

トレーサーガスを用いた換気性状把握手法の検証と改良  
(その1) 予備実験の結果

正会員 ○ 奥山 博康\*1

正会員 澤地孝男\*2 正会員 瀬戸裕直\*3 大西由哲\*4

検証実験 熱回路網 システム同定

1. はじめに

従来の単室モデルの換気測定法は、機能的にも、精度的にも不十分なところがあるので、多数室換気測定法が研究されている。著者は熱回路網のシステムパラメータの同定理論[1]を考案し、一つの応用として多数室換気測定システムを開発した。そして現在、建設省建築研究所の換気実験施設[2]を用いて、主題の共同研究を実施中である。本梗概ではその予備実験結果について述べる。

2. シリンダーハウスの概要

建研にあるシリンダーハウスは、2×4 工法による図1に示すような延床面積約66m<sup>2</sup>の二階建て住宅であるが、外皮全体の相当開口面積は約12cm<sup>2</sup>と非常に高气密に作られている。外壁には塩ビ製で内径5cmのシリンダーが計218本貫通しており、栓を閉閉することで様々な建物気密性を模擬できる。各々のシリンダーを空気が出入りする際の差圧と風量の関係を予めキャリブレーションしておき、実験中は差圧を測定することにより、隙間風を模擬する風量を推定することができる。またダクトを用いた様々な機械換気システムを模擬することができる。そしてこのシリンダーハウスは、12×13×高11mの人工気候室の中に在るので、様々な内外温度差による煙突効果も模擬できる。

3. 予備実験

当施設において'96年11月18日から22日の間に予備実験を行った。目的は、測定法の誤差検討と改良のために、どのような実験が可能であるか検討することである。多数室換気測定システムは、図2に示すような以前と同じSF6 ガスを用いるシステムである。システム同定モデル上の建物内ゾーン数は8であり、ゾーン番号9は外気を表す。ゾーン番号と室との対応は図1に示す。ガス注入の断続スケジュールは原則的にランダムで良いと考えるが、制御の簡単さ等から、各々の室で9分注入81分休止を90分周期で繰り返し、同時に2室以上への注入は行わないものとした。各室での注入開始と停止に伴う濃度変化の底とピークを捉えられるように、その室のガス注入の開始時間とサンプリング時間が一致するように、また注入停止直後にサンプリングが行われるよ

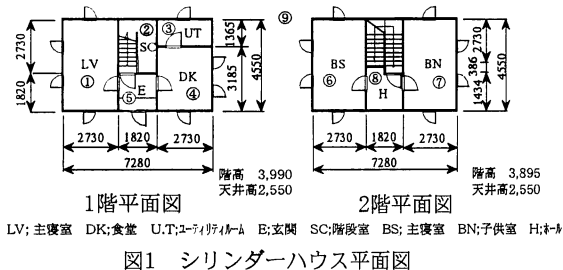


図1 シリンダーハウス平面図

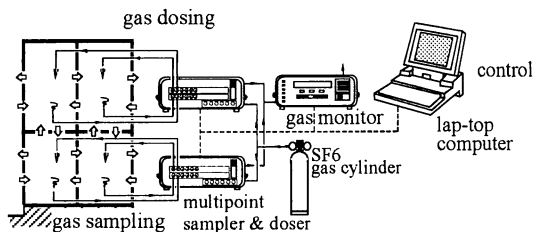


図2 多数室換気測定システムの構成

表1 実験条件

実験番号	換気の種類		内外温度差 ΔT(°C)				単位床面積当たりの気密性能 AIT(cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )		扉の開閉				隙間及びアンダーカットの模擬シリンダー	
	自然換気	機械換気	10	20	5	7	LV DK BS BN	UT	E-SC 閉	SC-H 閉	50 φ	160 φ		
①	○	-	○	-	○	-	閉	閉	閉	閉	各室3本 (上中下)	開		
②	○	-	○	-	○	-	閉	開	開	開	各室3本 (上中下)	開		
③	○	-	○	-	-	○	閉	開	開	開	各室5本	開		
④	-	○	○	-	-	○	閉	閉	閉	閉	UT-DK 4本 (上から) E-SC 5本 SC-H 4本 (下から)	LV,BS,BN 開 DK-Eは閉 (50φを代わりに開いた)		
⑤	○	-	○	-	-	○	閉	閉	閉	閉	UT-DK 4本 (上から) E-SC 5本 SC-H 4本 (下から)	LV,BS,BN 開 DK-Eは閉 (50φを代わりに開いた)		
⑥	○	-	-	○	-	○	閉	閉	閉	閉	UT-DK 4本 (上から) E-SC 5本 SC-H 4本 (下から)	LV,BS,BN 開 DK-Eは閉 (50φを代わりに開いた)		
⑦	-	○	-	○	-	○	閉	閉	閉	閉	UT-DK 4本 (上から) E-SC 5本 SC-H 4本 (下から)	LV,BS,BN 開 DK-Eは閉 (50φを代わりに開いた)		

スリットシリンダー20本は常時開いている

表2 システム同定計算期間

実験番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
開始時間	11/20 14:30	11/20 16:50	11/20 20:15	11/21 11:00	11/21 15:00	11/21 18:30	11/22 10:30
終了時間	16:50	20:10	9:30	14:30	18:10	21:51	14:00

Verification and Improvement of Building Multi-zonal Airflow Measurement Method Using Tracer Gas Part-1 Preliminary Experiment

OKUYAMA Hiroyasu, SAWACHI Takao, SETO Hironao and OHNISHI Yoshinori

うにスケジュールを組んだ。なお各室においては直径10cm程度の冷却ファンを1, 2個と、階段室などには首振り扇風機も設置してガスが混合するようにした。実験の条件としては、表1に示すように、自然換気と機械換気、10℃と20℃の内外温度差、5cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>と7cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>の気密性、内部ドアの開閉の状況の違い等をつくり、表2に示すような7通りの時間帯について、システム同定計算プログラムSPIDを用いて計算した。

#### 4. 予備実験結果

前述した7通りの実験条件のうちガス注入流量と濃度変化を、例えば玄関の③の実験条件について図3に示す。またこうした測定値によるシステム同定の結果についても、例えば実験条件④と⑤について図4と図5に示す。一方シリンダーの前後の差圧測定から推定される風量は表3に示す。ここにスリットとはシリンダーの内部に隙間状の詰め物を入れて隙間の通気性状を模したものである。また機械換気の風量は換気制御システムが測定した値である。全般にわたり本多数室換気測定法は、煙突効果、気密性、内部ドアの開閉などの実験状況の違いを良くとらえていることが分かった。また風量だけでなく有効混合容積も同定すると幾何学的容積よりも若干少なくなることも分かった。さらに階段室ホール等の外部と換気風量が無い所は同定風量を省くと精度が向上することも分かった。差圧測定からの風量との比較でも建物全体の換気量と概ね一致する様であるが、自然換気状態等の微差圧状態については、さらに慎重な検討を要すると思われる。

#### 5. まとめ

フィールド実験に比べ、本実験施設によれば換気に対する外乱や駆動条件を制御・管理可能な状態にすることができるので、今後はこれらの変化が同定誤差に及ぼす影響も含めてさらに検討していきたい。

【謝辞】 シリンダー通過風量を微差圧測定から求める処理等では(財)ベター・リビング筑波建築試験センターにご協力頂いた。

#### 【参考文献】

- [1] 奥山博康, 一般拡散システムの回路網による状態方程式とそのシステムパラメーターの同定理論, 日本建築学会論文報告集, 第344号, 昭和59年10月, pp103-115
- [2] 澤地孝男他, 住宅の換気システムに関する実験的研究, その2 実験施設(シリンダーハウス)の特性, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集(II), 1994年10月, pp.649-652, その他

\*1 清水建設(株)技術研究所・主任研究員・工博  
 \*2 建設省建築研究所・第五研究部・研究室長・工博  
 \*3 同上・主任研究員  
 \*4 清水建設(株)技術研究所

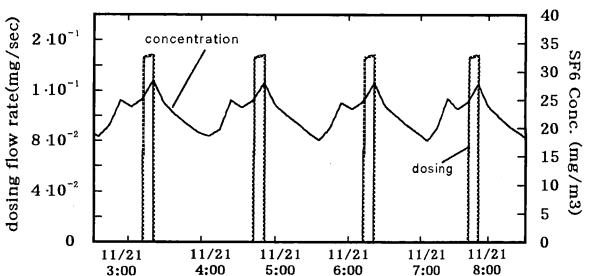
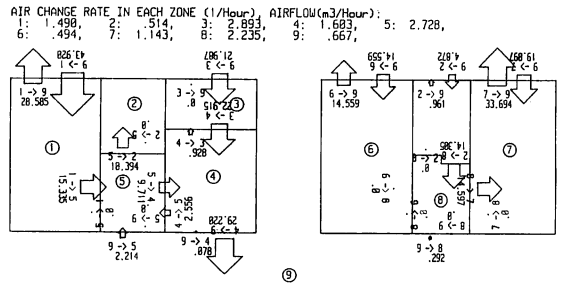
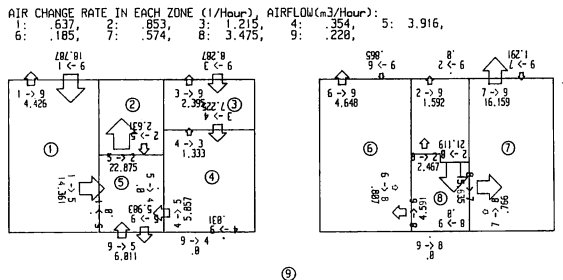


図3 ガス注入量と濃度変化(玄関)



BY NON-NEGATIVE LEAST SQUARES, BATCH SYSTEM IDENTIFICATION RESULTS FILE NAME:KENRES84  
 SYSTEM IDENTIFICATION MODEL DATA FILE NAME :KENIDM01.DAT  
 MEASUREMENT DATA FILE NAME FOR THE IDENTIFICATION:KENI1208.D03  
 STARTING TIME =1996-11-21,11:30 PERIOD OF TIME = 180(min)

図4 実験番号④での風量のシステム同定結果



BY NON-NEGATIVE LEAST SQUARES, BATCH SYSTEM IDENTIFICATION RESULTS FILE NAME:KENRES85  
 SYSTEM IDENTIFICATION MODEL DATA FILE NAME :KENIDM01.DAT  
 MEASUREMENT DATA FILE NAME FOR THE IDENTIFICATION:KENI1208.D03  
 STARTING TIME =1996-11-21,15: 0 PERIOD OF TIME = 150(min)

図5 実験番号⑤での風量のシステム同定結果

表3 実験番号④と⑤での差圧測定からの風量

		LV	DK	BS	BN	計	風量収支
④ 機械換気	漏出量	スリット	0.000	0.000	0.000	0.000	
	(m <sup>3</sup> /h)	シリンダー	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
		機械換気	20.000	20.000	20.000	20.000	80.000
	計	20.000	20.000	20.000	20.000	80.000	
	侵入量	スリット	-9.526	-5.147	-3.687	-3.886	-22.246
(m <sup>3</sup> /h)	シリンダー	-42.459	0.000	-22.153	-22.569	-87.181	
	計	-51.985	-5.147	-25.840	-26.455	-109.427	
	計	-31.459	0.000	-29.153	-30.341	-90.953	
⑤ 自然換気	漏出量	スリット	0.179	0.356	1.975	1.574	4.084
	(m <sup>3</sup> /h)	シリンダー	1.944	0.000	12.830	10.943	25.717
		機械換気	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	計	2.123	0.356	14.805	12.517	29.801	
	侵入量	スリット	-2.937	-0.917	-0.617	-0.966	-5.437
(m <sup>3</sup> /h)	シリンダー	-18.080	0.000	-5.116	-6.999	-30.195	
	計	-21.017	-0.917	-5.733	-7.965	-35.632	
計						-5.831	