

多数室換気測定法の現場測定による事例研究

正会員 奥山 博康*1 同 澤地 孝男*2 同 瀬戸 裕直*2
同 高橋 泰雄*2 同 成田 健一*3 同 岡部 実*4
同 田島 昌樹*5 同 尾本 英晴*6 同 根本 孝明*7

熱回路網モデル システム同定 多数室換気測定法

1. はじめに

建築換気は、機械換気だけでなく、内外温度差や外部風が原因となる隙間風や自然換気にも大きく影響される。従って空気流動の所在や分布の直接的測定は難しく、トレーサーガスを用いた換気測定が有用である。本梗概ではシステム同定法(ガス断続発生法)と呼ぶ多数室換気測定法と他の測定法を比較検討し、また実建物での測定実施例を紹介する。

2. 多数室換気測定システム

本測定システムは、熱回路網のシステム同定理論[1]の応用として開発したものである。本熱回路網モデルは温度の拡散系だけでなくトレーサーガスの拡散系も一般的に表現している。測定システムを図1に示す。ガスの注入も空気の吸引もコンピュータ制御する。多点ガス注入装置を經由して各ゾーンに断続的にガスを注入し、各ゾーンで時間的にも室間的にも変化する濃度を作り出す。これらの変動するガス注入流量とガス濃度の測定データに基づいてシステム同定計算プログラムSPID(System Parameter Identification)により、外気も含むゾーン間の風量、有効混合容積、ガス注入比率等の三種の拡散系のパラメータを推定する。推定方法は、多数ゾーン系においてガス濃度変化を表す連立常微分方程式の方程式誤差の二次形式を測定期間で時間積分して評価関数とし、これを推定すべきシステムパラメータで微分してゼロとおいた式を基本とする最小二乗法である。

3. 各種の換気測定法の問題点

主に単室の換気測定法に関して問題点を検討し、表1のようにまとめた。本システム同定法は単室の場合にも適用可能なので表1に含めた。ガス濃度変化の微分項 dc/dt の性状によって、測定法を静的測定法と動的測定法に大別することができる。ここで有効混合容積と呼ぶものについて考えてみる。これはガス濃度変化の常微分方程式に縛られたパラメータと見なさなければならぬが、室の幾何的容積あるいはこれ以下の一定の容積とは異なり、本来は変化するものと考えべきである。ガスの混合状況を支配する気流分布は変化しないとしても、ガス供給の停止や開始の変動があつてから、この影響が及ぶ容積はその変動からの経過時間に依存すると考えられる。従つてもし減衰法や増加法において、有効混合容積を一定と仮定する限り、ガス供給の変動からの経過時間によって、推定される換気風量も少し異なった値になると考えられる。言い換えれば、換気量の推定に室の幾何的容積を用いる限り、適切な経過時間があると考えるべきである。これは dc/dt をゼロと見なさない、あるいは見なせない全ての測定法に関して言えることであり、断続的なガス供給を行うシステム同定法においても適切な断続周期があると考えるべきである。ましてや短絡流れや成層流れが

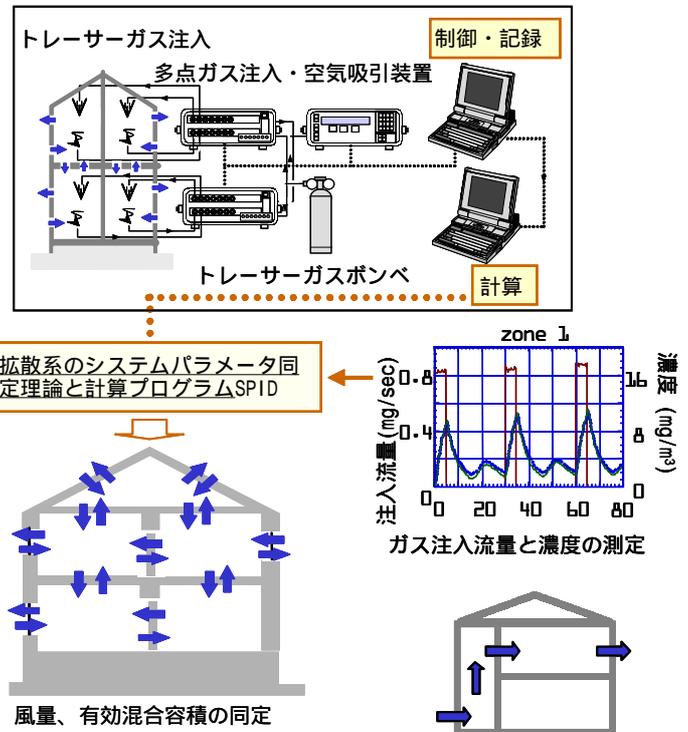


図1 多数室換気測定システム

図2 一定濃度法の問題点

表1 各種の単室換気測定法の問題点

静的測定法	一定濃度法	$dc/dt=0$ に制御する方法 多数ゾーンに適用された場合、一様濃度となるために、隣接ゾーン経由の外気が全く換気量として評価されない。
	一定供給法	$dc/dt=0$ と強いて見なす方法 自然換気駆動力の変動により正確には $dc/dt=0$ とはならないので、誤差になるか、有効混合容積 V を仮定しなければならなくなる。
動的測定法	減衰・増加法	消極的に $dc/dt <> 0$ の過渡状態を利用する方法 $dc/dt <> 0$ といつても変化に乏しく、従つて有効混合容積 V の仮定が必要となる。
	システム同定法	積極的に dc/dt の変動状態を継続的に作り出す方法 測定データ自体の陽的な解釈が難しく、計算プロセスも分かり難い

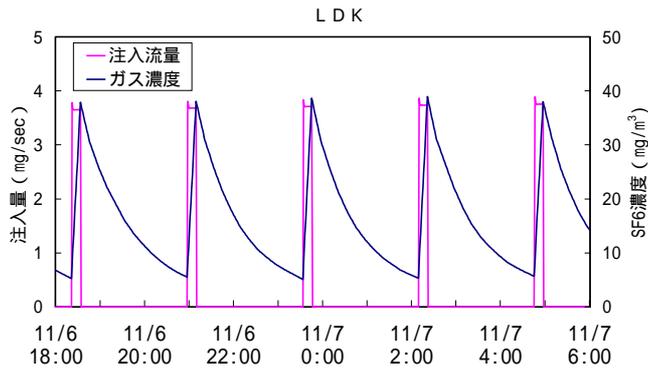


図3 LDKでのガス濃度と注入流量の変化

無視できず存在することもあるから 場合によっては有効混合容積も推定すべきであろう。なお一定濃度法は、多数ゾーンに適用した場合に図2に示すような吹き抜け空間を經由してくる外気は全く評価されないの、本質的には単室扱いの測定法と考えるべきであろう。

4. 測定実施例

本多数室換気測定を、つくば市の(財)ベターリビング筑波試験センター内に建てられた在来軸組構法の二階建木造住宅で、平成13年11月6日朝から11月12日朝まで実施した。これ以外の期間は一定濃度法等の測定法を実施している。建物と換気システムや他の測定方法について詳しくは他報[2]に譲るが、本測定時には第三種ダクト式(ダクト式排気セントラル)が稼動していた。連続的に測定されたガス濃度変化のデータから図3に示すような11月6日18時~7日の6時までの12時間分の測定データについてシステム同定した結果を図5に示す。この期間では機械換気風量が強い状態であり、外気温度は約10℃、建物内は約17℃、外気風速は2m/s前後であった。建物全体での換気回数は、本測定法では約0.6回/時となったが、一方同様な条件で熱線式風量計による排気風量からは0.5回/時、一定濃度法では約0.7回/時となった。全般的風量分布に一定濃度法と顕著な違いは見られなかったが、幾つかの室においては隣室からの風量と直接侵入外気量を合計した風量が、一定濃度法での直接侵入外気量に近づいている状況が認められた。

5. まとめ

主に単室扱いの各種換気測定法の分類と問題点の検討を行った。また本測定法の適用事例で見られた全体的換気量に関する一定濃度法との違いの原因は今後の検討を要する。

【謝辞】本検討に関して同僚の大西由哲氏と日本工業大学の渡部裕介氏、八木木材産業の坂本佳大氏等のご協力を得ました。

【参考文献】

- [1] 奥山博康, "建築物の熱回路網モデルに関する理論的研究", 博士号学位論文, 1987年12月
- [2] 根本, 澤地, 瀬戸, 高橋, 成田, 渡部, 岡部, 尾本, 奥山, 坂本, 田島, "室内空気質改善を目的とした複数の換気システムを有する実験住宅における換気・温熱環境に関する研究 その1 全体概要", "同主題 その2 換気測定概要", "同主題 その3 外部風が換気量に与える影響", "同主題 その4 換気量と温熱環境", 建築学会2002年度大会(北陸)・学術講演梗概集・環境工学

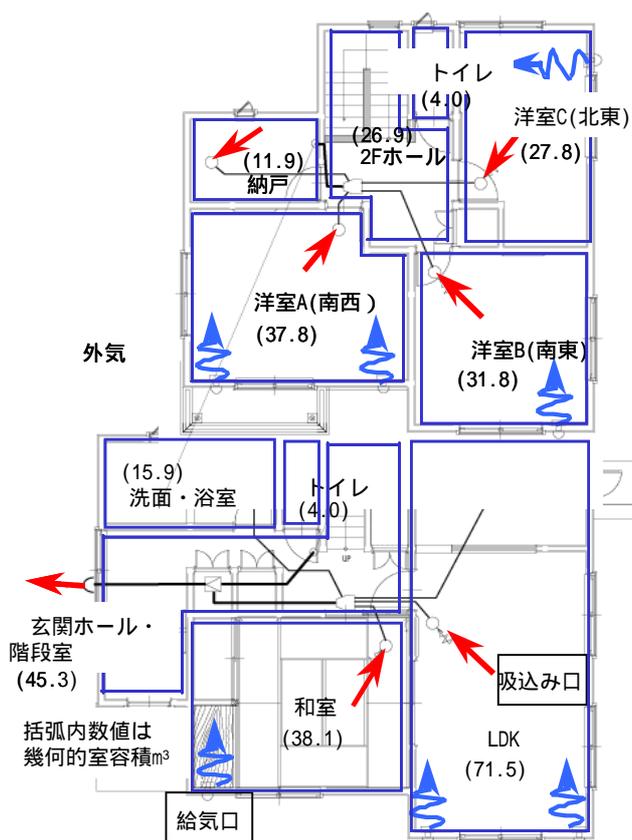


図4 第三種ダクト式稼動時の設計上流れと幾何的室容積

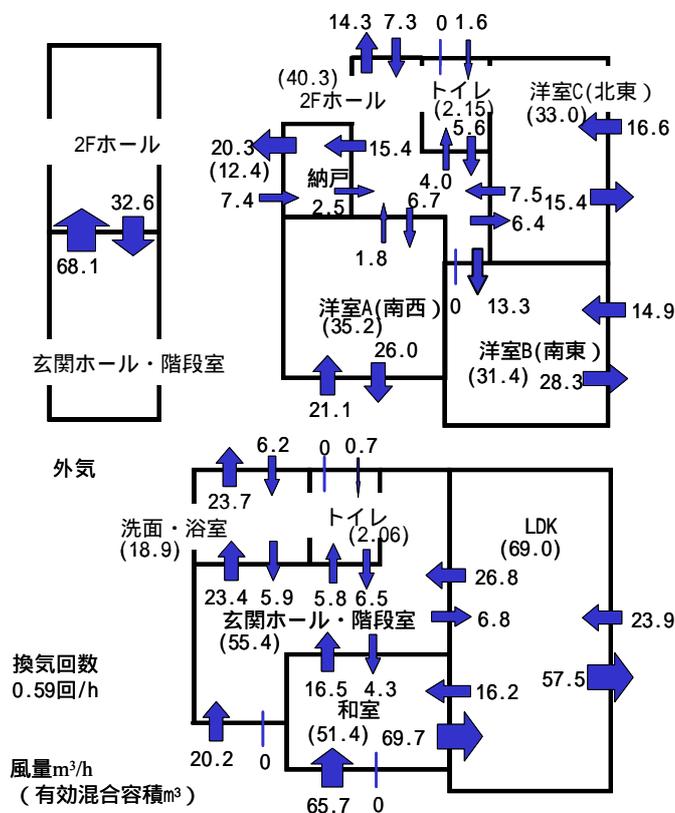


図5 システム同定結果の風量分布と有効混合容積

- *1 清水建設(株) : Shimizu Corporation
- *2 独立行政法人建築研究所: Building Research Institute
- *3 日本工業大学 : Nippon Institute of Technology
- *4 (財)ベターリビング : Tsukuba Building Test Lab.,C.B.L.

- *5 東京理科大学 : Tokyo University of Science
- *6 松下精工(株) : Matsushita Seiko Co.,Ltd.
- *7 住友林業(株) : Sumitomo Forestry Co.,Ltd.