

# 우리나라 전통건축의 열쾌적 측정과 적용 사례

전통 한옥 4개동(경북 영주시 인근 소재)을 대상으로 건구온도, 상대습도, 기류속도를 측정하였다. 그리고 한옥에서 발생하는 자연대류의 원리를 이용하여, 실제 건물에서 설계, 시공한 건물의 온열환경 요소를 측정하고 분석 평가하였다.

공 성 훈

계명대학교 건축공학부 (ksh@kmu.ac.kr)

## 서론

환경오염이 가속화 되고, 이에대한 해결책으로 환경친화형 건물에 대한 필요성이 대두되고 있다. 과거에는 건축물에 사용되는 전기나 기름 등이 없었기 때문에, 당연히 한옥 등의 전통건축물은 에너지 소비가 미비한 친환경 건축물로 볼 수 있다. 물론 온돌 구조 등에서 나무를 연소 시키지만 연소 후 폐자원 처리의 오염지수가 낮은 편이다.

여기에서는 동력소비가 거의 없는 자연대류형의 한옥을 대상으로 열적 특성을 측정하고, 이러한 결과를 현대건축물의 설계, 시공에 반영하고 측정된 결과를 기술한다.

## 측정방법 및 내용

### 측정 개요

한옥과 같은 전통건축의 측정은 수직적인 서양건축물과 달리, 99칸 구조 등으로 수평으로 측정범위가 광범위한 경우가 많기 때문에 단전이나 기기의 도난 등을 고려하여 24시간의 지속적인 기기관리와 전원케이블의 길이 연장 등에 보다 세심한 주의가 필요하다. 이와 더불어 건물 주인의 적극적인 협조 역시 필수적이다.

이러한 점들을 고려하여 측정대상 건물을 선정하

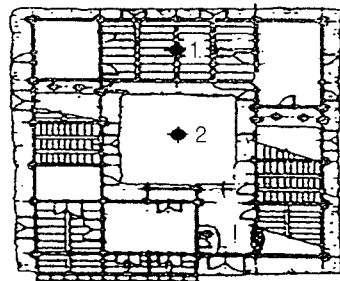
였으며, 대상 지역은 경상북도 영풍군 문수면 수도리(무섬마을) 마을로써 경북 북부지역의 'ㄱ' 자형한옥분포 마을 중의 하나이다.

측정기간은 건물의 대여, 측정장비의 유지관리, 측정데이터의 처리 문제 등으로 장기간으로 할 수 없었고, 열적인 변화 경향 정도를 보는 기간으로 한정하였다. 측정지점은 대상공간의 중앙점을 원칙으로 하였으며, 중앙점 이외의 지점과의 온도편차는 약  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  정도인 것으로 예비실험에서 나타났다.

측정에 따른 주요 내용은 다음과 같다.

### 측정요소 및 측정위치

'ㄱ' 자형한옥 안마당과 마루의 건구온도, 상대습도, 기류속도 측정을 중심으로 하였으며 측정위치는 마당중심과 마루에 측정기를 설치하였다.



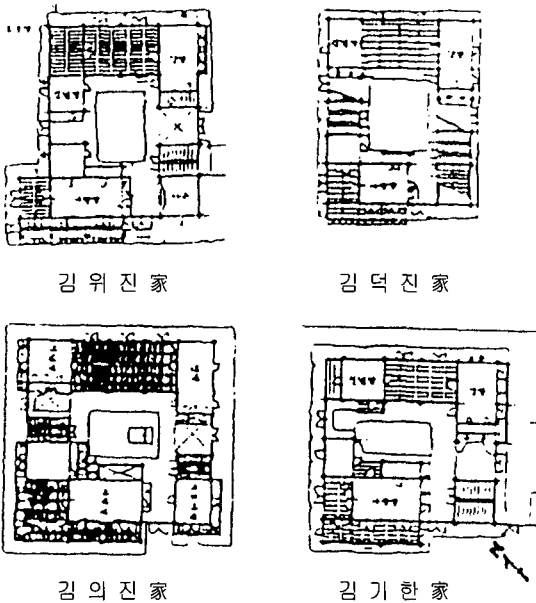
1) 마루 2)안마당

[그림 1] 측정지점

**측정기간 및 측정방법**

대상가옥의 환경특성을 파악하기 위하여 사전 현장조사와 기기 보정 등의 예비실험 단계를 거쳐, 우리나라 기후특성 상 쾌적조건에 비교적 근접한 봄철에 4박 5일간 측정을 실시하였다. 측정내용은 다음과 같다.

1) 측정 대상가옥은 “□”자형의 가옥 4채를 선정하여 같은 조건에서 동시에 측정하였다.



[그림 2] 측정한옥의 평면도

- 2) 대상가옥의 자연대류 환경을 분석하기 위해 안마당과 마루를 중심으로 측정하였다.
- 3) 측정시간은 1시간 간격으로 측정하는 것을 원칙으로 하였다.
- 4) 조사에 사용된 측정기기로는 Kanomax사의 Multi-channel Anemomaster(자동 실내환경 측정기) 1대와 TSI사 Calc Plus(4대)로 안마당 중심의 내부의 건습구조건을 측정하고 Met one사의 Automet(자동기상측정기) 1대로 외기환경을 측정하였다.

현장에서 측정된 값은 조사일수 전체와 조사대상 가옥 4채의 전체평균값으로 환산하여 비교, 분석자료로 사용하였다.

**측정 결과 분석**

**건구온도**

1) 건구온도의 분포

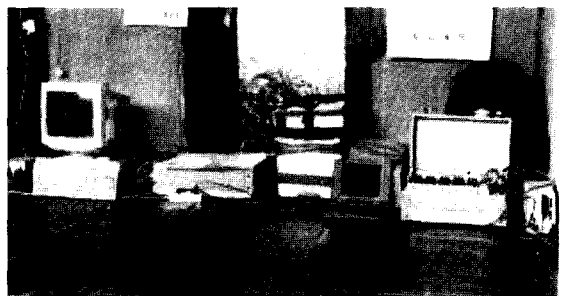
봄철의 온도 분포범위는 마루에서 12.0℃~24.6℃(평균 18.0℃)이고 온도 일교차는 12.6℃이며, 마당에서 12.0℃~24.7℃(평균 18.0℃)이고 온도 일교차는 12.7℃이다. 외기에서의 온도 분포범위는 8.4~25.0℃(평균 16.5℃)이고 온도 일교차는 16.6℃이다.

마루 및 마당의 일교차는 외기의 일교차에 비해 동일하게 4℃ 정도 낮게 나타난 것을 알 수 있다. 그리고 외기 온도에 비해 마루와 마당의 온도가 평균 1.5℃ 높게 나타나며 외기조건이 완화되었다.

측정 분석한 안마당에서의 봄철의 온도 분포는 마



[그림 3] Automet-system environment



[그림 4] Automatic measurement system

루와 비슷하나 외기온도 보다는 더 높아 일교차 범위가 작음으로써 인체 쾌적조건에 다소 유리한 특성을 나타내고 있다. 일출 후부터는 외기보다 안마당 내의 온도가 내려가고 일몰 후에는 반대로 안마당 내부의 온도가 올라간다.

**상대습도**

1) 상대습도의 분포

봄철의 상대습도 분포범위는 마루에서 45.9%~86.8%(평균 67.2%)이고 일교차는 40.9%이며, 마당에서는 44.5%~86.9%(평균 65.6%)이고 일교차는 42.4%이며, 외기에서 47.2%~97.9%(평균 74.1%)이고 일교차는 50.7%이다.

마루 및 마당의 상대습도 일교차는 외기에 비해 8.3%~9.8%정도 낮게 나타나고, 외기 상대습도에 비해 마루, 마당의 평균 상대습도는 6.9~8.5% 낮게 나타났다.

평균값으로는 마루나 안마당의 상대습도가 외기의 상대습도 보다 낮은 편이다. 그리고 안마당에서의

봄철 상대습도분포는 마루와 비슷하나, 외기 상대습도 보다 더 낮고, 일출 후부터는 외기와 안마당 및 마루의 상대습도와 비슷해지고 일몰 후에는 외기의 상대습도는 현저하게 올라가지만 안마당과 마루의 상대습도는 상승한다.

**기류분포**

봄철의 기류속도 분포 범위는 마루에서 0 m/s~0.24 m/s(평균 0.09 m/s)이며, 마당에서 0 m/s~0.3 m/s(평균 0.17 m/s)이며, 외기에서 최대 3.6 m/s(평균 2.17 m/s)이다. 이 지역은 봄철에 외기의 바람속도가 비교적 높은 것으로 나타났다. 그리고 외기에 비해 마루나 마당의 기류

가 평균 2~2.08 m/s 정도 낮게 나타났으며, 이것의 원인은 개구부의 개폐면적의 변화와 상부가 개방된 'ㄱ' 자형 형태의 주택구조에 의한 자연대류 현상 때문이다.

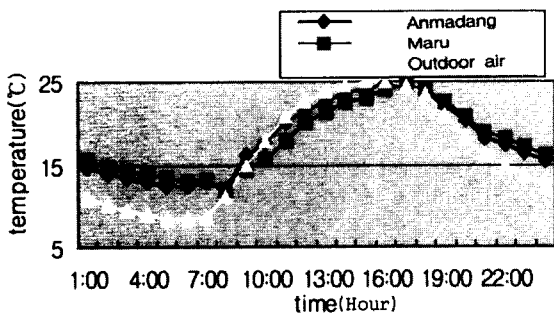
**전통한옥의 자연대류 원리 적용 사례**

**개요**

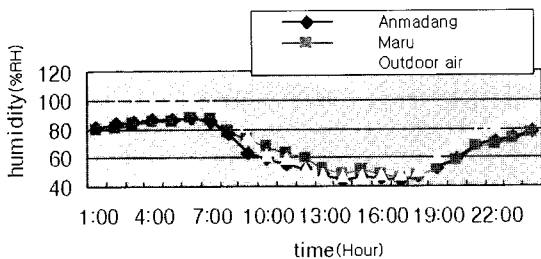
전술한 한옥 안마당의 자연대류 순환 기술 중, 상부 환기구를 실제건물에 적용한 예(K대 운동장 스탠드 하부 동아리방, 북측은 지면에 면함)를 대상으로, 실내의 건구온도와 기류속도를 측정분석하였다. 한옥의 자연대류에 의한 통풍효과는 북측의 Dry Area와 상하부 창문을 통해 발생할 것으로 예상된다.

**측정개요**

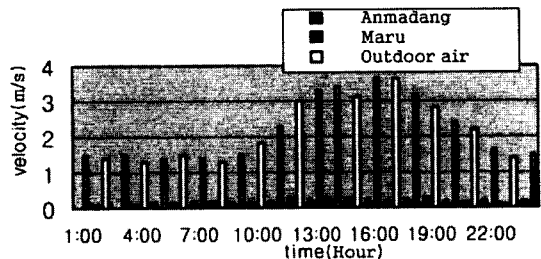
측정요소는 건구온도, 기류속도이며, 측정지점은 외기, 실내창문, 실의 중앙 바닥에서 높이 1.2 m 3개



[그림 5] 건구온도 분포



[그림 6] 상대습도 분포



[그림 7] 기류속도 분포

소이다. 측정은 1시간 간격으로 Multi Channel Anemometer (Model : Kanomax사 6242System)를 이용하였다.

- 대상건물의 연면적 : 1246.7 m<sup>2</sup>
- 준공연도 : 2003년 4월 19일
- 측정기간 : 03.8.18 ~ 8.24 (예비실험기간 포함)

측정은 여름철에 습기가 많은 계절을 선택하였으며, 실험조건은 내부창문의 개방여부에 따른 건구온도조건과 기류속도의 변화에 분석 주안점을 두었다. 측정

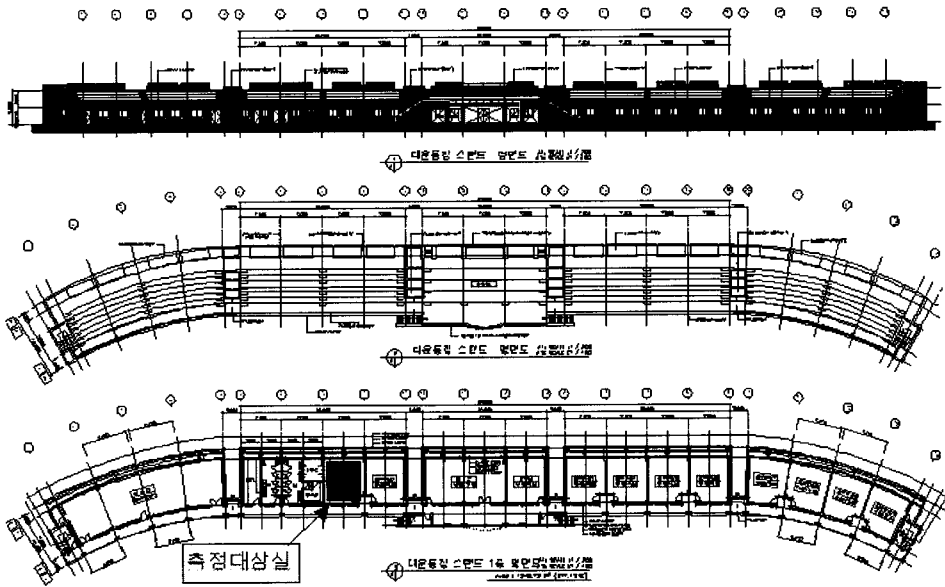
기간동안에는 채실자와 별도의 냉난방 기기는 없었다.

**실험결과 분석**

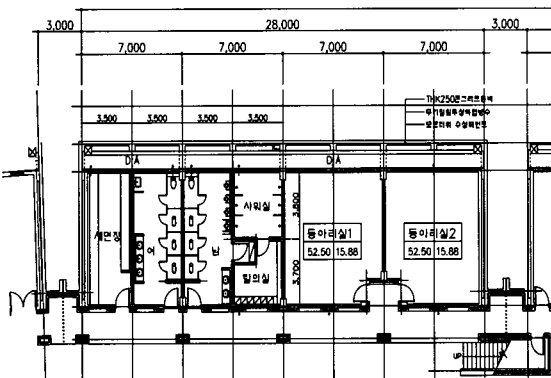
1) 건구온도 조건의 분포

전 측정기간 중의 외기 건구온도 조건의 분포 범위는 26.5℃ ~ 36.5℃ (평균 29.5℃)이고, 온도 교차는 10℃이다.

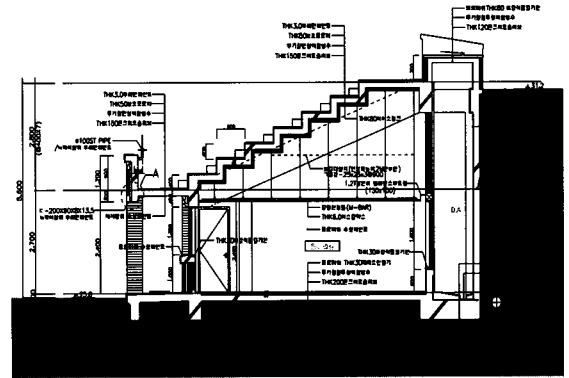
실내 창문을 개방한 상태에서의 실내온도 분포는 25℃ ~ 28.5℃ (평균 26.1℃)이고, 실내창문을 폐쇄



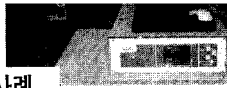
[그림 8] 전체평면도 (■: 측정대상실)



[그림 9] 측정대상건물 세부 평면도 (·: 측정지점)



[그림 10] 측정대상건물 단면도 (·: 측정지점)

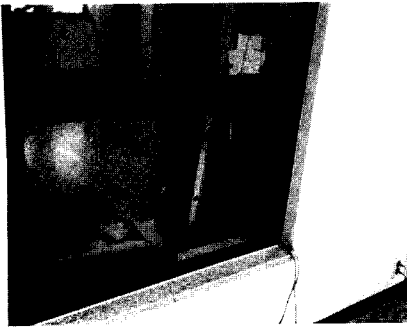


한 상태에서의 실내온도분포는 25.8℃ ~ 27.4℃(평균 26.5℃)로 나타났다.

실내 건구온도 조건은 실내창문의 개방여부와 큰 차이가 없는 것을 알 수 있는데, 이것의 원인은 측정실 내부의 온도는 환기조건보다 주위 건물과의 전도 열교환에 의해 주로 지배된다는 것을 알 수 있다.

2) 건구온도조건의 상관관계

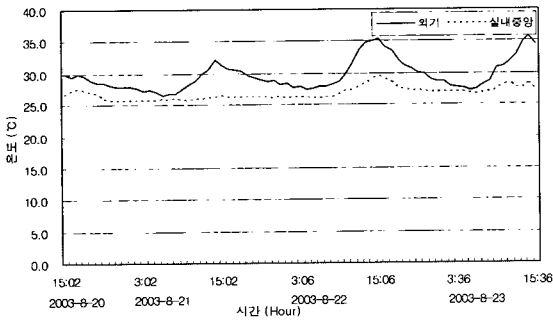
그림 15와 그림 16은 내부 창문의 개방여부에 따른 상관도를 나타낸 것이다. 실내창문의 개방여부와 관계없이 두 측정조건이 유사하게 상관도  $r^2 = 0.6$  정도로 나타났다. 실내에 별도의 냉난방 기기와 재실하는 사람이 없기 때문에, 실내 건구온도가 외기



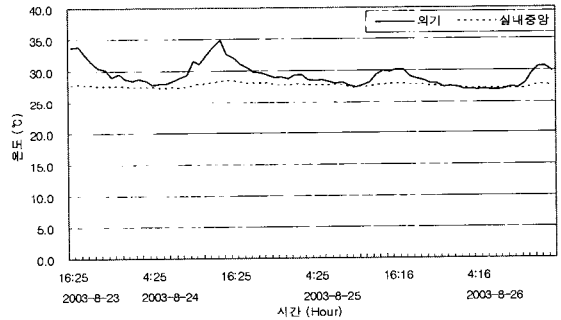
[그림 11] 실내창문 측정장면



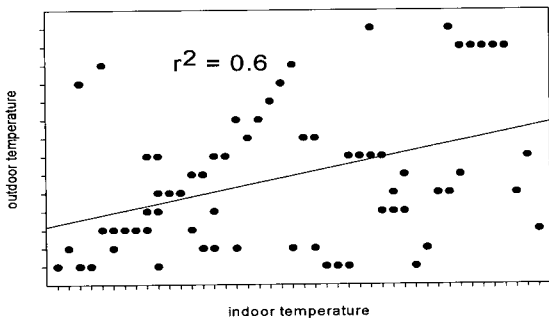
[그림 12] 멀티채널 S6242 장비의 세팅



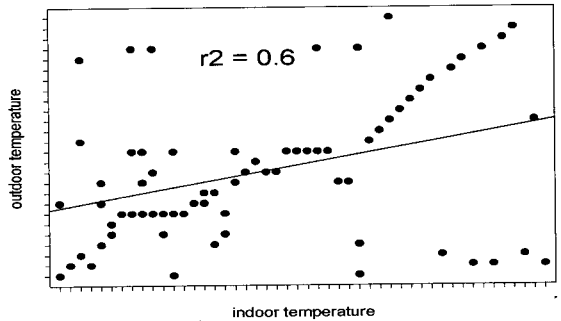
[그림 13] 실내외 창문 개방시의 건구온도



[그림 14] 실외창문개방, 실내창문 폐쇄시 건구온도



[그림 15] 실내외 창문 개방시 건구온도의 상관분포



[그림 16] 실외창문개방, 실내창문폐쇄시 건구온도의 상관분포

온도에 의해 많은 영향을 받는 것을 알 수 있다.

3) 기류속도조건의 분포

전측정기간 중의 외기 기류속도 분포 범위는 0 m/s ~ 0.46 m/s(평균 0.05 m/s)이고, 기류속도 교차는 0.46m/s이다.

실내창문을 개방한 상태의 기류속도분포는 0 m/s ~ 0.46 m/s(평균 0.06 m/s)이고, 실내창문을 폐쇄한 상태에서의 기류속도 분포는 0 m/s ~ 0.32 m/s(평균 0.05 m/s)로 나타났다.

따라서 실내 창문을 개방한 상태가 폐쇄한 상태보다 0.01 m/s 더 빠르게 나타났으며, 이것의 원인은 상부의 배기 그릴효과인 것으로 생각된다.

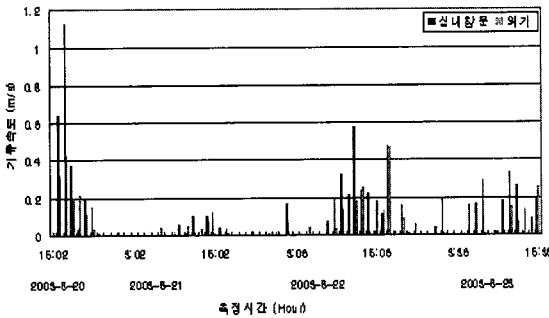
4) 기류속도조건의 상관관계

실내창문을 폐쇄한 경우의 상관도  $r^2 = 0.4$ 로 나타났다. 외기온도조건의 변화폭은 10℃인데 비해, 측

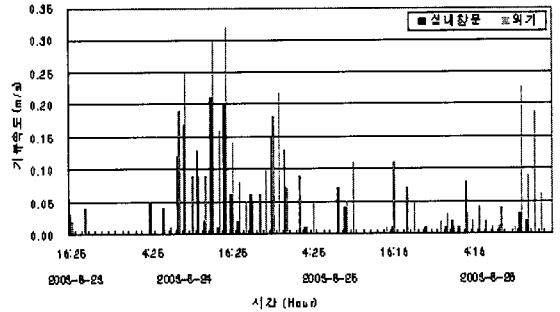
정대상건물의 온도교차폭은 1.6℃ ~ 3.5℃로 비교적 쾌적한 상태임을 알 수 있다. 그림 19와 그림 20은 실내창문의 개방여부에 따른 상관도를 나타낸 것이다. 실내창문을 개방한 경우의 상관도는  $r^2 = 0.6$ 이고, 실내창문을 개방한 경우의 내외부 기류속도가 실내창문을 폐쇄한 경우에 비해 상관도  $r^2 = 0.6$ 으로 큰 것으로 보아, 자연대류의 통풍효과가 복측의 Dry area와 배기 Grills의 기류흐름으로 효과적으로 나타나서 여름철의 다습한 습기 문제를 자연통풍으로 해결되는 것을 알 수 있다.

맺음말

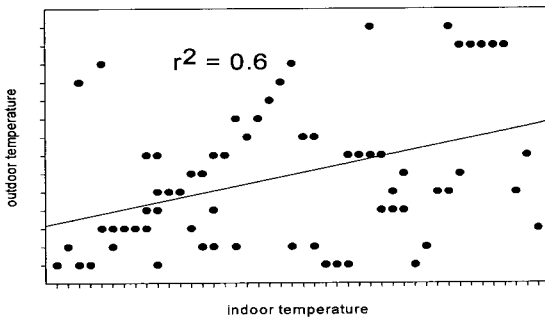
본 원고는 동력의 사용이 거의 없는 환경친화형인 한옥의 열적 조건을 측정하고, 이러한 결과를 응용하여, 자연대류의 원리를 실제건물에 적용한 예를 측정 분석하였다.



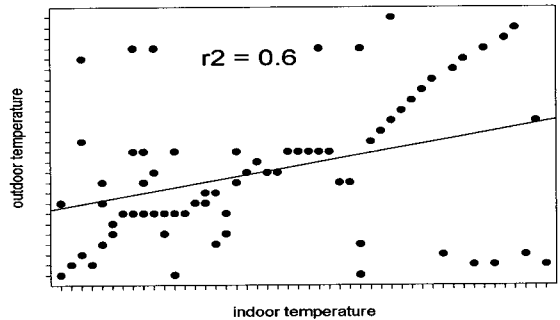
[그림 17] 실내외 창문 개방시 기류속도 분포



[그림 18] 실외창문개방, 실내창문 폐쇄시 기류속도분포



[그림 19] 실내외의 창문 개방시 기류속도의 상관분포



[그림 20] 실외창문 개방, 실내창문 폐쇄시 기류속도의 상관분포



검토를 통해 살펴 본 주요 내용은 다음과 같다.

1) 한옥의 평균 건습구 조건을 살펴보면, 외기온도가 16.5℃, 마루와 안마당의 온도가 18℃, 외기 74.1%, 마루 67.2%, 마당 65.6%로써, 마루와 안마당의 건습구 조건이 외기조건에 비해 쾌적조건에 근접한 것을 알수 있다.

그리고 한옥의 평균기류속도를 살펴보면 마루 0.09 m/s, 마당 0.17 m/s로써, 외기의 2.17 m/s 보다는 바람직한 쾌적 기류조건을 나타내고 있다. 이것의 원인은 'ㄱ' 자형 주택구조에 의해 개구부의 개폐면적의 변화와 상부가 개방된 'ㄱ' 자형 형태에 의한 자연대류 현상 때문이다.

2) 한옥의 자연대류에 의한 통풍원리를 실제건물에 적용시켜본 결과, 상부배기그릴과 창문을 통해 원활한 통풍효과가 나타났다. 그리고 외기온도의 교차폭이 10℃일 때 실내온도의 교차폭이 1.6~3.5℃정도로써 비교적 쾌적한 조건으로 나

타났다.

이러한 검토결과를 더욱더 발전시켜, 보다 환경친화적이고 에너지 절약적인 건물을 설계 시공하는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

### 인용문헌

1. 공성훈 외, 한옥 안마당의 계절별 건구온도 분포 및 상관도에 관한 연구, 설비공학논문집, 제15권 제6호, 2003.
2. 신동수, 석빙고의 전열해석, 계명대학교 산업기술연구소 논문보고집 제2편, 1980. 12.
3. 배상근, 얼음골의 하계 결빙현상에 관한 수문학적 연구, 한국수문학회지 제23권 제4호, 1990. 12.
4. 박성래, 한국인의 과학정신, 평민사, 1993.
5. 남천우, 유물의 재발견, 학교재, 1997. 12. ㉔