

# 신축 공동주택에서의 강제환기장치 사용에 따른 실내공기질 개선효과 실증연구

## Experimental Study on the Effect of Ventilation System on Indoor Air Quality in New Apartment Buildings

이 규 동\*

Lee. Gyu-Dong

박 영 석\*

Park, Young-Sok

### Abstract

There has been growing concern regarding IAQ(Indoor Air Quality) recently, and IAQ problems from the air-tightness and use of chemical materials addition to the building materials have become increasingly important factors in the built environment.

Ventilation is supposed as the solution of healthy indoor quality, and Korea government requests that all new apartment buildings must have a ventilation system as a matter of duty since January, 2006.

The purpose of this study is to investigate the indoor concentration change of VOCs include the Formaldehyde according to many different ventilation supply types. Results showed that the reduction effect of target pollutants by the ventilation system was very slight. The cause of these results was attribute to increase the emission rate of building materials by increasing the ventilation rate.

키 워 드 : 실내공기질, 강제환기장치, 포름알데히드, 휘발성유기화합물

Keywords : Indoor Air Quality, Ventilation System, HCHO, VOCs

## 1. 서 론

현재 공동주택의 실내공기질 개선을 위한 다양한 방안들이 적용되고 있으나, 실내 화학물질의 농도는 여전히 높은 수준을 보이고 있다. 최근 화학물질에 의한 실내 공기오염 뿐만 아니라, 재실자의 입주 후 생활패턴에 따른 다양한 오염물질의 배출, 건물의 기밀화로 인한 신선외기 도입의 필요성이 제기됨에 따라, 국회에서는 공동주택의 환기설비 설치 의무화를 포함하는 「주택법중개정법률안」이 통과되어 2006년 1월 시행되었다.

환기설비 가동 시 화학물질의 농도를 낮추기 위해서는 적절한 환기량 설정, 급배기 방식에 관한 연구가 필요하다. 그러나 자재에서 방출되는 화학물질의 양은 온습도, 기류속도, 실내농도 등의 환경조건에 영향을 받기가 쉬우므로 환기가동에 따른 화학물질 농도변화의 특성을 파악하는 것이 선행될 필요가 있다.

본 연구에서는 환기설비의 급배기 방식별로 환기가동에 따른 화학물질 농도 측정을 통해 VOCs 및 포름알데히드의 농도 변화 특성 파악을 위한 목적으로 하였다.

## 2. 측정개요

환기설비 설치 계획을 위한 환기량 및 급배기 방식에 따른 실내공기질 측정은 7월중에 수행되었다. 실험은 덕트형 환기설비가 설치된 34평 1개 세대에서 이루어졌으며, 환기량 및 급배기 방식을 달리한 4가지 실험 케이스를 대상으로 진행되었다.

포름알데히드 및 VOCs의 실내 농도를 대상으로 측정이 이루어졌으며 총 4가지 실험 케이스에 대하여 각각 초기 농도 측정, 2시간 후, 4시간 후, 5시간 후의 4회의 측정이 이루어졌다. 측정 세대의 개요 및 일정, 측정 시 온습도 조건은 다음과 같다.

### 2.1 측정 세대의 개요

측정 대상 세대는 대구 OO동에 소재한 신축 공동주택 34평형(전용 면적 40.09㎡)으로 덕트형 환기설비를 설치하였다. 측정 세대의 평면, 환기설비 설치도 및 측정 지점은 그림 1과 같고, 환기량 및 급배기 방식에 따른 실험 Case는 표 1과 같다.

\* 코오롱건설(주)기술연구소

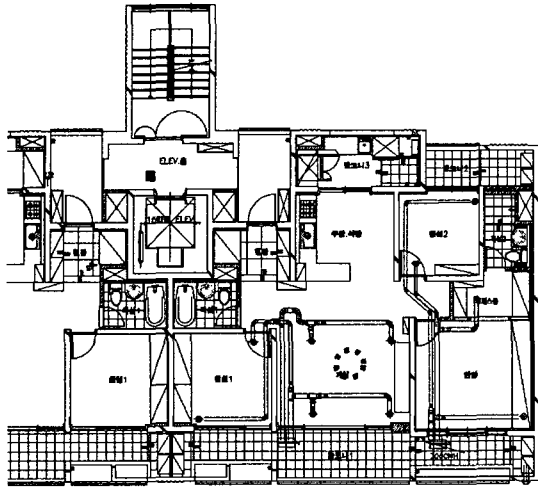


그림 1. 환기설비 설치도



a. 풍량 조절      b. 강제환기장치 본체  
c. 덕트형 환기설비 설치      d. 실내공기질 측정  
그림 2. 환기설비 설치 및 공기질 측정 전경

표 1. 실험 Case별 환기설비 설정 풍량

Case 1 (각 실 급배기 방식)			Case 2 (각 실 급배기 방식)		
실구분	급기량 (CMH)	배기량 (CMH)	실구분	급기량 (CMH)	배기량 (CMH)
거실	100	100	거실	175	175
안방	75	0	안방	125	0
드레스룸	0	75	드레스룸	0	125
침실1	50	50	침실1	50	50
침실2	50	50	침실2	50	50
총계	275	275	총계	400	400
Case 3 (각 실 급배기 방식)			Case 4 (침실 급기, 거실 급배기 방식)		
실구분	급기량 (CMH)	배기량 (CMH)	실구분	급기량 (CMH)	배기량 (CMH)
거실	75	75	거실	100	275
안방	50	0	안방	75	0
드레스룸	0	50	드레스룸	0	0
침실1	25	25	침실1	50	0
침실2	25	25	침실2	50	0
총계	175	175	총계	275	275

## 2.2 측정 일정

실험 케이스 별 실내공기질 측정 절차는 표 2와 같다.  
세대 내 실 간문은 모두 개방한 상태로 실험이 진행되었다.

표 2. Case별 실내공기질 측정 절차

구분	측정 시간	내용	비고
1차 측정	오전 09:00	초기 농도 측정 (환기설비 미가동 시)	측정 종료 후 환기설비 가동
2차 측정	11:30	2시간 후 측정	환기설비 가동 중 측정
3차 측정	13:30	4시간 후 측정	
4차 측정	14:30	5시간 후 측정	

## 2.3 측정 세대의 온습도 조건

실내공기질 측정 시 각 세대의 측정 차수별 온습도 조건은 다음 표 3과 같다. 세대 내의 실내 온도는 40~46℃, 상대습도는 65~76%로 측정되었다. 동일한 측정 케이스의 차수별 온습도 조건은 비슷하나, 실험일자의 경과에 따라 습도가 65%에서 76%까지 증가함을 알 수 있다.

표 3. 측정 세대의 온습도 조건

온습도 조건	각실 급배기 (총275CMH)		각실 급배기 (총400CMH)		각실 급배기 (총175CMH)		각실 급기, 거실 배기 (총275CMH)	
	온도 (℃)	R.H. (%)	온도 (℃)	R.H. (%)	온도 (℃)	R.H. (%)	온도 (℃)	R.H. (%)
초기 측정	26	65	25	66	24	73	23	75
2시간 후	26	65	26	65	23	73	24	75
4시간 후	26	65	26	66	24	66	24	76
5시간 후	26	67	26	66	23	73	24	76

## 3. 측정결과 및 분석

환기설비 가동시의 환기량 및 급배기 방식에 따른 각 측정 케이스별 실내공기질 변화를 알아보았다.

### 3.1 포름알데히드 농도 변화

환기량 및 급배기 방식에 따른 각 측정 케이스별 포름알데히드 농도 변화는 그림 3과 같다. 그림 3은 1차 측정 시의 포름알데히드 농도를 기준으로 각 측정 차수별 농도변화율을 나타낸 것으로, 시간 별 측정결과를 살펴보면, 2시간 후 이미 평형 상태에 도달했음을 볼 수 있다.

각실 급배기(총 275 CMH) 케이스의 5시간 경과 농도의 초기 측정 농도 대비 변화율은 31%, 각실 급배기(총 400 CMH)는 59%, 각실 급배기(총 175 CMH) 29%, 각실 급기, 거실배기(총 275 CMH) 38%로 나타났다. 세대 총 환기량의 변화에 따른 실험결과에서, 환기량 증가에 따른 농도 저감효과는 뚜렷하지 않음을 알 수 있으며, 오히려 400 CMH의 환기량으로 운전된 경우가 농도 저감이 가장 적게 나타났다. 이는 각 실험 케이스 실측일이 모두 달라, 외부 풍압에 의한 침기량의 변화, 풍량 변화에 따른 실내 기류유동의 변화 등이 원인인 것으로 추정된다. 완전혼합을 가정한 계산에 의하면, 총 풍량 400 CMH인 경

우의 농도 대비 275 CMH인 경우의 농도는 13%정도 줄어드는 것으로 계산되며, 측정환경 등에 의한 오차 범위에 포함되었을 가능성도 있다.

각실 급배기(총 275 CMH) 케이스와 각실 급기, 거실 배기(총 275 CMH)의 환기 가동 시 농도 저감율은 비슷한 수준으로 나타났다.

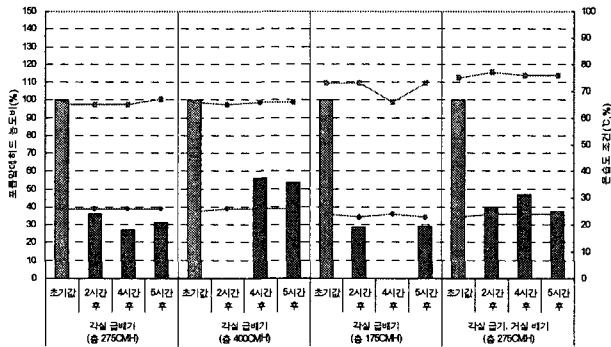


그림 3. 1차 측정치 대비 포름알데히드 농도 변화율

### 3.2 톨루엔(Toluene) 농도 변화

시간 경과에 따른 각 세대의 톨루엔 농도 변화는 그림 4와 같다. 각실 급배기(총 275 CMH) 케이스의 5시간 경과 농도의 초기 측정 농도 대비 변화율은 41%, 각실 급배기(총 400 CMH)는 13 %, 각실 급배기(총 175 CMH) 12%, 각실 급기, 거실 배기(총 275 CMH) 25%로 나타났다.

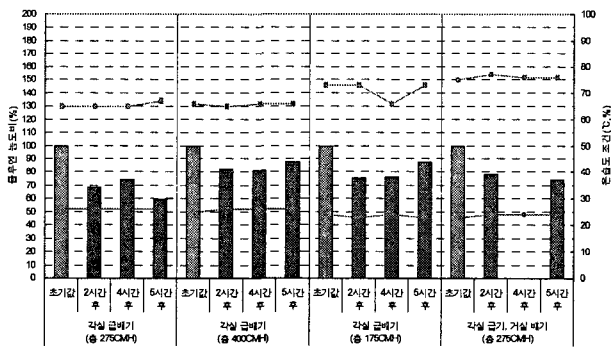


그림 4. 1차 측정치 대비 톨루엔 농도 변화율

### 3.3 에틸벤젠(Ethyl Benzene) 농도 변화

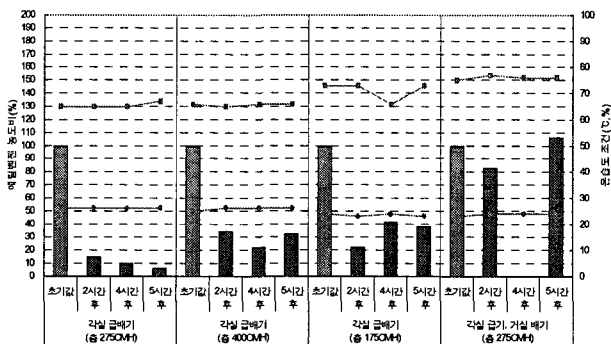


그림 5. 1차 측정치 대비 에틸벤젠 농도 변화율

시간 경과에 따른 각 세대의 에틸벤젠 농도 변화는 그림 5와

같다. 각실 급배기(총 275 CMH) 케이스의 5시간 경과 농도의 초기 측정 농도 대비 변화율은 91%, 각실 급배기(총 400 CMH)는 66 %, 각실 급배기(총 175 CMH) 60%, 각실 급기, 거실 배기(총 275 CMH) 8%로 나타났다.

### 3.4 자일렌(Xylene) 농도 변화

시간 경과에 따른 각 세대의 자일렌 농도 변화는 그림 6과 같다. 각실 급배기(총 275 CMH) 케이스의 5시간 경과 농도의 초기 측정 농도 대비 변화율은 55%, 각실 급배기(총 400 CMH)는 14 %, 각실 급배기(총 175 CMH) 10%, 각실 급기, 거실 배기(총 275 CMH) 50%로 나타났다.

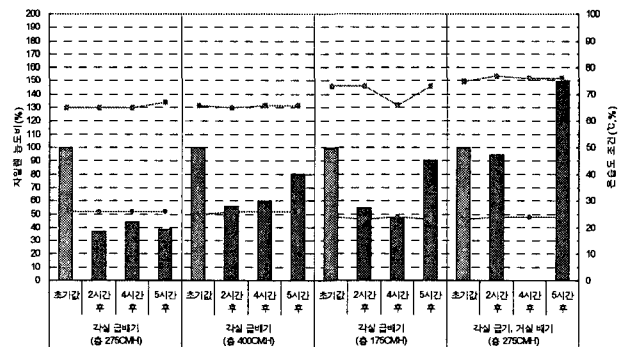


그림 6. 1차 측정치 대비 자일렌 농도 변화율

### 3.5 스티렌(Styrene) 농도 변화

시간 경과에 따른 각 세대의 스티렌 농도 변화는 그림 7과 같다. 각실 급배기(총 275 CMH) 케이스의 5시간 경과 농도의 초기 측정 농도 대비 변화율은 70%, 각실 급배기(총 400 CMH)는 52%, 각실 급배기(총 175 CMH) 44%, 각실 급기, 거실 배기(총 275 CMH) 65%로 나타났다.

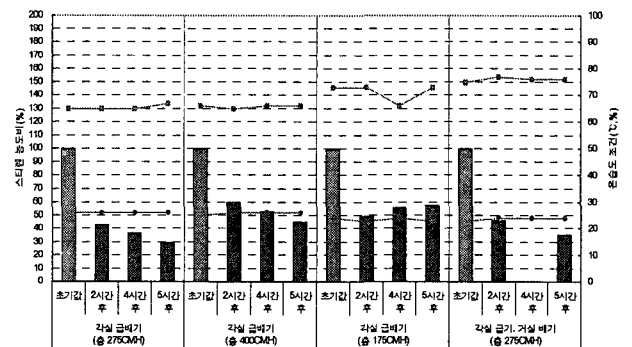


그림 7. 1차 측정치 대비 스티렌 농도 변화율

### 3.6 벤젠(Benzene) 농도 변화

시간 경과에 따른 각 세대의 벤젠 농도 변화는 그림 8과 같다. 각실 급배기(총 275 CMH) 케이스의 5시간 경과 농도의 초기 측정 농도 대비 변화율은 0%, 각실 급배기(총 400 CMH)는 0%, 각실 급배기(총 175 CMH) 0%, 각실 급기, 거실 배기(총 275 CMH) 50%로 나타났다.

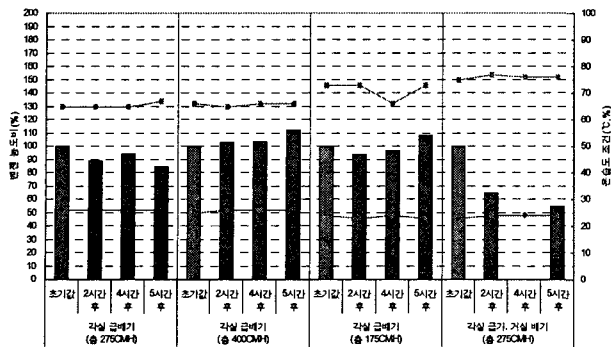


그림 8. 1차 측정치 대비 벤젠 농도 변화율

는 것으로 판단된다. 그러나 본 실험에서 실 간 문을 모두 개방한 상태에서 실험이 이루어져, 실 간 문을 폐쇄할 시에는 각실, 급기 거실 배기 케이스의 회색 효율이 크게 저하될 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

1. 김광우 외, 공동주택 실내공기질 개선방안에 관한 연구, 서울대학교 공학연구소, 2006.
2. 환경부, 다중이용시설의 실내공기질 관리법, 2004.
3. 환경부, 실내공기질공정시험방법, 2004.

## 4. 분석결과 및 고찰

### 4.1 환기량 변화에 따른 화학물질 농도의 변화

- 1) 각 실 급배기를 실시한 3개의 실험 케이스에 대하여, 포름알데히드의 농도 변화를 살펴보면, 환기가동에 따른 초기 측정 농도 대비 5시간 경과 후 농도는 총 175 CMH의 환기량을 유지한 세대에서 29%, 총 275 CMH인 경우 31%, 총 400 CMH인 경우 59%로 나타났다. 환기량 증가에 따라 오히려 농도 저감율이 낮은 것으로 나타나고 있으며, 이러한 경향은 VOCs 분석결과에서도 볼 수 있다. 실측 시 풍압변화에 따른 침기율의 증가 또는 환기량 증가에 따른 화학물질 방출량 증가 등이 원인으로 추정된다.
- 2) 환기가동 시 개별 VOCs의 종류에 따라 저감율은 서로 상이하게 나타났으며, 환기가동으로 인해 VOCs의 방출특성에 따라 방출량이 달라지는 것으로 판단된다.
- 3) TVOC의 농도 변화 중 각 실 급배기(총 400 CMH), 각 실 급배기 (총 175 CMH), 각 실 급기, 거실 배기 (총 275 CMH) 세대의 5시간 경과 후 농도가 환기 가동 중임에도 불구하고 초기 측정 농도 대비 100%이상의 상승을 보였다. 이는 톨루엔, 스티렌 등의 개별 VOCs 농도는 50% 정도 수준을 나타내고 있는 것과는 상반된 결과로써, 자일렌과 unknown VOCs의 농도의 증가로 인해 TVOC 농도가 상승하였으나 원인에 대해서는 추후 연구가 필요할 것으로 판단된다.
- 4) 전체적인 결과의 경향을 살펴볼 때 175~400 CMH의 구간에서 환기량 증가에 따른 뚜렷한 농도 감소 효과는 나타나지 않았다. 따라서, 경제성과 실내공기질 회색효율을 고려한 적정 환기량 설정이 추후 진행될 필요가 있다.

### 4.2 급배기 방식에 따른 화학물질 농도 변화

- 1) 총 275 CMH의 환기량으로 운전한 2개 세대에 대하여 포름알데히드의 경우, 초기 측정 농도 대비 5시간 경과 후 농도비는 각실 급배기가 31%, 각실 급기, 거실 배기가 38%로 나타났다. 실내공기 측정의 오차를 고려한다면 큰 차이는 없