

空冷ヒートポンプ式「熱回収外調機スリム形」

～外調機の省スペース化、個別分散方式への対応～

木村工機株式会社
塩地 正紀

1. はじめに

2019 年末より世界的に流行となった新型コロナウイルスも収まりつつある。空調に関してはこのコロナ禍で一気に様変わりし、外気で空気を入れ替える換気的重要性が世間に認知された。換気扇を回すことや窓の開放で換気を行い、室内のウィルスやCO₂を減少させることは可能であるが、その反面、温度エネルギー無駄や湿度コントロールなどが課題となる。今は空気質を求められる時代となり、循環方式の空調機だけではなく、新鮮空気を取り入れる「外調機」の存在が今後、非常に重要となる。

弊社は 2001 年よりヒートポンプ技術を外調機に応用し、様々な製品を開発、販売している。中でも、省エネ性を考慮した空冷ヒートポンプ式熱回収外調機は歴史も古く、数多くの納入実績を誇る。今回その製品を新しくバージョンアップさせた「スリム形」を開発した。この数年培ってきた弊社独自の部品技術を応用することで近年のニーズに合った製品に仕上がったと考えている。そこで本稿は従来製品との違いや新製品の特長などを紹介する。

2. 熱回収外調機について

空冷ヒートポンプ式熱回収外調機は、室内機/室外機が同一機内に組み込まれた一体製品である。外気、給気、還気、排気の4つのダクト接続を行うのみで冷媒配管工事は不要。制御機器内蔵であり、あとは電源接続を行うだけで運転可能となる。機械室内で使用可能な空冷ヒートポンプ方式であり、施工工事の簡略化、コスト削減できる特長を持つ。(図1)

室内を均圧化させるために外調機で新鮮な空気を送り込んだ分の排気量を還気として熱回収させることで省エネ運転、COPを向上させる。暖房時には室内の熱量を回収することでヒートポンプの弱点となるデフロストを抑制することができ、寒冷地でも採用しやすいメリットがある。

外調機の重要な役割となる「除湿」「加湿」については、再熱コイルを搭載し圧縮機の吐出ガスを一部再熱コイルへ送ることで、過冷却除湿した空気を再熱させることが可能。快適なドライエアーを供給することができる。暖房では再熱コイル分が凝縮能力を向上させる。加湿については気化式加湿器を搭載し、加湿空気を供給することができる。

こういった弊社独自の技術が省エネ製品として認められ、令和4年度の先進的省エネルギー投資促進支援事業費補助金対象製品として登録に至っている。



図1 空冷ヒートポンプ式熱回収外調機（従来品）

3. 製品概要

3-1. 製品コンセプト

オフィスビルオーナーにとって、レンタル比は非常に重要な要素である。特に土地の高い都会では敷地面積自体が高い価値を生む。空調機器を設置する機械室などは価値を生まないため、省スペースにする必要がある。また外調機をセントラル方式にする場合、使用量を分けることが難しいという課題がある。この2点の課題を解決するために外調機の小型化、個別分散化を製品開発のコンセプトとした。

今回開発した「スリム形」は従来製品の空冷ヒートポンプ式熱回収外調機をベースにし、小型化且つ、個別分散方式のワンस्पアン外調機として開発に着手した。書庫棚の奥行き 600 mm を目標とし、स्पアン毎の柱間に収め、設置面積を抑えるために従来の横長構造ではなく、縦長構造とした。(図2)

《設計条件》

事務所面積：1 スパン 50m² × 4 スパン = 200m²

事務所人数¹⁾：0.15 人/m² × 200m² = 30 人

必要外気量²⁾：1 人当たり 30m³/h × 30 人 = 900m³/h

上記設計条件より、風量 1000m³/h、圧縮機 3 馬力を搭載した 1000 型を基本軸とし、風量 650m³/h、圧縮機 2 馬力を搭載した 650 型の 2 ラインナップ

を用意した。外調機を小型化することでオフィスビル個別分散方式以外にも小規模な老健施設やクリニック、ホテル宴会場などの単独使用も想定し、様々な用途でこの「熱回収外調機スリム形」を採用頂けるものと考えている。

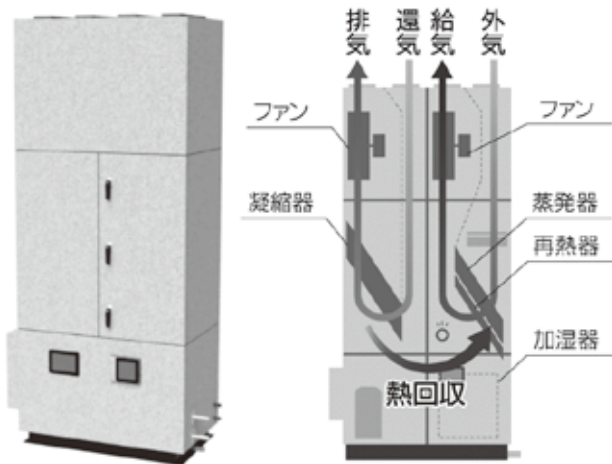


図2 空冷ヒートポンプ式熱回収外調機スリム形
(型式: ARV-1000SUW)

3-2. 製品構成

3-2-1. 斜平コイル

設置面積を抑え、且つ蒸発器、凝縮器の伝熱面積を確保するために当社独自の技術「斜平コイル」を搭載した。従来のコイルを斜めにすると風路に対して銅管が空気抵抗となり静圧が高くなる。斜平コイルはそれを解消するために、アルミフィン自体を斜めに加工し、オーバル管を風路に対して整列させることで低圧損、コンパクトな熱交換器が完成した。(図3) また従来製品の特長でもあった「再熱コイル」も斜平コイルとして標準搭載。「除湿再熱」で快適なドライエアーを給気する。

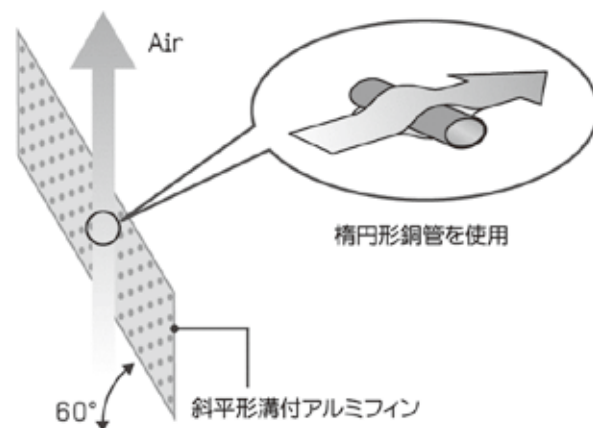


図3 斜平コイルのイメージ図

3-2-2. 電極式蒸気加湿ユニット

従来製品に搭載されている気化式加湿器では気化熱による温度低下や湿度が乗りづらい課題があった。当該機は加湿を重視し、制御性の高い「電極式蒸気加湿器」を標準搭載とした。

(写真1) 蒸気加湿は同温度で絶対湿度を上げることができる。ウィルス感染予防として相対湿度40%以上の確保が推奨される中、外調機としてしっかりとした加湿を実現することができる。

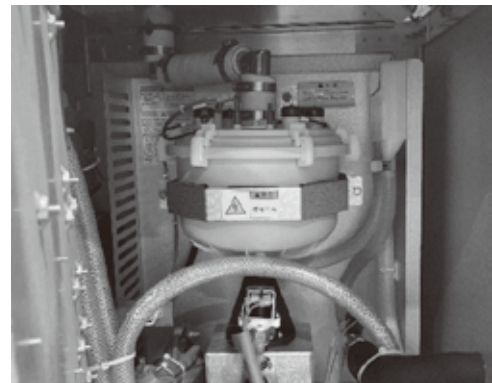


写真1 電極式蒸気加湿ユニット

3-2-3. 高静圧ファンユニット

機械室から繋がる各ダクトや吸込口、吹出口を見込んだ機外静圧を確保しなければならない。低風量ではあるが機械室からの距離や様々なシステム構成を考えると高い機外静圧を求められる。今回、低風量、且つ、機外静圧200Pa以上を実現するために薄形、大口径の片吸込み形シロッコファンを開発。省スペース化としてマウスリングにモータを直接取り付ける構造とした。モータは消費電力を抑えることができるブラシレスDCモータを採用。片吸込みで高静圧、低風量、省エネ、省スペースを実現した新型ファンとして「トルネードファン」と命名し、給気側、排気側両方に搭載した。(図4)

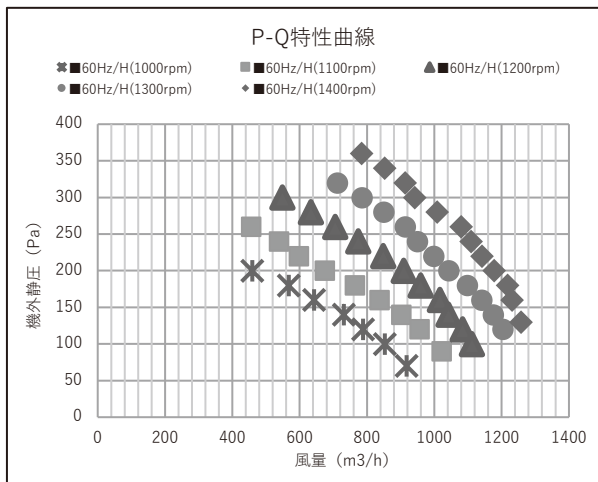


図4 トルネードファン

使用用途を広げるため、一般の建物でも採用しやすいよう単相 200V で設計した。ブラシレス DC モータを単相電源ドライバで回転数制御を行う。制御基板からの電圧指令により、DC モータからの回転数フィードバックで安定した風量を供給する。

表 1 に回転数別の P-Q 特性を示す。必要な機外静圧に対して回転数を設定することで、省エネ制御が行える。仕様は機外静圧 200Pa、風量 1000 m³/h としたが回転数を上げることでそれ以上の性能を出すことも可能である。

表 1 高静圧ファンユニット P-Q 特性



3-2-4. R32 冷媒ユニット

弊社として初めて外調機に地球温暖化係数 GWP 値が低い R32 冷媒を採用した。R32 冷媒は微燃性冷媒に位置付けられており、万が一の漏洩に備え、JRA 規格およびガイドライン³⁾に基づき、漏洩検知センサを設けた。(写真2)

センサは蒸発器側付近と凝縮器側の冷媒ユニット付近の 2 箇所にて設け、漏洩を監視する。リモコンへの漏洩検知表示、警報、並びに送風運転で攪拌させる制御とした。冷媒ユニットはインバータによる圧縮機比例制御、電子膨張弁にてスーパーヒート制御を行う。



写真2 R32 漏洩検知センサ⁴⁾

3-2-5. 制御盤

制御盤には CPU 制御基板、ファン用ドライバ、圧縮機用インバータ、電子膨張弁用パルスコントローラなどの制御機器を搭載。当社独自の制御プログラムにより自動制御を行う。リモコンの温度、湿度設定により機内に取り付けられた各センサで各ユニットを制御する。

制御盤内蔵の一体製品のため、近年の施工人員不足や施工費用高騰を抑える一役を担うことができる。(写真3)

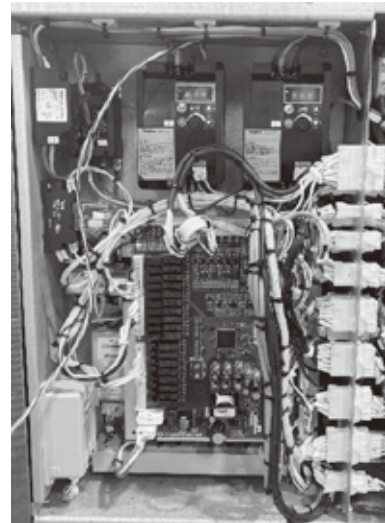


写真3 制御盤

3-2-6. マイティリモコン

弊社製品のマイティリモコンを用いて操作が可能。家庭用エアコンのように温度、湿度を設定するだけで給気の空気状態を制御する。

運転モード、風量切替、運転発停などの基本操作以外にセンサ温度や冷媒圧力などの機器情報も確認でき、時計機能で週間スケジュール運転も可能。機器エラー発生時の自己診断 QR コードや異常履歴など、リモコン一つで様々な情報を管理することができる。(写真4)



写真4 マイティリモコン

4. メンテナンス性

奥行き 600mm と非常に薄形の製品で壁に沿った施工となることから、冷媒ユニットや DC モータ、蒸気加湿タンクなどのメンテナンスは全て前面から行う必要があるため、各ユニットを前面から取り外せる構造とした。

制御盤はコネクタ化し、取り外し可能。銅管を切断すれば制御盤の奥にある冷媒ユニットを引き出せる。蒸気加湿タンクも同様。

DC モータに関しては仕切板を取り外し、ファンのマウスリングを取り外すとファンランナーと DC モータが一体で引き出せる構造とした。

前面パネルもリフトハンドルを用いた観音開き扉とし、熱交換器やドレンパンの清掃なども行いやすい。定期的なメンテナンスを行うことで高寿命化に繋がり、サステナブルな製品となる。

5. 搬入性、施工性

省スペース設計のため H2400mm と縦長な製品である。輸送、エレベータ搬入を想定し、高静圧ファンユニットを分割できる設計とした。

H2400mm に収まらない現場には高静圧ファンユニットを取り外した高さ約 1800mm の「斜平コイルユニット」として設置することも可能。

別ラインナップの天井埋込形高静圧ファンユニットとダクト施工することでセパレート仕様として選択できる。(図5) セパレート仕様はスペースに限りのあるリニューアル案件に応用できると考えている。

6. おわりに

このように従来の考え方に捉われず、新しい技術を多く取り入れて、従来製品の良いところとミックスさせながら、さらに進化した新たな製品を生み出すことができた。

弊社の社是「我々は知恵と汗を礎にして社会に貢献する」の精神に基づき、技術と製造が丸となり、知恵と汗を出して完成した製品と考えている。

これからも製品販売を通じて弊社の想い、考えを全国に広めていき、人々のお役に立てるよう社会に貢献していく所存である。

参考文献

- 1) 国土交通省大臣官房官庁営繕部設備・環境課監修「建築設備設計基準」令和3年版 P351
- 2) 建築基準法施行令第20条の第2号
- 3) JRA-GL19(2023)「微燃性(A2L)冷媒を使用した設備用エアコンの冷媒漏えい時の安全確保のための施設ガイドライン」
- 4) フィガロ技研株式会社ホームページ製品案内より

連絡先

〒510-0303 三重県津市河芸町東千里 991 番地
木村工機株式会社 河芸製作所 技術部 塩地 正紀
TEL 050-3784-1929 E-mail shioji@kimukoh.co.jp

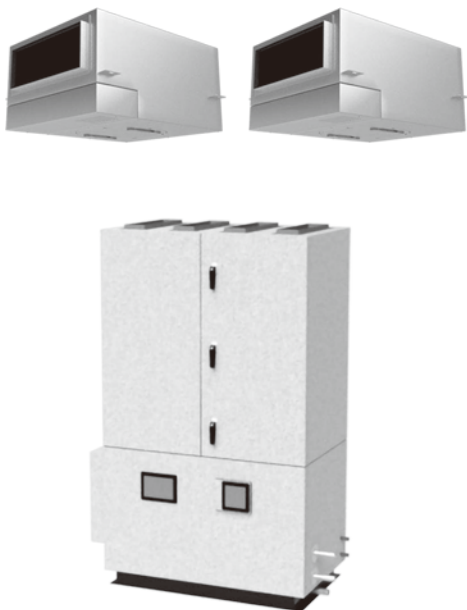


図5 高静圧ファンユニットと斜平コイルユニット
(セパレート仕様) イメージ図