

小型・高効率三次元スクロール圧縮機の適用製品拡大

Wide Spread of Small Size and High Efficiency Three Dimensional Scroll Compressors



佐藤 創
Hajime Sato

水野 尚夫
Hisao Mizuno

竹内 真実
Makoto Takeuchi

小林 寛之
Hiroyuki Kobayashi

鵜飼 徹三
Tetsuzo Ukai

木全 央幸
Yoshiyuki Kimata

1. はじめに

近年、地球温暖化に対する関心の高まりにより、省エネルギーに向けた取組みが世界規模で加速している。冷凍・空調機器が消費するエネルギーのうち、大部分は冷媒を圧縮する圧縮機が占めており、冷凍・空調機器の省エネルギーには圧縮機の高効率化が不可欠である。

一方、冷凍・空調機器は設置スペースに制約がある場合が多い。製品サイズを小さくすることで機器設置の自由度を高められるため、圧縮機をはじめとする各構成要素の小型軽量化が求められている。

これに対し、当社では主要な冷凍・空調製品に高効率、低振動が特徴であるスクロール圧縮機を搭載し、省エネルギー化のニーズに対応してきたが、より一層の高効率化に加え、圧縮機の小型軽量化を図るため、従来の圧縮原理である周方向圧縮に対して、新たに高さ方向圧縮を加えた当社独自の三次元圧縮機構“3Dスクロール^(注)”を開発し、さまざまな冷凍空調製品へ展開中である。本報では、3Dスクロールの特徴と、3Dスクロール圧縮機の冷凍・空調製品群への展開について紹介する。 (注) “3Dスクロール”は三菱重工業(株)の登録商標である。

2. 3Dスクロールの特徴

図1に3Dスクロール圧縮機の断面図を示す。スクロール圧縮機は、端板と渦巻き状の羽根(ラップ)から構成されたスクロール一対(固定スクロール、回転スクロール)が互いに偏心しながら公転運動することで冷媒を圧縮する。図2に従来スクロールと3Dスクロールの断面模式図を示す。

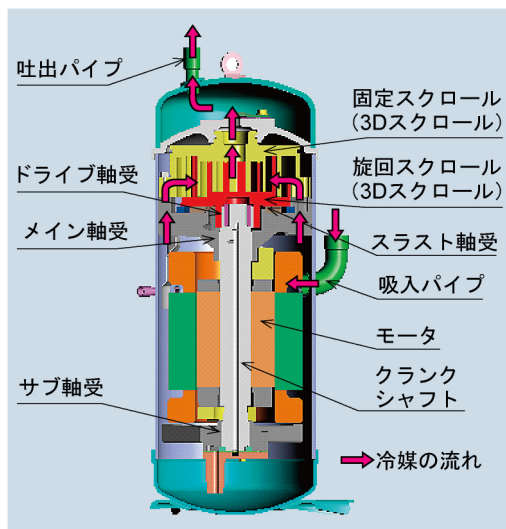


図1 3Dスクロール圧縮機(業務エアコン用)の断面図

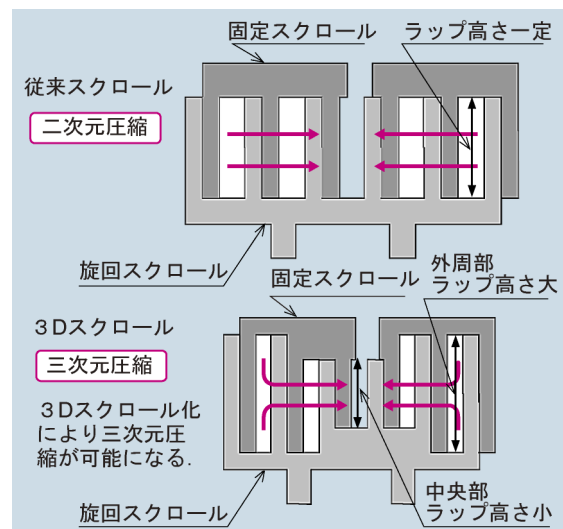


図2 従来スクロールと3Dスクロールの断面図

従来のスクロールはラップ高さが一定であり、冷媒は外周部から内周部に向かって二次元的に圧縮される。一方、3Dスクロールはスクロールの歯先と根元にステップを設置することで、外側のラップ高さを内側よりも高くしている。これにより、周方向のみならず高さ方向にも圧縮する三次元圧縮が可能となる。3Dスクロールの特徴は以下のとおりである。

- ・周方向だけでなく、高さ方向にも圧縮することで、高い圧縮比が得られる。
- ・大荷重が作用するスクロール中央部のラップ高さを低くすることで、スクロール強度が向上し、高い信頼性が得られる。
- ・外周部のラップ高さを高くすることで、スクロール外径を増加させることなく容量の増加が可能であり、小型軽量化に適している。

3. 3Dスクロール圧縮機の冷凍・空調製品群への展開

前述のとおり、3Dスクロールは高効率、高信頼性、小型軽量の資質をあわせ持つ高性能圧縮機構であり、高い圧縮比で運転される冷凍機、小型軽量化が強く求められるカーエアコンなど、個々の製品群に求められる特有の要求を幅広く満足することが可能である。図3に示すように、当社ではこれまでに業務エアコン用⁽¹⁾、ガスヒートポンプエアコン(GHP)用⁽²⁾、陸上輸送冷凍機用⁽³⁾、カーエアコン用⁽⁴⁾の圧縮機に3Dスクロールを搭載し、いずれも大幅な高効率化、小型軽量化を達成している。以下に高効率化、小型軽量化の例を述べる。

3.1. 高効率化

図4に従来機と3Dスクロールを搭載した開発機の効率比較を示す。3Dスクロール化に伴う圧縮比増加により、圧縮比不足に起因する損失を低減でき、高圧縮比条件での効率を大幅に改善することができた。同時に、圧縮過程のガスをバイパスさせる機構を設けることで低圧縮比条件でも高効率を維持し、運転範囲全域にて高い圧縮性能を発揮できるようにした⁽¹⁾。これにより、従来スクロール圧縮機対比6%以上、従来レシプロ圧縮機対比15%以上の高効率化を達成した。



図3 三次元圧縮機構“3Dスクロール”を搭載した圧縮機製品

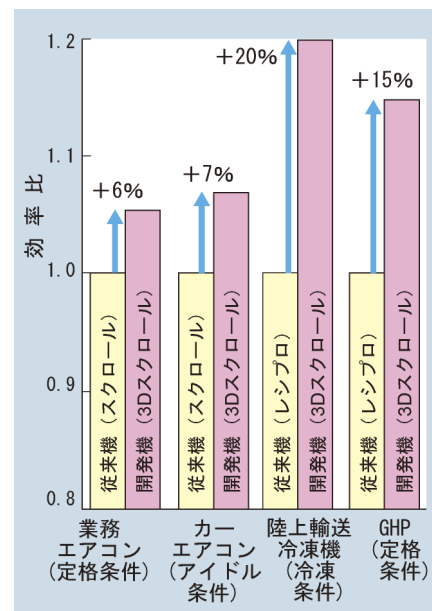
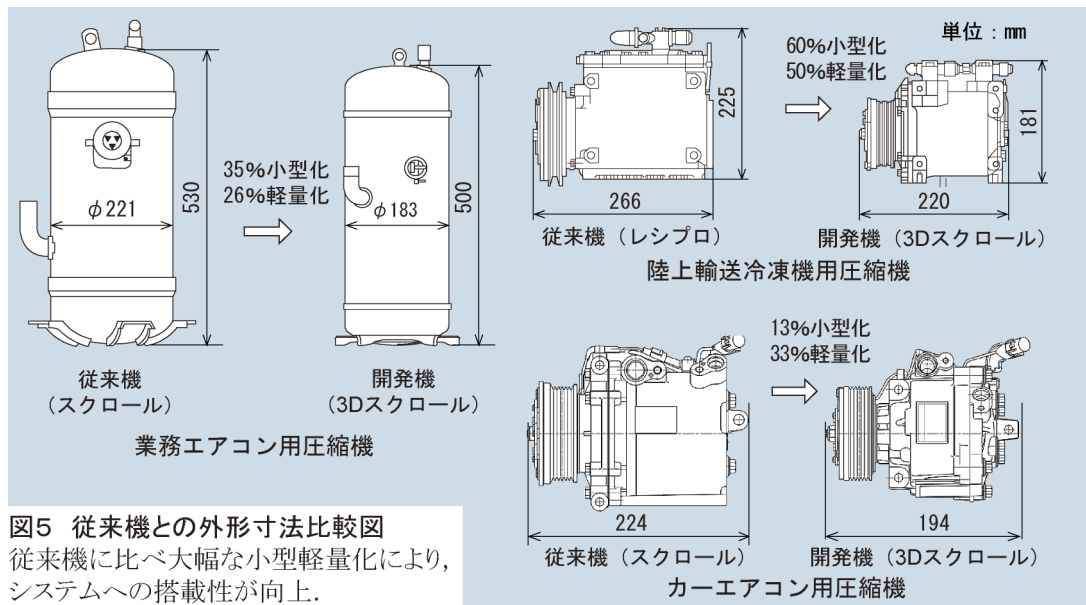


図4 従来機との効率比較図
3Dスクロール化によりすべての製品群で高効率化を達成

3.2. 小型軽量化

図5に従来機と3Dスクロールを搭載した開発機の外形寸法比較を示す。スクロール圧縮機の容量は、主にスクロールの直径とラップの高さによって決まる。従来のスクロール圧縮機では、ラップ高さを増加させるとスクロール中央部の強度が低下するため、容量を増加させるためにはスクロ

ールの直径を拡大せざるをえなかった。一方、3Dスクロールを採用することで、中央部のラップ高さを低く保って強度を維持したまま外周部のラップ高さを増加させることが可能のため、スクロール直径を拡大することなく容量の増加が可能となった。これにより、従来機対比大幅な小型軽量化を達成し、システムへの搭載性を向上することができた。



4. まとめ

当社独自の新しい圧縮機構である“3Dスクロール”の開発により、従来機対比大幅な高効率化、小型軽量化を達成した。また、3Dスクロール搭載製品を多方面へ展開することで、冷凍・空調機器全体の省エネルギーを推進できたと考える。これらの取組みは対外的にも高く評価いただき、米国環境保護庁 2007 Climate Protection Award^(注)、平成 18、19 年度日本冷凍空調学会技術賞を受賞した。今後、更に展開範囲を拡大していく計画であり、地球にやさしい冷凍・空調製品を通じて環境保全に貢献していく所存である。（注）三菱自動車工業㈱との共同受賞

参考文献

- (1) Sato, H. et al., Development of 3D Scroll Compressor, Proc. of 2007 International Conference on Compressors and Their Systems (2007) C658-009-07
- (2) 宮本ほか, GHP 用 R410A 高効率スクロール圧縮機の開発, 2004 年度日本冷凍空調学会年次大会講演論文集 (2004) C308
- (3) 藤谷ほか, 環境に適合した陸上輸送冷凍機用スクロール圧縮機の開発, 2007 年度日本冷凍空調学会年次大会講演論文集 (2007) E315
- (4) Takeuchi, M. et al., Development of Scroll Compressor QS90 for Automotive Air-Conditioning Systems, Proc. of The International Symposium on New Refrigerants and Environmental Technology 2008 (2008) p.189-195

執筆者紹介



佐藤 創
技術本部
名古屋研究所
機械要素研究室



小林寛之
冷熱事業本部
空調機技術部
部長



水野尚夫
冷熱事業本部
空調機技術部
圧縮機設計グループ
グループ長



鵜飼徹三
冷熱事業本部
カーエアコン技術部
圧縮機設計課
課長



竹内真実
技術本部
名古屋研究所
機械要素研究室
室長



木全央幸
冷熱事業本部
空調機技術部
圧縮機設計グループ