

集合住宅の第三種換気方式に関する問題

正会員 ○奥山博康*¹
会員外 小林和起*²第三種換気 熱換気回路網 集合住宅
高気密住宅 換気充足率 台所排気

1. はじめに

日本の集合住宅では、寒冷な欧米にならい高気密化されながらも第三種換気方式が採用されているので、近年の研究では幾つかの不具合が指摘されている。例えば和田等の研究^[1]では、低い室内圧による玄関のドアの開閉困難、異音の発生、給気口からの外部騒音の侵入や冷風感等が挙げられている。本論では、窓と屋内ドアの開閉により起こる換気量不足を、新たに定義した換気充足率 VSR によって検討した。また台所排気と連動して開閉する居間の給気口による冷風感等の不具合も、実測で現状把握を行った。

2. 本研究で検討した問題

集合住宅は戸建て住宅に比べて内外温度差等の自然換気が働き難く、高気密化も相まって換気不足になりやすい。法規^[2]では住戸合計で 0.5[回/h]の換気量が満たされていれば良いとされ、各室の必要換気量が満たされているか否かは問わない。集合住宅における第三種換気システムの多くは、水回りに集中して排気する方式である。外壁の給気口と屋内ドアのアンダーカット等が経路なので、窓や屋内ドアの開閉に影響され、住戸全体の排気量は満たされても、ある部屋では不足する可能性がある。また台所の排気風量は大きく、室内の負圧も大きくなるので、台所排気に連動して開く給気口が居間に設けられることがある。この大量の外気侵入により冷風感を生じて不快だけでなく、冷暖房した居室の空気を巻き添えにして排気されるので、冷暖房負荷も増大してしまう。本研究では前述の換気量不足と台所排気連動の給気口による冷風感について実測と計算により検討した。

3. 換気充足率の定義と計算法

直接侵入の外気だけでなく、隣室経由の換気の効果も評価する換気充足率 VSR を定義する。第 j 室の VSR_j とは (j 室有効換気量) / (j 室必要換気量) である。トレーサガス濃度は外気を $0[m^3/m^3]$ とし、第 j 室の必要換気量は $qs[m^3/s]$ とするとガス発生量 $g_j=(許容濃度 cs) \cdot qs [m^3/s]$ である。多数室の熱・換気・ガス連成の計算を行う場合に、必要換気量での濃度 $cs=1[m^3/m^3]$ とすれば、数値の大きさが扱いやすくなり g_j は qs と等しく与えられる。解かれた第 j 室濃度を c_j とすると、 $VSR_j = (g_j/c_j) / (g_j/cs) = (g_j/c_j) / (g_j/1) = 1/c_j$ と評価される。VSR が 1 以上ならば必要換気量が満

たされている。この換気効率指標は実測では炭酸ガス放出を行うことで測定可能である。また多数室換気測定法で室間の風量を推定した上で濃度計算する方法もある。

4. モデル化の概要と測定方法

計算プログラムは NETS を用い、図 1 の様な 3LDK 住戸の熱・換気・ガス流動回路網モデルを、常時換気の通常状態で、屋内ドアの開閉、BR2 室隙間的窓開口の有無、台所排気の有無等について作成した。本論では建物の隙間風モデルが重要なので、予め行った気密測定による総有効開口面積を参考にモデルを作成した。給気口のモデルはカタログの P-Q 特性曲線より作成した。送風機の風量は設計値ではなく実測値を用いた。実測には熱線式風量測定器、差圧計、超小型温湿度炭酸ガス計等を用いた。前述の幾つかの換気状況での各通気口風量、外気と LD 等の差圧を測定した。また、熱線式風速計により台所排気と連動開閉する LD の給気口からの気流速も室内で何点か測定した。

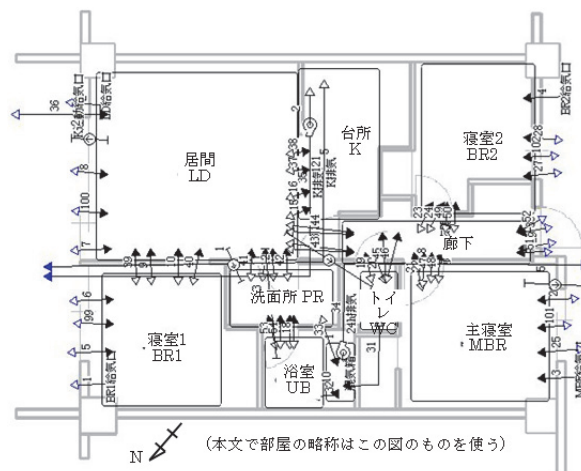


図1 換気回路網

5. 測定値による計算モデルの検証

計算結果と比較した換気状況は、24 時間排気は常に行った上で、屋内ドア全閉、ドア全開で台所排気、BR2 隙間的窓開口有の 3 つである。実測は 2013 年 11 月 20 日の 17:00~21:00 の 4 時間行った。温度差換気があるので各居室と外気の温度の他に湿度と炭酸ガス濃度も測定した。温度の時間平均値を表 1 に示す。測定時間内での大きな温度変化はなかった。各通気口の風量測定の結果を

表 2 に示す。実測で得た温度条件等を用いて予測計算し、実測状況を再現するか検討した。計算結果の平均値を表 3 に示す。通常状態での屋外と室内の差圧の実測値は 14.5[Pa]、予測計算結果では 14.8[Pa]だった。給気風量が実測値と計算結果で大きく異なるのは、風量が小さい場合で、これは風量測定器の誤差と思われる。この検討でモデルの妥当性は確認できたので、次に換気充足率の計算と検討に進んだ。

表 1 実測時間平均温度

室名	BR1	LD	MBR	BR2	外気
温度[°C]	17.1	19.4	16.4	16.5	11.5

表 2 風量測定結果

	通常状態	通常状態	BR2窓隙間
24h排気	稼働	稼働	稼働
台所排気	停止	稼働	停止
通気口名称	風量[m³/h]		
BR1通気口	16	46	1
LD通気口	16	41	1
MBR通気口	15	38	0
BR2通気口	15	38	0
LD連動通気口	0	188	0
台所通気	24	-285	8
24h排気	-103	-118	-98
その他の経路	17	52	88

(住戸内へ流入が正で流出が負)

表 3 予測計算風量の結果

	通常状態	通常状態	BR2窓隙間
24h排気	稼働	稼働	稼働
台所排気	停止	稼働	停止
通気口名称	風量[m³/h]		
BR1通気口	16	43	4
LD通気口	16	43	4
MBR通気口	16	43	3
BR2通気口	16	43	1
LD連動通気口	0	190	0
台所通気	25	-285	5
24h排気	-103	-118	-98
その他の経路	15	40	81

(住戸内へ流入が正で流出が負)

6. 換気充足率等の検討

実測値と計算結果より各室の給気口から入る外気風量による換気回数を表 4 に示す。BR2 隙間的窓開口の給気風量は原理的に測定不能であった。表 4 が示すように通常状態、台所排気有の状態では住戸全体と各居室で必要換気回数を満たしていた。BR2 隙間的窓開口有の状態では、住戸全体での必要換気量は満たしているが、隙間的窓開口がない 3 つの居室では必要換気回数を満たしていない。ある室の窓が隙間的に開いている場合、集中排気システムは、その給気抵抗の少ない室から大量の外気を吸い込み、他の室は給気不足になる。さらに各室の換気充足率を表 5 に示す。通常状態、台所排気有の状態では

換気充足率は 1 以上である。BR2 の隙間的窓開口有の状態では BR1 と MBR の室での換気充足率は 1 より小さく給気が不十分となる。さらに排気量を必要最小限にした場合、通常状態での居室は換気充足率を満たすが、LD 隙間的窓開口有では LDK 以外の居室では換気充足率を満たさなくなる。LD の換気のために窓を開けてしまうと LDK の室内環境は良くなるが、他の居室の環境は悪くなってしまふ。一般にある室で何らかの原因で相対的に有効開口面積が増えれば、換気充足率が悪化する室が生じる可能性がある。また、台所排気連動給気口の近くでは最大 2.2[m/s]の気流速が測定され、1.5[m]の距離があっても最大 0.3[m/s]の気流速があり冷風感があつた。局所排気だけでなく局所給気と併用する技術開発が必要と考えられる。

表 4 給気口からの外気による換気回数

給排気状態	通常状態		台所排気有		BR2窓隙間有	
	測定値	計算結果	測定値	計算結果	測定値	計算結果
室名称	換気回数[回/h]					
BR1	0.79	0.78	2.28	2.14	0.05	0.19
LD+K	0.73	0.74	4.18	4.26	0.16	0.16
MBR	0.62	0.65	1.57	1.79	0.00	0.13
BR2	0.64	0.67	1.62	1.84	-	3.38
全室	0.70	0.70	2.72	2.72	0.66	0.66

表 5 換気充足率 VSR

	通常状態	通常状態	BR2窓隙間	通常状態	LD窓隙間
24h排気	稼働	稼働	稼働	最低限	最低限
台所排気	停止	稼働	停止	停止	停止
室名	換気充足率				
LD	1.60	6.59	1.34	1.15	1.52
BR1	1.78	5.13	0.95	1.25	0.87
K	1.63	6.34	1.34	1.16	1.51
PR	1.51	5.34	1.27	1.08	1.40
UB	1.40	4.31	1.19	1.00	1.27
WC	1.24	2.78	2.25	0.90	0.61
廊下	1.43	3.75	3.01	1.04	0.67
MBR	1.56	4.27	0.69	1.12	0.34
BR2	1.57	4.31	6.79	1.13	0.35

7. まとめ

近年の集合住宅の第三種換気システムについて測定を行い、多数室系で定義した換気充足率も予測計算した。ある室の開口面積の増大等により、他室で換気不足が起ることが、実測で検証したモデルによる予測計算で確認された。また台所排気に連動して開く LD の給気口により冷風感の問題が生じることも測定で認められた。

〈参考文献〉

- [1] 和田義昭,他:集合住宅の換気システムに関する研究(その 1, 2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp769-772, 2009 年 8 月
- [2] 建築基準法施行令第 20 条の 8, 2013 年度版建築基準法令集(オーム社編), pp176-178

*1 神奈川大学・教授・工博

*2 第一設備工業株式会社(研究当時 神奈川大学)

*1 Professor, Dr. Eng., Kanagawa University

*2 DAIICHI SETSUBI Engineering corporation