



Title	単一トレーサーガスによる多数室換気測定手法の検討
Author(s)	岡本, 暁彦; 絵内, 正道; 羽山, 広文 他
Citation	大会学術講演梗概集. D-2, 環境工学II, 熱, 湿気, 温熱感, 自然エネルギー, 気流・換気・排煙, 数値流体, 空気清浄, 暖冷房・空調, 熱源設備, 設備応用, 2007, 663-664
Issue Date	2007-07-31
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/50698">https://hdl.handle.net/2115/50698</a>
Rights	日本建築学会. 本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである.
Type	journal article
File Information	GKKD-2_663-664.pdf



単一トレーサーガスによる多数室換気測定手法の検討

正会員 ○岡本 暁彦\*1 同 絵内 正道\*2  
同 羽山 広文\*3 同 菊田 弘輝\*4  
同 菊池 洋 \*5

単一トレーサーガス 多数室換気 実測調査

1.はじめに

現在、住宅の高断熱・高气密化に伴い、室内の高湿化や結露障害に加えて揮発性有機溶剤など、私たちの健康を害するものが無意識のうちに住まいの中に入り込んでおり、換気性能の重要性がますます高くなっている。本研究では、多数室換気量の把握に用いられる単一トレーサーガスのみで換気測定を行い、多種ガス法と同等の換気性状の把握を行う事が可能で、より安価で簡易な測定法を提案する事を目的とし、単一ガス濃度法の有用性の把握を実家屋での実測によって試みた。

2.調査概要

対象とした住宅を写真 1 に示す。換気システムは、内外温度差を主動力源とする換気方式である。

ガス放出は、マスフローコントローラーで流量を一定供給した。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（図 2）。また、既往研究からサンプリング箇所は下方よりも中間位置から上で取った方が到達濃度の入手が容易という結果が出ているので、中間位置で 4 点、上方位置で 4 点の計 8 点でサンプリングした。ドア、窓は全て閉めて実測を行い、使用機器は 1 階に置き、そこからガスサンプリングポイントまでチューブを伸ばした。今回、単一ガスのみで測定するため、以下の STEP で行った。

- STEP1 2 階部分に CO<sub>2</sub> を一定時間放出する。しばらく放置し、2 階での CO<sub>2</sub> 濃度が低下したことを確認する。
- STEP2 1 階で CO<sub>2</sub> を放出する。1 階でも同様に放出停止後、CO<sub>2</sub> 濃度が低下したことを確認する。
- STEP3 地階で CO<sub>2</sub> を放出する。
- STEP4 STEP1~3 のデータを重ね合わせる。

これらの作業により、単一ガスであっても各階の測定 CO<sub>2</sub> 濃度を別種のガス濃度と仮想することが可能となる。

この建物の様に、空気の流れの方向が概ね 1 方向に仮定できる場合、ガス放出時の他室へのガス流入を防ぐため、空気の流れとは反対の室から順にガスを放出すれば減衰時間の測定を短縮できると考えられる。



写真 1 対象住宅外観

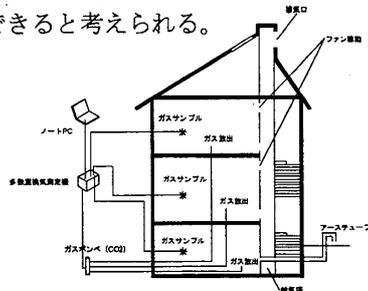


図 1 実測概要

3.測定及び換気量の計算

3.1 換気モデルの作成

各室換気量を把握するためモデル化した。原形モデルは、対象空間を 2 階、1 階、地階の 3 つとし、各室間の換気は通気塔を経由して行われると想定すると、未知数が 12 個になった。一方、簡略化モデルは、建物の換気経路がアースチューブを経由して通気塔を通りそのまま排気塔へ空気が流れていくと想定し、下へ戻っていく流れ成分はないものとし、未知数を 9 個とする簡略化を行った。

3.2 換気量の計算

換気量は、原形モデル、簡略化モデルについて微分法および積分法を用いて計算した。

原形モデル微分計算（換気量未知数 12）

2 階  $F_{02} + F_{12} + F_{B2} - F_{20} - F_{21} - F_{2B} = 0$

$$F_{02} \cdot C_0^2 + F_{12} \cdot C_1^2 + F_{B2} \cdot C_B^2 + F_{21} \cdot C_2^2 - F_{2B} \cdot C_2^2 - F_{20} \cdot C_2^2 = V_2 \cdot dC_2^2 / dt - M^2$$

$$F_{02} \cdot C_0^1 + F_{12} \cdot C_1^1 + F_{B2} \cdot C_B^1 - F_{21} \cdot C_2^1 - F_{2B} \cdot C_2^1 - F_{20} \cdot C_2^1 = V_2 \cdot dC_2^1 / dt$$

$$F_{02} \cdot C_0^B + F_{12} \cdot C_1^B + F_{B2} \cdot C_B^B - F_{21} \cdot C_2^B - F_{2B} \cdot C_2^B - F_{20} \cdot C_2^B = V_2 \cdot dC_2^B / dt$$

1 階  $F_{01} + F_{21} + F_{B1} - F_{10} - F_{12} - F_{1B} = 0$

$$F_{01} \cdot C_0^1 + F_{21} \cdot C_2^1 + F_{B1} \cdot C_B^1 - F_{12} \cdot C_1^1 - F_{1B} \cdot C_1^1 - F_{10} \cdot C_1^1 = V_1 \cdot dC_1^1 / dt$$

$$F_{01} \cdot C_0^2 + F_{21} \cdot C_2^2 + F_{B1} \cdot C_B^2 - F_{12} \cdot C_1^2 - F_{1B} \cdot C_1^2 - F_{10} \cdot C_1^2 = V_1 \cdot dC_1^2 / dt - M^1$$

$$F_{01} \cdot C_0^B + F_{21} \cdot C_2^B + F_{B1} \cdot C_B^B - F_{12} \cdot C_1^B - F_{1B} \cdot C_1^B - F_{10} \cdot C_1^B = V_1 \cdot dC_1^B / dt$$

地階  $F_{0B} + F_{2B} + F_{1B} - F_{B0} - F_{B2} - F_{B1} = 0$

$$F_{0B} \cdot C_0^2 + F_{2B} \cdot C_2^2 + F_{1B} \cdot C_1^2 + F_{B2} \cdot C_B^2 - F_{B1} \cdot C_B^2 - F_{B0} \cdot C_B^2 = V_B \cdot dC_B^2 / dt$$

$$F_{0B} \cdot C_0^1 + F_{2B} \cdot C_2^1 + F_{1B} \cdot C_1^1 + F_{B2} \cdot C_B^1 - F_{B1} \cdot C_B^1 - F_{B0} \cdot C_B^1 = V_B \cdot dC_B^1 / dt$$

$$F_{0B} \cdot C_0^B + F_{2B} \cdot C_2^B + F_{1B} \cdot C_1^B + F_{B2} \cdot C_B^B - F_{B1} \cdot C_B^B - F_{B0} \cdot C_B^B = V_B \cdot dC_B^B / dt - M^B$$

簡略化モデル微分法（換気量未知数 9）

2 階  $F_{02} + F_{12} + F_{B2} - F_{20} = 0$

$$F_{02} \cdot C_0^2 + F_{20} \cdot C_2^2 = V_2 \cdot dC_2^2 / dt - M^2$$

$$F_{02} \cdot C_0^1 + F_{12} \cdot C_1^1 - F_{20} \cdot C_2^1 = V_2 \cdot dC_2^1 / dt$$

$$F_{02} \cdot C_0^B + F_{12} \cdot C_1^B + F_{B2} \cdot C_B^B - F_{20} \cdot C_2^B = V_2 \cdot dC_2^B / dt$$

1 階  $F_{01} + F_{B1} - F_{10} - F_{12} = 0$

$$F_{01} \cdot C_0^2 - F_{12} \cdot C_1^2 - F_{10} \cdot C_1^2 = V_1 \cdot dC_1^2 / dt - M^2$$

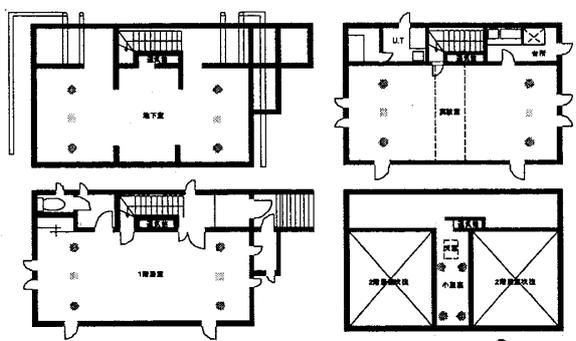


図 2 平面図

$$F_{01} \cdot C_0^B + F_{B1} \cdot C_B^B - F_{12} \cdot C_1^B - F_{10} \cdot C_1^B = V_1 \cdot dC_1^B / dt$$

地階  $F_{0B} - F_{B0} - F_{B2} - F_{B1} = 0$

$$F_{0B} \cdot C_0^B - F_{B2} \cdot C_B^B - F_{B1} \cdot C_B^B - F_{B0} \cdot C_B^B = V_B \cdot dC_B^B / dt - M^B$$

$F_{ik}$ : i階からk階への換気量[m<sup>3</sup>/h]

$C_i^h$ : i階からCO<sub>2</sub>を放出した際のh階での濃度[m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]

$V_i$ : i階の気積[m<sup>3</sup>]

$M^h$ : h階でのガス供給量[m<sup>3</sup>/h]

$dC_i^h$ : h階でCO<sub>2</sub>を放出した際のi階でのt時間の濃度変動[m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>]

dt: 微分間隔 (t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub>) [h]

#### 4. 実測の妥当性

両モデルの微分法、積分法共に算出した換気量は不自然な値が少なく、安定した値を示した(図3~6)。よって、仮定は共に妥当であったと考えられる。

##### 4.1 ファンの性能との比較

1階と2階に付けられたファン風量と算定した値とを比較すると、何れの誤差も2~3割の範囲でおさまり、実際のファンの値に近い値を示した。

##### 4.2 建物の性能との比較

1階、2階の外気進入量(F<sub>01</sub>、F<sub>02</sub>)は少量であり、アースチューブから入ってくるF<sub>0B</sub>と地階からそのまま排気塔へ抜けていくF<sub>B0</sub>が大きな値になっていると考えられる。結果から、その傾向が現れており、実測の妥当性を証明できたと考えられる。同時に、この建物の性能としても通気塔内部で下に舞い戻る事なく、空気が概ねダクト流れになっている事が確認できた。

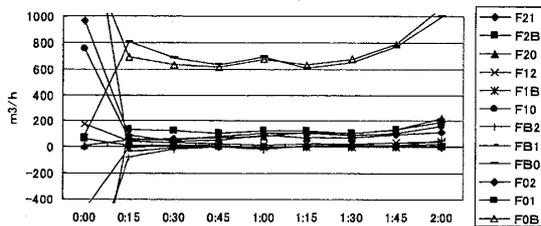


図3 1月18日微分原形モデル

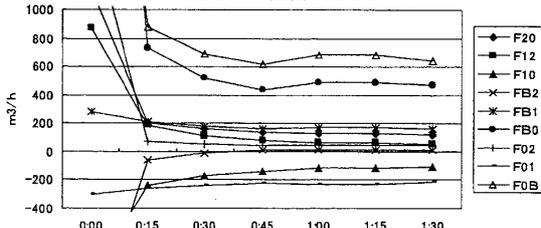


図4 1月18日微分簡略化モデル

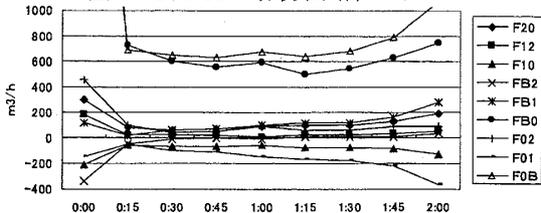


図5 1月18日積分原形モデル

#### 4.3 原形モデルと簡略化モデルの比較

簡略化モデルの様に大胆な仮定をして式を簡略化する事は、不具合が生じる可能性があると考えられるが、全体としての換気量の傾向は合致しているの、否定する算定法ということとはできない。住宅によっては換気モデルが複雑化するものがあり、数式より未知数が多くなった時は解が得られない。そのような時に、簡略化モデルを作ることが大変重要である事が分かった。

#### 4.4 外気条件が違った場合の重ね合わせ

STEP1~3までの外気条件が異なる場合の重ね合わせを行った。各モデル間の換気量のばらつきが大きく、ファンの数値との離れ方も大きくなっているため、やはり、外気条件が似たものを選定し、算出することが重要である事が分かった。

#### 5. まとめ

本研究では多数室換気測定の一ガス測定法の提案を行った。流れとして①測定法を実測で試みる。②測定法の工夫を行う。③換気モデルの検討。④換気量の整式化と値の算出。⑤計算結果の妥当性の検討、を行った。結果を見ると計算結果の妥当性が得られた事から、実測の手法も妥当であったと考えられる。

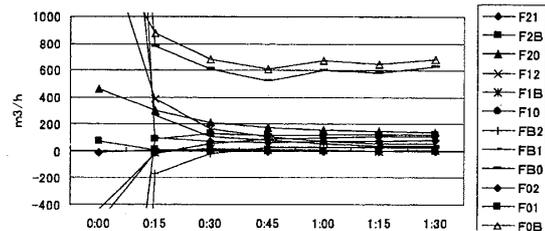


図6 1月18日積分簡略化モデル

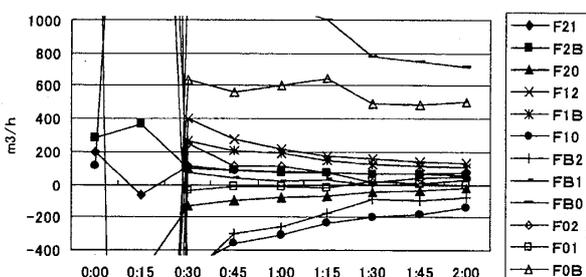


図7 原形モデル

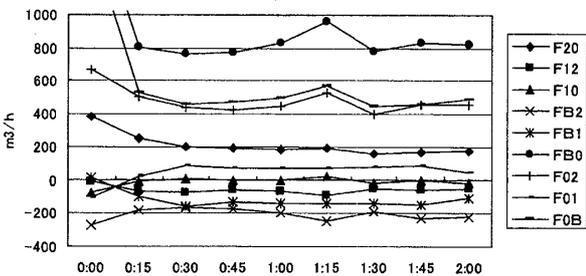


図8 簡略化モデル

- \*1 JR 東日本旅客鉄道株式会社
- \*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 准教授・博士(工学)
- \*4 北海道大学大学院工学研究科 助教・博士(工学)
- \*5 コーナー札幌株式会社

- JR-East Japan Railway Company
- Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
- Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
- Assis. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
- Kona Sapporo Company