

住宅用ロスナイセントラル換気システム “薄形ベーシックシリーズ”

大嶋兼芳*
新野 淳*
古谷政弘*

LOSS NAY Central Ventilation System for Residence "Thin Type Basic Series"

Kaneyoshi Oshima, Atsushi Shinno, Masahiro Furuya

要 旨

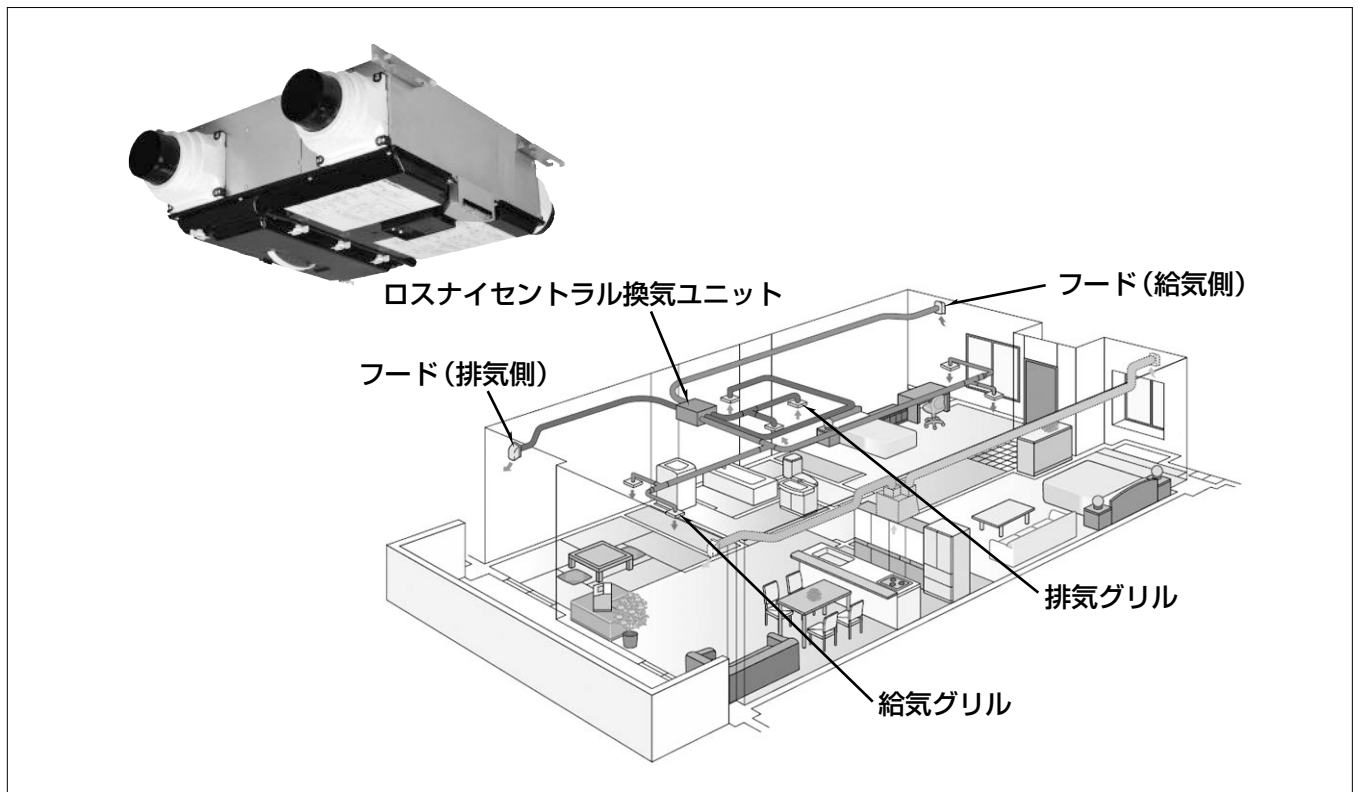
近年、省エネルギー対策、室内温熱環境改善、外部騒音遮断等を目的とした住宅の高断熱・高気密化が進められた結果、“シックハウス症候群”に代表される健康被害が顕在化した。

2003年7月に施行された改正建築基準法では、建材の使用制限とともに居室の24時間機械換気設備の設置が義務化となり、化学物質による室内空気汚染対策がなされた。24時間機械換気設備の設置によって、住宅における換気及び暖冷房のエネルギー消費量は従来に比べ増加することとなり、換気設備の省エネルギー対策が新たな課題となった。

2009年4月に施行された改正省エネ法では、住宅事業建築主について、住宅の外壁、窓などを通しての熱の損失の防止及び住宅に設ける空調設備等に係るエネルギーの効率的利用のために必要とされる性能(省エネルギー性能)の判断の基準(トップランナー基準)を設定している。

この中で換気設備については、熱交換換気が暖房機器の一次エネルギー消費量の低減に寄与する算出基準が示され、DC(直流)モータを採用したものなどでは一次エネルギー消費量が従来モータより低減した算出基準が示されている。その後、2009年12月に閣議決定された住宅版エコポイントでも、熱交換換気は発行要件の一部となっている。

三菱電機では、建築基準法における居室の24時間機械換気に対応する換気システムとして、熱交換換気によって冷暖房費を節約する“ロスナイセントラル換気システム”に、高効率熱交換素子、ブラシレスDCモータを搭載し、従来機種と比較して冷暖房+換気の消費エネルギーを36%削減した“VL-20ZMH3タイプ”を始めとするロスナイセントラル換気システム“薄形ベーシックシリーズ”16機種を開発し、発売した。



ロスナイセントラル換気ユニット“薄形ベーシックシリーズ”と住宅における設置概要図

このシステムは、熱交換型換気扇(ロスナイセントラル換気ユニット)を住宅の天井内又は床下に設置し、屋外から各居室への給気と洗面所・廊下などから屋外への排気をそれぞれダクトを介して行い、給気と排気の間で温度と湿度の全熱交換をしながら住宅の24時間機械換気(全熱換気)を行うものである。

*中津川製作所

1. ま え が き

ロスナイセントラルは、建築基準法における居室の24時間機械換気に対応する換気システムであり、熱交換型換気ユニットで住戸全体の全般換気を行う。換気の際に屋外に捨てられてしまう居室内の暖かさや涼しさを、熱交換によって再利用する省エネルギー型の換気システムとして、CO₂削減意識の高まりや、2009年4月の改正省エネ法の施行で採用が増加しており、市場からは一層の消費電力低減や省エネルギー効果の向上が求められている。

当社は今回、従来製品と比較して消費電力をほぼ半減した“DC大風量タイプ”4機種を新たにラインアップに追加して、省エネルギー・高効率志向のニーズにこたえた。

また、AC(交流)モータ搭載の標準タイプもあつて述べる“ハイパーEco(エコ)エレメント”の搭載や換気風路の最適設計によって換気効率を改善するとともに、日常のお手入れを改善したカセット式フィルタボックス構造や、換気ダクトの接続仕様を多様化するなど、換気システムの機能・性能の改善を図るモデルチェンジを行った。

2. 熱交換型換気ユニットの構造と効果

図1の熱交換型換気ユニットは、第3種換気方式の一般換気扇と異なり、第1種換気方式として排気用送風機、給気用送風機、熱交換器を備え、住宅内を換気する際にそのまま排出される冷暖房時の空調エネルギーを回収して、省エネルギー効果を発揮する。図2は、冬期暖房時に温度(顕熱)と湿度(潜熱)を回収する全熱交換器の効果を、一般換気扇及び温度のみを回収する顕熱交換器と比較したものである。全熱交換器では一般換気扇に比べ、外気負荷が32%となり大幅に軽減することがわかる。また、湿度(潜熱)を回収しない顕熱交換器では58%に軽減する。

また、冬期は外気の絶対湿度が低いため、暖房機等で室温を維持しながら換気すると室内が乾燥しすぎることがあり、全熱交換器によって温度と湿度を回収することが、適正な室内環境維持に効果がある。

熱交換型換気ユニットは、先に述べた熱回収効果のほか、フィルタによる外気清浄効果、本体内部の風路構成による

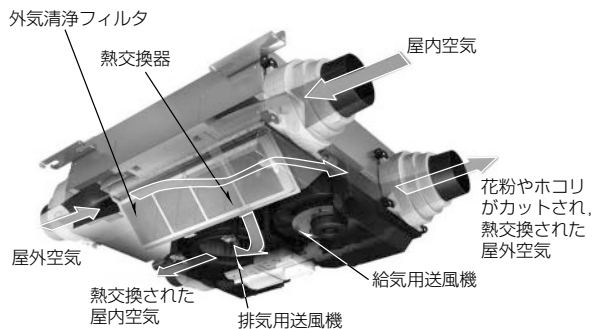


図1. 熱交換型換気ユニット

防音効果によって、屋外の大気環境や騒音環境が必ずしも良好でない都市圏の集合住宅にも採用されており、適正な室内環境を考慮した換気設計には欠かせない設備となっている。

3. ロスナイセントラル換気ユニットの基本性能改善

3.1 熱交換素子の性能改善

“ロスナイ”の熱交換素子(エレメント)は、図3のように直交形プレートフィン式熱交換器の形態となっており、特殊加工紙の仕切り板と間隔板で構成されている。仕切り板は、熱通過性及び透湿性を持ち、排気される汚染空気と供給される新鮮な室外空気との間で温度と湿度の授受を行う。

図4の“ハイパーEco エレメント”は、25 μ mの超薄膜無孔系紙(当社従来厚比約1/5)を仕切り板に用いて、当社独自の素子積層化技術によって緻密(ちみつ)に形成し、熱交

冬期暖房時条件

- ・VL-20ZMH3タイプ(換気風量100m³/h設定)
- ・熱交換効率

熱交換効率(%)	全熱交換器	顕熱交換器	一般換気扇
温度(顕熱)	73.5	73.5	0
エンタルピー(全熱)	69	-	0

・換気量100m³/h (空気の密度 $\rho=1.2\text{kg}/\text{m}^3$)

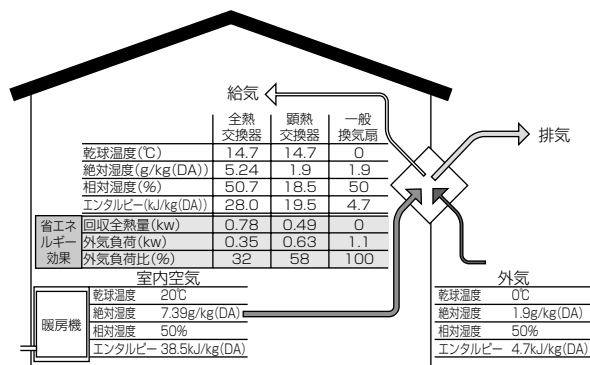


図2. 全熱交換型換気扇の熱回収効果

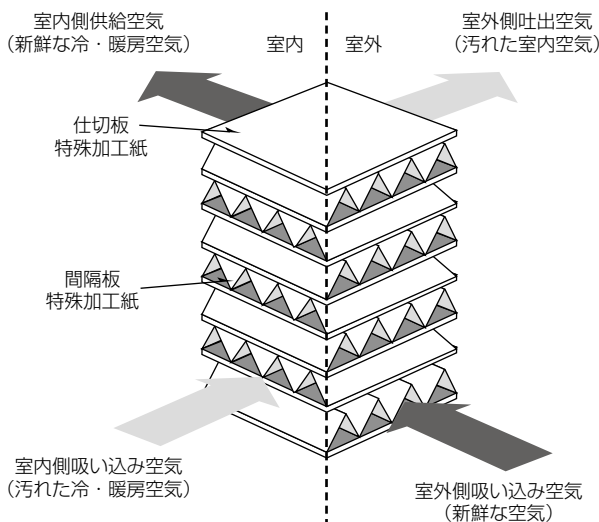


図3. 熱交換素子(エレメント)の構造

換を行う仕切り板の接着面には湿度透過性の高い接着剤を使用して、湿度交換に有効な面積を従来の約1.2倍にしている。これによって、図5のように同一風量(160m³/h時)で従来比、温度交換効率で17%、温度と湿度を含むエンタルピー交換効率で暖房時38%、冷房時47%と大幅に性能を改善している。

3.2 送風機の性能改善

VL-20ZMH3タイプは、排気及び給気送風機に省電力・速度制御性に優れたDCモータを搭載し、多様な住戸配置・床面積に対応するため換気風量を多段階で設定・制御する一定風量制御機能を備えている。

図6は、標準的な圧力損失を想定した定格風量と、そのときの比消費電力(W/(m³/h))と呼ばれる単位風量当たりの消費電力を比較したもので、ACモータの従来製品に比較して比消費電力を90m³/h時65%、160m³/h時44%削減している。また、ACモータの新製品“VL-15ZMH3タイプ”でも風路構造の改善で比消費電力を3%程度削減している。

送風機の比例法則によれば、流量(風量)は回転数に比例し、送風動力は回転数の3乗に比例するため、単位風量当たりの比消費電力はおよそ風量の2乗に比例する。DCモータはほぼ比例法則に従った特性を示すが、ACモータは、強・弱の風量切換えを巻線で行うため、弱風量での効率低下がみられる。

建築基準法の0.5回/時の居室換気に対応する24時間運転

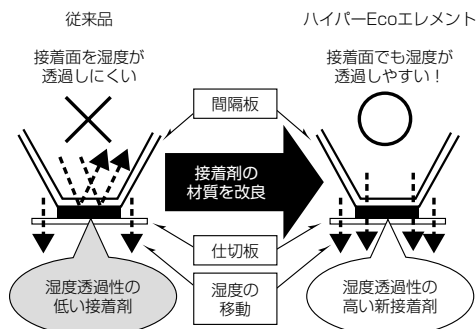


図4. ハイパーEcoエレメントの構造

- ◆ VL-20ZMH3(温度)
- ◇ VL-20ZMH3暖房時エンタルピー
- ◇ VL-20ZMH3冷房時エンタルピー
- 従来製品(温度)
- 従来製品暖房時エンタルピー
- 従来製品冷房時エンタルピー

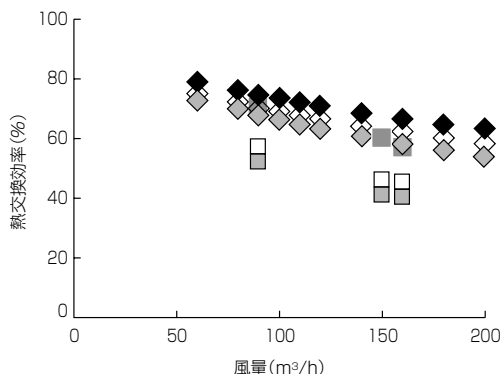


図5. VL-20ZMH3タイプの熱交換効率

の風量は、表1のように住宅気積に応じて100m³/hから200m³/hまで20m³/h刻みで6段階から設定できる。また、設定風量に対して一定の割合で風量を減ずる2段階の弱運転機能を持っており、冬期には住宅気密性能に応じて弱運転(0.4回/時又は0.3回/時)が可能な仕様となっている。

一定風量制御は、図7に示すようにダクト配管の長さや曲がりによる圧力損失に影響されず、設定風量で換気するよう給気用と排気用の各々のDCモータの回転数を最適に制御する。これによって、住宅の給気量と排気量が同等に保たれるため、室内外圧力差や建物の隙間(すきま)からの漏気(ろうき)を低減でき、バランスの取れた第1種熱交換換気システムを実現している。

これらの特長は、適切な換気設計が簡素化されるだけでなく、住宅に設置、施工される換気システムの品質(機能・性能・信頼性)を向上させ、適切な換気量設定と一定風量制御によって、換気システムの消費電力、換気による冷暖房エネルギーの損失を最小限に抑えることができる。

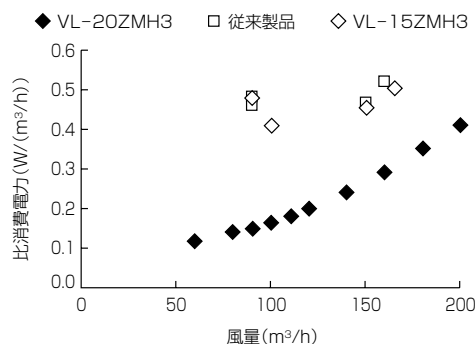


図6. VL-20ZMH3タイプの定格風量一消費電力

表1. VL-20ZMH3タイプの風量設定

風量調節	設定風量 (m ³ /h)		
	24時間運転	弱運転	微弱運転
6	200	160	120
5	180	140	110
4	160	120	100
3	140	110	90
2	120	90	80
1	100	80	60

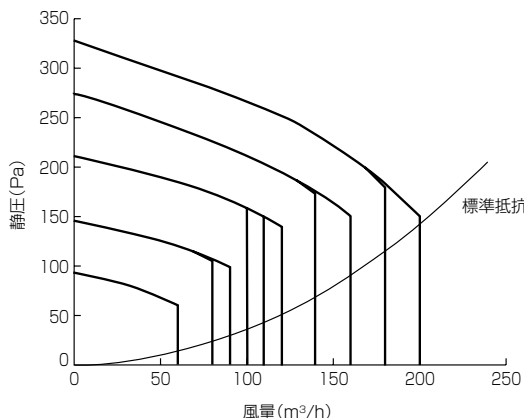


図7. VL-20ZMH3タイプのP-Q特性

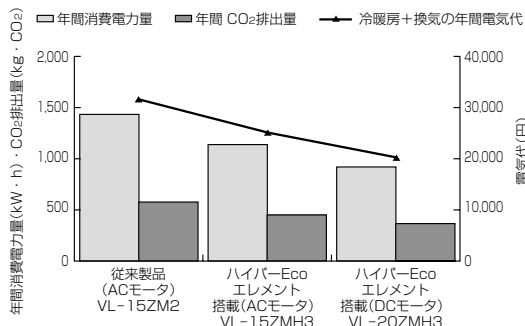


図8. ハイパーEcoエレメントとDCモータのエネルギー削減効果

3.3 有効換気量率の改善

有効換気量率は、建築基準法対応の機械換気量の設計で考慮しなければならない熱交換型換気扇特有の性能値であり、室内への給気(SA)量に対する外気(OA)の取入量の割合を表したものである。薄形ベーシックシリーズでは従来製品の94%から97%に改善し、実質的な換気量を3.2%改善している。先に述べたとおり、送風動力は回転数(風量)の3乗に比例するため、3.2%の実質風量改善は、送風動力にすれば約10%の省エネルギーに相当する。

4. 冷暖房+換気の消費エネルギーの削減効果

3.1節、3.2節で述べた熱交換素子及び送風機の性能改善効果について、“ハイパーEcoエレメント”を搭載したVL-20ZMH3タイプ(DCモータ)とVL-15ZMH3タイプ(ACモータ)、及びACモータ従来製品の年間の冷暖房+換気の消費エネルギーの比較を図8に示す。ACモータのVL-15ZMH3タイプは、従来製品と比較して住宅全体の冷暖房+換気の消費エネルギー(全般換気による冷暖房負荷動力と換気動力の合算^(注1))を約21%削減し、DCモータのVL-20ZMH3タイプは、約36%の削減となる。この削減量を冷暖房+換気の電気代とCO₂の削減量に置き換えると、VL-20ZMH3タイプでは電気代で年間11,432円、CO₂排出量で年間約208kgの削減に貢献する。

(注1) 東京地区の住戸、換気風量150m³/h(床面積120m²)、冷暖房は中間期(5, 6, 9, 10月)を除く8か月間運転。

室内温湿度 : 暖房時 20℃ - 50%RH
 冷房時 27℃ - 50%RH
 外気温湿度 : 気温及び湿度の月別平均値
 (1971年から2000年までの平均値)

冷暖房平均COP : 3.20
 電力料金目安単価 : 22円/kWh
 CO₂排出係数 : 0.4kg - CO₂/kWhで試算
 COP : Coefficient of Performance

5. 換気システム設計における改善

ダクト式換気システムではダクト配管の圧力損失を低減することが送風動力の低減となる。薄形ベーシックシリーズでは、次のシステム設計上の改善も盛り込んだ。

(1) ダクト接続口の方向変更と本体分岐

室内空気を吸い込む“RAダクト接続口”と、外気を取り込む“OAダクト接続口”は、図9に示すように、方向選択

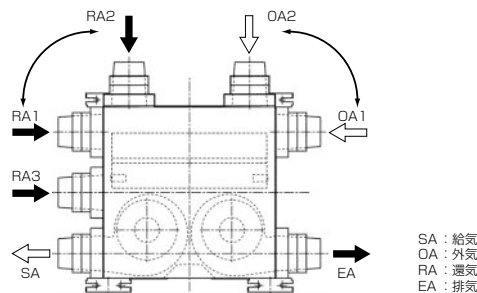


図9. ダクト接続口の方向選択・分岐

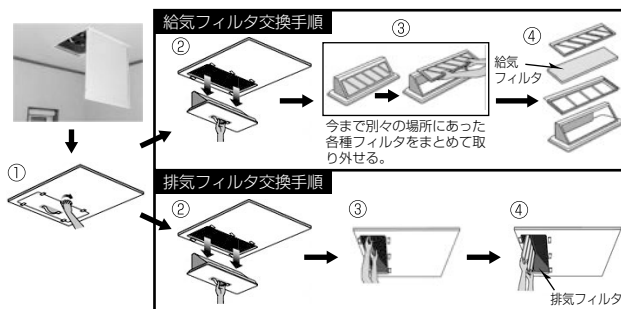


図10. 換気ユニットのフィルタメンテナンス方法

及び2方向分岐接続ができる構造とし、複数のダクトでの室内排気や外気取り入れ方向の選択によって圧力損失を低減する配管設計・施工を可能とした。

(2) 接続ダクト口径の拡大

すべてのダクト接続口は、従来の呼び口径φ100mmのダクトに加え、φ125mm、φ150mmのダクトも接続できる構造とし、ダクト口径の拡大によって圧力損失を軽減する配管設計・施工を可能とした。

6. メンテナンス性の改善

換気システムを効率良く稼働するためには、フィルタを定期的に清掃して機器の性能を維持することが重要である。薄形ベーシックシリーズは、図10に示すように給気側フィルタとカバーが一体化したカセット式のボックス構造を採用し、給気側のフィルタ類一式と排気側のフィルタを一連の作業で清掃できるようにしてメンテナンス性を改善した。さらにVL-20ZMH3タイプは、コントロールスイッチの運転表示ランプを点滅させてフィルタの清掃時期をユーザーに知らせる機能を搭載した。

7. むすび

今般発売したロスナイセントラル換気システム“薄形ベーシックシリーズ”は、ブラシレスDCモータ及び“ハイパーEcoエレメント”などの省エネルギー技術を盛り込み、文字どおり省エネルギー型セントラル換気システムとして商品化することができた。改正省エネ法で住宅と設備のトップランナー基準が示される中で、環境貢献型換気設備として、今後とも更なる省エネルギー、CO₂削減商品の開発に努め、環境負荷軽減に資する所存である。