

日本冷凍空調学会賞 技術賞

扁平管熱交換器を搭載した ビル用マルチエアコン室外機

Variable Refrigerant Flow (VRF) Air Conditioner using Flat-tube Heat Exchanger

1. はじめに

ビル用マルチエアコンは、ヒートポンプ技術による高い省エネルギー性やビル管理者が多系統を一括管理できる機能性などから、ビル用空調において国内では主流となっている。ヒートポンプの基本技術自体は古いものであるが、圧縮機、熱交換器、弁類など冷媒回路の構成要素の高性能化、プロペラや風路構成などの空力技術、インバータを使用し負荷に応じて圧縮機を最適に駆動させる VRF (Variable Refrigerant Flow) 技術においては、日本メーカーは世界をリードしてきた。しかし、最近ではアメリカ、韓国、中国メーカーも VRF 市場に参入し、競争は世界的に激化してきており、他社を凌駕できる技術力により差別化する必要がある。この度、当社ではビル用マルチエアコンとして世界で初めて(2015年4月当社調べ)熱交換器の伝熱管にアルミの扁平管を採用し、業界最高(2015年4月当社調べ)の APF を達成、外気 52℃ の条件下においても冷房運転が可能な「グランマルチシリーズ」を世界に先駆け開発した。本稿ではその製品の特長と導入技術について紹介する。

2. 扁平管熱交換器を採用したビル用マルチエアコン

2.1 外観、馬力構成

図1に本シリーズの外観を示す。室外機は8～14馬力(定格冷房能力 22.4～40 kW)がモジュール化されており、それ以上の馬力は、モジュールを2台もしくは3台組み合わせることで36馬力(定格冷房能力 100 kW)まで対応する。



図1 室外機外観

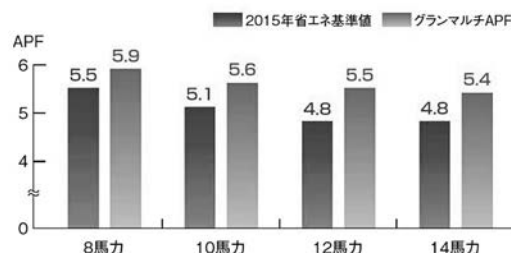


図2 APF比較

2.2 特長

2.2.1 業界トップの APF 値

通年エネルギー効率を示す APF (Annual Performance Factor) は、図2のとおりエネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネ法)で定められている2015年省エネ基準値を全機種でクリアし、業界最高(2015年4月当社調べ)の APF 値を達成した。APFは定格と中間(定格の約50%能力)時の COP から発生時間で重み付けをされて算出される。海外においても発生時間の少ない定格条件での COP に代わって、実運用での省エネ性を表すことができる期間効率を重視してきている。いずれの規格においても中間負荷の効率の重みが大きく、中間負荷での性能改善が省エネの世界的なトレンドとなっている。

2.2.2 冷房運転可能な外気温度範囲を 52℃まで拡大

本シリーズでは、熱交換効率の良い扁平管熱交換器を採用することで、冷房運転時の室外機の吸込空気温度範囲を従来シリーズの -5～43℃から -5～52℃まで拡大した。これにより、昨今の地球温暖化による外気温度の上昇や通風状況が悪い設置環境、設置スペースが狭くショートサイクルにより吸込温度が上がりやすい条件においても、設置自由度を高めることができた。

2.2.3 業界トップクラスの低騒音

本シリーズでは、当社独自の冷媒分配回路(BSC回路)を導入し、圧縮機とファンの最適制御をすることで、業界トップクラスの 45 dB (A) の低騒音を達成した。

2.2.4 冷媒充てん量の削減

当社独自の冷媒分配回路(BSC回

*三菱電機㈱

Mitsubishi Electric Corporation

原稿受理 2016年2月25日

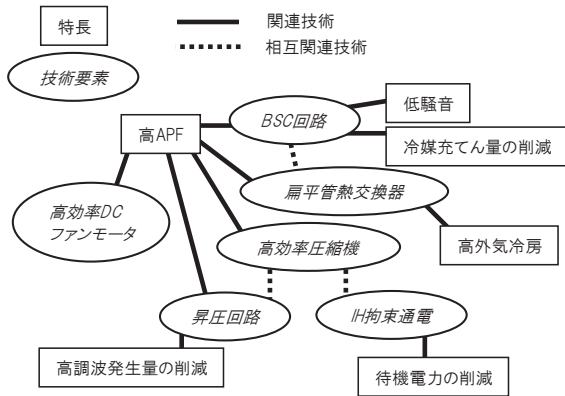


図3 製品特長と技術要素の関連

路)を導入することで、過冷却を確保しやすくするとともに封入冷媒の有効利用が可能となった。その結果、φ19.05で配管長150m時に約10%の現地冷媒充てん量の低減が可能となった。

2.2.5 待機電力の削減

従来、圧縮機停止時の冷媒寝込み防止として、圧縮機の外側に巻いたベルトヒータにより加熱していたが、本シリーズでは、圧縮機のモータ自体を電磁誘導することによる誘導加熱(IH)で対応している。外部から加熱するのでなく、直接寝込んだ冷媒を加熱することで無駄をなくし、加熱時の消費電力を最大約50%削減した。

2.3 導入技術

次に本シリーズで導入した技術について紹介する。図3に本シリーズにおける製品特長の項目と、それを達成するための技術要素について記載する。この中で扁平管熱交換器について詳細を説明する。

2.3.1 扁平管熱交換器

従来、熱交換器は銅の伝熱管(円管)にアルミのフィンに密着させたものであった。本シリーズでは、図4のとおり熱交換器の伝熱管にアルミの扁平管をビル用マルチエアコンとして世界で初めて採用した。

(1) 性能改善

伝熱管に扁平管を採用することで性能が改善する理由は、主に次の3点があげられる。

(イ) 管内の冷媒から伝熱管への伝熱面積の拡大

扁平管の内部は、円管のような一体でなく、内柱によって分け(細管化)されている。細管化により、1断面における冷媒と管内面との接触長さは約2倍となる。これにより、管内の伝熱面積を拡大できる。

(ロ) フィン効率の改善

1断面あたりの扁平管の外周長さは、円管に比べて約30%増加する。さらに、風の進行方向から見たときの投影面積は扁平化により円管より小さくなっており、円管と同じ通風抵抗で設計した場合、伝熱管を円管に対して30%高密度に配置することが可能となる。これにより、伝熱管

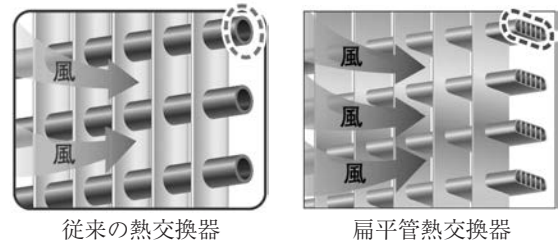


図4 熱交換器比較

とフィンの接触長さが増加し、フィン効率を改善できる。

(ハ) 伝熱管とフィンの密着を改善

円管の場合、フィンに伝熱管を挿入してから、伝熱管を拡管することでフィンに密着させる。しかし、わずかでも空気層が介在すれば熱抵抗となり、性能が低下する。一方、扁平管の場合は、ロウ付け接続によりフィンと伝熱管を溶着させるため、熱抵抗が小さくなる。

これらの効果により、扁平管熱交換器では円管熱交換器に比べ、同容積比で約30%熱交換性能を向上している。

(2) 高外気冷房対応

熱交換性能の高い扁平管熱交換器の採用により、室外機の吸込空気温度が高い時の冷房運転において、次の利点がある。

(イ) 高外気時は空気と冷媒の温度差が小さくなるが、円管に比べ高い能力を発揮できるため、従来シリーズでは43℃であった冷房運転時の室外機の吸込空気温度範囲の上限を、本シリーズでは52℃まで向上することができた。その結果、市場での設置自由度を高めることができた。

(ロ) 性能の低い熱交換器では、外気温度と冷媒の二相温度の差が小さいため凝縮能力が低下し、冷媒圧力が過度に上昇し異常停止に至るが、扁平管熱交換器では、冷媒圧力の過度の上昇を抑えることができ、高外気でも安定した運転が可能である。

(3) 塩害耐力性アップ

伝熱管やヘッダ等がアルミとなるオールアルミ熱交換器における腐食耐力は、長期の使用を考えた場合、心配な点である。しかし、本シリーズの熱交換器では、表面に亜鉛の犠牲層を設けることで、腐食の優先順位付けをし、伝熱管の芯材を保護している。これにより、防食性は標準仕様であっても従来シリーズの耐重塩害仕様と同等の優れた耐食性を有した熱交換器としている。

3. おわりに

世界で初めて熱交換器の伝熱管に扁平管を採用したビル用マルチエアコンについて、製品特長および導入技術の一部を紹介した。激化する市場競争の中で、扁平管のような日本メーカーの強みである技術力を活かした製品を出すことで、高い省エネ性を実現し、ビル用マルチエアコンを通じた地球環境の改善に貢献していきたい。