

Bake Out에 의한 실내오염물질 저감에 관한 연구

A Study on the Reducing Ratio of VOCs and Formaldehyde by Bake Out

조 현* 박용승* 유복희* 홍천화*
Cho, Hyun Park, Yong-Seung Yoo, Bok-Hee Hong, Cheon-Hwa

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the reduction effect of bake out on the concentration of indoor air pollutants by measuring the concentration of indoor pollutants(VOCs, HCHO) after the bake out. As a result of the study, bake out was considerably effective in reducing the concentration of indoor air pollutants, showing relatively high reduction ratio around 40~56%. However, continuous attention and control after the bake out is required for the prevention of the rise of the concentration by subsequent emission.

키워드 : 베이크 아웃, 실내오염물질, 저감율

Keywords · Bake out, VOCs , HCHO, Reduction ratio

1. 서 론

1. 연구의 배경 및 목적

최근, 건축물에서 재실자의 건강과 쾌적한 환경 확보를 위한 실내공기질(IAQ, Indoor Air Quality)에 대한 관심과 요구가 증가하는 추세이다. 특히 신축 건물의 경우 대부분 기밀성과 단열성이 강화되어 실내 적정 환기량이 확보되지 않은 상황이 발생하게 된다.

또한, 각종 화학물질이 사용된 건축자재의 사용은 실내 공기오염을 초래하게 되어 Sick House 증후군 등의 원인으로 지적되고 있다.

유해오염물질의 발생량을 억제하기 위해서는 유해물질 방산량이 적은 친환경 자재의 사용이

우선적으로 고려된다. 또한 환기에 의한 실내 유해오염물질의 농도 저감을 고려할 경우, 과도한 외기도입에 따라 건물의 냉난방에너지의 손실 등의 문제를 일으키게 된다. 다른 한 가지 방법은 시공시 난방으로 실내 온도를 대략 35℃~40℃까지 높여 가열한 후 이를 환기시키는 bake out 방법이 거론되고 있다. 그러나 국내에서는 bake out의 효과를 평가한 연구는 아직 미진하다.

본 연구에서는 bake out 실시 전후의 실내오염물질(VOCs, HCHO)의 농도를 측정하여 bake out에 의한 실내의 유해화학물질 저감효과를 평가하는데 그 목적이 있다.

※정회원, 대림산업 기술연구소 환경연구지원팀

II. 본 론

1. 실험 조건 및 방법

Bake out에 의한 실내공기질 개선효과를 평가하기 위하여 다음과 같은 실험을 실시하였다.

A아파트에서 bake out 실시 세대를 선정한 후, 예열을 2일간 실시하였으며, bake out을 35℃이상으로 3일간 실시하였다. 베이킹아웃의 실시 방법은 기존 문헌을 참고로 하여 35℃ 이상이 된 시점 실내공기 포집은 ‘다중이용시설 실내공기질관리법’의 공정시험법을 적용하여 초기 30분간 환기 후, 5시간 동안 창문을 닫고 밀폐한 후 30분간 실내공기를 포집하였다. 거실 중앙점의 실내공기를 포집하였으며, 측정사진 및 측정세대 평면도는 그림 1과 같다

2. 분석 방법 및 사용장비

본 연구에서 VOCs 시료의 채취는 Tenax TA 흡착관을 저유량 시료채취용 펌프에 연결하여 150ml/min의 유속으로 30분간 포집(4.5L)하였다. HCHO 시료의 채취는 DNPH Cartridge를 사용하여 700ml/min의 유속으로 30분간 포집(21L)하였다. Ozone의 영향을 제거하기 위하여 DNPH Cartridge 앞에 Ozone Scrubber를 설치하여 시료를 포집하였으며 채취된 시료는 추출 전까지 냉암소에 보관하였다

3. 측정결과 및 분석

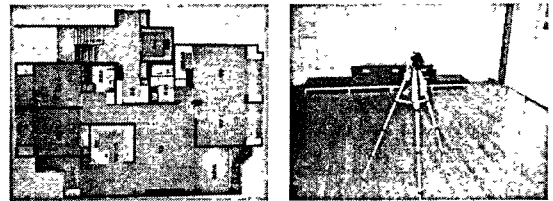
Bake out의 실시 세대에 대한 HCHO와 VOCs 농도값을 다음 표3 및 그림 2, 3, 4, 5에 나타내었다. VOCs의 경우, 다중이용시설 실내공기질 관리법에서 규제대상으로 예상되는 개별 물질(Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Styrene, Xylene, Dichlorobenzene)로 분석하였다

A 아파트의 분석 결과를 살펴보면, bake out 실시세대는 HCHO를 제외하고 실시후 농도 감소율이 80%~100%를 보이고 있다. HCHO의 경우 실내의 온습도 조건에 민감하여 실시 직후 측정치가 실시전보다 높은 농도값을 나타내는 것으로 나타났다[그림 5] 이는 Atsuo Nozaki et al.의 “Effect of bake out as a

source control technique for indoor chemical substances(Part 1)”에 나타나 있는 것처럼 가열 조작 중 콘크리트에 함유되어 있던 수분이 실내에 방출되어 친수성 물질인 HCHO의 발생속도를 증가시켜 농도가 증가한 것으로 보인다. 또한 HCHO와 1,4- Dichlorobenzene을 제외하면 7일의 시간경과에 따라 실내오염물질의 농도의 자연감소율이 물질별로 1%~30%를 나타냈다.

표 1 측정대상 건물의 개요 및 측정항목

구분	내용
대상현장	A 현장
실시세대	807호
베이킹 아웃 예열기간	2004 8/3~8/4
베이킹 아웃 실시기간	2004 8/5~8/7
비고	-
공기샘플 포집일	2004 7/27, 8/10, 8/13, 8/20
측정항목	VOCs, HCHO



현장 A 평면

현장 A 샘플링

그림 1. 평면도 및 측정사진

표 2 사용장비 및 분석조건

시료 채취	pump	SIBATA ΣMP-30(VOCs) 150ml/min SIBATA ΣMP-300(HCHO) 700ml/min
	포 집 관	Tenax TA(VOCs) LpDNPH Cartridge S10(HCHO) Ozone Scrubber
시료 분석	GC MSD	HP-6890/HP-5973N - HP-1 Capillary column (60m×0.32mm×5μm) - Column flow 1ml/min - MS ion source temp : 230℃ - Column temp rate 60℃(5min)→5℃/5min to 230℃
	ATD	Perkin Elmer(ATD-400)
시료 분석	HPLC	SIMADZU - UV detector : 360nm - 이동상 ACN H ₂ O = 60 : 40 - 추출 Acetnitril 5ml

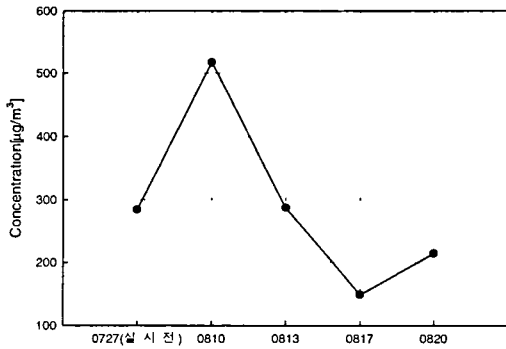


그림 2. HCHO 농도 변화

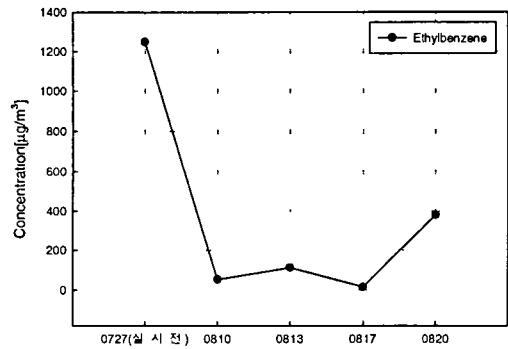


그림 5 Ethylbenzene 농도 변화

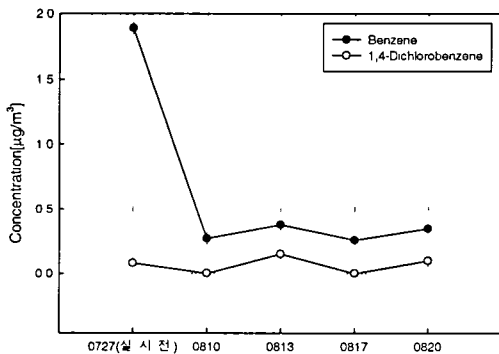


그림 3 benzene, 1,4-Dichlorobenzene의 농도 변화

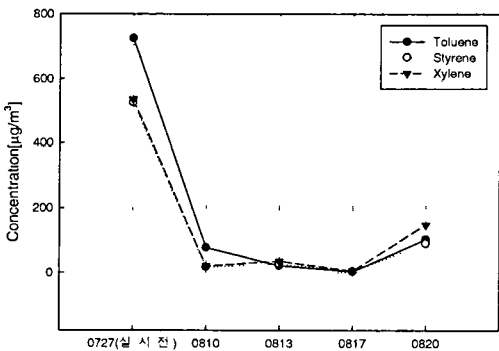


그림 4 Toluene, Styrene, Xylene 농도 변화

표 3 bake out 실시세대의 오염물질 저감율

	물질	bake out 전 (7/27)	bake out 후 (8/17)	저감률 (%)
bake-out 실시세대 오염물질 농도 (µg/m³)	HCHO	284.2	149.25	47.48
	Benzene	1.89	0.26	86.24
	Toluene	724.59	3.22	99.55
	Ethylbenzene	1248.32	16.08	98.71
	Styrene	525.11	4.05	99.22
	Xylene	535.01	5.28	99.01
	1,4-Dichlorobenzene	0.08	0.00	100

*저감율(%)=(bake out 전 농도값-bake out 후 20일 경과후 농도값)/베이크 아웃 전 농도값×100 - bake out + 자연감소율

III. 결 론

본 연구에서는 bake out 실시 후의 실내오염 물질(VOCs, HCHO)의 농도를 측정하여 bake out에 의한 실내오염물질의 농도변화와 저감량(저감률)을 상대적으로 비교하여 실내의 유해화학물질 저감효과를 평가를 목적으로 하였다. 그 결과를 정리하면 다음과 같다

(1) 본 실험에서 bake out의 효과는 물질별로 차이를 보이고 있으나 HCHO를 제외한 toluene, ethylbenzene, styrene, xylene의 저감률이 90% 이상으로 나타나 뛰어난 저감성능을 확인할 수 있었다. 다시 이것은 bake out이 실시된 20일

이 경과된 시점에서의 저감성능 평가이며, 또한 이 수치에는 20여일간의 건축자재의 기간 경과에 따른 자연감소율도 함께 고려된 것임에 주의하여야 한다.

따라서, 추후 연구에서는 미실시세대의 자연감소율을 함께 고려하여 bake out의 저감성능이 평가되어야 할 것으로 판단된다.

(2) 본 실험에서 benzene, 1,4-dichlorobenzene의 경우 극히 미량이어서 저감률의 산정에는 의미가 없는 것으로 판단된다.

(3) HCHO는 실내습도조건에 민감하여 일정한 감소경향을 나타내기보다는 증가와 감소를 반복하여 장기간에 걸친 감소경향을 보이는 것이 일반적이므로, 본 실험 결과에서도 감소율은 다소 낮게 나타났다. 즉, bake out의 효과는 HCHO보다는 VOCs에 유효한 것으로 판단된다.

(4) 일반적으로 bake out은 실시 후 재방산에 의한 농도 증가가 지적된다. 본 실험에서는 30일 경과 시점(8월 20일)의 측정치에서 다시 증가하는 것으로 나타났다. 좀 더 장기간의 측정에 의한 재방산이 발생하는 시점에 대한 연구가 필요한 것으로 판단된다.

(5) Bake out 직후의 유해화학물질 저감은 매우 유효한 것으로 나타났고, 그 후 재방출에 의한 농도증가를 방지하기 위해서는 실시직후부터 지속적인 환기를 실시하는 bake out의 관리가 중요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 환경부, “ 실내공기질 공정시험방법 ”, 2004
2. Lawrence H Keith, Mary M. Warker Handbook of Air Toxics Sampling, Analysis, and Properties. Lewis Publisher. Inc,1995
3. ISO 16000 - 6 Indoor Air - Part 6 : Determination of Volatile Organic Compounds in Indoor and Chamber air by Active Sampling of Tenax TA, Thermal Desorption and Gas -Chromatography MSD/FID” , 1991
4. Atsuo Nozaki, Kazuo Iikura, Susumu Yoshizawa Koichi Ikeda, Masahiro Hori. "Effect of bake out as a source control technique for indoor chemical substances(Part 1) 2000.
5. Atsuo Nozaki, Kazuo Iikura, Susumu Yoshizawa Kazuaki Bogaki. "Effect of bake out as a source control technique for indoor chemical substances (Part 2) 2002.
6. Kousuke Noda, Kouji, Osamu Ishihara "A study on reduction effect of chemical substance emission rates from building materials by using bake-out" 2002.
7. Kousuke Noda, Osamu Ishihara. "Reduction effect on chemical substances contained in construction materials using bake-out" 2003.