

ハイブリッド電気自動車空調システム用電動コンプレッサの開発

Development of Electric Compressor for Air Conditioning System of Hybrid Electric Vehicles



余語 一朗*¹
Ichiro Yogo

渡辺 和英*²
Kazuhide Watanabe

平野 竹志*³
Takeshi Hirano

萩田 貴幸*³
Takayuki Hagita

樋口 博人*¹
Hiroto Higuchi

一瀬 友貴*¹
Yuki Ichise

環境保全, CO₂ 排出削減を背景に, 車両空調用電動コンプレッサ (以下, 電動コンプレッサ) においても小型, 高効率のニーズが高まっている。三菱重工オートモーティブサーマルシステムズ(株)(以下, 当社)では, 新規に電動コンプレッサを開発するに当たり, スクロール諸元の最適化, インバータ制御方式の見直し及び, 当社従来機からの内部構造の大幅な見直しにより, 当社従来機と同等の冷凍能力を維持しながら最大で約 10% 効率を改善するとともに, 大幅な小型・軽量化を実現した。

1. はじめに

電気自動車(EV), ハイブリッド車(HEV/PHEV)の次世代自動車市場は, 日本, 欧州, 北米各自動車メーカーの車種増加に加えて, 中国, ベンチャー企業の参入により拡大している反面, 電動コンプレッサ事業を取り巻く状況は, 新規メーカーの参入に加えて, 小型・軽量化, 高効率化のニーズへの対応で一層厳しくなっている。

そのような背景を鑑みて新たに開発した次世代自動車向け電動コンプレッサは, 業界トップクラスの小型・軽量化, 高効率化を実現した。本報では開発機の特徴について報告する。

2. 小型・軽量化

ハイブリッド車のエンジンはガソリン動力車と共通であることが多く, ベルト駆動コンプレッサの搭載スペースに置き換え可能な小型電動コンプレッサのニーズが高まっている。開発機は市場のトレンド体格である胴径φ123, 全長 211mm 以下を目指し, 構造を従来機から大幅に見直した。当社従来機及び, 開発機の内部構造を図1に, 外観, 重量の比較を図2に示す。

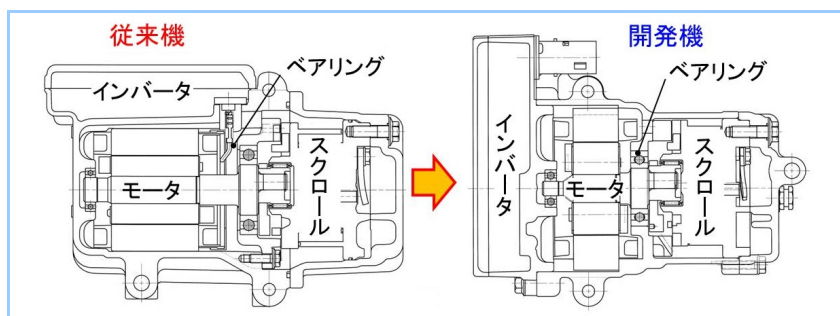


図1 内部構造比較

*1 三菱重工オートモーティブサーマルシステムズ(株) 技術部

*2 三菱重工オートモーティブサーマルシステムズ(株) 技術部 課長

*3 三菱重工オートモーティブサーマルシステムズ(株) 技術部 首席技師

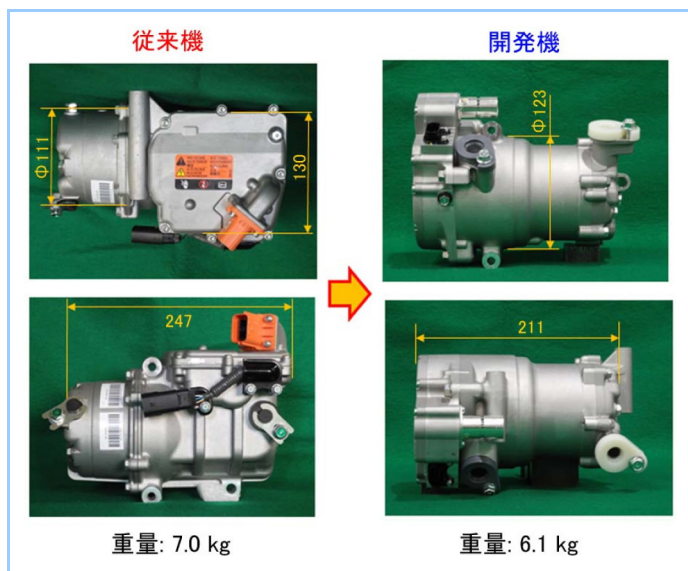


図2 外観・重量比較

(1) 駆動用インバータの配置見直し

従来機は駆動用インバータをコンプレッサ径方向に配置をしているのに対し、開発機はコンプレッサの軸方向に配置を変更しており、この点が従来機と大きく異なる。インバータ基板のレイアウト変更だけでは目標体格を満足することは困難なため、構成する電子部品の小型化、インバータ基板と駆動用モータとの接続を新規構造とすることで、インバータ室の厚みを10%薄くし小型化を図った。

(2) 駆動用モータのサイズ見直し

モータ要求値を新規スクロール諸元に合わせ見直し、新規設計を行った。この際、磁界解析技術を駆使し、量産性を考慮しながら磁石配置及びコア形状の最適化を図ることで、従来機からモータ効率を維持しつつ7%の軽量化を図った。

前述の他に、構成するベアリングの諸元、配置を最適化させ、従来機から信頼性を損なうことなく、コンプレッサ全長の短縮を図った。

以上の取り組みにより、図2のように開発機の体格は胴径φ123、全長211mmとなった。当社従来機と比較すると全長は36mm短縮し、重量は0.9kg軽量化しており、業界トップクラスの小型・軽量化を実現している。

3. 高効率化

電動コンプレッサの消費電力は数kWと少なくはなく、搭載車両の燃費、電費に影響する。特にコンプレッサの運転頻度の高い、低回転から中回転域での高効率化が求められる。開発機には前述の要求を満足するため、圧縮部のコア部品であるスクロールの諸元を一から見直すとともに、漏れ隙間を最小化することで効率を高めている。また、インバータは低回転域の効率を重視した電流検出方式の採用と、よりきめ細やかに力率を制御することで、モータ駆動時の効率を高めている。

開発機と従来機のそれぞれについて負荷条件と最大冷凍能力との関係を図3に、成績係数COP(Coefficient of Performance)とコンプレッサ回転数との関係を図4に示す。図3に示すとおり、開発機はいずれの負荷条件下においても当社従来機と同等以上の冷凍能力を有している。また、図4に示すとおり、開発機のCOPはすべての回転数において従来機を上回り、特に低回転域では約10%の効率向上を実現した。開発機は前述の取り組みにより従来機と同等以上の冷凍能力を維持しながら高効率化を実現した。

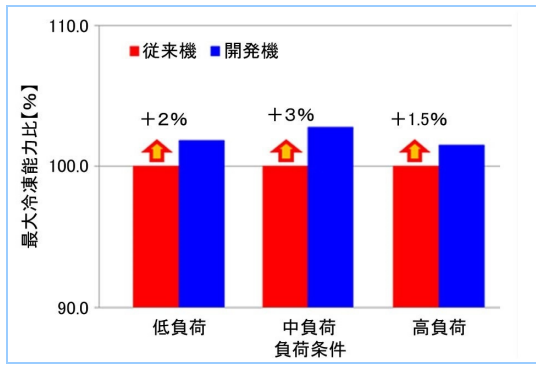


図3 最大冷凍能力比較

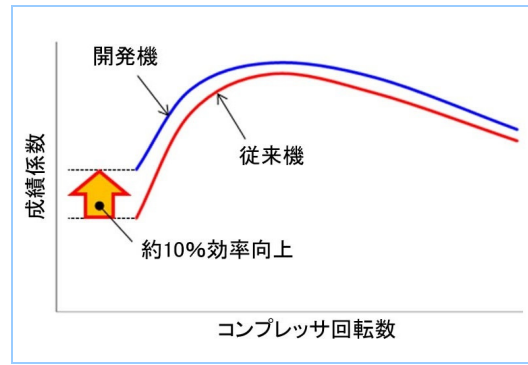


図4 成績係数比較

4. まとめ

当社が開発した次世代自動車向け電動コンプレッサは、スクロール諸元の最適化、インバータ制御方式の見直し及び、従来機からの構造見直しによって業界トップクラスの小型・軽量化、高効率化を実現した。なお、開発機は2017年に量産を開始する予定である。