

# 흡착보양재 적용에 따른 실내 오염물질 초기제어 성능에 관한 연구

허정용<sup>†</sup>, 최창호, 이윤규<sup>\*</sup>

광운대학교 건축공학과, <sup>\*</sup>한국건설기술연구원 건축·도시환경연구실

## A Study on Initial Control Performance of the Adsorption Protector for Construction Surface about Contaminant

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

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

<sup>\*</sup>Building&Urban Environment Research Division, Korea Institute of Construction Technology, Gyeonggi-do 411-712, Korea

(Received November 4, 2008; revision received March 3, 2009)

**ABSTRACT:** In a domestic construction field, floor surface must be covered not to be scratched and polluted by protector until resident comes in. However this protector restricts the contaminant to leave from floor surface. So when the protector is removed, much contaminant is emitted from the floor surface to inside and makes a bad influence on the indoor air quality. In this research, it will be tested the reduction performance of contaminant between a normal protector and a contaminant absorption protector using charcoal powder.

**Key words:** Protector for construction surface(보양재), VOCs(휘발성유기화합물), Formaldehyde (폼알데하이드)

### 1. 서론

#### 1.1 연구 배경 및 목적

현재 건축공사 현장에서는 마루바닥재 시공 후 작업자들에 의한 마루면의 긁힘이나 오염을 방지하기 위하여 골판지 등을 온돌마루 상부에 부착하여 수개월 간 보양을 실시하고 있다. 하지만 이로 인하여 입주 전까지 환기를 통해 충분히 제거될 수 있는 온돌마루 및 강화마루에서 방출되는 유해오염물질들이 보양재에 의해 차단됨으로써 오염 물질의 초기 제거가 어려운 실정이다. 또한

보양재의 제거 시점은 입주 직전일 경우가 대부분인데 이런 경우 다량의 오염물질이 일시적으로 방출되어 입주기간 동안 실내공기환경에 악영향을 주게 된다. 후속 공정에 의한 시공면의 손상을 최소화하기 위하여 적절한 두께를 가진 골판지의 사용이 필수적이므로 보양도 가능하면서 오염물질의 제거가 가능한 흡착보양재의 필요성이 대두되고 있다. 따라서 본 연구에서는 상기의 문제점에 대한 해결책이 될 수 있는 흡착보양재의 성능평가를 통해 현장 적용 가능성을 검토해 보았다.

#### 1.2 기존연구 고찰 및 관련기술 현황

숯의 효과에 대해서는 기존의 많은 연구에서 증

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: +82-2-940-5566; fax: +82-2-940-5566

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

명한 바가 있다. 일반적으로 숯은 주로 다이아몬드와 같은 성분인 탄소로 되어 있으며, 미세한 구멍이 매우 많이 있어, 이 구멍이 흡착 기능을 한다. 이로 인해 숯은 제습, 탈취, 공기정화, 활성탄으로서 여과의 용도로도 쓰인다. Choi<sup>(2)</sup>는 숯을 이용한 건축재료 개발을 위한 기초적 연구에서 숯의 흡습율 등 흡착성능에 관한 실험을 하였으며, Cho<sup>(3)</sup>는 흡착제 적용에 따른 실내공기 오염농도의 변화를 측정하고 그 효과를 증명한 바가 있다. 또한 건축자재, 특히 실내마감재의 오염물질 방출 특성에 대한 연구는 새집증후군 문제가 부각되면서 부터 계속해서 활발히 진행되고 있다. 그 중 Kim<sup>(4)</sup>은 마루바닥재의 폼알데하이드 및 휘발성유기화합물의 방출 특성에 대해 평가하였으며, Park<sup>(5)</sup>은 소형챔버 실험을 통해 다양한 실내 마감재의 오염물질 방출성능실험을 하였다. 이들 연구 결과를 보면 온돌마루, 마루접착제에서 적지 않은 양의 오염물질이 방출되는 것으로 나타났으며, 시공과정에서 틈새가 많이 발생하는 특징 때문에 오염물질의 방출 정도는 더 클 것으로 예상된다. 이런 상황에서 보양제 시공을 인해 방출되는 오염물질들은 장기간 방출을 제한 받다가 보양제 제거 시점에서 일시에 방출하여 실내 공기환경에 악영향을 주게 되는 것이다. 하지만 현재 국내에는 보양과 함께 오염물질 제거 기능을 갖춘 보양제는 극히 드물며 자재박스나 골판지를 이용한 보양제가 주로 사용되고 있다. 이러한 보양제는 시공면의 보호는 가능한 반면 자재와 자재 하부에 시공된 접착제 등에서 방출되는 오염물질을 제거하는 기능을 갖추고 있지 못하다. 따라서 건축현장에서는 자재시공면의 보호와 함께 오염물질의 제거가 가능한 기능성 자재의 필요성이 대두되고 있는 실정이다.

## 2. 연구내용 및 방법

### 2.1 연구대상의 개요

본 연구의 대상은 자재시공면을 보호하는 보양지와 방출되는 오염물질을 흡착하는 흡착층이 한 장의 골판재질의 보양제에 도포가 되어 있는 형태이다. 흡착층은 잠숫분말 22.5 g/m<sup>2</sup>를 친환경접착제와 혼합하여 도포된 형태로 구성된다.

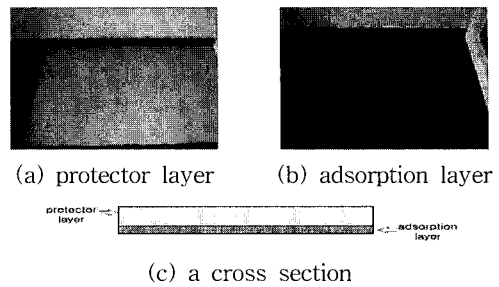


Fig. 1 A summary of adsorption protector.

### 2.2 실험 개요

본 연구에서는 흡착보양제를 시공한 실험실과 일반보양제를 시공한 실험실의 실내오염물질 농도와 오염물질의 표면방출량 비교를 통해 흡착보양제의 실내공기환경 개선효과에 대한 검증을 실시하였다.

#### 2.2.1 측정항목 및 측정방법

환경부에서는 적정한 실내공기질 확보를 위해 2006년 1월에 100세대 이상의 신축 공동주택을 대상으로 6개 물질에 대한 권고기준을 제시하였다. 이 기준은 100세대 이상의 신축 공동주택뿐만 아니라, 더 작은 규모의 공동주택과 일반적인 주택에서도 쾌적한 실내 공기 환경 조성을 위한 참고자료가 될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 권고기준의 물질을 중심으로 흡착 보양제의 오염물질 저감 효과를 살펴보았다.

본 실험은 한국건설기술연구원 부지 내에 위치하고 있는 실물 실험동의 5개의 실험실(발코니 포함 바닥면적 14.19 m<sup>2</sup>, 실체적 32.64 m<sup>2</sup>)에서 진행되었다. 모든 측정은 '실내공기질 공정시험방법'에 준하여 실시하였으며, 외부영향을 최소화하기 위해 실험기간 동안 해당 실험실은 항시 밀폐된

Table 1 IAQ guideline of Newly constructed apartment

VOCs	Concentration( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Formaldehyde	210
Toluene	1000
Benzene	30
Ethylbenzene	360
Xylene	700
Styrene	300

Table 2 Measuring equipments and method

	Equipment	Measuring method
Temperature and Humidity	SK-L200TH2	◦ Interval : 10 min
Formaldehyde	MP-Σ100/D NPH cartridge	◦ Flow : 0.5 L/min × 30 min ◦ Volume : 15 L ◦ Measurement position : center of room
VOCs	MP-Σ30/Tenax-TA	◦ Flow : 0.1 L/min × 30 min ◦ Volume : 3 L ◦ Measurement position : center of room

상태를 유지하였다. 측정은 air sampler와 TENAX-TA 고체흡착관을 이용하여 휘발성유기화합물의 농도가 하루 중 최대가 될 것으로 예상되는 오후 2시~3시 사이에 30분간 2회 포집을 실시하였으며 공정시험법상의 시료채취 위치인 실의 중앙의 높이 1.2~1.5 m범위 내에서 시료를 채취하였다.

2.2.2 실험준비

실험 전 실험실 내부의 석고보드 교체 작업을 실시하고 3일간 bake-out을 실시하여 잔여오염물을 제거하였다. 또한 시험시료 설치 전 초기농도를 측정한 후 시료설치를 수행하였으며, 사용되는 마루재 및 접착제는 동일제품, 동일제조일의 시료를 사용하여 시료에 따른 오염물질방출량의 오차를 최소화 하였다. 시공된 마루재는 틈새를 동일하게 하여 틈새에 의한 영향을 최소화하였으며, 사용된 접착제는 1.0 kg/m<sup>2</sup>로 각 실험실에 10 kg의 동일량을 도포하였다. 또한 시험 시료의 설치과정에서 발생하는 추가적인 오염의 영향을 고려하여 시공 후 7시간 동안 자연환기를 실시하였다. 보양재 시공 후 보양재의 들뜸 및 외기의 유입으로 인한 환기영향을 최소화하기 위해 틈새를 모두 차단하였으며 이때 사용된 접착테이프는 동일제품, 동일량을 사용하여 실험 오차를 최소화 하였다.



Fig. 2 Mock-up test rooms and floor materials.

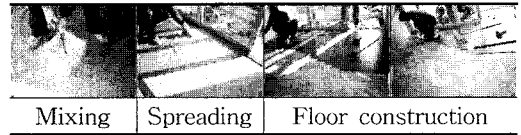


Fig. 3 Floor installation.

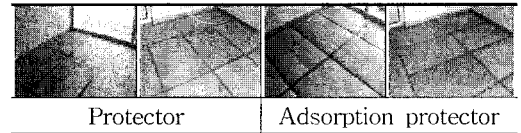


Fig. 4 Protector installation completion.

2.2.3 실험과정

각 실에 일반 보양재 및 흡착 보양재를 설치한 후 2주간 존치시켰다. 제거일을 기준으로 1일차, 2일차, 3일차, 7일차, 14일차, 21일차가 되는 시점에서 2회에 걸쳐 각 실의 오염물질 농도를 측정

Table 3 Experiment contents

Time [day]	Protector	Adsorption protector
1 day	Back-ground measurement	Back-ground measurement
2 days	Floor construction	Floor construction
3 days	Protector construction	Protector construction
16 days	Protector removal	Protector removal
16 days (1 day after removed)	Measurement	Measurement
17 days (2 days after removed)		
21 days (6 days after removed)		
22 days (7 days after removed)		
29 days (14 days after removed)		
36 days (21 days after removed)		

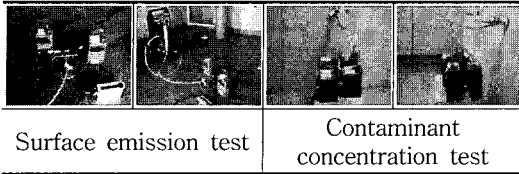


Fig. 7 Measurement appearance.

하였으며, FLEC<sup>1)</sup>을 이용한 표면 오염물질 방출량 측정은 제거 1일차, 7일차, 14일차에 실시하였다.

시료의 채취는 측정자출입에 따른 환기량 변화를 최소화하기 위해 외부에 설치된 포집슬리브를 통해 수행하였으며, FLEC을 이용한 표면방출량 실험의 경우에도 실험실의 출입을 최소한으로 줄여 실험 결과에 미칠 수 있는 영향을 최소화하였다. 실험기간 동안 각 방의 온도와 습도를 균일하게 유지(온도차 1℃, 습도차 5% 이하)함으로써 보다 정확한 실험결과를 도출하고자 하였다.

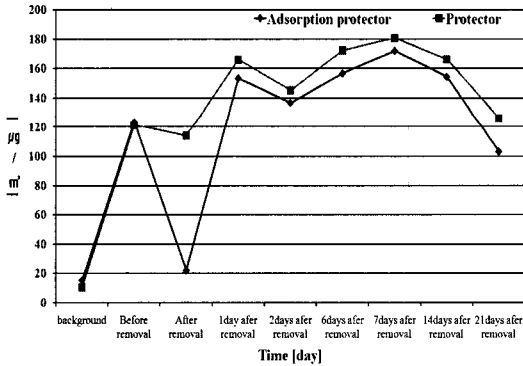


Fig. 6 Variation of Formaldehyde.

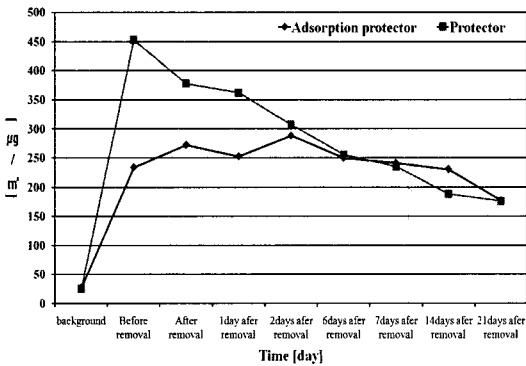


Fig. 7 Variation of Toluene.

### 3 실험결과 및 고찰

#### 3.1 실내농도 측정 결과

각 오염물질에 대한 실내농도 측정결과, Form-aldehyde의 경우에는 보양재 제거 이후의 측정에서 모두 흡착보양재가 설치된 실이 일반보양재가 설치된 실에 비해 낮은 농도를 나타냈다. 특히 보양재 제거 직후 측정에서 일반실에 비해 80.79% 낮은 농도를 나타냈으며, 이후에도 일반실에 비해 5~10% 낮은 농도를 나타냈다.

Toluene의 농도 측정 결과, 보양재 제거 이후의 측정에서 모두 흡착보양재가 설치된 실이 일반보양재가 설치된 실에 비해 낮은 농도를 나타냈다. 특히 보양재 제거 후 측정에서 일반실에 비해 80.79% 낮은 농도를 나타냈으며, 이후에도 일반실에 비해 5~10% 낮은 농도를 나타냈다.

Benzene의 농도 측정 결과, 각 실의 농도가 거

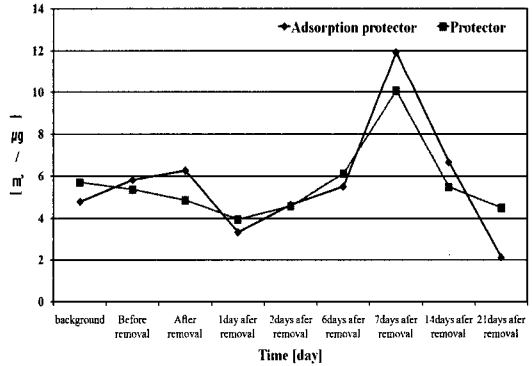


Fig. 8 Variation of Benzene.

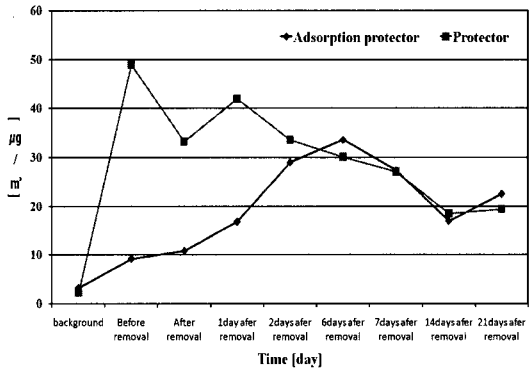


Fig. 9 Variation of Ethylbenzene.

1) FLEC : Field and Laboratory Emission Cell.

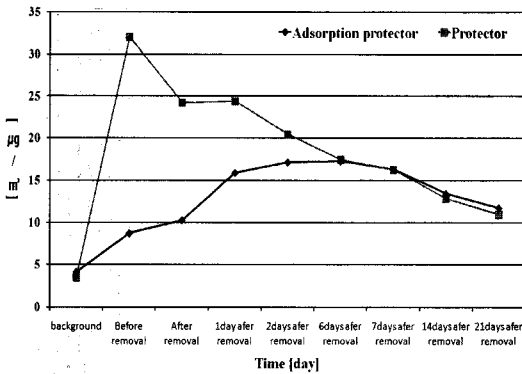


Fig. 10 Variation of Xylene.

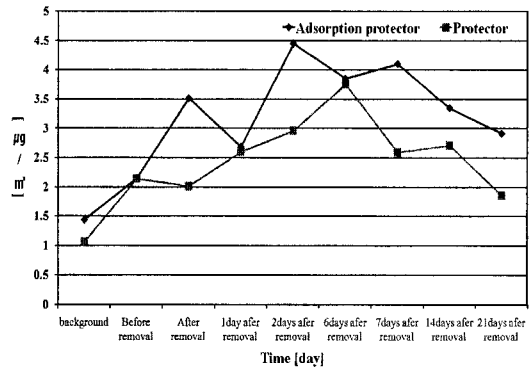


Fig. 11 Variation of Styrene.

의 비슷한 결과 값을 나타냈다. 하지만 Benzene의 경우에도 역시 보양제가 제거 되는 시점에서의 농도가 1.8 µg/m³ 이상의 차이를 보이며 측정일 중 가장 큰 농도 차이를 보였다.

Ethylbenzene의 농도 측정 결과, 보양제의 제거 시점을 전후로 흡착보양제가 시공된 실의 농도가 최대 40 µg/m³까지 낮은 수치를 보이다 보양제 제거 6일을 경과하는 시점에서부터 각 실은 비슷한 농도변화 추이를 보였다.

Xylene의 농도 측정 결과, 보양제의 제거 시점을 전후로 해서 흡착보양제가 시공된 실의 농도가 1.5~4배 낮은 수치를 보이다 보양제 제거 6일 경과 시점에서 각 실의 농도가 비슷한 추이를 보인 것으로 나타났다.

Styrene의 농도 측정 결과, 두 실험실 모두 실내 오염물질 농도가 극히 낮은 상태로 유지되어 흡착보양제의 저감 효과를 판단하기에는 무리가 있었다.

### 3.2 실내농도 측정 결과에 대한 분석

측정결과, 모든 오염물질은 흡착보양제가 설치된 실이 일반보양제가 설치된 실에 비해 유해물질의 농도가 보양제의 제거 시점에서 크게 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 보양제에 도포된 참숯분말의 흡착성능에 의해 마루바닥재 및 집착재에서 방출되는 유해물질들이 보양기간 중 흡착되었다는 것을 의미하게 된다.

하지만 대부분의 물질들은 보양제 제거 후, 2~3일이 지나면 서로 비슷한 수치를 보였는데, 이는 흡착보양제에 사용되는 참숯분말 도포량에 따른

흡착용량에 의한 결과일 수 있으며, 보양제의 존치 기간(2주)이 실제 건설현장과는 달리 매우 짧았기 때문인 것으로 판단된다.

향후 이러한 점을 보완할 수 있는 실험이 이루어진다면, 흡착보양제에 의한 오염물질의 실내농도 저감 효과를 더욱 정확하게 판단할 수 있을 것이라고 사료된다. 또한 Benzene, Styrene 등 일부 물질에서는 흡착보양제의 오염물질 저감 효과가 나타나지 않았지만 실험기간 동안 두 물질의 실내농도가 타 오염물질에 비해 극히 낮게 측정되어 흡착보양제의 오염물질 저감효과에 대한 언급을 하기에는 무리가 있는 것으로 판단된다. 하지만 이 물질들이 활성탄(흡착보양제에 도포된 참숯분말)이 흡착할 수 없는 물질일 가능성도 존재한다.

### 3.3 표면 방출량 측정 결과 및 분석

표면방출량측정(FLEC법)결과를 살펴보면, 대다수 물질들의 표면방출량에 있어서 흡착보양제가 설치된 실이 일반보양제가 설치된 실보다 많거나 비슷하게 나타났다.

특히 보양제 제거 1일 이후의 대부분 오염물질의 표면방출량은 흡착보양가 설치된 실이 일반보양제가 설치된 실에 비해 2~3배 높게 나타났다. 이는 보양제 제거 시점에서의 실내오염물질 농도에 의한 것으로 실내오염물질 농도가 상대적으로 낮았던 흡착보양제가 시공된 실에서 실내 공기와 표면 사이의 농도차에 의해 다량의 오염물질을 방출하였기 때문인 것으로 판단된다.

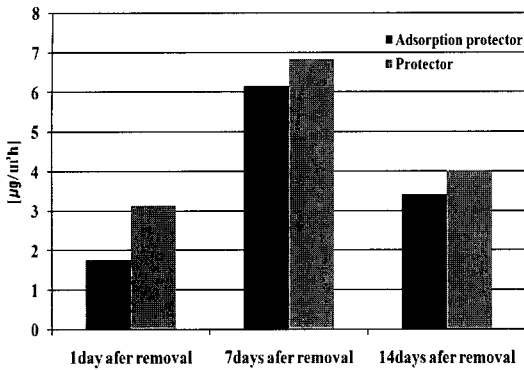


Fig. 12 Surface emission of Benzene.

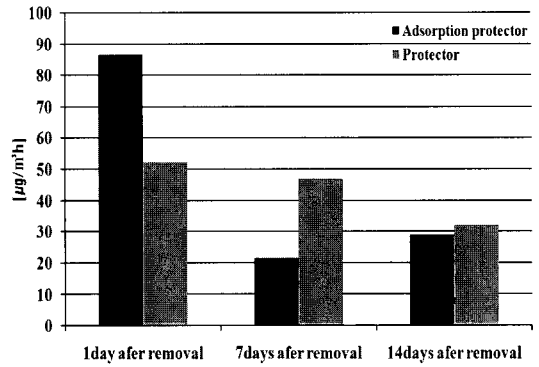


Fig. 13 Surface emission of Toluene.

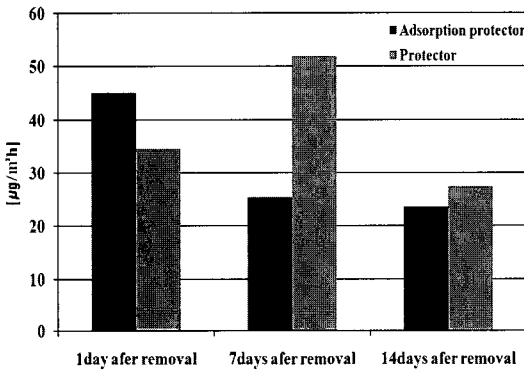


Fig. 14 Surface emission of Formaldehyde.

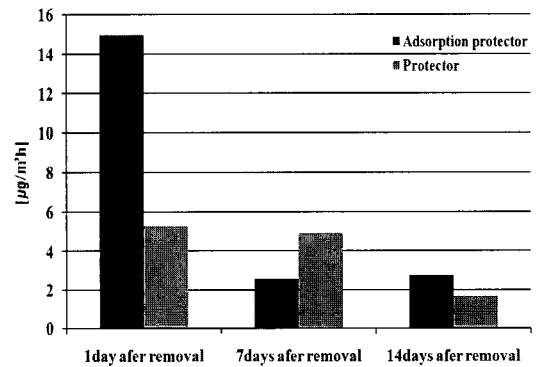


Fig. 15 Surface emission of Ethylbenzene.

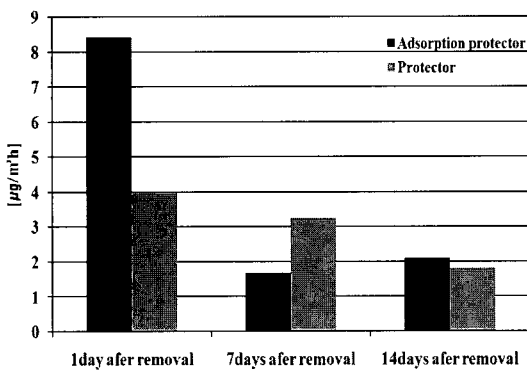


Fig. 16 Surface emission of Xylene.

4. 결 론

국내의 신축 공동주택 건설현장에서는 마루바닥재의 시공 후, 마루표면의 굽힘이나 오염을 방지하기 위해 보양재를 이용하여 수개월간 보양을 실시하고 있다. 하지만 문제는 환기를 통해서 자

연적으로 제거될 수 있는 마루바닥재의 유해물질들이 보양재에 의해 차단되었다가, 입주 시점에서 보양재 제거와 동시에 다량 방출됨으로서 실내공기에 악영향을 미친다는 것이다.

본 연구에서는 위와 같은 문제점을 가지고 있는 일반보양재의 대안으로 참숯분말을 이용한 흡착보양재의 오염물질 흡착성능에 대한 검증을 실시하였으며, 검증실험을 통해 얻은 결론을 정리하면 다음과 같다.

(1) 공통적으로 모든 오염물질은 보양재가 제거되는 시점에서 흡착보양재가 설치된 실이 일반보양재가 설치된 실에 비해 농도가 크게 떨어지는 것으로 나타났다. 이는 보양재에 도포된 참숯분말의 흡착 성능에 의해 마루바닥재 및 접착제에서 방출되는 유해물질들이 보양기간 중 일정부분 흡착되었다는 것을 의미한다.

(2) 보양재를 제거한 후 2~3일이 경과한 시점에서 부터 각 실의 유해물질농도가 비슷한 수치를 나타냈다. 이는 흡착보양재에 사용되는 참숯분말

도포량에 따른 흡착용량에 의한 결과일 수 있으며, 보양재의 존치기간(2주)이 실제 건설현장과는 달리 짧았기 때문으로 판단된다.

(3) Benzene, Styrene 등, 일부 물질에서는 흡착보양재의 효과가 나타나지 않았지만 실험기간 동안 두 물질의 실내농도가 타 오염물질에 비해 극히 낮게 측정되어 흡착보양재의 오염물질 저감 효과에 대한 언급을 하기에는 무리가 있는 것으로 판단된다.

(4) 보양재 제거 1일 이후의 대부분 오염물질의 표면방출량은 흡착보양재가 설치된 실이 일반보양재가 설치된 실에 비해 2~3배 높게 나타났다. 이는 보양재 제거 후, 각 실의 실내 오염물질 농도차가 오염물질의 표면방출에 영향을 준 것으로 판단된다.

## 후 기

이 논문은 첨단도시개발사업 저에너지 친환경공동주택 기술개발과제(06건설핵심 B02) 친환경소재 개발 연구결과의 일부입니다.

## 참고문헌

1. Lee, Y. G., 2004, A Study on the development of the design support program for reduce indoor air pollutants in mian buildings, K. I. C. T Report.
2. Choi, W. K., 2004, A Fundamental study for the development of building materials using the charcoal, AIK Vol. 20 No. 3, pp. 185-192.
3. Cho, W. J., 2008, Variations of indoor air quality by application of environmentally friendly and absorbent materials, AIK Vol. 24 No. 4, pp. 227-234.
4. KIM, Y. S., 2006, Emission characteristics of formaldehyde and volatile organic compounds from wallpaper and flooring panel for housing, J. Korean. Soc. Living. Environ. Sys. Vol. 13, No. 3, pp. 241-249.
5. Park, J. C., 2007, A Study on the field survey of indoor air quality in a newly built apartment house according to interior building material, AIK Vol. 23, No. 6, pp. 305-312.
6. ECA, 1991, Guideline for the characterization of VOCs emitted from indoor materials and products using small test chamber, indoor air Quality and Its impact on MAn, Report No. 8.
7. Korea Standards Association, www.ksa.or.kr.