

特集論文

全熱交換形換気扇“ロスナイパーシャルリノベーション” 部分更新による施工性改善と環境負荷低減

深谷繕弘*
Yoshihiro Fukaya
山口慶二郎*
Keijiro Yamaguchi

Commercial Use Energy Recovery Ventilation “Lossnay Partial Renovation”

*中津川製作所

要 旨

カーボンニュートラルの実現に向けた建物のZEB(net Zero Energy Building)化を背景に、空調と換気エネルギーの削減が重要視されていることから、全熱交換器の採用及び高効率化の需要は高まっている。

三菱電機は、既設建物に設置された天井埋込形に対して、既設品の筐体(きょうたい)を再利用し、主要部材だけを点検口から部分更新する新たなLCS(Life Cycle Solution)開発を実施した。従来の製品本体更新と比較し、天井開口工事が不要になるため、施工コスト・期間の削減が可能である。さらに、最新機種の高効率DCブラシレスモーターへの入替えを可能な仕様にして、既設品から消費電力削減を実現した。また、部分更新のため、機器更新と比較して調達・廃棄時の資源(鉄・スチロールなど)を削減し、CO₂排出量の削減につながることから、環境負荷低減にも貢献した。

1. まえがき

建築物の消費エネルギーの中で空調の占める割合は大きく、オフィスビルなどで約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空調負荷)は20~30%を占めており、省エネルギー化の取組みで外気負荷の低減による空調エネルギー削減は重要な課題である。2050年のカーボンニュートラル実現を目指している中、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化に伴って、建物の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。相対的に外気負荷の割合が増加してきたことで、外気負荷の低減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。そのため、換気による外気負荷を低減する全熱交換器の高効率化の需要が高まっている。既設建物では、高効率な全熱交換器の導入によって省エネルギー性を高めることができるが、主にオフィスビルなどで採用されている全熱交換器は天井埋込形が多く、更新する場合には天井開口を伴う工事が必要であり、施工の手間・期間・コストが問題になり機器更新が進んでいない(図1)。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たため、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取り組むべき重要な課題になる。



図1-今までの課題

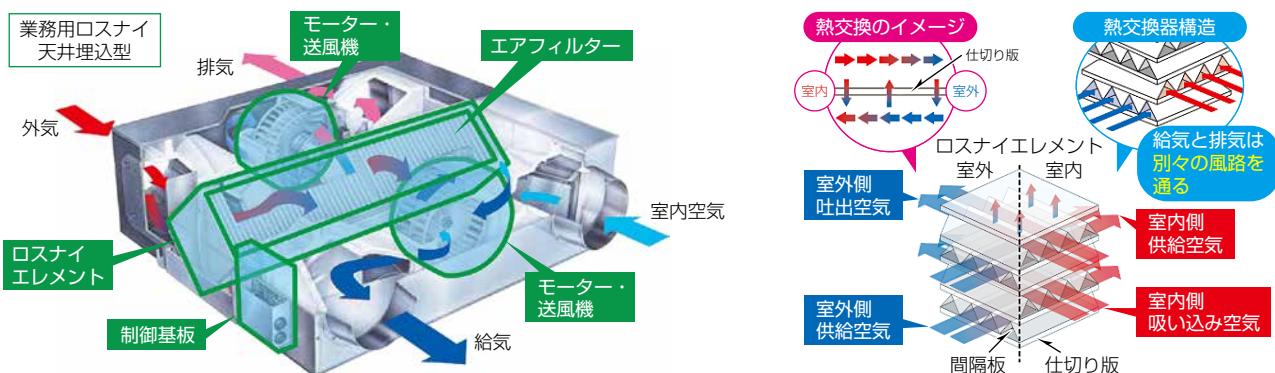
先に述べた課題を解決するために、施工の簡素化や風量調整容易化などによる現場での施工性改善を主軸として、機器更新による消費電力削減を行うことで、省エネルギー性の向上と、製品全体のライフサイクル(調達～廃棄)で発生するCO₂排出量の削減を実現し、機器更新の向上を狙った製品開発を行うことを目的とした。

2. ロスナイパーシャルリノベーション

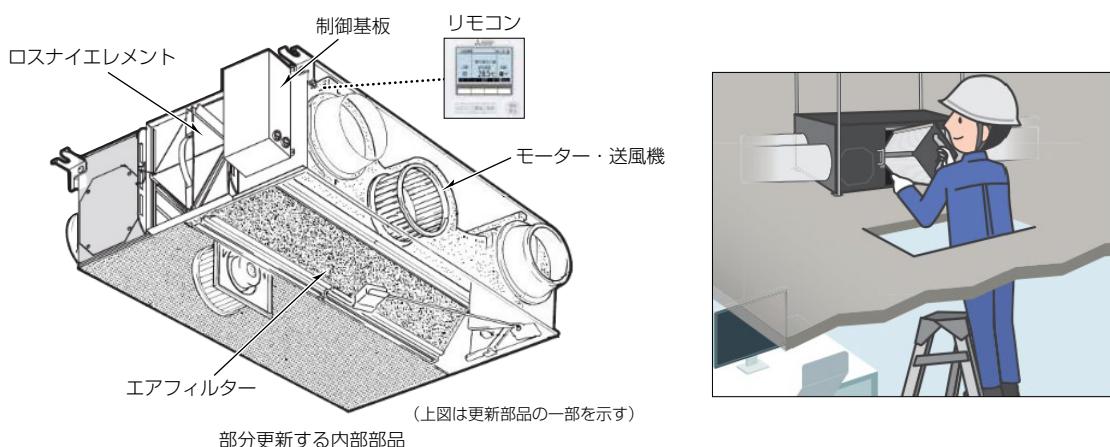
この章では、ロスナイパーシャルリノベーションの機能と特長について述べる。

2.1 製品などの詳細

全熱交換形換気扇“ロスナイ”は室外から室内への給気と室内から室外への排気を同時に行う第一種換気機器であり、機器内部にある熱交換素子(ロスナイエレメント)を用いて給気と排気を空気間で熱交換する省エネルギー型の換気装置である(図2)。



今回開発したロスナイパーシャルリノベーションは、全熱交換器の最新主要部品をパッケージ販売し、内部部品だけ更新を行う(図3)。内部部品だけの更新であれば、機器をメンテナンスするために設けられている点検口からの交換作業が可能で天井開口工事が不要になるため、省施工・省コストを実現できる。また、主要な内部部品の更新によって、省エネルギー性と機能性の向上でCO₂削減に貢献し、既設品を継続して使用可能にする。



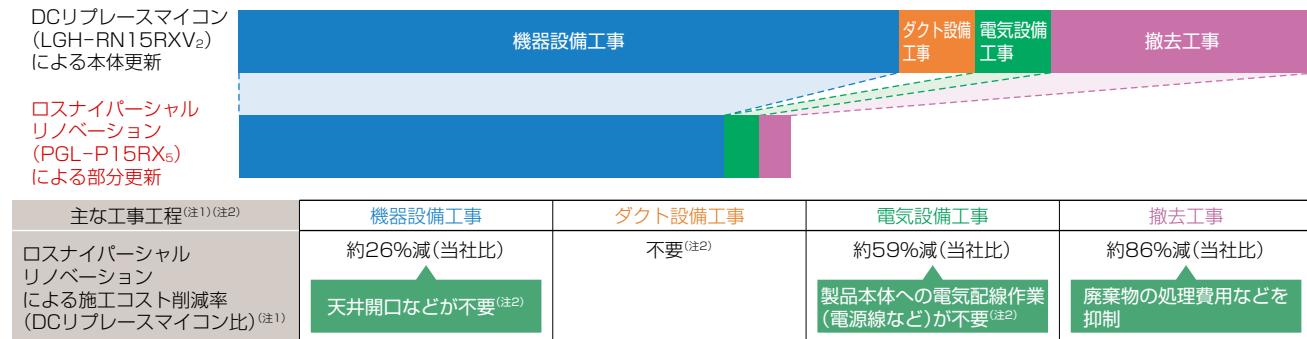
この開発の指針は、主要部品をパッケージ販売することで、施工性改善と既設建物に対する省エネルギー性改善を実現するソリューション提案である。そこで、①パッケージ販売による施工性改善、②設置現場の事前チェックによる設置可否確認、③作業動画製作による施工性改善、④DCブラシレスモーターとCO₂センサーによる省エネルギー性改善の実現に取り組んだ。

この開発の適用機種は補修用性能部品の保有期限が切れる2008~2013年発売のLGH-**RS(X)₅(D) タイプとして、ストック需要として10万台程度を見込む。

2.2 パッケージ販売による施工性改善

1章に述べたとおり、全熱交換器の更新を行う場合は天井開口を伴う工事が必要であり、施工の手間・期間・コストが問題になって機器更新が進まない。この開発品は、性能改善が見込まれる送風機・ロスナイエレメント等と、長期使用での劣化によって更新が必要な電子部品等を交換し、長寿命で今後も継続使用が可能な製品筐体、内部風路部品は同梱(どうこん)部品に含まず継続使用する。この開発によって施工コストの機器設置工事は約26%減、ダクト設備工事は不要、電気設備工事は約59%減、撤去工事は約86%減と、全体で約49%の施工コスト削減を実現した(図4)。

■ 施工コストイメージ^(注1)



(注1) 施工コストはDCリプレースマイコン(LGH-RN15RXV₂)、ロスナイパーシャルリノベーション部材(PGL-P15RX₅)それぞれ1台を既設品から更新した場合の当社試算値である。試算値は一例であり、実施の工事条件によって数値は異なる。

(注2) 現地の状況によって追加工事が必要な場合がある。

図4-ロスナイパーシャルリノベーションによる施工コスト削減

2.3 設置現場の事前チェックによる設置可否確認

既設品の設置環境によって、機器の劣化具合が異なる。そこで残置部品(パーシャルリノベーションで交換しない部品)がどの程度まで劣化していた場合に、この開発品を適用できるか、残置部品の加速試験で検証を行った(図5)。



各種部品の加速試験検証結果から、設置可否判断チェックシート(図6)を作成し、チェックシートに基づいて事前の製品、及び周辺環境の確認を行うことで、誰でもこの開発品の設置可否の判断を可能にした。

2.4 作業動画による施工性改善

開発品は主要部品の交換作業が必要になるため、不慣れな場合は施工が困難である。そこで本体銘板に記載の二次元コードから施工動画の視聴を可能にすることで、据付け方法を理解しやすくなって、施工性の改善を実現した(図7)。

2.5 DCブラシレスモーターとCO₂センサーによる省エネルギー性改善・筐体流用によるCO₂削減

この開発で、既設品で使用していたACモーターからDCブラシレスモーターに変更することで既設品と比べて約30%(23,090円/(年・台))(図8)の省エネルギー化を図っている。なお、既設品のACモーターと開発品のDCブラシレスモーターは共に自社製であり、取付け構造を共通化しているため、容易に交換できる。

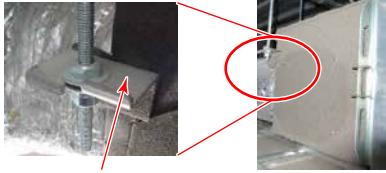
天吊り金具や防振吊り金具の表面に赤錆が発生していないですか？	 表面に赤錆がないこと (端面の赤錆は問題なし)	天吊り金具の表面(端面除く)に赤錆が発生していないか、ご確認ください。 防振吊り金具が設置されている場合は、同様に、表面(端面除く)に赤錆が発生していないか、ご確認ください。	赤錆が発生している場合、強度が確保できない可能性があります。 リプレースロスナイをご検討ください。
製品外部に赤錆や断熱材に破れがないでしょうか？	製品室外側の上面にも断熱材あり 	外装板金の表面に赤錆が発生していないか、ご確認ください。 また、外装板金に貼り付けられている断熱材に破れがある場合は補修をお願いします。(お客様手配) 	赤錆が発生している場合、強度が確保できない可能性があります。 リプレースロスナイをご検討ください。

図6-ロスナイパーシャルリノベーション設置可否判断チェックシート(一部抜粋)

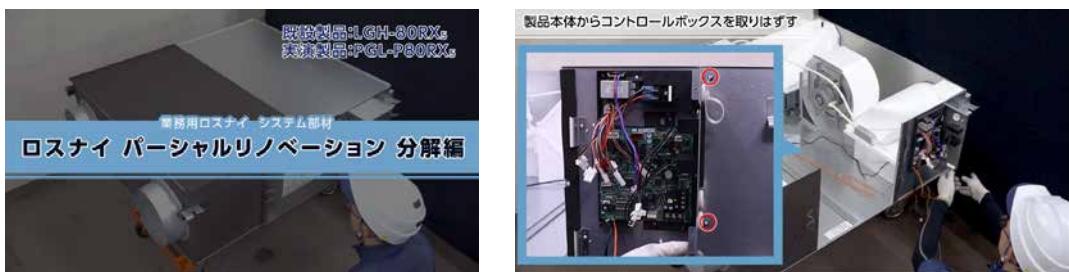


図7-ロスナイパーシャルリノベーションの作業動画(分解編)

■ ランニングコストの比較(参考値)(空調機のランニングコストは換気負荷処理分)^(注3)既設品
(LGH-50RX₅)
を更新しない場合

約29,170円(空調機)

約46,730円(ロスナイ)

既設品に対して
ロスナイパーシャルリノベーション
(PGL-P50RX₅)を実施した場合

約29,170円(空調機)

約23,640円
(ロスナイ)DCブラシレスモーター
への更新で約30%
省エネルギー(当社比)既設品に対して
ロスナイパーシャルリノベーション
(PGL-P50RX₅)を実施し,
さらに別売のCO₂センサー
(PGL-100TGS₂)を実施した場合

約23,120円(空調機)

約14,550円
(ロスナイ)CO₂センサーの装着で
さらに約28%
省エネルギー(当社比)(注3) 既設製品(LGH-50RX₅)の風量、全熱交換効率などの性能は新品時と仮定して試算している。
ロスナイパーシャルリノベーションの風量、全熱交換効率などの性能は当社で作製したLGH-50RS(X)₅の相当品にこの部材を組み込んだ結果から試算している。
グラフの値はJIS B 8628 : 2003に規定された全熱交換効率測定時の室内外空気条件における当社試算値である。

計算条件

- 対象室体積 243m³(=9.5×9.5×2.7(m))
- 最大在室人数 12名(対象部屋(90.25m²)で、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)
- 温湿度条件 JIS B 8628 2003に規定された全熱交換効率測定時の室内外空気条件(夏期 室外34.5°C 75% 室内26.5°C 64.5%、冬期 室外5°C 65% 室内20.5°C 59.5%)
- 機器情報 空調機 暖房COP3.6 冷房COP3.19、ロスナイ 更新前LGH-50RX₅(60Hz)(性能は新品の場合を想定)×1台 更新後PGL-P50RX₅(60Hz)(当社で作製したLGH-50RS(X)₅の相当品に本部材を組み込んだ場合の性能)×1台 換気回数2.1回/h(強ノッチ時)
- 運転条件 空調機8:00～20:00運転 20:00～8:00停止、ロスナイ8:00～20:00強運転 20:00～8:00微弱運転 CO₂センサー装着時はCO₂濃度に応じた風量自動制御
- 目標CO₂濃度 1,000ppm
- 電気料金目安単価 31円/kWh

図8-通常運転時とCO₂センサー使用による換気風量自動運転時の省エネルギー試算

2.6 多段階風量制御による既設品との同風量化

給気・排気を任意の換気風量に11段階(定格100%～下限30%風量まで7%ピッチ)で調整可能とした(図9)。開発品は既設品からの更新のため、基本的には既設品と同等の風量で運転することが求められる。既設品と風量を合わせるためにモーター出力の調整を行い、既設品の各ノッチの定格ポイントが11段階の風量設定に当てはまるようにした(表1)。

表1-開発品と既設品の仕様、機能比較(60Hz)

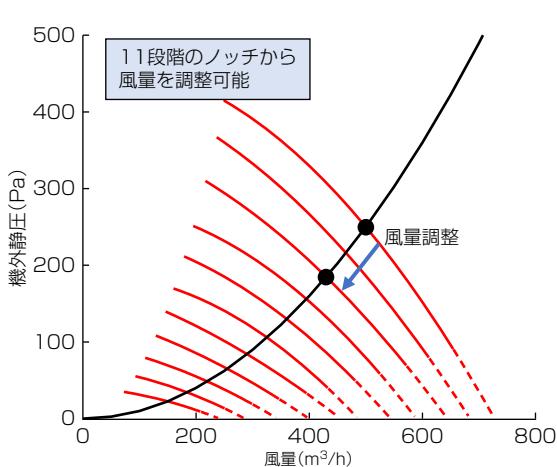
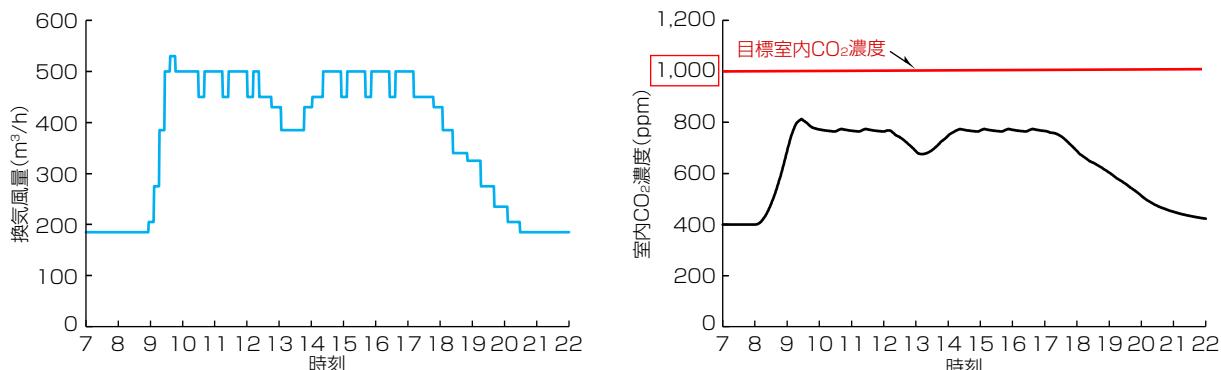


図9-風量調整イメージ図

機種	PGL-P50RX ₅		LGH-50RX ₅	
発売年月	2024年10月		2008年4月	
仕様	送風機出力	給気 93%	排気 100%	給気 強
	換気風量(m³/h)	500	500	500
	機外静圧(Pa)	145	145	145
	消費電力(W)	205	292	292
	送風機出力	給気 65%	排気 65%	給気 弱
	換気風量(m³/h)	340	340	340
	機外静圧(Pa)	67	67	67
	消費電力(W)	77	194	194
	送風機出力	給気 37%	排気 37%	給気 微弱
	換気風量(m³/h)	185	185	185
機能	機外静圧(Pa)	20	20	20
	消費電力(W)	26	110	110
	風量多段階制御	11段	3段	3段
	CO ₂ センサー風量自動制御	可	不可	不可

3. DCブラシレスモーターとCO₂センサー制御による省エネルギー換気

DCブラシレスモーターによる風量多段階制御と別売部材のCO₂センサーを組み合わせることで、室内のCO₂濃度に応じて最適な換気風量に自動調整し、居室空間に人が少ないときには換気風量を抑えた省エネルギー運転を自動で実施する(図10)。

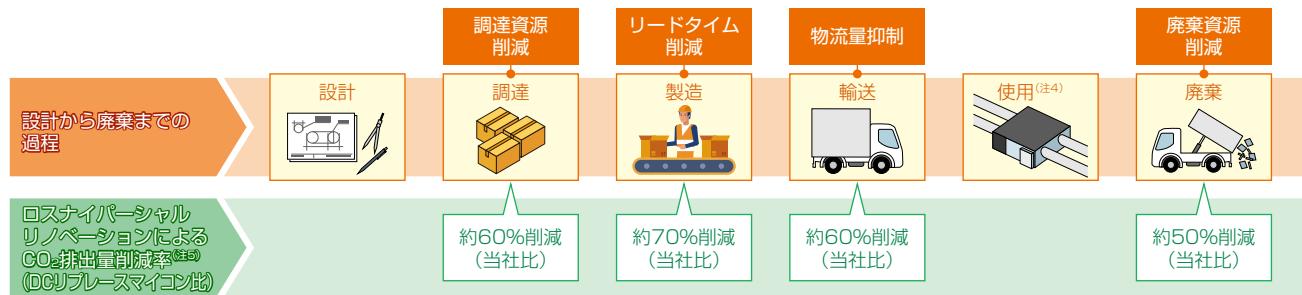
図10-CO₂センサー制御による換気風量と室内CO₂濃度のシミュレーション

11段階の風量切替えを行うことで、居室内のCO₂濃度に応じて、きめ細かな風量制御が可能になった。必要以上に換気しないため空調機の負荷が低減し、ロスナイと空調機を合わせた電気料金は、CO₂センサー未装着時と比べて約28%(15,140円/(年・台))削減可能である(図8)。

4. 環境負荷低減

この開発品は部分更新のため、本体更新と比べて調達、廃棄時の資源(鉄・スチロールなど)を削減し、CO₂排出量の削減につながる。また、製品の製造や輸送にかかるCO₂排出量も削減し、環境負荷低減に貢献している。

設計から廃棄まで、全ライフサイクルを本体更新と比較した場合、調達では約60%削減、製造では約70%削減、輸送では約60%削減、廃棄では約50%削減の効果を実現した(図11)。



(注4) DCUプレースマイコン、ロスナイバーシャルリノベーションどちらもDCブラシレスモーターを使用するため、CO₂排出量を比較していない。

(注5) DCUプレースマイコン(LGH-RN50RXV₂)、ロスナイバーシャルリノベーション部材(PGL-P50RX₅)それぞれ1台で、調達、製造、輸送、廃棄におけるCO₂排出量を試算し、削減効果を計算している。試算はISO14040及びISO14044の要求事項に従って実施している。IDEA Ver2.3、IEA(2020) Emission Factors、IPCC AR5、電気事業者別排出係数を参照し計算している。DCUプレースマイコン(LGH-RN50RXV₂)は製品質量37kg、梱包材質量5kg、ロスナイバーシャルリノベーション部材(PGL-P50RX₅)は製品質量13kg、梱包材質量6kgで試算している。代表機種のCO₂排出量の比較であり、機種によってCO₂排出量は異なる。

図11-既設品と開発品のライフサイクルCO₂排出量の比較

5. む す び

省エネルギー性や製品の施工性改善、省資源化による環境負荷低減を達成した“ロスナイバーシャルリノベーション”開発について述べた。今後、既設建物の省エネルギー化(ZEB対応)の重要性は更に増して、この開発品の需要も高まると考えている。引き続き、市場ニーズを捉えながらカーボンニュートラル達成に向けた省エネルギー機器の開発に取り組んでいく。

