

## 住宅の換気性能指標 SRF の実証実験に関する研究 —人工気候室内実大実験家屋における検証実験—

1973212 片野 清人 1973129 石橋 誠司

指導教員 成田 健一

### 1. 研究目的

一般的に住宅に必要な新鮮空気量は住戸容積に対する換気回数として表され「次世代省エネルギー基準」などに基準値として示されている。これは住戸全体を単室として扱う考え方であり、住戸内各室間における空気の流動や各室の新鮮空気の充足度を判断する多数室的な考え方とは異なっている。本研究では、住宅の換気を多数室問題として扱い、換気性能評価指標 SRF (Supply Rate Fulfillment) を判断基準としてトレーサーガスを用いた換気性能実験により得られる SRF 値と各種理論計算により求められる SRF 値とを比較し検証することを目的としている。

### 2. 換気性能評価指標 SRF

SRF は特に多数室で構成される空間において、他室を通過した空気の新鮮空気としてのポテンシャルも含めて、換気性能を評価できる指標であり以下のように表せる。各室において(1)式の新鮮空気量保存則により余剰新鮮空気量率  $\alpha_i$  を求め、式(2)および式(3)により得られる  $S_i$  と実質必要新鮮空気量  $P_i'$  を式(4)に代入することで  $i$  室における給気の充足度  $SRF_i$  を求めることが出来る。ここで  $SRF=1$  となる場合は完全な充足状態であり  $SRF<1$  で充足していない状態を表す。

$$A_i + \sum_{j=1}^{n_i} \alpha_{a(i,j)} \cdot Q_{a(i,j)} - \alpha_i \cdot \left( \sum_{j=1}^{m_i} Q_{b(i,j)} + B_i \right) - P_i = 0 \quad \dots(1)$$

$$S_i = A_i + \sum_{j=1}^{n_i} \max(0, \alpha_{a(i,j)} \cdot Q_{a(i,j)}) - \sum_{j=1}^{m_i} \max(0, \alpha_i \cdot Q_{b(i,j)}) - \max(0, \alpha_i \cdot B_i) \quad \dots(2)$$

$$P_i' = P_i - \sum_{j=1}^{n_i} \min(0, \alpha_{a(i,j)} \cdot Q_{a(i,j)}) \quad \dots(3)$$

$$SRF_i = \frac{S_i}{P_i - \sum_{j=1}^{n_i} \min(0, \alpha_{a(i,j)} \cdot Q_{a(i,j)})} = \frac{S_i}{P_i'} \quad \dots(4)$$

- $A_i$  :  $i$  室に供給される直接新鮮空気量
- $B_i$  :  $i$  室から直接外部へ排気される空気量
- $N$  : 室数
- $P_i$  : 必要新鮮空気量
- $Q_{ij}$  :  $i$  室から  $j$  室へ流れる空気量
- $a_{(i,j)}$  :  $i$  室へ流入する空気の元となる  $j$  番目の室番号
- $b_{(i,j)}$  :  $i$  室から流出する空気の先となる  $j$  番目の室番号
- $n_i$  :  $i$  室へ流入する空気の元となる室の数
- $m_i$  :  $i$  室から流出する空気の先となる室の数
- $\alpha_i$  :  $i$  室の余剰新鮮空気量率
- $S_i$  : 有効新鮮空気量
- $P_i'$  : 実質必要新鮮空気量

### 3. 実験概要

#### 3-1. 実大実験家屋(シリンダーハウス)の概要

本実験で使用した実大実験家屋(図 1)は国土交通省建築研究所内にあり、室内外温度差及び各室の機械換気量を自由に設定できる。また、外壁部にシリンダー(開口面積  $15.5\text{cm}^2$ )、スリット( $1.5\text{cm}^2$ )が設けてあり、これらを組み合わせて開閉することにより気密性能を自由に設定できる。また、それらの流量特性と各部位に設置された微差圧計によって得られる差圧により換気量と外部との室間流量を把握することができる。

**3-2. 実験ケース** 表 1 に SRF 推定のための実験ケースを示す。UT は、トレーサーガスの一様拡散条件を得るために完全閉め切りとして実験を行った。機械換気パターンは図 2 のような 2 種類を設定した。また、気密性能に表 1 のように 2 種類設定し(単位:  $\text{m}^3/\text{h}$ )、全ての気密パターンにおいてスリット及びシリンダーを室の全面に均等に設定することで一様拡散の仮定が出来るようにした。

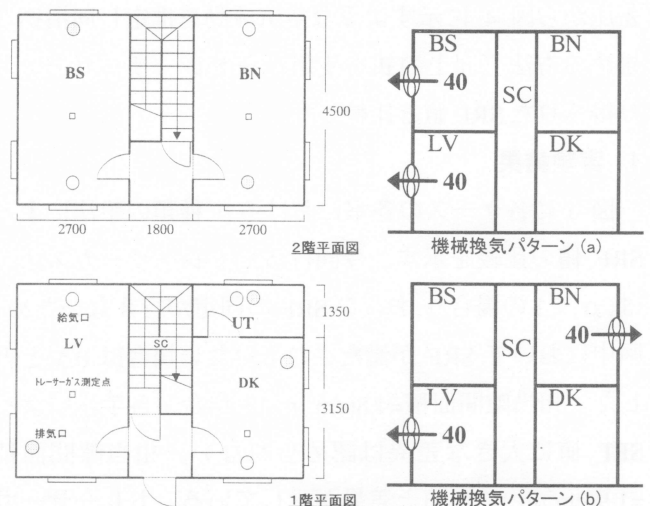


図 1 シリンダーハウス平面 図 2 機械換気パターン(断面図)

3-3. 測定方法 トレーサーガスを表1に示した必要新鮮空気量に比例させ測定中一定量放出した。トレーサーガスのドージング及びサンプリングはマルチガスモニタにて行い定常状態のデータを収集した。ガス濃度の推移の例を図3に示す。

3-4 トレーサーガスによる SRF 推定方法

i 室及び j 室の余剰新鮮空気量率  $\alpha_i$  および  $\alpha_j$  は次式(5)及び(6)にて示される。

$$1 - \frac{\sigma_i}{\sigma_c} = \alpha_i \quad \dots(5) \quad 1 - \frac{\sigma_j}{\sigma_c} = \alpha_j \quad \dots(6)$$

$\sigma_c$ : 許容濃度  
 $\sigma_i$ : i 室の収束濃度  
 $\sigma_j$ : j 室の収束濃度

ここで  $\alpha > 0$  の場合、その空気は汚染質を希釈する能力を有する空気、 $\alpha < 0$  では許容濃度に比較して汚染された空気となる。また i 室に流入する空気の平均的な余剰新鮮空気量率  $\bar{\alpha}_i$  は次式(7)にて表される。

$$\bar{\alpha}_i = \frac{A_i + \sum_{j=1}^N \max(0, \alpha_j \cdot Q_{ij})}{A_i + \sum_{j=1}^N Q_{ij}} \quad \dots(7)$$

i 室の濃度比  $d_i$  は次式(8)で示され、(9)式のようにトレーサーガスの定常濃度によって SRF 値が求まる。

$$d_i = \frac{\sigma_i}{\sigma_c} \quad \dots(8)$$

$$SRF_i = d_i \cdot \frac{1}{d_i + (1 - d_i) \cdot \frac{1}{\alpha_i}} \quad \dots(9)$$

3-5. SRF の比較 上記手法のほか換気回路網により求められた換気性状から SRF を算定する方法と(式(1)~(4)を使用する方法)、微差圧計により測定された室間差圧から図4に示すような空気流動を推定し同指標を求める方法(同上の式を使用)をトレーサーガスにより得られた SRF 値と比較した。

4. 実験結果

図5に各ケースの各室における3種類の手法による SRF 値の比較を示す。今回行ったトレーサーガス法では、 $\alpha_i < 1$  の場合  $\alpha_i$  および  $SRF_i$  の同定が行えないため、図中において SRF が満たされていない場合は 0.5 と表した。相当隙間面積=4.8(cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)の場合、各手法による SRF 値に大きな差異は認められない。相当隙間面積=1.9(cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>)になると差異が生じている。トレーサーガス法には測定誤差等が含まれていること、これは換気

1973129 石橋 誠司 1973212 片野 清人  
 回路網と各室の圧力差からの推定法には、シリンダー及びスリット以外に存在する隙間の影響を、考慮していないこと等の原因によるものと考えられる。

5. まとめ

トレーサーガス法では、対象室が  $\alpha_i < 1$  の場合 SRF 値そのものは同定できない。しかし室の給気の充足が満たされているか否かの把握はできた。今後 SRF を推定する上で課題として、換気回路網や圧力差からの推定法等と組み合わせ  $\alpha_i$  を明確にする方法や、空気流動そのものまたは  $\bar{\alpha}_i$  をトレーサーガスによって測定することにより SRF 値を特定する手法が必要と考えられる。

表1 実験ケースと設定

実験 CASE	機械換気パターン	相当隙間面積 (cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	室内外温度差 (°C)	設定必要新鮮空気量 P <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> /h)				
				LV	DK	BS	BN	SC
1	a	4.8	20	40(40)	20	20(40)	40	0
2	b			40(40)	20	20	40(40)	0
3	b	1.9		40(40)	20	20	40(40)	0
4	a	40(40)		20	20(40)	40	0	

設定必要換気量の()内は機械排気風量

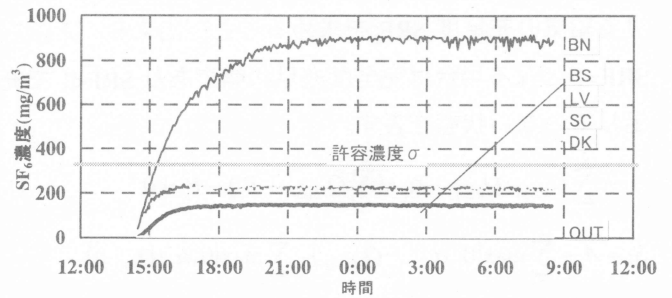


図3 トレーサーガス一定発生法の濃度推移(ケース1)

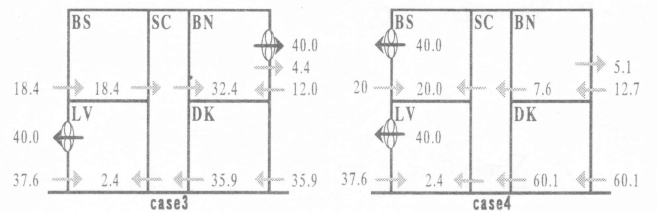


図4 差圧測定による空気流動の推定例(ケース3及びケース4)

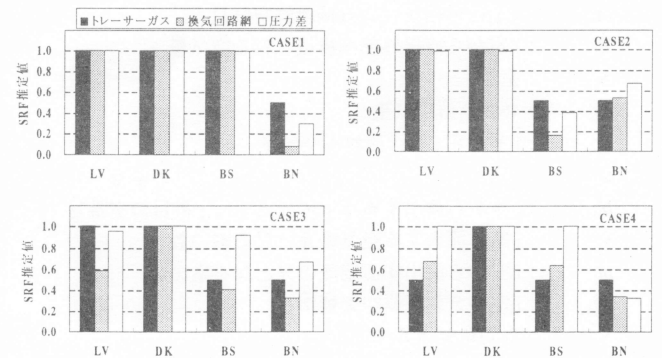


図5 各推定法による SRF 値の比較