

흡착보양재의 오염물질방출 저감성능에 관한 연구

허 정 용[†], 최 창 호*, 이 윤 규

한국건설기술연구원, *광운대학교 건축공학과

A study on contaminant reduction performance of the adsorption protector for construction surface

Jung-Yong Heo, Chang-ho Choi*, 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: In a domestic construction field, after floor is constructed, protector for construction surface is set up to prevent the surface of the floor being scratched and polluted. However, the problem is that contaminants discharged with the removal of the protector for construction surface exert a bad influence for the indoor air quality. In the research, it tested to the contaminant reduction performance of the adsorption protector for construction surface using powder of charcoal by the alternative proposal of such protectors for construction surface

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

1. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

현재 건축공사 현장에서는 마루바닥재(온돌마루, 강화마루) 시공 후 작업자들에 의한 마루면의 긁힘이나 오염을 방지하기 위하여 골판지(일부 현장은 오염된 자재박스)등을 온돌마루 상부에 부착하여 수개월간 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 이러한 보양재의 제거 시점은 입주

직전일 경우가 대부분인데 이런 경우 다량의 오염물질이 일시적으로 방출되어 입주기간 동안 실내공기환경에 악영향을 주게 된다.

후속 공정에 의한 시공면의 손상을 최소화 하기위하여 적정한 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 기능성보양재의 현장 적용 가능성을 검토해 보았다.

1.2 관련기술 현황

현재 보양과 함께 오염물질 제거 기능을 갖춘 보양재는 극히 드물며 자재박스나 골판지를 이용한 보양재가 주로 사용되고 있다.

기존에 일반적으로 사용되는 보양재는 시공면

† Corresponding author

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

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

의 보호는 가능한 반면 자재와 자재 하부에 시공된 접착제 등에서 방출되는 오염물질을 제거하는 능력은 갖추고 있지 못하다. 또한 입주 전까지 자연환기 등의 방법으로 충분히 제거가 가능한 오염물질의 방출을 차단함으로써 보양완료 시점에서부터 입주하여 생활하는 기간 동안 상대적으로 높은 농도의 오염물질을 방출하게 되어 새집 증후군의 원인이 되고 있다. 따라서 건축현장에서는 자재시공면의 보호와 함께 오염물질의 제거가 가능한 기능성자재의 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 보양재에 도포가 되어 있는 형태이다. 흡착층은 참숯분말 22.5g/m²를 친환경접착제와 혼합하여 도포된 형태로 구성된다.

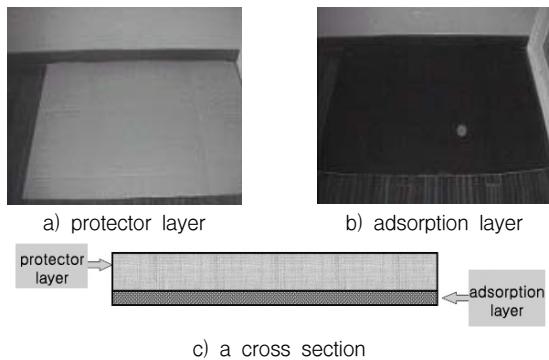


Fig. 1 A summary of adsorption protector

2.2 실험 개요

본 연구에서는 흡착보양재를 시공한 실험실과 일반보양재를 시공한 실험실의 실내오염물질 농도와 오염물질의 표면방출량 비교를 통해 흡착보양재의 실내공기환경 개선효과에 대한 검증을 실시하였다.

2.2.1 측정항목 및 측정방법

환경부에서는 걱정난 실내공기질 확보를 위해 2006년 1월에 100세대 이상의 신축 공동주택을

대상으로 Table 1 과 같은 6개 물질 (폼알데하이드, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자이렌, 스티렌) 에 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 보양재의 오염물질 저감 효과를 살펴보았다.

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 는 본 실험에서 사용된 장비 및 실험 방법을 정리한 것으로 이를 이용하여 온습도, VOCs 및 폼알데하이드의 농도를 측정하였다.

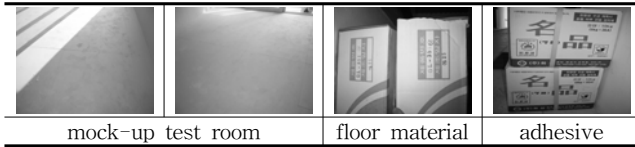
Table 2 Measuring equipments and method

	Equipment	Measuring method
Temperature & Humidity	SK-L200TH2	◦ Interval : 10 min
Formaldehyde	MP- Σ 100/DNP H cartridge	◦ Flow: 0.5L/min \times 30min ◦ Volume : 15 L ◦ Measurement position : center of room
VOCs	MP- Σ 30/Tenax-TA	◦ Flow: 0.1L/min \times 30min ◦ Volume : 3 L ◦ Measurement position : center of room

2.2.2 실험준비

실험 전 실험실 내부의 석고보드 교체 작업을 실시하고 3일간 bake-out을 실시하여 잔여오염물질을 제거하였다. 또한 시험시료 설치 전 초기농도를 측정 후 시료설치를 수행하였으며, 사용되는 마루재 및 접착제는 동일제품, 동일제조일의 시료를 사용하여 시료에 따른 오염물질방출량의 오차를 최소화 하였다.

Table 3 Mock-up test rooms and floor materials



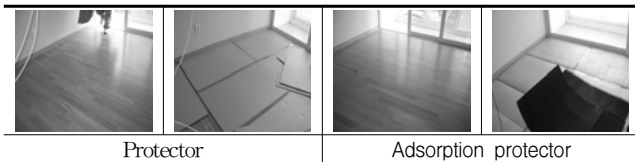
시공된 마루재는 틈새를 동일하게 하여 틈새에 의한 영향을 최소화하였으며, 사용된 접착제는 1.0kg/m²로 각 실험실에 10kg의 동일량을 도포하였다.

Table 4 Floor installation



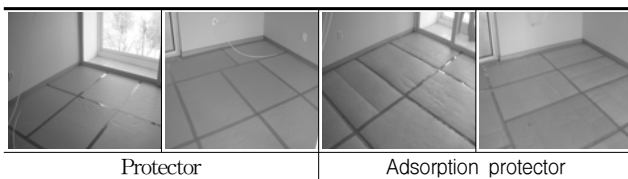
시험 시료의 설치과정에서 발생하는 추가적인 오염의 영향을 고려하여 시공 후 7시간 동안 자연환기를 실시하였다.

Table 5 Installation of protector



보양재 시공 후 보양재의 들뜸 및 외기의 유입으로 인한 환기영향을 최소화하기 위해 틈새를 모두 차단하였으며 이때 사용된 접착테이프는 동일제품, 동일량을 사용하여 실험 오차를 최소화하였다. 이후 시료의 채취는 측정자출입에 따른 환기량 변화를 최소화하기 위해 외부에 설치된 포집슬리브를 통해 수행하였다.

Table 6 Protector installation completion



2.2.3 실험과정

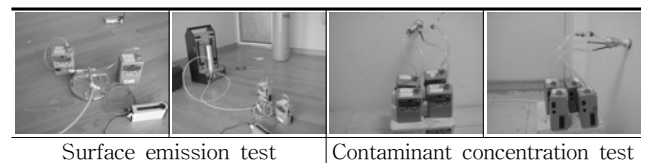
각 실에 일반 보양재 및 흡착 보양재를 설치한 후 2주간 존치시켰다. 제거일을 기준으로 1일차, 2일차, 3일차, 7일차, 14일차, 21일차가 되는 시점에서 2회에 걸쳐 각 실의 오염물질 농도를 측정하였으며, FLEC을 이용한 표면 오염물질 방출량 측정은 제거 1일차, 7일차, 14일차에 실시하였다.

실험 과정에서 실험실의 출입을 최소한으로 줄여 실험 결과에 미칠 수 있는 영향을 최소화하였고, 각 방의 온도와 습도를 균일하게 유지(온도차 1°C이하, 습도차 5%이하 유지)함으로써 보다 정확한 실험결과를 도출하고자 하였다.

Table 7 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)		

Table 8 Measurement appearance



3 실험결과 및 고찰

3.1 실내농도 측정 결과

3.1.1 Formaldehyde

두 실험실 모두 Formaldehyde의 권고기준인 210 μ g/m³보다 낮은 농도 범위를 나타냈다.

Formaldehyde의 농도변화추이를 살펴보면, 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.

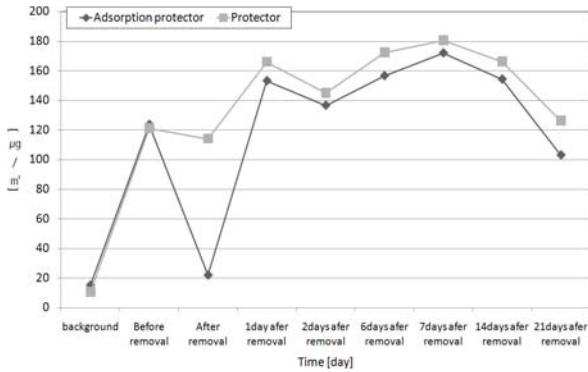


Fig. 3 Variation of Formaldehyde

3.1.2 Toluene

두 실험실 모두 Toluene의 권고기준인 $1000\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 낮은 농도 범위를 나타냈다.

Toluene의 실내농도 변화추이를 살펴보면, 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.

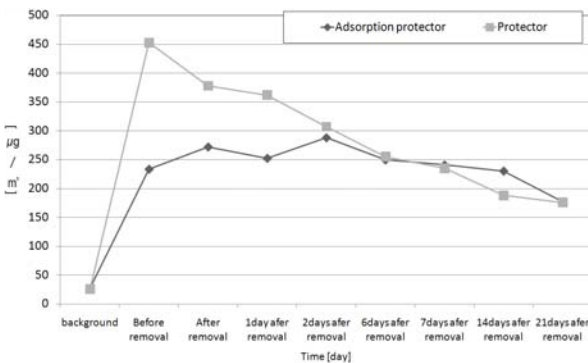


Fig. 4 Variation of Toluene

3.1.3 Benzene

두 실험실 모두 Benzene의 권고기준인 $30\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 낮은 농도 범위를 나타냈다.

Benzene의 경우는 각 실의 농도가 거의 비슷한 결과 값을 나타냈다. 하지만 Benzene의 경우

에도 역시 보양재가 제거 되는 시점에서의 농도가 $1.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상의 차이를 보이며 측정일 중 가장 큰 농도 차이를 보였다.

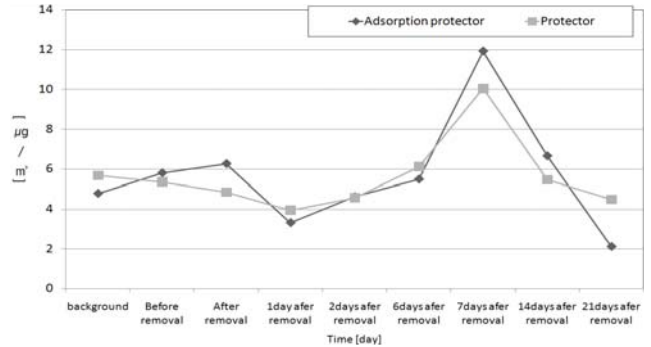


Fig. 5 Variation of Benzene

3.1.4 Ethylbenzene

두 실험실 모두 Ethylbenzene의 권고기준인 $360\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 낮은 농도 범위를 나타냈다.

Ethylbenzene의 실내농도 변화추이를 살펴보면 보양재의 제거 시점을 전후로 해서 흡착보양재가 시공된 실의 농도가 최대 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서 최저 $23.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지 낮은 수치를 보이다 보양재 제거 6일 경과 시점에서부터 각 실의 농도가 비슷한 추이를 보인 것으로 나타났다.

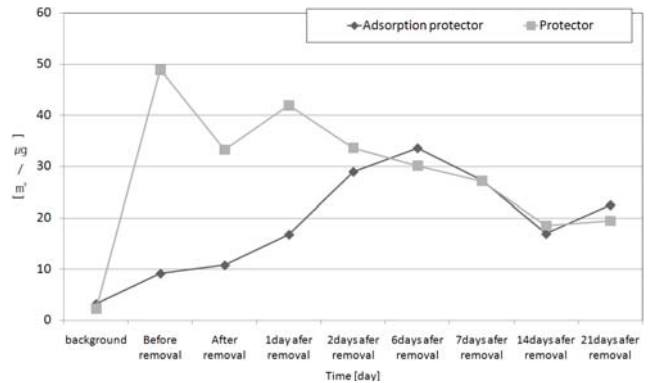


Fig. 6 Variation of Ethylbenzene

3.1.5 Xylene

두 실험실 모두 Ethylbenzene의 권고기준인 $700\mu\text{g}/\text{m}^3$ 보다 낮은 농도 범위를 나타냈다.

Xylene의 실내농도 변화추이를 살펴보면 보양재의 제거 시점을 전후로 해서 흡착보양재가 시공된 실의 농도가 1.5~4배 낮은 수치를 보이다 보양재 제거 6일 경과 시점에서 각 실의 농도가 비슷한 추이를 보인 것으로 나타났다.

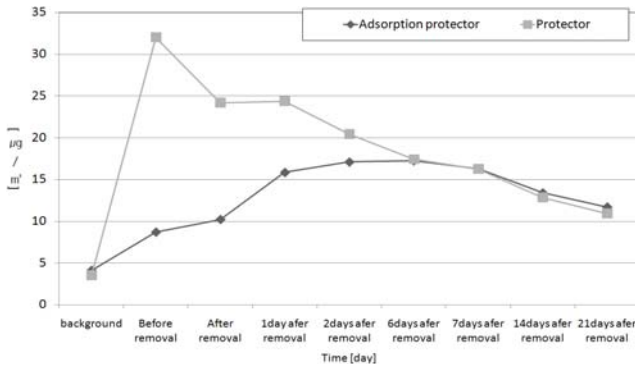


Fig. 7 Variation of Xylene

3.1.6 Styrene

두 실험실 모두 Styrene의 권고기준인 300µg/m³보다 낮은 농도 범위를 나타냈다.

Styrene의 경우 흡착보양재의 저감 효과가 나타나지 않았다.

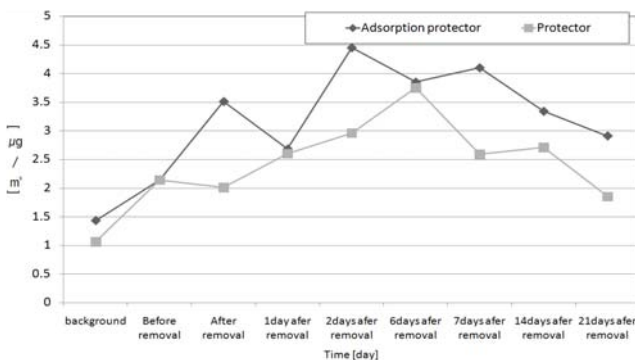


Fig. 8 Variation of Styrene

3.2 실내농도 측정 결과에 대한 분석

측정결과, 흡착보양재가 설치된 실은 일반보양재가 설치된 실에 비해 유해물질의 농도가 보양재의 제거 시점에서 크게 떨어지는 것을 알 수 있었는데 이는 보양재에 도포된 참숯분말의 흡착 성능에 의해 마루바닥재에서 방출되는 유해물질들이 보양기간 중 흡착되었다는 것을 의미하게 된다. 하지만 대부분의 물질들은 보양재 제거 후, 2~3일이 지나면 일반보양재와 흡착보양재의 유해물질의 실내농도가 서로 비슷한 수치를 나타냈다. 이는 흡착보양재에 사용되는 참숯분말 도포량에 따른 흡착용량에 의한 결과일 수 있으며, 보양재의 존치기간(2주)이 실제 건설현장과는 달리 짧은 기간이었기 때문일 수도 있다고 판단된다. 향후 이러한 점을 보완할 수 있는 실험이 이

루어진다면, 흡착보양재에 의한 오염물질의 실내농도 저감 효과가 더욱 효과적으로 나타날 수 있다고 사료된다.

Benzene, Styrene 등, 일부 물질에서는 흡착보양재의 효과를 판단할 수 없는 것으로 나타났다. 이는 실험 오차 등 여러 가지 요인과 변수에 의한 것일 수 있으며, 이 물질들이 활성탄(흡착보양재에 도포된 참숯분말)이 흡착할 수 없는 물질일 가능성도 존재한다. 또한, 3번에 걸쳐 표면방출량 측정(FLEC법)을 실시하는 동안 mock-up실험실의 개방에 의한 외부 오염물질 유입의 가능성도 있을 수 있다. 추후 이에 대한 후속 연구가 이루어져야 할 것이라고 생각한다.

3.3 표면 방출량 측정 결과 및 분석

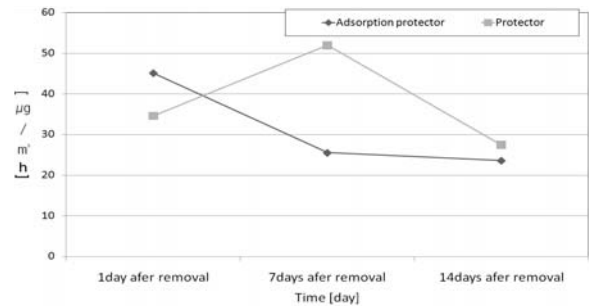


Fig. 9 Surface emission of Formaldehyde

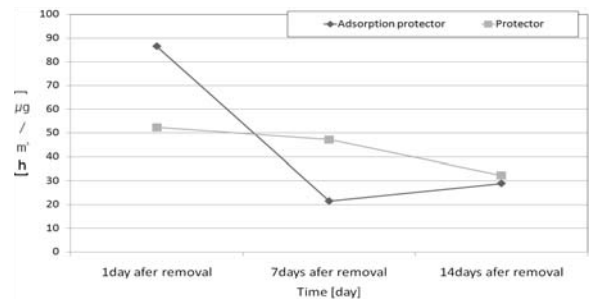


Fig. 10 Surface emission of Toluene

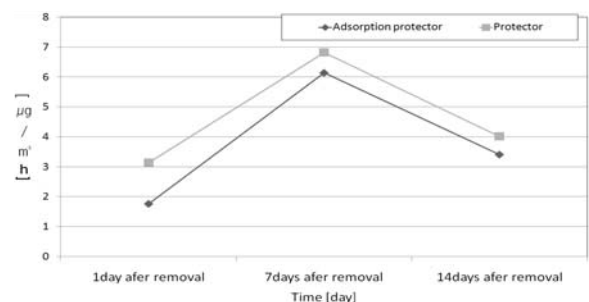


Fig. 11 Surface emission of Benzene

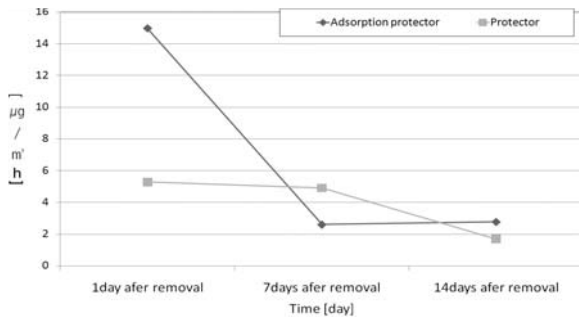


Fig. 12 Surface emission of Ethylbenzene

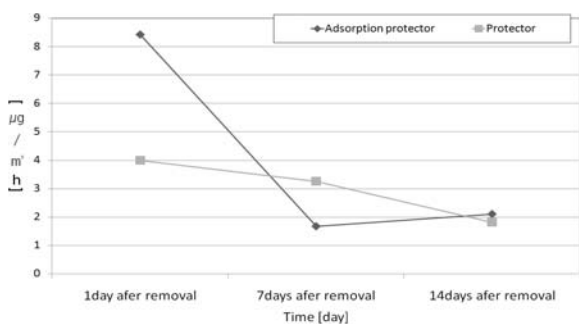


Fig. 13 Surface emission of Xylene

표면방출량측정(FLEC법)결과를 살펴보면, 대다수 물질들의 표면방출량에 있어서 흡착보양재가 설치된 실이 일반보양재가 설치된 실보다 많거나 비슷하게 나타났다. 이는 보양재 제거 후, 각 방의 농도 차가 표면방출량에 영향을 주었기 때문인 것으로 판단된다. 또한 표면방출량 측정 시 1시간 동안의 환기를 실시하였지만, 잔류하고 있던 표면의 미세한 오염물질 등에 의한 영향을 받았을 수도 있다고 판단된다. 추후 이에 대한 후속 연구가 이루어져야 할 것이다.

4. 결론

국내의 신축 공동주택 건설현장에서는 마루바닥재의 시공 후, 마루표면의 굽힘이나 오염을 방지하기 위해 보양재를 이용하여 수개월간 보양을 실시하고 있다. 하지만 문제는 환기를 통해서 자연적으로 제거될 수 있는 마루바닥재의 유해물질들이 보양재에 의해 차단되었다가, 입주 시점에서 보양재 제거와 동시에 다량 방출됨으로서 실내공기에 악영향을 미친다는 것이다.

본 연구에서는 일반보양재의 대안으로 참숯분말을 이용한 흡착보양재의 오염물질 흡착성능에 대한 검증을 실시하였다. 실험은 동일한 조건의

Mock-up 실험실에서 일반보양재와 흡착보양재를 각각 설치하고 실시하였으며 실험결과는 다음과 같다.

측정결과 흡착보양재가 설치된 실은 일반보양재가 설치된 실에 비해 유해물질의 농도가 보양재의 제거 시점에서 크게 떨어지는 것을 알 수 있었다. 이는 보양재에 도포된 참숯분말의 흡착성능에 의해 마루바닥재에서 방출되는 유해물질들이 보양기간 중 흡착되었다는 것을 의미한다. 하지만 보양재를 제거한 후 2~3일이 경과한 시점에서부터 각 실의 유해물질농도가 비슷한 수치를 나타냈다. 이는 흡착보양재에 사용되는 참숯분말 도포량에 따른 흡착용량에 의한 결과일 수 있으며, 보양재의 존치기간(2주)이 실제 건설현장과는 달리 짧은 기간이었기 때문일 수도 있다고 판단된다. 향후 이러한 점을 보완할 수 있는 실험이 이루어진다면, 흡착보양재에 의한 오염물질농도 저감 효과를 보다 정확히 판단할 수 있을 것으로 사료된다.

후 기

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

참 고 문 헌

1. ASHRAE, 2001, ASHRAE Handbook-Fundamentals.
2. H. B. Awbi, 1991, Ventilation of Buildings, E & FN SPON.
3. 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.
4. Korea National Housing Corporation, 2006, Specialty specification.
5. Ssangyong Engineering Construction Company, 2005, Analysis of construction defect case.