

日本冷凍空調学会賞 技術賞

寒冷地向けインバーターパッケージエアコン 「ズバ暖スリム」

Inverter Packaged Air-conditioners for Cold Regions “ZUBADAN-SLIM”

1. はじめに

電気式ヒートポンプはその安全性、設置の容易性、メンテナンス性において燃焼式暖房装置に比べて優れており、寒冷地でも適応する製品への要望は高い。しかし、北海道に代表される寒冷地域では、冬期最低気温が -20°C を下回るケースもあり、低外気温時に暖房能力不足・運転効率悪化に陥ったり、霜取時に室温が下がり快適性が低下するなど、課題が大きかった。こうした状況の中で、我々はフラッシュインジェクション回路を搭載したズバ暖スリムを開発し、低外気での高効率・高暖房能力を実現するとともに、快適性の大幅な改善をはかった。

2. 製品の特徴

ズバ暖スリムの製品特徴を下記に示す。

(1) 低外気温時の高暖房能力・高COPの実現

-15°C まで暖房標準最大能力と同じ暖房能力を維持し、COP 2.5 (4馬力定格能力時)の高効率を実現した。

(2) 快適性向上

新除霜方式の採用により、 0°C 以下の外気条件でも最大約150分の連続運転を実現。霜取時間を1/3に短縮し、快適性を大幅に改善した。また、起動制御および回路の工夫により、同一吹出し温度(40°C)到達時間を半減。室内機(4方向カセット)にムーブアイ機能(床温検知機能)を付けることにより、天井-床間の温度むらの問題も解決をはかった。

表1 主な仕様

形名	MPUZ-HRP112HA5	
箱体サイズ	H (mm)	1350
	W (mm)	950
	D (mm)	330
製品重量 (kg)	117	
風量 (m^3/min)	100	
騒音値 (dB)	49	
冷房標準	能力 (kW)	10
	入力 (kW)	2.24
暖房標準	能力 (kW)	11.2
	入力 (kW)	2.27
暖房低温能力 (kW)	14.2	
外気 -15°C 能力 (kW)	14.2	



図1 ズバ暖スリム室外機外観



四十宮正人* 齊藤 信* 青木正則* 森下直樹**
Masato YOSOMIYA Makoto SAITOH Masanori AOKI Naoki MORISHITA

石川憲和*
Norikazu ISHIKAWA

(3) 運転範囲の拡大

外気温 -25°C まで運転範囲を拡大(従来 -20°C)し、北海道全域にて使用できるヒートポンプ式空調機とした。

(4) 施工性(リニューアル対応)

当社独自のリプレース用回路の採用で、圧縮機が故障した場合のユニット入換え時にも既設配管を洗浄せず、そのまま流用することが可能となった(業界初)。

3. フラッシュインジェクション回路

本ズバ暖スリムで採用したフラッシュインジェクション回路を図2に示す。圧縮機は高効率DCモータおよびフレームコンプライアント機構を設けた高効率インジェ

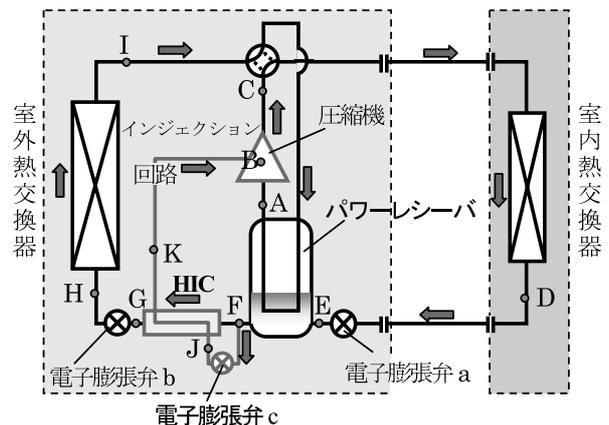


図2 フラッシュインジェクション回路

* 三菱電機株
Mitsubishi Electric Corporation
** 北海道電力株
Hokkaido Electric Power Company, Inc.
原稿受理 2007年3月1日

クッション付きスクロール型，余剰冷媒を溜める液溜めは液ラインに配し，起動時の冷媒の吸入側への溜まり込みを回避するとともに，吸入ガスと熱交換を行う熱回収型としている。

また，液ラインにはインジェクション冷媒を高乾き度化する二重管熱交を有しており，冷媒状態をコントロールする3つの電子膨張弁とともに，条件変化に合わせ熱交換効率，インジェクション量などを最適にコントロールしている。

この冷凍サイクルの動作を表わすP-h線図を図3に示す。第一の内部熱交換器であるパワーレシーバ内で点E-Fと点I-A間で熱交換し，蒸発器出口状態を湿らせながら吸入冷媒は乾き状態としている。これにより，蒸発器効率および圧縮機の効率的な運転を行うことができる。また，第2の内部熱交換器（HIC＝二重管熱交）では，点F-Gと点J-K間の熱交換が行われる。この際，圧縮機のインジェクション冷媒が気液二相状態であることから，この冷凍サイクルをフラッシュインジェクションサイクルと称している。これらの熱交換により運転効率を改善するとともに，インジェクション量を調整し，圧縮機回転数なども加味しながら，低外気での高暖房能力化をはかる。

図4に低外気時の能力線図を示す。実線がズバ暖スリムの能力線図，破線が従来インバータ機の能力線図となっており，従来機において低外気域で低下する能力を

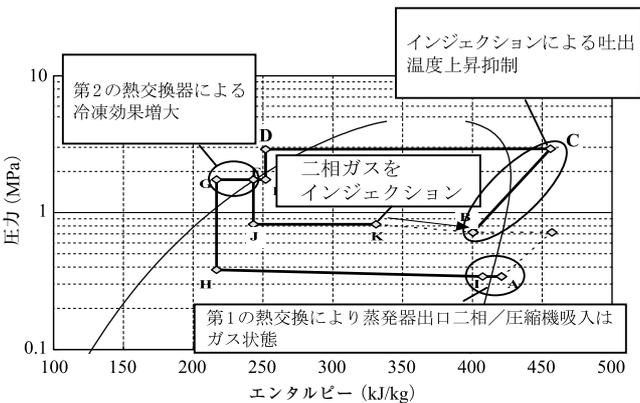


図3 フラッシュインジェクション回路 (P-h線図)

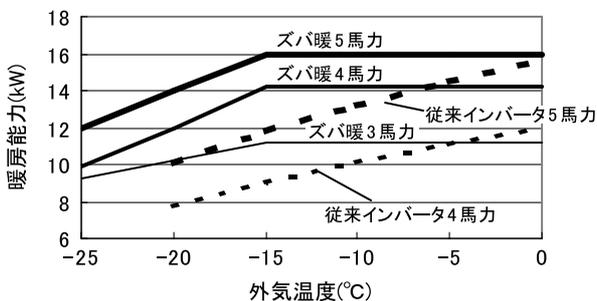


図4 低外気での能力線図 (ピーク能力)

-15℃まで維持し，高暖房能力を実現している。

4. 霜取り特性改善

霜取りについては，立ち上がり特性の改善，除霜時間の短縮，霜取り頻度の抑制の3つの観点から，制御仕様を大幅に見直し，快適性の改善を図った。

図5に旭川の事務所で行った実用試験の1日の吹出し温度，室温，外気温度のグラフを示す。外気温度は-20℃を下回る厳冬の1日であるが，霜取り運転は1日で9回入り，最大150分の連続運転を行っている。また，霜取りが入った場合の室内温度変化をみても1℃程度と小さく，霜取り運転に入った際の室温への影響がほとんどないことがわかる。

図6に同じく，実用試験で従来の霜取りとズバ暖スリムでの霜取りにおける運転率を1日の最低気温で比較したグラフを示す。今回導入した新霜取り制御により外気温度-10℃以下では，運転率94%前後から98%前後まで上昇しており，霜取り時間は1/3化されていることが実証されている。

5. ま と め

フラッシュインジェクション方式を採用した寒冷地向けズバ暖スリムの開発により，低外気でも十分な暖房能力・快適性を実現可能とした。今後もさらなる改善をはかり適用範囲の拡大を検討していく。

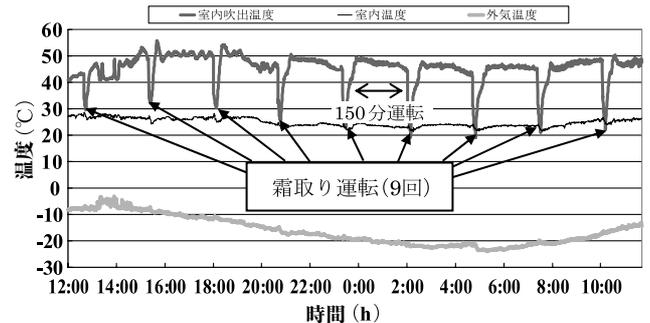


図5 1日の吹出し温度/室温/外気温変化

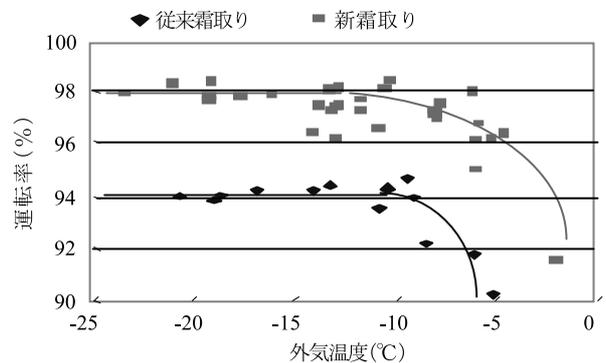


図6 外気温度と暖房運転率