

外調機による換気機能強化と感染症対策技術

＜外気処理空調、給排気、熱回収機能を持つ空冷HP式熱回収外調機＞

木村工機㈱ 齊藤 一成

1. はじめに

新型コロナウイルスの感染症対策として十分な「換気」の実施が強く訴えられている。厚生労働省は、「ビル管理法の空気環境基準に適合していれば、必要換気量（一人あたり30m³/h）を満たすことになり、換気が悪い空間には当てはまらないと考えられる」と発表している。同法が定める空気環境基準は浮遊粉塵量、一酸化炭素含有率、二酸化炭素含有率、温度、相対湿度、気流、ホルムアルデヒド量の7項目である。これらの管理と十分な換気を両立するには新鮮空気を処理して給気する「外調機」が極めて重要な役割を担う。

そこで、本稿では導入外気の除塵、冷却除湿、再熱、加熱、加湿、給排気機能を有し、省エネルギー性と衛生面に配慮した熱回収技術を一体化した空冷HP式熱回収外調機（以下「本装置」）を用いた換気空調について、その概要を紹介する。

2. 熱回収外調機開発の背景

本装置が上市された2001年は、国土交通省の主導によりCASBEEが開発された時期と重なる。この頃より地球環境や周辺環境への配慮、ランニングコスト、利用者にとっての快適性といった建築物の総合的な性能評価が注目されるようになった。当社は、室内空気質の改善に不可欠である外気処理空調に着目し、換気空調機能を1台で満たす装置として熱源一体形の熱回収外調機を開発、病院やオフィスビル、商業施設など多くの建築物へ納入し、空気環境管理に

貢献している。

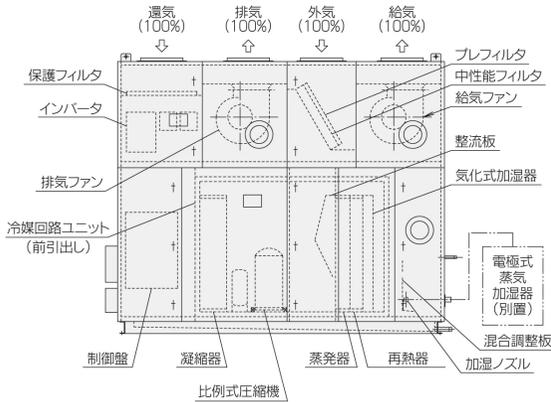
近年、インフルエンザ感染症対策として冬期の加湿要求が高まりを見せる中、新たに気化式と蒸気式を併用した「ハイブリッド加湿」搭載モデルを開発している。また、室内CO₂濃度1,000ppmを基準に通常はCO₂制御運転をしながらも、換気強化時は全換気空調運転へと切替える機能を追加、ニーズに対応しながら改良を続けている。

3. 熱回収外調機の構造

次に本装置の構成について、代表機種である床置コンパクト形ARV-YZ型を用いて説明する（第1図）。製品構造上の主な特徴は、所謂、室内外機一体構造にある。凝縮器、蒸発器、圧縮機、再熱器、加湿器、冷媒配管より構成された冷媒回路ユニットと給気／排気ファン、インバータ、制御盤、各種センサー、エアフィルター等を一体的に内蔵している。冷媒を機内に封入するこの一体構造は、現地での配管工事が不要であり、フロン使用量も最小限に抑えることができるため、環境負荷低減にも配慮された構造と言える。

4. ヒートポンプ式熱回収の特徴

本装置は、室内排気を冷媒回路ユニットの凝縮器側に通風して熱回収し、換気によるエネルギーロスを抑えている。凝縮器側と蒸発器側はセパレート構造であり、給気側と排気側の空気が直接交わることなく熱回収するため、室内還

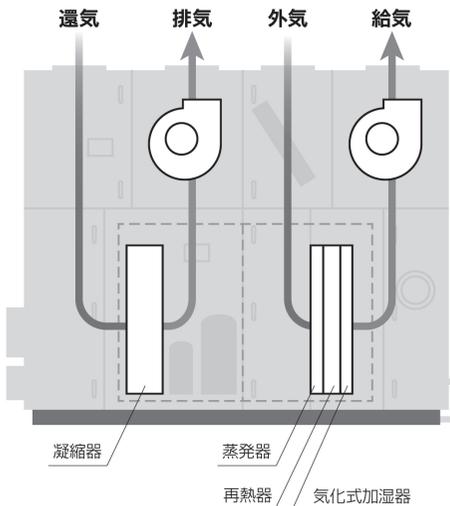


第1図 熱回収外調機ARV-YZ型の構成

気に含まれる臭気や細菌、ウイルスといった汚染物質は給気側へ移動することがなく、確実に排気される。このため、衛生的な熱回収が可能である(第2図)。

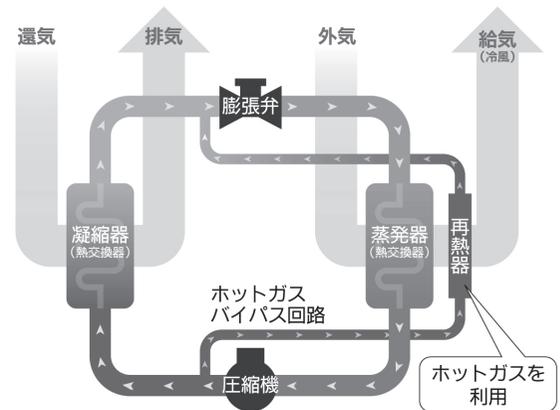
また、温調された室内空気熱の再利用は、COP向上や排気容量の小型化といった省エネ効果を引き出すと共に、冬期の着霜や夏期のオーバーヒートを抑制し、給気温湿度の安定化を図っている。

5. ホットガス再熱によるドライエアーの供給
本装置は冷房運転(除湿設定)時、ホットガスの一部を再熱器へバイパスすることで、エネ

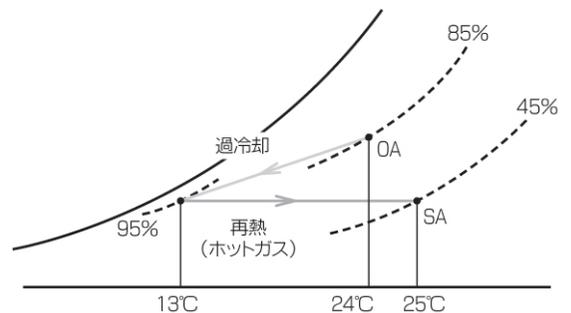


第2図 熱回収外調機のエアフロー

ルギーを無駄にすることなく除湿再熱処理を行うことができる。制御スイッチで設定した給気温湿度より絶対湿度を演算し、過冷却除湿の後に再熱運転を行う。この機能により、梅雨や秋雨といった高湿度の季節においても爽やかなドライエアーを室内へ供給し、快適性を損なうことなく換気による空気の入替えを行うことができる(第3図、第4図)。



第3図 冷凍サイクルとホットガスの再熱利用(冷房時)



第4図 低負荷時の除湿再熱運転

6. 温湿度とウイルスの相関

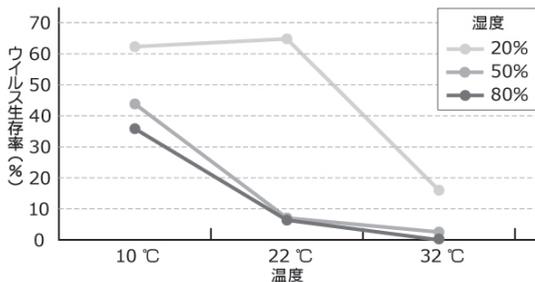
衛生的な室内環境を維持するためには、換気による空気の入替えと同時に適切な湿度管理が求められる。湿度は、ウイルスや菌類の生存率にも作用するため、室内の相対湿度は常に40~60%に制御することが求められる(第5図)。

特に冬期、換気と暖房により形成される室内の乾燥状態は、インフルエンザウイルスの生存率を高めると共に、人の気道粘膜の防除機能を

| 室内有害物質 | 相対湿度 % RH | | 最適湿度 | | | | | 減少 ▲ 増加 ▼ | | | |
|--------------|-----------|------|------|----|----|----|----|-----------|----|----|----|
| | 増加 ▲ | 減少 ▼ | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| バクテリア | ▲ | ▼ | | | | | | | | | |
| ウイルス | ▲ | ▼ | | | | | | | | | |
| 菌類 | ▲ | ▼ | | | | | | | | | |
| ダニ | ▲ | ▼ | | | | | | | | | |
| 呼吸系伝染病 | ▲ | ▼ | | | | | | | | | |
| アレルギー(鼻炎・喘息) | ▲ | ▼ | | | | | | | | | |
| 化学作用(サビ等) | ▲ | ▼ | | | | | | | | | |
| オゾン生成 | ▲ | ▼ | | | | | | | | | |

第5図 相対湿度と微生物の相関 (ASHRAE TRANSACTIONS 1985年)

弱めることで、罹患しやすくなるとされる。そのため、暖房時は室温22℃、湿度50%程度が理想とされ、換気量に応じた十分な加湿が感染症予防に有効と考えられている(第6図)。



第6図 インフルエンザウイルスの生存率と温湿度の関係 (出典: G.J.Harper 1961年)

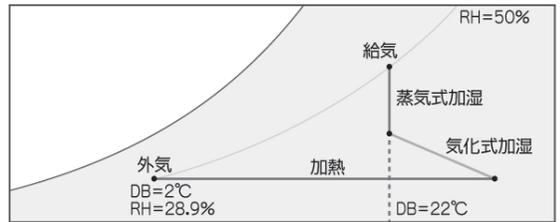
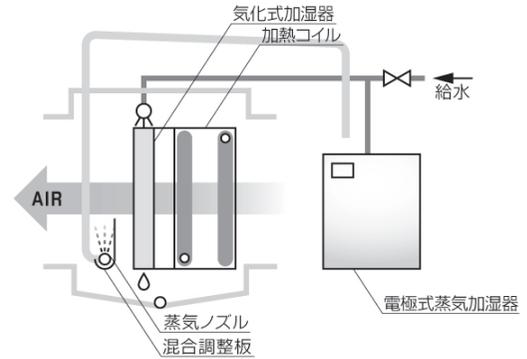
7. ハイブリッド加湿

本装置は「ハイブリッド加湿」を搭載し冬期、室温22℃、湿度50%基準の絶対湿度を満たす設計となっている。気化加湿の不足分を蒸気加湿で補う本方式は、消費電力を抑えながら適切な湿度環境を維持することができる。

また、蒸気加湿の併用により、外気冷房加湿や蒸気加湿暖房が可能となり、冬期のほか、春先や晩秋といった低湿度の季節においても適切な温湿度を維持し、換気と両立する(第7図)。

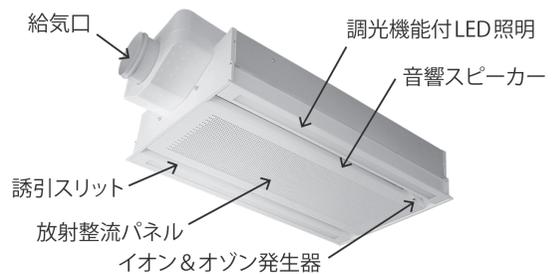
8. 放射整流ユニットを用いた感染症対策

本装置により温湿度調整された新鮮空気はイオン&オゾン発生器を装着した空調吹出口「全



第7図 ハイブリッド加湿

空気式放射整流ユニット」により、対策を強化できる。この吹出口を用いた放射整流空調は、従来の対流空調と異なり、強制的な空気の拡散を必要としないため、飛沫やエアロゾルの拡散を抑制できると考えている(第8図)。

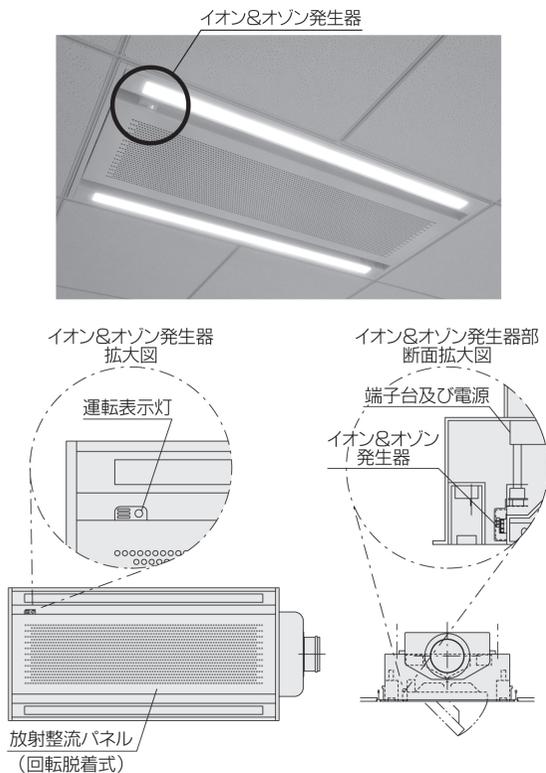


第8図 全空気式放射整流ユニット

また、イオン&オゾン発生器より放流した分子は、空調用加湿水分子と結合し、「みずたまイオン」を形成、空気中に浮遊するウイルスやバクテリア、塵埃、花粉、PM2.5などを捕捉し、本装置による換気で屋外へ排出する(第9図)。

9. 気流を感じない放射整流空調の仕組み

「全空気式放射整流ユニット」は、冷温風の



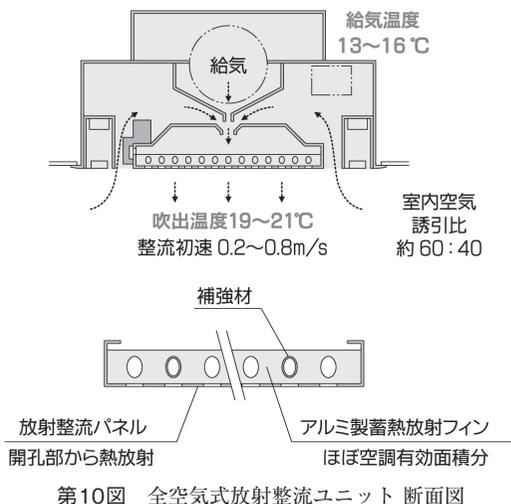
第9図 イオン&オゾン発生器

給気圧力を利用して室内空気をユニット内に誘引し、混合して再熱する。混合空気は放射整流パネルに内蔵するアルミ製蓄熱放射フィンへ伝熱して放射熱を発し、微小気流 (0.2~0.8m/s) を併用して緩やかに空調する。

強制気流を要因とした温度ムラ、冷え過ぎ、暑過ぎ、乾燥、塵埃の拡散といった不快要素を解消する空調方式として採用が広がっている (第10図)。

10. オフィスにおける設置事例

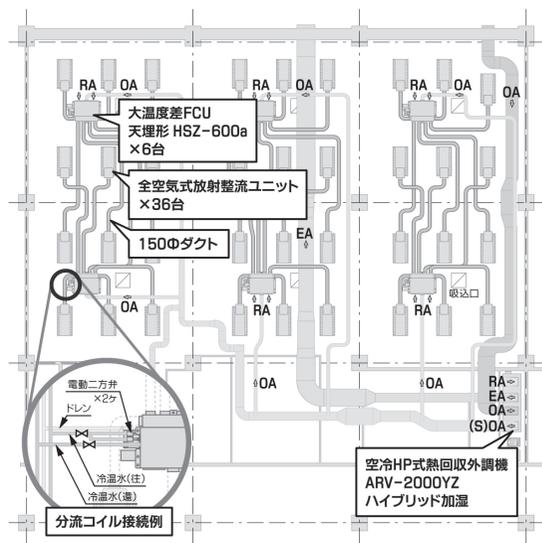
当社東京オフィスでは、本装置と冷温水式大温度差FCU (大温度差 $\Delta t10K \pm 0.5$ 、30%低負荷対応)、イオン&オゾン発生器を装着した全空気式放射整流ユニットからなる空調システムを導入し、2019年8月より本格稼働している。外気導入から室内給気にいたるまで、オフィスにおける換気空調の各過程において本稿で紹介した技術を実装した快適で衛生的な空調システ



第10図 全空気式放射整流ユニット 断面図

ムである。

当社では、本システムをみず空調の環境性と空冷HPの利便性や効率性を合わせ持つ次世代空調のロールモデルとして提案を開始している (第11図、写真1)。



第11図 東京オフィスの概略平面図

11. おわりに

換気的重要性が高まる今日、確かな給排気、適切な温湿度、衛生的な熱回収、省エネ性など換気空調に求められる要素技術を一体化した本



写真1 熱回収外調機ARV-YZ型（本体と蒸気加湿器）

装置と、気流の拡散を抑制する放射整流ユニットが広く普及し、衛生的で健康的且つ快適な室内環境づくりに役立てば幸甚である。

【筆者紹介】

齊藤 一成
木村工機(株) 事業推進本部 営業推進部
部長