

기능성 석고보드의 폼알데히드(HCHO) 저감성능 평가를 위한 실물시험(Mock up test)연구

김혜정[†], 송규동, 이윤규^{*}

한양대학교 건축환경공학과, ^{*}한국건설기술연구원 건축·도시환경연구실

A Study on the Mock up Test for Reduction of HCHO Using the Functional Gypsum Board

Hea-Jeong Kim[†], Kyoo-Dong Song, Yun-Gyu Lee^{*}

Department of Architectural environmental Engineering, Hanyang University, Seoul 133-791, Korea

**Building and Urban Department, Korea Institute of Construction Technology, Gyeonggi-Do 400-712, Korea*

(Received May 30, 2008; revision received November 6, 2008)

ABSTRACT: The purpose of this study was developing the building materials for creation the comfortable IAQ. By reducing formaldehyde(HCHO) known as the main factors of Sick House Syndrome. This material must be revealed the physical and eco-friendly performance, so this study set up the basic standards for building materials. The source of physical performance evaluation is Korea Industrial Standards and the base of environmental ability is the Eco Label considering certificated system related to an apartment house. Because the developed material was satisfied with the established standards, it was tested in mock-up room for obtaining the real date from indoor air. The mock-up test was conducted according environmental standard method for indoor air quality of the ministry of environment. The result of this study were as follows; the functional building materials had a effect to reduce the formaldehyde concentration for a initial period without wall paper, so additional development is needed for application with the wall paper and the available period.

Key words: Sick house syndrome(새집증후군), Building materials(건축자재), Functional gypsum board(기능성 석고보드), Mock up test(실물시험), HCHO(폼알데히드)

1. 서 론

최근 신축 공동주택에서 주요한 실내 환경문제로 나타나는 새집증후군(sick house syndrome) 등은 신축주택에서 복합화합물질로 구성된 건축자재를 사용하는데에서 실내공기오염물질의 증가

를 불러일으키고 있다

최근 소비자보호원의 조사에 의하면, 새집에 거주하는 입주자들의 36.5%가 새집 증후군을 호소하였고, 새집증후군의 원인으로 알려진 오염물질 중 주요 요인으로는 폼알데히드(HCHO)가 지목되었다.⁽¹⁾ 휘발성유기화합물(VOCs) 및 폼알데히드는 재실자에게 두통, 현기증, 메스꺼움, 집중력 감퇴 등의 각종 질병을 유발하며, 이러한 문제점을 해결하기 위한 여러 방법 중 건축자재에서 방산되는 휘발성유기화합물^(2,3) 및 폼알데히드의 오염원

[†] Corresponding author

Tel.: +82-31-910-0782; fax: +82-31-910-0361

E-mail address: hjkim145@kict.re.kr

을 저감시키거나, 기능성 건축자재로 흡착·분해하는 방법을 들 수 있다. 그러나 국내 건축자재의 경우, 유해화학물질을 적게 방출하는 측면에만 초점이 맞추어져 있으며, 실내의 유해화학물질의 흡착·분해성능 등 건축자재가 갖는 기능성 측면에 대한 관심은 상대적으로 미흡한 실정이다.⁽⁴⁾

본 연구에서는 국내의 친환경 건축자재에 대한 인증현황을 파악한 후, 이를 대상으로 실내공기 중 오염물질 저 방출 및 흡착·분해할 수 있는 기능성 건축자재를 개발하였다. 또한 소형챔버를 이용하여 개발된 기능성 건축자재의 7일 방산량 시험을 실시하여 HB 마크제도의 적합여부를 검토하였고, 실물시험(Mock up test)을 통하여 기존의 친환경 건축자재와 개발된 기능성 건축자재의 오염물질 저감성능을 확인하였다.

2. 친환경 및 기능성 건축자재의 국내현황

국내에서는 유해화학물질이 저 방산되는 건축자재를 확보하고자 친환경 건축자재에 대한 인증이 활발히 이루어지고 있으나, 기능성 건축자재에 대한 인증은 제시되어 있지 못하고 있다. 환경부에서는 2004년 “다중이용시설 등의 실내공기질 관리법” 시행에 따라 실내공기질 공정시험방법을 제정하고 건축자재에 대한 유해화학물질이 많이 배출되는 건축자재를 환경부령으로 정하여 고시하고 있다.

최근까지의 유해화학물질 방산 건축자재 현황을 Table 1과 Fig. 1에서 보면, 시험대상 건축자재 중 페인트가 84% 해당하고 있으며 접착제가 10%, 벽지가 5%, 바닥재가 1% 순으로 도료가 대부분을 차지하고 있다.

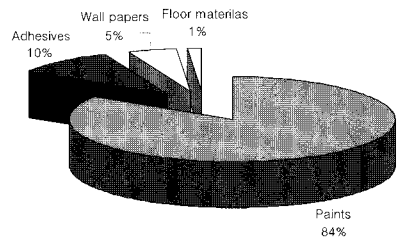


Fig. 1 The status of eco-friendly materials.

Table 2 Standards of the function building materials

Function	Standards	Enactment
Antifungal	KS M 0146	2003
	KS K ISO 20645	2005
	KS K 0693	1984
	KS K 0823	1995
Infrared rays	KS K 0890	1995
	KS M 0024	1982
Mold	KS M 0072	1980
Negative ion	KS M 0075	1997

주요 선진국에선 기능성 건축자재에 대한 성능평가 방법이 일부 시행되고 있지만 국내는 아직 제시되어 있지 못하고 있는 실정이다. 다만, 섬유제품, 카펫 등에 대한 항균성능, 곰팡이 및 음이온 관련 KS 규격이 규정되어 있고 대부분 직물 관련 섬유류 제품에 국한되어 있어 건축자재와 관련된 성능평가 규격은 전무한 실정이다.

3. 기능성 석고보드의 개요

본 연구에서는 국내 신축 공동주택의 실내마감재로 사용되고 있는 석고보드를 대상으로 기능성 건축자재로서의 실물시험(mock up test)을 통한 성능검증을 하였다. 기능성 석고보드는 주요성분이 무기질로 구성되어 있어 폼알데히드를 일부 분해·흡착 성능이 있으며 이러한 기능을 강화하여 실내공기 중의 폼알데히드를 저감할 수 있는 기능성 건축자재로 개발하였다.

최근 건축 내장재 공사시 벽지 시공전에 천장과 벽의 바탕면 마감재 평활도를 유지하기 위해 석고보드의 사용량이 증가하고 있다. 석고보드는 벽지의 시공 면적과 동일한 면적이 사용되며 최종마감재는 아니지만 사용량을 고려하면 주요 내

Table 1 The status of eco-friendly materials certification

Testing material No.		Result		
		Over material No.		
		VOCs	HCHO	Total
Paints	203	15	-	15
Adhesives	145	2	1	3
Wallpaper	50	3	-	3
floor material	52	4	-	4
Total	450	24	1	25

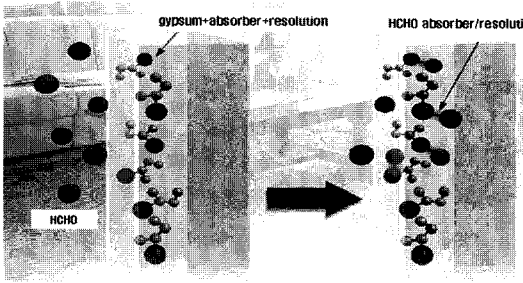


Fig. 2 Functional gypsum board diagram.

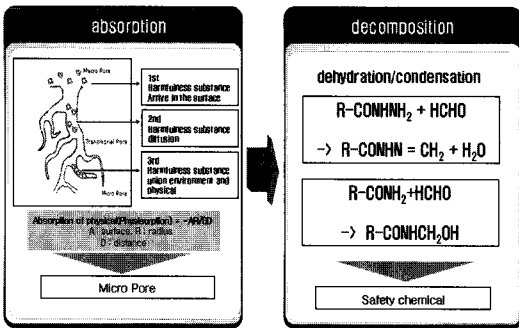


Fig. 3 Mechanism of Functional gypsum board.

장재로 분류할 수 있다.

개발한 기능성 석고보드는 Fig. 2와 같이 폼알데히드 흡수·분해제를 혼합하여 각종 건축자재 및 접착제에서 나오는 유해가스를 물리적·화학적으로 흡착/분해하고, Fig. 3과 같이 비가역적인 안정한 물질로 전환시키는 기능을 갖추므로써 한 단계 더 진화된 기능성 건축자재이다.

새롭게 개발된 기능성 석고보드는 건축자재로서의 기본적인 물리적 성능검증을 위해 KS규격을 참조하여 Table 3과 같이 구성하였다.

Table 3 Physical performance of the gypsum board

Section	Item	Standard	Product	Test
Gypsum	Thickness(mm)	12.5 ± 0.5	12.43	KS F 3504
	Load (N)	over 500	557	
	Water content(%)	over 180	251	
	Water content(%)	under 3	0.26	
	Heat resistance (m ² K/W)	over 0.06	0.089	
	Flammability	Level 1	Level 1	

Table 4 Emission of the building materials

Section	Item	Emission rate(mg/m ² h)	Test
Functional gypsum	TVOC	0.002	ISO 16000-9
	HCHO	0.004	
Formal gypsum	TVOC	0.002	
	HCHO	0.001	
Silk wallpaper	TVOC	0.089	
	HCHO	0.001	
Wall paper	TVOC	0.046	
	HCHO	0.001	
Wood floor convering	TVOC	0.061	
	HCHO	0.012	

또한 소형챔버를 이용하여 개발된 기능성 석고보드의 7일 방산량 시험을 실시하였다. 시험결과 HB마크제도의 최우수 등급에 해당되며, 자체별 기초적인 환경적 성능은 Table 4와 같이 성능이 확보되었다.

4. 실물시험(Mock up test)을 이용한 성능 평가

4.1 시험방법

개발 제품인 기능성 석고보드의 성능평가 실험은 실물시험동의 실험실 5개를 시험군으로 설정하여 실시하였다.

실물시험실의 크기는 각각 3200 × 3600 × 2300 H(mm)로 실험실 1과 2는 개발한 기능성 석고보드

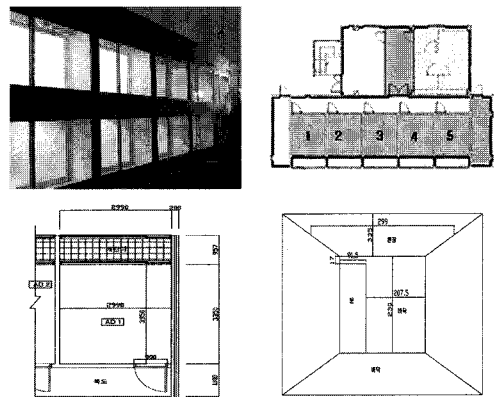


Fig 4 Mock up test room.

Table 5 Mock up test room case

Room	1	2	3	4	5
Ceiling	Functional gypsum	Formal gypsum	Functional gypsum + silk wallpaper	Formal gypsum + wallpaper	Functional gypsum + wallpaper
Wall	Functional gypsum	Formal gypsum	Functional gypsum + silk wallpaper	Formal gypsum + wallpaper	Functional gypsum + wallpaper
Floor	Floor coverings				

Table 6 Schedule of mock up test

construction of gypsum + wallpaper	Ventilation	B.G	1st	3rd	5th	7th	14th	28th
3/25~26	3/27	3/28	3/30	4/1	4/3	4/10	4/17	4/24
-	-	measurement						

와 일반 석고보드를 시공하였으며, 실험실 3은 개발한 기능성 석고보드위에 실크벽지를 시공하였다. 실험실 4는 일반 석고보드 위에 종이벽지를 시공하였으며 실험실 5는 기능성 석고보드 위에 종이벽지를 시공하며 구성내용 및 실험일정은 Table 5, Table 6과 같다.

석고보드 시공 시 Fig. 5와 같이 비 접촉식으로 각재를 이용하였으며, 실험성능 측정은 환경부의 “실내공기질 공정시험방법”을 준용하였다. 실험실의 지속적인 농도 추이를 알아보기 위해 Fig. 6과 같이 측정자의 출입에 의한 오차를 줄이

고자 출입구를 통제하고 튜브를 이용해 시험실 외부에서 측정을 하였다.

4.2 시험결과

4.2.1 기능성 석고보드의 폼알데히드 농도

실험시험동의 실내온습도 측정결과는 Table 7과 같다. 실내난방은 바닥 복사난방을 이용해 실온은 평균 20℃ 이상을 유지하였으며, 습도는 32.6%에서 40.1%를 유지하고 있다.

기능성 석고보드가 시공된 실험실 1과 일반 석고보드가 시공된 실험실 2의 폼알데히드 농도를 Fig. 7에서 살펴보면 건축자재를 시공하기 전 실험실의 배경 농도를 기준으로 초기에 기능성 석고보드의 농도가 일반 석고보드에 비해 1일차의 경우 0.14 mg/m³으로 일반석고보드의 0.09 mg/m³보다 높은 농도를 보이다가 10일차에는 시공 전 농도의 약 60% 수준인 0.03 mg/m³로 감소하였다. 이후 점차 증가하여 21일차의 경우 0.1 mg/m³까지 증가 현상을 보이다가 감소를 하여 28일차에 0.03 mg/m³로 농도가 다시 감소하였다.

개발한 기능성 석고보드가 시공된 실험실 2는 폼알데히드 농도가 전반적으로 일반 석고보드가 시

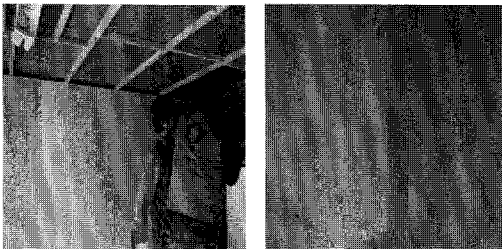


Fig. 5 Construction of Functional gypsum.



Fig. 6 Measurement of Functional gypsum.

Table 7 Mock up test room of temperature and humidity(average)

Room	1	2	3	4	5
Temp.(℃)	21.9	21.4	21.6	21.2	21.4
Humid.(%)	34.0	40.1	32.6	33.0	32.7

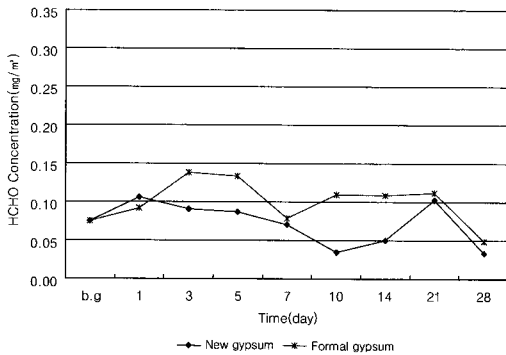


Fig. 7 Concentration change of HCHO from gypsum construction.

공된 실험실 1에 비하여 더 낮은 농도를 보였다. 실험실 1과 2의 경과일수 7일 차와 28일 차의 폼알데히드 농도를 비교해보면, Fig 8과 같이 개발한 기능성 석고보드가 시공된 실험실 1은 28일 차의 경우 7일차 폼알데히드 농도가 약 52% 줄어들었다. 또한 일반석고보드의 경우는 약 37%의 폼알데히드 농도변화가 발생하였으며, 이는 시험실에 별도의 환기는 실시하지 않았지만, 누기로 인한 일반 석고보드의 농도감소와 기능성 석고보드의 폼알데히드 저감효과라고 판단이 되었다.

4.2.2 벽지와 기능성 석고보드의 일체화 시험결과
일반 석고보드 위에 종이벽지를 시공한 실험실 4와 기능성 석고보드 위에 종이벽지를 시공한 실험실 5의 폼알데히드 농도는 기능성 석고보드위에 종이벽지를 시공한 실험실 5가 더 낮은 농도 추세를 보였다.

반면 기능성 석고보드위에 실크벽지가 시공된 실험실 3은 Fig. 9와 같이 시공 후 1일차 부터 농도

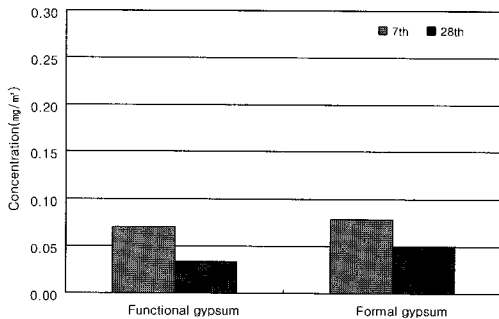


Fig. 8 Concentration change of HCHO from lapsed day gypsum.

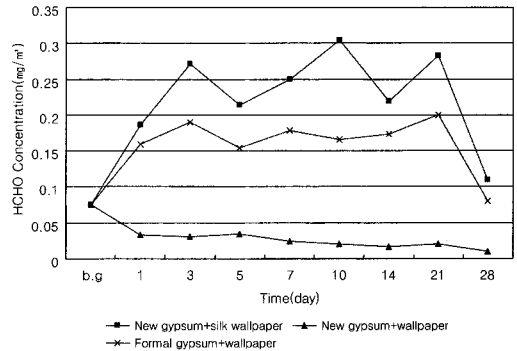


Fig. 9 Concentration change of HCHO from gypsum and wallpaper construction.

가 증가하여, 3일차의 경우 0.27 mg/m³로 나타나며, 이후 증가와 감소를 반복하여 10일차에 0.31 mg/m³로 최대 농도를 보이고, 28일 경에 0.08 mg/m³의 최소농도를 보였다. 각각의 실험실에 별도의 환기는 실시하지 않았지만 누기로 인한 자연적인 감소에 의하여 28일차에 자연농도 감소가 있는 것이라 판단이 되었다.

이와같이 일반 석고보드위에 종이벽지를 시공한 실험실 4보다 개발한 기능성 석고보드위에 실크벽지를 시공한 실험실 3에서 높은 농도를 나타내고 있는 이유는 실크벽지의 통기성이 적어 기능성 석고보드의 폼알데히드 저감성능을 방해한 것으로 판단이 된다. 이는 기능성 석고보드위에 시공되는 벽지의 통기성에 따라 기능성 석고보드의 폼알데히드 저감성능여부가 결정된다는 것을 알 수 있었다.

실험실 3~실험실 5의 경과일수 7일차와 28일 차의 폼알데히드 농도를 Fig. 10과 비교하면 약 50% 이상의 폼알데히드 농도변화를 나타내며, 기

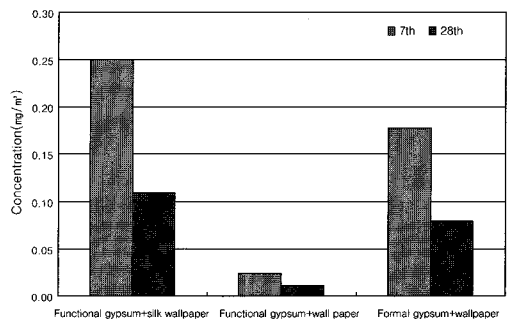


Fig. 10 Concentration change of HCHO from gypsum and wallpaper construction.

능성석고보드 위에 실크벽지가 시공된 실험실 3의 초기농도상승은 기능성 석고보드위에 시공된 실크벽지의 낮은 통기도로 기능성 석고보드의 폼알데히드 저감 성능을 나타낼 수 없는 것으로 판단이 되었다.

5. 결 론

본 연구는 기능성 건축자재를 통하여 쾌적한 실내 환경을 조성하고자 실내 공기 중의 폼알데히드를 흡착·분해하여 농도를 저감할 수 있는 기능성 석고보드를 개발하여 실험시험을 통한 성능 검증을 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 개발한 기능성 석고보드는 실내공기중의 농도 추이를 확인한 결과, 측정기간 동안 지속적으로 감소하여 10일 경과 후 최저 농도 수준으로 떨어졌다. 일반 석고보드의 경우도 감소하는 경향을 보였지만 기능성 석고보드가 상대적으로 큰 감소추세를 보였다.

(2) 일반적으로 석고보드가 벽지 시공 전에 설치됨을 고려하여 벽지 시공에 따른 농도 저감 효과를 검증한 결과, 현재 많이 사용되고 있는 실크벽지가 시공된 경우에는 종이벽지가 설치된 일반 석고보드보다 더 높은 폼알데히드농도를 나타내며 통기성이 낮은 실크벽지가 기능성 석고보드의 폼알데히드 분해·흡착 성능에 부정적인 영향을 주고 있는 것으로 나타났다. 이는 실크벽지의 낮은 통기성이 기능성 석고보드의 폼알데히드 분해·흡착 성능을 저해하여 기능성 자재로서의 성능을 나타내지 못하게 하는 것으로 판단된다.

따라서 향후, 종이벽지의 내구성을 보완하고 시공에 대한 보완시험을 통하여 벽지 시공에 따른 기능성 석고보드의 성능을 재검증한 후, 통기성과 내구성을 동시에 갖는 건강벽지를 개발하고

자 한다. 또한 기능성 석고보드와의 일체와 시공등을 고려하여 실내공기중의 폼알데히드 저감방안을 제시할 계획이다.

후 기

이 논문은 첨단도시개발사업 저에너지 친환경 공동주택 기술개발과제(06건설핵심 B02) 친환경 소개 개발 연구결과와 일부입니다.

참고문헌

1. Chun, Jin-Hie and Kim, Jung-Ah, An analysis of the Domestic Interior Materials as the Ecological Design Aspects KRF-2004-041-G00036.
2. Park Jun-Seok, FUSI Ishuji, YUASA Kazuhiro and TOYOZUMI Asako, 1998, Survey on Volatile Organic Compounds and The Effect of emissions from Building Materials in Residence, Transactions of Architecture institute of Japan, Vol. 509, pp. 27-32.
3. 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, Vol. 8.
4. Yoo, H. C. and Lee, Y. A., 2003, The Materials of Earth Friendly Architecture, Journal of the Korea solar Energy Society, Vol. 2-3, No. 4.
5. Korea Standards Association, www.ksa.or.kr.
6. Korea Air Cleaning Association, www.kaca.or.kr.
7. Korea Eco-products Institute, www.koeco.or.kr.