



日本冷凍空調学会賞 技術賞

空冷ヒートポンプ式モジュール型熱源機 「ユニバーサルスマート X」

Air-cooled Heat Pump Module Type Chilling Unit
「Universal Smart-X」

1. はじめに

近年、地球環境が重要視される中、空調機器の高性能化が加速している。当社は、低炭素社会に貢献すべく、高効率ヒートポンプ式熱源機の開発に取り組んできた。なかでも、業界に先駆けて開発したモジュール型高効率チラー「スーパーフレックスモジュールチラー」は、一般空調用途を中心に多くのお客様にご採用いただいているが、高効率化の推進と産業用など幅広い用途への利用拡大も期待されている。そこで当社は、運転効率、リスク分散性、水温制御性のさらなる向上を実現させると同時にシステムの大容量化も推進し、ユーザーの様々な冷温熱負荷や用途にスマートにフィットする空冷ヒートポンプ式モジュール型熱源機「ユニバーサルスマート X (エックス)」を開発した。

2. 製品概要

本製品の外観を図1に示す。開発機は独自の X (エックス) フレーム構造にした空冷ヒートポンプ式モジュール型熱源機であり、30, 40, 50 馬力の基本モジュールをラインナップし、最小 85 kW から連結制御により最大 14400 kW までの幅広い能力を対応可能とした。30 馬力モジュール (高効率機) の場合、当社従来機に対して、冷却 COP 31% 向上を達成し、50 馬力モジュール (省スペース機) の場合、当社従来機に対して設置スペース 25% 減少を達成した。

また、従来機はモジュール単位でのリスク分散であったが、本製品では、1 台のモジュールを 4 つの独立した冷媒回路で構成した「モジュール in モジュール設計 (特許申請中)」を新開発した。冷媒回路の細分化により、1



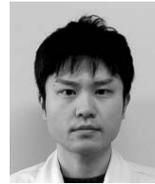
政本 努*
Tsutomu MASAMOTO



立石章夫*
Akio TATEISHI



丹野英樹*
Hideki TANNO



森田 健*
Takeru MORITA



里館康治*
Koji SATODATE

つの冷媒回路が故障停止した場合でも他の冷媒回路が高出力バックアップ運転を行い、また冬季加熱運転時のデフロスト運転の分散による能力低下を抑制するなど、さらなるリスク分散化機能と能力 (水温) 安定化を実現した。

3. 開発機の特長

(1) 世界最大容量インバータツインロータリー圧縮機

本製品には、図2に示す新開発の 12.5 馬力相当の世界最大能力 (当社調べ) を発揮する R410A インバータツインロータリー圧縮機を 4 台搭載している。ロータリー圧縮機は可変容積比運転であり、運転条件に応じて吐出圧力が変化するため、当社従来機に用いられていた一般的なスクロール圧縮機と異なり、圧縮工程で余計な過圧縮は行われない。したがって、ロータリー圧縮機をインバータ制御することにより、圧縮機本体の高い部分負荷効率を生かした運転が可能である。さらに冷媒回路



① 広い能力可変幅

(最小周波数 15Hz までの高効率低負荷運転の実現)

② ワイドレンジで高性能

(高効率 DC モータとロータリーならではの
高い部分負荷特性による省エネ性向上)

③ ハイパワーウエイトレシオ

(一定速 5 馬力サイズで最大 12.5 馬力相当能力発揮)

④ 高い設計・製造技術

(低吐出量、高性能、高信頼性)

図2 インバータツインロータリー圧縮機



図1 製品外観 (モジュール 12 台連結時)

* 東芝キヤリア(株)
Toshiba Carrier Corporation
原稿受理 2012 年 2 月 16 日

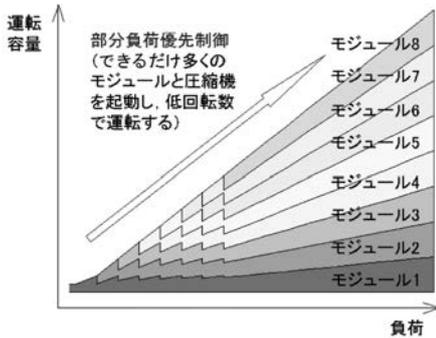


図3 部分負荷優先グループ制御

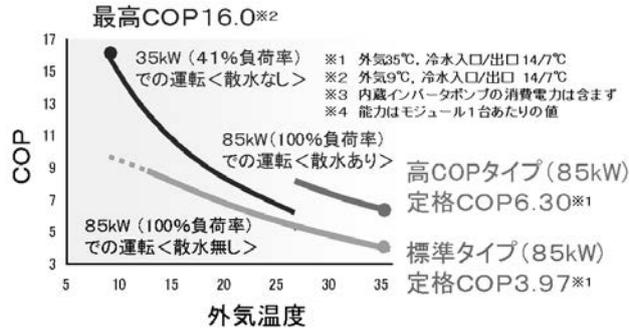


図4 ユニット定格および部分負荷性能 (30馬力)

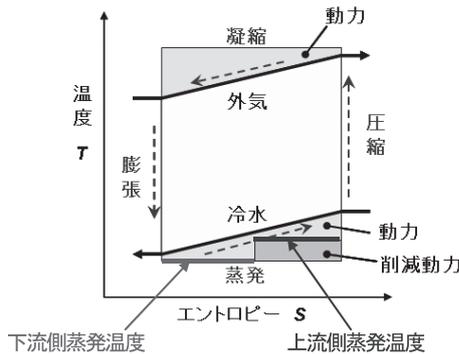


図5 直列2段プレート熱交換器の運転効率向上効果 (冷却運転時)

が細分化した場合でも、部分負荷時の圧縮機容量に対して熱交換器面積が大きいことにより運転効率が向上するという特性を生かした運転を行うことができる。結果として、図3に示すように各モジュールの圧縮機容量制御だけでなく、全モジュールのグループ制御においても部分負荷優先制御を行うことによって、図4に示すような大幅な部分負荷効率向上を実現した。

(2) 直列2段プレート熱交換器

水熱交換器には、二つの冷媒回路と一つの水回路から成るプレート式熱交換器を二台使用し、水回路を直列に配置したことにより、図5に示すように冷媒蒸発温度上昇による高効率化を実現した。これにより、水回路を並列に配置した場合と比較して、冷却COPを約4%向上した。さらに、負荷減少時に圧縮機運転台数が減少しても、冷媒と熱交換しないままで水が入口から出口へバイパスすることはない構成とした。これにより、負荷減少時にバイパス流を加味して水温を下げた運転を行う必要はなく、部分負荷時の運転効率向上と水温安定化を実現した。加えて、水回路を直列に配置したことにより、出入口温度差16℃までの低流量運転を可能とし、搬送動力低減によるシステム全体の省エネ性向上を図った。

(3) 高効率空気熱交換器

当社独自のXフレーム構造は、モジュール同士をほとんど隙間なく連続設置した場合でも、新鮮空気取入れ

のためのスペースとメンテナンスのためのスペースを十分に確保できるというメリットを持つものである。従来機の場合は平らな空気熱交換器2枚をV字形に配置したXフレーム構造であったが、本製品は、コの字形に

曲げた空気熱交換器8枚をV字形に配置し、製品の据付面積の増加を抑えつつ伝熱面積の拡大を図るという進化を成し遂げた。また、R410A冷媒に最適設計された細径管を採用し、伝熱性能の改善も図った。これにより、高効率化とコンパクト化という二律背反を克服することができた。

(4) インバータポンプ標準搭載

本製品は、変流量ポンプを内蔵した熱源機である。従来機が水温のみを検知した制御であるのに対し、熱源機本体が負荷側の必要流量を検知する制御を追加することにより、制御性を大幅に向上することが可能となり、また搬送動力を最小限に抑えることにより、省工事化とともに、システム全体での省エネ化に貢献できる製品である。

4. 信頼性・安全性・サービス性

先に示した「モジュール in モジュール設計」により、一体型のチラーに比べて大幅なりスク分散化を実現しており、信頼性・安全性・サービス性の高い製品であるといえる。さらに、上位のモジュールコントローラが故障したときは、自動的に簡易運転(モジュール個別で出口水温制御)を継続できる機能を標準搭載したこと、あるいは、予備のモジュールコントローラを併設して自動的に予備のモジュールコントローラへ切り替って運転継続するオプションを準備したことにより、グループ制御のバックアップ機能も充実させ、さらに信頼性・安全性を向上させた。

5. おわりに

省エネルギー性、省資源性、環境調和性を通じて、社会貢献度の非常に高い製品を開発することができた。

当社は、今後さらなる高効率化・高温域を目指したヒートポンプ機器の開発を推進し、高効率でかつ最適な温度を提供することで豊かな価値をもたらし、ヒートポンプソリューションカンパニーとして地球環境の改善に貢献する。