高効率ビル用マルチエアコン 「スーパーモジュールマルチ*i* (アイ)」の開発

High Efficient Multi Air Conditioner for Buildings
「Super Module Multi System *i*」

執筆者プロフィール

永井 宏幸

Hiroyuki NAGAI

■2008 年長岡技術科学大学機械創造工学専攻修了

■主として行っている業務・研究

・VRF (Variable Refrigerant Flow) 設計部, 業務用空調機の製品設計

■勤務先

東芝キャリア (株)

(〒416-8521 静岡県富士市蓼原 336 番地)

E-mail: hiroyuki.nagai@glb.toshiba.co.jp

1. はじめに

地球環境保護の観点から、空調機器 CO₂ 排出量削減は業務用・家庭用部門において最優先で取り組むべき課題である。とくに事務所では OA 機器の導入が進み空調負荷は増大傾向、また工場では新規に空調が導入されるなど、空調機器からの CO₂ 排出量は増加傾向となっている。2009 年度の改正省エネ法では、業務用空調における規制の対象が広がり、とくにパッケージエアコンには、定格運転時の省エネ性に加え、負荷変動に応じた省エネ運転を行うことが求められている。

一方で、大規模・高層建築や、大空間、特殊用途など、ビル用マルチエアコンの適用範囲は拡大しており、設計者の幅広いニーズ・要望に応えるための配管自由度拡大が望まれている。

このような背景をふまえ、今回、さらなる省エネ性、設計自由度向上を実現したビル用マルチエアコン「スー

パーモジュールマルチ*i* (アイ)」を開発したので、その特徴と実現技術について紹介する。

2. システム概要

東芝キャリア (株) ビル用マルチエアコン「スーパーモジュールマルチ*i* (アイ)」(以後、SMMS-*i* と記す) のシステム構成図を図 1 に示す。SMMS-*i* は、室外ユニットを最大 4 台まで組み合わせることにより、冷媒配管 1 系統で最小能力 22.4kW から 135kW (冷房能力基準) までのシステムが構築可能である。また、室内ユニットは 15 の形態から自由な組合せで最大 48 台まで接続可能である。

3. 省エネ技術

SMMS-*i* に織り込まれている主要

省エネ技術を図 2 に示す。当社独自の冷媒流量制御技術に加え、高性能圧縮機、制御器、熱交換器、送風機等の要素部品は全面的に新開発または改良し、省エネ性の改善を行っている。

新設計 DC ツインロータリー圧縮機については、モータの効率アップ、冷媒圧縮経路の形状改良、部品の高精度化により、とくに中間能力で優れた性能を発揮し、中間能力での性能を従来に比べ 3% 向上させている (図 3)。この圧縮機を 8, 10, 12 馬力ユニットには 2 台、14, 16 馬力ユニットには 3 台搭載し、すべての圧縮機はインバータ駆動を行っている。空調負荷変動に対し、圧縮機の最も効率のよい領域、ユニット内運転台数で運転するように制御することで、実負荷運転での部分負荷条件にて効率のよい運転を実現している (図 4)。

さらに圧縮機の回転数制御には、高

図 1 システム構成図

図 2 省エネ技術

図 3 圧縮機効率の比較

図4 圧縮機能力負担分配イメージ

図6 冷媒流量制御技術

速演算ベクトル制御を用い、従来機種では圧縮機の回転数を0.6rps刻みで制御していた能力ステップを、0.1rps刻みに細かくすることで、部分負荷の要求に対する必要能力を最適にコントロールし、エネルギーロスを最小限に抑えている。

室外熱交換器には従来機に比べ幅を約16%広げた幅広フィンを採用し、さらに伝熱管は圧力損失を従来よりも約10%低減させ、性能を向上させている（図5）。

4. 設計自由度の拡大

設計者がビル用マルチエアコンを導入するうえでさまざまな建物・客先要望に対応するため、配管長や室内接続などの制約条件に対応したシステムの設計自由度が重要視される。個別分散型エアコン（熱負荷の発生する場所ごとに個別に管理する空調方式）の場合、複数台連結された個々の室内ユニットは、各冷媒配管の長さ、太さ、曲げ抵抗などにより配管抵抗が異なる。また室内ユニット間および室外一室内ユニット間の落差により液冷媒からの重

力影響も異なる。したがって、能力不足の発生や快適性の悪化、圧縮機からの過剰搬送動力による部分負荷特性の悪化などの不具合なく運転する技術が必要となる。

本開発機種は、当社独自の冷媒流量制御技術により、停止またはサーモオフ（設定温度に達し冷媒を流す必要のない）状態の室内ユニットへは冷媒を流すことなく、部分負荷時、長尺配管時、高落差時などでも、圧縮機動力を最小限に抑えながら各運転室内ユニットへの冷媒流量の最適化を行っている（図6）。このように無駄に流れる冷媒をなくすることで、冷媒の搬送動力（圧縮機の仕事量）や室内ユニットからの熱ロスを抑制でき、また、室内ユニットから発生する不快な冷媒音の発生も低減するため快適性も確保できる。本技術により、表1に示すように、室外機と室内ユニットを接続する最遠配管相当長は、業界最長の235m、室外一室内間落差70m、第一分岐後の最遠配管相当長90mを達成した。当社従来機種に比べ配管設計自由度は格段に向上し、中小規模から大規模なビルや工場など大空間への採用が

図5 室外熱交換器幅広フィン

表1 配管設計自由度比較

	従来機種 SMMS	開発機種 SMMS-i
配管総延長	300 (m)	500 ^{(*)1} (m)
最遠配管相当長	175	235
主配管の最大相当長	85	120
第一分岐後の最遠配管相当長	65	90 ^{(*)2}
室外一室内間の落差	室外機が上の場合 50 室外機が下の場合 40	70 ^{(*)3} 40 ^{(*)3}
室内ユニット間落差	30	40

^{(*)1} 34馬力システム以上
^{(*)2} 室内一室外間落差3m以下
^{(*)3} 室内間落差3m以下

SMMS-iでは1系統で対応

従来機種は2系統で対応

図7 配管長許容値拡大の効果例

可能となった（図7）。

さらに、室外機から多数の室内ユニットへの配管引き回しは、工事費の低減、省エネ性を考えて総配管長を短くする必要があるが、独自の冷媒分流通コントロールにより、ヘッダー分岐後の再分岐も可能としており、設計者が最適な配管引き回しを自由に行うことができるようにしている。

5. おわりに

本開発では、以下の技術により高効率ビル用マルチエアコン「スーパーモジュールマルチi（アイ）」を商品化することができた。

- (1) 圧縮機、インバータ、熱交換器などの要素部品の新開発により高効率を実現した。
- (2) 冷媒流量制御技術により部分負荷性能を向上させるだけでなく、設計自由度も拡大した。

設計自由度拡大により幅広いニーズ・要望に対応できるSMMS-iの商品化により業務用エアコンの分野のさらなる省エネ化が促進され、地球温暖化防止につながると考える。