

〔日本機械工業連合会会長賞〕

非対称スクロール圧縮機搭載ガスインジェクション方式
店舗用パッケージ型空調機（HiインバータIVX）

株式会社日立空調システム

東京都千代田区

1. 機器の概要

空調機市場でのオゾン層保護にと
もなう代替冷媒化と地球温暖化防止
を図った製品のニーズはますます強
く、本ニーズにマッチするR410
A冷媒を採用した省エネルギー型店
舗用パッケージ型空調機「Hiイン
バータIVX」シリーズを発売した。
省エネ対応では新型非対称歯型スク
ロール圧縮機を開発するとともに、

モータのDC化技術、インバータ技術、ガスインジェクションサイクルの採用、
および室内外熱交換器の最適化により、大幅な省電力化をはかり、全機種改正省
エネルギー法およびグリーン購入法判断基準値をクリアさせた。

一方、製品のリニューアル対応力を強化するため、製品のコンパクト化と低騒
音化に注力し、とくに低騒音化では新形プロペラファンの開発、および新型フィ
ン形状の熱交換器採用による通風抵抗の大幅低減により、環境基準法における住
宅地夜間騒音規制値をナイトシフトモードにて全機種クリアすることができた。

以上により、省エネルギー追求によるリニューアル対応力強化と、環境問題へ
の対応を図るべく、省エネルギー、低騒音、製品の小型コンパクト化を柱にバラ
ンスのとれた製品に仕上げることができた。（写真1）



写真1 HiインバータIVXシリーズ

140型(5馬力)外観図

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 省エネルギー技術

(1) 圧縮機の高効率化

省エネルギー性の向上を図るためには、製品本体の消費電力の80%以上を占める圧縮機の入力を低減させることが最重要課題となる。

圧縮機の入力低減のためには、熱流体損失と機械損失低減による断熱効率向上とモータ効率の向上が必要である。本シリーズ製品では11.2kW以上のシリーズに高効率化を図った非対称型スクロール式圧縮機を採用した(図1)。

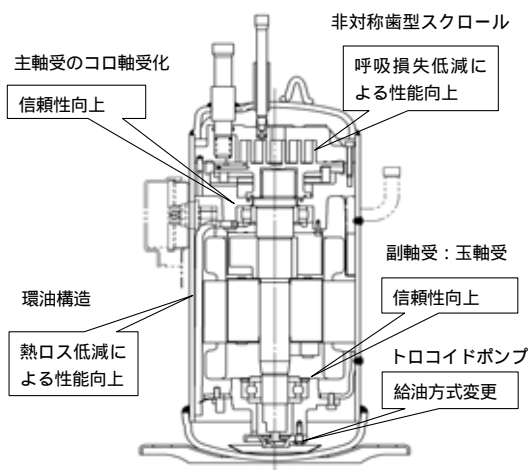


図1 非対称型スクロール式圧縮機

圧縮機の断熱効率向上では損失低減として、下記 ~ のスクロール各部の隙間適性化およびスクロール支持機構の改良を図った。

スクロール渦形状に非対象ラップ採用：COP 向上 + 0.5%

冷凍機油を圧縮機チャンバー内で π °を經由して循環させる環油構造採用：COP 向上 + 1.5%

流体損失低減：COP 向上 + 3% (COP：エネルギー消費効率)

(2) 冷凍サイクルによるCOP向上

一般にR410A冷媒を採用することで、冷媒物性の特長により性能アップを図ることが可能であることが知られているが、本製品では図2に示すように冷凍サイクルを工夫しさらに性能を向上させた。

室内外熱交換器においては、パス配列を対向流化して凝縮性能のアップを図る一方、蒸発性能をアップさせるため、熱交換器内で冷媒の乾き度が高くなる位置で、冷媒配管を2分岐して配管1本あたりの流量を減らし、蒸発器での圧力損失を低減させた。さらに室内風量をアップさせ、冷房時には能力の増加を、暖房時には高圧圧力を低下させることでCOPの向上をはかった。また、室外熱交換器の面積を増やすことで、冷房時の凝縮性能と暖房時の蒸発性能を向上させた。

さらにガスインジェクション回路を採用して性能向上を図った。(図3)

- 1) 気液分離器によって冷媒の液・ガスを分離することで室内機側に流れる液エンタルピー減少によりエンタルピー差を拡大する。
- 2) 室内機側を流れる冷媒量を減らすことで蒸発器での圧力損失を減らし、蒸発器性能を向上させる。
- 3) 気液分離されたガス冷媒を圧縮機の中間室にインジェクション(注入)することで圧縮機入力を低減する。

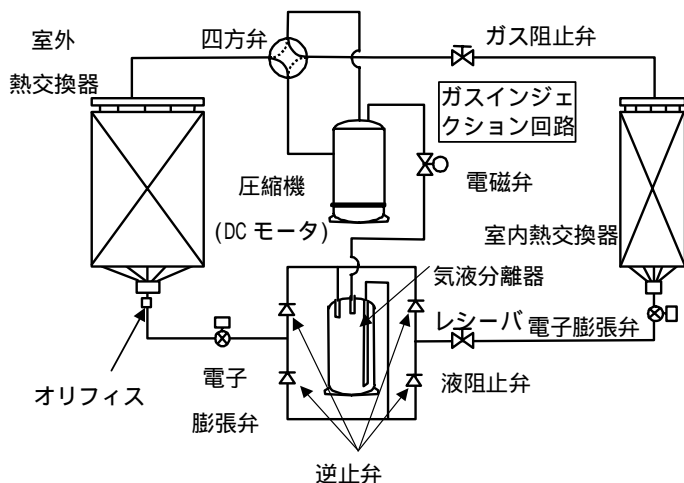


図2 冷凍サイクル系統図

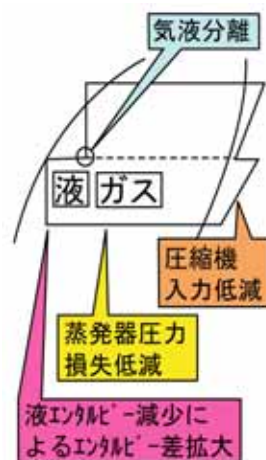


図3 モリエル線図

2.2 低騒音化技術

騒音低減技術を下記に示す。

新形プロペラファン開発による比騒音低減

新形プロペラファンの開発にあたって有効動作範囲を拡大するため、また、低流領域においても軸方向流れを維持させるため、翼面上において、遠心力に対抗しうる半径方向内向きの静圧勾配を発生させるべく、翼の後縁側を切断して翼の前進化と、翼端側での出口角を大きくし

て、翼端側での負荷増大を行った。また、翼前半部からの翼端漏れ渦は、空力性能、騒音に密接な関係があると考えられ、翼先端部でのデルタ翼形状を平坦化して、動作点を含む開放側での効率向上を図った。(図4)

本改善効果により従来ファンと同一ファン径にて、全圧効率で相対比5%、

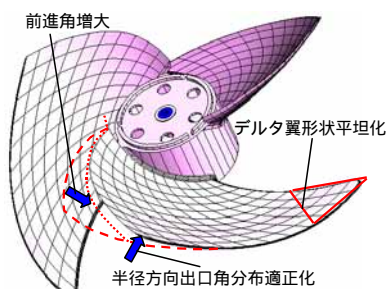


図4 プロペラファン

比騒音で約 2dB の改善を図ることができた。

低圧損熱交換器用フィンの開発

熱交換器のフィン形状による伝熱性能と通風抵抗はトレードオフの関係にあり、製品のコンパクト化のためには伝熱性能の向上が必要となる。

一方、着霜時の目詰まり防止とCOP向上による風量増加時の騒音アップ対策のために

は、通風抵抗を低減することが必要となる。そこで通風抵抗低減を優先させた図5に示す新形低圧損フィンを開発した。本フィンは着霜時フィン全面に均一に着霜させるため、スリット数を上流側で1、後流側で4となる非対称スリット配列とした。また、各スリットはパイプピッチ間中央で分割され、着霜後も空気通路が確保されるよう2段スリット形状とした。この結果、新形フィンでは風速1.5m/sにおいて、従来フィンに対して通風抵抗を78%に低減することができた。

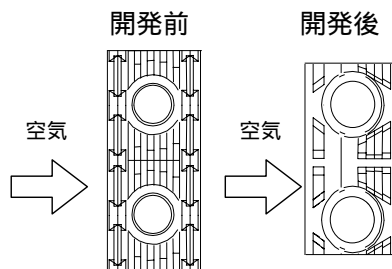


図5 熱交換器用フィン形状比較

2.3 経済性比較

圧縮機が商用電源周波数で駆動される定速機と、回転数が可変できるインバータ機の経済性比較を示す。インバータ機は下記に示すように、インシャルコストが高い分、ランニングコストが安価であることから、ある一定期間インシャルコスト差を回収する期間が必要となるが、回収後はランニングコストの差分だけ経済効果が得られる。

表1 経済性比較

	定速機	インバータ機	差	備考
インシャルコスト	1,103,000	1,249,000	146,000	機器本体価格
ランニングコスト	76,000	34,000	42,000	年間当たりの従量料金
基本料金	47,000	35,000	12,000	年間当たりの基本料金
+	123,000	69,000	54,000	年間当たりの電気代
回収年数	—	—	2.7	(の差分) ÷ (の差分)

3. 用途

業務用空調機において、圧縮機回転数を室内空調負荷に応じて可変できるインバータ駆動タイプの空調機の占める割合が急増する傾向にあり、本製品シリーズも順調に売上実績を伸ばしており、2003年2月の発売以来10ヵ月で1万7千台を越す売上実績がある。