

추적가스를 이용한 바닥취출 공조공간내의 환기효율 측정실험

Ventilation effectiveness measurements utilizing a tracer gas in an underfloor air-conditioning space

한 화 택*, 서 세 영**, 김 명 호**, 김 영 일***
H. Han, S. Y. Seo, M. H. Kim, Y. I. Kim

Key words : Ventilation effectiveness(환기효율), Tracer gas(추적가스), Local mean age(국소평균 연령), Underfloor air-conditioning(바닥취출공조)

Abstract

In this study, a tracer gas technique was used to measure ventilation effectiveness in a thermal environmental chamber simulating an under-floor air conditioning system. A tracer gas of SF₆ was injected in a supply duct using step-up and step-down methods. Local mean ages and room mean ages were calculated from the measured concentrations under isothermal and cooling conditions with and without diffusers. Ventilation effectiveness is found to be higher in cooling ventilation operations than in isothermal operations. Results also show that ventilation effectiveness is not significantly affected by a diffuser.

기 호 설 명

C_p : Concentration of tracer gas at point P
 C_S : Steady state concentration
 $C(0)$: Initial concentration
 ϵ_p : Local air change index
 $\langle \epsilon \rangle$: Air change efficiency
 Q : Volumetric airflow rate
 t : Time
 τ_n : Nominal time constant

τ_p : Local mean age
 $\langle \tau \rangle$: Room mean age
 V : Volume of room

하첨자

e : 배기 덕트내 측정점
 p : 실내 임의의 측정점

1. 서 론

건물의 에너지 소비를 줄이기 위해 건물을 밀폐화 시키고 있으며 이에 따라 최근 실내 공기질의 저하에 따른 오염 문제가 대두되어 새로운 환경 문

* 정회원, 국민대학교
** 국민대학교 대학원
*** 정회원, 한국과학기술원

제로 인식되고 있다. 생활 수준의 향상과 점차 늘어나는 실내에서의 활동 시간의 증가에 따라 주거 공간 및 사무 공간에서의 보다 안전하고 쾌적한 공기질이 요구되고 있으며 반도체 제조 공정과 같은 작업 공간에서 생산품의 수율을 높이기 위해서는 실내 공기질의 고청정이 절대적으로 필요하다. 실내에서 발생하는 각종 오염물질의 신속한 제거 및 실내에 있는 사람에게 신선한 공기를 공급하기 위해 기계환기에 의한 송풍이 필요하며 이 송풍량은 실내 공기질의 결정에 중요한 제어 요소이다. 그러나, 단순히 송풍량의 증가에 따라서 실내에서의 공기질의 향상이 이루어지지는 않으며 급기구 및 배기구의 위치와 더불어 실내 기류의 형태에 따라 실내에서의 환기상태가 결정된다. 급기구와 배기구의 위치에 따라서는 송풍량을 증가시킴에도 불구하고 단락(short-circuiting)에 의해 오히려 환기의 성능이 떨어지는 경우⁽¹⁾도 있다. 따라서 송풍 전력을 최소화하면서 필요한 환기의 효과를 얻기 위해서는 환기의 효율성을 고려해야 한다. 환기효율은 여러 가지 방법으로 정의할 수 있으며, 여러 각도에서 연구되고 있다. Sandberg⁽²⁾는 추적 가스를 이용한 평균 연령과 실내 체류 시간 등에 관한 개념을 제안하였으며, Skaret⁽³⁾ 등은 2구역(two zone)모델을 제안하여 환기효율을 설명하고 이를 실험적으로 증명하였다. 한⁽⁴⁾은 실내기류 해석결과로부터 수치해석적으로 국부 농도감소율과 국소 평균연령을 정량적으로 구하는 방법을 제시하였다.

본 연구에서는 추적가스를 이용하여 평균연령에 근거한 환기효율을 실험적으로 측정하기 위한 방법을 제시한다. 또한 바닥취출 공조시스템을 갖춘 열환경 챔버내에서 등은 급기와 냉방 급기 상태에서 실내의 환기효율을 비교하고 급구에 설치된 디퓨저가 실내의 환기효율에 미치는 영향에 관하여 고찰하고자 한다. 실험과정에서 체승방법과 체강방법 등 추적가스의 주입방법이 해석결과에 미치는 영향에 관해서도 고찰한다.

2. 이론 해석

2.1 평균연령

환기 효율이란 실내에 존재하는 공기가 어떻게

효과적으로 환기 시스템으로부터 공급되는 신선공기와 교체되는 가를 나타내는 척도이다. 환기 효율은 배기농도에 대한 실내 최대농도 또는 실내 평균농도의 비와 같은 농도비를 이용해서 정의하기도 하며 농도의 감소율을 이용하여 정의하기도 하나 보통 환기 효율은 실내의 임의의 점에서의 국소 평균연령(local mean age)을 사용해서 정의⁽⁵⁾하고 있다. 공기의 국소평균연령은 공기가 급기구로부터 실내의 임의의 점 P로 이동하는데 걸리는 평균 시간으로 정의한다. 이 시간이 짧으면 짧을수록 그 실내의 임의의 점에서의 공기는 더 신선하며 환기가 효과적으로 이루어지고 있다고 할 수 있다. 또한 실내 전공간에 대해 각 점에서의 공기의 평균연령의 평균, 즉 실험평균 연령을 정의함으로써 실 전체 환기의 효율을 나타내는 지표로서 이용할 수 있다.

2.2 추적 가스의 주입 방법

국소 평균 연령의 측정 방법으로는 추적 가스(tracer gas)를 사용하여 실내 임의의 점에서 시간에 따른 농도변화를 측정하여 그 점에서의 공기 연령을 추정하고 있다. 추적 가스는 실내에 들어오기 전에 급기 덕트내에서 공기와 완전히 혼합되어져 있어야 하며 실내는 기계환기되고 있어야 한다. 추적가스의 주입 방법에는 짧은 시간동안 주입시키는 펄스방법, 연속적으로 일정량을 주입하는 체승방법, 그리고 추적가스의 발생을 중지한 후 농도감쇠를 측정하는 체강방법이 있다. 여기서는 체승법과 체강법이 사용되었으며 이에 따른 국소 평균 연령의 산출법은 Table 1에 나타나 있다.

실 전체공간에 대한 평균 연령은 각 측정점에서 구한 국소 평균 연령의 공간 평균값을 계산함으로써

Table 1 Calculation of local mean age

Injection method	Local mean age
Step-up	$\tau_p = \int_0^{\infty} \left(1 - \frac{C_p(t)}{C_s}\right) dt$
Step-down	$\tau_p = \int_0^{\infty} \frac{C_p(t)}{C(0)} dt$

Table 2 Calculation of room mean age

Injection method	Room mean age
Step-up	$\langle \tau \rangle = \frac{Q}{V} \int_0^{\infty} t \left(1 - \frac{C_e(t)}{C_s} \right) dt$
Step-down	$\langle \tau \rangle = \frac{\int_0^{\infty} t \cdot C_e(t) dt}{\int_0^{\infty} C_e(t) dt}$

써 구할 수 있으나 많은 시간이 소요되므로 여기서는 배기 덕트 내에서의 추적 가스의 농도 변화를 측정하여 Table 2에 나타난 수식에 따라 산출하였다.

2.3 환기 효율

명목 시간 상수(nominal time constant)는 실내 전체 체적만큼의 공기를 급기하는데 걸리는 시간을 의미하며 시간당 공기교환 횟수를 나타내는 공기 교환율의 역수와 같다. 완전혼합의 경우, 실내 모든 점에서의 평균연령은 명목시간상수와 같다.

$$\tau_n = V/Q \quad (1)$$

국소 환기 지수(local air change index)는 명목 시간상수 τ_n 과 국소 평균 연령 τ_p 의 비로서 정의되며, 실내 각점에서의 환기상태를 표시한다. 국소환기지수는 측정 위치에 따라 1보다 훨씬 크거나 작을 수 있는 등 크게 변화하므로 일반적으로 효율이라는 용어 대신 지수라는 용어를 사용하여 국소 환기지수라고 표현한다.

$$\epsilon_p = \frac{\tau_n}{\tau_p} \quad (2)$$

공기교환효율(air change efficiency)은 실내의 명목 시간상수 τ_n 과 실평균 연령의 비로서 정의되며, 실내 공기가 얼마나 빨리 교체되는가를 나타내는 지표이다. 최대의 환기 효율을 나타내는 변위환기의 경우를 100%로 표시하기 위하여 일반적으로 이것을 2로 나눈 값으로 정의한다. 완전혼합의 경우에 50%의 효율을 보인다.

$$\langle \epsilon \rangle = \frac{\tau_n}{2\langle \tau \rangle} \quad (3)$$

3. 실험

3.1 실험 모델

본 실험을 수행한 챔버는 한국과학기술원의 공조환경제어 실험실내에 설치되어 있으며 가로×세로×높이가 2.5m×2.5m×1.89m이며 바닥 중앙에 지름 0.21m의 원형 급기구가 설치되어 있다. 챔버의 천장 네 모서리에 지름 0.2m의 배기구가 벽으로부터 각각 0.25m씩 떨어져 설치되어 있다. 송풍기의 규격은 22m³/min, 30mmAq를 사용하였고 챔버는 급기 및 배기 덕트내의 여러 댐퍼를 조정함으로써 여러 모드로 운전하도록 되어 있으며 본 실험에서는 운전 모드를 바닥 분출, 천장 배기로 설정하여 실험을 수행하였다.

추적 가스와 공기가 혼합된 실내의 공기는 재순환시키지 않고, 실외로 배출시켰으며 공조기의 실외 급기구와 배기구 사이에 격판을 설치함으로써 실외에서 신선외기를 유입시킬 때 배기구로 배출되는 추적 가스가 혼입되지 않도록 하였다. 열환경 챔버에 공급되는 풍량을 측정하기 위하여 덕트내에 스트레이너(flow straightener)를 설치하고 충분히 긴 직관부를 지난 후, 열선 풍속계를 이용하여 관 중심의 풍속을 측정하였다. 중심에서의 풍속과 덕트내의 풍량과의 관계를 1차 함수로 보정하여 보정식을 구한 뒤 보정식을 사용하여 속도를 측정함으로써 풍량을 구하였다. 보정 그래프는 Fig.1에 나타나 있다.

3.2 실험 장치

추적가스가 갖추어야 할 요건으로서 안전성, 무반응성, 무감각성, 특이성, 측정의 용이성 등이 요구되는데 본 실험에서는 추적가스로서 SF₆(sulfur-hexafluoride)를 사용하였다. 가스농도측정을 위해서 전량 분석법(coulometric analysis)을 이용한 SF₆가스 농도 측정기를 이용하였다. 이것은 막판형 전지(membrane galvanic cell)를 사용하여 검사할 가스가 막을 통과하여 전기 화학적 반응이 전해질과 접해있는 전극봉에서 일어나고 검사 가

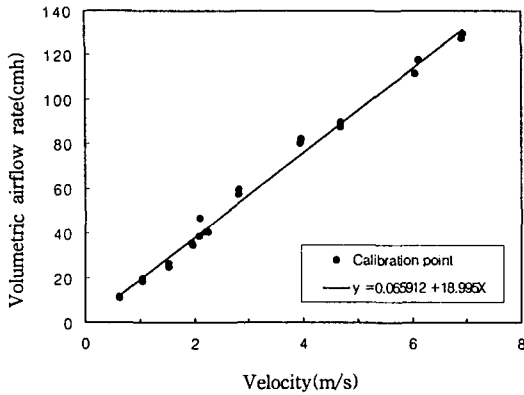


Fig.1 Calibration of volumetric airflow rate

Table 3 Specification of SF₆ gas detector

	Specification
Measurement range	0~3,000ppm
Output voltage	0~10mV
Response time	30s
Sampling rate	150cc/min

Table 4 Specification of diffuser

	b ₁	L ₁	b ₂	L ₂
Dimensions	7.3mm	64.38mm	7.12mm	37.68mm

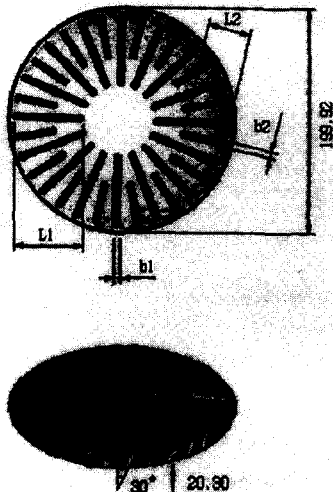


Fig.2 Diffuser used in the experiment

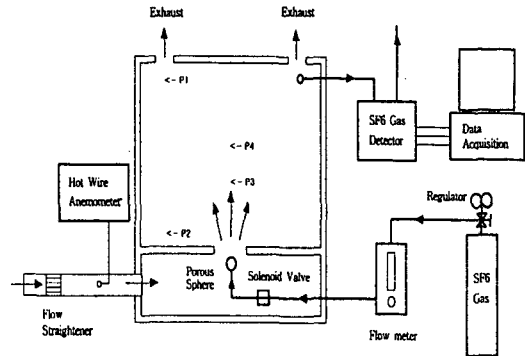


Fig.3 Experimental setup for ventilation effectiveness measurements

스의 부분압에 선형적으로 비례하여 전류를 발생한다.

본 실험에서 사용한 가스 농도 측정기는 사용 정도에 따라 다르지만, 6개월 정도 사용 후 전해액을 교체해 사용한다. 가스 농도 측정기에 데이터 획득 장치를 연결하여 농도에 따른 전압을 컴퓨터에 저장하였다. 가스 농도 측정기의 사양이 Table 3에 나타나 있다.

급기구에 설치된 디퓨저는 선회류를 발생시켜 신선 외기가 주변의 공기와 충분히 혼합이 이루어지도록 설계되었으며 본 실험에 사용한 디퓨저의 사양은 Fig.2와 Table 4에 나타나 있다.

SF₆ 가스의 방출량은 가스 라인에 연결된 글로브 밸브를 이용하여 조절하였고 로타미터(rotameter)를 사용하여 측정하였다. 실내의 체적과 환기량 등에 따라서 추적 가스의 방출량을 넓은 범위에 걸쳐서 변화시킬 수 있도록 유량 범위가 다양한 유량계를 설치하였다.

무방향성으로 가스 방출을 하기 위하여 가스관 끝에 직경 40mm의 다공질의 구를 부착하여 SF₆ 가 모든 방향으로 균일하게 방출되도록 하였다. 또한 다공질 구 바로 하단에 슬레노이드 밸브를 연결하여 전류의 on/off에 의해서 원격 조정으로 가스 방출을 제어할 수 있도록 하였다. 전체적인 실험장치의 구성이 Fig.3에 나타나 있다.

3.3 실험 방법

본 실험에서는 체승법에 이어 연속하여 체강법으로 실험을 수행하였으며 급기 풍량은 풍량 측정

Table 5 Experimental conditions

Parameters		Experimental conditions
Room dimension(L×W×H)		2.5m×2.5m×1.89m
Volume of the room		11.8m ³
Airflow rate		24cmh
SF ₆ gas injection rate		100cc/min
Nominal time constant		1,772s
Measurement points	P1	0.1m below exhaust
	P2	1.79m below exhaust (0.1m above flow)
	P3	0.3m above supply
	P4	0.95m above supply

실험범위내에서 24cmh로 고정하였다. 추적 가스 방출량은 100cc/min으로 일정하게 하였으며, 따라서 급기구에 유입되는 공기의 농도 C_s 는 250ppm이다. 실내 체적은 11.8m³이므로 명목 시간 상수 τ_n 은 1,772s이다. 측정위치는 배기구 100mm 아래(P1), 배기구 아래 바닥 100mm 위(P2), 급기구 중앙 300mm 위(P3), 급기구 중앙 950mm 위(P4) 등 4곳에서 측정을 하였으며 냉방조건에서는 P1, P2, P4의 위치에서, 급기구에 디퓨저를 설치한 경우에는 P1, P2의 위치에서 측정하였다. Table 5에 실험조건들이 요약되어 있고 Fig.3에 각 측정위치가 나타나 있다.

냉방 조건에서는 급기구 중앙, 배기구 중앙, 측정점 3곳에 열전대를 설치하여 온도를 측정하였다. 모든 실험에서 데이터는 데이터 획득 장치를 이용하여 매 5초마다 컴퓨터에 저장하였으며 실험 시간은 체승법에 의하여 3시간동안 측정하고 이어서 체강법에 의하여 3시간동안 측정하였다. 측정된 농도 데이터를 이용하여 Table 1과 Table 2의 식을 사용하여 각 측정점에서의 국소 평균연령과 실험평균연령을 구하였다.

4. 결과 및 고찰

4.1 등온인 경우

실내 각 위치에서 체승법으로 3시간 측정된 농도변화 과정을 Fig.4에 나타내었다. 초기에 급기구

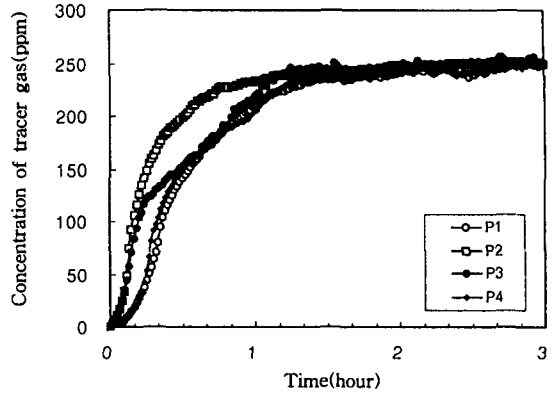


Fig.4 Concentrations by step-up injection (isothermal)

Table 6 Local mean ages and local air change indicies by step-up injection(isothermal)

Measurement Point	Step-up method	
	Local mean age	Local air change index
P1	2,221s	0.80
P2	1,235s	1.43
P3	1,710s	1.04
P4	2,146s	0.83

에서 추적가스가 방출되면 약간의 시간 지연 후에 각 지점에서의 농도가 급격히 증가하다가 차츰 정상상태의 농도값으로 수렴하는 것을 볼 수 있다. P2와 P3 측정점에서 농도곡선이 초기에 매우 급한 기울기를 보이며 증가하고 있다. 국소평균연령은 이 그래프의 뒷면적에 해당하며 이를 계산한 결과가 Table 6에 나타나 있다.

표에서 보는 바와 같이 바닥면에 가까운 위치에서 작은 국소 평균연령값을 나타내고 있으며 천장이나 배기구에 가까울수록 큰 값을 나타내고 있다.

체강법으로 실험한 경우 농도 곡선이 Fig.5에 나타나 있다. 측정 데이터를 이용하여 국소 평균연령과 국소 환기지수를 계산한 결과가 Table 7에 나타나 있다.

표에서 보는 바와 같이 앞서 체승법으로 실험한 경우와 마찬가지로 바닥면에 가까운 위치에서 작

Table 7 Local mean ages and local air change indicies by step-down injection (isothermal)

Measurement Point	Step-down method	
	Local mean age	Local air change index
P1	2,010s	0.88
P2	1,490s	1.19
P3	1,330s	1.33
P4	1,781s	1.00

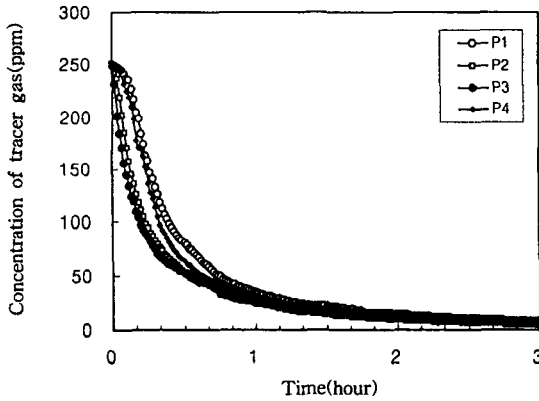


Fig.5 Concentrations by step-down injection (isothermal)

은 국소 평균연령값을 나타내고 있으며 천장이나 배기구에 가까우수록 큰 값을 나타내고 있다. P2 점을 제외하고 체승법에 비하여 국소평균연령값이 작은 값을 보이는데 이것은 체승방법에서 정상상태의 농도값을 정확히 유추하기 어렵기 때문인 것으로 판단된다. 또한 P2점에서는 평균연령값이 오히려 크게 나왔는데 이것은 체승방법의 경우 고농도의 추적가스가 밀도차에 의하여 충분히 급기와 혼합되지 않고 일부가 바닥면 가까이 머물러 있기 때문인 것으로 판단된다. 체강방식의 경우가 정상상태의 점근선 값을 유추하기가 쉽고 추적가스의 밀도차에 의한 문제가 적다고 볼 수 있다. 체승법과 체강법으로 구한 국소 평균연령과 국소 환기지수는 최대 20% 정도의 오차 범위를 보이고 있다.

체강법으로 실험한 경우 각 측정점에서 측정하

Table 8 Local decay rates(isothermal)

Measurement Point	Local decay rate(ACH)
P1	0.680
P2	0.633
P3	0.683
P4	0.706
Complete Mixing	2.033

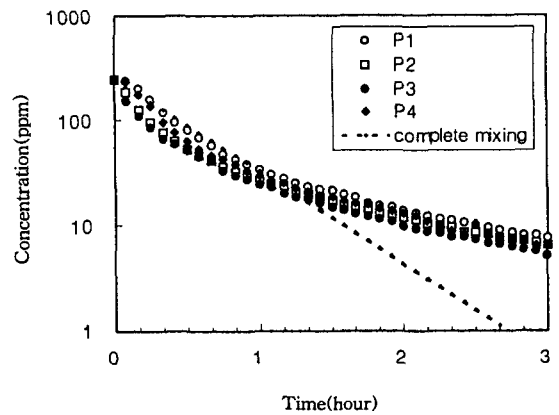


Fig.6 Transient concentration decays at various measurement points

농도 데이터를 반로그 그래프에 그려 농도 감소율 지수 곡선으로 곡선 적합함으로써 국부 농도 감소율을 구할 수 있다. 각 측정점에서 측정하 농도 데이터를 반로그 그래프에 그린 그림이 Fig.6에 나타나 있다. 그리고, 측정점에 따른 지수기울기가 Table 8에 나타나 있다.

Fig.6에서 보는 바와 같이 실내 공기와 추적가스가 완전 혼합된 이상적인 경우의 농도 변화와 실제 추적가스의 농도 변화를 비교해 보면 완전 혼합의 경우 처음부터 일정한 감소율로 감소하고 있는데 비해 각 측정점에서의 농도는 초기에 비지수적인 감소를 보이다가 이러한 비정상 상태가 지난 후에는 위치에 관계없이 일정한 감소율로 감소하고 있다. 표에 나타난 농도감소율은 최종 1시간 동안의 농도감소율을 곡선적합하여 구한 값이다. 여기서 보는 바와 같이 국부 농도감소율은 시간에 따라서 크게 변화하며 일정시간 후에는 측정점에 관계

없이 일정한 값을 가지므로 국소 환기효율을 표시 하는데 좋은 척도가 되지 못한다.

4.2 냉방인 경우

냉방인 경우 실험시간동안 배기구와 급기구 사이의 평균온도차는 P1 측정위치에서 2.07°C, P2 측정위치에서 1.31°C, P4 측정위치에서 2.03°C이었다. 체승법으로 실험한 경우 농도 곡선이 Fig.7에 나타나 있다. 측정 데이터를 이용하여 국소 평균연령과 국소 환기지수를 계산한 결과가 Table 9에 나타나 있다.

앞서 실험한 등온과 마찬가지로 바닥면에 가까운 위치에서 작은 국소 평균연령값을 나타내고 있으며 천장이나 배기구에 가까울수록 큰 값을 나타내고 있다. 특히 P2 측정위치에서의 연령과 환기 지수가 다른 측정위치에 비해 농도 곡선이 Fig.8에 나타나 있다. 측정 데이터를 이용하여 국소 평

균연령과 국소 환기지수를 계산한 결과가 Table 10에 나타나 있다.

체승법과 체강법으로 구한 국소 평균연령과 국소 환기지수는 P1, P4 측정 위치에서 오차 12% 이내로서 비교적 잘 일치하는 결과를 나타냈지만, P2 측정 위치에서는 많은 차이를 보이고 있다. 이러한 차이는 추적가스로 사용한 SF₆ 가스의 밀도가 공기에 비해 5배 정도 크기 때문에 체승법으로 실험을 하는 경우 추적가스가 공기의 유동을 잘 따라가지 못하고 바닥에 정체됨으로서 농도곡선의 급격한 상승을 초래해 결과적으로 국소 평균 연령이 감소하여 많은 오차가 발생한 것으로 판단된다. 체강법의 경우에는 밀도차에 의한 불혼합에 따른 문제가 없으므로 체승법에 비하여 결과에 있어서 신뢰성을 가지는 것으로 판단된다. 따라서 앞으로의 디퓨저를 이용한 실험은 체강법으로만 실험을 수행하여 해석하도록 한다.

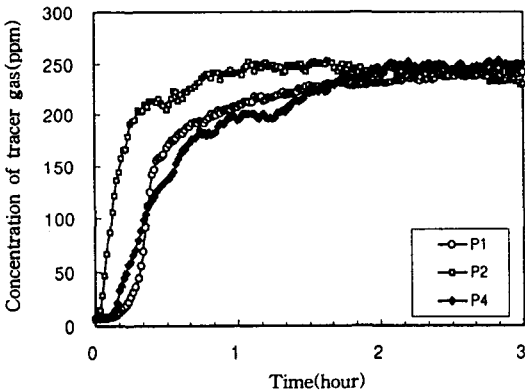


Fig.7 Concentrations by step-up injection (cooling)

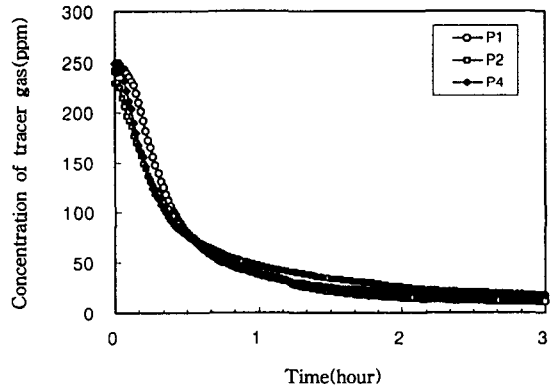


Fig.8 Concentrations by step-down injection (cooling)

Table 9 Local mean ages and local air change indicies by step-up injection(cooling)

Measurement Point	Step-up method	
	Local mean age	Local air change index
P1	2,368s	0.75
P2	1,049s	1.69
P4	2,381s	0.74

Table 10 Local mean ages and local air change indicies by step-down injection(cooling)

Measurement Point	Step-down method	
	Local mean age	Local air change index
P1	2,186s	0.81
P2	2,477s	0.72
P4	2,109s	0.84

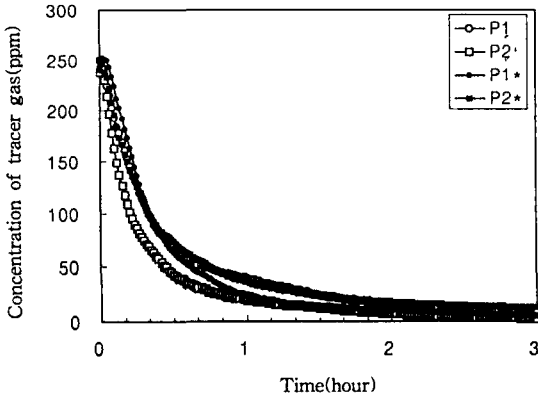


Fig.9 Concentrations with a diffuser installed (* : cooling operation)

Table 11 Local mean ages and local air change indicies

Measurement Points		LMA(ϵ_p)	
		Without diffuser	With diffuser
Isothermal	P1	2,010s (0.88)	1,897s (0.93)
	P2	1,490s (1.19)	1,282s (1.38)
Cooling	P1	2,186s (0.81)	1,682s (1.05)
	P2	2,477s (0.72)	1,996s (0.89)

4.3 급기구에 디퓨저를 설치한 경우

냉방인 경우 실험시간동안 배기구와 급기구 사이의 평균온차는 P1 측정위치에서 0.58℃, P2 측정위치에서 1.70℃이었다. 실험은 체강법으로 실험하였다. 체강법으로 실험한 경우 농도 곡선이 Fig. 9에 나타나 있다. 측정 데이터를 이용하여 국소 평균연령과 국소 환기지수를 계산한 결과가 Table 11에 나타나 있다.

Table 11에 디퓨저를 사용한 경우와 사용하지 않은 경우를 비교해 놓았다. 디퓨저를 설치함으로써 등온인 경우 P1 측정위치에서 국소 환기지수는 0.88에서 0.93으로 P2 측정위치에서는 1.19에서 1.38로

Table 12 Room mean ages and air change efficiencies

Experiment mode		Room mean age	Air change efficiency
Without diffuser	Isothermal	2,525s	0.35
	Cooling	2,143s	0.41
With diffuser	Isothermal	2,639s	0.34
	Cooling	2,051s	0.43

냉방인 경우 P1 측정위치에서 0.81에서 0.05로 P2 측정위치에서 0.72에서 0.89로 모두 국소환기지수의 향상이 이루어졌으며 디퓨저를 설치한 경우 급기되는 공기는 바닥에 정체되지 않고 실내 공기와 혼합하여 측정점에 보다 빨리 도달하는 것을 알 수 있다.

4.4 실 평균연령의 계산 결과

등온의 경우와 냉방의 경우, 그리고 디퓨저를 사용하였을 경우와 사용하지 않았을 경우에 대하여 P1 측정위치에서 체강법에 의한 농도 데이터를 사용하여 실 평균연령을 계산하였다. 이로부터 식 (3)에서 정의된 실 전체의 공기교환효율을 구하였다. 계산 결과가 Table 12에 나타나 있다.

디퓨저를 설치한 경우나 설치하지 않은 경우 모두 등온인 경우에 비해 냉방인 경우가 공기교환효율이 크게 나타났다. 냉방의 경우, 냉각된 급기가 바닥부터 채워져 올라가는 변위환기에 가까운 환기상태를 보이기 때문이다.

또한 급기구에 디퓨저를 설치함으로써 냉방인 경우에는 공기교환효율이 약간 증가하였고 등온인 경우에는 약간 감소하였으나 환기효율에 있어서 큰 변화는 없었다.

5. 결 론

바닥취출 공조공간내에서 추적 가스를 이용하여 환기효율 측정실험을 수행하였다. 여러 측정위치에서 측정된 농도데이터로부터 국소 평균연령을 구하였고, 배기구에서 측정된 농도데이터를 이용하여 실 평균연령과 공기교환효율의 계산을 수행함으로

써 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 체승법과 체강법 두가지 방법으로 구한 국소 평균연령은 20% 정도 이내의 차이를 보였다. 체강법에 의한 결과가 체승법에 의한 것보다 일관성있는 결과를 보이며 추적가스의 밀도차에 의한 불혼합의 문제를 발생시키지 않았다.

(2) 급기구에 디퓨저를 설치함으로써 몇몇 측정점에서 부분적으로 국소환기지수가 상승하였으나 실 전체의 공기교환효율에는 큰 변화가 없었다.

(3) 냉방인 경우의 실 전체 공기교환효율은 0.41~0.43으로 등온인 경우 0.34~0.35에 비하여 약 25% 증가하였다. 따라서 바닥취출 공조 시스템은 변위환기의 특성을 잘 살릴 수 있는 냉방시 특히 유리한 것으로 나타났다.

앞으로 풍량조건 및 냉방조건, 그리고 디퓨저의 종류등이 환기효율에 미치는 영향에 관한 연구가 필요하며 환기효율의 측정기술에 관한 연구도 지속적으로 수행되어야 할 것이다.

후 기

본 연구는 교육부 기계공학연구 지원(과제번호 : ME97-F-03)으로 이루어졌으며 이에 감사드린다.

참 고 문 헌

1. 松本 博, and 加藤 光男, 平成 4年, “居室模型を用いた換氣效率の測定に關する基礎實驗”, 空氣調和・衛生工學會 換氣效率の評價について, pp. 26~31.
2. Sandberg, M. and Sjoberg, 1983, “The use of moments for assessing air quality in ventilated rooms”, Building and Environment, Vol. 18, No. 4, pp. 181~197.
3. Scaret, E. and Mathisen, H. M., 1983, “Ventilation efficiency-A guide to efficiency ventilation”, ASHRAE Trans, Vol. 89, Pt. 2B, pp. 480~495.
4. 한화택, 1992, “난류유동해석을 통한 환기효율의 수치해석적 연구”, 공기조화 냉동공학회 논문집, 제4권, 제4호, pp. 253~262.
5. Sandberg, M, 1992, “Ventilation effectiveness and purging flow rate - A review”, Proc. of Int. Symp. on Room Air Convection and Ventilation Effectiveness, pp. 1~21.