

新世紀へ向けてのヘリカルコンプレッサの展開

Development of Helical Compressor for New Century

奥田 正幸
OKUDA Masayuki

福田 鉄男
FUKUDA Tetsuo

藤原 尚義
FUJIWARA Takayoshi

一般家庭内における電気製品の中で、冷蔵庫とルームエアコンの消費電力に占める比率は非常に高く、当社は、省エネルギー(以下、省エネと略記)化の推進に積極的に取り組んできた。特に、冷蔵庫及びルームエアコンの消費電力の大半を占めるコンプレッサの高効率化を進めてきたが、今回、従来とはまったく異なる、独自の圧縮機構を持つヘリカルコンプレッサを世界で初めて開発した。

ヘリカルコンプレッサは、らせん状の圧縮機構を採用することで、弁がなく、連続的な圧縮が可能で、低騒音、低振動、優れた省エネ性を持ち、しかもコンパクトな構造、という特長を持つ。このコンプレッサは、新世紀へ向けての、新しいコンプレッサと位置づけられる。

The compressor accounts for most of the electric power consumption in refrigerators and air conditioners. To promote energy-saving, Toshiba has been progressively improving compressor efficiency. We have now developed a new "helical" compressor which has a new and unique compression mechanism. The helical compressor utilizes the compression mechanism of a spiral blade, the first such compressor in the world. Since it has no valves and realizes a continuous compression process, it achieves high efficiency, low noise, low vibration, and compact dimensions.

This helical compressor is expected to be the next-generation compressor for the new century.

1 まえがき

地球温暖化防止など環境保護の観点から、エネルギー消費機器に対して省エネを求める機運が高まっている。特に、家庭内でもっとも電気エネルギーを消費すると言われていた冷蔵庫とルームエアコンについては、各メーカーが省エネに取り組んできた。当社においても、その積極的な取り組みと成果が認められ、当社の“大清快”エアコンが、1998、99年度の2年連続で、省エネ大賞・通商産業大臣賞を受賞することができた。

省エネのなかでもっとも重要な技術として、コンプレッサの効率向上が挙げられる。コンプレッサは、性能及び信頼性のキーパーツであり、高効率はもちろん、低騒音、低振動、コンパクト性など、多くの要求特性があり、まさに冷蔵庫・ルームエアコンの心臓部と言える。

当社では、独自の、らせん状の圧縮機構を持つ、高効率・低騒音・低振動・コンパクトなヘリカルコンプレッサを開発した。ここでは、その概要について述べる。

2 最近の冷却技術の動向

2.1 コンプレッサの動向

一般的に使われている冷蔵庫とルームエアコンの冷凍サイクルは、図1に示すとおりであり、コンプレッサ、凝縮器、

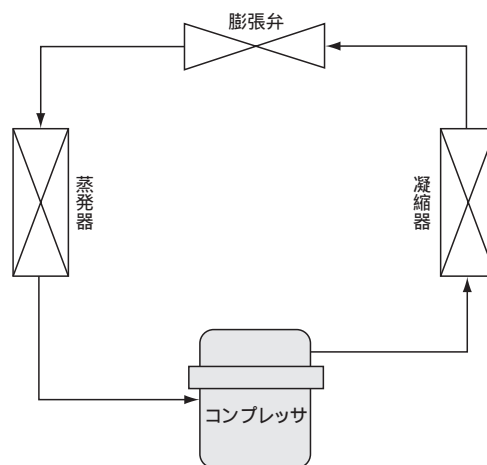


図1 圧縮式冷凍サイクル 一般的に、冷蔵庫とルームエアコンに使われている蒸気圧縮式冷凍サイクルを示す。

Vapor compression refrigerator cycle

蒸発器、膨張弁、又はキャピラリの主要部品から構成されている(以下、圧縮式サイクルと略記)。

このうちコンプレッサは、冷媒を圧縮して循環させる最重要部品である。

コンプレッサの種類を表1に示す。冷蔵庫及びルームエアコン用のコンプレッサは、往復動式であるレシプロ型からロータリ型及びスクロール型へとその開発の中心が変遷してきた。ロータリ型は高効率ということで、省エネを目指す

表1. コンプレッサの種類
Types of compressors

型式	種類	特長	
容積圧縮型	往復動式	レシプロ型	
	回転式	ロータリ型	高効率
		スクロール型	低騒音・低振動
		スクリュー型	大容量向き
		ヘリカル型	新圧縮機構
遠心圧縮型	ターボ型	大容量向き	

ルームエアコン用の中心的役割を果たしているが、弁があるため騒音が大きいという問題があった。一方、スクロール型は、弁がない構造のため、低騒音・低振動であり、設計上の圧縮比では高効率だが、そこから運転条件が外れると、効率が低下するという問題があった。

2.2 他の冷却システム

近年、静かさを第一に優先する製品、例えばホテルや病院、寝室向けの冷蔵庫などは、図1に示した圧縮式サイクルとは別な冷却システムであるペルチエ式や吸収式などが採用されている。これらの冷却システムは、圧縮に伴う機械的な動きがないので、騒音・振動は低い。しかし、その反面、エネルギー効率は低く、省エネの点からは圧縮式サイクルより劣っていた。

そこで、ペルチエ式や吸収式と同等の低騒音・低振動と、更に高効率でコンパクトというすべてのニーズにこたえられるコンプレッサとして、ヘリカルコンプレッサを開発した。

3 ヘリカルコンプレッサの構造

ヘリカルコンプレッサは、図2に示したように、圧縮室の仕切りとなる“らせんブレード”、回転軸の役目を果たす“ローラ”、外壁の役目を果たす“シリンダ”の3点の基本部品から構成される。

らせんブレードは文字どおりらせん状の形をした部品で、

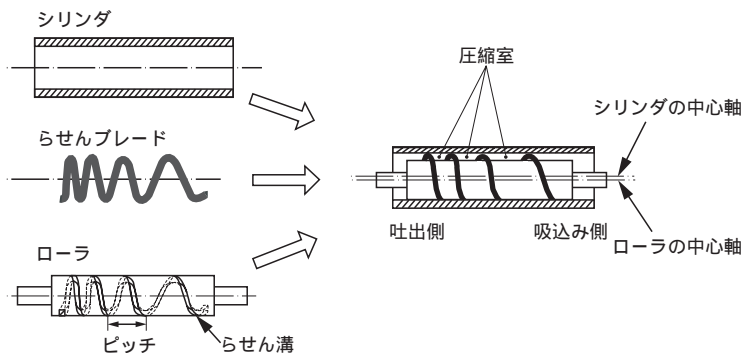


図2. ヘリカルコンプレッサの主要3点部品
Three main parts of helical compressor

らせんのピッチは軸方向に沿って小さくなっている。ローラ外周に形成されたらせん溝に、らせんブレードを出入り自在の状態で巻き付けたものをシリンダ内に挿入し、偏心(回転軸を中心部よりずらす)して配置することにより、ヘリカルコンプレッサの圧縮部は形成される。

圧縮原理を図3に示す。らせんブレードの2巻き分とローラ外周、シリンダ内周で囲まれた三次元の空間が圧縮室とな

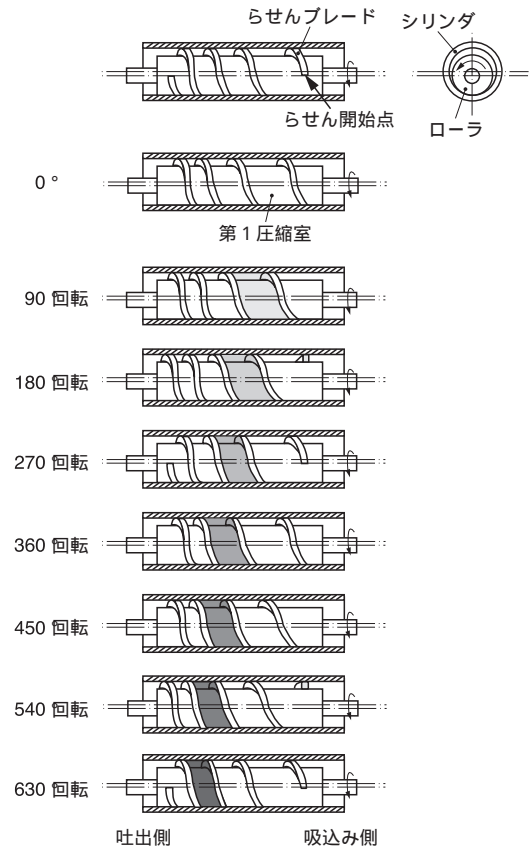


図3. ヘリカルコンプレッサの圧縮原理
ヘリカルコンプレッサは、ローラの回転に伴い、圧縮室は軸方向に移動し、それとともにらせんのピッチが小さくなるので、ガスが圧縮される。
Compression process of helical compressor

る。らせんの巻数によって圧縮室の数が決まり、常に複数個の部屋が存在する。

ローラがシリンダ内部で回転することにより、圧縮室は軸方向に移動する。それとともに、らせんのピッチが小さくなるので、圧縮室容積は小さくなり、ガスが圧縮される。したがって、従来のレシプロ型やロータリ型のように、弁を必要としない。

4 開発上のポイント

ヘリカルコンプレッサの機構の中でもっとも重要な部品は、らせんブレードであり、この部品がこのコンプレッサの性能及び信頼性のできを左右すると言っても過言ではない。この部品は、弾性を持つ材料から成っており、圧力を受けながら溝を出入りするため、次のように材料の特性、製造性など多くの要求があり、開発上の最大のポイントであった。

- (1) 材料の特性 弾性変形が可能で、摩擦損失が少なく、耐磨耗性に優れ、各物性の温度依存性が少ないなど、多岐にわたる特性を満足する材料の開発
- (2) 製造性 不等ピッチであるらせん形状の製造方法の確立、及びすべての位置における断面寸法と形状精度の確立

この課題をクリアにするために、材料開発だけでなく、当社の研究開発センターと共同で独自の解析技術を構築し、設計面から許容できる物性範囲を拡大した。また、同じく当社の生産技術センターとともに製造技術の確立を進め、商品化を可能にした。

5 ヘリカルコンプレッサの性能

今回開発したヘリカルコンプレッサのカットモデルを図4に示す。このコンプレッサの主な特長としては、次の3点が挙げられる。

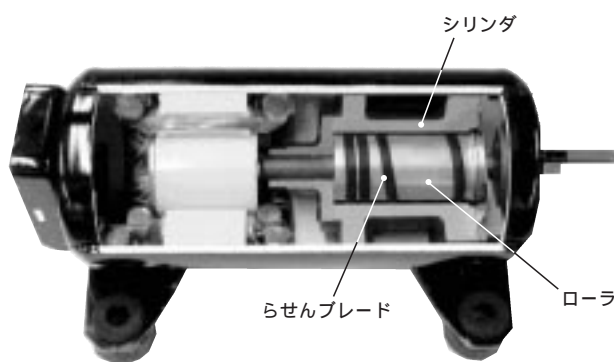


図4 .ヘリカルコンプレッサの構造 高圧縮効率、低騒動、コンパクトを実現している。

Structure of helical compressor

- (1) 高性能 圧縮室を複数持つことから、圧縮過程でのガスリークを少なくできるので、高い圧縮効率が得られる。

コンプレッサの性能を表す一般的な項目であるCOP (Coefficient Of Performance : コンプレッサに供給された仕事に対する冷凍効果の割合)は、ポテンシャルとして高いことを、実機にて確認した。らせんブレードの製造技術の向上、特に寸法精度向上により、製品化時にも高いCOPの達成が可能である。

- (2) 低騒音,低振動 図5に示すように、回転中のトルク変動が極端に小さく、吸込み、吐出とも弁がなく、連続的に圧縮、吐出を行うことができる、などの特長により、現在実用化されているコンプレッサに比べて、騒音及び振動を大幅に低減可能である。

実機において、騒音は、ロータリコンプレッサよりも約5 dBの低騒音を実現した。また、振動についても、回転数に依存せず、高速回転から低速回転まで非常に低く、そのポテンシャルの高さを確認した。

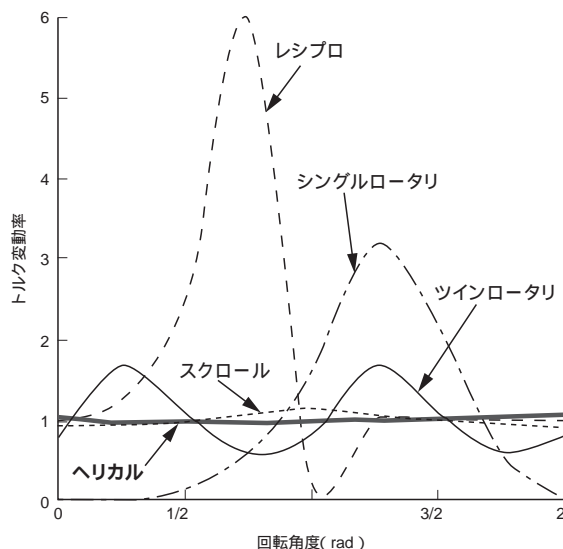
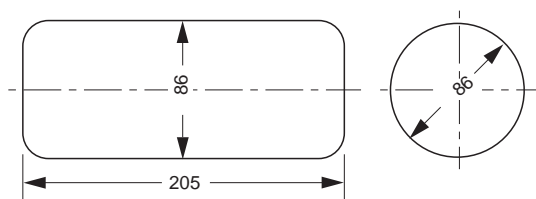


図5 .トルク変動の比較 ヘリカルコンプレッサは、他のコンプレッサに比べて、トルク変動が極めて小さい。
Comparison of torque variation

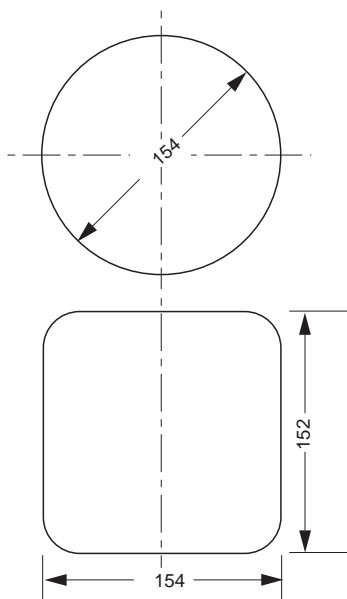
- (3) コンパクト 図6に示すように、コンプレッサの容積が従来の当社レシプロ型に比べ約50%以下になった。

6 今後の展開

今回開発したヘリカルコンプレッサは、圧縮機構部に弾性材を使った、従来とはまったく違う、当社独自の圧縮機構である。らせん状の圧縮機構を採用することで、弁がなく、連



ヘリカルコンプレッサ



レシプロコンプレッサ

(単位: mm)

図6. コンプレッサの大きさの比較 ヘリカルコンプレッサ(上)は、レシプロコンプレッサ(下)に比べて、容積が50%以下になった。
Comparison of dimensions

続的な圧縮が可能で、低騒音、低振動、優れた省エネ性を持ち、しかもコンパクトな構造を実現することができた。

このコンプレッサを搭載した製品は、静かさを最優先に追求した非圧縮式の製品と同等の低騒音・低振動であり、省エネ性では格段に優位である。

今後、主要部品である弾性材の、らせんブレードを中心に技術開発を進め、その特長を更に伸ばし、21世紀のコンプレッサの主演となるよう取り組む所存である。また、その特長を生かして運転範囲の拡大を図り、21世紀の新しい商品開発に寄与していきたい。



奥田 正幸 OKUDA Masayuki

東芝キャリア(株)富士事業所 第一コンプレッサ一部主務。ヘリカルコンプレッサの開発に従事。日本冷凍空調学会会員。

Toshiba Carrier Corp.



福田 鉄男 FUKUDA Tetsuo

東芝キャリア(株)富士事業所 第一コンプレッサ一部グループ長。ヘリカルコンプレッサの開発に従事。日本冷凍空調学会会員。

Toshiba Carrier Corp.



藤原 尚義 FUJIWARA Takayoshi

東芝キャリア(株)富士事業所 第一コンプレッサ一部主査。ヘリカルコンプレッサの開発に従事。日本冷凍空調学会会員。

Toshiba Carrier Corp.