

# 자연환기시스템의 현장 적용성 평가-열환경,에너지부분

최 동 혁, 최 경 석, 강 재 식, 이 승 언

한국건설기술연구원 건축도시연구본부

## The Performance Field-Application of Natural Ventilation System

Dong-Hyuk Choi , Gyoung-Seok Choi , Jae-Sik Kang , Seung-Eon Lee

*Building & Urban Environment Research*

*Building & Urban Research Department, Korea Institute of Construction Technology*

*Gyeonggi 411-712, Korea*

**ABSTRACT:** On account of Indoor Air Quality(IAQ) deterioration by reason of high insulation and air tightness for energy saving, absence of energy efficiency ventilation system development that can be domestic existing window system, the cost increase and the energy addition loss by mechanical ventilation for IAQ improvement the ventilation obligation making design standard was prepared by a social and technical background and the necessity. In this study, open module type natural ventilation window system for energy saving included a fixed and continuous quantity ventilation was developed. The purpose that indoor thermal comfort environment evaluate of indoor resident.

**Key words:** Natural Ventilation System(자연환기시스템),

### 1. 서 론

최근 건설사마다 아직도 해결되지 않고 있는 문제점인 건물에 사용되는 에너지절감 대책을 마련하기 위한 연구에 많은 관심을 가지고 있다.

건물의 단열성능과 기밀성을 점점 강화시켜 그 수준은 많이 향상 되고 있지만 그만큼 실내 환기가 이루어지지 않을 경우 밀폐된 실내의 공기 질은 거주자의 건강에 심각한 위해 적인므로 주목 받고 있다. 실내공기 오염물질로 주목받고 있는 VOC, 포름알데히드 등 오염물질은 가구, 의류

및 기타 건축자재 등에서 발생하여 창을 열어 다량의 외기가 유입되어 오염물질의 농도를 낮게 할 수 있다. 하지만, 다시 창을 닫고서 약 30분 후에는 오염물질이 원래의 처음 농도까지 다시 방출이 되는 특성을 지니고 있어 수시로 창을 열고 닫는 것은 한계를 가져오게 된다. 또한 이 경우에는 환기로 인한 냉·난방으로 에너지 손실은 크게 발생할 수 밖에 없다. 창문을 열어 환기하는 경우 최소 2ACH 이상에서 10ACH까지 다량의 환기가 이루어지는데 이때 환기는 건물의 냉난방에너지 손실을 함께 동반하면서 발생한다. 실내 공기내 오염을 효과적으로 제거하기 위해서는 공동주택 및 다중이용시설의 환기설비기준으로 0.7 ACH 내외의 환기가 지속적으로 장기간 이루어지는 것이 효과적이다.

† Corresponding author

Tel.: +82-31-9100-145; fax: +82-31-9100-361

E-mail address: dhchoi@kict.re.kr

본 연구는 창호와 환기구를 일체화하여 상시환기모듈 상태로 지속하면서 실내 냉·난방 부하를 줄여 에너지 손실을 최소화 하면서 실내 재실자의 쾌적한 환경을 조성 할 수 있도록 개발하는 것을 목적으로 하고 있다.

## 2. 실험개요

자연환기시스템 적용된 실험실에서 사용전력량과 환기량 및 온열쾌적감을 나누어 실험진행을 하였으며 측정항목으로는 실내 온/습도, 표면온도, 기류분포, 에너지소비량, 세대내 기밀성능, PMV & PPD, 환기성능을 측정하였다.

### 2.1 실험측정 대상건물

Fig.1 은 경기도 용인시에 위치한 A건설 기술연구소에 있는 주거환경 실험동으로 선정하였다. 실험주택내 두 개의 같은 평수 세대에 일반 공동주택 거주생활에 맞도록 환경조성이 되어있으며 Table.1 은 주거환경실험동의 개요이다.

### 2.2 실험실 구성 및 평면도

Fig.2 는 주택실험실 구성 및 각 실험실의 적용된 창호를 나타낸 것이다. 실험실마다 적용된 창호로서 환기시스템 적용세대인 301호에는 자연환기시스템과 일체화된 창호이며 벽식구조적용 발코니식 창호를 설치하였고 환기시스템 비적용세대인 302호에는 라멘구조적용 커튼월창호를 설치를 하였다.

### 2.3 바닥난방설치(실내전기장판)

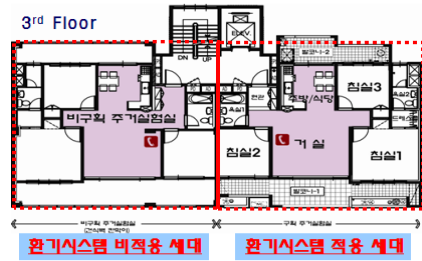
동계철 실내난방을 위해 본 실험에서는 면상발열체를 사용을 하였다. 두 실험실에 바닥난방 시공시 면상발열체에 사용되는 전기용량을 동일하게 하기 위해 다음 Fig.3 과 같이 동일하게 시공을 하였다.



Fig.1 자연환기시스템 적용 실험측정대상 건물

Table.1 대상건물 개요

|       |   |
|-------|---|
| 위 치   | 경기도 용인시 처인구 이동면<br>덕성리 417-1            |
| 건축규모  | 지상3층                                    |
| 건축면적  | 284.3㎡(86평)                             |
| 연 면 적 | 852.9㎡(258평)                            |
| 구 성   | 33평형 단위세대 및 준비실<br>라멘구조 2세대<br>벽식구조 3세대 |



301호 벽식구조적용 발코니창호



302호 라멘구조적용 커튼월창호

Fig.2 주택실험실구성 및 적용창호

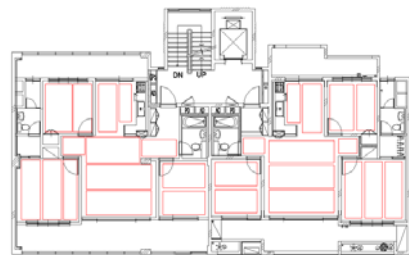
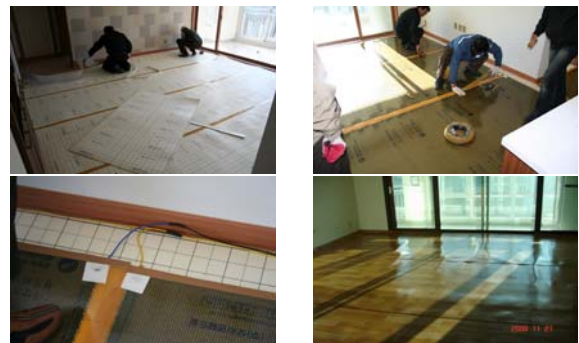


Fig.3 바닥난방설치 및 면상발열체 설치평면

## 2.4 실험장비 항목

Table.1 실험측정 장비목록

| 측정 항목     | 측정 기기                 | 용도            |
|-----------|-----------------------|---------------|
| 실내 온/습도   | 디지털 온/습도계             | 실내 온/습도 측정    |
| 표면 온도     | T-type Thermocouple   | 바닥 및 벽체 온도 측정 |
|           | 이동형 데이터 로거            | 데이터 저장        |
| 기류 분포     | 다지점 기류 측정기            | 실내외 기류 측정     |
| 에너지 소비량   | 적산 전력량계               | 전력 소비량 측정     |
|           | 전기온돌 패널               | 실내 난방         |
|           | 전기온돌 패널 컨트롤러          | 실내 온도 조절      |
| 세대내 기밀 성능 | 블로우 도어                | 기밀성 측정        |
| PMV, PPD  | Thermal Comfort Meter | 온열감 측정        |
| 환기 성능     | Multi-Gas Monitor     | 환기 성능 측정      |

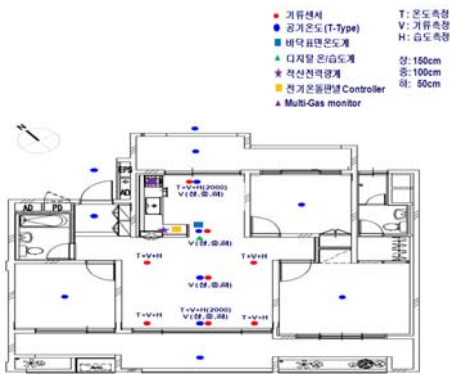


자연환기시스템 적용세대(301호)      자연환기시스템 비적용세대(302호)

Fig.4 실험측정장비 설치

## 2.5 실험장비 설치

### (1) 실험장비설치-301호



### (2) 실험장비설치-302호



## 2.6 측정조건

본 실험은 2008년 12월~2009년 04월까지 동계 절 및 중간기 기간을 이용하여 자연환기시스템이 적용된 세대와 비적용된 세대를 각각 측정을 하였다.

본 실험에 들어가기 전에 실험실 내부 기밀성 측정을 위해 블로우도어(Blower Door)로 측정을 하였다. 측정은 301호(자연환기시스템 적용된 세대)의 경우 자연환기 시스템 개구부 상태를 밀폐, 50%개방, 100%개방 상태로 측정하였으며, 302호(자연환기시스템 미적용된 세대)는 밀폐상태로 측정을 하였다. 자연환기시스템의 개폐에 여부에 따라 사용되는 에너지량을 측정하기 위해 각 실의 전기온돌패널과 컨트롤러를 설치하였고 컨트롤러가 가동될 때 마다 사용전력량을 측정할 수 있도록 적산전력량계를 설치하였다. 그리고 실내 온도를 감지하여 컨트롤러에 전해주는 온도센서를 실 중앙 바닥에서 1.2m 높이에 설치를 하였으며 실내온도를  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 로 설정하여  $19^{\circ}\text{C}$ 시 난방을 가동하고,  $21^{\circ}\text{C}$ 시 난방을 정지되도록 하였다. 자연환기시스템 비적용된 세대에도 사용전력량이 측정 가능하도록 동일하게 설치를 하여 에너지소비량을 비교하였다. 개폐조건은 Table.2

에서 나타난다.

자연환기시스템 개방시 실내재실자가 느끼는 온열쾌적감을 예측하기 위해 실내중앙(거실)위치에 Thermal Comfort Meter를 높이 1.1m 높이에 설치를 하여 PMV(예상온열감반응), PPD (예상불만족도) 를 측정하였다.

Table.2 측정조건

|   | 301호   | 302호                 |
|---|--------|----------------------|
| 1 | 밀폐     | 밀폐                   |
| 2 | 50%개방  | 개방(3회/1일):9시,13시,17시 |
| 3 | 100%개방 | 개방(3회/1일):9시,13시,17시 |

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 실내기밀성 측정

Fig.5는 실내기밀성 측정한 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 측정된 결과 자연환기시스템 적용한 301호의 경우 비적용한 302호 보다는 월등히 기밀성이 떨어진 것을 확인할 수 있다. 그리고 50Pa에서의 실내기밀성을 비교한 결과 자연환기시스템 적용한 301호는 환기회수가 약 0.6~1.0 회/ACH 를 나타냈으며 비적용한 302호의 경우 약 0.5회로 나타났다. 이 결과로 보아 자연환기시스템 적용한 301호의 경우 건축법률적 공동주택 요구 환기회수 0.7회/h 에 만족할 수 있을 것으로 판단된다.

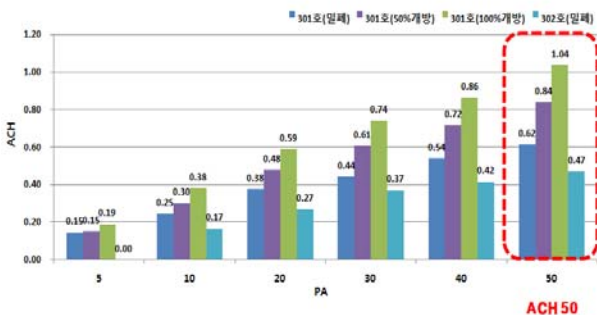


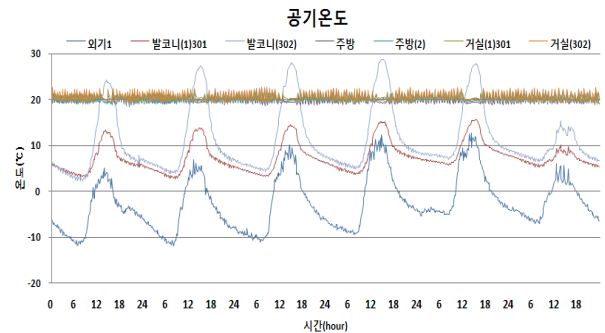
Fig.5 실내기밀성 측정값

#### 3.2 301호(밀폐), 302호(밀폐)

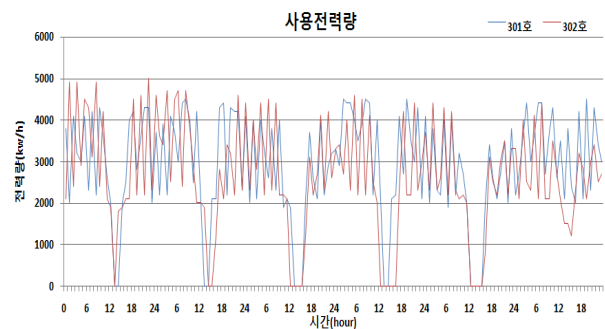
본 실험은 301호 302호 모두 밀폐상태로 2008년 12월 31일~ 2009년 01월 05일까지 6일 동안 측정하였다.

Fig.6 측정된 공기온도 및 사용전력량 변화다. 외기온도는 -11.8℃~12.7℃ 범위로 측정되며 평균-2.6℃이다. 301호 발코니 공기온도는 7.3℃ 거실은 20.3℃로 측정되었으며 302호 발코니 공기온도는 11.1℃ 거실은 20.6℃로 측정되었다.

자연환기시스템 적용된 301호 전체사용전력량은 418,800kw/h 이고 비적용된 302호 전체사용전력량은 380,100kw/h 으로 301호에서 약 9% 정도 더 사용한 것으로 측정되었다. 301호 주간에 사용한 전력량은 181,700kw/h 이고 야간에 사용한 전력량은 237,100kw/h 측정되었다. 302호 사용한 전력량은 148,600kw/h 이고 야간에 사용한 전력량은 231,500kw/h 로 나타났다. 이것은 주간에 12시부터 17시까지 일사량의 영향으로 발코니의 공기온도가 상승하여 두 실험실 발코니 공기온도 차로 인하여 사용전력량이 차이가 있는 걸로 판단된다.



공기온도변화



사용전력량변화

Fig.6 301호(밀폐), 302호(밀폐) 공기온도 및 사용전력량 변화 그래프

### 3.3 301호(50%개방), 302호(개방)

실험은 2009년 01월 22일 ~ 01월 29일 까지 8 일 동안 측정하였으며 실험조건으로는 301호에는 자연환기시스템 50%개방을 한 상태로 측정을 하였고 302호는 하루 3회(9시, 13시, 17시) 30분씩 환기시키는 조건으로 창을 개방하였다.

Fig.7 측정된 공기온도 및 사용전력량 변화이다. 외기온도는  $-14.5^{\circ}\text{C} \sim 15.9^{\circ}\text{C}$  범위로 측정되며 평균  $-1.9^{\circ}\text{C}$ 이다. 301호 발코니 온도는  $7.3^{\circ}\text{C}$  거실은  $20.0^{\circ}\text{C}$ 로 측정되었으며 302호 발코니온도는  $9.0^{\circ}\text{C}$  거실은  $20.4^{\circ}\text{C}$ 로 측정되었다.

자연환기시스템 적용된 301호 전체사용전력량은  $593,200\text{kWh}$  이고 비적용된 302호 전체사용전력량은  $574,700\text{kWh}$  으로 301호에서 약 3.1% 정도 더 사용한 것으로 측정되었다. 301호 주간에 사용한 전력량은  $295,900\text{kWh}$  이고 야간에 사용한 전력량은  $276,000\text{kWh}$  측정되었다. 302호 사용한 전력량은  $297,300\text{kWh}$  이고 야간에 사용한 전력량은  $298,700\text{kWh}$  로 나타났다.

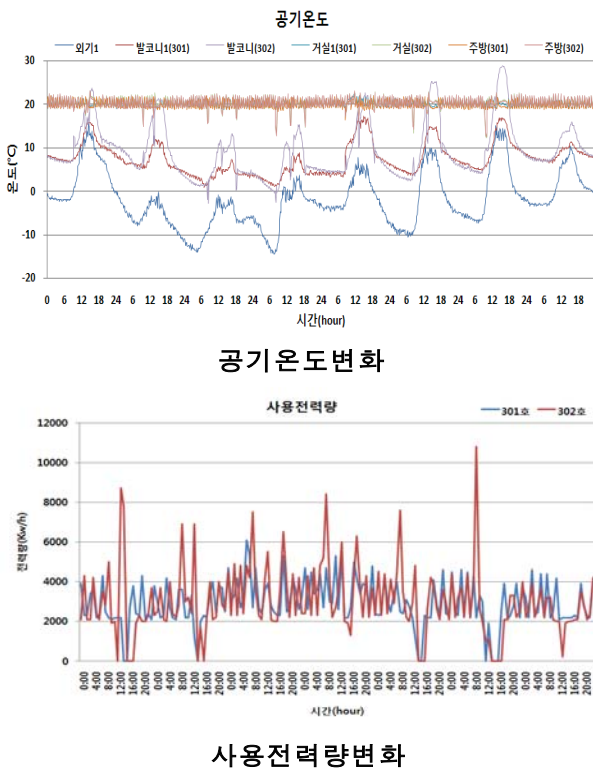


Fig.7 301호(50%개방), 302호(3회/1일-개방) 공기온도 및 사용전력량 변화 그래프

### 3.4 온열쾌적감(Thermal Comfort)

자연환기시스템이 적용된 301호 실험실내에서 온열환경을 평가하기 위하여 실 중앙(거실)에서 Thermal Comfort Meter 실험장비로 PMV, PPD 를 측정하였다. Fig.9~11은 자연환기시스템의 환기 개방조건에 따른 실내온열환경 측정된 그래프이다. 온열환경 측정결과 동계철 실내설정온도  $20^{\circ}\text{C}$ 에서는 다소 전체적으로 온열쾌적 조건은 약간 불쾌적하지만 실내 권장하는 쾌적한 습도 조건(온도: $20 \sim 24^{\circ}\text{C}$ , 습도:  $40 \sim 60\%$ )으로 설정하면은 대부분 쾌적범위내로 들어올 것으로 판단된다.

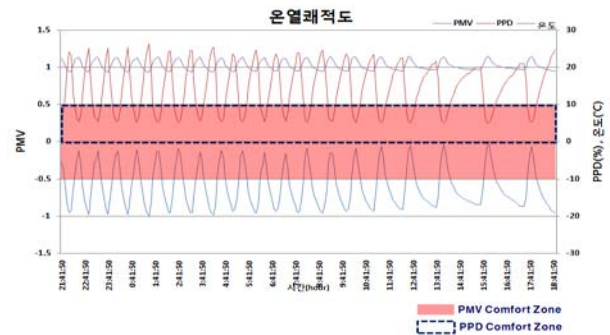


Fig.9 자연환기시스템(밀폐)

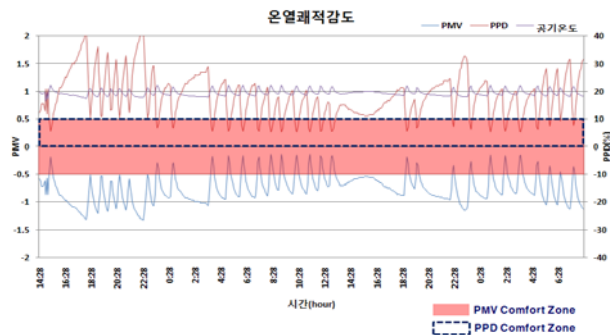


Fig.10 자연환기시스템(50%개방)

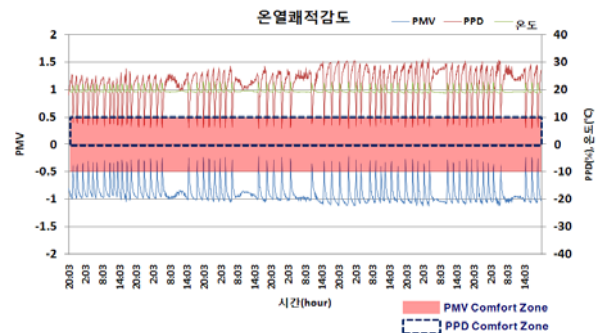


Fig.10 자연환기시스템(100%개방)

## 4. 결 론

본 연구에서는 창호와 자연환기시스템을 일체화하여 상시 연속환기가 가능한 환기구조에 의하여 에너지소비량을 측정하였고 실내 재실자의 온열쾌적감을 고려하여 측정하여 다음과 같이 결론을 나타냈다.

- 1) 자연환기시스템 적용한 301호의 경우 실내기 밀성능 측정결과 ACH50에서 환기회수가 높게 나오는 것으로 판단되어 창호와 자연시스템을 일체화 하면서 기밀성에 보완이 필요하다고 판단된다.
- 2) 자연환기시스템의 개방조건에 따라 에너지 손실이 커튼월 구조 창호와 비교하면 그다지 많은 차이가 나타나지 않는 것으로 측정되었다.
- 3) 실내재실자 온열쾌적감을 측정결과 전체적으로 약간 춥다는 경향이 많아 좀 더 보완이 필요하겠지만 실내 권장하는 온습도 조건으로 비교하면 쾌적범위내 측정 될 것으로 판단된다.

## 후 기

본 연구는 지식경제부 국가 R&D연구사업 2009년 “ 기능성 복합창호시스템 상용화 모델 설계기술 및 활성화 방안(2차년도) ” 연구결과의 일부입니다.

## 참고 문헌

1. 최경석, 정영선, 강재식, 이승언, “자연형 환기 창호시스템의 열환경성능에 관한 실험연구” 2007
2. 안태경, “아파트의 최소필요환기횟수 산정에 관한 연구”, 2005
3. 김범석, 김상민, 손장열, “초고층 아파트의 전 열교환기 내장 환기시스템의 성능평가”, 2003
4. 이광호, 김상민, 박용후, 문장수, 손장열, “초고층 주상복합아파트의 기밀 성능 및 연돌 효과 특성에 관한 연구”, 2005
5. 건설교통부령 제497호, “새집증후군 저감을 위한 공동주택 및 다중이용시설의 환기설비 설치기준 해설서”, 2006