

全熱交換形換気機器 “業務用ロスナイ 外気処理ユニット”

Outdoor Air Processing Unit of Commercial Use Energy Recovery Ventilator "LOSSNAY"

*中津川製作所

要 旨

2050年のカーボンニュートラル実現へ向けて、建物のエネルギー消費量削減を目的としたZEB(net Zero Energy Building)の普及が求められている。また、2024年4月から建設業界にも時間外労働の上限規制が適用され、現場作業者の労働時間削減に直結する製品の施工性改善は、機器メーカーとして解決すべき重要な課題になっている。開発した、DCモーターを搭載した外気処理ユニットは、500m³/hの従来機種と比較し、換気と空調エネルギーを合わせて約36%、CO₂センサー装着時は更に約30%の消費エネルギー削減を見込む。また、現場での施工作业を容易にする風量制御の実装や、約14%の製品質量の削減を図るなど、省エネルギー性改善だけでなく、製品施工性改善と省資源化を達成した。

1. ま え が き

建築物の消費エネルギーの中で空調負荷が占める割合は大きく、オフィスビルなどの空調負荷は約30%に達している。その中で換気による外気負荷(換気のために室内に取り入れる外気の熱量によって生じる負荷)は空調負荷の20~30%を占めており、省エネルギー化の取組みで空調エネルギー削減のための外気負荷低減は重要な課題である。日本政府が2050年のカーボンニュートラル実現を目指すことを宣言している中、建物のエネルギー消費量を大きく減らすことを目的としたZEBの普及が求められている。

ZEB化に伴い、建物の外皮性能(断熱性能)の向上に加えて、照明のLED化やパソコンなどのOA機器の性能改善によって建物の内部発熱は減少している。このため、相対的に外気負荷の割合が増加してきたことで、換気機器の省エネルギー化が建物全体に寄与する影響は今後増加することが見込まれる。全熱交換器による省エネルギー換気ができるだけでなく、除湿・加湿運転によって室内空間を快適な環境にできる外気処理ユニットの需要が高まってきていることから、消費電力の削減と快適性の向上を両立した製品開発が必要になっている。

また、2024年4月から建築業界でも適用されている時間外労働の上限規制を受けて、製品の施工性改善は現場作業者の労働時間削減に直結し、機器メーカーとして解決すべき重要な項目になっている。

これらの課題を解決するために、機器の消費電力削減と据付方法の簡素化や風量調整容易化などによる現場での施工性改善を主軸として、更に製品の省資源化を狙った外気処理ユニットを開発した。この外気処理ユニットで、2023年度の省エネ大賞^(注1)(製品・ビジネスモデル部門)省エネルギーセンター会長賞を受賞した。

(注1) “省エネ大賞”は一般財団法人 省エネルギーセンターの登録商標であり、我が国の産業、業務、運輸各部門での優れた省エネルギーの取組みや、先進的で高効率な省エネルギー型製品などを表彰する制度である。

2. 業務用ロスナイ 外気処理ユニット

2.1 外気処理ユニットの概要

外気処理ユニットとは、ビル用マルチエアコンと接続して使用する換気機器で、省エネルギーで快適な換気を可能にする。本体内部に搭載されているロスナイエレメント(全熱交換素子)、熱交換器(直膨コイル)、加湿エレメント(滴下気化式)を用いて“全熱交換換気・暖房加湿・冷房除湿”を行い、空調負荷を低減する(図1)。



外気処理ユニット

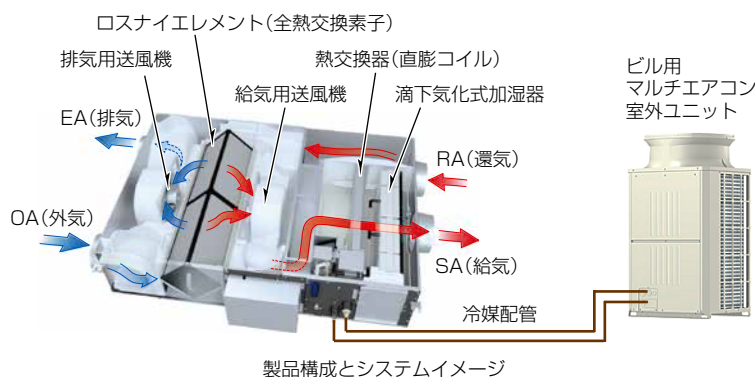


図1-外気処理ユニットの概要

2.2 加湿と除湿

(1) 加湿

ロスナイエレメントで全熱交換を行った外気を熱交換器で加熱した後に加湿エレメントで給水加湿することで、換気によって室内湿度が低下しやすい冬季でも建築物衛生法の湿度管理基準である“相対湿度40%”を満足する性能を持つ（図2(a)）。

(2) 除湿

ロスナイエレメントで全熱交換を行った外気を熱交換器で冷却除湿することで、空調機による除湿と比較して効率良く除湿が可能である（図2(b)）。

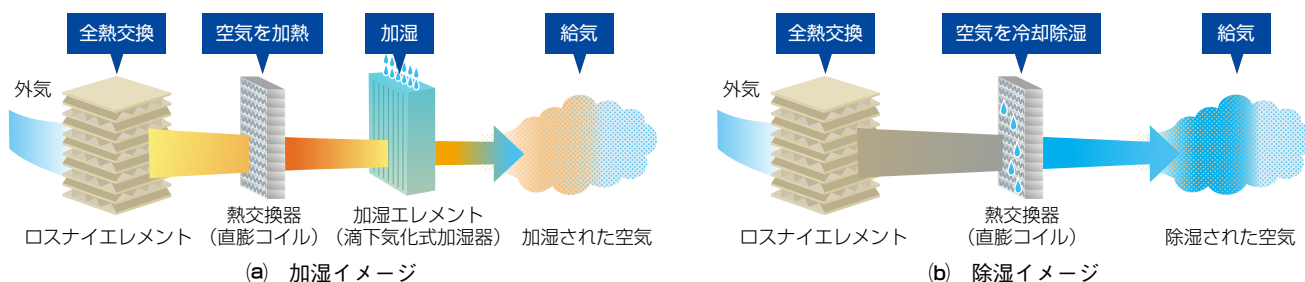


図2-外気処理ユニットでの加湿・除湿イメージ

3. DCモーター搭載による機器の消費エネルギー削減

3.1 高出力DCモーターの新規開発

外気処理ユニットに搭載しているモーターは、各風量帯に応じて最適な効率になるように自社開発している。外気処理ユニットには、通常的全熱交換形換気機器にはない除湿・加湿機能があるため、熱交換器、加湿エレメントを搭載しており製品内部の圧力損失が大きく、従来機種では大型のACモーターとシロッコファンを用いて風量特性を実現していた。そのため、モーター自体の消費電力が高だけでなく、モーター損失も大きいことで発熱抑制のための放熱フィンが必要になるなど、低消費電力化と送風機の小型化が課題であった。

今回の開発でACモーターからDCモーターへ変更することで先に述べた課題を解決しようとした際、三菱電機の既存DCモーターでは大風量機種で目標性能を達成できず、小型でかつ高出力のDCモーターを新規設計する必要が生じた。

開発した高出力DCモーターは、ローター外層部に磁気特性の高い希土類プラスチックマグネットを成形した2層構造にして、ローター部を高磁力化することによって、小型モーターサイズでの高出力化を実現した（図3）。従来のACモーターと比較して損失を66%低減し、モーター容積当たりの出力を2.9倍に向上させた。また、モーター質量を67%削減した（表1）。

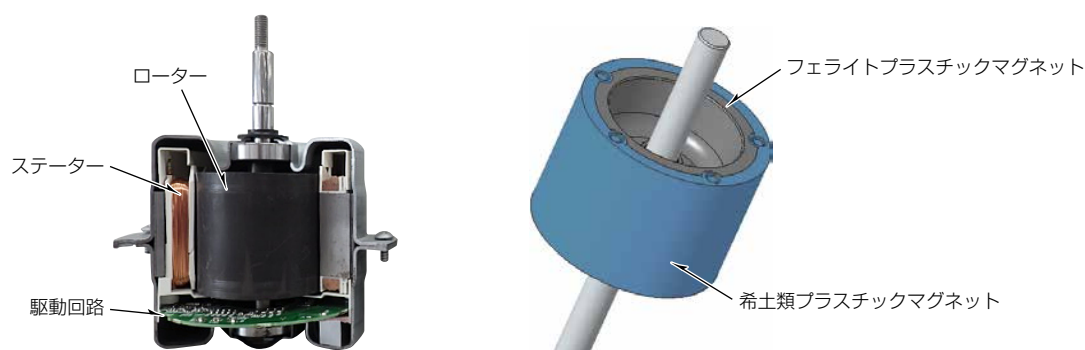


図3-DCモーター断面写真とローター2層成形イメージ

表 1-ACモーターと高出力DCモーター比較 (1,000m³/h機種)

モーター	ACモーター (従来機種)	高出力DCモーター (開発機種)
寸法 (mm)		
容積 (cm³)	1,915	784 (従来機種 - 59%)
質量 (kg)	7.3	2.4 (従来機種 - 67%)

3. 2 高機外静圧化と低消費電力化

従来のACモーターからDCモーターへ変更したことで電源の周波数によらない共通の風量特性になり，高機外静圧化と低消費電力化を実現した。従来機種と比較して，機外静圧は50Hz特性で45%以上増加したことでダクト設計自由度の向上に貢献し，消費電力は60Hz特性で20%以上削減して省エネルギー性を向上させた(図4)。

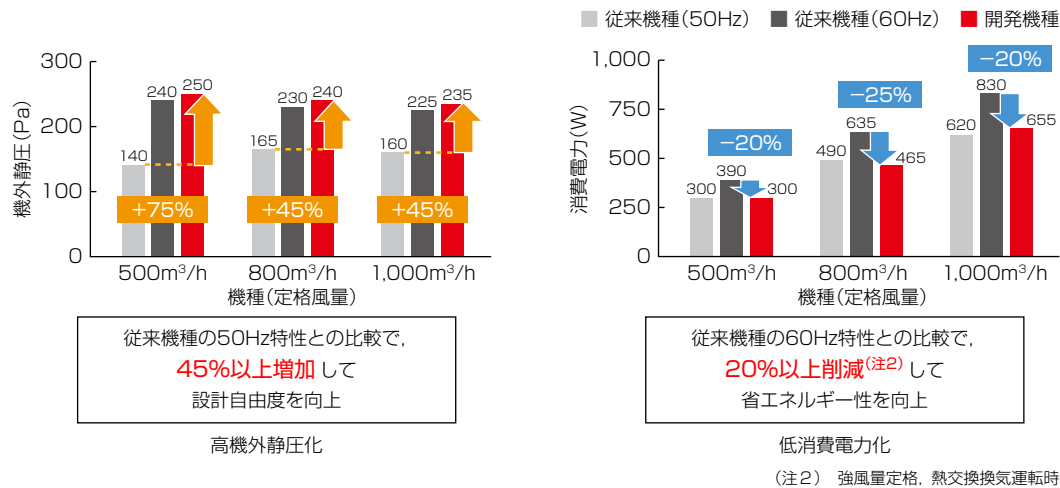
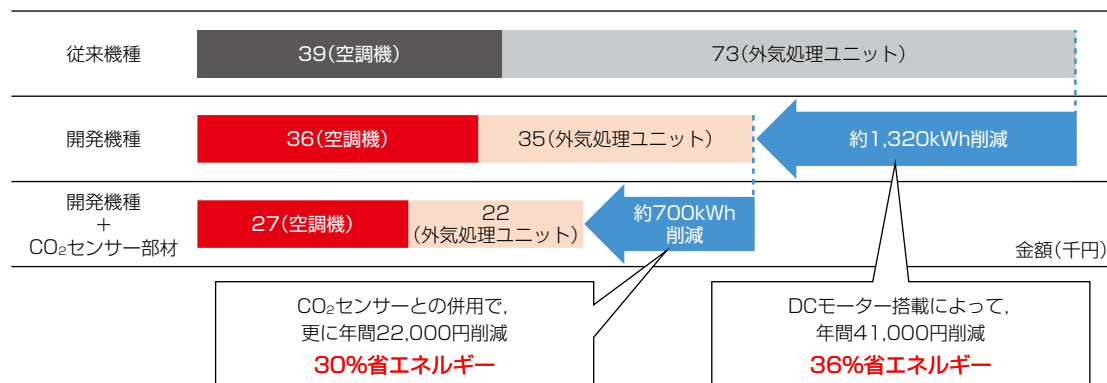


図4 -開発機種と従来機種の機外静圧と消費電力比較

3. 3 DCモーターとCO2センサーによる省エネルギー性

当社システム部材の“CO2センサー”を組み合わせて，人から発生する室内のCO2濃度が高い場合は換気量を増やして，低い場合は換気量を減らすことで，最適な換気風量の自動調整が可能である。DCモーターの制御を活用し，換気風量の

調整を従来の3段階制御から11段階制御へ拡充した。室内CO₂濃度にきめ細かく追従した換気風量制御が可能になり、無駄な換気運転を抑制することで建物の空調エネルギー削減が可能になっている。DCモーターの搭載によって、外気処理ユニットと空調機のランニングコストは、500m³/hを定格風量とした機種では機器単体で36%の消費エネルギー削減を実現した。また“CO₂センサー”を併用することで、更に30%の消費エネルギー削減を見込む(図5)。



計算条件

対象体積243m³(≒9.5×9.5×2.7m)、最大在室人数12名(1人当たりの占有面積を5m²/人で計算した18人に対して在室率67%の在室人数)
 季節日数と温湿度条件：夏期3.5か月(平日75日、休日32日)、冬期3か月(平日60日、休日30日)、中間期5.5か月(平日114日、休日54日)
 機器情報：空調機 暖房 COP3.49・冷房 COP2.8
 外気処理ユニット 開発機種：LGH-N50RDF₄×1台 従来機種：LGH-N50RDF₃(60Hz)×1台
 換気回数2.1回/h(最大ノッチ時)、目標CO₂濃度設定1,000ppm、電気料金31円/kWh
 JIS B 8628：2017に規定された全熱交換効率測定時の室内外空気条件下での当社試算(風量自動制御設定でサーモオフ許可設定時)

図5-CO₂センサー搭載による省エネルギー効果

4. 製品施工性改善

4.1 換気風量多段階制御の搭載

給気風量と排気風量で給気側の風量調整をしたい場合、従来機種の風量出力は3段階の固定値であり、現地で調整を必要とする場合はあらかじめダクト間に風量調整用ダンパーを設置して、機器へ接続するダクト抵抗を増やすことで対応していた。開発機種では運転可能な換気風量(強・弱・微弱)を11段階から任意に選択可能にすることで(定格風量を100%風量として、下限30%風量まで7%刻み、強≦弱≦微弱になるように割り当て可能)、リモコンからの設定変更で容易に風量の調整が可能になった。これに伴い、風量調整用のダンパー設置が不要になり、部材費用、施工費用と時間の削減及び省資源化に貢献した(図6)。

従来機種のリモコンは、説明書で変更したい機能名と内容を調べて、該当する“機能設定No.、機能設定値”を変更する必要があった。開発機種のリモコンは、専用画面を設けて感覚的な操作を可能にし、強・弱・微弱の換気風量を給気と排気で個別設定できるようにした(図7)。その結果、施工時や運用時の設定変更にかかる時間を29%改善した(当社試験による)。

4.2 定風量運転制御の搭載

ダクトの抵抗をDCモーターが判定して回転数を自動調節し、規定の最大機外静圧以下であれば一定の換気風量確保が可能な定風量制御機能を搭載した。図8の例では、ダクト抵抗が250Pa以下であれば風量を500m³/hへ自動で調整する。この制御によって、機器選定時の風量計算が不要になっただけでなく、製品施工時は施工現場での急なダクト設計変更に対応可能になり、試運転時の風量調整の手間も削減できる。また、製品運用時はフィルターの目詰まりなどの経年変化に対しても風量を自動で調整するため、確実な換気が可能になった。

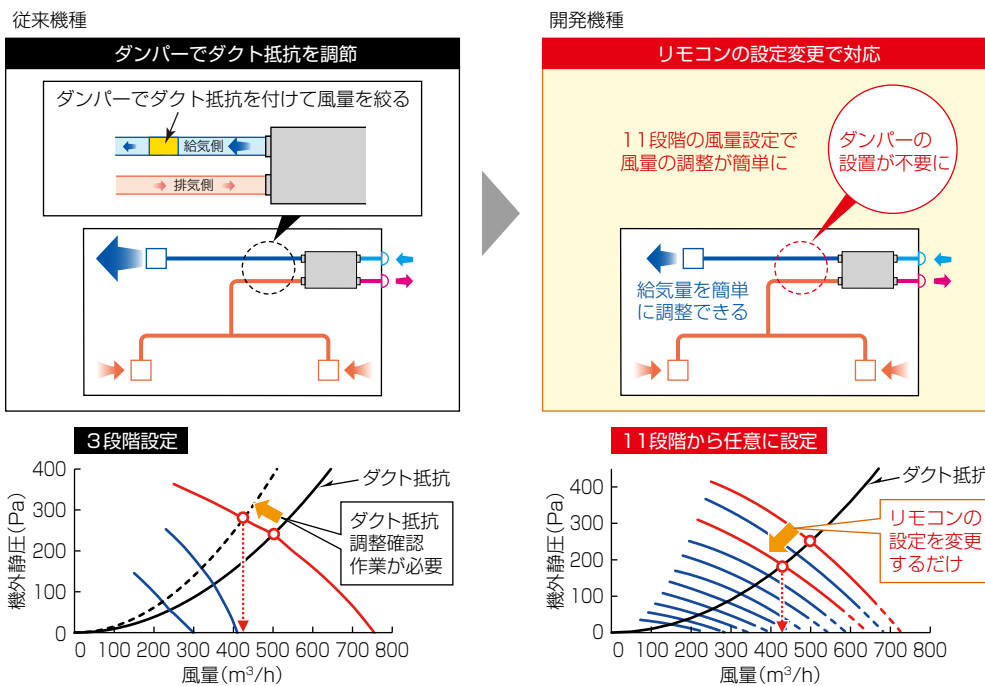


図6-換気風量多段階制御による施工性改善例



図7-リモコンと設定画面

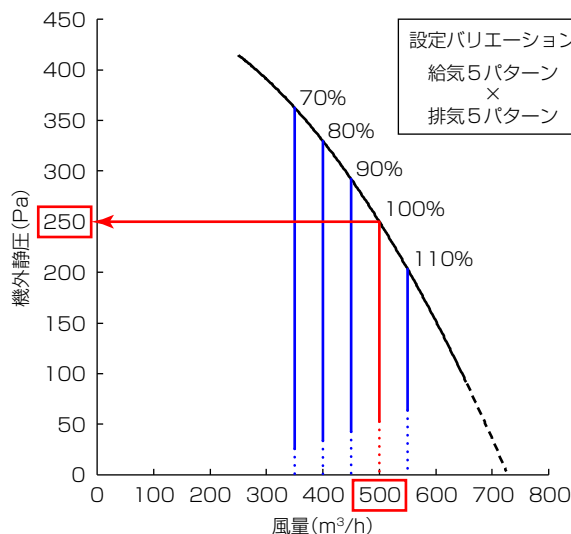


図8-定風量運転制御による運転イメージ

5. 省 資 源 化

従来機種では大型のACモーターとシロッコファンによって風量特性を実現していたため、送風機周辺の部品が多く、質量も大きいことが課題であった。開発機種では、小型DCモーターへの変更及びモーターやシロッコファンの小型化などを含む送風機周辺部の構造再設計によって、定格風量1,000m³/hの機種では16kgの大幅な質量削減を達成した(表2)。また、製品シリーズ全体としては10~16kg、約14%の質量削減になっており、軽量化による施工性改善やメンテナンス性改善に加えて、省資源化にも大きく貢献している(図9)。

表2-1,000m³/h機種の質量改善結果

項目(kg)	従来機種	開発機種	開発機種-従来機種
送風機部	モーター	14.2	-9.5(-67%)
	羽根	1.1	-0.5(-45%)
その他	98.7	92.7	-6.0(-6%)
製品総質量	114.0	98.0	-16.0(-14%)

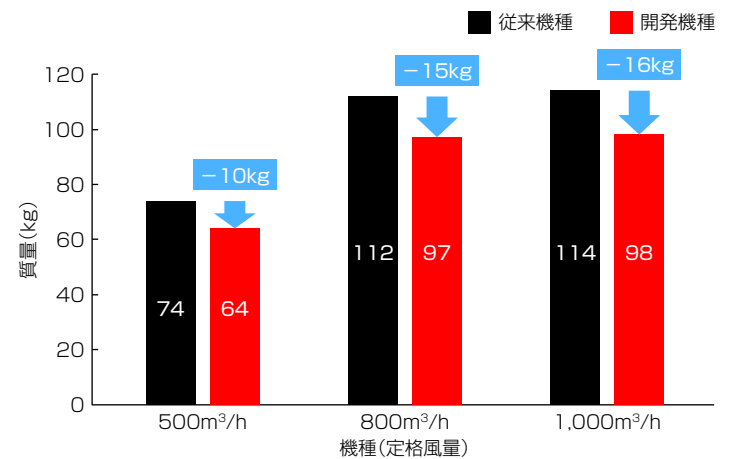


図9-製品シリーズの質量改善結果

6. む す び

省エネルギー性や製品の施工性改善、省資源化を達成した外気処理ユニットについて述べた。今後、建物のZEB推進と快適性確保の両面から、外気処理ユニットの重要性は増していくと考えている。引き続き、消費エネルギーの抑制や室内環境の快適性確保に向けた機能改善など、付加価値の提供に取り組んでいく。