集合住宅における換気性能に関する研究

—自然換気システムおよびハイブリッド換気システムの換気性能評価—

1993131　井上　純　1993246　佐々木　智美

指導教員　成田　健一

1.研究目的　近年、集合住宅の気密化に伴い、シックハウスなどの室内環境問題が生じており、計画換気の必要性が増している。建築基準法により機械換気が推進されているが、省エネルギー等の観点から、自然風を利用した換気システムが望まれている。しかし自然風は風向・風速ともたえず変動しており、無風時などはファンの併用が望ましい。そこで本研究では 2 例の自然風を利用した集合住宅用換気システムを対象として、変動する自然風条件下においてトレーサーガスを用いて以下の換気性能測定を行った。(1)実験住宅における外壁型自然換気システムの換気性能測定 (2)実住宅に導入されたダクト式ハイブリッド(弱風時にファンを運転)換気システムの外気導入量測定

2.外壁型自然換気システムの換気性能評価実験

2-1 実験概要　本実験は 3 階建の 2 階に位置する図 1 に示すような平面を持つ 1 住戸にて行った。外壁面には図 2 に示すような強風時には過剰な換気を防ぐ流量制御機構つきの自然換気システムを南北の外壁面に 5 つずつ設置した。当該住戸を風上と風下が必ずできるよう 2 室に区切り、室間には内装ドア相当の隙間を設けるため、塩ビ製のパイプを配置した。本実験では表 1 に示した条件で 2 種のトレーサーガスを用いて各室の外気導入量と換気性能測定を行い、また建物屋上にて風向風速および対象室南北外壁面の風圧を測定した。

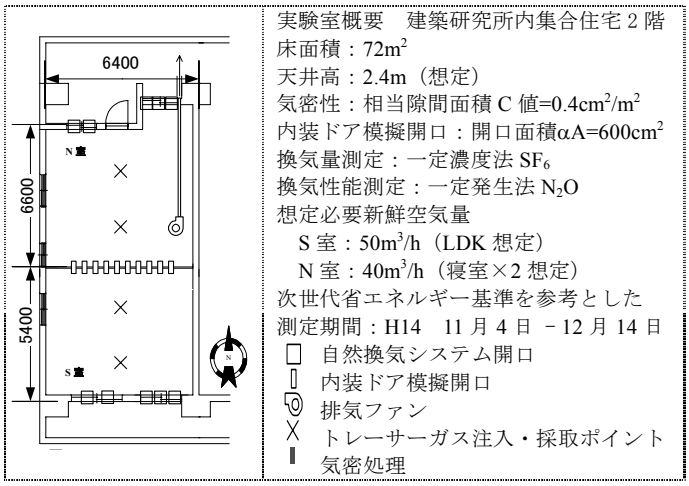


図 1　実験住宅平面図および実験室概要

2-2 換気性能評価指標:*SRF*(Supply Rate Fulfillment)
本研究で換気性能評価指標として用いた *SRF* は式 1 のように、その室に共有される有効な新鮮空気量 S_i の実質的な必要新鮮空気量 P_i'に対する比で表され、充足状態で 1.0 を示す。

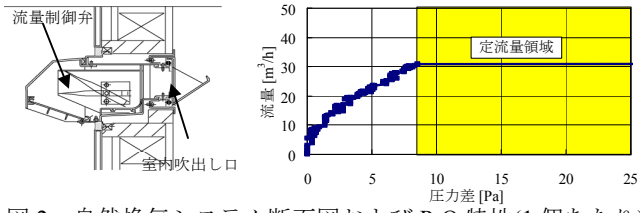


図 2　自然換気システム断面図および P-Q 特性(1 個あたり)

表 1　実験条件

Case	流量制御	排気ファン
01		
02		○
03	○	
04	○	○

SRF 関係式

$$SRF_i \equiv \frac{S_i}{P_i'} \quad \cdots 式1$$

S_i = i室の有効新鮮空気量[m³/h]

P_i'= i室の実質必要新鮮空気量[m³/h]

2-3 結果と考察　図 3 に Case03 における風圧変動と外気導入量の経時変化の例を示す。この図より、差圧が大きい時に流量制御が効いていることがわかる。また実験期間中は北面が正圧となる条件が大半を占めており、北面正圧条件での風圧と換気量および *SRF* の 1[Pa] ごとの平均値を図 4 に示す。図 4 より、流量制御を行わない Case01,02 は圧力差が生じると過換気を起こし、流量制御を行っている Case03,04 については同条件の場合でも過換気を起こしていないことがわかる。また *SRF* のグラフから排気ファンを併用しない Case03 では差圧が小さい時、自然風だけでは *SRF* が充足されず、排気ファンを併用した Case04 では、差圧が小さい時でも *SRF* が充足状態に近いことを示した。これらのことから本システムは圧力差 2[Pa]以下の時に排気ファンを併用することにより、換気性能を向上できる結果を得た。

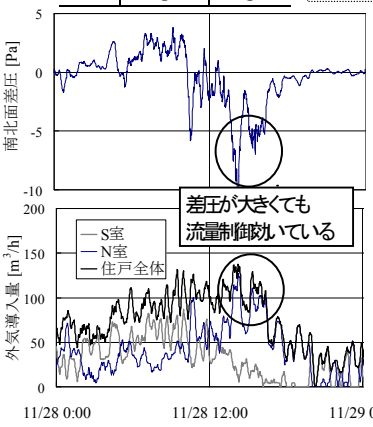


図 3　風圧変動と外気導入量の経時変化

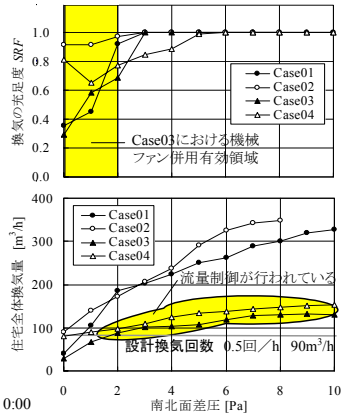


図 4　北面正圧時の差圧と *SRF* および換気量の関係

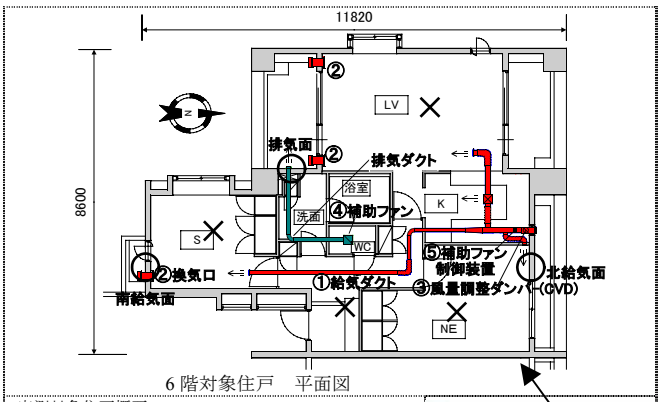
1993246　佐々木　智美　1993131　井上　純

3.ダクト式ハイブリッド換気システムの性能評価

3-1 実測概要　当該換気システムは一定以上の風圧がある条件では給気ダクトを通じて風を取り込むが、風圧が高い場合は、ダンパーの流量制御により過換気を防ぐ構造となっている。また無風時・弱風時にはダクト内の風速を検知し、補助ファン(サニタリー系統の局所ファン)を排気運転させるものである(図 5 参照)。本システムは実際の住宅には初めて導入され、今回実測対象となる実住宅には全住戸に取り入れられた。そのうちの 6 階の1住戸を実測対象住戸とした。測定器および測定項目を表 2 に示す。外気導入量は SF_6を用いた一定濃度法で行い、住戸の各室で注入及び採取を行った。補助ファン制御器の信号は各階で 1 秒毎にデータロガーにて計測した。

3-2 結果と考察　図 6 はダクト内風速 0.3m/s 以下でファン発停する当該システムの稼動条件から各階の自然換気寄与率を求めたものである。本住宅は図 7 に示すように東西には建物により障害があるが南北に風が抜けやすく、上階より風力の得にくい下層階でも 45%程度の時間で自然風を利用できることがわかった。図 8 はダクトを通過する空気量をダクト内風速および補助ファンの発停信号を用いて算定し、南北面差圧と換気回数の関係を示したものである。差圧が小さい時にファンが稼動し、流量制御により差圧が大きい場合でも過換気は起きていないことがわかる。図 9 に 11 月 13 日の住戸と各室の換気量推移を示す。また住戸全体の換気量は設計風量 0.5 回/h(80.9m^3/h)を常時満たしていることがわかる。

4.まとめ　本研究では自然風を利用した換気システムを有する実験住宅と実住宅での測定を行い、以下の知見を得た。(1)実験住宅では自然風を利用する際、流量制御は非常に有効であり、また *SRF* 指標からは本実験で使用した自然換気システムの場合、南北面差圧 2[Pa] 以下で排気ファンを併用することで換気性能が高くなることを把握した。(2)実住宅ではハイブリッド換気システムにより弱風時でもファンの稼動によって設計換気量が得られ、強風時には流量制御により換気量を調整していることがわかった。以上のことから自然風を利用するにはファン＋流量制御、すなわちハイブリッド換気システムを用いることで自然風の変動は克服でき、建築基準法をも満たせる実用システムとして有効であることを把握した。



6 階対象住戸　平面図

実測対象住戸概要
床面積：64.77m^2　天井高：2.5m
気密性：相当隙間面積 C 値＝1.09cm^2/m^2
換気量測定：一定濃度法 SF_6
想定必要新鮮空気量：80.9m^3/h
○：外壁面差圧
　(南給気面－西排気面、北給気面－西排気面)
×：トレーサーガスドージングポイント
①給気ダクト
②換気口　(逆流防止機能付き)
③風量調整ダンパー　(CVD 過換気防止機能付き)
④補助ファン　(ダクト内風速 0.3m/s 以下で稼動)
⑤補助ファン制御器
測定期間：H14　11 月 12 日 ～ 11 月 22 日

写真 1　実測対象住宅(北側外観)

図 5　実住宅平面図および実測概要

表 2　測定器及び測定項目

	測定項目	測定場所	測定器
外部影響	外部風向・風速	屋上	三杯風速計、風向計
	外壁面差圧	6 階　対象住宅	バラトロン差圧計
換気性能	給気ダクト内風速	2,4,6,階から各 1 住宅選出	補助ファン制御器からの信号をデータロガーで計測
	補助ファン発停信号		
	各室外気導入量	6 階　対象住宅	トレーサーガスモニタ

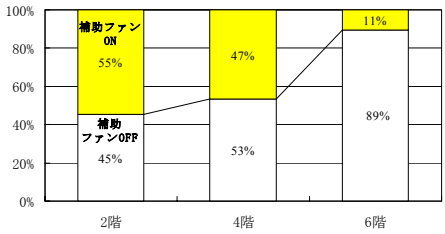


図 6　各階の自然換気寄与率

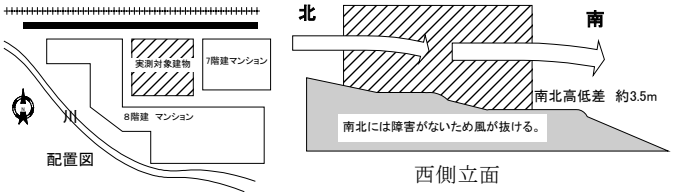


図 7　実住宅周辺状況

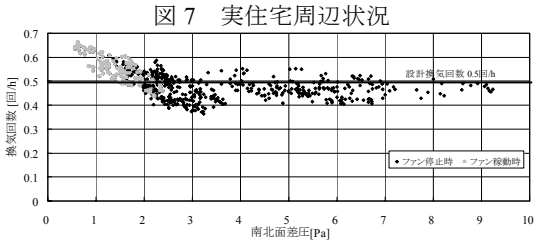


図 8　ダクト内通過量と風圧力（7 階）

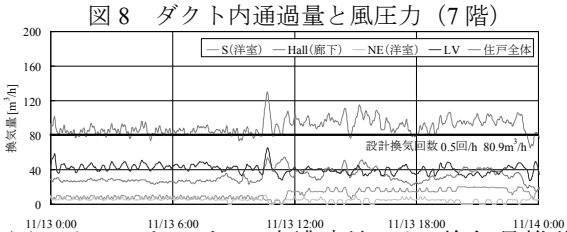


図 9 トレーサーガス一定濃度法による換気量推移