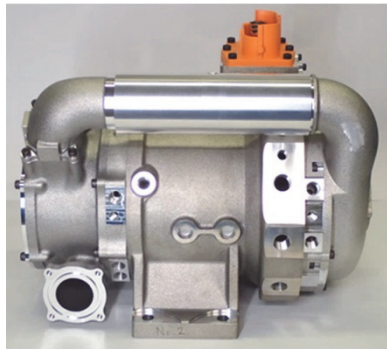


脱炭素化対応技術・燃料電池の性能を向上させる 高効率電動コンプレッサ

High-efficiency Electric Compressor That Improves Decarbonization Technology
and Fuel Cell Performance



三菱重工エンジン&ターボチャージャ
株式会社
ターボ事業部 営業部
☎(042)763-1685

脱炭素社会の実現に向けて世界的な動きが加速する中、モビリティ業界においては、車両用パワートレインの電動化ニーズが高まっている。今後、電気自動車の市場が確実に伸びる予想ではあるが、バッテリーの高性能化、急速充電技術等が課題となっている。それに対して、近年、一つの対策として、クリーンな水素燃料から直接電気エネルギーを取り出すことで高い発電効率を得られる燃料電池システムが注目されている。燃料電池システムは車両用、定置用及び、その他の産業用にも応用でき、水素インフラ整備等を踏まえて 2030 年以降に本格的な普及が予想される。各国の長期政策にも組み込まれており、継続的な市場拡大が期待される。

三菱重工エンジン&ターボチャージャ株式会社(以下、当社)は、内燃機関車両からゼロエミッション車への移行という事業環境の変化に対応すべく、燃料電池システム用の高効率電動コンプレッサを開発し、お客様へのサンプル供給を開始している。水素インフラの普及には時間がかかり、まずは拠点間輸送などの限定的な用途に向けた水素インフラの整備が期待できる。本報では、商用車向けの高効率電動コンプレッサの製品仕様及び、製品の特長について紹介していく。

1. はじめに

世界的な脱炭素化の流れにより、年々電気自動車の台数増大が予測される。一方、商用車分野では、電気自動車のバッテリー大型化による積載量低下の課題があり、その対策として水素燃料を用いた燃料電池システムの需要拡大が予測される。燃料電池用の車両システム概略を図1に示す。開発中の電動コンプレッサは、燃料電池システムにおいてスタック内へ圧縮空気を供給し、水素燃料との化学反応により電気エネルギーを得る重要なコンポーネントである。当社の市場分析から燃料電池車両用の電動コンプレッサの規模は、中国・欧州・北米の3地域を中心に拡大し、2045年時点でピックアップトラックや中型トラック向けのモータ出力 20~30kW が市場の過半を占める予測である。最もニーズが高い燃料電池スタック 150kW の場合は、モータ出力 30kW が必要となる。また、燃料電池スタックの出力 200kW 以上の大型トラック向けでは、電動コンプレッサ2台の並列で対応しているが、今後2台分を1台でカバーするようなお客様のニーズへの対応も視野に入れて開発している。燃料電池システムの全体効率に対して電動コンプレッサ効率の寄与度が高く、このように燃料電池システム側からの製品に求められるニーズに対応できる高効率電動コンプレッサの開発が必要となっている。

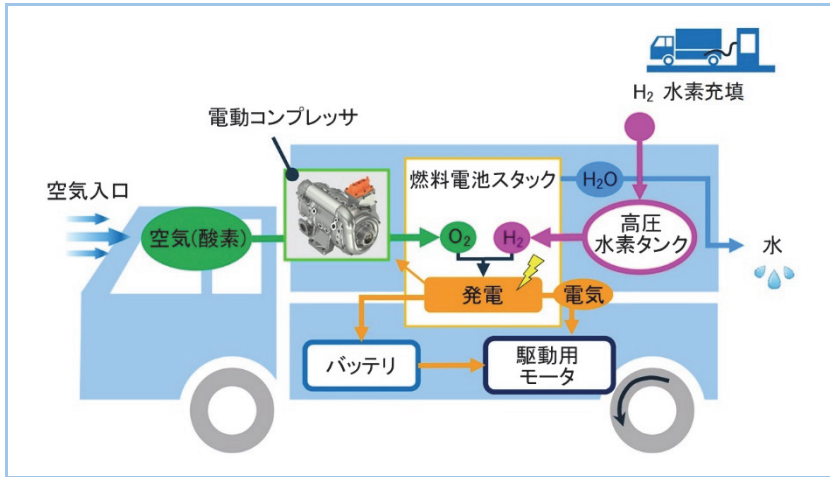


図1 燃料電池用の車両システム概略

2. 製品の仕様

当社開発の電動コンプレッサ写真を図2に、開発製品の仕様を表1に示す。商用車向けの燃料電池車両において、最もお客様のニーズが高い燃料電池スタックの出力 120～150kW 範囲をターゲットとしている。ここでは最大電圧 DC850V、モータ出力 25～30kW、回転数 100krpm 以上の仕様を開発した。モータ・インバータは主に水冷方式、モータ内部の発熱部であるロータ磁石及び空気軸受には圧縮空気による空冷方式を採用している。また、燃料電池スタックの被毒を避けるためオイルフリーの空気軸受を採用している。電動コンプレッサの機種展開の概略を図3に示す。当社は、小型商用車から大型トラック及び船舶向けまでの燃料電池スタック出力 100～300kW で幅広いニーズに対応できる製品ラインナップ展開により、カーボンニュートラル社会の実現に貢献していく。



図2 当社開発の電動コンプレッサ写真

表1 開発製品の仕様

項目	仕様
最大電圧	DC850V
モータ定格出力	25～30kW
モータ形式	永久磁石
冷却方式	水冷
軸受タイプ	空気軸受

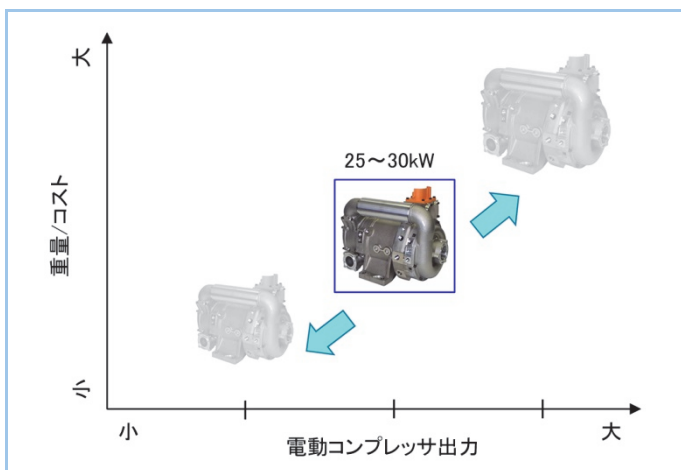


図3 電動コンプレッサ機種展開の概略

3. 製品の特長

当社の燃料電池システム用電動コンプレッサは以下の特長を有している。当社は以前から電動コンプレッサの開発に取り組んでおり、現在第2世代を開発中である。現行品と新開発品の特長と外観の比較を図4に示す。

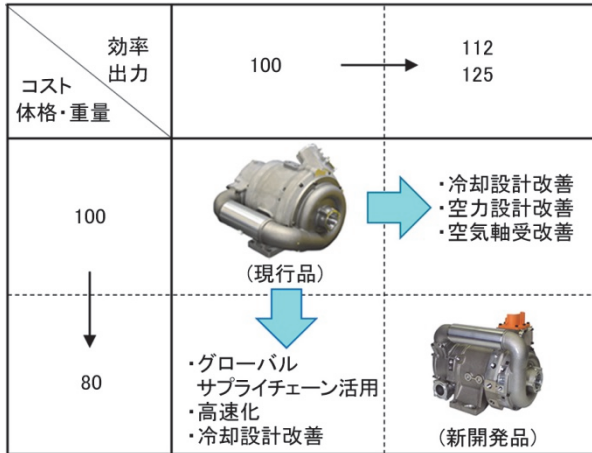


図4 現行品と新開発品の特長と外観の比較

(1) 高効率化

燃料電池システム用電動コンプレッサは、燃料電池で発電した電力を使って駆動するため、電動コンプレッサ自体の高効率化は、燃料電池システム全体の高効率化、小型化、及び低コスト化に直結する重要な要素となる。本構造としては、両端2つのコンプレッサで順次2段階に過給することで高圧の圧縮空気を燃料電池スタックに供給することにより、電動コンプレッサのサイズを最小限に抑えつつ大流量と高圧力化を実現している。また、ターボチャージャ事業を通して確立した空力設計の技術により、コンプレッサホイールの高効率化が可能になった。さらに両端2つのコンプレッサホイールにより発生するスラスト荷重と空気軸受とのバランス設計により、機械損失を低減でき電動コンプレッサの効率を向上させている。モータ形式は、高速回転や、高効率に適した分布巻きの永久磁石モータを採用している。

(2) 高出力化

車両用は特に搭載スペースの制約が厳しく、また重量は燃費に影響を与えるため、電動コンプレッサにも小型・軽量化が求められている。これに対して、当社ではモータの定格回転数を高く設定することで必要トルクを低減し、モータ体格の縮小を実現している。また、モータハウジング及び、モータ内部の適切な冷却強化や、コンプレッサから圧縮空気がバイパスされる通路の圧力損失等を最小限に抑えるバランス設計により高出力化を実現している。

(3) 高耐久性

軸受から漏れた油分が燃料電池スタックに到達すると、被毒によりスタックの性能低下及び、寿命短縮をもたらしてしまう。燃料電池システム用電動コンプレッサには、オイルフリーの空気軸受を適用して対応しているが、この空気軸受の耐久性を担保することも電動コンプレッサとして重要なポイントとなる。当社は、ターボチャージャの生産で蓄積された回転体の設計技術、製造技術及び、品質管理ノウハウを適用して、より振動が少ない安定した回転体の製作ができ、耐久性を確保している。特にモータ起動時には、空気軸受とシャフトが接触しながら回転し、一定の回転数に達すると浮上する事象があり、摩耗が懸念となるが、接触部位に耐摩耗性の高いコーティングを適用して、軸受の機能と耐久性を両立させている。また、高電圧 DC850V に対応できる絶縁設計やその評価手法を開発して、モータの信頼性向上に寄与している。

(4) 低コスト化

脱炭素社会の実現に向けて、燃料電池システムは、重要な役割を果たすことを期待されて

いるが、同時に経済性も求められている。当社では、既にパイロット生産機を導入して、量産工程を意識した設計・製造を取り入れており、自動車メーカーの要求仕様に応じてコストダウンができる仕組みになっている。また、低コスト化のための仕様作り込みに加え、ターボチャージャ事業を通して確立したグローバルサプライチェーンを活用し、低コスト化を図っている。これらの特長は、各種市場調査・分析やお客様との対話を通じて把握したニーズ及び、当社がこれまでターボチャージャ事業で培ってきた回転体技術に基づいている。

4. 今後の展開

今後、コストダウンを目指した単段式や、高負荷時に燃料電池の排気エネルギー回収によりシステム全体の効率が高められるエキスパンダ式などのオプションを設定することも視野に入れて開発している。本報で紹介した商用車向けの高効率電動コンプレッサは、2025年の市場投入を目指している。当社は、市場のニーズに合致した燃料電池システム用の製品開発を通じて、脱炭素社会の実現に向けて貢献していく。