

실내오염 저감을 위한 공동주택 환기시스템의 개선방안에 대한 연구

황태철, 이현우, 최상곤*, 홍진관**†

경원대학교 대학원 건축설비학과, *유한대학 건축설비과, **경원대학교 건축설비학과

The Study on the Renovation Method of Apartment House Ventilation System for Reducing Indoor Air Contamination

Tae Chul Hwang, Hyun Woo Lee, Sang Gon Choi*, Jin Kwan Hong**†

Department of Building Equipment and System Eng, graduate school of Kyungwon University,
Sungnam City 461-701, Korea

*Department of Building services, Yuhan College, Kyeonggi-do 422-749, Korea

**Department of Building Equipment and System Eng, Kyungwon University, Sungnam City 461-701, Korea

(Received March 19, 2008; revision received May 22, 2008)

ABSTRACT: Recently, Indoor air quality (IAQ) is one of the most important problem in our daily life of modern societies. Mechanical ventilation system is being recommended as an effective method to improve IAQ in apartment houses. And then, in Korea, building industry should install ventilation system in apartment house by the building construction code. In this study, to improve IAQ caused by microbial and chemical contaminant such as bacteria and TVOC, three types of mechanical ventilation system of apartment house including HRV were simulated by multizone modeling. Simulation results suggest an appropriate and economical renovation method of apartment house ventilation system for reducing indoor air contamination.

Key words: Bacteria(일반세균), TVOC(총휘발성 유기화합물), Multizone modeling(멀티존 모델링), Apartment houses(공동주택), HRV(폐열회수 환기유닛)

1. 서 론

최근 국내에서는 “다중이용시설의 실내공기질 관리법”에 의해서 공동주택에 환기회수 0.7회/h의 능력을 가지는 환기장치를 의무적으로 설치하도록 하고 있다. 이러한 환기장치의 설치를 통하여 기존의 이산화탄소에 대한 기준과 더불어 VOCs 등의 다양한 오염물질에 대한 강화된 환기기준이 제공되었다는 것에 대해서는 매우 긍정적으로 평

가할 수 있을 것이다. 그러나 시공사의 입장에서는 이전에 설치하지 않은 환기장치 설치에 따른 시공비의 상승뿐만 아니라 보통 2년간의 하자보수 기간 동안에 발생하는 환기장치의 유지관리 및 환기장치의 내부 미생물 오염과 덕트 내부의 오염 등 건강과 관련된 여러 가지 문제점의 발생에 대하여 우려하고 있는 실정이다.

본 논문에서는 이와 같은 여러 가지 문제점 중에서 환기장치를 장시간 정지시켰다가 재가동하는 경우에 장시간 정지시킨 동안 덕트 내부에 축적된 먼지나 세균으로 인해 환기시스템 가동 시 추가적으로 발생할 수 있는 미생물 오염원을 최소로 하기 위한 덕트설치 방법과 환기시스템의 개

† Corresponding author

Tel.: +82-031-750-5306; fax: +82-031-750-5314

E-mail address: jkhong@kyungwon.ac.kr

선방안에 대한 연구를 수행하였다. 이를 위하여 실제 공동주택을 모델로 하여 멀티존 시뮬레이션을 수행하고 공동주택 환기시스템의 개선방안을 제안해 보고자 하였다.

2. 연구 수행 및 모델 구성

2.1 공동 주택 환기시스템의 개선 방안

우선 현재 사용하는 공동주택의 환기시스템은 크게 나누어 현재까지 적용하던 자연환기 + 국소 배기, HRV(Heat recovery ventilation) + 급배기덕트, HRV 또는 배기팬과 자연환기를 혼용하는 하이브리드 환기시스템으로 대별할 수 있을 것이라 본다.

본 논문에서는 이들 시스템 중 HRV + 급배기 덕트 시스템을 설치하는 경우에 대하여 앞서 언급한 것과 같이 장기간 사용하지 않는 경우에 대하여 덕트내의 분진부착으로 인한 추가적인 미생물 오염을 최소로 하면서 환기장치 설치에 따른 시공비도 줄일 수 있는 방법을 찾기 위하여 Fig. 1에 보인 것과 같은 환기방식에 대한 오염원 제거성을 비교하였다. Fig. 1에 보인 (a)시스템은 HRV에서 급기덕트와 배기덕트를 이용하여 각실에 급기구와 배기구를 설치하고 이를 통하여 환기하는 시스템을 나타내고 있다. (b)시스템은 HRV에서 급기덕트를 설치하지 않고 배기덕트만을 사용하여 각실에 배기구만을 설치하고, 급기는 HRV에서 직접 거실로 급기하는 시스템을 제안하여 나타내었다. (c)시스템은 급기 및 배기덕트를 모두 제거하고 HRV에서 거실로 직접 급기와 배기를 하는 시스템을 나타내고 있다. 이러한 3종류의 시스템은 덕트설치에 따른 오염원의 제거량을 비교, 평가하기 위하여 선정되었다. 또한 (b)시스템의 경우 화장실팬, 주방팬과 동시 사용될 경우에

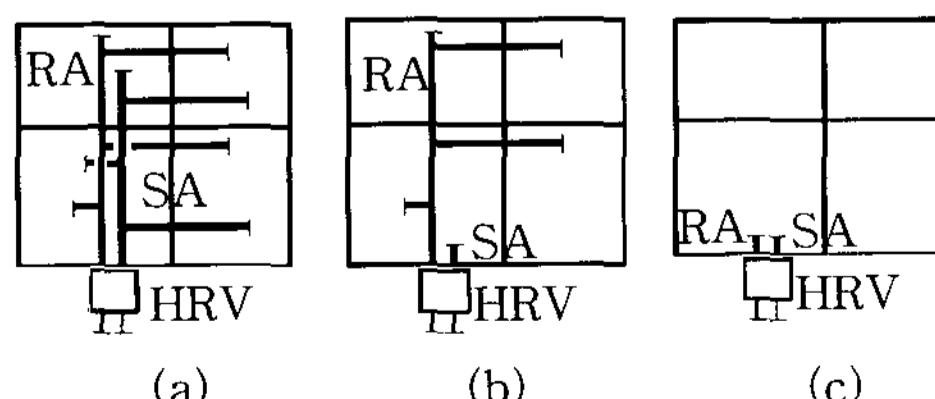
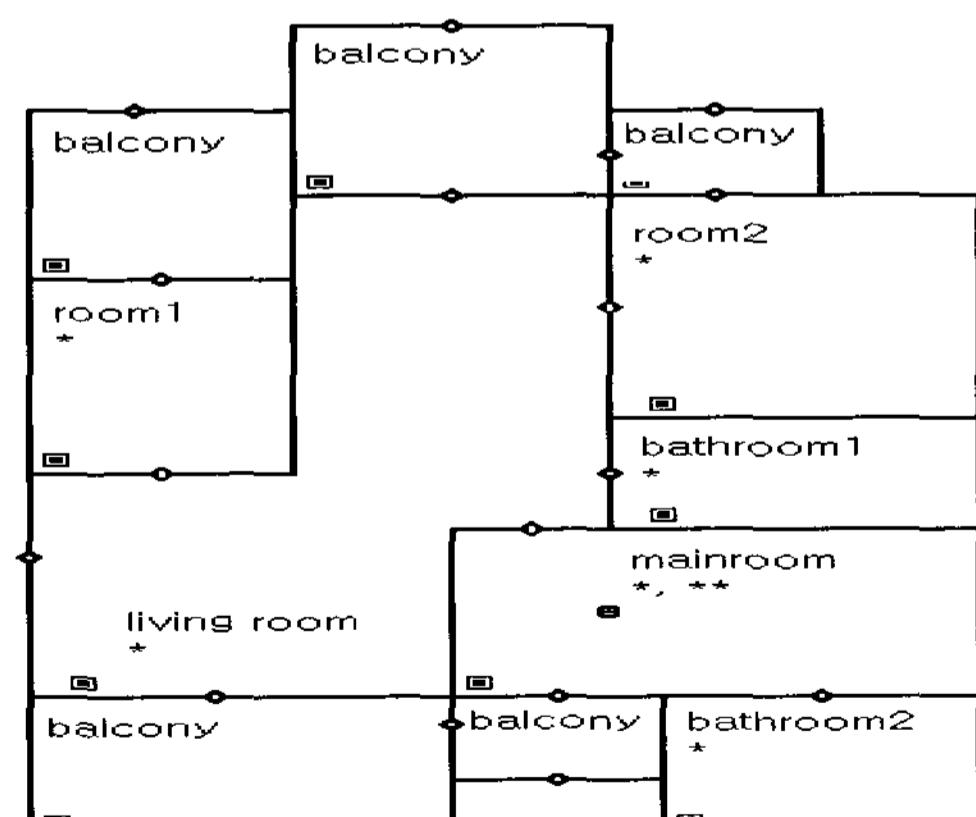


Fig. 1 Ventilation system of 3 different types
(RA : Return Air, SA : Supply Air).

대하여 제거성을 평가할 수 있도록 하였다. 각 시스템의 오염원 제거성을 확인을 위하여 각 (a), (b), (c)의 시스템을 공동주택 모델에 각각 적용하여, 각각 시스템에 대한 미생물 오염원과 TVOC의 제거성을 비교하였다. 오염원 제거성능의 비교평가는 시뮬레이션을 이용한 해석적인 방법으로 수행되었으며, 문의 개폐와 환기장치의 가동 스케줄을 고려할 수 있는 멀티존모델 해석기법을 사용하도록 하였다.⁽¹⁾ 이러한 멀티존모델 해석기법의 적용을 위하여 본 논문에서 사용한 멀티존 해석기법은 미국 국립표준연구소(NIST)에서 개발되어 환기해석에 적용되고 있는 시뮬레이션 프로그램인 CONTAM 2.4⁽²⁾를 적용하였다. CONTAM 2.4는 VOCs에 대한 거동해석^{(3), (4)}과 미생물 오염원에 의한 거동해석^{(5), (6)}에 대해 검증되어 있는 해석 Tool이므로 이를 적용하여 오염원의 제거성을 극대화할 수 있는 환기시스템 개선방안을 알고자 하였다. 해석에 적용한 대상 공동주택의 각 실을 Fig. 2에 나타내었고 해석모델에 적용한 각 실간의 공기이동통로의 기밀도는 ASHRAE⁽⁷⁾에서 제공하는 수치를 적용하여 Table 1에 나타내었다. 급배기 풍량은 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 각 재실공간의 체적을 기준으로 0.7회/h의 환기회수를 유지하는 것을 해석의 기본조건으로 설정하였다. 또한 실내 온도조건은 실내 냉난방 장치를 통하여 25°C 로 상시 유지되도록 하였다.



*Contaminant source of TVOC,

**Contaminant source of Bacteria.

Fig. 2 Simulation model.

Table 1 Airflow path of multizone model

Air flow path	Location	Leakage area(cm ² /m)	Area(m ²)
Door	General	0.31	1.8
	Balcony4~5	5.5	2.5
	Balcony1~2		3.5
	Livingroom~Balcony4		4.5
	Livingroom~Balcony1		8
Window	Front door	0.26	2.2
	Room1~Balcony5	1.1	1.7
	Room2~Balcony3		1.8
	Main room~Balcony2		3.4
	Ambt.~Balcony3,5	0.67	1.8
	Ambt.~Balcony4		2.2
	Ambt.~Balcony2	0.72	3.4
	Ambt.~Balcony1		7.4

2.2 환기시스템 시뮬레이션

앞서 언급한 Fig. 1의 (a), (b), (c)의 환기시스템에 대한 오염원의 확산 및 제거성능을 비교하기 위하여 해석의 편의상 TVOC와 일반세균을 대표 오염물질로 선정하여 시뮬레이션을 수행하였다. 화학오염물질은 TVOC가 room1, room2, bathroom1, bathroom2, mainroom, living room에 각각 실내 공기질 관리법에 의한 TVOC 유지 기준인 $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 초기 오염이 존재할 경우에 대하여 오염원 제거성능을 평가하도록 하였다. 또한, 미생물 오염원인 일반세균의 확산을 해석하기 위해서 분당 호흡량 약 $0.8 \text{ L}/\text{min}$ 의 호흡에 의해 발생하는 최소 세균량을 100 CFU 라 가정하여 mainroom에 보균자가 재실한다고 가정할 때 1분당 100 CFU 의 일반세균을 방출하는 것으로 오염원 확산 및 제거성능을 평가하도록 하였다. 기본적인 오염원 제거성능 평가는 Fig. 1의 (a), (b), (c)의 환기시스템에서 각 방의 문이 닫혀 있는 경우와 문이 열려 있는 경우에 대하여 해석하였고 이러한 기본적인 제거성능 평가 이후 (b) 시스템에 대하여 Table 2에 주어진 조건과 같이 화장실과 주방에 설치되어 있는 환기팬을 HRV와 동시에 연동하여 사용하고 HRV의 배기풍량을 초기 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 이었던 것을 $63.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 에서 $33.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 까지 $10 \text{ m}^3/\text{h}$ 씩 단계적으로 감소시키면서 줄어든 풍량을 화장실과 주방의 팬으로 24시간 연속적으로 배기하는 경우에 대하여 실내 오

Table 2 Simulation condition(continuous running for 24hour)

HRV		Kitchen Fan x 1 EA (m ³ /h)	Bathroom Fan x 2 EA (m ³ /h)
Supply Duct (m ³ /h)	Return Duct (m ³ /h)		
83.38 (0.7ACH)	63.38	5	7.5
		6.67	6.67
		10	5
	53.58	5	12.5
		10	10
		20	5
43.48	10	10	15
		13.33	13.33
	20	20	10
		10	20
33.38	16.7	16.7	16.7
		30	10

Table 3 Kitchen and bathroom fan intermittent running by operation schedule

Kitchen Fan 10 m ³ /h x 1 EA		Bathroom Fan 10 m ³ /h x 2 EA	
Running Time (Weekday)	Running Time (Weekend)	Running Time (Weekday)	Running Time (Weekend)
07:00~ 07:30	08:00~ 08:30	06:30~ 07:30	07:00~ 08:00
	13:30~ 14:30	19:00~ 19:30	12:00~ 12:10
20:00~ 21:00			16:00~ 16:10
	18:30~ 19:30	22:30~ 23:30	22:00~ 22:30

염원의 제거성능을 알아 볼 수 있도록 하였다. 또한 HRV를 사용하여 living room에 직접 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 의 풍량을 급기하고 각 실에 배기덕트를 설치하여 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 의 풍량을 배기하는 (b) 시스템에 추가적으로 $10 \text{ m}^3/\text{h}$ 의 배기풍량의 주방팬 1EA와 $10 \text{ m}^3/\text{h}$ 의 배기풍량의 화장실팬 2EA를 추가적으로 설치하고 Table 3에 설정된 운전조건에 따라 간헐적으로 사용하는 조건을 적용하여 해석하였다. 이와 같은 해석 결과를 HRV를 사용하여 living room에 직접 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 의 풍량을 급기하고 각 실에 배기덕트를 설치하여 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 의 풍량을 배기하는 시스템의 해석 결과와 비교하여 나타내었다.

3. 시뮬레이션 결과 및 고찰

3.1 환기 시스템에 따른 결과

Fig. 3과 Fig. 4에서 room1, room2와 mainroom의 문이 열려있는 경우 급기풍량을 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정하고 배기풍량을 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정할 경우 Fig. 1의 (a), (b), (c)시스템에 대하여 해석한 TVOC의 농도변화와 일반세균의 변화량을 표시하였다. 또한 Fig. 5와 Fig. 6에서 Fig. 3과 Fig. 4와 동일한 조건에서 문이 닫혀있는 경우에 대해 (a), (b), (c)시스템의 TVOC의 농도 및 일반세균의 변화량에 대한 해석결과를 나타내고 있다. Fig. 3에서 보는바와 같이 문이 열려있는 조건에서는

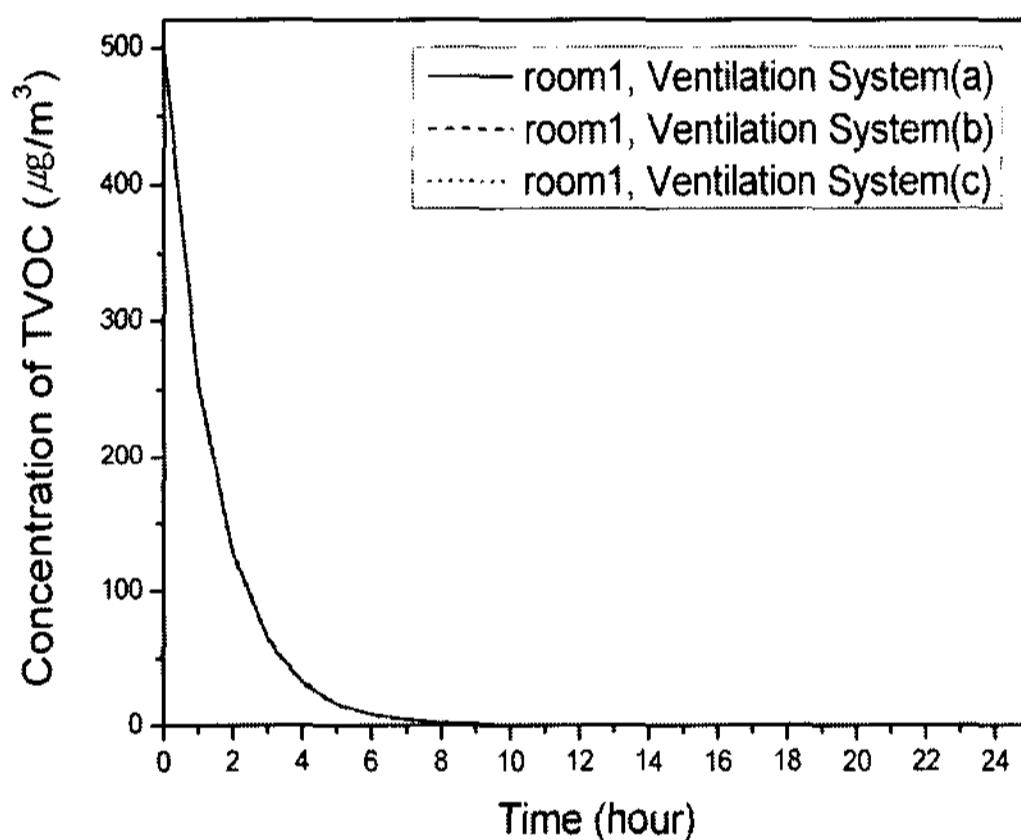


Fig. 3 Concentration of TVOC with respect to time in case of door opened at room1.

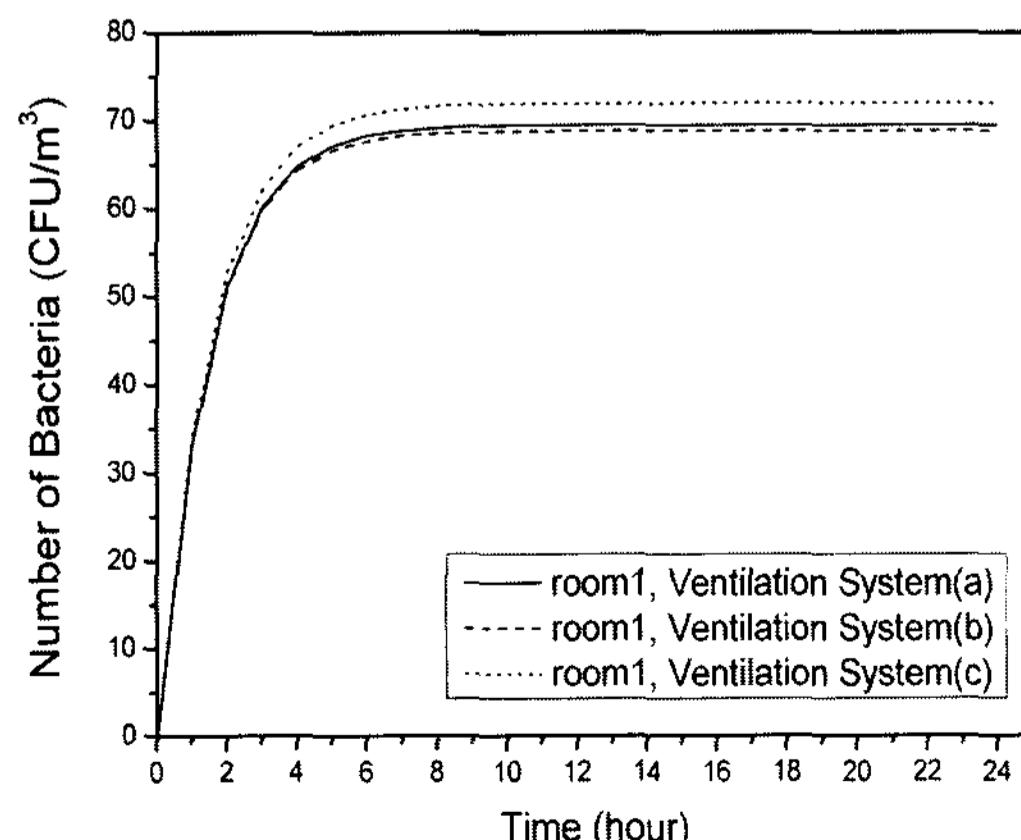


Fig. 4 Number of bacteria with respect to time in case of door opened at room1.

초기 6시간 이내에 TVOC에 대해서 98% 이상의 제거성능을 나타내었다. 일반세균에 대한 해석결과인 Fig. 4의 결과를 보면 직접 일반세균을 방출하지 않는 room1의 경우 시간이 증가함에 따라서 열린 공간을 통하여 일반세균이 다른 실로부터 전파되어 점차 오염량이 증가하는 경향을 볼 수 있다. 이는 덕트의 설치여부와 관계없이 문을 개방할 경우 실 거주 인원의 감염 발생시 다른 재실자에게도 영향을 미칠 수 있다는 것을 보여주는 당연한 해석결과라 생각된다. Fig. 5는 Fig. 1의 (a), (b), (c)의 시스템을 사용하여 문을 닫아놓은 상태에서 room1의 TVOC의 농도를 해석한 결과를 나타내고 있다. Fig. 5의 결과를 살

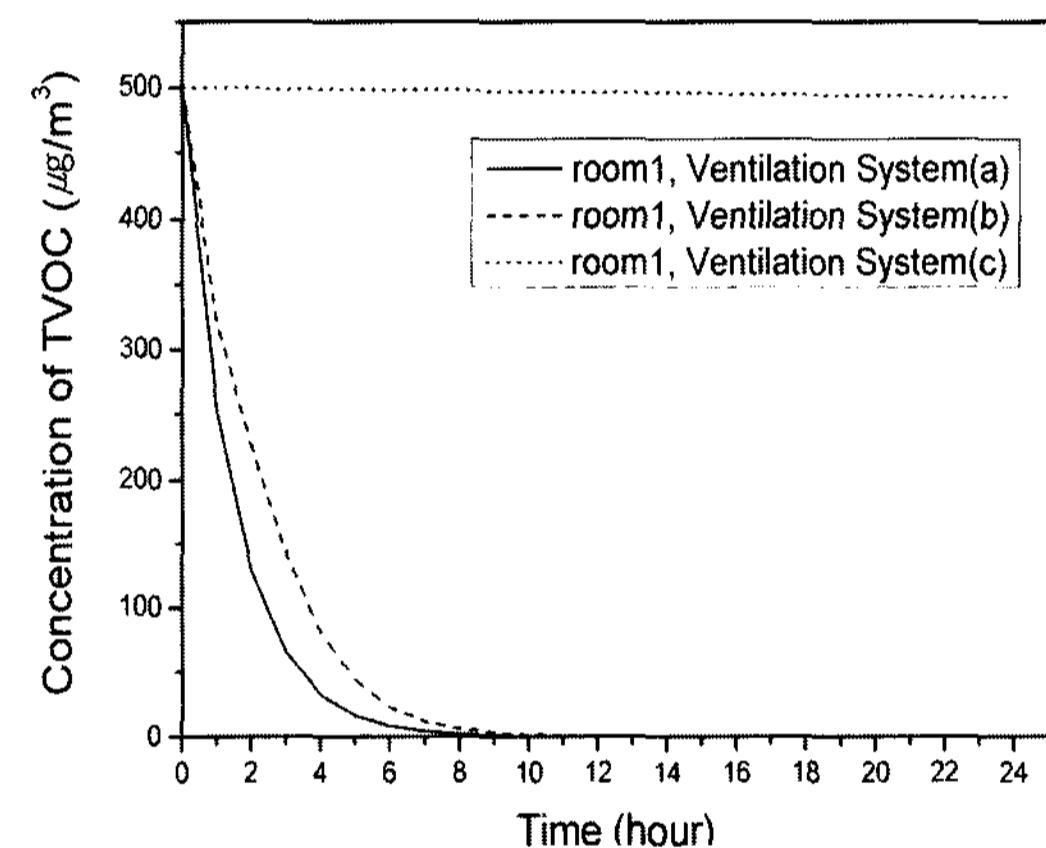


Fig. 5 Concentration of TVOC with respect to time in case of door closed at room1.

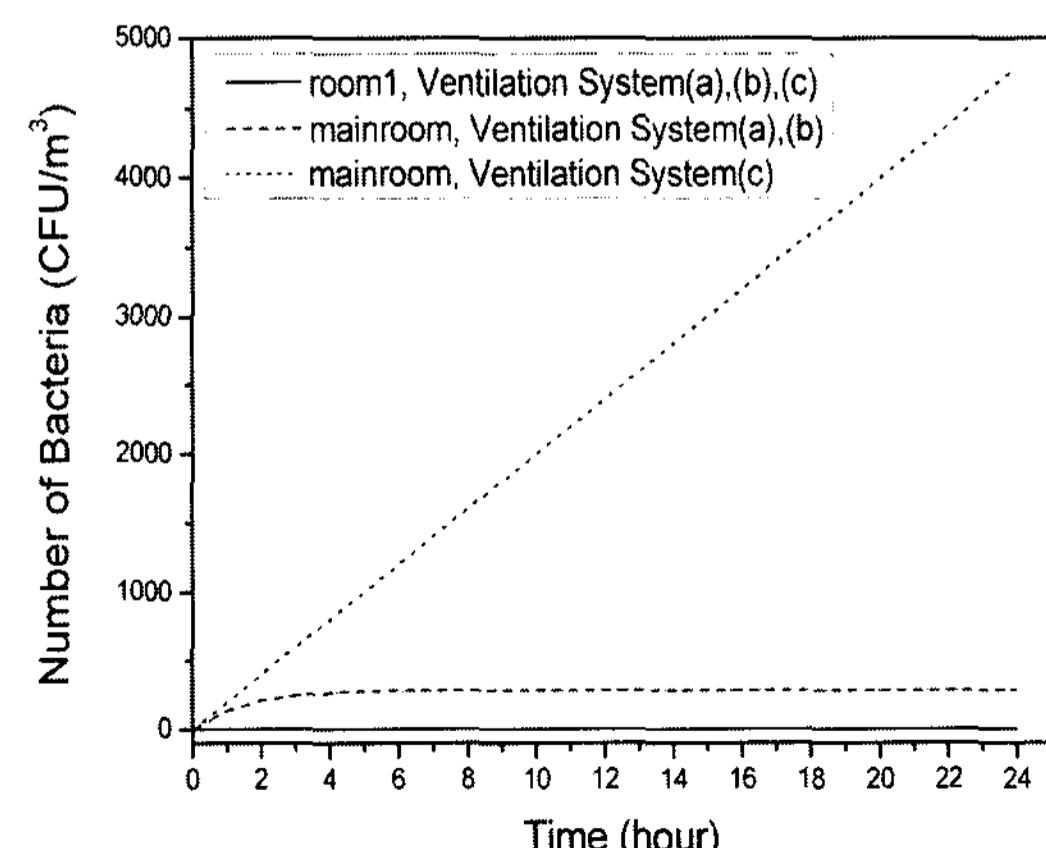


Fig. 6 Number of bacteria with respect to time in case of door closed at room1 and mainroom.

펴보면 문이 열려있는 Fig. 3의 결과와 같이 문이 닫혀있는 경우에도 TVOC 농도가 감소됨을 나타내고 있는데 HRV만을 사용하여 living room에만 급기와 배기를 하는 (c)시스템의 경우는 배기덕트가 설치되지 않았기 때문에 배기덕트가 연결되지 않은 다른 실의 오염원 제거를 거의 기대할 수 없다는 것을 알 수 있다. 그러나 배기덕트가 설치되어 있는 (a)와 (b)시스템의 경우 초기 6시간 이내에 각각 98%와 94~98% 이상의 TVOC 제거 성능을 나타내는 것을 볼 수 있다. 이는 덕트가 설치된 경우 문이 닫혀있는 경우도 문이 열려있는 경우와 마찬가지로 오염물질의 제거 성능을 확보할 수 있다는 것을 나타낸다. 또한 Fig. 6에서 일반세균에 대한 해석결과를 살펴보면 급배기덕트를 설치한 (a)시스템과 배기덕트만을 설치한 (b)시스템의 제거성능의 차이가 크지 않고 시간의 경과에 따라 일반세균이 증가하지 않고 일정한 값에 도달하는 것을 볼 수 있지만 (c)시스템의 경우 문이 닫혀있을 때 오염원이 존재하는 mainroom 외에 다른 방으로 오염원을 전파시키지 않으나, mainroom에서는 시간의 경과에 따라 오염원이 계속적으로 증가하는 경향을 보이고 있다. 그러므로 장시간 방치 후에 운전해도 급기덕트 내부의 오염으로 인해 실내가 오염되지 않는 관리상의 이점과 오염 제거 성능, 그리고 시공상의 편리성을 고려하여 볼 때 배기덕트만을 설치한 (b)시스템의 경우가 더 합리적인 방안이라고 볼 수 있을 것이다.

위의 결과에서 Table 4의 조건을 적용하여 HRV를 통한 급기풍량은 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 동일하게 유지하고 HRV를 통한 배기풍량은 $63.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 에서 $33.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 까지 단계적으로 $10 \text{ m}^3/\text{h}$ 씩 감소시키면서 줄어든 배기풍량을 화장실팬과 주방팬으로 배기한 상태에서 HRV와 연동시켰을 때 TVOC와 일반세균의 제거효율을 비교해 보면 Table 4와 Table 5와 같은 결과를 얻을 수 있다. 위의 조건의 해석결과인 Table 4에서 6시간 경과 후 TVOC의 제거성능은 HRV를 통해서 급기를 하고 배기덕트를 통한 배기풍량을 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 급기풍량과 동일하게 유지하고 room1, room2와 mainroom의 문을 닫아놓은 경우에 (b)시스템의 제거효율이 99.35%인 것에 비해 HRV를 통한 배기풍량을 감소시키고 주방팬과 화장실팬의 배기풍량을 늘일수록 오염원 제거 효율이 98.70%에서 96.50%

Table 4 TVOC removal rate of ventilation system (b)

Supply Duct (m ³ /h)	TVOC removal rate(%)				
	Kitchen Fan x 1 EA (m ³ /h)	Bathroom Fan x 2 EA (m ³ /h)	After 1hour	After 3hour	After 6hour
83.38	0	0	86.88	95.52	99.35
	5	7.5	85.71	94.20	98.70
	6.67	6.67	85.73	94.18	98.68
	10	5	85.80	94.10	98.64
63.38	5	12.5	85.16	93.79	98.36
	10	10	85.15	93.31	98.17
	20	5	85.04	93.57	98.28
	10	15	84.78	93.27	97.93
53.38	13.33	13.33	84.60	92.99	97.81
	20	10	84.32	92.44	97.49
	10	20	84.77	92.80	97.24
	16.7	16.7	84.45	92.45	97.14
43.38	30	10	83.87	91.28	96.50

Table 5 Number of bacteria at mainroom of ventilation system (b)

HRV AirVolume (m ³ /h)	Number of bacteria at mainroom(cfu/m ³)				
	Kitchen Fan x 1 (m ³ /h)	Bathroom Fan x 2 (m ³ /h)	After 1hour	After 3hour	After 6hour
83.38	0	0	141	249	282
	5	7.5	152	296	358
	6.67	6.67	153	296	358
	10	5	153	296	358
63.38	5	12.5	158	322	405
	10	10	158	322	405
	20	5	158	322	405
	10	15	154	302	368
53.38	13.33	13.33	158	322	404
	20	10	165	355	471
	10	20	143	255	290
	16.7	16.7	150	284	337
43.38	30	10	166	366	492

까지 감소하는 것을 확인할 수 있다. Table 4의 조건을 적용하여 시스템을 가동한 경우 일반세균의 변화량을 Table 5에 나타내었다. Table 5에 나타난 결과를 보면 일반세균의 경우에는 실내의 문이 닫혀있는 경우 직접적으로 일반세균이 발생하는 mainroom내부에서 배기덕트를 통해 제거되므로 배기덕트의 풍량을 감소시킬수록 일반세균의 발생을 억제하지 못해 증가하는 것을 볼 수 있

다. 단 Table 5에서 HRV를 통한 배기덕트의 풍량을 $43.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정하고 주방팬의 배기풍량을 $10 \text{ m}^3/\text{h} \times 1 \text{ EA}$, 화장실팬의 배기풍량을 $15 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 \text{ EA}$ 로 설정한 경우와 HRV를 통한 배기덕트의 풍량을 $33.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정하고 주방팬의 배기풍량을 $10 \text{ m}^3/\text{h} \times 1 \text{ EA}$, 화장실팬의 배기풍량을 $20 \text{ m}^3/\text{h} \times 2 \text{ EA}$ 로 설정한 경우를 비교하여 볼 때 후자의 경우 HRV를 통한 배기덕트의 풍량이 전자의 경우보다 적음에도 제거성능이 높은 경우가 발생하는데 이 결과를 보면 환기팬의 설치시 위치 조건 및 풍량 조건에 대한 고려 또한 중요하다는 것을 알 수 있다. 그러나 이는 주방 및 화

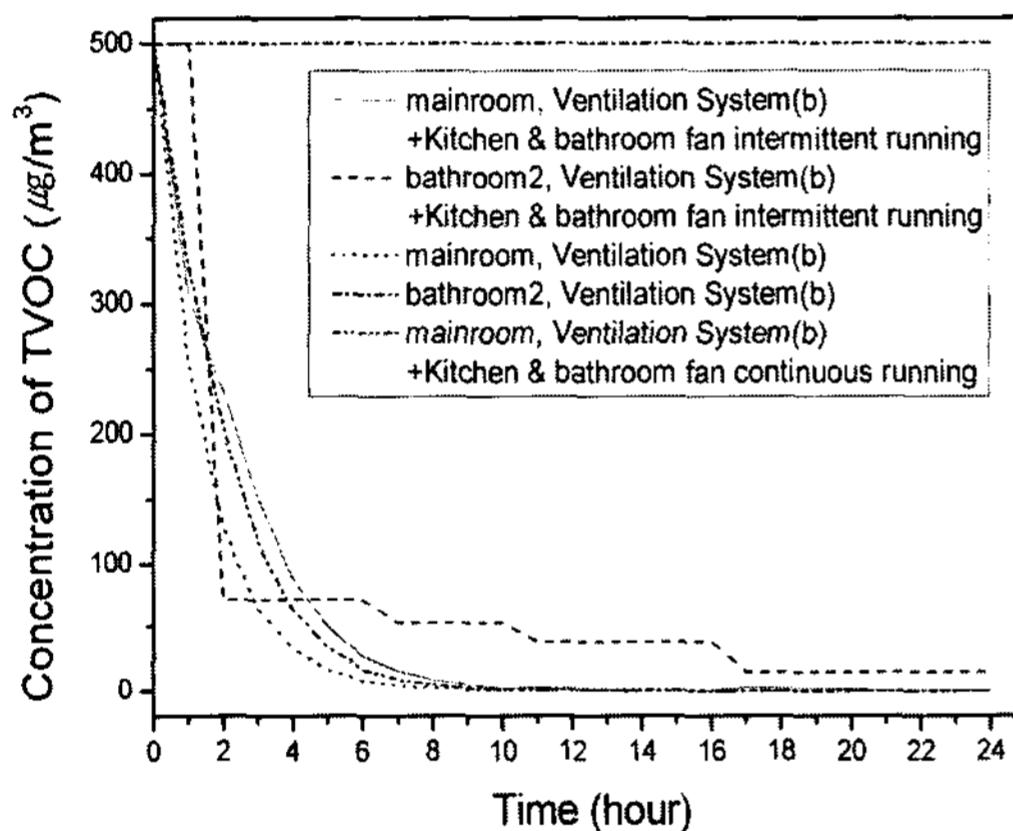


Fig. 7 Concentration of TVOC with respect to time in case of door opened at mainroom and bathroom2.

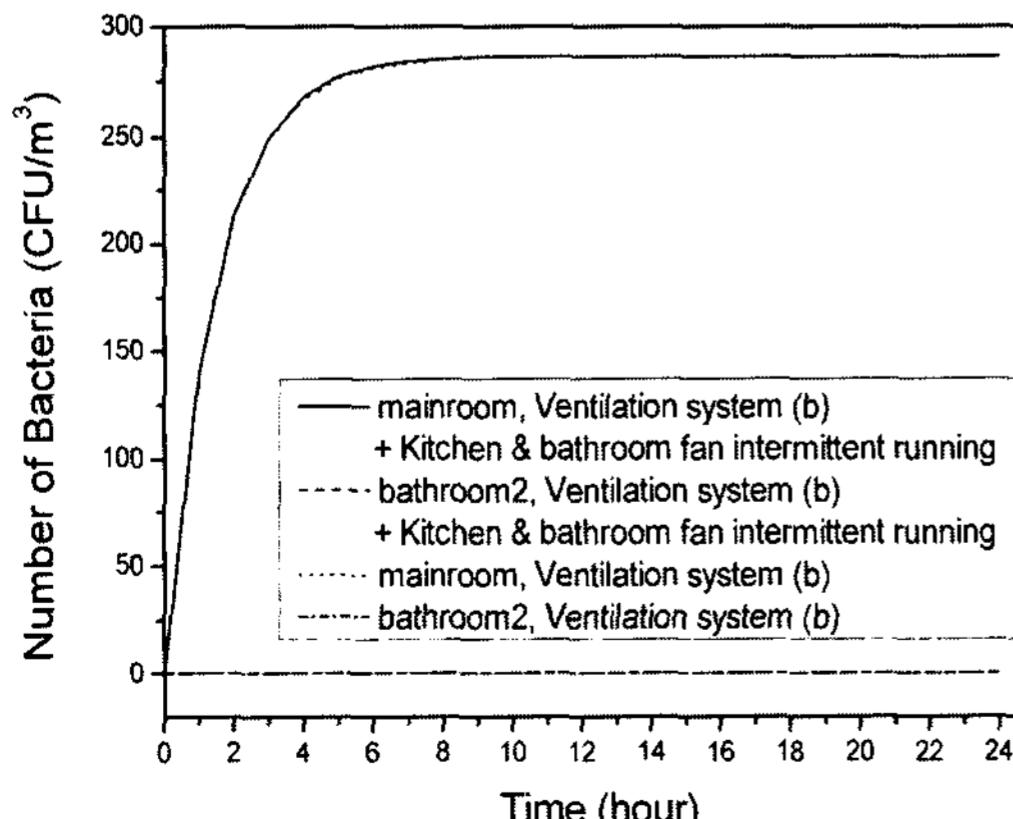


Fig. 8 Number of bacteria with respect to time in case of door opened at mainroom and bathroom2.

장실팬을 24시간 가동시킨다고 가정하였기 때문에 Table 3에 설정된 시간별 가동조건을 적용하여 시뮬레이션 해 본 결과를 Fig. 7과 Fig. 8에 나타내었다. Fig. 7에 HRV를 통한 급기풍량은 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정하고 배기덕트를 통한 배기풍량은 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정한 후 주방팬과 화장실팬의 배기 풍량을 각각 $10 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정하고 Table 3의 시간별 가동조건을 적용한 해석결과를 나타내고 있는데 이에 따른 결과를 살펴보면 HRV를 통한 급기풍량을 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정하고 배기덕트를 통한 배기풍량을 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정한 (b)시스템에 비해서 HRV를 통한 급기풍량을 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정하고 배기덕트를 통한 배기풍량을 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정하고 추가적으로 $10 \text{ m}^3/\text{h}$ 의 배기풍량의 주방 팬 1EA와 $10 \text{ m}^3/\text{h}$ 의 배기풍량의 화장실 배기팬 2EA를 설치하여 24시간 연속운전을 한 경우가 주방 및 화장실의 환기팬을 설치하지 않은 경우 보다 TVOC의 제거성능이 증가하지만 위의 조건과 동일하게 설정한 주방 및 화장실팬의 시간별 가동조건을 적용한 시스템의 TVOC의 제거성능은 약간 감소한다는 것을 볼 수 있다. 이러한 결과로 볼 때 주방과 화장실의 환기팬의 시간별 가동조건 적용시 주방 및 화장실팬을 사용하지 않는 (b)시스템에 비해 오염원 제거성능이 하락한다는 것을 볼 수 있다. 그러나 국부적으로 보면 HRV를 통한 급기풍량을 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정하고 배기덕트를 통한 배기풍량을 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정한 시스템에서는 화장실 내의 TVOC가 제거되지 않았지만, 주방 및 화장실팬을 설치하고 시간별 가동조건을 적용한 시스템에서는 팬에 의해서 화장실내의 TVOC가 가동 스케줄에 따라 감소하는 것을 볼 수 있다. 또한 Fig. 8에서 일반세균에 대한 제거성능을 살펴보면 일반세균이 발생하는 mainroom에서의 제거성능은 HRV를 통한 급기 풍량을 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정하고 배기덕트를 통한 배기풍량을 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정한 모델이나 주방 및 화장실팬을 설치하고 Table 3의 시간조건을 적용한 모델에서 거의 비슷한 성능을 나타내는 것을 알 수 있다. 이러한 결과로 볼 때 별도의 환기팬의 설치는 국부적으로 배기덕트가 설치되어 있지 않은 공간이나 자주 사용하지 않는 공간의 경우 고농도의 오염이 발생하는 경우나 오염원 발생부분의 오염제거를 위하여 간헐적으로 단시간 사용하는 것이 합리적인 방법이라 판단된다.

4. 결 론

환기해석프로그램인 CONTAM 2.4를 사용하여 공동주택에서의 환기시스템 개선방안을 도출하기 위해서 설정한 3종류의 환기시스템에 따른 TVOC와 일반세균에 대한 제거효율을 알아보기 위하여 멀티존 모델에 관한 연구를 진행하여 다음의 결과를 얻었다.

(1) HRV와 급, 배기덕트를 설치한 (a)시스템과 HRV를 통한 급기와 배기덕트를 설치한 (b)시스템, 그리고 HRV만을 사용하여 급배기를 하는 (c)시스템의 성능을 비교한 결과 각 경우 재실공간 내부의 문을 열어놓은 상태에서는 큰 차이를 보이지 않았지만 내부의 문을 닫아놓은 상태에서는 직접 HRV와 연결이 되어있는 거실을 제외하고는 6시간 경과 후 TVOC제거 효율이 (a)시스템은 약 99%, (b)시스템은 약 98%, (c)시스템은 1%로 (a)와 (b)시스템의 성능이 거의 비슷한 것으로 나타났다.

(2) (1)의 결과에 따라 장시간 환기시스템을 사용하지 않는 경우 HRV를 통해 급기를 하고 배기덕트를 설치한 (b)시스템이 급기덕트를 설치하지 않음으로써 장시간 비가동에 따른 급기덕트 내부의 오염축적으로 인한 미생물 번식등의 위험성이 낮아질 수 있다는 관점에서 HRV의 간헐작동에 따른 실내오염에 대한 위험성이 낮아질 수 있을 것으로 판단된다.

(3) HRV를 사용한 급기풍량 및 배기덕트를 통한 배기풍량을 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정한 (b)시스템과 HRV를 사용한 급기풍량 및 배기덕트를 통한 배기풍량을 $83.38 \text{ m}^3/\text{h}$ 로 설정하고 추가적으로 $10 \text{ m}^3/\text{h}$ 의 배기풍량을 가진 화장실팬 2EA와 주방팬 1EA를 설치하여 동시 사용에 따른 오염원 제거 성능평가 결과 화장실 및 주방팬의 동작이 기존 (b)시스템에 비하여 별도의 환기팬을 설치한 공간의 오염원 제거 성능은 탁월하나 전체적인 오염원 제거 성능은 1% 정도 감소시키는 것으로 나타났다.

상기의 결과로 볼 때 HRV를 사용하여 급기를 하고 배기덕트를 설치한 (b)시스템이 오염원 제

거성능에서 HRV를 사용하고 급배기덕트를 모두 설치한 (a)시스템과 거의 비슷한 결과를 나타내면서 급기덕트를 설치하지 않음으로써 덕트내 미생물 오염원에 의한 실내 재오염의 위험성이 낮고, 우물천정에 대한 도입적용 문제나 천정내의 공간이용의 관점에서 보면 시공상 편리할 것으로 사료된다. 또한 화장실팬이나 주방팬을 설치하여 기존의 환기시스템과 동시에 사용하는 경우는 배기덕트가 설치되어 있지 않은 공간이나 국부적으로 오염이 발생할 수 있는 공간에 설치하여 단시간 동작시키는 것이 기존 설계시 의도하였던 환기효율 달성을 더욱 효과적일 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Stuart, W. D., 2001, A tool for modeling airflow and contaminant transport, ASHRAE Journal, March 2001, pp. 35-42.
2. CONTAM 2.4 User Guide and Program Documentation., NISTIR 7251.
3. D. M. Lorenzetti, 2002, Assessing multizone airflow simulation software, pp. 267-271, Indoor Air.
4. Li, H. M., 2002, Validation of three multizone airflow models, MS, thesis, Concordia University.
5. S. G. Choi and J. K. Hong, 2005, The study on the performance estimation of UVC air sterilizer for preventing transmission of air borne contagion, Journal of SAREK, Vol. 17, No. 6.
6. Kowalski, W. J., Bahnfleth, W. P., Witham, D., Serverin, B. F. and Witham, T. S., 2000, Mathematical modeling of UVGI for air disinfection, Quant. Microbiol., Vol. 2, No. 3, pp. 249-270.
7. ASHRAE Handbook, 1997, American Society Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Inc, Atlanta, GA. Chapter25.