

4.2 空調冷熱システム Air-Conditioning & Refrigeration Systems

■ ルームエアコン“霧ヶ峰”Zシリーズでの消費電力の抑制技術



Power Consumption Reduction Technology Applied in Room Air Conditioner "Kirigamine" Z Series

当社は2023年10月に2024年度家庭用ルームエアコン“霧ヶ峰”Zシリーズを発売した。これは、快適性を維持したまま無駄な消費電力の発生を抑制する新機能を搭載したルームエアコンである。それまで当社のルームエアコン開発では、近年の住宅断熱性能向上や感染症の流行に伴う在宅時間の増加に合わせて、長時間運転時の快適性と省エネルギー性を高めてきた。2024年度の製品にも、着霜量が少ない場合の霜取り頻度を削減して、長時間運転時の消費電力量を抑制する新機能“快適ロング暖房”を導入した(図1)。それに加えて、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の5類移行による外出機会の増加と、それに伴うエアコン起動回数の増加を見据えて、起動時の快適性と省エネルギー性に着目した新機能“エコスタート”を導入した。この機能は、据付け先の空調負荷に適応した制御量をエアコン自身が算出し、動作させるものである。これによって、起動時の暖め過ぎや冷やし過ぎを防止するとともに、起動から室温安定までの消費電力量を抑制する(図2)。

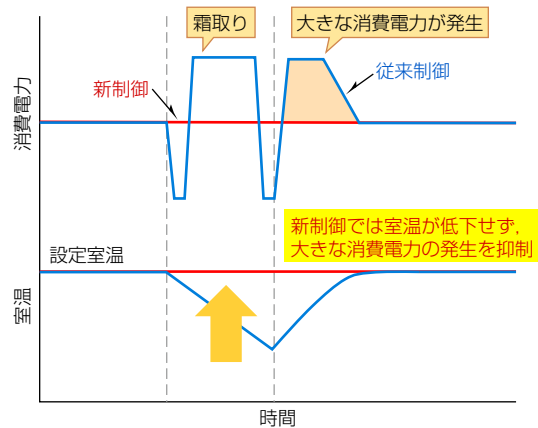


図1-霜取り運転時の消費電力と室温の変化
従来制御と新制御“快適ロング暖房”の比較イメージ

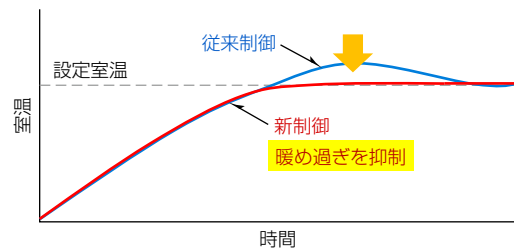


図2-暖房起動時の室温変化
従来制御と新制御“エコスタート”の比較イメージ

▲ 空調機と換気送風機の連携による快適性、省エネルギー性の向上



Improvement in Comfort and Energy-Saving by Linking Air Conditioners and Ventilation Fans

新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の感染拡大を受けて、室内空間には快適性に加えて清潔性が求められ、フレッシュエアを取り込める換気送風機の需要は高まっている。ただ、換気によって室内の温度むらや空調負荷が増加し、快適性や省エネルギー性悪化の要因になることから、空調機と換気送風機の効率的な運転が重要になる。

そこで、空調機と換気送風機が連携し、快適性と省エネルギー性を考慮した運転が可能になる“換気制御インターフェース”を開発した。この製品を接続することによって、空調機やリモコンから送信される情報を基に換気送風機の風量をコントロールしたり、換気送風機の風量情報を基に空調機をコントロールしたりできる。空調機の運転開始時に換気機器の運転を遅らせる“遅延運転”や、暖房中に換気送風機の風量を増加させたときに空調能力を増加させ

る“室温低下抑制運転”等によって、室内環境の快適性を向上させることができる。また、空調機の“人感ムーブアイ”で検知した在室人数に応じて換気風量を変更する“人感ムーブアイ”連携”や、外気温度が室温より低いときに換気送風機の風量を増加させ、外気を利用して室温を下げる“外気冷房”等によって、省エネルギー性を向上させる。

この製品によって、空調機と換気送風機の連携運転が可能になり、室内の快適性と省エネルギー性の向上に貢献できる。



換気制御インターフェースの接続イメージ

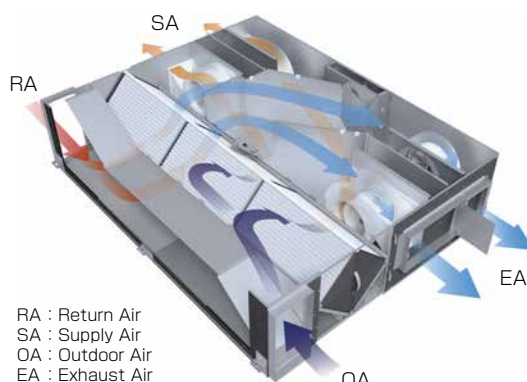
海外向け中風量業務用ロスナイ

New Middle Range Commercial Lossnay

欧州を中心に販売していた現行機種のフルモデルチェンジと同タイミングでUL(Underwriters Laboratories)規格に適合した北米向け機種を同時開発し、計6機種を発売した。風路構造を大幅に見直してバイパス専用風路を廃止することで、機内圧損を低減する。給気側、排気側それぞれにファンモーターを2個ずつ搭載した特徴を生かした片側ファン運転によるロスナイエレメントバイパス運転を実現し、欧州エコデザイン指令のフリークーリング要件に対応した。給気と排気の対称化によって機外静圧を同一化するとともに、給気風路と排気風路を入れ替える機能を新設することで、機器選定及び製品設置位置の自由度を向上させた。また電源高調波抑制対策として三相電源化を実施し、高機外静圧化とリアクトル削減及び当社中津川製作所製DCモーター採用によるコスト低減を実現した。その他新機能として2～4台を並列に接続し同期運転させることで同一ダクト配管に対して大風量を実現できるリーダー・フォロワー機能、現地調達の高圧センサーをロスナイ回路と接続することで検知圧力を一定に保つ定静圧制御を導入した。業務用ロスナイが参入できていない大風量域で大きな市場規模を持つ現地Air handling Unit領域(最大10,000m³/h)への参入・置き換え提案も積極的に行っていく。



外観



RA : Return Air
SA : Supply Air
OA : Outdoor Air
EA : Exhaust Air

風路構造

ダクト用換気扇“中風量タイプ”

Duct Fan "Medium Volume Type"

ダクト用換気扇の新商品開発では、当社が特に得意とする非居住用途(事務所、店舗など)に用いられる“中風量タイプ”の低騒音化技術の開発を実施した。

中風量タイプでは、風量が大きいため騒音も大きくなる傾向にあり、快適性を損なうことがある。そこで、低騒音化技術の開発によって、快適性を向上させるとともに、他社差別化による更なる規模拡大を目指す。

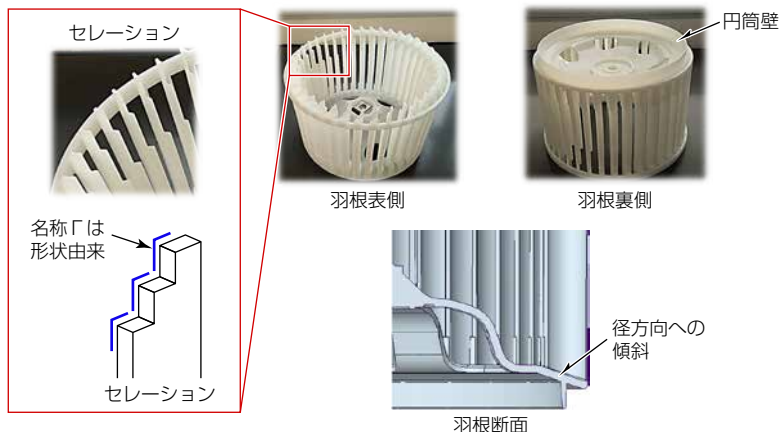
技術開発では、羽根形状にセレーションと呼ばれる段差形状を採用することで、騒音源

になる渦を細分化させ、また、羽根主板でも、径方向への傾斜及び主板裏側に壁を設けて空気の流れを効率的に動かすことで、騒音の低減を可能にした。

これらの技術を具現化した新羽根“デルタシロッコファンΓ”を採用することで、当社の代表機種であるVD-18ZXタイプで、従来機種に対して最大3dBの低騒音化、業界トップクラスの静音性を実現した。



外観



低騒音羽根 デルタシロッコファンΓのイメージ

ターボインシロッコファンによる室内ユニットの小型高性能化

Miniaturization and High-Performance of Indoor Unit with Turbo in Sirocco Fan

1. ま え が き

天井埋込形室内機は事務所、ホテル等で使用されて、ダクト接続されたフロア・部屋内を空調する。ダクトの送風抵抗が大きく、シロッコファンを搭載している。近年、狭小設置環境に対応できる製品の小型化が求められており、高圧化と省エネルギー性・低騒音が必要になっている。

2. シロッコファンの課題

図1に、特性悪化の要因になる次の三点を示す。

- (1) ファン高さ方向での風速分布不均一
- (2) 翼角度が気流の流入方向と不一致であることによる気流の剥離
- (3) 翼長が短いことによる翼間の風速変動増大

短い翼形状では設計自由度が乏しく、新たな着眼点が必要なため、ファンの昇圧原理から見直した。ファンの圧力上昇式は全部で三項で構成されている(図2)。

第一項は絶対速度差による動圧上昇、第二項は翼部内外径の遠心力差による静圧上昇、第三項は翼間拡大による静圧上昇である。シロッコファンでは第一項で昇圧し、ターボファンでは第二項、第三項で昇圧する。ターボファンでシロッコファンと同じ風量を出すには大幅な径拡大が必要で、製品搭載が現実的に難しい。

3. 革新技術ターボインシロッコファンの開発

翼の前縁部にターボファンの要素、後縁部にシロッコファンの要素を融合することで、2章で述べたシロッコファンの課題を解決するとともに、圧力上昇式三項全てを兼ね備えたファンを開発した。図3のように、気流の流入方向に向かうターボ翼を翼前縁部に配置することで、翼面に沿う気流を生み出して、翼前縁部での気流剥離を抑制する。また、翼内周側を傾斜させて、高さ方向から流入した気流の向きを外周方向に変更し、ファン高さ方向の風速分布を均一化した。さらに、翼間流路を内周から外周に向かって拡大し、滑ら

かな風速の低下によって、翼間の風速変動を抑制した。従来のシロッコファンの風速分布を改善しつつ、ターボファンの静圧上昇の要素を加えることで、シロッコファンの上位互換技術を開発した。この技術の搭載によって、天井埋込形室内機PEAシリーズでは、製品サイズを大きくすることなく、モーターを低出力化しつつ、従来機に比べて、消費電力-12%、用途別室内機MAXZ-KTシリーズでは、能力2.2~2.8kW機種を同一製品サイズで実現した。

4. む す び

今後も空調機の更なる省エネルギー・低騒音・コンパクト化を実現することで、室内環境の快適化を目指していく。

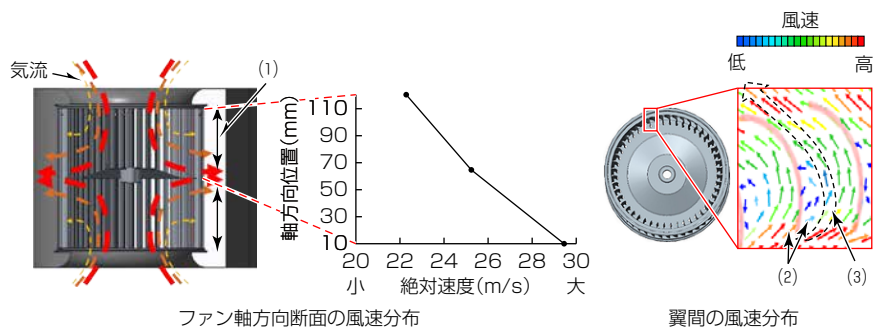


図1-シロッコファンの課題

$$P = \rho(v_2^2 - v_1^2)/2 + \rho(u_2^2 - u_1^2)/2 + \rho(w_1^2 - w_2^2)/2$$

ρ : 空気密度, v : 絶対速度, u : 周速度, w : 相対速度

- 第一項: 絶対速度差による動圧上昇(風量に関する圧力) → シロッコファン
- 第二項: 遠心力差による静圧上昇 → ターボファン
- 第三項: 翼間拡大による静圧上昇 → ターボファン

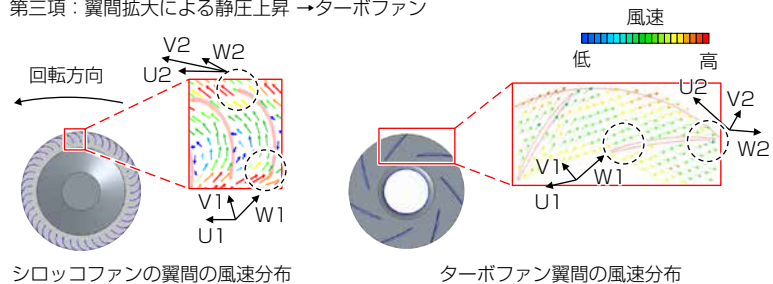


図2-ファンの圧力上昇式

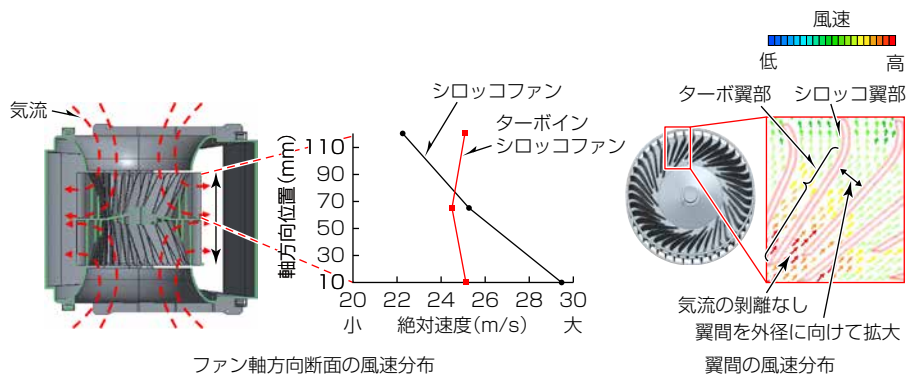


図3-ターボインシロッコファン

近年のスマートビル構想では、オフィスビル内の居室環境データの変化に応じて空調等の設備機器を制御するデータドリブン型の制御システムが求められており、ビルの構造、断熱性などが異なる物件ごとにカスタマイズされた設備機器制御が必要とされている。しかしながら、外気温の影響で室内温度が上昇する、人数変化によってCO₂濃度が上昇するなど、刻々と変化する環境状況に応じて空調機器／換気機器を制御しているオフィスはいまだ少なく、このような環境変化に対しても容易に快適な環境を提供できるよう、環境データの変化に応じた設備機器の制御がノーコード(プログラム実装不要)で実現できるクラウドシステムを研究開発中である。

このシステムは温湿度やCO₂濃度の各種センサーデータ、オフィス内の人位置データ(*1)、及び空調／換気機器等の設備機器データをクラウドに集積し、データの変化に応じて設備機器を制御可能にするクラウドシステムにしている。制御シナリオの設定は汎用のWebブラウザから設定可能な構成にして、図1に示す設定画面で“①時刻ブロック”“②入力ブロック”“③判定ブロック”“④出力ブロック”の各機能ブロックをドラッグ&ドロップで配置し、配置したブロックの内容を設定することで“室温が一定温度を超えたら指定エリアの空調機を運転”“CO₂濃度が一定値を超えたら換気風量を強に切替え”等の様々なデータドリブン型の制御をノーコードで実現可能にしている。制御シナリオの実行フローを図2に示す。ユーザーがシナリオ設定Web画面で図1のようなフロー図をノーコードで設定すると、Webアプリケーションは各機能ブロックの設定内容、接続構成に従って“時刻条件”“入力値”“判定条件”“制

御内容”“次ブロックID”で構造化されたJSON(JavaScript Object Notation)ファイルを生成し、そのファイル内容をクラウドシステムに送信する。クラウドシステムは保持されたシナリオファイル内容に従って1分ごとに時刻判定を行い、条件内であれば入力データ値を読み込んで値の判定を行い、判定条件に合致すれば各設備機器用のクラウドに対して機器制御指令を送信する。これらの仕組みによって、ユーザーがノーコードで設定した制御シナリオをクラウド上で実行することを可能にしている。

このシステムは現在、当社のオフィスで実証運用中であり、その一例を述べる。ここで述べる制御の狙いは“会議室のCO₂濃度が1,000ppmを超えないようにし、かつ、過度な換気は抑えて冷房効率を上げる”こととして、制御シナリオとして“900ppm以上で換気風量を強に、800ppm以下で換気風量を弱に切替え”で設定した。この制御を実行したときの会議室内のCO₂濃度推移は図3のようになり、900ppmを超えたタイミングで換気風量が弱から強へ、800ppmを下回ったタイミングで換気風量が弱に切り替わり、想定どおりにCO₂濃度が制御されていることが分かる。この制御の制御シナリオは図4に示すシーケンスになり、簡単な操作で作成可能である。

今後、連携可能な設備機器を増やしていき、オフィスビルのデータドリブン型制御の実証運用を進めていく。

*1 位置測定アプリケーションをインストールしたモバイルパソコンの位置を人位置として利用している。



図1-制御シナリオ設定画面

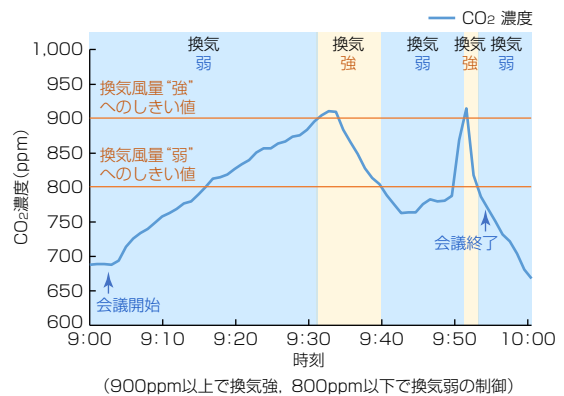


図3-CO₂濃度推移グラフ

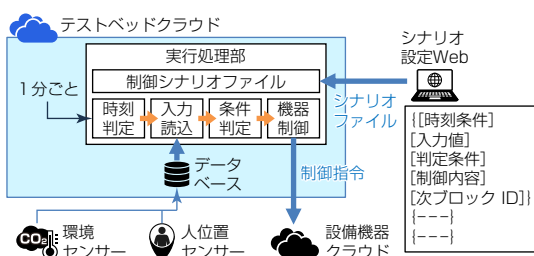


図2-制御シナリオ実行構成

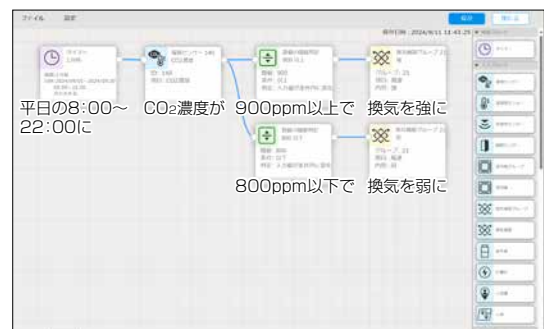


図4-換気制御シナリオ設定例