

## 실물실험을 통한 개별 VOC의 농도변화에 관한 연구

김 창 남<sup>†</sup>, 이 윤 규  
한국건설기술연구원 건축연구부

### A Study on Concentration Change of Volatile Organic Compounds; VOCs by using Mock-up Test

Chang-Nam Kim<sup>†</sup>, Yun-Gyu Lee

Department of Building Research, Korea Institute of Construction Technology, Goyang 411-712, Korea

(Received September 10, 2004; revision received March 4, 2005)

**ABSTRACT:** Recently, due to the airtightness of buildings or the misuse of building materials, we have been witness SHS (Sick House Syndrome) which can have bad influences on the resident in an existing apartment house as well as newly constructed apartment house start to attract public attention. As a result of this situation, we went to restrict the TVOC (Total Volatile Organic Compound) and formaldehyde. But these guidelines concentrated on only TVOC although TVOC are consist of many individual VOC.

Therefore, in this study, we will look about concentration change of VOCs (Volatile Organic Compounds) by using Mock-up test. As result of test, the concentration of four individual VOC (Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Styrene) showed quitely low level after 7 days. On the other hand the concentration of Xylene and formaldehyde showed low level after 14 days.

**Key words:** Indoor air quality(실내공기질), VOCs(휘발성 유기화합물), Formaldehyde(포름알데히드), Mock-up test(실물실험)

#### 1. 서 론

최근 복합 화학물질로 구성된 재료들을 주로 사용하는 건축자재의 무분별한 보급과 에너지 효율성을 향상시키기 위한 건축물의 기밀화 등으로 인하여 건축물의 실내공기오염 문제가 심각한 상황에 이르고 있다. 특히 신축 또는 개축주택(건물)에 입주 후 뚜렷한 병명 없이 눈이 따끔거리거나, 목이나 코가 아프거나, 두통, 구토 등이 나타나는 새집증후군(Sick House Syndrome, SHS)이라는 증상이 다수 보고되어지고 있는 실정이다.

무엇보다도 현대인의 실내에 머무는 시간이 전체 거주시간의 90% 이상이며,<sup>(1)</sup> 밀폐된 공간 내에서의 오염이라는 점을 고려할 때 건축물 내에서의 실내공기질(IAQ) 문제는 국민건강과 복지의 측면에서 우선적으로 고려되어야 할 것이다.

실내공기오염의 주요 원인은 주택건축자재나 가구, 가정용품에서 발생하는 유해한 휘발성 유기화합물이며, 주된 성분은 합판이나 벽지 등의 건축자재와 페인트, 접착제 등에서 배출되는 Formaldehyde 등의 각종 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs) 등으로 알려져 있다. 이러한 휘발성 유기화합물은 유지류를 녹이고 휘발성이 커서 공기 중에 가스로서 존재할 뿐만 아니라 스며드는 성질이 있어 피부에 흡수되고, 의복, 피부에 직접 닿지 않더라도 호흡기로 흡입되

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: +82-31-910-0603, fax: +82-31-910-0361

E-mail address: changnam97@kict.re.kr

면 중추신경 등 주요 기관을 침범하는 등 실내에서 저농도 장기노출시 암의 원인이 될 가능성이 높은 것으로 알려져 있다.<sup>(2)</sup>

앞에서 기술한 바와 같이 휘발성 유기화합물은 탄화수소류(Hydrocarbon)로서, Toluene, Benzene 등과 같이 무수히 많은 개별물질들로 구성되어 있다. 따라서 휘발성 유기화합물의 저감대책은 개별 물질들의 저감을 통해서만 가능하지만, 지금까지의 연구는 대부분 개별 물질이 아닌 총휘발성 유기화합물(Total Volatile Organic Compound)에 초점이 맞추어져 있었으며, 2004년 5월 29일 개정된 “다중이용시설 등의 실내공기질관리법” 역시 개별물질이 아닌 TVOC 농도의 제시만을 요구하고 있다. 또한 현재 국내에서 이루어지고 있는 실내공기질에 대한 평가는 단순한 현장측정과 소형챔버 내에서의 오염물질측정만이 실시되고 있는 실정이다.

이에, 본 연구는 실내공기질 평가에 있어서 정확하고 실질적인 데이터 확보를 위해 국내에서 최초로 실내공기질 평가용 Mock-up 실험실을 제작하여 측정을 실시하였으며, 이를 통해 휘발성 유기화합물 중 주요 개별 물질들의 농도 특성 및 변화추이를 확인함으로써 개별 휘발성 유기화합물의 저감대책을 위한 기초자료를 확보하고자 하였다.

## 2. 휘발성 유기화합물

### 2.1 휘발성 유기화합물의 정의

대기 중에 존재하는 유기화합물은 증기압과 끓는점에 따른 휘발 정도에 의해, 휘발성(Volatile), 반휘발성(Semivolatile) 및 비휘발성 유기화합물로 분류된다. 일반적으로, 휘발성유기화합물은 증기압  $10^{-2}$  이상, 반휘발성은  $10^{-2} \sim 10^{-8}$ , 비휘발성은  $10^{-8}$  kPa 이하이며, 끓는점  $100^{\circ}\text{C}$  이하는 휘발성으로,  $100^{\circ}\text{C}$  이상은 반휘발성과 비휘발성으로 분류된다.<sup>(3)</sup>

환경부에서 2004년 6월 고시한 “실내공기질공정시험방법”에서는 ‘휘발성 유기화합물(VOCs)라 함은 Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene, P-dichlorobenzene, Styrene 등 6종으로 한다.’로 고시되어 있으며, 대기환경보전법 시행령 제39조(휘발성 유기화합물질의 규제)에서는 “휘발성 유

기화합물질이라 함은 탄화수소류 중 석유화학제품·유기용제 기타 물질로서 환경부장관이 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 고시하는 것을 말한다.”라고 규정하고 있다.

### 2.2 휘발성 유기화합물 특성

휘발성 유기화합물의 용제로서의 성질은 첫째로 물질을 녹이는 성질과 둘째로 실온에서는 액체이며 휘발하기 쉬운 두 가지 공통된 성질을 가지고 있다.

1970년대 미국에서는 사무 작업자와 학교 어린이들로부터 불명확한 불평이 있었는데 그 증상은 빌딩증후군이라 명명되었고, 그 원인은 대부분 유기화합물(염소처리된 솔벤트, Aromatic hydrocarbon 및 살충제)로 나타났다.<sup>(4)</sup> 초기에 휘발성 유기화합물에 대한 원인연구는 건물재료<sup>(5)</sup>와 접착제<sup>(6)</sup>로부터의 방출 및 건물재료에 대하여 다양한 시험방법으로 연구<sup>(7)</sup>가 수행되었으나, 최근에는 가스크로마토그래피 분석과 소형 챔버법에 의한 건물재료로부터 휘발성 유기화합물의 검출방법이 적용되고 있다.

미국 EPA의 연구에 의하면 10개의 공공건물에서 500가지 이상의 휘발성유기화합물이 검출되었고, 이 농도는 건물의 사용년수에 따라 감소하는데 건물 완성 후 20주까지 약 1/2로 감소된다고 보고되고 있다. 그러나 새로운 건물이 지어진 직후 매우 높았던 휘발성 유기화합물의 농도는 시간이 지남에 따라 줄어들지만, 마감재, 기기, 재실자의 활동 등으로 인한 휘발성 유기화합물의 농도는 시간이 감에 따라 증가할 수 있다.<sup>(8)</sup>

### 2.3 휘발성 유기화합물이 인체에 미치는 영향

대부분의 휘발성 유기화합물은 마취작용을 갖고 있는데, 이것은 신경계의 지방조직에 대한 친화성 때문이다. 일반적으로 한꺼번에 대량을 흡입하면 마취작용을 나타내지만, 마취되지 않을 정도의 작은 양을 오랜 시간 동안 반복하여 흡입하게 되면 만성 중독을 일으킨다. 휘발성 유기화합물에 대한 감수성은 다른 유독물질에서와 마찬가지로 개인차가 있다. Table 1과 Table 2에 개별 VOC 물질인 Toluene과 Formaldehyde의 노출 정도에 따른 유해성을 나타내었다.

Table 1 The health condition in toluene exposure<sup>(9)</sup>

Concentration (ppm)	Health condition
2	Odour threshold
37	Probably perceptible to most human beings
50~100	Subjective complaints (fatigue, drowsiness, or very mild headache) but probably no observable impairment of reaction time or coordination
200	Mild throat and eye irritation; prolonged eye-to-hand reaction time; some impaired cognitive function; slight headache, dizziness, sensation of intoxication; after effects: fatigue, general confusion, moderate insomnia
300	Detectable signs of incoordination may be expected during exposure periods up to 8 h
400	Irritation of the eyes and throat and lachrymation; skin paraesthesia, gross signs of incoordination, and mental confusion expected during exposure periods up to 8 h
500	Anorexia, staggering gait, nausea, nervousness (persist to next day), momentary loss of memory, significant reduction in reaction time
800	Pronounced nausea (after 3-h exposure); confusion, lack of self-control; extreme nervousness, muscular fatigue, and insomnia lasting for several days
1,000	Probably not lethal for exposure periods of up to 8 h; in coordination likely; extreme weakness
30,000	Would probably cause rapid impairment of reaction time, and coordination exposures of 1 h or longer might lead to narcosis and possibly death
100,000~300,000	Onset of narcosis within a few min; longer exposures may be lethal

Table 2 The health condition in formaldehyde exposure<sup>(10)</sup>

Concentration (ppm)	Health condition
0.05~1.0	Odor threshold
0.01~2.0	Eye irritation
1.0~3.0	Irritation of the upper respiratory system
4.0~5.0	Unable to tolerate prolonged exposures
10.0~20.0	Severe respiratory symptoms
>50.0	Serious injury to respiratory tract
>100.0	Death

### 3. 실물실험을 통한 개별 VOC 농도 측정

본 연구에서는 실내 마감재에서 발생하는 오염물질 중, 개별 VOC의 농도가 시간이 경과함에 따라 어떻게 변화되는지를 살펴보기 위해 실물실험(Mock-up test)을 실시하였다.

#### 3.1 측정 개요


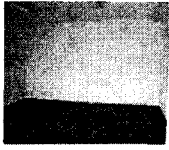
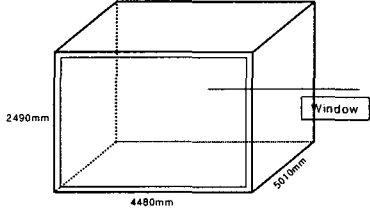
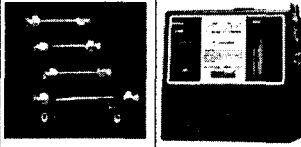
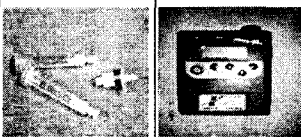
본 연구에서는 2004년 5월 고시된 실내공기질 공정시험방법을 원용하여, 주 시험방법에 따른 정밀측정방법을 사용하였고, 대상오염물질은 휘발성

유기화합물질 중 Benzene과 Toluene, Xylene, Ethylbenzene, P-dichlorobenzene, Styrene, Formaldehyde로 한정하였다. 또한 실험기간 동안 개구부의 일부를 개방하여 환기가 이루어진 채로 실험을 진행하였다.

#### 3.2 측정 방법

실물실험은 실내공기 중의 개별 휘발성 유기화합물 농도변화를 분석하기 위한 것으로, 채취시각은 휘발성 유기화합물 농도가 하루 중 최대가 될 것으로 예상되는 오후 2~3시경으로 설정하였

Table 3 Experiment site, room size and equipment

Experiment period	3, June, 2004~28, June, 2004	
Mock up room	Outside	Inside
		
Room size		
Sampling equipments	VOCs	TENAX-TA tube and personal air sampler 
	Formaldehyde	DNPH cartridge and personal air sampler 

다. Table 3에 측정현장과 실크기, 측정도구를 나타내었다.

3.2.1 실내 공기 시료 채취의 조건

- (1) 난방조건 : 24시~익일 09시
- (2) 온습도 측정 : 30분 간격
- (3) 환기량 : 16.77 m<sup>3</sup>/h
- (4) 시공된 바닥재, 벽지의 개별 VOC 방출속도 : 소형챔버에 의해 측정된 마감재료의 VOC 방출

Table 5 Experiment temperature and humidity

Day/Month	Temperature (°C)	Humidity (%)
3/6	28.8	39.0
4/6	28.6	39.0
5/6	28.9	44.0
6/6	29.4	53.0
7/6	29.0	48.0
8/6	28.8	43.0
9/6	30.3	43.0
10/6	29.4	42.0
11/6	28.5	49.0
12/6	29.3	37.0
13/6	28.8	36.0
14/6	28.4	40.0
15/6	28.4	38.0
16/6	28.6	42.0
17/6	27.4	55.0
18/6	27.8	56.0
19/6	27.6	66.0
20/6	27.6	67.0
21/6	27.1	69.0
22/6	28.2	64.0
23/6	28.0	66.0
24/6	28.4	64.0
25/6	28.1	64.0
26/6	27.6	68.0
27/6	27.1	68.0
28/6	26.6	69.0
Average	28.33	52.65

량이 Table 6에 나타나 있다. 여기에서 마감자재의 VOC 방출량은 소형챔버 내에서의 7일째 되는 날의 방출량을 의미한다.

3.3 측정 결과

3.3.1 실험실 온습도 측정 결과

실험실의 온도 및 습도를 측정한 결과는 Table 5와 같다. 온도는 25~30°C의 일정한 범위 내에서 변화하고 있음을 확인할 수 있다. 하지만 습도의 경우 우천 및 외부의 습도 변화에 많은 영

Table 4 Schedule of experiment

Schedule									
Finished materials constructed	Background Sampling	1 day Sampling	2 day Sampling	4 day Sampling	5 day Sampling	7 day Sampling	10 day Sampling	14 day Sampling	21 day Sampling
3/6	6/6	8/6	9/6	11/6	12/6	14/6	17/6	21/6	28/6

Table 6 Individual VOC emission rate of the floor and wall paper

Area (m <sup>2</sup> )		Floor	Wall
		22.71	59.12
		Floor material	Wall paper
Emission rate (mg/m <sup>2</sup> h)	Benzene	0.0001	0.0008
	Toluene	0.0184	0.0121
	Xylene	0.0018	0.0022
	Ethylbenzene	0.0048	0.0016
	p-dichlorobenzene	-	-
	Styrene	0.0001	0.0003
	Formaldehyde	0.0010	0.0002

향을 받은 것을 알 수 있었는데, 특히 후반부로 갈수록 장마기간이 겹치면서 습도가 크게 상승하였다. 이는 오염물질의 농도값에 다소 영향을 준 것으로 사료된다.

3.3.2 개별 VOC 측정 결과

(1) 각 개별물질의 구성 비율

본 실험에서 측정된 총휘발성 유기화합물(TVOC)에 대한 주요 개별물질의 비율을 위의 그림에서 나타내고 있다. 사용된 표준물질로 정량되지 않았으나 정성적으로 검출된 Unknown의 비율이 68.8%로 가장 높았고, Toluene, Ethylbenzen, Styrene, Xylene, Benzene의 순서대로 TVOC를 구성하고 있으며, P-dichlorobenzen은 측정되지 않았다. 실험실에 시공된 건축자재의 개별 VOC 농도에서도 Toluene의 비율이 가장 높았고, Ethylbenzene, Xylene, Benzene, Styrene, Formaldehyde의 순서로 실험실에서 측정된 개별 VOC의 비율

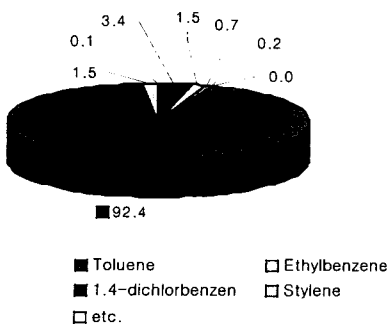


Fig. 1 The proportion of major VOC in TVOC.

과 유사한 경향을 보이고 있음을 확인하였다. 또한 건축자재의 개별 VOC 측정 결과와 마찬가지로 실험실 내의 개별 VOC 측정에서도 P-dichlorobenzene은 검출되지 않았다.

(2) Benzene 측정 결과

주요 개별물질 중의 하나인 Benzene의 농도분포를 살펴보면, 0.002 mg/m<sup>3</sup>의 초기 농도가 시간이 경과함에 따라 감소하는 분포를 보였고, 측정 7일 후에는 Benzene의 농도가 매우 낮아짐을 알 수 있다. 단, 5일째 측정시 일시적 고농도의 원인은 실험상 오차인 것으로 사료된다. 본 실험에서 후반부로 갈수록 습도가 증가하였으나, Benzene의 농도는 이에 대한 영향을 받지 않은 것으로 보이며, 이미 7일 이후부터는 건축자재로부터 Benzene의 방출량은 매우 미미한 것으로 사료된다.

(3) Toluene 측정 결과

주요 개별물질 중의 하나인 Toluene의 농도분포를 살펴보면, 초기에 0.285 mg/m<sup>3</sup>의 높은 농도가 측정되었다. 또한 시간이 경과함에 따라 감소하는 추세를 보였으며, 측정 7일 후에는 Toluene

Table 7 The measurement result of benzene concentration

	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )	Temperature (°C)	Humidity (%)
Background	0.002	29.4	53.0
1 day	0.001	28.8	43.0
2 day	0.001	30.3	43.0
3 day	0.001	28.5	49.0
5 day	0.011	29.3	37.0
7 day	0.000	28.4	40.0
10 day	0.000	27.4	55.0
14 day	0.000	27.1	69.0
21 day	0.000	26.6	69.0
Average	0.002	28.3	52.7

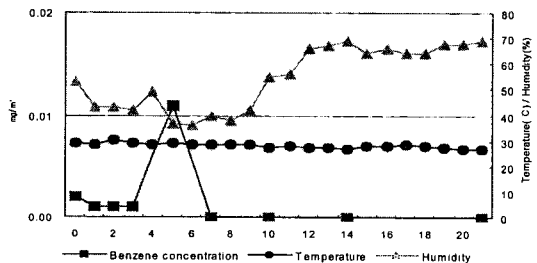


Fig. 2 The variation of benzene concentration.

Table 8 The measurement result of toluene concentration

	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )	Temperature (°C)	Humidity (%)
Background	0.285	29.4	53.0
1 day	0.037	28.8	43.0
2 day	0.032	30.3	43.0
3 day	0.047	28.5	49.0
5 day	0.023	29.3	37.0
7 day	0.000	28.4	40.0
10 day	0.000	27.4	55.0
14 day	0.000	27.1	69.0
21 day	0.000	26.6	69.0
Average	0.042	28.3	52.7

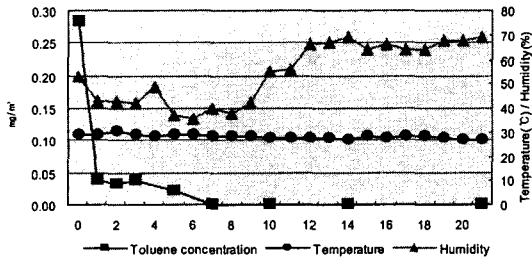


Fig. 3 The variation of toluene concentration.

의 농도가 매우 낮아지는 것을 알 수 있다. Benzene과 마찬가지로 Toluene 역시 실험 후반부의 습도상승에는 큰 영향을 받지 않은 것으로 판단 된다.

(4) Ethylbenzene 측정 결과

Ethylbenzene의 농도를 살펴보면 시간이 경과함에 따라 전반적으로 감소하는 경향을 보였고, 마찬가지로 측정 7일 이후에는 Ethylbenzene가 검출되지 않았다. 실험 후반부로 갈수록 습도가

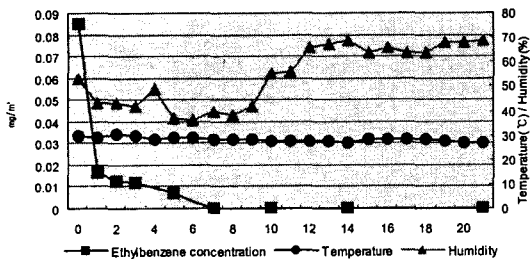


Fig. 4 The variation of ethylbenzene concentration.

Table 9 The measurement result of ethylbenzene concentration

	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )	Temperature (°C)	Humidity (%)
Background	0.085	29.4	53.0
1 day	0.017	28.8	43.0
2 day	0.013	30.3	43.0
3 day	0.012	28.5	49.0
5 day	0.007	29.3	37.0
7 day	0.000	28.4	40.0
10 day	0.000	27.4	55.0
14 day	0.000	27.1	69.0
21 day	0.000	26.6	69.0
Average	0.013	28.3	52.7

증가하였으나, Ethylbenzene의 농도는 이에 대한 영향을 받지 않은 것으로 보이며, 이미 7일 이후부터는 건축자재로부터 Ethylbenzene의 방출량이 극히 미미한 것으로 사료된다.

Table 10 The measurement result of xylene concentration

	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )	Temperature (°C)	Humidity (%)
Background	0.016	29.4	53.0
1 day	0.006	28.8	43.0
2 day	0.007	30.3	43.0
3 day	0.000	28.5	49.0
5 day	0.004	29.3	37.0
7 day	0.016	28.4	40.0
10 day	0.005	27.4	55.0
14 day	0.010	27.1	69.0
21 day	0.006	26.6	69.0
Average	0.007	28.3	52.7

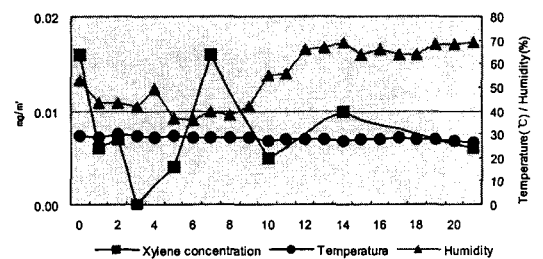


Fig. 5 The variation of xylene concentration.

Table 11 The measurement result of p-dichloro benzene concentration

	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )	Temperature (°C)	Humidity (%)
Background	0.000	29.4	53.0
1 day	0.000	28.8	43.0
2 day	0.000	30.3	43.0
3 day	0.000	28.5	49.0
5 day	0.000	29.3	37.0
7 day	0.000	28.4	40.0
10 day	0.000	27.4	55.0
14 day	0.000	27.1	69.0
21 day	0.000	26.6	69.0
Average	0.000	28.3	52.7

Table 12 The measurement result of styrene concentration

	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )	Temperature (°C)	Humidity (%)
Background	0.011	29.4	53.0
1 day	0.001	28.8	43.0
2 day	0.001	30.3	43.0
3 day	0.001	28.5	49.0
5 day	0.001	29.3	37.0
7 day	0.000	28.4	40.0
10 day	0.000	27.4	55.0
14 day	0.000	27.1	69.0
21 day	0.000	26.6	69.0
Average	0.002	28.3	52.7

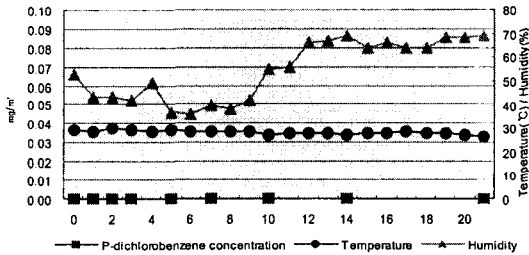


Fig. 6 The variation of p-dichlorobenzene concentration.

(5) Xylene 측정 결과

주요 개별물질 중의 하나인 Xylene의 농도분포를 살펴보면, 0.016 mg/m<sup>3</sup>의 초기농도가 실험 초반 감소하다가 실험 중반까지 다소 증가하는 추세를 보이며, 다시 후반에는 감소하는 경향을 보이고 있다. 이러한 불규칙한 농도분포의 원인은 습도의 영향을 다소 받은 것으로, 혹은 매우 미량이므로 실험상 오차일 가능성도 있는 것으로 사료된다.

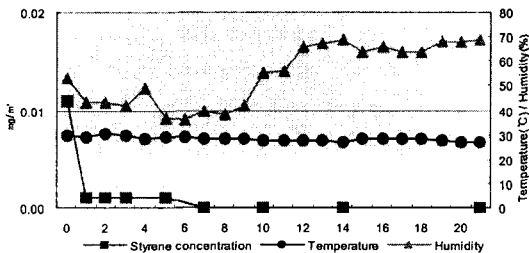


Fig. 7 The variation of styrene concentration.

(6) P-dichlorobenzene 측정 결과

P-dichlorobenzene 측정 농도를 살펴보면, 측정 한도 내에서 검출되지 않음을 확인할 수 있다.

(7) Styrene 측정 결과

주요 개별물질 중의 하나인 Styrene의 농도분

Table 13 The measurement result of formaldehyde concentration

	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )	Temperature (°C)	Humidity (%)
Background	0.051	29.4	53.0
1 day	0.044	28.8	43.0
2 day	0.026	30.3	43.0
3 day	0.014	28.5	49.0
5 day	0.015	29.3	37.0
7 day	0.020	28.4	40.0
10 day	0.014	27.4	55.0
14 day	0.016	27.1	69.0
21 day	0.001	26.6	69.0
Average	0.02	28.3	52.7

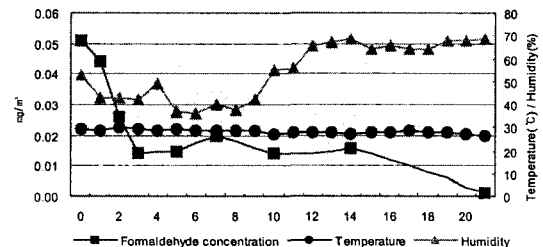


Fig. 8 The variation of formaldehyde concentration.

포를 살펴보면, 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보이고는 있으며, 다른 주요 물질들과 마찬가지로 7일 이후부터는 매우 낮은 수치를 보이고 있다. 다른 주요 개별물질과 마찬가지로 Styrene 역시, 실험 7일 이후부터는 건축자재로부터 Styrene의 극히 미미한 것으로 사료된다.

#### (8) Formaldehyde 측정 결과

Formaldehyde 농도분포를 살펴보면, 다른 개별 물질과 마찬가지로  $0.051 \text{ mg/m}^3$ 의 초기농도가 시간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보이고 있다. 대부분의 개별물질이 7일 이후부터는 극히 낮은 수치를 보이는 반면 Formaldehyde는 실험 종료까지 다소 낮은 농도이지만, 유의한 농도수준을 보이고 있다. 그러나 본 연구에서는 가장 높은 농도를 보였던 초기농도는 일본 후생성 기준치인  $0.08 \text{ ppm}(0.1 \text{ mg/m}^3)$ 보다는 낮은 농도를 나타냈음을 확인할 수 있었다.

## 4. 결 론

건축물의 실내공기질과 관련하여 지금까지의 연구와 측정이 주로 총휘발성 유기화합물(TVOC)에 초점을 맞추고 있는데 반하여, 본 연구는 VOCs 중 주요 개별물질의 농도변화를 살펴봤다는 점에서 이번 연구의 의의를 찾아볼 수 있겠다.

본 Mock-up test를 통해 살펴본 주요 VOC 개별물질의 농도변화는 그 실험기간이 짧고, 외부 습도가 높았다는 점에서 일반적인 결론으로 확대 해석하기는 어려우나, 실제 공동주택과 유사한 환경과 조건으로 실험이 이루어졌다는 점에서 부분적인 의미를 도출할 수 있을 것이다.

본 Mock-up test를 통한 실험결과, Xylene과 Formaldehyde를 제외한 주요 개별물질들은 실험 7일을 기점으로 농도가 매우 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 이는 기존 연구를 통해 알려진 VOCs 및 Formaldehyde의 반감기와는 다소 상이한 결과라고 할 수 있겠지만, 건축자재별 TVOC 및 Formaldehyde의 방출속도 반감기(벽재의 경우 TVOC와 Formaldehyde는 7일, 바닥재의 경우 TVOC는 7일, Formaldehyde는 3일)<sup>(11)</sup>와는 유사한 결과라 하겠다. 이는 시험시 실험실의 개구부 일부를 개방하여 증가된 실내의 기류속도가 건축자재로부터 나오는 오염물질의 초기방출량을 증가시킨 것으로 사료된다. 또한 실험 초반 큰 농

도 감소의 폭이 시간이 경과함에 따라 점점 완화되는 것을 확인할 수 있었다.

본 Mock-up 실험실 내의 오염물질 농도는 건축자재의 오염물질 방출량을 통한 CFD(Computational Fluid Dynamics) 등의 전산해석으로 예측할 수 있으며, 이를 바탕으로 예측값과 실제의 측정값과의 비교분석 및 전산해석 모델구축을 통한 실내 오염물질 농도 예측이 추후 이루어져야 할 것으로 판단된다. 또한, 본 Mock-up test는 비교적 높은 습도 상태에서 진행되었으므로 일반적인 습도조건에서의 추가실험이 필요한 것으로 사료되며 TVOC의 68.8%를 차지했던 Unidentified 물질들의 분석 또한 향후 이루어져야 할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. Kim, S. D. and Kim, Y. S., 2002, A study on indoor air pollution characterization and management, Ministry of Environment, p. 4.
2. Kim, Y. D., 2004, A prediction method of optimum ventilation rate of dwelling with particular reference to TVOC emissions, Ph. D. thesis, Yonsei University, Seoul, Korea.
3. Yoon, D. W., 2004, The health and clean indoor environment and solution, Korea Green Building Inc.
4. Lee, Y. G. and Han, K. W., 2004, A study on indoor air quality of apartment house, Korea Institute of Construction Technology, p. 13.
5. Molhave., 1982, Indoor air pollution due to organic gases and vapours of solvents in building materials, Environment International, Vol. 8, Issue 1-6, pp. 117-127.
6. Girman, J. R., 1986, Emissions of volatile organic compounds from adhesives with indoor applications, Environment International, Vol. 12, Issues 1-4, pp. 317-321.
7. Wallace., 1987, Emissions of volatile organic compounds from building materials and consumer products, Atmospheric Environment, Vol. 21, Issue 2, pp. 385-393.
8. Lee, Y. G. and Han, K. W., 2004, A study



- on indoor air quality of apartment house, Korea Institute of Construction Technology, p. 13.
9. Maroni, 1997, Total volatile organic compounds in indoor air quality investigation, Indoor Air, Vol. 7, pp. 225-240.
10. American conference of governmental industrial hygienists Inc., Documentation of the Threshold Limit Value Exposure Indices, 6th ed., Vol. 1, pp. 664-668.
11. Murakami, S., 2002, The solution bible of sick house syndrome, 1st ed., Architectural Institute of Japan Inc., pp. 102-103.