

日本冷凍空調学会賞 技術賞

ビル用マルチエアコン室外機に搭載した鉛直アルミ扁平管熱交換器

Vertical Flat Tube Heat Exchanger for Outdoor Unit
in VRF Air Conditioning System for Buildings

1. はじめに

ビルや商業施設で消費されるエネルギーの50%は空調需要である。空調機のエネルギー消費効率は年々向上しているが、温室効果ガスの実質的な排出量をゼロにするカーボンニュートラル、そして持続可能な社会の実現に向けて、さらなる省エネ性の向上が求められている。

外気と冷媒の熱交換を促す室外熱交換器は、空調機の省エネ性および封入冷媒量に対して密接に関わるキーデバイスである。これまで空調業界では長年にわたり、円形の伝熱管の細管化による内容積削減と高密度実装により、伝熱性能の向上と冷媒使用量の削減を両立してきた。しかし、さらに細管化や高密度実装を進行させると、多数設けられた伝熱管に対して、局所的な熱負荷に応じた冷媒分流が困難であり、伝熱性能が低下することが課題となる。ビル用マルチエアコンの新シリーズ「グランマルチ」に搭載した新型熱交換器では、この課題を解決し、空調機の省エネ性向上と冷媒封入量の削減を実現した。

2. 製品概要

三菱電機製のビル用マルチエアコン室外ユニット「グランマルチ」は、新型熱交換器「鉛直アルミ扁平管熱交換器^{*1} (VFT^{*2}, 図1)」を搭載したエアコン室外機である。シリーズ全15機種を2024年9月に発売し、省エネ性の向上を実現した。全機種に従来冷媒R410Aに対して環境負荷が1/3となるR32冷媒を採用している。

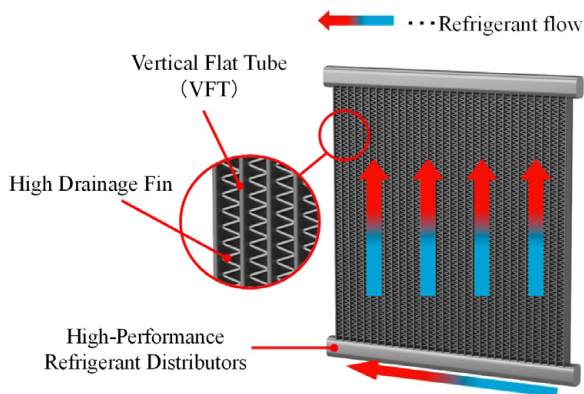


図1 鉛直アルミ扁平管熱交換器 (VFT)



八柳 暁*
Akira YATSUYANAGI

小池孝典*
Takanori KOIKE

鳩村 傑*
Takeshi HATOMURA

尾中洋次*
Yoji ONAKA

岸田七海*
Nanami KISHIDA

3. 開発技術

VFTは、鉛直方向に伸びるアルミ扁平管と、二重管構造の高性能な水平冷媒分配器で構成される。VFTを実現する上で工夫した点を以下で説明する。

3.1 二重管構造の水平冷媒分配器

VFTに用いる冷媒分配器は、外パイプと、その内側に配置したシャワーパイプの二重管構造である(図2)。シャワーパイプは、その内部を冷媒が水平方向に流れ、外パイプの内部空間を經由して、鉛直上向きに多数配置されたアルミ扁平管へと冷媒が分流する。すると、水平方向に伸びる冷媒分配器では、冷媒流れの慣性力の影響で、冷媒液が冷媒分配器の奥方向に偏流する課題が発生してしまう。そこで、シャワーパイプに設けた複数の小穴からガスと液の冷媒を噴出させることで、冷媒液の偏流を抑制し、水平冷媒分配器の内部でガスと液の冷媒を均等に行きわたらせることに成功した。

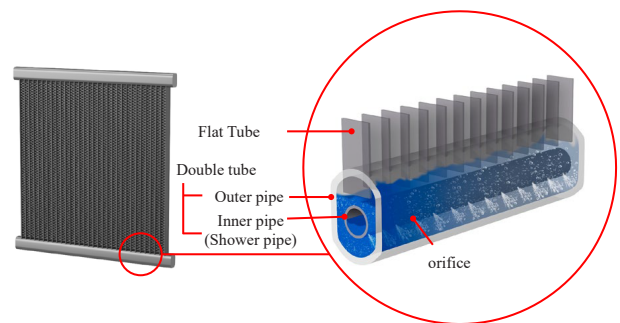


図2 水平冷媒分配器 (二重管構造) の構造

*三菱電機株
Mitsubishi Electric Corporation
原稿受理 2026年3月19日

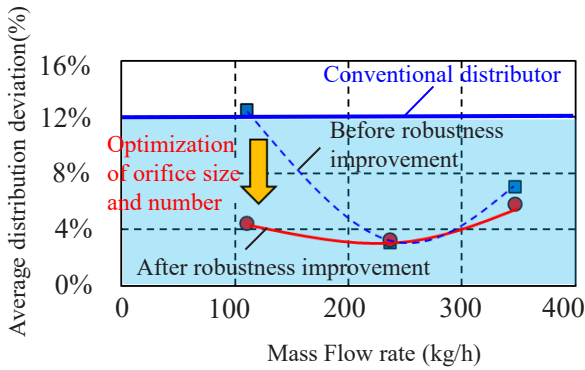


図3 冷媒分配性能の改善効果

また、空調機が運転する様々な動作条件（外気温度、空調負荷）で省エネ性を向上させるには、ロバスト性を備えた偏りの小さい冷媒分流を実現する必要がある。そこで、シャワーパイプ内部を流れる冷媒の状態が分離流となる点に着目した。シャワーパイプに設けた小穴が動作条件によって変動する液面を常に捉えながらも、液とガスの噴出量に偏りが生じないように、小穴の数やその穴径、シャワーパイプ管軸に対して小穴がなす角度を設計した。これにより、従来比で4倍となる最大100本以上のアルミ扁平管に対して、冷媒を均等に分流することに成功した。従来の冷媒分配器は平均分配偏差^{※3}が12%で冷媒を分流しているのに対し、本開発の水平冷媒分配器は平均分配偏差4～7%であり、従来よりも優れた冷媒分配性能を実現した（図3）。

3.2 高排水フィン

VFTに用いるフィンは、扁平管との積層により組立てが容易であり、高い伝熱性能を実現できる波形状のコルゲートフィンを採用した。一般的なコルゲートフィンでは、熱交換器に生じる結露水や霜の融解水を排出する際に、フィンの山部を多数経由して水分が流下するため、排水が遅く、残水が暖房時の熱交換や除霜を阻害し、省エネ性が低下するという課題があった。そこで、排水性を向上させた新構造の高排水フィン（図4）を考案した。新構造の高排水フィンは、伝熱フィンを切り起こして導水し、排水スリットにより一挙に流下させることで、従来の扁平管熱交換器以上の排水性を実現した（図5）。これにより、コルゲートフィンを用いたVFTの冷暖房用ヒートポンプ式ビル用マルチエアコンへの適用を実現した。

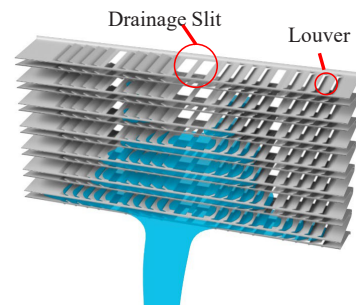


図4 高排水フィンの構造

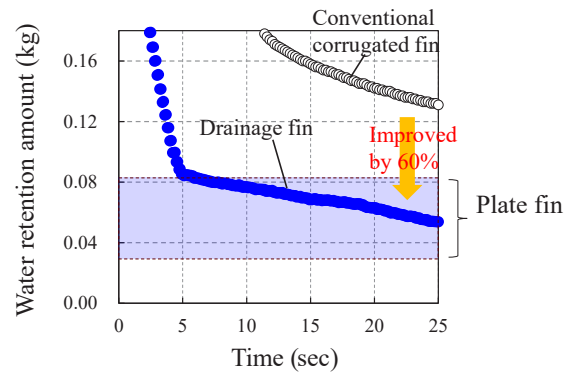


図5 水保持量の改善効果

4. おわりに

今回開発したVFTは、ビル用マルチエアコンのみならず、パッケージエアコン、ルームエアコンといった各種空調機やチャラー、給湯機など、ヒートポンプ技術を利用した冷暖房機器の室外機、室内機いずれにも展開できる技術である。また、液とガスの冷媒を均等に分流させる高性能冷媒分配器の技術、フィンの導水改善技術は、熱交換器の形態によらず、伝熱性能の改善に応用できる。今後も技術開発を進め、空調冷熱システムの業界発展に貢献していく。

- ※1 三菱電機(株)、開発No.2312、リ本No.2401、2023年11月1日発表。
- ※2 VFT: Vertical Flat Tubeの略。当社登録商標第6776991号
- ※3 平均分配偏差: 各扁平管に流れる液冷媒流量について、分配器入口の全液冷媒流量に対する比(液冷媒流量比)を取り、液冷媒流量比の平均値に対する差分を、すべての扁平管で合算した値。