

Bake-Out에 의한 신축 아파트의 실내 오염물질농도 저감효과 평가

방 승 기[†], 박 병 윤^{*}
경민대학 실용건축과, ^{*}수원과학대학 건축과

The Impact of Bake-Out Method on the Reduction of Pollutant Concentration in New Apartments

Seung-Ki Pang[†], Byung-Yoon Park^{*}

Department of Architecture, Kyungmin College, Eujungbu 480-703, Korea

^{}Department of Architecture, Suwon Science College, Hwaseong 445-742, Korea*

(Received December 27, 2005; revision received February 23, 2006)

ABSTRACT: Indoor air pollution has been significantly aggravated due to hazardous pollutants emitted from petrochemical finishing materials in new apartments. Pollutants emitted into indoor environment have significant effects on the health of occupants, causing undesirable symptoms related to sick building syndrome such as headache, dizziness, difficulty in concentration, etc. Therefore, this paper attempted to investigate the reduction effect of bake out on VOCs emission in new apartments. Experiments were carried out in three households, one of which was naturally ventilated. The naturally ventilated showed the lowest indoor pollutant concentration and also showed the highest reduction rate by the use of bake out. The most desirable result was observed when the household was naturally ventilated after bake out. More detailed experiments are expected to be carried out afterwards on the prediction of reduction rate of each pollutant.

Key words: Indoor air quality(실내공기질), VOCs(휘발성유기화합물), Formaldehyde(포름알데히드), Bake-out(베이크아웃), Pollutant concentration(오염물질농도)

1. 서 론

신축건물의 경우 에너지절약을 위한 단열성 확보를 위하여 출입문, 유리창 등의 기밀성을 향상 시킴에 따라 적정 환기량이 확보되지 않는 상황이 발생하게 된다. 실내에서 적정 환기량이 부족하게 되면 각종 건축내장재 및 가구 등에서 발생

한 오염물질이 외부로 배출되지 않아 실내 오염물질농도가 점차 높아지게 된다.

우리나라의 경우 대부분의 주택에서는 온돌을 사용하고 있는데, 최근에는 바닥의 마감재로 장판보다는 합판의 표면에 무늬목으로 장식한 온돌마루를 선호하고 이와 함께 실내에 석유화학계 도료를 사용하여 마감한 목재가구를 많이 사용하고 있다. 이러한 온돌마루, 가구의 표면마감재인 석유화학계 도료에서는 실내공기를 오염시키는 물질이 많이 발생한다.

일반적으로 건축물에서 실내의 오염물질을 효

[†] Corresponding author

Tel.: +82-31-828-7322; fax: +82-31-828-7949

E-mail address: skpang@kyungmin.ac.kr

과적으로 제거하는 방법은 크게 두 가지로 나누어 생각할 수 있다. 첫째는 실내에서 오염물질이 발생하지 않도록 하는 방법이며, 둘째는 실내에서 발생한 오염물질을 실외로 빨리 제거시키는 방법이다. 첫번째 방안은 건물 시공시 오염물질을 적게 방출시키는 친환경자재를 사용하는 것으로, 건설회사의 입장에서는 시공 원가상승, 설계변경에 따른 시공방법 변경 등 많은 어려움이 있다. 두번째 방안은 응축(condensation), 흡착(adsorption), 흡수(absorption), 소각(Thermal Incineration) 및 베이커아웃 등을 이용하여 실내에서 발생한 오염물질을 제거하는 방법⁽¹⁾이다.

본 연구에서는 실내의 설정온도와 가열기간이 다른 두 종류의 베이커아웃 방법과 자연환기만을 이용한 경우의 세 종류의 실험을 실시하고, 여기서 얻은 실내의 오염물질의 농도실측치를 비교·분석하였다. 이를 이용하여 실제 건축물에 적용할 수 있는 효과적인 휘발성유기화합물 및 formaldehyde 저감방안을 제시하였다.

2. 측정방법 및 내용

베이커아웃 및 자연환기를 이용한 실내공기 오염물질 저감효과를 파악하기 위해 실내공기질관리법에서 규정하고 있는 측정방법을 사용하여 입주전 신축아파트를 대상으로 실험을 실시하였다.

측정은 3세대를 대상으로 2005년 5월 13일부터 2005년 6월 4일까지 실시하였으며, 대상세대의 평면은 Fig.1과 같다. 베이커아웃 기간 중의 실내

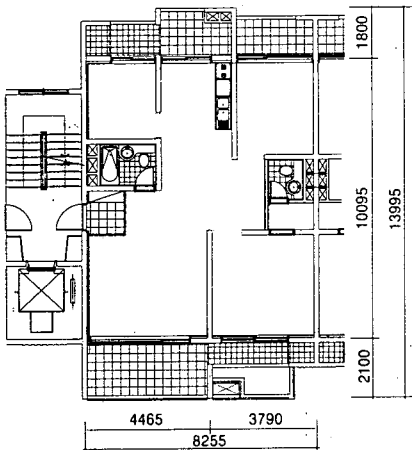


Fig. 1 Floor plan of measurement household.

의 휘발성유기화합물 및 formaldehyde 농도변화를 파악하기 위하여 베이커아웃을 3일 및 7일간 실시하고, 베이커아웃이 끝난 후 15일간 실내의 오염물질농도를 측정하였다.

측정조건은 1006호는 자연환기, 1007호는 3일간 실내의 온도를 30℃로 설정하여 가열 후 창문을 15cm 개방하여 자연환기를 실시하였으며, 1106호는 가열 첫째날은 30℃, 나머지 6일간은 실내의 온도를 35℃로 설정하고 가열한 후 실내의 창문 및 출입문을 완전히 개방하여 자연환기를 하였다.

휘발성유기화합물은 Tenax-TA 흡착관을 미세유량 펌프에 연결하여 포집하였고, formaldehyde는 DNPH 카트리지와 ozone scrubber를 사용하였다.

실험조건은 Table 1과 같으며 Fig.2는 측정 및 분석장비를 나타낸다.

Table 1 Measurement condition

Index	Room 1006	Room 1007	Room 1106
Before bake-out	2005. 5. 13.		
Bake-out	2005. 5. 14.~2005. 5. 20.		
After bake-out	2005. 5. 21.~6. 4.		
Bake-out period	-	3-days	7-days
Temperature	-	30℃	35℃

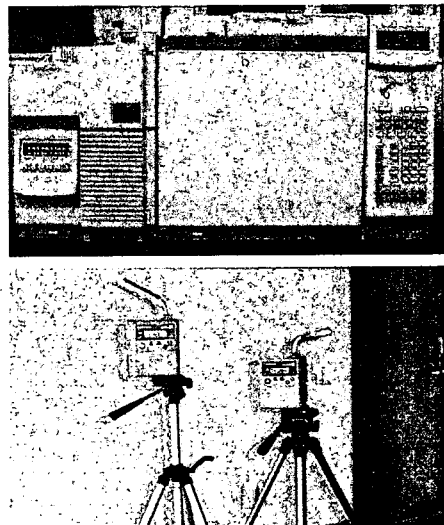


Fig. 2 Picture of the measurement system.

3. 측정결과 및 분석

3.1 실내의 온도변화

실험에서 베이카아웃시 온도조건은 두 가지 형태를 사용하였다.

첫번째 실험조건인 7일간 베이카아웃을 한 세

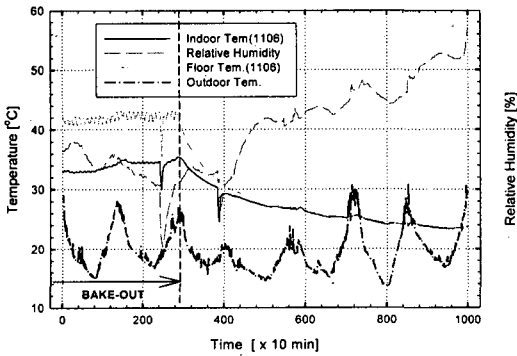


Fig. 3 Temperature, humidity (bake-out 7 days).

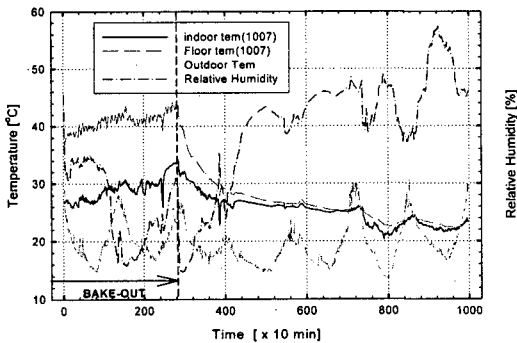


Fig. 4 Temperature, humidity (bake-out 3 days).

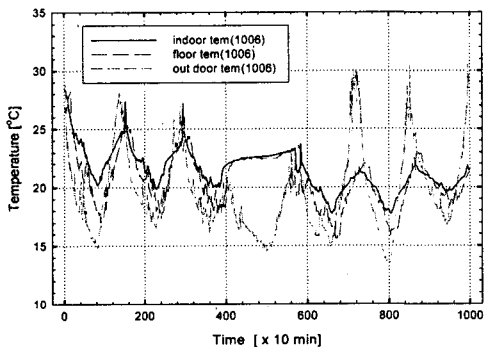


Fig. 5 Temperature (natural ventilation).

대는 실내의 온도를 35°C로 설정하였으며, 3일간 베이카아웃을 실시한 세대는 실내온도를 30°C로 설정하였다.

Fig. 3은 7일간 베이카아웃을 실시한 세대의 측정기간 중의 실내온도, 바닥온도 및 외기온의 변화를 나타낸 것이다. 외기온도는 최저 15°C, 최고 30°C로 나타났으며 변화폭이 상당히 큰 것을 알 수 있었다. 또한 바닥의 온도는 43°C 정도로 비교적 균일하게 유지되는 것으로 나타났다.

3일간 베이카아웃을 실시한 세대의 실내외 온도변화를 Fig. 4에 나타내었다. 베이카아웃시 실내 거실바닥 표면온도는 베이카아웃 종료시 최고 44°C까지 상승하는 것으로 나타났다.

자연환기만을 실시한 1006호에서의 실내온도 및 바닥온도 변화를 Fig. 5에 나타내었다. 자연환기시 바닥의 표면온도는 18~28°C로 나타났으며, 실내의 기온은 바닥의 표면과 거의 차이가 없고 변화형태도 유사한 것을 알 수 있다. 또한 실내의 기온과 실외의 기온은 거의 동일한 온도변화패턴을 나타내었는데 이는 실내공기질관리법에 따라 측정을 실시하기 전에 측정일의 오전에 30분간 실내의 모든 출입문 및 창문을 개방하여 환기를 실시하여 외부의 영향을 크게 받았기 때문인 것으로 판단된다.

3.2 휘발성유기화합물 측정결과

Fig. 6과 Fig. 7은 자연환기를 실시한 1006호의 실내의 휘발성유기화합물 농도변화를 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 실내의 휘발성유기화합물 중 toluene의 농도가 가장 높게

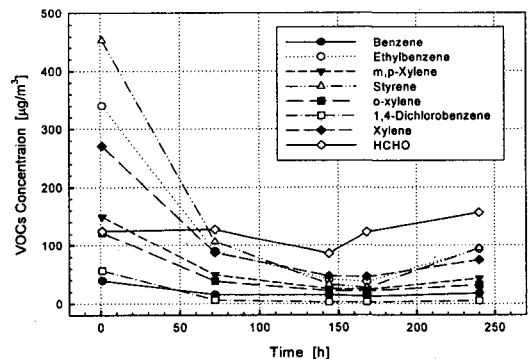


Fig. 6 VOCs concentration (room 1006).

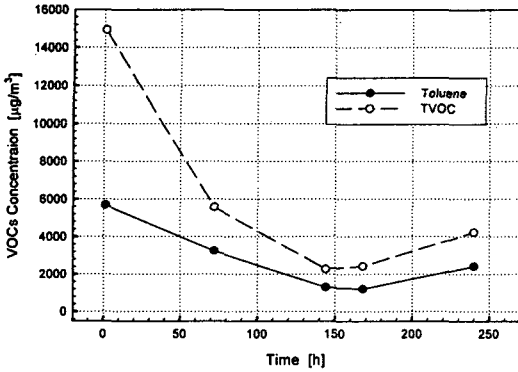


Fig. 7 TVOC, toluene concentration (1006).

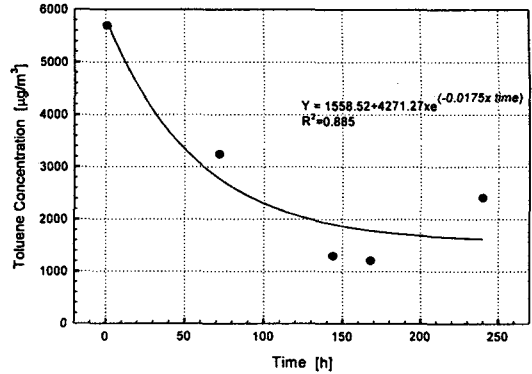


Fig. 9 Prediction of toluene decay (1006).

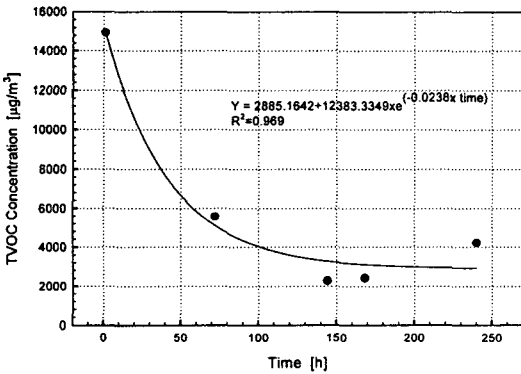


Fig. 8 Prediction of TVOC decay (#1006).

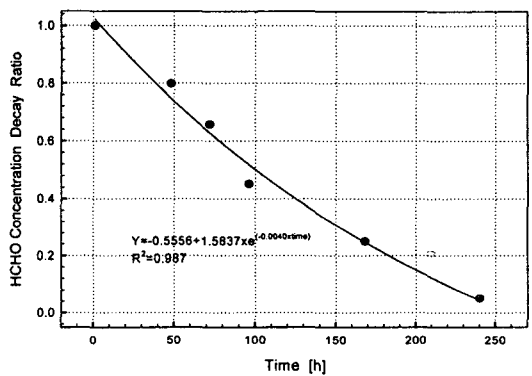


Fig. 10 Formaldehyde decay ratio (1006).

나타났으며, 이는 실내에 설치한 가구의 영향이 가장 큰 것으로 판단된다. Fig. 6에서 볼 수 있는 바와 같이 자연환기를 실시한 1006호에서는 측정 개시 후 3일(72시간)이 지나면 농도가 점차 감소하는 것을 알 수 있다.

Fig. 8과 Fig. 9는 측정기간 중의 자연환기상태에서 실내의 TVOC 및 formaldehyde의 농도를 시간의 경과에 따라 예측한 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 자연환기를 실시한 세대에서 실내의 휘발성유기화합물의 농도는 지수함수를 사용하여 예측^(2,3)할 수 있는 것으로 나타났다. Fig. 8에서 자연환기시 실내의 휘발성유기화합물의 농도감쇠는 시간의 경과에 따라 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 TVOC 농도감쇠 예측식은 $TVOC = 2,885 + 12,383 \times e^{(-0.0238 \times \text{경과시간})}$ 으로 나타낼 수 있었으며, 결정계수는 0.97로 매우 높게 나타났다. 또한 Fig. 8에서 볼 수 있는 바와 같이 실내의 휘발성유기화합물중 toluene의 농도

가 가장 높게 나타났는데, 자연환기시 toluene의 농도감쇠는 $toluene = 12.5 + 4,271 \times e^{(-0.0238 \times \text{경과시간})}$ 로 표현할 수 있으며 결정계수는 9.89로 상당히 높게 나타났다(Fig. 9). Fig. 10은 자연환기를 실시한 1006호의 실내의 formaldehyde 농도감쇠를 예측한 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 toluene 및 TVOC와 같은 형태의 예측식으로 농도감쇠를 예측할 수 있는 것으로 판단된다.

Table 2에 각 휘발성유기화합물의 농도감소 예측결과를 표기하였으며, Table에서 볼 수 있는 바와 같이 자연환기시 실내의 휘발성유기화합물 및 formaldehyde 농도는 지수함수를 사용하여 시간의 함수로 표현하는 것이 가능하다고 판단된다. Fig. 11과 Fig. 12는 베이커아웃을 3일간 실시한 후 실내의 창문을 15cm 개방한 실험대상 세대의 실내의 휘발성유기화합물의 농도와 TVOC 농도변화를 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있는

Table 2 Prediction of VOCs & formaldehyde concentration decay

	Name	Prediction equation	R ²
Room 1006 (natural ventilation)	Benzene	$14.8 + 25.78 \times e^{(-0.0536 \times \text{time})}$	0.97
	Toluene	$1558.5 + 4271.27 \times e^{(-0.0157 \times \text{time})}$	0.89
	Ethylbenzene	$57.6 + 292.41 \times e^{(-0.0322 \times \text{time})}$	0.97
	Xylene	$55.1 + 222.26 \times e^{(-0.0286 \times \text{time})}$	0.98
	Styrene	$51.1 + 415.1317 \times e^{(-0.0301 \times \text{time})}$	0.97
	1,4-Dichlorobenzene	$3.4 + 55.164 \times e^{(-0.0414 \times \text{time})}$	0.97
	TVOC	$2885.1 + 12383.3349 \times e^{(-0.0238 \times \text{time})}$	0.97
	Formaldehyde	$0.0556 + 1.5837 \times e^{(-0.00040 \times \text{time})}$	0.98
Room 1007 (bake-out, 3-days)	Benzene	$12.7 + 27.0073 \times e^{(-0.0176 \times \text{time})}$	0.74
	Toluene	$2459.9 + 148 + 2996.017 \times e^{(-0.0165 \times \text{time})}$	0.998
	Ethylbenzene	$113.9 + 129.66 \times e^{(-0.0435 \times \text{time})}$	0.91
	Xylene	$112.5 + 172 \times e^{(-0.0240 \times \text{time})}$	0.91
	Styrene	$114.1 + 104.75 \times e^{(-0.2781 \times \text{time})}$	0.77
	1,4-Dichlorobenzene	$8.2 + 16.62 \times e^{(-0.0216 \times \text{time})}$	0.86
	TVOC	$5292 + 7132 \times e^{(-0.0214 \times \text{time})}$	0.99

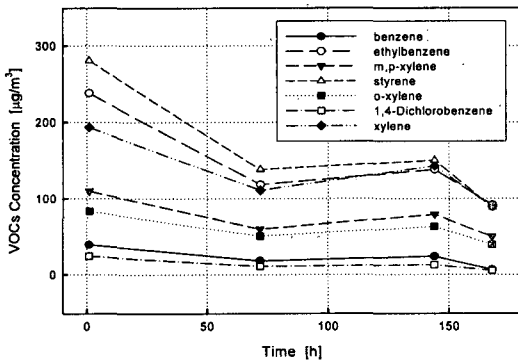


Fig. 11 VOCs concentration (1007).

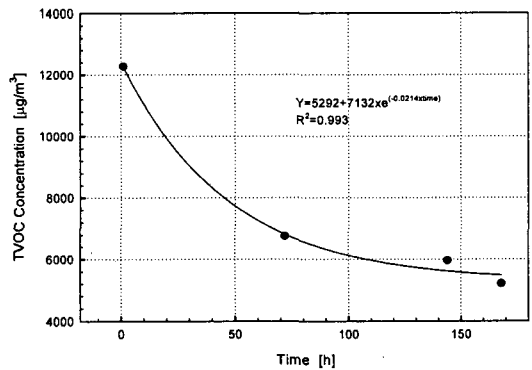


Fig. 13 Prediction of TVOC (Room 1007).

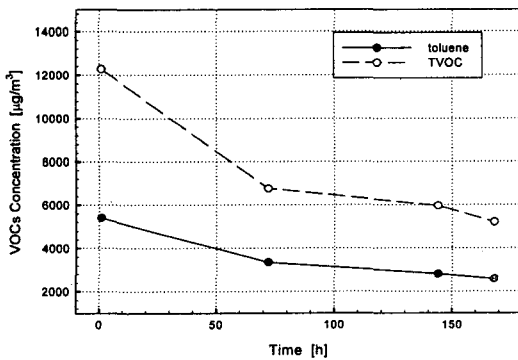


Fig. 12 Toluene, TVOC concentration (1007).

바와 같이 측정대상물질 중에서 toluene의 농도가 가장 높게 나타났다. 따라서 실내의 toluene의 농도를 낮추기 위한 방안이 필요할 것으로 생각된다.

Fig. 13은 베이카아웃을 3일간 실시한 측정대상 세대에서의 실내의 TVOC 농도를 시간경과에 따라 예측한 결과를 나타낸 것이다. 자연환기의 경우와 같이 시간경과에 따른 지수함수를 사용하여 농도를 예측할 수 있는 것으로 판단된다.

Fig. 14와 Fig. 15는 베이카아웃을 7일간 실시한 세대의 실내의 휘발성유기화합물의 개별 물질과 TVOC의 농도변화를 나타낸 것이다. 측정 결과,

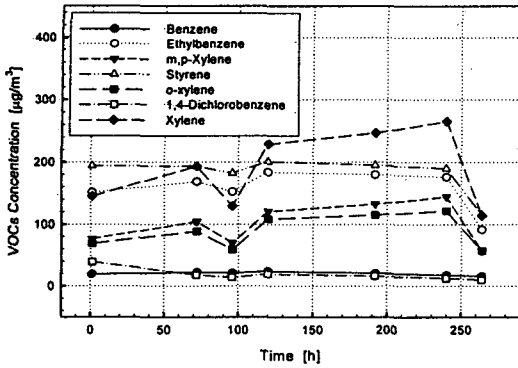


Fig. 14 VOCs concentration (bake-out, 7 days).

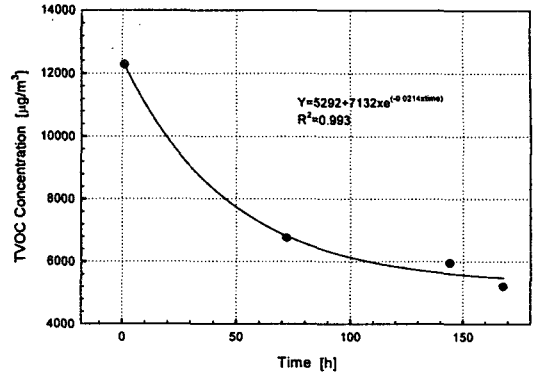


Fig. 16 Prediction of TVOC (bake-out, 7 days).

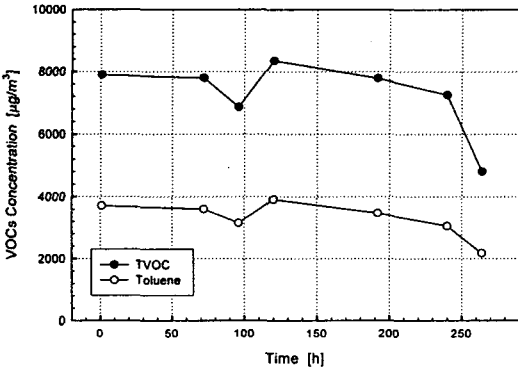


Fig. 15 TVOC, toluene concentration (1106).

benzene과 ethylbenzene을 제외하고 나머지 대상 물질은 그 농도치는 다르지만 거의 유사한 변화 패턴을 보이고 있다. 시간의 경과에 따른 감소경향은 뚜렷하게 나타나지 않았지만 측정개시 후 250시간이 경과한 후에는 감소되는 경향을 보였다. 이는 측정기간을 좀더 길게 하면 그 감소경향이 나타날 것으로 사료된다.

Fig. 15는 7일간 베이카아웃을 실시한 세대의 측정기간중의 TVOC와 toluene의 농도변화를 나타낸 것으로 베이카아웃을 3일간 실시한 세대, 자연환기만을 실시한 세대와 비교하면 초기 측정농도는 낮게 나타났으나, 시간경과에 따른 농도는 상당히 높게 나타났다. 이는 바닥면 및 벽체가 오랜 시간의 가열 때문에 온도가 상승되어 있어, 지속적으로 오염물질이 발생되기 때문인 것으로 판단된다. 또한 toluene이 전체농도의 1/2을 차지하는 것으로 나타나 실제 공동주택에서 실내의 휘발성유기화합물의 농도를 관리할 경우에는 toluene

에 대한 저감대책을 세워야 할 것으로 판단된다. Fig. 16은 7일간 베이카아웃을 실시한 세대에서의 시간경과에 따른 TVOC 농도감쇠를 예측한 것으로 3일간 베이카아웃을 실시한 세대, 자연환기를 실시한 세대와 같은 시간경과에 따른 지수함수로 나타낼 수 있다.

Table 2에 각 실험조건별 휘발성유기화합물의 종류별, TVOC의 농도감쇠를 예측한 결과를 정리하여 나타내었다.

Figs. 17~19는 측정대상세대인 1006호, 1007호, 1106호의 각 세대별 TVOC 농도감쇠율을 나타낸 것이다. 농도감쇠율은 초기 측정치와 맨 마지막의 농도차이를 이용하여 구한 것으로 각 세대별로 일괄적으로 적용하기는 어려우나 측정세대에서의 TVOC 농도감쇠율로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

측정세대별로 활용을 할 경우에는 각 세대별로 측정이 동시에 시작하여 동시에 끝나쳐야 하나 현장에서의 실험 여건상 일괄적으로 적용하여 비교하기에는 다소 무리가 있다. 그러나 추후 측정등을 통하여 동일한 기간에 대한 감소효과를 정량적으로 평가, 예측할 경우에 활용이 가능할 것으로 판단된다.

Fig. 17과 Fig. 18에서 농도의 감쇠율은 1006호의 자연환기를 실시한 경우가 1007호의 베이카아웃을 3일간 실시하고 창문을 15cm 개방한 경우보다 더 크게 나타났다. 따라서 농도감쇠율을 가지고 농도저감효과를 평가하면 자연환기를 실시한 경우가 더 효과가 큰 것으로 나타났다. 그러나 이는 측정종료시점이 1006호와 1007호가 다른 것이 이러한 현상이 발생한 이유가 될 수 있으

Table 2 Prediction of VOCs & formaldehyde concentration decay

	Name	Prediction equation	R ²
Room 1006 (natural ventilation)	Benzene	$14.8 + 25.78 \times e^{(-0.0536 \times \text{time})}$	0.97
	Toluene	$1558.5 + 4271.27 \times e^{(-0.0157 \times \text{time})}$	0.89
	Ethylbenzene	$57.6 + 292.41 \times e^{(-0.0322 \times \text{time})}$	0.97
	Xylene	$55.1 + 222.26 \times e^{(-0.0286 \times \text{time})}$	0.98
	Styrene	$51.1 + 415.1317 \times e^{(-0.0301 \times \text{time})}$	0.97
	1,4-Dichlorobenzene	$3.4 + 55.164 \times e^{(-0.0414 \times \text{time})}$	0.97
	TVOC	$2885.1 + 12383.3349 \times e^{(-0.0238 \times \text{time})}$	0.97
	Formaldehyde	$0.0556 + 1.5837 \times e^{(-0.00040 \times \text{time})}$	0.98
Room 1007 (bake-out, 3-days)	Benzene	$12.7 + 27.0073 \times e^{(-0.0176 \times \text{time})}$	0.74
	Toluene	$2459.9 + 148 + 2996.017 \times e^{(-0.0165 \times \text{time})}$	0.998
	Ethylbenzene	$113.9 + 129.66 \times e^{(-0.0435 \times \text{time})}$	0.91
	Xylene	$112.5 + 172 \times e^{(-0.0240 \times \text{time})}$	0.91
	Styrene	$114.1 + 104.75 \times e^{(-0.2781 \times \text{time})}$	0.77
	1,4-Dichlorobenzene	$8.2 + 16.62 \times e^{(-0.0216 \times \text{time})}$	0.86
	TVOC	$5292 + 7132 \times e^{(-0.0214 \times \text{time})}$	0.99

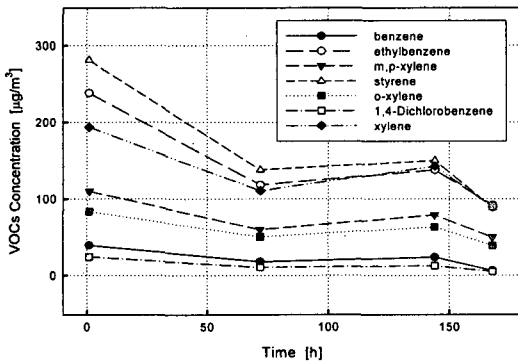


Fig. 11 VOCs concentration (1007).

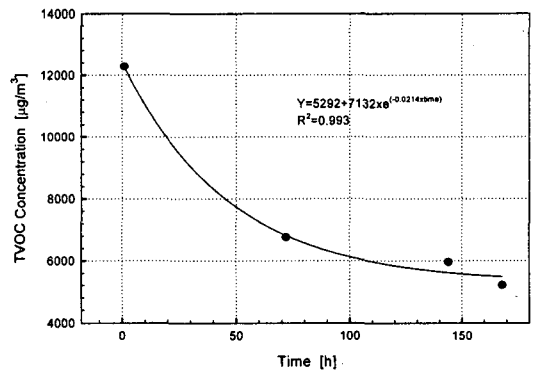


Fig. 13 Prediction of TVOC (Room 1007).

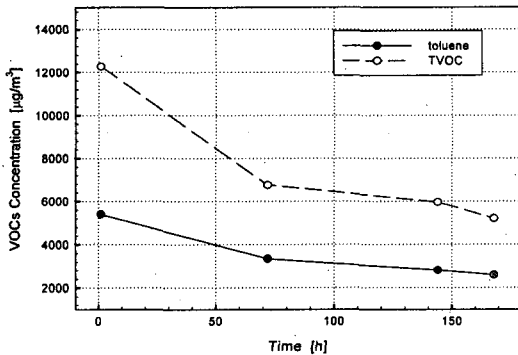


Fig. 12 Toluene, TVOC concentration (1007).

바와 같이 측정대상물질 중에서 toluene의 농도가 가장 높게 나타났다. 따라서 실내의 toluene의 농도를 낮추기 위한 방안이 필요할 것으로 생각된다.

Fig. 13은 베이카아웃을 3일간 실시한 측정대상 세대에서의 실내의 TVOC 농도를 시간경과에 따라 예측한 결과를 나타낸 것이다. 자연환기의 경우와 같이 시간경과에 따른 지수함수를 사용하여 농도를 예측할 수 있는 것으로 판단된다.

Fig. 14와 Fig. 15는 베이카아웃을 7일간 실시한 세대의 실내의 휘발성유기화합물의 개별 물질과 TVOC의 농도변화를 나타낸 것이다. 측정 결과,

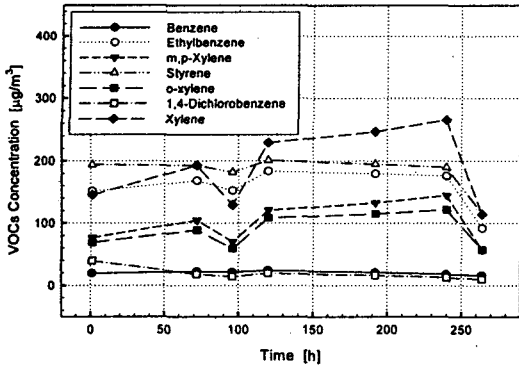


Fig. 14 VOCs concentration (bake-out, 7 days).

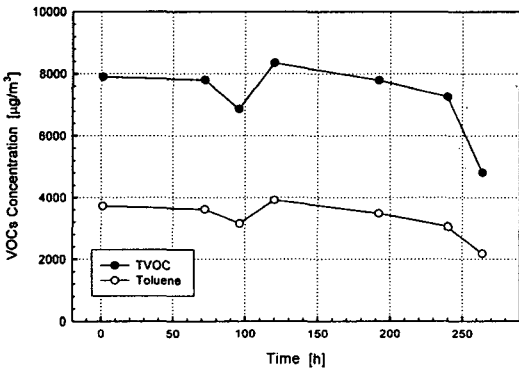


Fig. 15 TVOC, toluene concentration (1106).

benzene과 ethylbenzene을 제외하고 나머지 대상 물질은 그 농도치는 다르지만 거의 유사한 변화 패턴을 보이고 있다. 시간의 경과에 따른 감소경향은 뚜렷하게 나타나지 않았지만 측정개시 후 250시간이 경과한 후에는 감소되는 경향을 보였다. 이는 측정기간을 좀더 길게 하면 그 감소경향이 나타날 것으로 사료된다.

Fig. 15는 7일간 베이카아웃을 실시한 세대의 측정기간중의 TVOC와 toluene의 농도변화를 나타낸 것으로 베이카아웃을 3일간 실시한 세대, 자연환기만을 실시한 세대와 비교하면 초기 측정농도는 낮게 나타났으나, 시간경과에 따른 농도는 상당히 높게 나타났다. 이는 바닥면 및 벽체가 오랜 시간의 가열 때문에 온도가 상승되어 있어, 지속적으로 오염물질이 발생되기 때문인 것으로 판단된다. 또한 toluene이 전체농도의 1/2을 차지하는 것으로 나타나 실제 공동주택에서 실내의 휘발성유기화합물의 농도를 관리할 경우에는 toluene

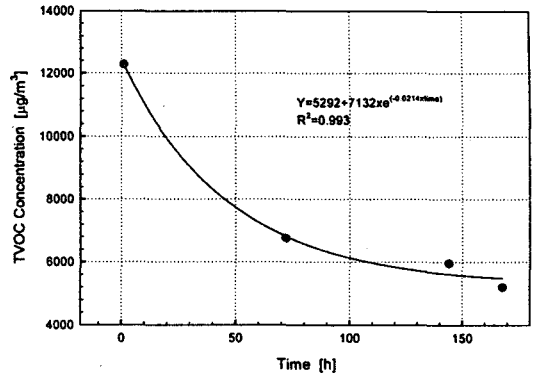


Fig. 16 Prediction of TVOC (bake-out, 7 days).

에 대한 저감대책을 세워야 할 것으로 판단된다. Fig. 16은 7일간 베이카아웃을 실시한 세대에서의 시간경과에 따른 TVOC 농도감쇠를 예측한 것으로 3일간 베이카아웃을 실시한 세대, 자연환기를 실시한 세대와 같은 시간경과에 따른 지수함수로 나타낼 수 있다.

Table 2에 각 실험조건별 휘발성유기화합물의 종류별, TVOC의 농도감쇠를 예측한 결과를 정리하여 나타내었다.

Figs. 17~19는 측정대상세대인 1006호, 1007호, 1106호의 각 세대별 TVOC 농도감쇠율을 나타낸 것이다. 농도감쇠율은 초기 측정치와 맨 마지막의 농도차이를 이용하여 구한 것으로 각 세대별로 일괄적으로 적용하기는 어려우나 측정세대에서의 TVOC 농도감쇠율로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

측정세대별로 활용을 할 경우에는 각 세대별로 측정이 동시에 시작하여 동시에 끝나쳐야 하나 현장에서의 실험 여건상 일괄적으로 적용하여 비교하기에는 다소 무리가 있다. 그러나 추후 측정등을 통하여 동일한 기간에 대한 감소효과를 정량적으로 평가, 예측할 경우에 활용이 가능할 것으로 판단된다.

Fig. 17과 Fig. 18에서 농도의 감쇠율은 1006호의 자연환기를 실시한 경우가 1007호의 베이카아웃을 3일간 실시하고 창문을 15cm 개방한 경우보다 더 크게 나타났다. 따라서 농도감쇠율만을 가지고 농도저감효과를 평가하면 자연환기를 실시한 경우가 더 효과가 큰 것으로 나타났다. 그러나 이는 측정종료시점이 1006호와 1007호가 다른 것이 이러한 현상이 발생한 이유가 될 수 있으

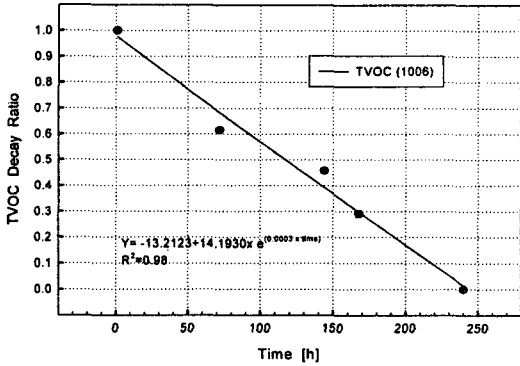


Fig. 17 TVOC decay ratio (room 1006).

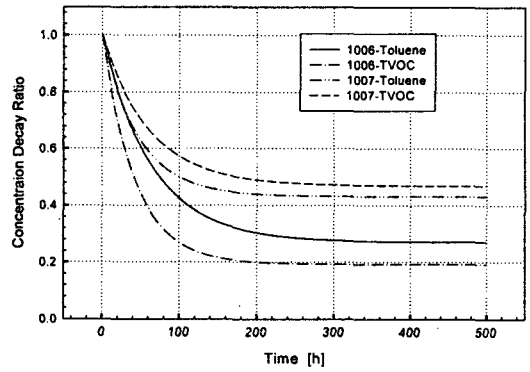


Fig. 20 TVOC, toluene decay ratio.

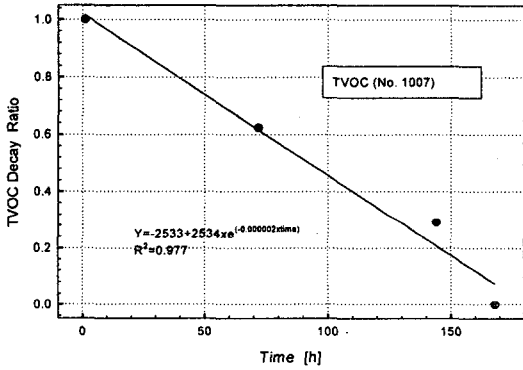


Fig. 18 TVOC decay ratio (bake-Out, 3 days).

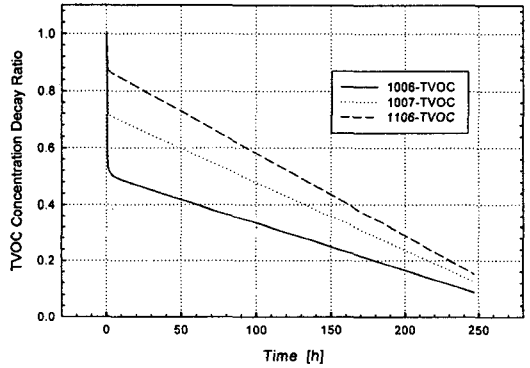


Fig. 21 TVOC concentration decay ratio.

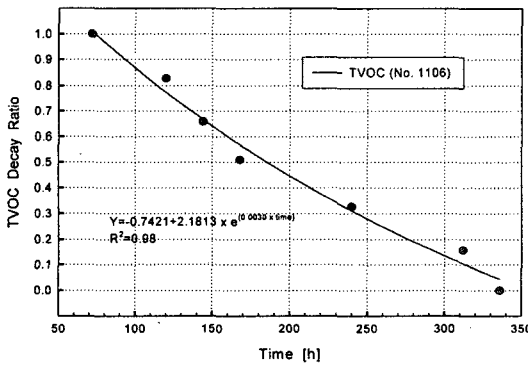


Fig. 19 TVOC decay ratio (bake-out, 7 days).

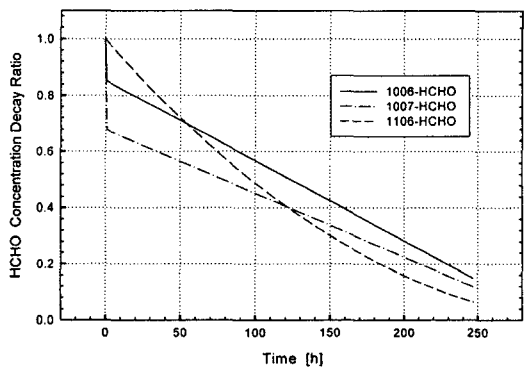


Fig. 22 HCHO concentration decay ratio.

며, 단순하게 감쇠율만을 가지고 평가하기에는 다소 어려움이 있다. 또한 자연환기와 베이카아웃을 실시한 세대는 측정기간이 다소 짧아서 감소비율을 평가하기에는 무리가 있는 것으로 나타났다.

따라서 농도저감효과는 단순저감량, 저감비율,

총발생량 및 누적발생량 등을 함께 고려하여 평가하여야 할 것으로 판단된다.

Fig. 20은 각 실험조건별 실내의 TVOC 농도감쇠율을 예측한 결과를 비교하여 나타낸 것이다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 측정 초기의 농도

감쇠는 자연환기의 경우가 가장 효율이 좋은 것으로 나타났지만 시간이 경과할수록 농도감쇠속도는 점차 떨어지는 것으로 나타났다. 또한 일주일간 실내를 가열하고 자연환기를 실시한 세대에서는 초기의 농도감쇠율은 적으나 시간이 경과함에 따라 실내의 TVOC 농도감쇠속도는 점차 빨라지는 것으로 판단할 수 있다. 따라서 TVOC를 효과적으로 저감시키기 위한 방법은 7일간 실내를 가열한 후 실내외의 창문을 모두 개방하여 자연환기를 실시하는 것이 가장 유리한 방법으로 판단된다. Fig. 21은 측정시각별 TVOC 발생농도를 누적한 후, 누적치와 초기농도를 비교하여 농도감쇠율을 평가한 것이다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 측정 초기의 농도감쇠는 자연환기의 경우가 가장 효율이 좋은 것으로 나타났지만 시간이 경과할수록 농도감쇠속도는 점차 떨어지는 것으로 나타났다.

또한 일주일간 실내를 가열하고 자연환기를 실시한 세대에서는 초기의 농도감쇠율은 적으나 시간이 경과함에 따라 실내의 TVOC 농도감쇠속도는 점차 빨라지는 것으로 판단할 수 있다. 따라서 TVOC를 효과적으로 저감시키기 위한 방법은 7일간 실내를 가열한 후 실내외의 창문을 모두 개방하여 자연환기를 실시하는 것이 가장 유리한 방법으로 판단된다.

3.3 Formaldehyde 측정결과

Fig. 22는 각 측정세대에 있어서 시간경과에 따른 실내의 formaldehyde 농도감쇠율을 예측한 결과를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 측정 초기에는 3일간 베이क्र아웃을 실시한 후 창문을 15cm 개방한 1007호의 formaldehyde 농도감쇠율이 가장 크게 나타났지만 시간이 경과함에 따라서 7일간 베이क्र아웃을 실시하고 실내외의 창문을 모두 개방한 1106호의 formaldehyde 농도저감율이 가장 크게 나타났다. 따라서 formaldehyde를 효과적으로 저감시키기 위한 방법은 7일 베이क्र아웃을 실시한 후 실내외의 창문을 완전히 개방한 자연환기를 실시한 경우가 가장 좋을 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 실내의 설정온도와 가열기간을

다르게 한 두 종류의 베이क्र아웃 방법과 자연환기만을 이용한 경우의 세 종류의 실험을 실시하였다. 여기서 얻은 실내의 오염물질의 농도실측치를 비교·분석하여 시간경과에 따른 실내의 TVOC 및 formaldehyde의 농도감쇠율을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) TVOC의 경우 자연환기만을 실시한 경우가 가장 큰 저감량 및 저감비율을 보였으며 formaldehyde의 경우에는 베이क्र아웃을 7일간 실시한 경우가 가장 효과가 좋은 것으로 나타났다.

(2) 휘발성유기화합물의 측정치를 매시간 누적하여 TVOC의 저감효과를 예측한 결과, 측정 초기의 농도감쇠는 자연환기의 경우가 가장 효율이 좋은 것으로 나타났지만 시간이 경과할수록 농도감쇠속도는 점차 떨어지는 것으로 나타났다.

(3) 7일간 실내를 가열하고 자연환기를 실시한 세대에서는 초기의 TVOC 농도감쇠율은 적으나 시간경과에 따라 감쇠속도가 점차 빨라졌다. 따라서 TVOC를 효과적으로 저감시키기 위한 방법은 7일간 실내를 가열한 후 실내외의 창문을 모두 개방하여 자연환기를 실시하는 것이 가장 유리한 방법으로 판단된다.

(4) 측정 초기에는 1007호의 formaldehyde 농도저감율이 가장 크게 나타났지만, 시간경과에 따라 1106호의 실내 formaldehyde 농도저감율이 가장 크게 나타나 7일간 베이क्र아웃을 한 후 자연환기를 실시한 경우가 가장 좋을 것으로 판단된다.

본 연구는 입주 전 신축아파트를 대상으로 한 연구이므로 보다 장기적인 실험 및 계절별 베이क्र아웃과 다양한 자연환기, 기계환기 등에 의한 실내오염물질 저감효과를 파악하여야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Hunter, P. and Oyama, S. T., 2000, Control of Volatile Organic Compound Emissions, John Wiley & Sons Inc., New York, pp.19-21.
2. Pang, S. K., Sohn, J. Y. and Park, B. Y., 2005, Prediction of concentration decay of VOCs emitted from Ondol floor and furniture, Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 21, No.6, pp.125-132.
3. Pang, S. K., Sohn, J. Y. and Ahn, B. W., 2005,

- Prediction of the concentration decay of volatile organic compounds under different air change rates and loading factor conditions, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol.17, No.6, pp. 505-513.
4. Kwak, M. J., Jo, W. J., Pang, S. K. and Sohn, J. Y., 2005, The impact of bake-out method on the reduction of pollutant concentration, The 60th Anniversary and Annual Conference of AIK, Vol. 25, No. 1, pp. 411-414.
 5. Kang, D. H., Kim, J. H., Choi, D. H., Kim, S. S., Yeo, M. S. and Kim, K. W., 2005, A numerical analysis of VOCs emission affected by temperature variation in floor heating space, 2005 SAREK Summer Annual Conference, pp. 109-114.
 6. ASTM D6670-01, 2001, Standard Practice for Full-Scale Chamber Determination of Volatile Organic Emissions from Indoor Materials/Products, p. 17.