

パッシブ換気住宅の性能評価に関する研究
— 厳寒期における換気量の制御 —

正会員 ○白石 洋平^{*1} 同 菊田 弘輝^{*2}
同 絵内 正道^{*3} 同 羽山 広文^{*4}
同 阿部 佑平^{*5} 同 吉田 卓生^{*5}

パッシブ換気住宅 実測調査 換気量制御

1. 研究の背景と目的

寒冷地における住宅の高気密化に伴い、計画的な自然換気を行う「パッシブ換気システム」が提案された。

本研究の目的は、パッシブ換気住宅の実測調査を通じて温熱環境及び換気性状を把握し、厳寒期における換気量の制御について検討することにある。

2. 実測調査の概要

対象住宅は、北海道白老郡に建設されたパッシブ換気住宅である(写真1, 図1・2, 表1)。給気は、床下に付設された外気導入ダクトから行う。基礎断熱を施した床下に新鮮外気を取り込み蓄熱暖房機で予熱した後、居住空間に供給して室内を循環させる。そして、排気は、最上層に設けた排気筒から行う。

実測調査の期間と調査項目を表2に示す。調査項目は大きく分けて温熱環境の調査と換気性状の調査の二つである。それぞれ主に、温度測定と換気量測定を行った。

3. 測定結果の考察

3.1 検討項目

検討項目の概要を表3に示す。対象住宅のパッシブ換気システムの性能評価をするため、項目①～⑤について考察する。

表1 対象住宅概要

用途	住宅
所在地	北海道白老郡
敷地面積	269.56 [m ²]
建築面積	71.28 [m ²]
延床面積	97.61 [m ²]
住宅容積	307.80 [m ³]
床下容積	45.36 [m ³]
1F容積	181.44 [m ³]
2F容積	81.00 [m ³]
暖房方式	床下給気式
蓄熱暖房機容量	2.2 [kW/台]
熱損失係数	1.58 [W/m ² ·K]
相当隙間面積	0.67 [cm ² /m ²]
ガラリ開口面積	228750 [mm ²]
リターンダクト開口面積	140825 [mm ²]

表2 実測調査期間と調査項目

実測調査 I	2007/12/10~ 2007/12/11	実測調査 III	2008/10/22~ 2008/10/24
	2008/1/10~ 2008/1/11		2008/12/17~ 2008/12/19
実測調査 II	2008/7/30~ 2008/8/1	実測調査 IV	2009/1/6~ 2009/1/7
	温熱環境の調査		熱電対による空気温度の測定 放射カメラによる放射温度の測定
換気性状の調査	総換気量及び空間換気量の測定 風量計による排気風量の測定		

3.2 測定法及び測定結果の妥当性

多種ガス法と単一ガス法を対象住宅で比較した。最小二乗法で統計的に処理する確率論的方法を用いて比較した結果、換気量の誤差は5%程度であった¹⁾。さらに、風量計による排気風量とトレーサーガス法による総換気量の傾向も概ね一致した。それにより、対象住宅において単一ガス法による重ね合わせは妥当であると考えられる。

3.3 内外温度差と外気導入量の関係

最小二乗法による対象住宅の内外温度差と外気導入量の関係を図3に示す。内外温度差が大きくなるにつれて外気導入量が増加している。内外温度差の小さい時期においては、必要換気量の確保のために窓開放による通風換気が必要である。また、外部風速の影響を受けている時間帯の外気導入量は、近似曲線から大きく外れている。図4から外部風速が約10 [m/s]を超える際には外気導入量を制限するなどの対策が必要である。



写真1 対象住宅外観

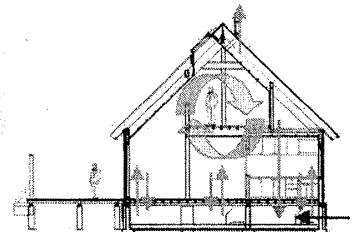


図2 断面図と換気計画

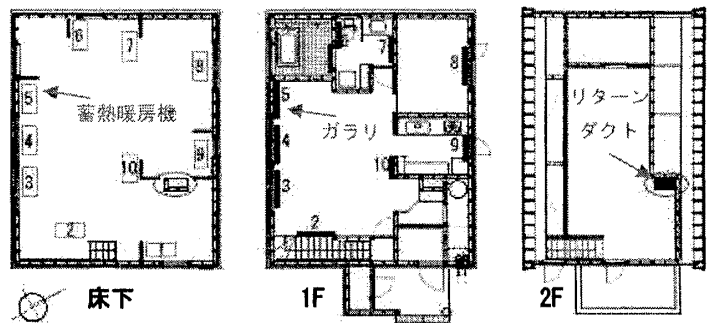


図1 平面図

表3 検討項目の概要

検討項目	実測調査 I	実測調査 II	実測調査 III	実測調査 IV
	項目①	項目②	項目③	項目⑤
項目①	単一ガス法による重ね合わせの妥当性			
項目②	内外温度差と外気導入量の関係			
項目③	ガラリ制限による総換気量への影響			
項目④	衝立設置によるリターンダクト経由の循環流量への影響			
項目⑤	リターンダクト制限による循環流量への影響			

3.4 ガラリ制限による総換気量への影響

住宅のエネルギー消費で換気負荷の占める割合は大きく、外気温の低下や室温の上昇により内外温度差が大きくなると、冷外気の過剰な導入が問題となる。そこで、計算によって求めた必要放熱量から蓄熱暖房機の必要台数を求め、コールドドラフトを防止するため窓面下部の蓄熱暖房機 5 台を運転した。それに伴い、運転蓄熱暖房機上部のガラリのみを開放したケースで測定し比較した。

実測期間の内外温度差は約 20℃であった。ガラリの制限の有無による換気量を図 5・6 に示す。ガラリを制限すると、床下と 1F の循環流量の減少に伴い、外気導入量が約 15%減少した。そのため、内外温度差に応じてガラリを制限することで、冷外気導入は抑制されるので、エネルギー消費量の削減が可能になる。

3.5 リターンダクト制限による循環流量への影響

対象住宅において、階段上部に衝立を設置することで、リターンダクト経由の循環流量 F_{2B} は増加する。循環流量の増加に伴い、居住空間の温度むらの解消や換気負荷の低減が可能になる一方、外気温や日射の影響で室温が過上昇する時間帯も存在する。間欠暖房が不可能な暖房方式であるため、室温の微調整は難しい。そこで、リターンダクトを閉じて、循環流量への影響を検討した。

実測期間の内外温度差は約 30℃であった。リターンダクトの制限の有無による換気量を図 7・8 に示す。リターンダクトを制限すると、総換気量に大きな変化はないものの、床下と居住空間の循環流量が約 200 [m³/h] (約 30%) 減少した。蓄熱暖房機で予熱された暖気の居住空間への供給量の制限が可能となり、室温の過上昇の抑制が確認できた。そのため、冬期間における外気温の上昇時や日射による室温の上昇時において、リターンダクトを制限することで、循環流量が抑制され、室内温熱環境を快適に保つことが可能になる。

4. まとめ

実測調査を通じて温熱環境及び換気性状を把握し、厳寒期における換気量の制御について検討した。得られた知見を以下にまとめる。

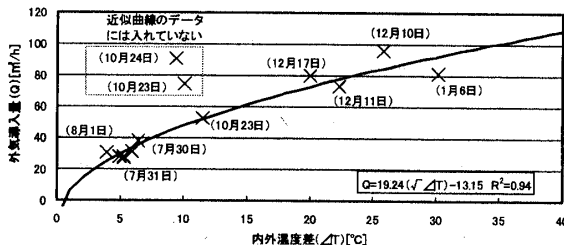


図 3 内外温度差と外気導入量の関係

- *1 株式会社コスモスイニシア
- *2 北海道大学大学院工学研究科 助教・博士(工学)
- *3 北海道大学 名誉教授・工博
- *4 北海道大学大学院工学研究科 准教授・博士(工学)
- *5 北海道大学大学院工学研究科 修士課程

- 1) 内外温度差の大きい時期における室間換気量を算定し、循環流量を把握した。
- 2) 外部風速の影響が懸念されるが、内外温度差による換気量の推定を可能にした。
- 3) ガラリ及びリターンダクトの開閉制御によって、冬期の換気量を居住者の人数や生活状況に応じて制御し、冷外気導入の抑制や室温の過上昇の抑制から、エネルギー消費量の削減の可能性を明らかにした。

【参考文献】

- 1) 白石洋平他：トレーサーガス法によるパッシブ換気住宅の換気性状把握 その 1 内外温度差の大きい時期における単一ガス法と多種ガス法の比較, 日本建築学会北海道支部, 2008

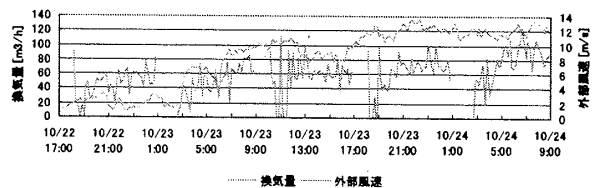


図 4 換気量と外部風速 (中間期)

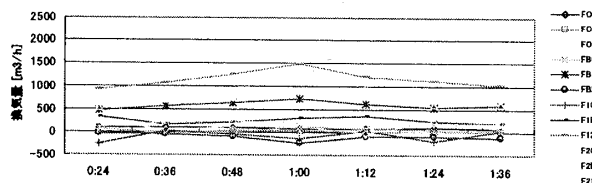


図 5 換気量 (ガラリ開放)

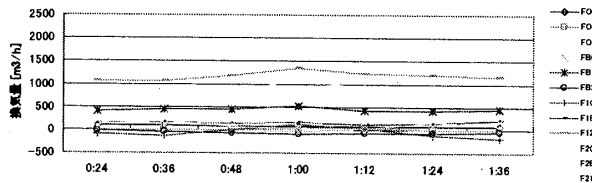


図 6 換気量 (ガラリ制限)

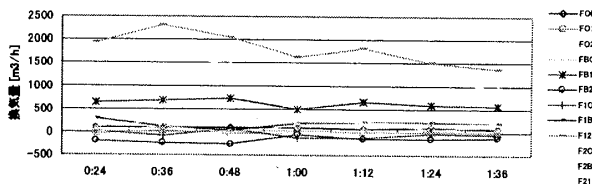


図 7 換気量 (リターンダクト開放)

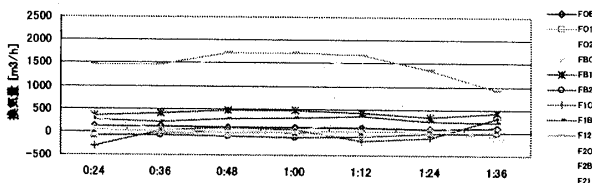


図 8 換気量 (リターンダクト制限)

COSMOS INITIA Co.,Ltd.
 Assis. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
 Professor Emeritus, Hokkaido Univ., Dr. Eng.
 Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
 Graduate Student, Graduate School of Eng., Hokkaido Univ.