

三次元スクロール圧縮機による冷凍・空調製品の高性能化

Performance Improvement of Refrigerating and Air-conditioning Systems with 3D Scroll Compressors



佐藤 創^{*1} Hajime Sato
 伊藤 隆 英^{*2} Takahide Itoh
 竹内 真 実^{*1} Makoto Takeuchi
 山崎 浩^{*1} Hiroshi Yamazaki
 藤谷 誠^{*3} Makoto Fujitani
 小林 寛之^{*4} Hiroyuki Kobayashi

1. はじめに

近年、地球温暖化に対する環境保全の観点から、冷凍・空調製品における省エネルギー化の要求が高まっている。冷凍・空調製品が消費する電力のうち、大部分は冷媒を圧縮する圧縮機が占めており、冷凍・空調製品の省エネ化には圧縮機の高効率化が不可欠である。

これに対し、当社では主要な冷凍・空調製品に低振動、高効率が特徴であるスクロール圧縮機を搭載し、省エネ化のニーズに対応してきたが、より一層の高効率化を図るため、従来の周方向圧縮に高さ方向圧縮を加えた当社独自の三次元圧縮機（以後“3Dスクロール^(注)”と呼ぶ）を開発した。本報では、3Dスクロール圧縮機の概要及び高性能化技術について紹介する。

注：“3Dスクロール”は三菱重工工業(株)の登録商標である。

2. 3Dスクロール圧縮機の概要

2.1 3Dスクロールの特徴

スクロール圧縮機は、端板と渦巻き状の羽根（ラップ）から構成された一对のスクロール（固定スクロー

ル、巡回スクロール）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1）。従来のスクロールはラップ高さが圧縮行程全域にわたって一定であり、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が設置されている。これにより、外周側のラップ高さは内周側よりも高くなることから、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（図2）。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

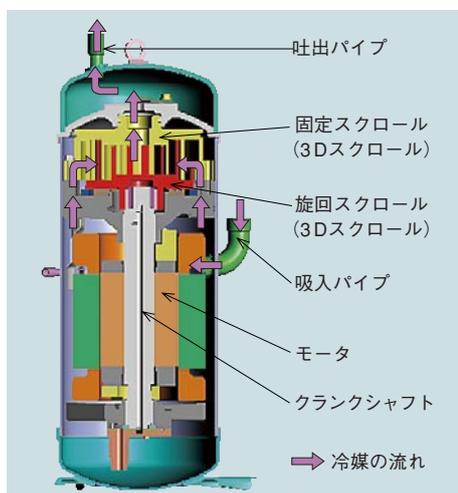


図1 3Dスクロール圧縮機

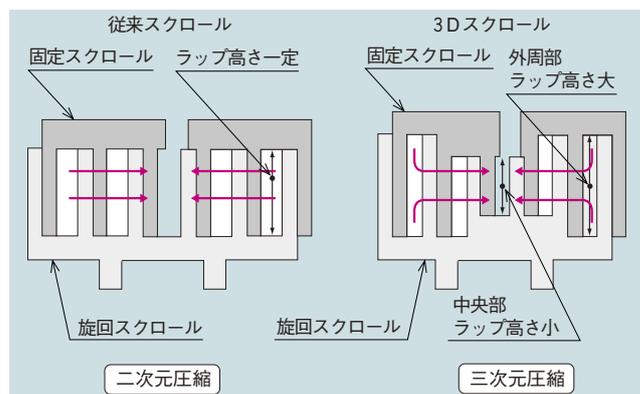


図2 従来スクロールと3Dスクロールの断面図 3Dスクロール化により三次元圧縮が可能になる。

表1 圧縮機への要求性能と3Dスクロール化の効果

要求性能	業務用 エアコン	GHP	陸上 冷凍ユニット	海上 冷凍ユニット
高効率（高圧縮比）	◎	◎	◎	◎
高信頼性（スクロール強度アップ）	◎	◎	○	○
低騒音・低振動	○	○	○	○
小型・軽量	○	○	◎	◎
大容量	◎	◎	○	○

^{*1} 技術本部名古屋研究所空調・圧縮機研究室

^{*2} 技術本部名古屋研究所空調・圧縮機研究室主席 工博

^{*3} 冷熱事業本部副事業部長

^{*4} 冷熱事業本部空調輸冷技術部次長

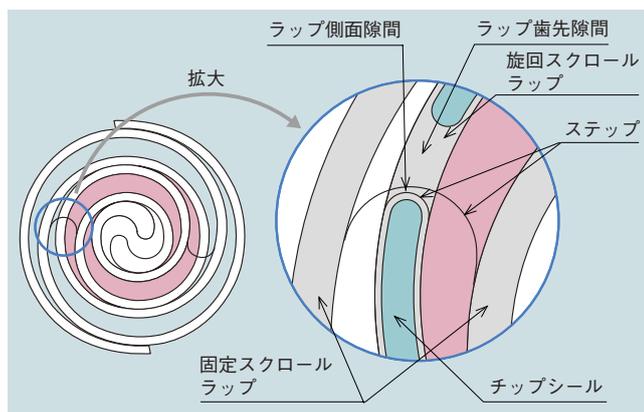


図3 ステップ部模式図 ステップ部からの冷媒洩れ低減が高効率化のポイントとなる。

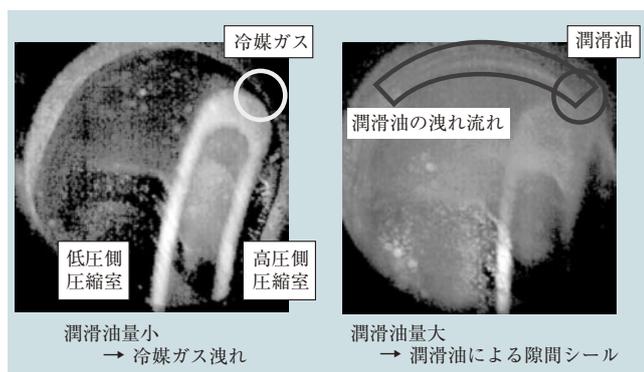


図4 ステップ部の可視化 隙間の大きさや潤滑油量を適切にコントロールすることで冷媒洩れ低減が可能。

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。

2.2 当社冷熱製品への展開

表1に製品ごとの圧縮機に対する要求性能と3Dスクロール搭載時の効果を示す。3Dスクロール化により、大容量化、高信頼性が強く求められる業務用エアコン、高圧縮比で運転される冷凍ユニット等それぞれの製品特有の要求を広く満足することができる。

3. 3Dスクロール圧縮機の高効率化技術

図3に示すように、3Dスクロールは冷媒ガスの圧縮途中にステップが設置されていることから、ステップ部分の隙間からの冷媒洩れを低減させることが高効率化のポイントとなる。このため、可視化試験によりステップ部分の洩れ流れ挙動を把握した(図4)。可視化試験結果をもとに、隙間の大きさや冷媒中に含まれる潤滑油量を適切にコントロールしたことで、ステップ部分からの冷媒洩れを低減させることが可能となった⁽¹⁾。

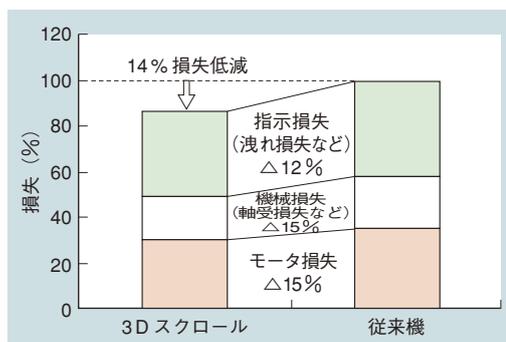


図5 3Dスクロール化による損失低減効果 (業務用エアコン用圧縮機) 従来機対比14%の損失低減を実現。

業務エアコン用圧縮機での従来機と3Dスクロール搭載機の性能比較を図5に示す。3Dスクロール化により、従来機対比14%の損失低減(5.5%効率向上)に成功した⁽²⁾。

4. おわりに

当社独自の新圧縮機構である“3Dスクロール”の開発により、従来機対比大幅な高効率化、信頼性向上、小型軽量化が可能となった。これまで当社では、業務エアコン用⁽²⁾及びGHP(ガスヒートポンプエアコン)用⁽³⁾の3Dスクロール圧縮機を製品化済である。今後、冷凍ユニット等にも順次3Dスクロールを導入する計画であり、冷熱製品の省エネルギー推進を通じて地球環境保全に貢献していきたい。

参考文献

- (1) 佐藤ほか, 3Dスクロール圧縮機の高効率化技術, 2005年度日本冷凍空調学会年次大会講演論文集, C310 (2005)
- (2) 高須ほか, 大容量3Dスクロール圧縮機の開発, 2005年度日本冷凍空調学会年次大会講演論文集, C309 (2005)
- (3) Kimata, Y. et al., Development of High Performance R410A Scroll Compressor for Gas Engine Heat Pump, Proc. of 2004 International Compressor Engineering Conf. at Purdue, C028 (2004)



佐藤 健司



伊藤 隆英



竹内 真実



山崎 浩



藤谷 誠



小林 寛之