

パッケージエアコン向け 扁平管熱交換器

中村 伸* 加藤央平***
東井上真哉** 丹田 翼***
石橋 晃**

Flat - Tube Heat Exchanger for Packaged Air Conditioner

Shin Nakamura, Shinya Higashiue, Akira Ishibashi, Yohei Kato, Tsubasa Tanda

要 旨

店舗・事務所用の空調機は、省エネルギー性の向上が求められる中、室外機のサイズは大型化する傾向にある。一方、リプレースの需要が高く、以前の普及タイプと同等のサイズが求められており、省エネルギーとコンパクト化の両立がトレンドとなっている。そこで三菱電機は、省エネルギー性を維持しつつ、従来機に比べて高さを332mm、質量を21kg削減した新型室外機“スリムERコンパクトタイプ”を開発した。この仕様を実現するためのキーデバイスである熱交換器に関する搭載技術は次のとおりである。

(1) 伝熱管の扁平管化による性能向上

従来熱交換器に対して、同等サイズで熱交換性能を50%向上させることが可能である扁平(へんぺい)管熱交

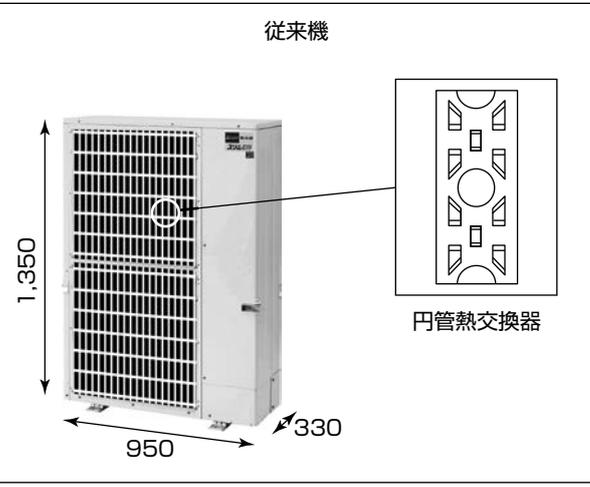
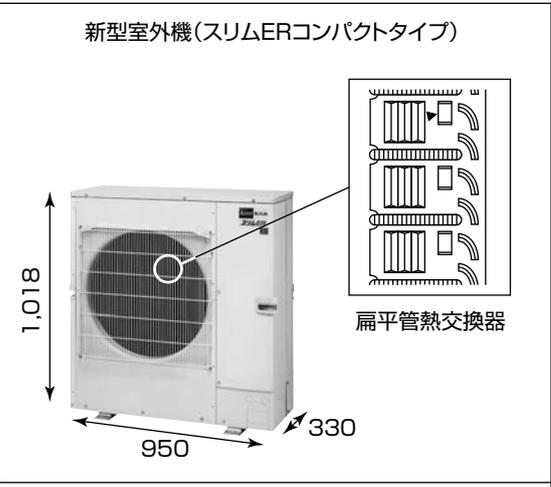
換器を採用することで、室外機筐体(きょうたい)を小型化しながらも、省エネルギー性の維持を実現した。

(2) 新型フィンパターン

扁平管は、水平部を持つ形状の影響で暖房運転時の凝縮水の滞留による性能低下が課題であったが、凝縮水をすみやかに排出するための新形状を開発し、暖房運転時の性能確保を実現した。

(3) 高性能積層型分配器

伝熱管内の流路損失低減のため、冷媒の多分岐が必要である。そこで複数の流路板を重ね合わせて構成する新型の分配器を開発することで、従来機と同等の分配性能でかつコンパクトな分配器を実現した。

	従来機	新型室外機(スリムERコンパクトタイプ)
サイズ(mm)	 <p>円管熱交換器</p>	 <p>扁平管熱交換器</p>
質量(kg)	90	69
性能	APF2015 ^(注1) : 6.1 暖房低温能力 ^(注2) : 12.5 kW	従来機と同等

(注1) APFは、JIS B 8616(2015)(パッケージエアコンディショナ)に規定する通年エネルギー消費効率。APF2015値は、JRA4002:2013R1に準拠した値。
(注2) JIS条件(室内20℃、室外2℃)での能力。JIS B 8615-1(2013)。

APF: Annual Performance Factor

店舗・事務所用パッケージエアコン向け新旧室外機の仕様比較

新型室外機スリムERコンパクトタイプ“PUZ-ERMP112LA3”は、熱交換器を従来の円管熱交換器に対し、高性能な扁平管熱交換器を採用することで、省エネルギー性能の指標であるAPF及び低外気での暖房性能指標である暖房低温能力を従来機と同等に維持しつつ、筐体の高さ及び質量を削減した。

1. ま え が き

環境配慮や節電意識の高まりによって、空調機に省エネルギー性の向上が求められる中、熱交換効率を向上させるため、室外機のサイズが大型化する傾向にある。一方で国内の店舗・事務所用の空調機ではリプレースが主流であり、作業性及び施工性に優れたコンパクトな空調機が求められている。また、フロン排出抑制法の施行によって、温暖化係数の低い冷媒への切替えや冷媒量の削減も急務となっている。このような背景のもと、当社ではアルミ扁平管と新型分配器を用いた高性能熱交換器を開発し、2017年1月発売の新型室外機へ搭載した。これによって、従来のプロペラファンを2台搭載した高さの高い2ファン搭載機から、省エネルギー性を維持したまま高さと質量を削減し、小型かつ軽量の1ファン搭載機を実現した。

本稿では、その製品の特長と熱交換器での導入技術について述べる。

2. スリムERコンパクトタイプ

表1に今回開発した新型室外機スリムERコンパクトタイプ^①の仕様を示す。従来機に比べて高さを332mm、質量を21kg削減しており、小型化しつつも、APFと暖房低温能力は従来機と同等を実現した(図1)。

3. 熱交換器の高性能・小型化技術

3.1 伝熱管の扁平管化による性能向上

スリムERコンパクトタイプは、室外機筐体の高さを従来よりも小さくするため、室外機に搭載した熱交換器の前面面積を同様に小さくする必要があった。そこで、この機種には伝熱管にアルミ扁平管を採用した。図2に新旧熱交換器の外観と伝熱管断面図を示す。伝熱管を扁平形状にすることで、次の理由で性能が改善される。

(1) 冷媒と伝熱管の接触長さの増加

扁平管の内部は、内柱によって区分け(細管化)されている。細管化によって1断面における冷媒と管内面との接触長さは約3.5倍となり、管内の熱伝達率を改善できる。

(2) 伝熱管とフィンの接触長さの増加

1断面あたりの扁平管の外周長さは、円管に比べて約60%増加する。さらに、扁平化のため通風抵抗が小さく、伝熱管及びフィンを円管熱交換器に対して高密度に配置できる。これらによって、伝熱管とフィンの接触長さが増加する。

(3) 伝熱管とフィンの密着を改善

扁平管の場合は、ロウ付け接続によってフィンと伝熱管を溶着させるため、熱抵抗が小さくなる。

これらの特徴を持つ扁平管熱交換器を採用することで、同一サイズで従来に比べ、熱交換性能が約50%向上した。

表1. スリムERコンパクトタイプの仕様

11.2kWクラス		従来機	スリムERコンパクトタイプ
サイズ(mm)	高さ	1,350	1,018
	幅	950	950
	奥行き	330	330
質量(kg)		90	69
性能	APF2015	6.1	6.1
	暖房低温能力(kW)	12.5	12.5

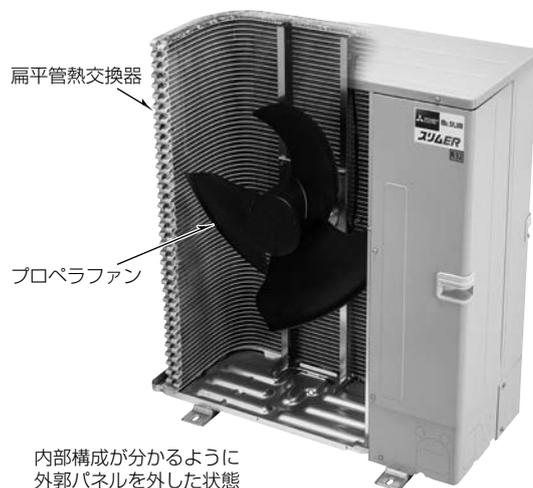


図1. スリムERコンパクトタイプの外観と内部構成

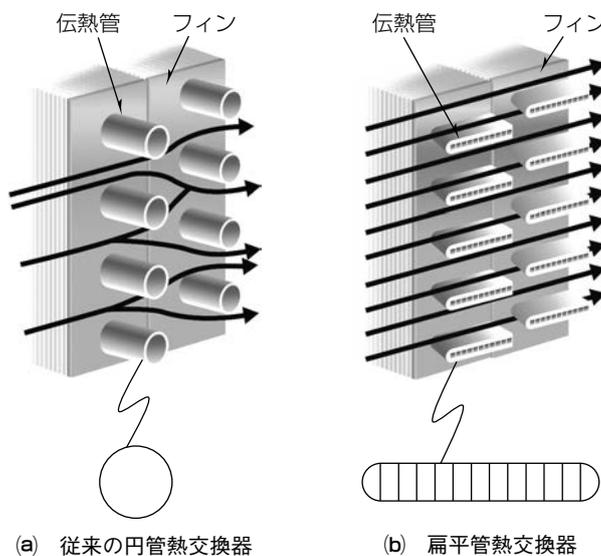


図2. 新旧熱交換器の外観と伝熱管断面図

これによって製品の高さを削減しても省エネルギー性の維持が可能になる。

3.2 新型フィンパターン

暖房運転で室外機に搭載した熱交換器には、空気中の水分を除湿するため凝縮水が発生する。特に扁平管熱交換器では、表面張力等の影響で伝熱管の上下の水平面に水が滞留しやすく、空気流動の妨げとなるため、水はけ性の改善が必要である。また、外気が氷点下付近の低温条件では、熱交換器に霜が発生して空気流動の妨げとなる。特に扁平管熱交換器では伝熱管とフィンを高密度実装しているため、

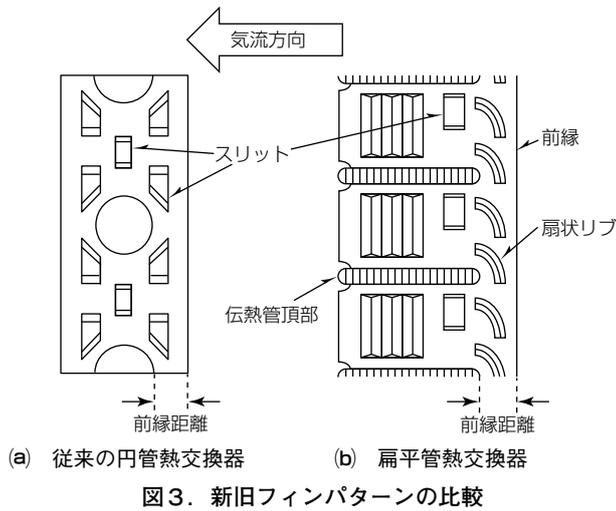


図3. 新旧フィンパターンの比較

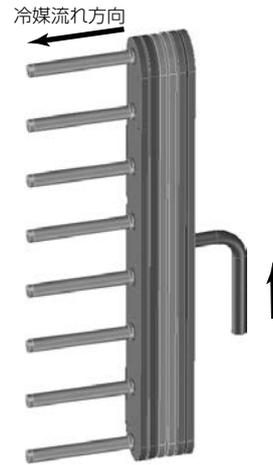


図5. 積層型分配器

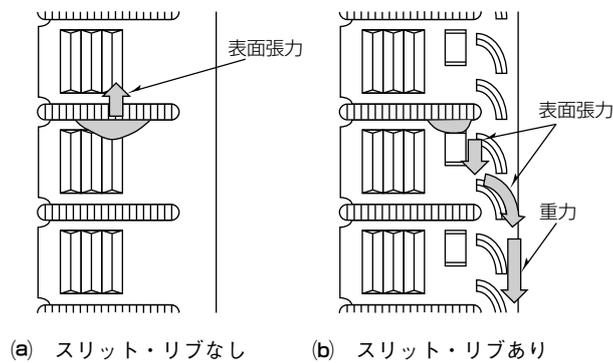


図4. 新型フィンの排水促進機構

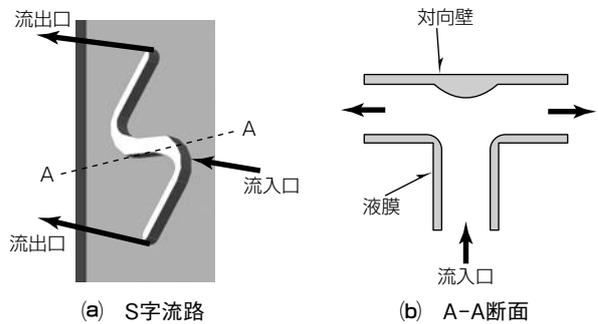


図6. 積層型分配器内のS字流路

着霜時の目詰まり性の改善が必要である。そこで、扁平管熱交換器での水はけ性及び着霜時の目詰まり性の改善のため、新型のフィンパターンを開発した。

図3に従来フィンパターンとの比較を示す。着霜が集中しやすい伝熱管の頂部から気流方向の風上前縁までの長さ(前縁距離)を従来の円管熱交換器と同程度に確保し、伝熱性能を向上させる一方で着霜によって風路閉塞の要因となりやすいスリット(切り起こし)領域を低減させることで霜の目詰まり性を抑制した。図4に新型フィンパターンでの凝縮水の排水イメージを示す。新型フィンでは、スリットを伝熱管の下部でかつ凝縮水の排水路となる伝熱管の頂部近傍に設置することで、伝熱管の上部から回り込んできた凝縮水を狭小部への表面張力によって、すみやかにスリットに引き込んで下方へ排出する。また伝熱管を避けるような扇状のリブを設置し、凹部へ表面張力によって引き込むことで風上前縁部へ導水させ、水はけ性を確保した。

3.3 高性能積層型分配器

扁平管熱交換器は、従来の円管熱交換器、例えば外径7.94mmと比べて水力相当直径が約1mmとなるため、管内を流れる冷媒の圧力損失が増大することが課題になる。圧力損失を軽減するためには、熱交換器の流路(以下“パス”という。)を増加し、1パス当たりに流れる冷媒流量を

減らす必要がある。そこで、扁平管熱交換器の多パス化に対応するために新型の積層型分配器を開発した。

図5に積層型分配器の外観を示す。積層型分配器の内部は図6に示すようなS字流路を複数個備える構成になっている。S字流路では、S字流路の中心部に流入した冷媒が対向壁に衝突して左右に2分岐し、その後、流路の上下端部に向かって流れる。このS字流路を流れ方向に沿って複数回通過させることで多分岐の分配器を実現した。この積層型分配器を、扁平管熱交換器に複数個取り付けることで熱交換器の多パス化を実現し、圧力損失の増加を抑制した。

4. むすび

店舗・事務所用の空調機として広く普及しているパッケージエアコンで、従来機に対して省エネルギー性を維持しつつ、小型・軽量化するための熱交換器技術について述べた。今後も空調機の更なる省エネルギー性向上、コンパクト化を目指し、熱交換器の高性能化開発を継続していく。

参考文献

(1) 丹田 翼, ほか: 新型パッケージエアコン『スリムERコンパクトタイプ』の開発, 第51回空気調和・冷凍連合講演会講演論文集, 8 (2017)