

# 무기질 도료의 조습성능에 관한 연구

허 정 용<sup>†</sup>, 최 창 호<sup>\*</sup>, 이 윤 규

한국건설기술연구원, \*광운대학교 건축공학과

## A study on humidity control characteristics of inorganic paint

Jung-Yong Heo, Chang-ho Choi<sup>\*</sup>, Yun-Gyu Lee

*Building&Urban Environment Research Division, Korea Institute of Construction Technology, Gyeonggi-do 411-712, Korea*

*\*Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University, Seoul 139-701, Korea*

**ABSTRACT:** Recently the building material have been developed with the concept of controlling the indoor environment as well as the concept of emitting contaminants less. So, a lot of products with humidity control characteristics put it on the market. However, objective evaluation to these products doesn't work out. Thus consumers cannot obtain accurate information to these products. Therefore, we selected inorganic paint in the functionality materials and evaluated its humidity control characteristic in this research. We divided by four stages and evaluated this inorganic paint. The 1st and 2nd third experiments were executed on a natural condition and the fourth experiment was executed with humidity had been raised by using the humidifier.

Key words: Inorganic paint(무기질도료), humidity control characteristic(조습성), IAQ(실내공기질)

### 1. 서론

#### 1.1 연구 배경 및 목적

건물의 내부공간은 거주자의 쾌적감을 위해 열, 공기, 빛, 음환경 등 다양한 환경 요소가 조화를 이루어야 한다. 그러나 지구온난화에 따른 에너지 절약에 초점이 맞추어진 건축물의 고단열 고기밀화는 환기량 부족을 가져와 실내 환경, 특히 공기환경의 악화를 초래하였다. 이와 맞물려 신축 건물의 건축 자재가 실내공기환경의 주요한

오염물질 발생원으로 알려지면서 사회적으로 큰 이슈가 되었다. 이에 따라 오염물질이 적게 방출되는 친환경 건축자재에 대한 사회적인 요구와 이를 줄이고자 하는 자재업계의 노력에 건강한 건축물을 제공하고자 하는 친환경 건축자재 인증 제도가 맞물려 국내 친환경 건축자재의 개발은 일정 수준에 이르렀다고 할 수 있다. 그러나 건축 자재에 대한 지속적인 개발과 연구는 1차적인 오염물질 저방산 개념에서 벗어나 실내 공기중의 오염물질을 흡착·분해하여 그 농도를 저감하는 제거 제어(Removal Control) 및 조습성능을 통해 실내 습도를 조절하는 등 보다 적극적인 개념으로 발전하고 있다. 하지만 이러한 기능성 자재들에 대한 객관적인 평가와 연구가 제대로 이루어지지 않아 소비자들이 혼란을 겪고 있는 실정이다.

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.:+ 82-31-9100-546; fax: + 82-31-9100-361

E-mail address: hzy81@kict.re.kr

따라서 본 연구에서는 무기질 도료를 대상으로 실내 환경조절능력 중 조습능력에 대한 평가를 통하여 실내환경개선의 가능성을 검증하고자 한다.

## 1.2 관련기술 현황

기능성 건축자재란 건축 자재로서의 기본적인 성능이 보장되면서 다른 부가적인 기능을 가지고 실내환경을 조절할 수 있는 건축자재라고 표현할 수 있다. 최근 이러한 기능성 건축자재가 다양한 분야에서 개발되어 등장하고 있는 추세이며, 그 중에서도 조습성을 갖춘 많은 제품들이 출시되고 있다. 하지만 이들 제품 대부분은 실제 적용된 환경에서의 객관적인 평가가 이루어지지 않은 상황이어서 소비자들에 혼란을 주고 있으며, 해당 제품을 무비판적으로 실내공간에 적용하는 것은 여러 문제를 유발시킬 소지가 있다. 따라서 이에 대한 객관적인 실험 및 검증을 통해 보다 정확한 성능 평가가 이루어져야 한다.

## 2. 연구내용 및 방법

### 2.1 연구대상의 개요

본 연구의 대상인 무기질도료는 천연옥을 주성분으로 은과 기능성 세라믹 성분이 융합된 실내 마감재로서 콘크리트, 석고보드, 합판 등의 상부에 도포되어 벽지와 같은 마감효과를 가지면서 실내 환경을 조절하는 기능성 제품이다.



Fig. 1 Installation process of target product

### 2.2 시험체 구축

본 연구 대상 제품의 실내 환경 조절 성능 평가를 위한 시험체의 기본 조건은 국내의 대표적인 주거 형태와 시공법에 근거하여 다음과 같이 설정하였다.

- 시험체의 구조 : 내단열 철근·콘크리트조

- 난방 방식 : 습식 온돌에 의한 바닥 난방
- 창호 : PVC 페어 글라스 샷시
- 바닥공사 : 접착식 온돌마루 시공
- 벽 및 천장 공사 : 천장은 석고보드 공사 후 벽과 동일한 자재 시공

시험체는 위 조건을 기본으로 하여 비교 실험이 가능하도록 2개의 방이 같은 향으로 되어있는 단층구조로 축조되었다. 또한 전면부에 실내 온도 및 습도에 영향을 줄 수 있는 일사가 동일하게 들어올 수 있도록 방해물을 통제하였다.

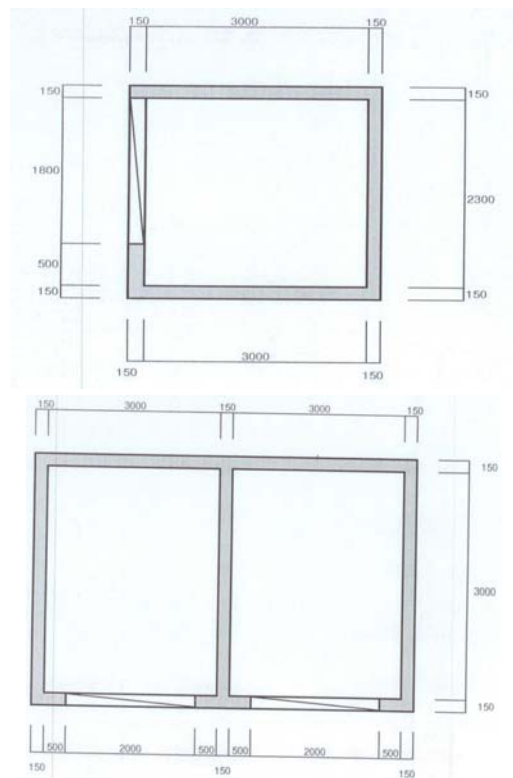


Fig. 2 Plan and section of the test house

두 실의 모든 조건을 동일하게 유지하고 최대한 실제 주거 형태(거실)와 유사하게 만들기 위해 공동주택에 일반적으로 시공되는 접착식 온돌마루제품을 각 시험실에 설치하고, 콘크리트면 노출을 위해 벽 및 천장재의 마감은 하지 않은 비교 시험실(A)과 벽지 대신 연구 대상 제품도포된 시험실(B)로 구분하였다.

또한 측정 시 측정자에 출입에 의한 영향을 최소화하기 위해 측정구를 설치하여 외부에서 측정 결과를 수시로 확인할 수 있도록 계획하였다.

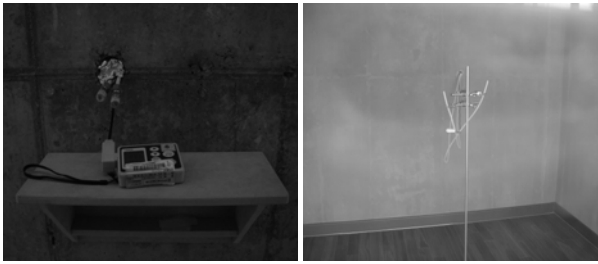


Fig. 3 Temperature and humidity measurement

시험체는 시험을 목적으로 구축되는 것이므로 외부에 특별한 마감을 하지 않아, 외부 환경의 변화에 대비하여 시험체와 적당한 간격을 두고 보호 천막을 설치하였다.



Fig. 4 Installation of protection tent

### 2.3 실험 개요

조습은 실내 공기 중의 습도가 낮거나 높은 상황에서 모두 평가되어 적절한 습도를 얻을 수 있어야 그 기능을 갖추었다고 할 수 있다. 이와 관련한 평가 규격으로는 제품에 대한 JIS 규격이 있지만 국내에는 관련규격이 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 Mock-up을 이용한 실물 평가를 실시하였다.

측정은 2가지 상태에서 4단계에 걸쳐 진행되었다. 1차적으로는 실내의 습도 변화를 측정하여 자연적인 상태에서의 조습 성능을 평가하고자 하였고, 2차적으로는 인위적으로 가습하여 이에 대한 조습 성능을 평가하였다.







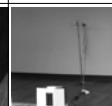

실험은 4월 20일부터 8월 22일까지 총 4단계에 걸쳐 실시하였다. 대상 제품의 조습효과에 대한 보다 정확한 데이터를 얻기 위해서 측정이 이루어지는 각 실의 모든 조건을 동일하게 설정하고 유지하며 실험을 진행하였다.

- 1차 실험은 각 실의 내부 온습도 및 외부 온

습도를 비교하여 4월 20일부터 5월 3일까지 14일간 실시하였다.

- 2차 실험은 1차 실험 중 외부의 영향으로 대상 시험실 내부의 상대습도가 지나치게 높아진 점을 감안하여 4일간 환기를 실시하고 시험실 내부의 상대습도를 적정수준까지 낮춘 후 5월 8일부터 6월 3일까지 24일간 실시하였다.
- 3차 실험은 장마기간 동안의 알파 바이오 세라믹의 조습성능을 평가하기 위하여 6월 8일부터 6월 31일까지 23일간 실시하였다.
- 4차 실험은 급격한 습도변화가 일어나는 환경에서의 조습성능을 평가하기 위하여 8월 21일부터 8월 22일까지 2일간 실시하였다.

Table 3.1 Experiment process

Test	A		B	
1st,2nd,3rd				
4rd				

### 2.4 시험실의 내부 온도 변화

본 실험에서는 각 시험실의 습도 변화를 측정 한 것과 동일한 시기 동안의(4월 20일부터 5월 3일까지 14일간, 5월 8일부터 6월 4일까지의 28일간) 실내 온도 측정 결과를 통해 각 시험실의 온도차는  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  이하로 거의 일정하게 유지된 것을 확인 할 수 있었다.

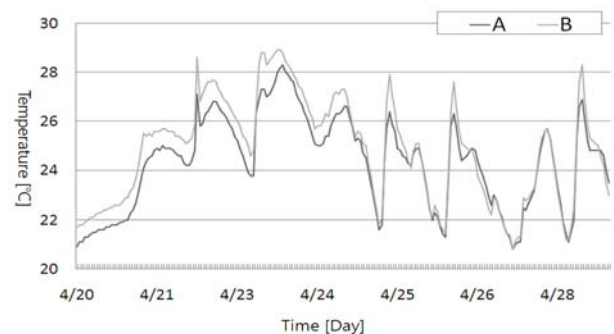


Fig. 5 1st temperature measurement results

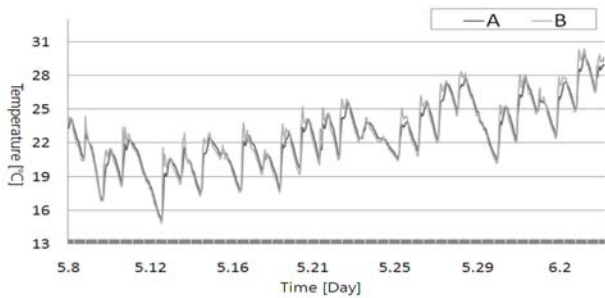


Fig. 6 2nd temperature measurement results

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 1차 실험결과 및 고찰

1차 실험에서는 4월 20일부터 5월 3일까지 14일 동안 1시간 간격으로 각 실의 상대습도 변화를 측정하였다.

1차 실험 결과, 각 시험실의 습도는 거의 유사한 변화 추이를 보였으나, 전체적으로 대상 제품이 시공된 실(측정기간 동안의 평균 상대습도 74.0%)이 비교 시험실(측정기간 동안의 평균 상대습도 82.2%)에 비해 평균적으로 8.2% 가량 낮은 것으로 나타났다. 외부의 평균 상대습도 32.8%로 측정되었는데 이와 비교할 때, 각 시험실이 밀폐되어 있는 조건임을 고려해도 상대습도가 70.0% 이상이 된다는 것은 비정상적으로 높은 수치라고 할 수 있다. 이는 실내의 수분 발생원이 없는 상황에서 콘크리트 구조체가 완전하게 건조되지 않아 여분의 수분이 실내로 방출됐을 가능성이 크다.

따라서 일정 수분의 발생원이 있음을 고려하면 대상 제품이 구조체로부터 방출되는 수분을 일정량 흡습하여 상대적으로 비교 시험실보다 낮은 상대습도를 보인 것으로 판단된다.

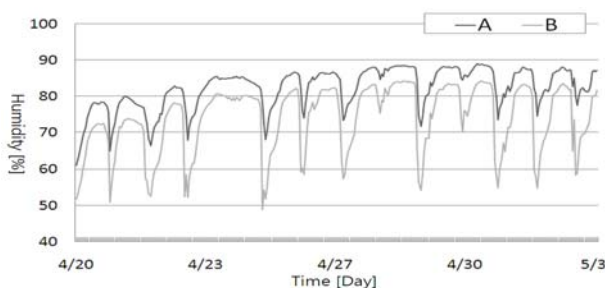


Fig. 7 1st humidity measurement results

#### 3.2 2차 실험결과 및 고찰

2차 실험에서는 구조체를 건조시켜 수분의 방출을 줄이고자 창호를 개방하여 5일간 전면 환기를 실시한 후, 5월 8일부터 6월 4일까지 28일 동안 1시간 간격으로 각 실의 상대습도 변화를 측정하였다.

2차 실험 결과, 대상 제품이 시공된 실의 평균 상대습도는 75.3%로 비교시험실(평균 상대습도 84.1%)보다 약 8.8%가 낮게 나타났다.

2차 실험에서도 역시 외부습도와 비교해서 비정상적으로 높은 내부습도를 나타냈다. 이는 5일간의 환기로 구조체의 여분의 수분을 제거하기에는 한계가 있는 것으로 1차 실험에서와 마찬가지로 지속적으로 구조체로부터 수분이 방출된다는 것을 의미한다. 따라서 2차 실험에서도 역시 지속적인 수분 공급 상태에서 대상 제품의 흡습이 일어난 것으로 판단된다.

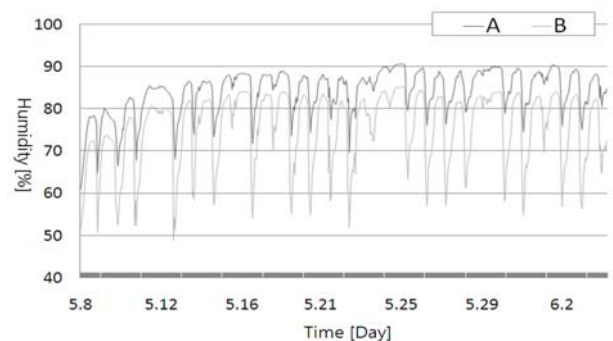


Fig. 8 2nd humidity measurement results

#### 3.3 3차 실험결과 및 고찰

3차 실험은 장마기간 동안의 조습성능을 파악하기 위하여 6월 8일부터 6월 31일까지 23일간 실시되었으며, 이번 실험도 역시 측정 전 실내의 습도를 줄여보고자 3일간 환기를 실시하였다.

환기로 인하여 두 시험실의 온도가 2~3°C 이상의 큰 온도차로 비교 시험실이 대상 제품이 시공된 시험실보다 상대습도가 5~6%정도 낮게 나타났으나, 각 실이 온도차 없이 거의 일정하게 유지되기 시작한 6월 18일을 기점으로 대상 제품이 시공된 실의 상대습도가 점차적으로 낮아지기 시작하여 19일 이후부터 일반 시험실에 비하여 4~

5%까지 낮게 측정되었다.

3차 실험 결과, 장마철의 외부의 고습도 상태에서 각 실의 평균 습도는 대상제품이 시공된 실이 85.1%, 비교 시험실이 89.2%로 측정되어 대상 제품이 시공된 시험실이 일반 시험실보다 평균 4.1% 낮게 나타났다.

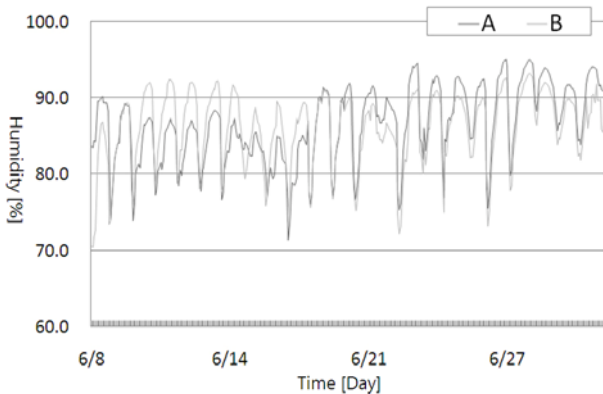


Fig. 9 3rd humidity measurement results

### 3.4 4차 실험결과 및 고찰

4차 실험은 8월 21일부터 22일까지 2일간 디지털 가습기를 이용하여 인위적으로 강제 가습을 실시하였다. 이를 통해 각 실은 급격한 습도 변화가 일어났으며 그 상태에서 대상 제품의 조습 성능을 평가하고자 하였다.

동일한 기종의 분당 4.86ml의 수분을 방출하는 디지털 가습기를 각 실 내부에 설치하고 100분간 가습하였으며, 가습에 쓰인 물의 양은 0.51L로 각 실에 동일하게 사용되었다. 본 실험에서는 급격한 습도 변화에 따른 각 실의 내부의 습도 변화를 정확히 파악하고자 앞의 실험들과는 달리 5분 간격으로 측정을 실시하였다. 또한 강제 가습을 실시하는 동안, 두 시험실의 온도 차이는 1°C 미만으로 유지하였다.

100분간의 시험실의 습도 변화를 살펴보면, 대상 제품이 시공된 실의 평균상대습도는 63.4%, 비교 시험실의 경우는 82.0%로 측정되어 대상 제품이 시공된 실이 일반 시험실보다 평균적으로 18.7%가 낮게 나타났다.

강제 가습 초기(40분 경과)에 비교 시험실의 상대습도는 평균적으로 분당 0.8%가 증가하는 것으로 나타났으며, 상대습도가 85%가 되는 시점에서 증가율이 점차 저하되어 분당 0.2%로 나타났

다. 반면, 대상 제품이 시공된 시험실의 경우, 분당 0.3%가 증가하여 비교적 일정한 증가율을 보였다.

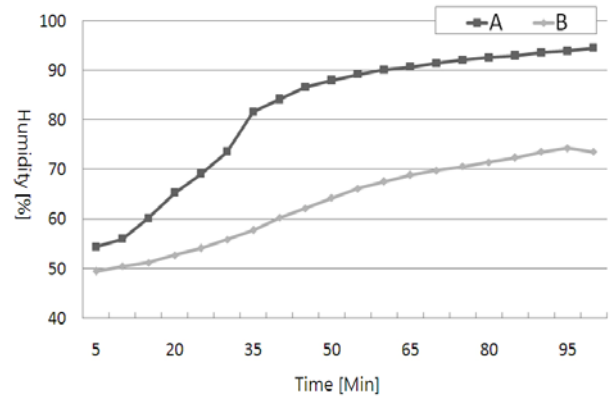


Fig. 10 4rd humidity measurement results (1)

또한, 100분 동안의 강제 가습 후, 고습도 상태에서의 시간에 따른 상대습도 변화를 알아보하고자 강제 가습 종료 후, 각 실의 상대습도를 5분 간격으로 총 1000분 동안 측정하였다.

실험결과, 대상 제품이 시공된 실의 평균상대습도는 67.2%, 일반 시험실의 경우는 80.72%로 측정되어 대상 제품이 시공된 실이 일반 시험실의 습도보다 평균 13.7%가 낮게 나타났다.

강제 가습 후 각 실의 상대습도는 분당 0.01%씩 감소하는 것으로 나타나, 강제 가습 후 각 실의 습도가 안정화된 이후에는 전체적으로 비슷한 추이를 보이는 것으로 나타났다.

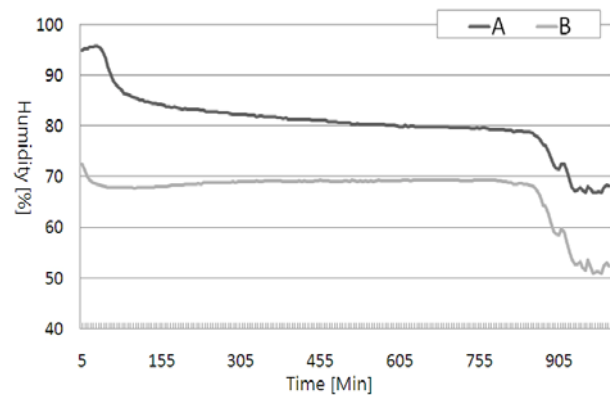


Fig. 11 4rd humidity measurement results (2)

내부의 급격한 수분 증가에 따라 비교 시험실은 초기부터 급격하게 습도가 증가하여 이후 서

서히 안정화되었지만, 대상 제품이 시공된 실의 경우 초기부터 외부와 큰 습도차이를 보이지 않다가 완만히 증가하여 안정화되었다. 또한 가습 후 충분한 시간의 경과 후에도, 대상 제품이 시공된 실의 습도는 외기의 습도와 비슷한 수준으로 유지되면서 일반 시험실보다는 낮은 습도를 유지하고 있는 것으로 나타났다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 기능성 건축자재의 조습성능에 대한 객관적인 평가를 목적으로 모든 조건이 동일한 Mock-up 시험체를 시공하여 실제 주거 공간(거실)과 동일한 조건에서의 무기질도료의 조습성능을 평가하였다.

대상 제품에 대한 조습성능 평가는 4단계에 걸쳐 이루어졌으며, 현실적이 어려움에 의해 저습상태에서의 실험은 제외하였다.

실험 결과 자연적 조건에서 각 실은 서로 비슷한 습도 변화 추이를 보이지만 항상 대상제품이 시공된 실이 비교시험실에 비해 4.1~8.8%가 낮은 상대습도를 나타냈다. 강제 가습을 통해 실내 습도를 인위적으로 높인 4차실험에서는 대상제품이 시공된 실의 상대습도가 완만한 변동을 보인 반면 비교시험실의 상대습도는 급격한 변동으로 보여 최대 24%의 상대습도 차이가 발생하였다. 2가지 상태에서의 4단계에 걸친 실험을 통해 연구 대상 무기질 도료의 흡습성능은 일정부분 확인할 수가 있었다. 하지만 앞서 언급한 바와 같이 이번 연구에서는 현실적으로 실내공간을 저습한 상태로 유지하는 것이 불가능하여 기능성자재의 방습성능에 대한 실험을 할 수가 없었다. 추후 이에 대한 보완 연구가 이루어진다면 보다 객관적인 조습자재의 평가자료가 될 것이라고 판단된다.

#### 후기

이 논문은 첨단도시개발사업 저에너지 친환경 공동주택 기술개발과제 (06건설핵심 B02) 친환경 소재 개발 연구결과의 일부입니다.

#### 참고문헌

1. ASHERAE, 2001, ASHRAE Handbook-Fundamentals.
2. Padfield, 1998.10, Role of Absorbent Building Materials in Moderating Changes of Relative Humidity, The technical Univ of Denmark.
3. H.C Yoo, 2002, moisture characteristics of Earth-friendly building materials, Korean Solar Energy Society.
4. J.S Jang, 2003, Humidity Variation Characteristics of the Museum Showcase for the Different Kind of Artifacts, The society of air-conditioning and refrigerating engineers of Korea
5. J.Y Kim, 2003, Analysis of Dynamic Humidity Control Characteristics of Museum Showcase with Adsorption Material, he society of air-conditioning and refrigerating engineers of Korea