

パッシブ換気性状把握とその測定手法の検討

- 正会員 ○ 岡本 暁彦 *1
 // 絵内 正道 *2
 // 羽山 広文 *3
 // 菊田 弘輝 *4
 // 高杉 昇 *5

換気量、CO₂、一定供給法

1. はじめに (研究の背景と目的)

現在、住宅の高断熱高気密化に伴い、室内空気汚染が問題になっており、換気性能の重要性が高くなっている。しかし複数の空間から構成される住宅では、空気は1方向の流れだけでなく、相互に交じり合うため、換気量を把握する事は容易ではない。本研究の目的はトレーサガス法を用いたパッシブ換気性状の把握とその測定手法の検討にある。ここでは、単一ガスでの一定供給法を用い、空間換気性状の把握を試みた。

2. 実測概要

対象住宅を図1、2に示す。ガスは地階からマスフローコントローラーで流量を一定供給した(供給量は一律0.1m³/h)。尚サンプリング箇所は、空間平均濃度を得るため、各階それぞれ8点ずつ(上下2点を4箇所)で行った。また、サンプリングは4分間隔で外気(o)→地階(B)→1階(1)→2階(2)の順に試みた。

測定期間は2005年12月22日~23日、その際の濃度変動、室温変動を図5、6に示す。

3. 換気量の算定

間仕切り壁の中空層を介して、地階と2階の直接的な遣り取りはないものと仮定して、各階のガス平衡式と換気量平衡式をたてると、以下のようになる。

BF

$$V_B \cdot dC_B/dt = F_{OB} \cdot C_0 + F_{1B} \cdot C_1 - F_{B1} \cdot C_B + M$$

$$F_{OB} + F_{1B} - F_{B1} = 0$$

1 F

$$V_1 \cdot dC_1/dt = F_{21} \cdot C_2 + F_{B1} \cdot C_B + F_{01} \cdot C_0 - (F_{1B} + F_{12}) \cdot C_1$$

$$F_{21} + F_{B1} + F_{01} - (F_{1B} + F_{12}) = 0$$

2 F

$$V_2 \cdot dC_2/dt = F_{12} \cdot C_1 - (F_{21} + F_{20}) \cdot C_2$$

$$F_{12} - (F_{21} + F_{20}) = 0$$

F_{ik} : i階からk階への換気量 [m³/h] C_i : i階のCO₂濃度 [m³/m³]

V_i : i階の気積 [m³] M: ガス供給量 [m³/h]

1種ガスでは、式数に対し未知数が多く、直接解けないので、次のような仮定の下に整式化を行った。

Case 1: (ダクト流れて2階で到達濃度になっている。)

$$F_{20} = (M - V_B \cdot dC_B/dt) / (C_2 - C_0)$$

床下暖房換気システムを採用
○印=トレーサガスの多点サンプリングの位置

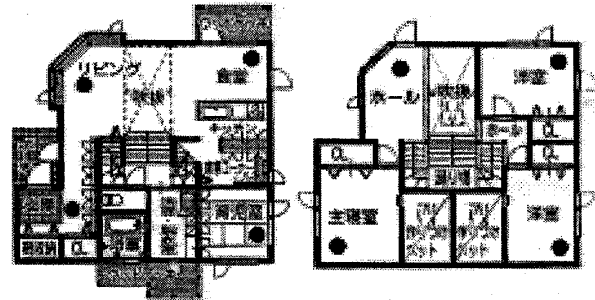


図1 平面図 (左: 1F 右 2F)

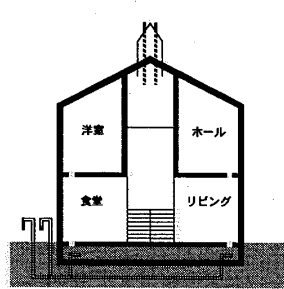


図2 断面図

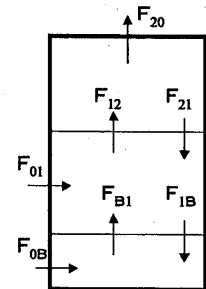


図3 空気流れの概念図

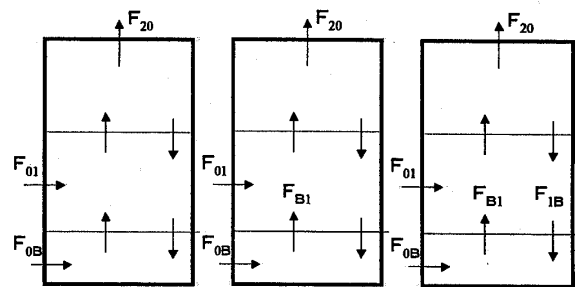


図4 空気流れのモデル化

Case 2: (床下で一様拡散後に、上階に流出するダクト流れ)

BF

$$V_B \cdot dC_B/dt = F_{OB} \cdot C_0 + F_{1B} \cdot C_1 - F_{B1} \cdot C_B + M$$

$$F_{OB} - F_{B1} = 0$$

居室階

$$(V_1 + V_2) dC_2/dt = F_{B1} \cdot C_B + F_{01} \cdot C_0 - F_{20} \cdot C_1$$

$$F_{B1} + F_{01} - F_{20} = 0$$

Characteristics of passive ventilation and evaluations of a measurement method

Akihiko Okamoto
 Masamichi Enai
 Hirofumi Hayama
 Noboru Takasugi

Case 3: 居 (床下との間に暖気循環、即ち交換換気量を想定)

BF

$$V_B \cdot dC_B/dt = F_{OB} \cdot C_0 + F_{IB} \cdot C_1 - F_{BI} \cdot C_B + M$$

$$F_{OB} + F_{IB} - F_{BI} = 0$$

居室階

$$(V_1 + V_2) \cdot dC_2/dt = F_{BI} \cdot C_B + F_{O1} \cdot C_0 - (F_{20} + F_{1B}) \cdot C_1$$

$$F_{BI} + F_{O1} - F_{1B} - F_{20} = 0$$

$$n \cdot F_{OB} - F_{IB} = 0$$

ここで上階居室が十分に暖まるためには、暖気循環量 ($n \cdot F_{OB} - F_{IB} = 0$) が $500\text{m}^3/\text{h} \sim 1000\text{m}^3/\text{h}$ 程度以上を確保する必要があるという検討結果がある。

4. 算定結果

Case 1 に基づいて算定した総排気量 (F_{20}) の変動は、図 6、図 7 に示すように、風速変動よりも内外温度差の変動に対応していることがわかった。このことは対象建物の気密性能が十分に高く、パッシブ換気計画が可能であることをしめしている。

Case 2、Case 3 の仮定が成立する条件として、各室濃度は、 $C_B > C_1 > C_2$ になっていなければならない。図 5 に示すガス濃度変動を精査し、23日の午前9時過ぎから11時頃までを選択した。その区間を対象に、Case 2、Case 3 の仮定を適応させた算定結果を図 8、図 9 に示す。

$C_B > C_1 > C_2$ になっている区間を慎重に選定したけれども、実際は上階居室間の濃度むらが少なく、 $C_1 = C_2$ に近い状況になっていたので、図 8 に示すように上階居室への外気侵入量は (-) の値として算定された。

床下との間の暖気循環 (interzonal airflow: 交換換気量) を想定すると、図 9 に示すように上階居室への外気侵入量は (+) として算定される区間が現れるようになる。Case 2 の仮定に比べ、Case 3 の仮定の方がより妥当ということが出来るかもしれない。しかし、外気侵入量と暖気循環量との比の妥当な目安、更にはその比が常に一定値かどうか、今後十分な検討が必要であろう。1 種ガスを用い、床下暖房換気システムを対象にした妥当な空間換気量を算定するためには、各階への外気侵入量の算出が容易な一定濃度法よりも、多少強引な仮定が必要になるが、Case 3 を前提にした必要十分条件を検討しなければならない。

5. おわりに

床下暖房換気システムには、間仕切り壁の中空層を通じた各階相互の直接的な遣り取りが考えられる。今後は、多種ガス法をも適用 1 種ガス一定供給法の利便さの検討を加える所存である。

参考文献

- 1) 日本建築学会・熱環境小委員会、北海道住宅環境協議会「パッシブ換気システム設計・施工マニュアル」
- 2) 宮浦睦明「定濃度法による自然給気型住宅の性状把握」日本建築学会北海道支部研究報告集, No. 70, pp. 285-288, 1997. 3

- *1 北海道大学大学院工学研究科 修士課程
- *2 北海道大学大学院工学研究科 教授・工博
- *3 北海道大学大学院工学研究科 助教授・工博
- *4 北海道大学大学院工学研究科 助手・工博
- *5 北海道優良住宅事業協同組合

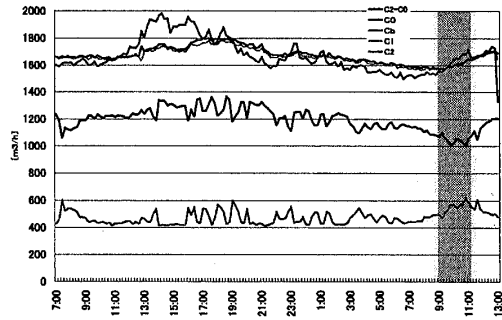


図 5 各階の計測ガス濃度変動 (濃度差)

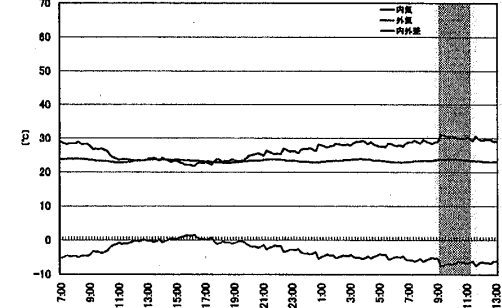


図 6 各階の室温変動 (内外度差)

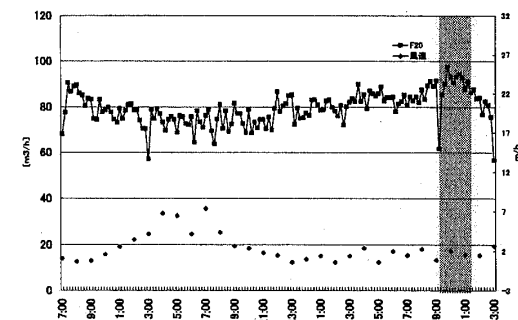


図 7 風速変動 (気象台), Case 1 による換気量の算

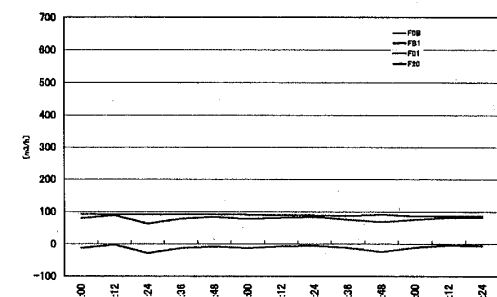


図 8 Case 2 による換気量の算定

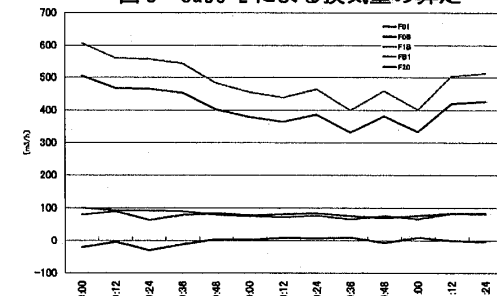


図 9 Case 3 による換気量の算定 (n=5)

Graduate Student, Hokkaido Univ.
 Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
 Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
 Inst., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
 Home Union.