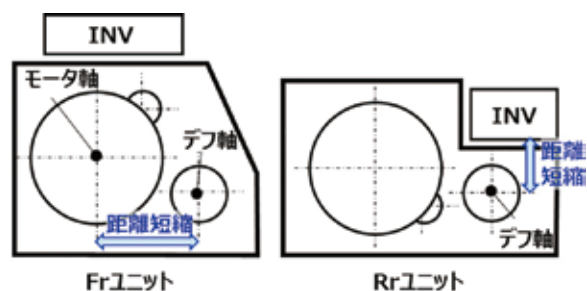


図5 eAxle側面イメージ



図6 車両搭載イメージ

3.3 磁気回路最適化設計とコイルエンド短縮接合技術

3.3.1 磁気回路最適設計

本eAxle用モータは、従来品に対して損失低減を図りつつ、出力性能を満たすために、2層6枚磁石配置構造を採用した。

また、その他の要求性能を満たすために、磁石のサイズや配置角度などの最適化を実施した。(図7)

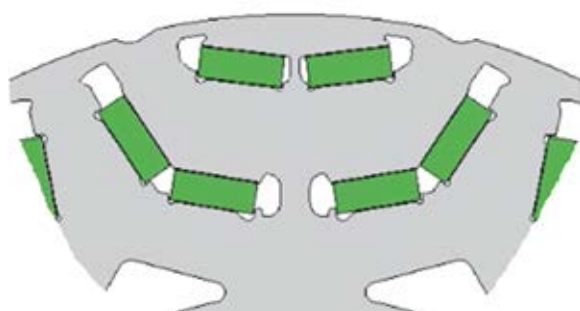


図7 磁石配置図

3.3.2 コイルエンド短縮接合技術

本eAxle用モータは量産性の高いSCステータを採用しているが、従来のコイル接合はTIG溶接であるのに対してレーザ溶接を採用した。

これにより、TIG溶接時にコイルをクランプするため必要であった継手形状を廃止することができ、軸方向コイルエンド高さ低減による搭載性の向上、またコイル長さ短縮による銅損低減、コスト低減を実現した。(図8)

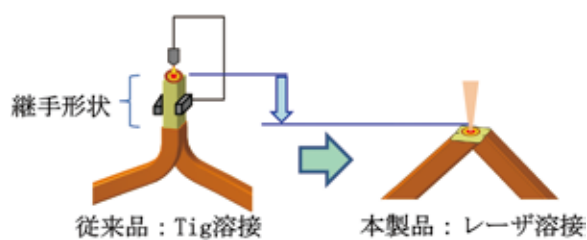


図8 TIG溶接とレーザ溶接比較

3.4 モータ冷却技術

本eAxleは、モータ、インバータ、トランスアクスルを一体化構造としコンパクト化を図っている。

モータとインバータが近づくことで、熱の授受が発生し、それらを接続する部品である端子台の過熱が問題となった。本eAxle用モータでは、端子台冷却（油冷）を追加する事で対策した。（図9）

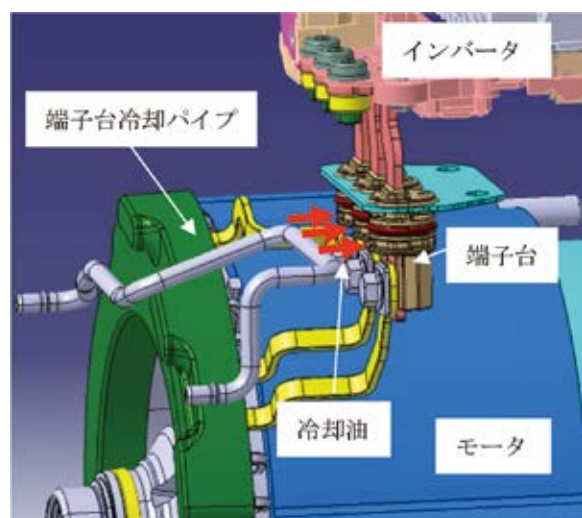


図9 端子台冷却(ケース非表示)

4. まとめ

競争力向上として、解説した技術以外にも多くの技術を開発途中で採用し、最後まで苦戦し続けた。プロジェクト開発に御尽力頂いた皆様にはお礼を申し上げます。今後更に激化するeAxle開発競争に於いても、今回の開発で得た知見をしっかりと活かしつつ、新技術を積極的に採用し、競争力向上に努めたい。

筆者



井上 亮平
第1EV技術部
eAxle開発に従事



福間 健之
PT第1コンポーネント技術部
eAxle開発に従事



福島 智宏
PTモータ技術部
eAxle開発に従事



菅原 純一
PTモータ技術部
eAxle開発に従事



鈴木 優輔
第1EV技術部
eAxle開発に従事