

設備用モジュールパッケージエアコン

Module-Type Packaged Air Conditioner for Commercial Use

赤木 伸行

■ AKAKI Nobuyuki

近年、環境に優しく、省エネルギー性の優れた空調機器が求められている。東洋キャリア工業(株)は、大空間のダクト空調向けに、冷媒 R410A を採用し、高い省エネルギー性を持つ、最大冷房能力 335 kW の設備用モジュールパッケージエアコンを商品化した。

筐体(きょうたい)を新設計したコンパクトな室外機モジュールは、気流改善による効率向上、並びに据付性や施工性の向上を図るとともに、標準仕様のまま低外気温下での冷房運転ができる。また、万一の故障時にもバックアップ運転ができ、ルームエアコンから店舗用エアコン、マルチエアコンとの一括管理及び制御もできる。

Demand has been strongly growing in recent years for energy-saving air conditioners. Toyo Carrier Engineering Co., Ltd. has commercialized a high-energy-saving, module-type packaged air conditioner using R410A refrigerant and having a cooling capacity of up to 335 kW, that can be incorporated into the duct air conditioning system of large buildings.

This air conditioner has a compact outdoor unit with a newly designed chassis that enhances running efficiency by improving the airflow and enables easy installation. The outdoor unit permits room cooling even when the outdoor temperature is very low, without the need to change the machine structure. As the outdoor unit is composed of three modules, they can back each other up in the event of an abnormality occurring in any of them. The outdoor unit is applicable to a single room, to a few rooms in a medium-scale store, or to a number of rooms in a large building by comprehensive control.

1 まえがき

1997年12月に開催された気候変動枠組条約第3回締約国会議(地球温暖化防止京都会議:COP3)において、“京都議定書”が採択され、先進各国に温室効果ガス削減目標が定められた。日本では、様々な法改正により対策が強化され、特定物質の製造規制、排出規制、エネルギーの効率的使用、むだ使いの排除などが推進されている。

近年、これらに代表される環境問題への関心の高まりや、オフィスや工場などの空調コスト削減の要望などから、大空間のダクト空調にも、地球温暖化への影響が少なく、優れた省エネルギー性を備えている空調機器が求められている。

東芝キャリアグループに所属する東洋キャリア工業(株)では、省エネルギー性に優れ、室外機の設置スペースを低減できる設備用パッケージエアコンの開発を進め、冷媒R410Aを採用し、室外機単体で最大冷房能力112kWを持つ冷凍サイクルを実現した。これにより、システムの最大冷房能力335kW(112kW室外機×3台)を持つ設備用モジュールパッケージエアコンを商品化した。

2 新製品の概要

大容量の設備用パッケージエアコンは、図1に示すビル空調

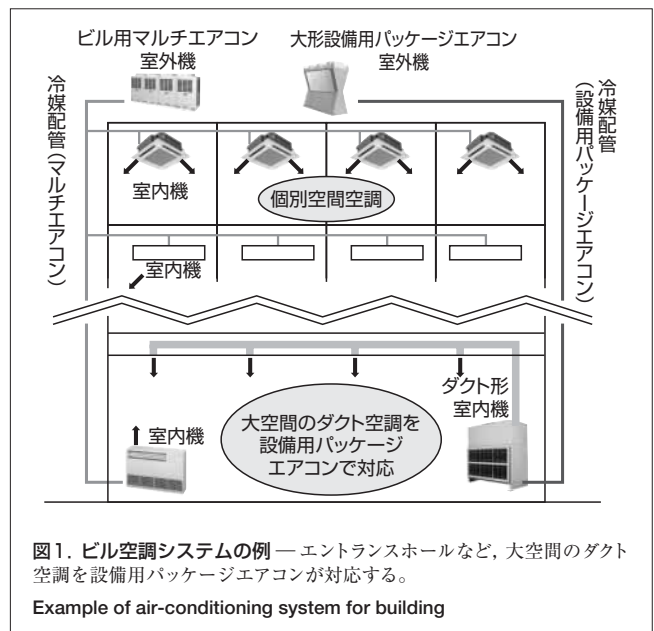


図1. ビル空調システムの例 — エントランスホールなど、大空間のダクト空調を設備用パッケージエアコンが対応する。

Example of air-conditioning system for building

では、個別空間を受け持つビル用マルチエアコンと相互補完し、エントランスホールの空調に利用されている。このほか、工場、ホテルのロビーや宴会場、アミューズメント施設など、大空間を持つ様々な建物のダクト空調でニーズがある。

この製品は、1台の床置きダクト形室内機に対し、冷房専用式、若しくはヒートポンプ式の室外機モジュールを最大

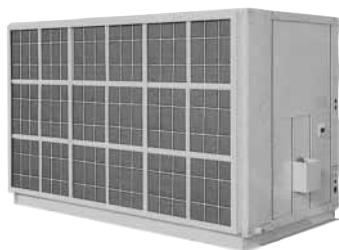


図2. 室内機(冷房能力335 kW) — 冷房能力112kWの冷凍サイクルを3系統持つ、床置きダクト形室内機である。

335 kW indoor unit



図3. 室外機(冷房能力112 kW × 3台, 連続設置) — 冷房能力112kWの室外機モジュール3台を横方向に連続設置した状態である。

335 kW outdoor unit composed of three 112 kW modules

3台まで接続するシステムである。

一例を示すと、冷房能力335 kWのシステムは、図2に示す室内機に対し、1台当たり冷房能力112kWを持つ室外機モジュールを3台接続する。その連続設置状態を図3に示す。また、ヒートポンプ式システムのラインアップを表1に示す。

冷房能力71 kW, 80 kW, 112 kWで共通となっている室外機モジュールの筐体は、新設計のX字形フレーム構造を採用することで、従来機種に比べコンパクトになり、気流改善による効率が向上し、据付性や施工性の向上も実現している。また、R410Aの定速スクロール圧縮機を複数台採用することで、システム全体の部分負荷特性と容量制御特性の向上を実現している。

表1. ヒートポンプ式システムのラインアップ

Lineup of heat pump systems

相当馬力	室内機形名 RDA-	室外機形名 ROP-	定格能力(50/60 Hz)	
			冷房能力(kW)	暖房能力(kW)
40	BP11201HS	BP11201HS (1台)	100/112	112/125
50	BP14001HS	BP7101HS (2台)	125/140	140/160
60	BP16001HS	BP8001HS (2台)	140/160	160/180
80	BP22401HS	BP11201HS (2台)	200/224	224/250
100	BP28001HS	BP8001HS (2台) BP11201HS (1台)	250/280	280/315
120	BP33501HS	BP11201HS (3台)	300/335	335/375

3 新製品の特長

3.1 省エネルギー技術

このシステムでは、環境問題に配慮して、地球温暖化への影響が少なく、更に、消費電力を低減し、効率を高めるためにR410Aを採用した。

また、室外ファンについては、大口徑プロペラファンを高性能DC(直流)インバータモータで駆動することで、消費電力を抑え、冷房能力112 kWシステムの定格運転時で、冷暖房平均のエネルギー消費効率(COP: Coefficient Of Performance)は、3.49(50 Hz仕様)を達成している。

そのほか、部分負荷特性については、新方式の圧縮機デュアル・トリプル制御によって、軽負荷時の高効率運転を行い、システム全体の年間消費電力量の低減を実現している。

3.2 部分負荷特性の向上

通常、空調機器は、夏季のピーク負荷に必要な冷房能力を基準に選定されている。一方、一般的には、冷房運転する期間を通じて平均すると、主に使用されるのは、選定されたシステムの定格能力に対し、40%~70%の能力範囲と考えられる。このため、定格運転時のCOPが高い製品でも、部分負荷運転時のCOPが低い場合、実際に冷房期間を通じて運転すると、年間消費電力が低減できず、省エネルギー性の低い製品となってしまふ。

この部分負荷運転時のCOPの評価基準には、熱源機を一般的な負荷で冷房期間を通じて運転したときのCOPを意味する期間成績係数IPLV(Integrated Part Load Value: ARI(米国冷凍空調工業会) Standard 550/590-98)がある。

冷房能力335 kWシステムのCOP特性(図4)を基に、IPLV算出基準の外気温度と負荷率から算出した新機種のIPLVは5.99となり、従来機種の4.26に対して28%の向上を実現している(当社従来機種RDA-P31502HSと新機種RDA-BP33501HSとの当社試算による比較)。

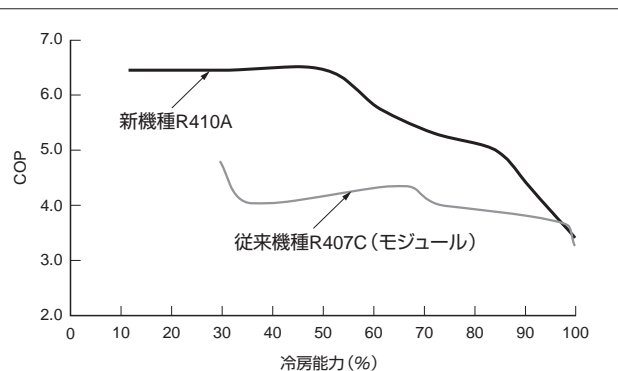


図4. 部分負荷運転時のCOP特性(冷房能力335 kW) — 新機種は、部分負荷運転時のCOP特性が従来機種に比べ向上している。

COP characteristics of 335 kW system at part load operation

図3のように室外機モジュール3台を接続するシステムを例に、圧縮機トリプル制御について述べる。

各室外機モジュールは、定速のR410A高効率スクロール圧縮機を3台搭載し、室外機モジュール単体で3段の容量制御運転ができる。システム全体の容量制御段数は、室外機モジュールを3台接続するため、9段制御となっている(0-11-22-33-44-56-67-78-89-100%の容量制御)。

容量33%の運転を例にとると、室外機1台だけ圧縮機を3台運転し、ほかの室外機の圧縮機が全停止の状態も考えられるが、このシステムでは、すべての室外機の圧縮機が1台ずつ運転する。図5に示すように、軽負荷時にはなるべく容量制御運転するように、各室外機モジュールの圧縮機運転台数を最適化している。

このため、定速圧縮機搭載の設備用パッケージエアコンであるが、インバータ圧縮機搭載システムと同等の容量制御性を実現し、大幅な部分負荷特性の向上を実現している。

	室外機No.1	室外機No.2	室外機No.3
0	停止	停止	停止
11	1台運転	停止	停止
22	1台運転	1台運転	停止
33	1台運転	1台運転	1台運転
44	2台運転	1台運転	1台運転
56	2台運転	2台運転	1台運転
67	2台運転	2台運転	2台運転
78	3台運転	2台運転	2台運転
89	3台運転	3台運転	2台運転
100	3台運転	3台運転	3台運転

システム全体の容量 (%)

効率 33%運転 > 67%運転

効率 67%運転 > 定格

100%運転 (定格)

図5. 室外機モジュール3台の圧縮機トリプル制御 — 室外機モジュールを3台接続するシステムの運転容量に対する圧縮機運転状態である。
Running modes of three compressors of three-module outdoor unit

3.3 ユニークな筐体設計

冷房能力140kW以上のシステムは、室外機モジュールを複数台接続する構成である。このため、納入現場のシステムが大容量化し、室内機の設置台数が増えるほど、室外機モジュールの設置台数が2倍、3倍と増すため、図3に示すように、室外機モジュールが連続設置できれば、システム全体での設置スペースをコンパクトにできる。

一方、室外機モジュールを連続設置すると、空気熱交換器の空気吸込みスペースと、メンテナンス時の作業スペースが確保しにくいなど、様々な問題が生じる。

今回開発した室外機モジュールは、図6に示すように、筐体の検討段階から、三次元モデルによる気流解析を行っている。室外機モジュールをX字形にすることで、連続設置すると、隣り合う室外機モジュールとの間にひし形の空気吸込

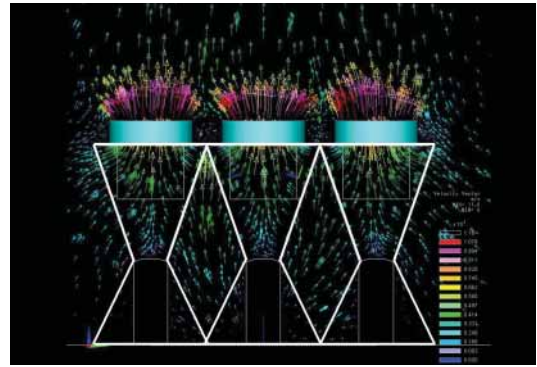


図6. 室外機モジュール3台連続設置時の気流解析例 — 室外機モジュール3台連続設置時の風速分布である。

Example of correlated airflow velocity distribution of three compressors of three-module outdoor unit

みスペースが生まれ、連続設置しても最適な気流分布を実現している。また、メンテナンス時には、ひし形の空気吸込みスペースを作業スペースとして利用することができる。

このような検討を基に、室外機モジュールの筐体は、V字形に配置した空気熱交換器の下に、圧縮機と冷凍サイクル部品が存在する逆V字形のセクションを設け、幅1mのX字形フレーム構造としている。この構造にすることで、従来機種に比べ、室外機モジュール単体で奥行寸法(長手寸法)は約20%の縮小、質量も約18%低減し、室外機モジュールの大幅な小型化と軽量化を実現している(当社従来機種ROP-P7103MHSと新機種ROP-BP7101HSとの比較)。

また、兵庫県南部地震の揺れを大きく超える地震波での耐震動試験を行った結果、この構造は、1.5Gの耐震強度を確保できている。そのほか、インパクトのある外観が商品性に貢献したり、従来機種に比べ生産性改善を実現したりするなど、様々な課題を克服できている。

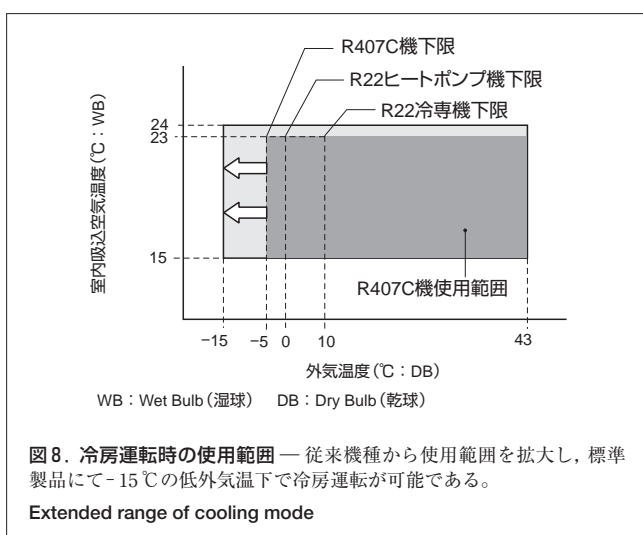
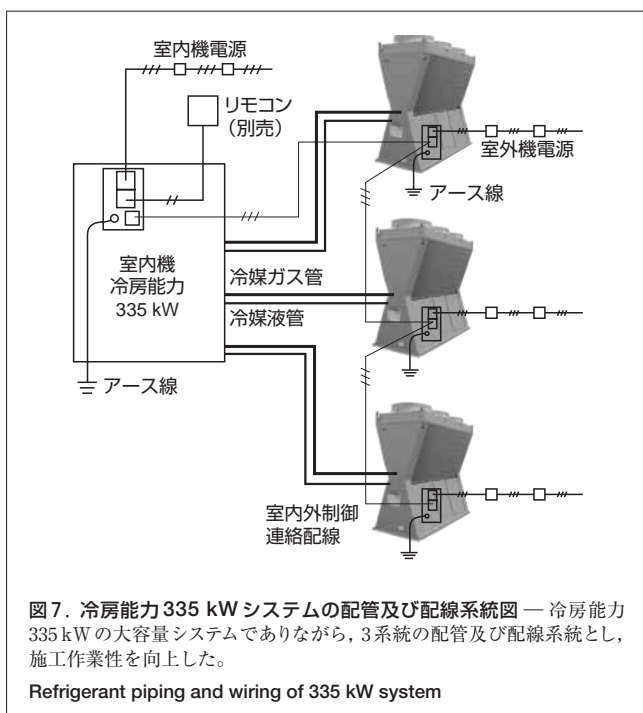
3.4 設計自由度と施工作業性の向上

このシステムは、室外機モジュール単位で冷凍サイクルを構成しているため、図7に示すように、大容量の冷房能力335kWシステムでも、冷媒配管及び室外機モジュールの電源配線を3系統としている。

R410Aを採用し、従来機種に比べ、冷媒配管の細径化や配管長による追加冷媒量の低減を図り、納入現場での設置設計の自由度と施工作業性の向上を実現している。

また、室外機が上にある場合の冷媒配管長については、最大実長は100m、高低差は50mを上限とし、従来機種に比べ配管長の制約を少なくしている。

そのほか、室外機ファンモータにDCモータを採用し、ファンの回転数制御を行っているため、図8に示すように、低外気温(-15℃まで)下での冷房運転ができ、従来機種に比べ運転範囲の拡大を実現し、設計自由度を向上した。



3.5 信頼性とサービス、メンテナンス性の向上

室外機モジュールを複数台設置するシステムでは、万一の故障時も、正常な室外機モジュールによるバックアップ運転ができる。メンテナンス時には、室外機モジュールごとの点検ができ、連続設置しても、ひし形の空気吸込みスペースを作業スペースとして利用できる。また、室内機の制御基板上あるいはリモコンの表示部で、室内機と各室外機モジュールの運転状態を確認することができる。

そのほか、東芝キャリアグループの空調管理システムに接続し、ルームエアコンから店舗用エアコン、マルチエアコンなどの一括管理及び制御ができる。これにより、複雑で多様な集中制御及び連動制御に対応でき、空調の快適性と安全

性を維持し、省エネルギーと省管理の要望に対応している。

また、東芝キャリアグループの遠隔監視システムで、インターネットを介して24時間365日の運転監視ができ、万一の故障時も迅速な対応ができるよう、信頼性とサービス、メンテナンス性を向上した。

3.6 納入現場の要求と特殊用途への対応

設備用途では、納入現場ごとに異なる中央制御に対し、外部指令による運転/停止、モード選択、サーモ入力及びデマンドなど、様々な応用制御の要求が非常に多い。比較的簡単な応用制御要求には、納入現場での設定変更で対応している。複雑な電気配線変更などが要求される場合は、特注で変更し対応している。

また、大空間を持つ様々な建物のダクト空調では、納入現場ごとに要求風量及び静圧が異なるため、室内機の送風機回転数及び駆動モータを特注で変更し、ダクト設計の自由度を持たせている。

そのほか、標準以上の暖房能力あるいは加湿能力を要求される場合、納入現場ごとの使用用途に合わせて、室内機への電気ヒータ、温水あるいは蒸気の加熱コイル、各種加湿器などの組みみに特注で対応している。

室外機モジュールも、耐塩害及び耐重塩害処理や、防雪フード取付け用フランジの組み込み(防雪フード自体は、納入現場手配)などの様々な要求に、特注で対応している。

そのほか、システム全体では、200 V - 50/60 Hz 共用の標準電源仕様から、400 V - 50 Hz, 440 V - 60 Hz などの異なる電源仕様への変更や、公共建築工事標準仕様への対応ができる。

設備用途では、納入現場ごとに異なる様々な要求と特殊用途に対し、柔軟に、可能な限りの特注対応ができることは重要な要素と考え、商品化している。

4 あとがき

大空間を持つ様々な建物の空調に、大容量の設備用パッケージエアコンが活躍している。今後も地球温暖化をはじめ、様々な環境問題に対する関心の高まりから、優れた省エネルギー性を備えている空調機器が求められると予想される。

今後もいっそうの高効率化を図り、環境問題に配慮した製品の開発に努めていく。



赤木 伸行 AKAKI Nobuyuki

東洋キャリア工業(株) 開発技術部。設備用パッケージエアコン、チラーの開発設計に従事。
Toyo Carrier Engineering Co., Ltd.