共同住宅 化粧室의 機械 換氣시스템에 관한 硏究

A Study on the Mechanical Ventilation System of Bathroom in Apartment House

함 진 식*
Ham, Jin-Sik

Abstract

To design mechanical ventilation for bathroom of apartment houses where air supply and exhaust are taken into consideration, mock-ups of ventilation systems, widely used in bathroom of apartment houses with an area of 100㎡, were made and installed in a laboratory.

These ventilation mock-ups were available for control of air supply and exhaust, and the sizes of supply openings were 40㎝×1㎝, 40㎝×3㎝, and 40㎝×5㎝. They were installed at five positions, spaced 45㎝ at a height of 5㎝ from the floor.

The exhaust fan was designed for its operating voltage to be set to five steps(100V, 130V, 150V, 180V and 220V) in order to control its air flow rates.

When the size and position of each supply opening were changed with the wind velocity of the exhaust fan set to the step 5, the ventilation rates were measured and analyzed by the concentration decay method of tracer gas method, in order to present an efficient mechanical ventilation system.

The results of the study revealed that the ventilations rates would increase in the presence of supply openings, compared to the absence of supply openings, and that the larger the size of the supply opening, the more the ventilation rates. Therefore, it was found necessary to take air supply into consideration.

Ⅰ. 서 론

1. 연구배경 및 목적

최근, 건축기술의 발달과 토지이용의 효율화라는 경제논리에 따라 20층 이상의 초고층 공동주택의 건설이 늘어나고 있는 실정이다.

현재, 일반적으로 공동주택에서 널리 사용하고 있는 옥상 벤틸레이터에 의한 화장실 환기 시스템은 5층 정도의 저층에서는 그 효과를 어느 정도 인정하고 있으나, 20층 이상의 초고층 공동주택에서는 배기 경로가 길어지므로 환기성능이 현저하게 저하된다.

따라서, 악취 및 습기가 원활하게 배출되지 않아 화장실 문을 열어 두어, 실내로 악취가 유입되는 등 생활 환경을 크게 악화시켜 거주자의 불만을 사고 있는 실정이다.

또한, 기계환기장치를 설치한 곳에서도 급기경로의 고려 없이 환풍기만을 설치하였기 때문에 배기팬의 성능을 최대로 하여 보지만, 소리만 요란 할 뿐, 환기효과가 적은 실정이어서 여름철에는 악취가 인접한 침실에 까지 영향을 미쳐 실내공기를 오염시키는 결과를 초래하고 있는 실정이다.

*정회원, 대구대학교 건설환경공학부 부교수, 공학박사
이 논문은 2000학년도 대구대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

따라서, 고층 공동주택 화장실의 보다 효율적인 환기효과를 위해서 급·배기 경로가 고려된 기계환기시스템을 제안하고자 하였다.

2. 연구의 방법

15층 이상의 초고층으로 100㎡형 크기로 건설된 공동주택의 안방화장실에 주로 많이 사용되는 규모의 기계환기 실물크기모형을 실험실내에 제작 설치하여, 배기팬의 풍속을 5단계로 설정하고, 각 급기구의 크기와 위치를 변화시켰을 경우의 환기량을 Tracer Gas Method[1),2),3),4),6)]의 가스 농도 감쇠법으로 측정, 분석하여 효율적인 환기시스템을 제안하고자 하였다.

Ⅱ. 환기량 측정 방법

1. 측정개요

환기량 측정 대상인 100㎡ 규모의 공동주택 안방 화장실의 실물 크기 모형을 대구대학교 공과대학 건축환경실험실내에 그림 1에 나타낸 것과 같이 설치하였다.

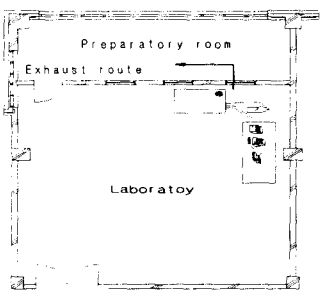

그림 1. 실험실 평면

화장실 환기모형의 천장 부분에는 그림 2에 나타낸 것과 같이 0V~220V까지 전압을 변화시켜 풍량이 조절 가능한 배기팬을 설치하였다. 또한, 환기량 측정을 위해 화장실 모형내에서 발생시킨 CO_2가스는 배기팬을 통해 전실로 배출되도록 하였으며, 배출된 가스는 실험실내로 재차 유입되지 않도록 하였다.

그림 2에 환기모형의 규격과 실험기기의 배치를 나타내었다.

급기구의 크기는 그림 2에서 보는 바와 같이 40㎝×1㎝, 40㎝×3㎝, 40㎝×5㎝의 3종류를 바닥 면에서 5㎝높이와 45㎝간격으로 5개소(아래로부터 1, 2, 3, 4, 5)에 설치하였다.

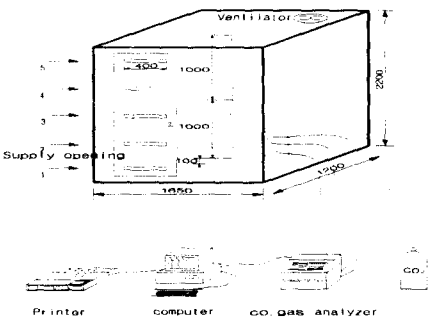

그림 2. 환기모형의 규격과 실측장비의 배치

환기량 실측도중에는 실험실의 주 출입문을 개방한 상태로 하여 항상 일정한 압력이 형성되도록 하였으며, 한 조건의 실험이 끝나면 10분 이상 실험실 내부를 환기시킨 뒤, 다음 실험을 하도록 하였다.

2. 측정방법

Tracer Gas Method의 가스농도 감쇠법은 환기량을 측정하고자 하는 대상공간에 CO_2가스를 일정량 방출하고, 공간 내부 전체에 가스 농도가 균일하게 확산되도록 팬 등으로 혼합하여 공간내의 가스농도가 균일하게 되도록 잘 섞은 후, 가스농도의 경시변화를 측정하여 환기량을 추정하는 방법으로 농도변화를 나타내는 미분방정식인 식(1)을 일반방정식으로 푼 식(2)에 의해 환기회수를 구할 수 있다.

$$VdC = Mdt + CoQdt - CroQdt$$
$$= (M + CoQ - CroQ)dt \qquad (1)$$

$$N=\frac{2.303}{t}\log\frac{Cro-Co}{Crt-Co} \quad (2)$$

환기량 실측을 위하여 화장실 모형 내부에 CO_2 농도가 약 5,000ppm 이 되도록 가스봄베로부터 가스를 방출시켜, 모형 내부에 설치된 선풍기로 화장실 내부 전체에 균등하게 확산 되도록 잘 섞는다.

그 뒤, 선풍기의 회전을 정지시킨 후, 배기팬을 작동시키고, 급기구 크기 및 설치 위치에 따라 CO_2 농도가 약 1,500ppm 정도로 감소될 때까지 적외선 가스 분석기를 이용하여 연속 측정하였다.

분석된 CO_2가스 농도의 데이터는 RS232C의 인터페이스를 통해 기록용 컴퓨터에 연결하여 5초마다 프린트로 출력되도록 하였다.

표 1에 환기량 측정장비를 나타내었다.

표 1. 환기량 측정장비

측 정 기	모 델 명
가스분석기	SHIMADZU CGT-7000
풍속계	KANOMAX MULTICHANNNEL ANEMOMASTER 1560
Computer	TRIGEM 286 COMPUTER
Printer	EPSON LQ1550H DOT PRINTER
Transformer	DIFFERENTIAL PRESSURE TRANSMITTER MODEL 607-2
전압변환기	건우스라이닥스 0V~240V
Voltage gauge	DIGITAL MULTIMETER 8050

급·배기 조건에 따른 환기회수 측정방법으로 표 2에 나타낸 것과 같이 배기팬 전압을 110V로 운전시키고, 급기구가 없는 경우와, 급기구1 만을 40㎝×1㎝, 40㎝×3㎝, 40㎝×5㎝ 크기로 각각 개방하여 환기량과 급기구에서의 풍속을 각 3회씩 측정하였다.

급기구2, 급기구3, 급기구4, 급기구5를 40㎝×1㎝, 40㎝×3㎝, 40㎝×5㎝ 크기로 개방한 상태에서도 같은 방법으로 실험하였다. 또한, 배기팬 전압이 130V, 150V, 180V, 220V일 때도 전술한 것과 같은 방법으로 환기량과 급기구에서의 풍속을 각각 3회씩 측정하였다.

Ⅲ. 실험결과 및 분석

1. 배기팬의 배기량

Tracer Gas Method에 의한 환기량 모형실험에 앞서, 화장실 모형에 설치한 배기팬의 전압변화에 따른 배기량을 파악하기로 하였다.

그림 2에 나타낸 바와 같은 모형에서 급기구1의 위치에 40㎝×5㎝ 크기의 급기구를 통해 급기하는 경우 환기회수가 약 10회(110V), 20회(130V), 30회(150V), 40회(180V), 50회(220V) 정도로 유지될 수 있도록 배기팬의 운전 전압을 조정하였다.

표 2. 급·배기 조건에 따른 환기량 측정회수

배기팬전압	급기구 위치	급기구크기	측정회수
110V 130V 150V 180V 220V	1 2 3 4 5	급기구 없음 40㎝×1㎝ 40㎝×3㎝ 40㎝×5㎝	환기회수 및 급기구 풍속 측정 각 3회

배기팬의 운전전압에 따른 풍량을 파악하기 위하여, 각 전압별로 배기팬을 가동시킨 뒤, 아네모마스타 다점풍속계(무지향센서)를 이용하여 그림 3에서 나타낸 것과 같이 A~J의 10개의 풍속 측정 포인트를 정해놓고, 각각 한 측정점에서 10회씩 풍속을 읽어들여 그 평균 풍속으로 배기량을 산출하였다. 또한, 130V, 150V, 180V, 220V 운전조건에서도 동일한 방법으로 배기량을 산출하였다.

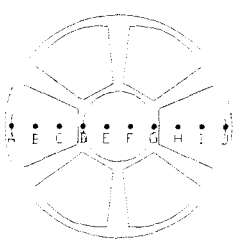

그림 3. 배기팬의 풍속 측정점

그림 4에 배기팬의 운전 전압 및 각 측정점 별

풍속과 이들을 평균한 풍속을 나타내었다. 측정점 A, B, I, J와 E, F에서 풍속이 낮게 나타났음을 알 수 있는데, A, B, I, J 측정점은 날개를 둘러싼 원통과의 마찰 손실로 인한 유속저하로 추정되며, E, F측정점은 날개를 둘러싼 회전축을 고정하는 커버에 의한 마찰 손실로 인한 유속 저하로 사료된다.

표 3에 배기팬의 각 운전 전압에 따른 측정 위치별 풍속과 평균풍속 및 이로부터 산출한 배기량을 나타내었는데, 배기팬의 운전 전압이 110V일 때 72㎥/h, 130V일 때 129㎥/h, 150V일164㎥/h, 180V일 때 236㎥/h, 220V일 때, 286㎥/h로 각각 산출되어, 전압이 높아질수록 배기량이 많아지는 것으로 나타났다.

표 3. 배기팬의 풍속 측정위치와 배기량

		110V	130V	150V	180V	220V
측정 위치별 풍속	A	0.31	0.55	0.64	0.85	1.15
	B	0.41	0.75	0.93	1.32	1.66
	C	0.59	0.90	1.17	1.75	2.07
	D	0.58	0.87	1.18	1.70	1.95
	E	0.45	0.73	1.00	1.42	1.75
	F	0.44	0.74	0.99	1.41	1.72
	G	0.57	0.89	1.18	1.71	1.94
	H	0.59	0.91	1.20	1.76	2.05
	I	0.40	0.76	0.92	1.35	1.64
	J	0.32	0.57	0.62	0.87	1.16
평균풍속(m/s)		0.47	0.77	0.98	1.41	1.71
배기량(㎥/h)		72	129	164	236	286

2. 급·배기 조건에 따른 환기회수 및 풍속

배기팬의 운전 전압을 110V(72㎥/h)로 가동시킨 상태에서 급기구가 없을 때의 기계 환기에 의한 CO_2 농도의 변화와 환기회수를 그림 5에 나타내었다.

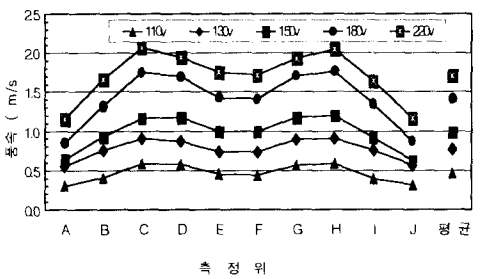

그림 4. 배기팬의 측정위치별 풍속과 평균풍속

다른 측정 조건과 비교하기 위하여 초기농도를 1로 規準化하여 상용로그를 취하였는데, 점선은 측정된 CO_2 가스의 농도를, 직선은 최소자승법에 의해 구해진 환기회수를 나타낸다.

그림 6은 배기팬의 전압을 110V(72㎥/h)로 운전하였을 때, 각 급기구의 크기 및 설치위치에 따른 급기 조건별 환기회수를 나타낸 것으로, 직선의 기울기가 큰 것이 환기량이 많음을 의미한다.

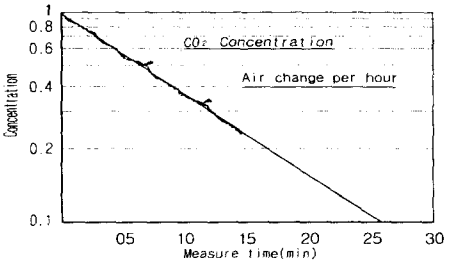

그림 5. CO_2 농도와 환기회수

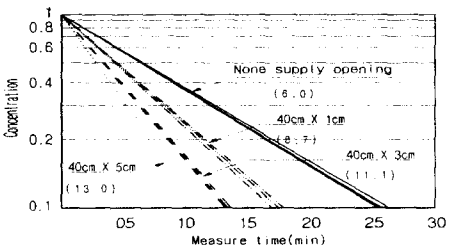

그림 6. 급기구 크기별 환기회수(급기구1, 110V)

한편, 급기구 크기에 의한 환기회수의 차이에서는 40㎝×1㎝일 경우 환기회수가 8.7(회/h) 이던 것이 급기구가 40㎝×3㎝로 커지면 환기회수는 11.1(회/h)로 늘어나 환기효과가 약 1.3배증가하였으며, 급기구가 40㎝×5㎝로 커지면 환기회수가 13.0회로 측정되어 환기효율은 40㎝×1㎝ 크기의 급기구에 비하여 약 1.5배정도 향상되는 것으로 나타났다.

표 4에 배기팬의 전압을 110V(풍량72㎥/h)로 운전하면서, 급기구의 위치를 급기구1~급기구5로 각각 달리하면서 각 급기구의 설치 위치마다 크기를 40㎝×1㎝, 40㎝×3㎝, 40㎝×5㎝로 바꾸

어 각 조건별로 3회에 걸쳐서 측정한 환기회수와 급기구에서의 풍속 및 그 평균들을 나타내었다.

표 4. 급기구 조건별 풍속 및 환기회수(110V)

배기팬 풍량	급기구 위치	급기구 크기	측정 번호	환기회수 (회/h)	평균	풍속 (m/s)	평균
72㎥/h (110V)	1	40㎝ ×1㎝	①	8.6	8.7	0.09	0.10
			②	8.9		0.11	
			③	8.5		0.09	
		40㎝ ×3㎝	①	10.8	11.1	0.29	0.30
			②	11.3		0.31	
			③	11.1		0.30	
		40㎝ ×5㎝	①	12.9	13.0	0.58	0.59
			②	13.2		0.61	
			③	13.0		0.59	
	2	40㎝ ×1㎝	①	8.7	8.8	0.08	0.08
			②	8.9		0.09	
			③	8.7		0.08	
		40㎝ ×3㎝	①	10.8	10.8	0.28	0.28
			②	10.7		0.28	
			③	11.0		0.29	
		40㎝ ×5㎝	①	12.5	12.5	0.57	0.57
			②	12.3		0.56	
			③	12.7		0.58	
	3	40㎝ ×1㎝	①	8.1	8.2	0.07	0.07
			②	7.9		0.07	
			③	8.5		0.08	
		40㎝ ×3㎝	①	9.4	10.0	0.23	0.25
			②	10.1		0.26	
			③	10.5		0.26	
		40㎝ ×5㎝	①	12.1	11.9	0.56	0.55
			②	12.1		0.56	
			③	11.6		0.53	
	4	40㎝ ×1㎝	①	7.9	7.9	0.06	0.06
			②	8.0		0.07	
			③	7.9		0.06	
		40㎝ ×3㎝	①	9.0	9.3	0.21	0.22
			②	9.2		0.21	
			③	9.7		0.24	
		40㎝ ×5㎝	①	9.3	9.6	0.50	0.51
			②	9.6		0.50	
			③	10.0		0.53	
	5	40㎝ ×1㎝	①	6.0	6.1	0.04	0.04
			②	6.2		0.05	
			③	6.0		0.04	
		40㎝ ×3㎝	①	7.0	6.7	0.20	0.19
			②	6.4		0.18	
			③	6.6		0.19	
		40㎝ ×5㎝	①	7.0	6.8	0.47	0.46
			②	6.5		0.44	
			③	7.0		0.47	
		급기구 없음	①	5.8	6.0		
			②	6.0			
			③	6.2			

그림 7에 배기팬의 전압을 110V(풍량72㎥/h)로 운전한 상태에서, 급기구의 설치위치 및 크기 조건별로 각 3회에 걸쳐서 급기구에서 측정한 풍속을 나타내었다.

표 4와 그림 7에 의하면, 급기구 크기가 40㎝ ×1㎝의 경우, 설치위치가 배기팬으로 부터 가장 멀리 떨어져 있는 급기구1에서의 풍속은 각각 0.09(m/s), 0.11(m/s), 0.09(m/s)로 측정되어 그 3회 평균치가 0.10(m/s)으로 나타났으나, 급기구2는 3회 측정 평균치는 0.08(m/s), 급기구3의 평균치는 0.07(m/s), 급기구4의 평균치는 0.06(m/s), 급기구5의 평균치는 0.04(m/s)로 급기구와 배기팬의 설치위치가 가까워질수록 평균풍속이 저하하는 것으로 나타났다.

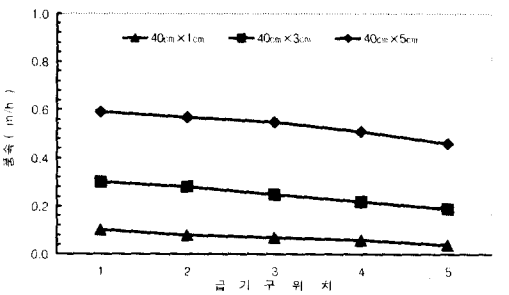

그림 7. 급기구 조건별 급기구 풍속(110V)

표 5에 배기팬의 전압을 130V, 표 6에 150V, 표 7에 180V, 표 8에 220V로 운전한 상태에서의 급기구 위치 및 크기별 환기회수와 급기구에서의 풍속을 나타내었다.

그림 8에 급기구 1의 위치에서 급기구 크기별 및 배기팬의 운전 전압별에 따른 급기구에서의 풍속을 나타내었는데, 같은 크기의 급기구인 경우 전압이 높을수록 풍속이 높게 나타났으며, 급기구의 크기가 커질수록 풍속이 높아지는 것으로 측정되었다.

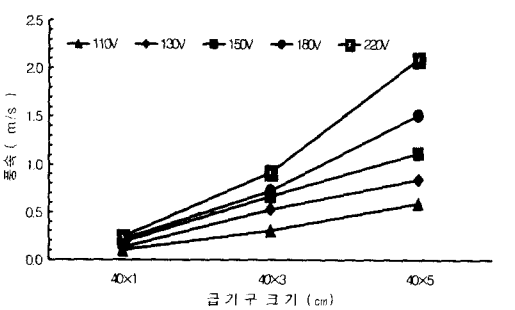

그림 8. 급기구 크기별 급기구 풍속 (급기구1)

표 5. 급기구 조건별 풍속 및 환기회수(130V)

배기팬 풍량	급기구 위치	급기구 크기	측정 번호	환기회수 (회/h)	평균	급기구 풍속(m/s)	평균
129 ㎥/h (130V)	1	40㎝×1㎝	1	17.0	16.5	0.14	0.13
			2	16.6		0.13	
			3	16.0		0.11	
		40㎝×3㎝	1	20.0	20.6	0.51	0.53
			2	20.9		0.54	
			3	20.9		0.53	
		40㎝×5㎝	1	22.5	23.0	0.82	0.84
			2	22.9		0.84	
			3	23.6		0.86	
	2	40㎝×1㎝	1	16.2	16.2	0.12	0.12
			2	16.5		0.12	
			3	16.0		0.11	
		40㎝×3㎝	1	16.6	18.5	0.46	0.48
			2	18.0		0.48	
			3	21.0		0.50	
		40㎝×5㎝	1	22.7	22.3	0.81	0.80
			2	22.2		0.80	
			3	22.0		0.80	
	3	40㎝×1㎝	1	15.9	16.0	0.10	0.11
			2	16.0		0.11	
			3	16.0		0.11	
		40㎝×3㎝	1	18.6	18.4	0.46	0.45
			2	18.0		0.43	
			3	18.7		0.46	
		40㎝×5㎝	1	20.9	21.0	0.78	0.78
			2	22.5		0.80	
			3	19.6		0.76	
	4	40㎝×1㎝	1	15.7	15.9	0.09	0.10
			2	15.3		0.08	
			3	16.7		0.12	
		40㎝×3㎝	1	17.3	17.2	0.42	0.42
			2	16.6		0.40	
			3	17.9		0.45	
		40㎝×5㎝	1	19.2	19.1	0.73	0.72
			2	18.9		0.70	
			3	19.2		0.73	
	5	40㎝×1㎝	1	11.3	11.3	0.09	0.09
			2	11.4		0.08	
			3	11.2		0.08	
		40㎝×3㎝	1	12.5	12.3	0.39	0.38
			2	12.4		0.38	
			3	12.1		0.37	
		40㎝×5㎝	1	11.2	12.8	0.62	0.64
			2	12.9		0.64	
			3	14.4		0.66	
		급기구 없음	1	11.0	11.6		
			2	11.5			
			3	12.2			

표 6. 급기구 조건별 풍속 및 환기회수(150V)

배기팬 풍량	급기구 위치	급기구 크기	측정 번호	환기회수 (회/h)	평균	급기구 풍속(m/s)	평균
164 ㎥/h (150V)	1	40㎝×1㎝	1	20.4	21.0	0.17	0.18
			2	21.7		0.19	
			3	20.8		0.17	
		40㎝×3㎝	1	27.5	26.7	0.67	0.66
			2	25.5		0.63	
			3	27.1		0.67	
		40㎝×5㎝	1	32.1	30.4	1.15	1.12
			2	30.3		1.12	
			3	28.9		1.08	
	2	40㎝×1㎝	1	20.7	20.5	0.15	0.15
			2	20.3		0.14	
			3	20.4		0.15	
		40㎝×3㎝	1	23.2	23.1	0.61	0.61
			2	23.1		0.60	
			3	23.0		0.61	
		40㎝×5㎝	1	28.3	28.9	1.02	1.03
			2	28.3		1.02	
			3	30.1		1.05	
	3	40㎝×1㎝	1	20.1	20.3	0.14	0.14
			2	19.5		0.13	
			3	21.2		0.15	
		40㎝×3㎝	1	23.2	23.0	0.58	0.58
			2	23.0		0.58	
			3	22.9		0.57	
		40㎝×5㎝	1	26.4	26.5	0.99	0.99
			2	26.1		0.98	
			3	26.9		0.99	
	4	40㎝×1㎝	1	19.7	19.8	0.13	0.13
			2	20.1		0.14	
			3	19.6		0.13	
		40㎝×3㎝	1	23.9	22.4	0.57	0.55
			2	21.3		0.53	
			3	22.1		0.54	
		40㎝×5㎝	1	25.8	25.8	0.94	0.95
			2	26.6		0.97	
			3	25.1		0.93	
	5	40㎝×1㎝	1	16.0	16.3	0.11	0.12
			2	16.4		0.12	
			3	16.5		0.13	
		40㎝×3㎝	1	18.4	18.4	0.49	0.49
			2	19.0		0.50	
			3	17.8		0.48	
		40㎝×5㎝	1	20.2	21.8	0.85	0.88
			2	22.4		0.89	
			3	22.8		0.90	
		급기구 없음	1	16.2	16.6		
			2	17.0			
			3	16.7			

그림 9에 배기팬의 전압을 110V(풍량 72㎥/h)로 운전한 상태에서 급기구 설치 위치 및 급기구 크기별 환기회수를 나타내었는데, 급기구가 없을 경우의 환기회수가 6.0(회/h)이던 것이 급기구1의 위치에 40㎝×1㎝의 급기구를 설치하면, 환기회수가 8.7(회/h)로 측정되어, 약 1.5배, 40㎝×3㎝의 급기구는 11.1(회/h)로 약 1.9배, 40㎝×5㎝ 크기의 급기구의 경우 13.0(회/h)로 약 2.2배의 환기효과가 있는 것으로 나타났다.

이렇게 급기구의 크기가 커질수록 환기회수가 늘어나는 현상은 급기구의 위치 2, 3, 4,5로 상부에 설치할수록 그 차이가 줄어 급기구 5의 위치, 즉, 배기팬과 급기구의 거리가 짧은 경우가 환기

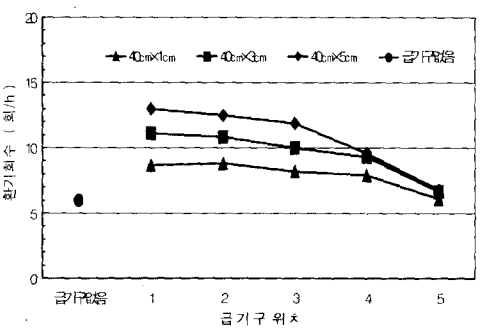

그림 9. 급기구 조건별 환기회수

효과가 가장 저조한 것으로 나타났다.

이와 같은 현상은 배기팬의 전압이 높아져 배

표 7. 급기구 조건별 풍속 및 환기회수(180V)

배기팬 전압	급기구 위치	급기구 크기	측정 번호	환기회수 (회/h)	평균	급기구 풍속(m/s)	평균
236 m³/h (180V)	1	40cm×1cm	①	28.4	28.7	0.21	0.21
			②	28.3		0.21	
			③	29.4		0.22	
		40cm×3cm	①	35.6	37.8	0.69	0.72
			②	40.9		0.76	
			③	37.0		0.71	
		40cm×5cm	①	42.7	42.9	1.50	1.51
			②	42.6		1.50	
			③	43.4		1.52	
	2	40cm×1cm	①	26.3	27.1	0.18	0.19
			②	28.1		0.21	
			③	26.8		0.18	
		40cm×3cm	①	36.1	35.8	0.69	0.68
			②	35.1		0.67	
			③	36.2		0.69	
		40cm×5cm	①	38.3	40.0	1.40	1.42
			②	41.8		1.44	
			③	39.8		1.41	
	3	40cm×1cm	①	26.5	26.9	0.16	0.18
			②	27.0		0.19	
			③	27.2		0.19	
		40cm×3cm	①	33.0	33.2	0.65	0.65
			②	32.8		0.64	
			③	33.8		0.66	
		40cm×5cm	①	41.7	39.7	1.39	1.36
			②	38.9		0.35	
			③	38.6		0.34	
	4	40cm×1cm	①	26.8	26.7	0.17	0.17
			②	26.2		0.16	
			③	27.1		0.18	
		40cm×3cm	①	30.0	32.2	0.57	0.60
			②	33.3		0.64	
			③	32.9		0.62	
		40cm×5cm	①	35.2	36.3	1.27	1.30
			②	36.9		1.32	
			③	36.8		1.31	
	5	40cm×1cm	①	27.0	26.7	0.16	0.15
			②	26.9		0.15	
			③	26.3		0.13	
		40cm×3cm	①	29.8	29.1	0.57	0.55
			②	29.1		0.56	
			③	28.3		0.53	
		40cm×5cm	①	32.4	32.5	1.27	1.27
			②	32.6		1.27	
			③	32.5		1.28	
		급기구 없음	①	23.9	23.5		
			②	23.5			
			③	23.2			

표 8. 급기구 조건별 풍속 및 환기회수(220V)

배기팬 전압	급기구 위치	급기구 크기	측정 번호	환기회수 ((회/h)	평균	급기구 풍속(m/s)	평균
286 m³/h (220V)	1	40cm×1cm	①	36.2	36.2	0.24	0.24
			②	37.0		0.26	
			③	35.4		0.23	
		40cm×3cm	①	42.0	43.1	0.89	0.91
			②	45.0		0.94	
			③	42.3		0.90	
		40cm×5cm	①	50.1	49.3	2.10	2.09
			②	51.1		2.12	
			③	46.6		2.06	
	2	40cm×1cm	①	34.2	34.9	0.22	0.23
			②	35.0		0.23	
			③	35.6		0.24	
		40cm×3cm	①	43.7	42.9	0.88	0.86
			②	42.3		0.85	
			③	42.7		0.86	
		40cm×5cm	①	46.6	46.1	1.99	1.98
			②	46.9		2.00	
			③	44.7		1.95	
	3	40cm×1cm	①	34.4	34.5	0.23	0.22
			②	33.6		0.21	
			③	33.4		0.21	
		40cm×3cm	①	42.0	41.2	0.79	0.77
			②	42.2		0.78	
			③	39.3		0.74	
		40cm×5cm	①	44.5	45.8	1.87	1.88
			②	45.5		1.87	
			③	47.4		1.90	
	4	40cm×1cm	①	34.8	34.4	0.22	0.21
			②	33.9		0.19	
			③	34.5		0.21	
		40cm×3cm	①	36.6	38.8	0.68	0.72
			②	39.1		0.73	
			③	40.9		0.75	
		40cm×5cm	①	44.2	44.5	1.74	1.74
			②	43.7		1.73	
			③	45.6		1.76	
	5	40cm×1cm	①	31.9	32.6	0.17	0.18
			②	32.7		0.18	
			③	33.1		0.19	
		40cm×3cm	①	34.2	34.5	0.71	0.71
			②	34.5		0.71	
			③	34.8		0.72	
		40cm×5cm	①	39.2	39.1	1.59	1.58
			②	39.7		1.59	
			③	38.5		1.55	
		급기구 없음	①	30.4	29.7		
			②	28.9			
			③	29.8			

기 풍량이 많아질수록 더욱더 현저하게 나타나 급기에 대한 고려가 반드시 필요하다는 사실을 입증하여 주고 있다.

급기구1의 경우 배기팬과의 거리가 가장 멀어 급기구를 통하여 들어온 신선급기가 실제로 화장실 내부의 오염물질을 배출시키는 역할을 하기 때문이라 사료되며, 급기구 5의 경우에는 가장 상부에 부착되어, 급기구를 통하여 들어온 공기가 바닥면의 오염물질을 제대로 환기시키지 못하고 배기팬을 통해 빠져나가기 때문인 것으로 추정된다.

그림 10에 환기효과가 가장 우수한 급기구의 설치 위치라고 판단되는 급기구1의 위치에서 배기팬의 운전 전압별 및 급기구 크기별 환기회수를 나타내었는데, 급기구의 설치 유무에 관계없이 배기팬의 전압이 높을수록 환기회수가 높게 측정되었다.

또한, 급기구의 크기 3종류 중에서 40㎝×5㎝일 경우에 환기효과가 가장 큰 것으로 나타났는데, 배기팬의 전압이 110V일 때 환기회수는 13.0(회/h)로 측정되었으며, 130V 일 때 23.0(회/h), 150V 일 때 30.4(회/h), 180V일 때 42.9(회/h), 220V일 때 49.3(회/h)회로 나타나 배기팬의 전압이 높을수록 환기회수는 높게 측정되었다.

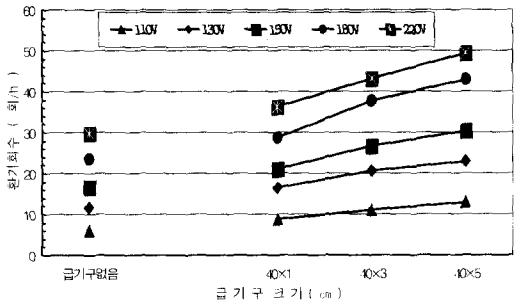

그림 10. 급·배기 조건에 따른 환기회수

Ⅳ. 결 론

공동주택의 안방 화장실의 효율 높은 기계환기 시스템을 제안하기 위하여 100㎡ 규모의 공동주택에 주로 많이 사용되는 실물크기의 기계환기모형을 제작하여 Tracer Gas Method의 가스농도 감쇠법에 의하여 급·배기 조건에 따른 환기효과를 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1)급기구 설치위치에 따른 환기 성능은 급기구가 하부에서 상부로 이동되어 설치될수록 점점 작아지는 것으로 나타났는데, 이는 급기구와 배기구는 가까워질수록 오염 물질을 배출하는 능력이 적어 환기효율이 떨어짐을 의미한다.

(2)급기구 크기에 따른 환기성능은 급기구가 없을 때 에 비해 40㎝×1㎝, 40㎝×3㎝, 40㎝×5㎝의 3가지 조건에서 모두 환기량이 늘어남을 알 수 있고, 급기구의 크기가 커질수록 환기량이 증가한다는 사실도 알 수 있어, 급기에 대한 고려가 반드시 필요한 것으로 사료된다.

(3)급기구 조건에 의한 환기성능은 배기팬 풍량이 증가할 수록 환기량이 많아지는 것으로 나타났다.

(4)급기구 설치 위치에 따른 급기구 풍속은 배기팬에서 가장 멀리 떨어진 급기구1에서 가장 빠르고, 급기구5로 갈수록 느리게 나타나, 급기구 풍속이 환기량과 밀접한 관계가 있는 것으로 나타났다.

(5)급기구 크기에 따른 급기구 풍속은 급기구 크기가 클 때가 작을 때 보다 빠르게 나타나 환기회수의 결과와 유사한 것으로 나타났다.

(6)배기팬의 운전조건에 의한 급기구 풍속은 배기팬의 전압이 높아져 배기풍량이 증가할수록 빨라지며, 실내·외 압력차가 커져 급기구 풍속도 증가한 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 함진식, 1998, 급·배기 성능을 고려한 공동주택의 환기설계에 관한연구, 대한건축학회 논문집 계획계 제14권 제11호 통권 제121호.
2. 함진식, 1999, 초고층 공동주택에서의 환기량 실측에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 계획계 제 15권 제 3호 통권 제 125호.
3. 日本規格協會, 1974, 屋內換氣量測定方法(炭酸ガス法) JIS A 1406, 1974年.
4. 咸鎭植, 1988, トレ-サ-ガス法による換氣量算定精度に關する硏究, 오사카대학 대학원 박사학위논문.
5. 함진식, 1996, 건축공학을 위한 컴퓨터 프로그래밍, 보성각.
6. 함진식, 1993, 트레이서 가스법에 의한 환기량 산정법의 정도에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 9권 12호 통권 62호