

全般換気機能を有する全館空調システムの 有効換気量率測定法に関する研究

田中 宏典 飯田 健太郎^{*1}
Hironori Tanaka, Kentaro Iida

概 要

換気機器の有効換気量率測定は、JIS B 8639 や JRA 4056 に規定されているが、これらの測定対象は単一の換気機器である。全般換気機能を有する全館空調システムのように複数の機器で構成されるシステムは、その測定法が定まっていない。本研究では、全般換気機能を有する全館空調システムの有効換気量率の測定法と測定条件の妥当性を検討した。測定法は、構成機器ごとに従来法であるガス濃度の測定法とマスフローメーターにて一定発生させたガス量の測定法に分け、有効換気量率の測定を実施した。測定結果は、機器ごとの風量バランスによって、有効換気量率は 72.8～89.1%とばらつきが大きいことから、実運転時の風量を想定した風量条件で有効換気量率を測定することが望ましいことがわかった。

Study on NSAR Measurement of Central Air Conditioning Systems with Ventilation Functions

Abstract

NSAR measurement of ventilation equipment is specified in JIS B 8639 and JRA 4056, but these measurements are for a single ventilation equipment. For systems consisting of multiple devices, such as central air conditioning system with ventilation function, the measurement method has not been established. This paper examines the validity of measurement methods and measurement conditions for NSAR of central air conditioning system with ventilation function. The effective ventilation rate was measured by the conventional method of measuring gas concentration and the method of measuring the amount of gas generated at a certain volume by a mass flow meter for each component. The measurement results showed that NSAR varied widely from 72.8% to 89.1%, depending on the airflow balance of each device, so it was judged desirable to measure NSAR under airflow conditions assuming the airflow rate during actual operation.

キーワード：全般換気，全館空調システム，有効換気量率

^{*1} パナソニック株式会社 空質空調社

1. はじめに

2003年7月の改正建築基準法により、一定の気密性能を有する居室には24時間換気設備の設置が義務付けられた。24時間換気設備には様々な形態があり、全般換気機能を有する全館空調システムのように、換気機器と空調機器が複合するシステムなども上市されている。

現在、換気機器の有効換気量率測定法は、JIS B 8639¹⁾や JRA 4056²⁾に規定されているが、これらの測定対象は単一の換気機器であり、複数の機器で構成されるシステムの測定法は定まっていない。

そこで本報では、複数の機器で構成されるシステムとして全般換気機能を有する全館空調システムの有効換気量率の測定法とその測定条件の妥当性について検討を行った。

2. 全般換気機能を有する全館空調システムの概要

全般換気機能を有する全館空調システムの概要と新鮮空気の流れを図1に示す。

図1より、本システムは熱交換換気機器(写真1)と空調機器(写真2)の2つの機器で構成される。

新鮮外気の流れは、外気(換気OA)を熱交換換気機器に取り入れ、換気SAダクトを介して空調機器へと供給される。空調機器に供給された新鮮外気は、空調機の内部にて建物内からの循環空気(空調RA)と混合され、空調SAダクトを介して各居室へと供給(空調SA)される流れとなる。

熱交換換気機器と空調機器が有する送風機の風量比は、1:1~6程度である。空調機器の風量は、全般換気だけでなく各居室の暖冷房も行うため、換気機器に比べて大きい。そのため、各機器の送風機には、それぞれの機器が動作した場合に起こる静圧変動の相互影響を最小限に抑えるため、一定風量制御を採用した。

3. 有効換気量率(NSAR)の測定方法

3.1 測定概要

本研究では、熱交換換気機器(単体)と空調機器(単体)の有効換気量率をそれぞれ測定し、その結果を乗じることで単一システムとしての総合有効換気量率を算出した。これは構成機器ごとで測定条件(ダクト静圧条件など)が変わった場合、有効換気量率に対してどのような影響があるのか確認するため、本算出法を採用した。

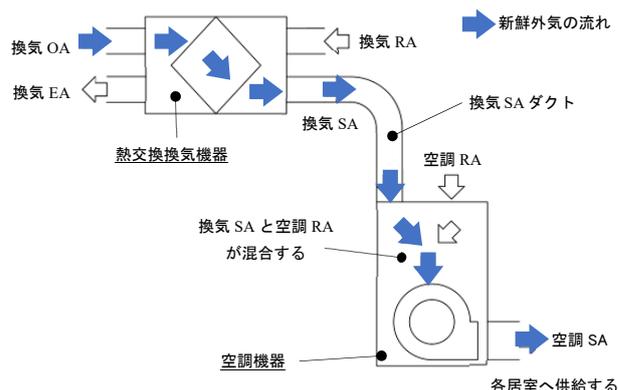


図1 システム概要図と新鮮空気の流れ



写真1 熱交換換気機器



写真2 空調機器

3.2 測定方法

有効換気量率測定に用いたダクト静圧及び構成機器の風量条件を表1に示す。また測定機器を表2に示す。

図2に熱交換換気機器(単体)の有効換気量率測定法を示す。測定対象が単一の換気機器であるため、JIS B 8639の「外気へのトレーサガス注入による測定法」にて測定を行った。尚、トレーサガスにはCO₂を用いている。有効換気量率の算出式を式(1)に示す。風量は全般換気を想定した風量で測定を行った(表1)。

表 1 ダクト静圧条件及び各機器風量条件

測定条件	換気機器				機器風量 (m³/h)	空調機器		機器風量 (m³/h)
	ダクト静圧条件					ダクト静圧条件		
	OA	EA	RA	SA		RA	SA	
熱交換換気機器 (単体)	最大想定	最大想定	開放	開放	250	-		-
空調機器 (単体)	最大想定	最大想定	開放	最小想定	255	開放	最小想定	250
						開放	最小想定	330
						開放	最小想定	355
						開放	最小想定	398
開放	最小想定	430						
熱交換換気機器 (複合)	最大想定	最大想定	開放	最小想定	251	開放	最小想定	0,396

表 2 測定機器

名称	品番	メーカー名
ガス測定装置	CGT-7000	(株)島津製作所
マスフローメーター	cmS0020BSRN200000	(株)アズビル

図 3 に空調機器(単体)の有効換気量率測定法を示す。空調機器内部で新鮮外気と室内の汚染空気が混合されるため、新鮮外気導入量を定量的に測定する必要がある。そこで換気 SA ダクト部にマスフローメーターを用いて一定発生(約 10L/min)させた CO₂を送り込み、各ダクト経路のガス量より有効換気量率の算出を行った。空調機器(単体)の有効換気量率の算出式を式(2)に示す。

空調機器の風量によって有効換気量率の差異が予測される。そのため、測定結果の妥当性を判断するために換気機器が 1 つの風量条件に対し、空調機器は 5 つの風量条件にて測定を行った(表 1)。

図 4 に換気機器と空調機器の複合システムに於ける換気機器(複合)の有効換気量率測定法を示す。複合システムでは、空調機器の運転によって換気 SA 系統の負圧が大きくなり、熱交換換気機器の有効換気量率の悪化が予測される。そこで空調機器の運転有無によって熱交換換気機器の有効換気量率の変化が生じるかを確認した。

測定法は、複合システムであっても測定対象が単一の換気機器であることから、JIS B 8639 の「外気へのトレーサガス注入による測定法」にて測定を行った。有効換気量率の算出式は、換気機器単体と同様で式(1)となる。

4. 有効換気量率の測定結果

4.1 熱交換換気機器 (単体)

表 3 に熱交換換気機器(単体)の有効換気量率測定結果を示す。有効換気量率は換気機器風量 250m³/h で 90.6%であった。

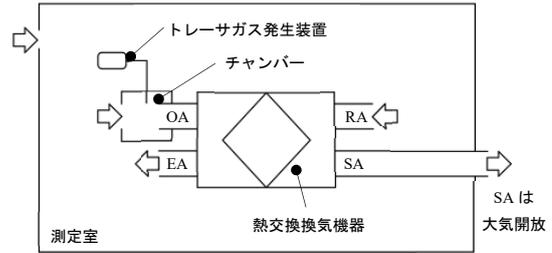


図 2 熱交換換気機器(単体)の有効換気量率測定法

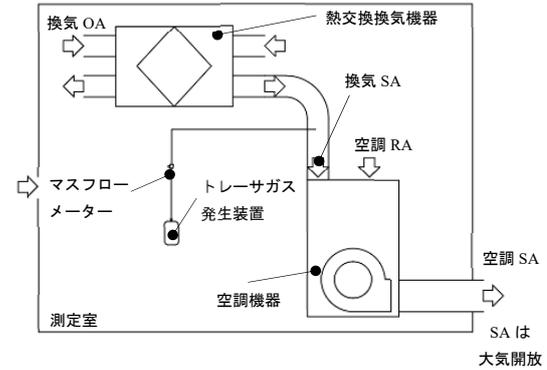


図 3 空調機器(単体)の有効換気量率測定法

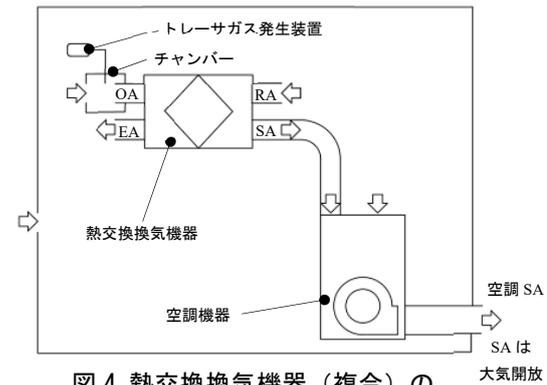


図 4 熱交換換気機器(複合)の有効換気量率測定法

$$NSAR = \left(1 - \left(\frac{C_{SA} - C_{OA}}{C_{RA} - C_{OA}} \right) \right) \times 100 \quad (1)$$

NSAR : 有効換気量率 [%]

C_{SA} : 給気 (空調 SA) のトレーサガス濃度 [ppm]

C_{OA} : 外気 (OA) のトレーサガス濃度 [ppm]

C_{RA} : 還気 (RA) のトレーサガス濃度 [ppm]

NSAR =

$$\frac{C_{\text{空調 SA}} \times V_{\text{空調 SA}} - C_{\text{空調 RA}} \times (V_{\text{空調 SA}} - V_{\text{換気 SA}})}{x_{\text{換気 SA}} + C_{\text{換気 OA}} \times V_{\text{換気 SA}}}$$

×100

(2)

NSAR : 有効換気量率 [%]

C_{空調 SA} : 給気 (空調 SA) のトレーサガス濃度 [ppm]

C_{空調 RA} : 還気 (空調 RA) のトレーサガス濃度 [ppm]

C_{換気 OA} : 外気 (換気 OA) のトレーサガス濃度 [ppm]

V_{空調 SA} : 給気 (空調 SA) の風量 [m³/min]

V_{換気 SA} : 外気 (換気 SA) の風量 [m³/min]

x_{換気 SA} : トレーサガス発生量 [m³/min]

4.2 空調機器単体(単体)

表 4 に空調機器(単体)の有効換気量率の測定結果を示す。有効換気量率は、空調機器の風量が250m³/h で 80.3%、330m³/h で 93.7%、355m³/h で 97%、398m³/h で 98.2%、430m³/h で 98.3%であった。

熱交換換気機器の風量(255m³/h)に対し、空調機器の風量が増加するほど、空調機器の有効換気量率が向上している。これは空調機器の風量が増加するほど、空調機器内部の負圧が大きくなり、空調RA 取入口からの換気 SA の漏気量が減少したことが推測される。

4.3 熱交換換気機器(複合)

表 5 に熱交換換気機器(複合)の有効換気量率の測定結果を示す。有効換気量率は、空調機器を運転した条件で 91.6%、停止した条件で 91.5%であった。両者の差異は 0.1%であり、空調機器の運転状態が熱交換換気機器の有効換気量率に影響を与えないことが確認された。本報では、換気機器の送風機に一定風量制御を採用しており、静圧変動の影響が小さいことが推測される。

表 3 に示す熱交換換気機器(単体)の有効換気量率 90.6%と比較すると、熱交換換気機器(複合)の有効換気量率は 91.6%と 1%程度の向上が見られた。これは熱交換換気機器(単体)の換気 SA 側ダクト静圧が開放に対し、熱交換換気機器(複合)は、空調機器との接続のために換気 SA のダクト静圧が大きくなったことで、機器内部圧力が変わり漏気量が減少したと推測される。この結果より、ダクト静圧条件によって有効換気量率は有利に評価する恐れがあるため、構成機器ごとに有効換気量率を測定することが望ましいと考える。

5. 総合有効換気量率の算出

4 章の有効換気量率の測定結果より算出した総合有効換気量率を表 6 に示す。尚、有効換気量率測定時において換気機器の風量(250m³/h 又は 255m³/h)に差異がある。空調機器(単体)の有効換気量率は、空調機器の風量に対して、換気機器の風量の割合が増加すると悪化することから測定結果を不利側と判断し、換気機器の風量が 250m³/h として総合有効換気量率を算出した。

表 6 より、総合有効換気量率は空調機器の風量が 250m³/h で 72.8%、330m³/h で 84.9%、355m³/h で 87.9%、398m³/h で 89.0%、430m³/h で 89.1%となった。熱交換換気機器(単体)の有効換気量率が 90.6%

表 3 熱交換換気機器(単体)の有効換気量率

換気機器風量 (m ³ /h)	CO2濃度 (ppm)				有効換気量率 (%)
	OA	SA	RA	EA	
250	5,082	4,647	435	574	90.6

表 4 空調機器(単体)の有効換気量率

換気機器風量 (m ³ /h)	空調機器風量 (m ³ /h)	CO2量 (mg/min)				有効換気量率 (%)
		換気OA	換気SA部CO2放出量	空調RA	空調SA	
255	250	0.0019	0.0101	0.0000	0.0096	80.3
	330	0.0018	0.0102	0.0006	0.0118	93.7
	355	0.0018	0.0101	0.0007	0.0123	97.0
	398	0.0019	0.0097	0.0011	0.0124	98.2
	430	0.0020	0.0099	0.0014	0.0130	98.3

表 5 熱交換換気機器(複合)の有効換気量率

空調機器風量 (m ³ /h)	換気機器風量 (m ³ /h)	CO2濃度 (ppm)				有効換気量率 (%)
		OA	SA	RA	EA	
0	251	5,217	4,812	456	477	91.5
396	251	5,111	4,720	472	492	91.6

表 6 総合有効換気量率

換気機器風量 (m ³ /h)	換気機器有効換気量率 (%)	空調機器風量 (m ³ /h)	空調機器有効換気量率 (%)	総合有効換気量率 (%)
250	90.6	250	80.3	72.8
		330	93.7	84.9
		355	97.0	87.9
		398	98.2	89.0
		430	98.3	89.1

に対し、空調機器を含めた総合有効換気量率は、空調機器の風量に応じて 72.8~89.1%とバラつきが大きい。全般換気機能を有した全館空調システムでは、熱交換換気機器の有効換気量率が高くて空調機器との風量バランスによっては、居室に対して新鮮外気の十分な供給がされないことがわかった。以上のことから、有効換気量率の測定に当たっては、実運転を想定した各機器の風量で測定することが望ましいと考える。

6. まとめ

全般換気機能を有する全館空調システムの有効換気量率測定法として、各機器の有効換気量率を測定し、その結果を乗じて総合有効換気量率を算出する方法を確認した。主要な成果を以下に要約する。

- (1) 新鮮外気と汚染空気が混合する機器の有効換気量率の測定法には、マスフロメーターを用いたガス一定発生による測定法で定量的に測定することができる。
- (2) ダクト静圧条件は、複合システムで有効換気量率を測定すると有利に評価する恐れがあるため、構成機器ごとに最不利条件を定めて測定することが望ましい。
- (3) 各機器の風量条件は、風量バランスによって有効換気量率のバラつきが生じるため、実運転を

想定した風量で測定することが望ましい。

参考文献

- 1) 日本工業標準調査会：全熱交換器，JIS B 8628，2017.
- 2) 日本空調冷凍工業会：全熱交換器，JRA 4056，2006.

執筆者紹介

ひとこと

コロナ禍を経て、換気や空気質への関心が高まっている。

空気は目に見えず、変化を捉えにくいものです。今回のように数値で評価するなど、効果の見える化に努めていきたい。



田中 宏典
学士（工学）