

## 신축 공동주택 및 건축자재에서의 오염물질 방출 특성

김 윤 덕<sup>†</sup>, 이 윤 규

한국건설기술연구원 건축연구부

### A Study on the Emission Characteristics of Gaseous Organic Contaminants from Building Materials and Newly Constructed Apartments

Yun-Deok Kim<sup>†</sup>, Yun-Gyu Lee

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

(Received September 10, 2004; revision received June 2, 2006)

**ABSTRACT:** We investigated the emission characteristics of gaseous organic contaminants from building materials and newly constructed apartments. The emission test for building materials was done with small chamber method, and field measurements in newly constructed apartment were carried out by Korea Standard Test Method for Indoor Air Quality. First, the emission test by small chamber showed that the TVOC emission from building materials was much higher than formaldehyde. On the other hand, as expected, considerably high concentration of both TVOC and HCHO was detected in the new apartment.

**Key words:** IAQ(공기질), Indoor air pollutant(실내공기오염), Small chamber(소형 챔버)

#### 1. 서 론

건축물의 기밀화와 건축자재의 제조과정에서 유해 오염물질을 포함할 수 있는 다양한 자재의 등장으로 실내에서 거주시간의 80% 이상을 보내는 현대인들에게 건축물의 실내공기 오염문제는 커다란 문제로 대두되고 있다. 유럽 및 일본의 경우 이러한 문제점을 먼저 인식하여 실내공기 오염물질의 파악과 분석, 그리고 건축자재에서 실내로 방출되는 오염물질에 관한 대책을 준비하여 왔다.

우리나라도 2004년 5월 환경부에서 발표한 “다중이용시설등의 실내공기질 관리법”을 토대로 건축자재에서 방출되는 오염물질의 수준과 다중이용

시설 및 공동주택에서의 실내공기 오염문제에 관한 대책에 관심이 집중되었으며 건축자재에서 방출되는 휘발성 유기화합물에 의한 오염물질 방출량에 관한 자료와 신축공동주택에서의 실내공기 오염에 관한 많은 연구가 이루어지고 있다.

본 논문은 입주 전 내부마감이 끝난 공동주택을 상대로 실내공기질 측정을 실시하였으며, 실내공기질공정시험방법상의 건축자재 오염물질 방출량 시험방법을 적용 시험하여 마감재료로 사용되는 건축자재에서 발생하는 오염물질의 현황을 조사하였다.

#### 2. 소형 챔버법

실내공기질공정시험방법상의 건축자재의 오염물질 방출량 시험방법의 완전혼합형 소형 챔버법은 소형 챔버를 이용한 소형 챔버농도와 통과하는 공기 유량 및 시험편의 표면적을 구해, 시험대상인 건

<sup>†</sup> Corresponding author

Tel.: +82-31-910-0145; fax: +82-31-910-0361

E-mail address: kimyd@yonsei.ac.kr

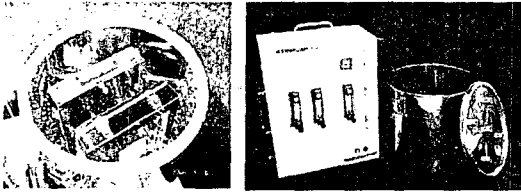
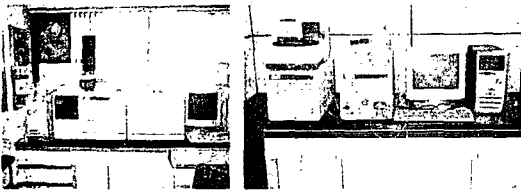


Fig. 1 20L Small chamber and temperature humidity control unit.



(a) GC/MS (b) HPLC

Fig. 2 GC/MS and HPLC.

측재료의 단위면적당 VOCs, 포름알데히드 및 다른 카르보닐화합물의 방출강도를 측정한다.

2.1 시험조건

2.1.1 온도 및 상대습도

온도, 상대습도는 방출강도에 큰 영향을 미치므로 소형 챔버는 다음의 조건범위 내에서 제어 가능한 것으로 한다. 환기횟수와 챔버용적으로부터 환기 및 샘플링시의 유량은 0.167 L/min으로 한다. 그리고 JIS A 1901에서는 측정온도를 28℃로 규정하고 있지만 본 측정에서의 온도조건은 25±1℃이다.

Table 1 Examination conditions

Chamber volume	20 L
Product loading factor	2.0 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Temperature	25±1℃
Relative humidity	50±4%
Airchange rate	0.5/h

Table 2 Air sampling conditions

	HCHO & carbonyl	VOCs
Sampling tube	DNPH-Silica (short type)	Tenax-TA (60/80 mesh) 200 mg (ATD/TC tube)
Flow meter	0.167 L/min	0.167 L/min
Volume	10 L	3.2 L

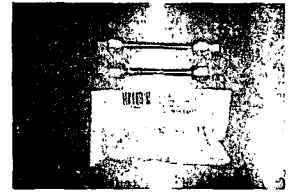


Fig. 3 DNPH cartridge & Tenax-TA tube.

2.1.2 시험조건 고려사항

(1) 공급공기질의 백그라운드 농도

공급공기의 백그라운드 농도측정은 챔버를 청정하게 한 후의 시험편 도입 전 챔버 출구농도로 한다. 이 공급공기의 백그라운드 농도는 발산시험에 영향을 미치지 않을 정도의 수준으로 한다.

(2) 단위면적당 환기량 및 환기횟수

건축재료를 측정하는 경우 소형 챔버법의 설정 환기횟수는 0.5회/h로 하며 오차범위 ±0.05회/h를 충족시켜야 한다.

(3) 회수율 및 싱크효과

소형 챔버를 이용하여 측정을 실시할 때, 화학물질의 회수율에 커다란 영향을 미치는 것은 챔버의 누기 및 싱크효과에 의한 챔버 내벽에 화학물질이 흡착되는 것이다. 여기서 회수율이란 단위시간 중에 방출시험챔버에 공급된, 이미 알고 있는 대상 VOC와 포름알데히드의 총량을 동일한 단위시간중에 방출시험챔버에서 방출된 공기 중의 대상 VOCs와 포름알데히드의 총량으로 나눈값(%)이다.

(4) 그 외 유의사항

- 시험건축재료 표면의 물질전달률
- 소형 챔버의 기밀성
- 소형 챔버의 환기횟수
- 소형 챔버의 환기성능계수

2.1.3 VOCs의 분석

Tenax-TA 흡착관 등의 가열탈착장치를 부착한, 가스크로마토그래프/질량분석계(GC/MS)로 VOCs를 탈착시킨다. VOCs 분석법은 ISO 16017-1 및

Table 3 Conditions of VOCs analysis

Thermal desorber GC/MS column oven temperature	TCT-Chrompack CP 4020 (Chrompack Co.) Agilent 6890 series GC system HP-5MS 0.25 mm $\varnothing$ ×60 m×0.25 $\mu$ m 40 $^{\circ}$ C(30 min)(10 $^{\circ}$ C/min) 300 $^{\circ}$ C(10 min)
Mode	SCAN

Table 4 Specification of GC/MS

Column	Methyl silicone compounds 5% phenyl Methyl silicone compounds Inner 0.32 mm, 60 m
Column temperature	40 $^{\circ}$ C(5 min) (10 $^{\circ}$ C/min)~280 $^{\circ}$ C(10 min)
Carrier	Helium
Carrier gas volume	0.8~1 mL/min
Mode	SCAN
Ion mode	EI, 70 eV

Table 5 Specification of HPLC

HPLC detector	Varian 9012Q, UV Detector (Varian 9050)
Column Mobile phases colume Temperature injection volume	Varian RES ELUT 5 $\mu$ C18 90A 150×4.60 min 5 micron Water/Acetonitrile/Tetrahydrofuran Normal temperature 20 $\mu$ L

ISO/DIS 16000-6에 따른다.

(1) 포름알데히드 및 다른 카르보닐화합물의 분석

DNPH 카트리지 내의 카르보닐화합물의 DNPH 유도체는, 아세트니트릴을 이용하여 용해하여 탈리시킨다. 포름알데히드 및 다른 카르보닐화합물의 분석법은 ISO 16000-3에 따른 자외선흡광 광도검출기부고속액체 크로마토그래프(HPLC)를 이용한다.

### 3. 신축 공동주택의 실내공기질 현황조사

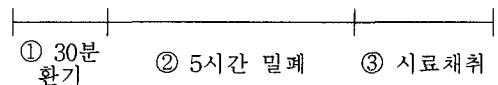
2004년 5월부터 시행된 다중이용시설 등의 실내공기질관리법에 따라 신축 공동주택은 입주 전에 휘발성 유기화합물과 포름알데히드의 실내공기 중 농도를 측정하여 입주자에게 고시해야 한다. 그러나 국내에서는 이에 대한 기초적인 자료가 부족한 실정이며 현재, 국내 신축 공동주택의 실내공기오염 정도에 대한 실태와 수준을 파악해야 할 필요성이 있다.

### 3.1 실내공기질 현장측정방법

실내공기 중 화학물질은 포름알데히드 및 휘발성 유기화합물을 대상으로 한다.

#### 3.1.1 시료채취방법

실내공기 중 화학물질의 채취로 대상으로 하는 주택은 신축주택과 거주주택을 구별해 채취한다. 신축주택에 있어서의 실내공기 중 화학물질의 측정은 실내공기 중 휘발성 유기화합물의 최대농도를 추정하기 위한 것으로 다음의 조건이 만족되는 경우를 표준적인 측정방법으로 한다.



① 30분 이상 환기 : 공동주택 단위세대의 외부에 면한 모든 개구부(창호, 출입문, 환기구 등)와 실내출입문, 수납가구의 문 등을 개방하고, 이 상태를 30분 이상 지속한다.

② 5시간 이상 밀폐 : 외부공기와 면하는 개구부 (창호, 출입문, 환기구 등)을 5시간 이상 모두 닫아 실내의 공기의 이동을 방지한다. 이때, 실내간의 이동을 위한 문과 수납가구 등의 문은 개방한다.

③ 시료채취 : 시료채취는 원칙적으로 30분간 2회 실시한다. 단, 실내에 오염물질이 고농도로 존재하여 포집판의 파손이 일어나거나, 감도의 유지가 어려울 경우에는 시료채취량의 범위를 만족하는 선에서 측정시간을 변경할 수 있다. 실내에 자연환기구 및 기계 환기시스템이 설치되어 있을 경우, 이를 밀폐하거나 가동을 중단하고 측정을 실시하는 것을 원칙으로 한다.

3.1.2 시료채취조건

(1) 일반조건

① 온도조건 : 시료채취시의 실내온도는 20℃ 이상을 유지하도록 한다.

② 기류조건 : 환기시스템이 가동하는 경우, 급기나 배기구로부터의 영향을 받지 않는 지점에서 측정한다.

(2) 채취시간

일반적으로 시료채취는 오후 1시에서 5시 사이에 측정하는 것을 원칙으로 한다.

3.2 신축 공동주택 실내공기질 측정 개요 및 결과

현장측정은 입주가 예정되어 있는 A 건설사 시공현장에서 실시하였으며, 측정시기는 2003년 겨울철에 실시하였다.

Table 6 Indoor air quality guideline of new constructed apartment house

HCHO	210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Benzene	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Toluene	1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ethylbenzene	360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Xylene	700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Styrene	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

울철에 실시하였다. 겨울철이라 모두 난방을 실시한 후 측정을 실시하였다. 가장 대표적인 평형인 34평형 저층, 중층, 고층의 3개 세대와 46평형 저, 중, 고 3개 세대 측정을 포함한 총 6세대를 대상으로 측정이 수행되었다. 최고층이 19층이며 34평형, 46평형 모두 거실의 중앙점에서 동시에 측정이 이루어졌다. 확장세대 및 비확장세대는 Table 8에 간략하게 기술하였다. 내장재 마감시기는 차례별로 다소의 차이는 있으나 측정 약 2주 전에 모든 마감공사가 완료되었다. 따라서 세대별 마감시기의 차이는 거의 없는 것으로 판단된다. 그동안 국내에 신축 공동주택을 대상으로 한 일정한 오염물질 권고기준이 없어 다중이용시설 등의 실내공기질관리법의 내용을 참고하여 오염도를 비교하였으나, Table 6은 2006년 1월 1일부터 다중이용시설 등의 실내공기질관리법에 추가된 신축 공동주택의 실내공기질 권고기준 내용이다.

3.2.1 현장 측정결과

측정은 결과의 신뢰성 확보를 위해 사전에 30

Table 7 Air sampling conditions at new constructed apartment house

	HCHO	VOC
Sampling tube	DNPH-Silica (short type)	Tenax-TA (60/80 mesh) 200 mg (ATD/TCT tube)
Flow	0.5 L/min	0.1 L/min
Volume	15 L	3 L

Table 8 Indoor air quality measurements at new constructed apartment house

Room		Sash	Balcony	Temp. (°C)	Humidity (%)	Etc.
34 pyoung	HIGH	○	○	29.1	19.8	Outdoor -0.3°C
	MIDDLE	○	○	25.9	15.5	
	LOW	×	×	24.5	8.7	
46 pyoung	HIGH	○	×	27.3	31.8	Outdoor 0.7°C
	MIDDLE	○	○	16.2	28.8	
	LOW	○	○	16.1	21.8	

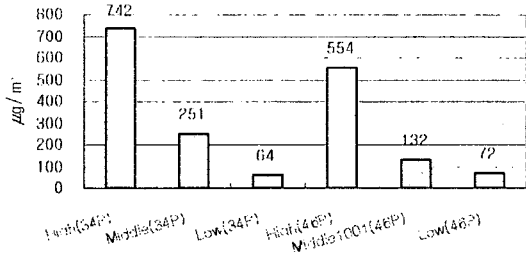


Fig. 4 HCHO of new constructed apartment house.

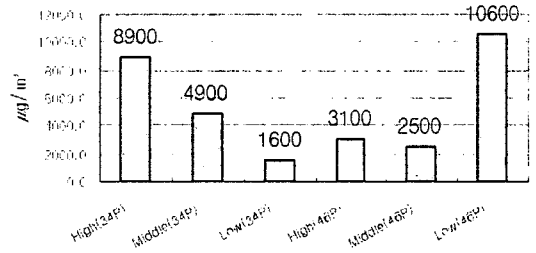


Fig. 5 TVOC of new constructed apartment house.

여분간 충분한 환기를 시키고 오전 9시부터 5시간동안 모든 개구부를 밀폐한 후, 오후 2시에서 4시 사이에 측정하였다. 공정시험방법상의 주시험방법에 대한 측정은 휘발성 유기화합물과 포름알데히드를 대상으로 하였고, Tenax-TA tube와

DNPH cartridge를 Personal Air Sampler로 공기시료를 포집하여 분석하는 정밀측정방법을 사용하여 측정하였다.

(1) 포름알데히드 측정결과

DNPH 카트리지를 이용한 정밀분석방법을 위하

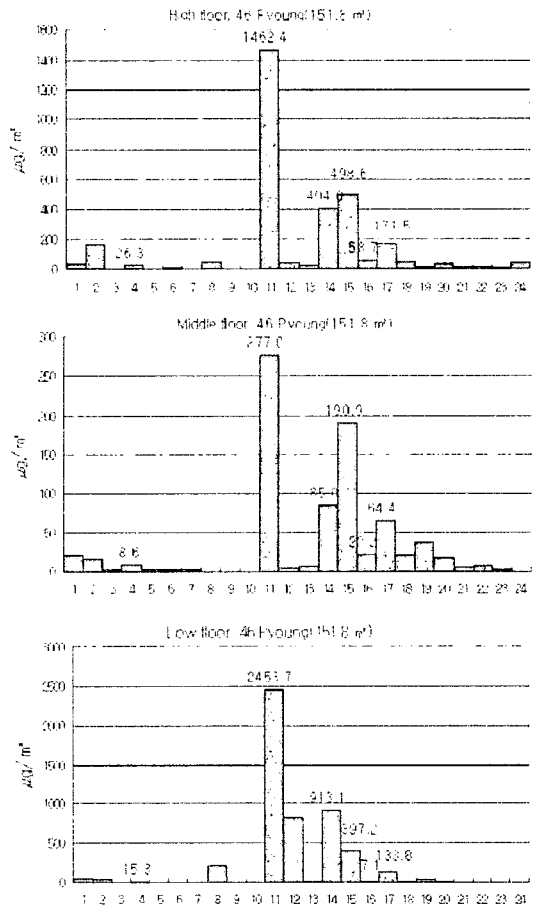
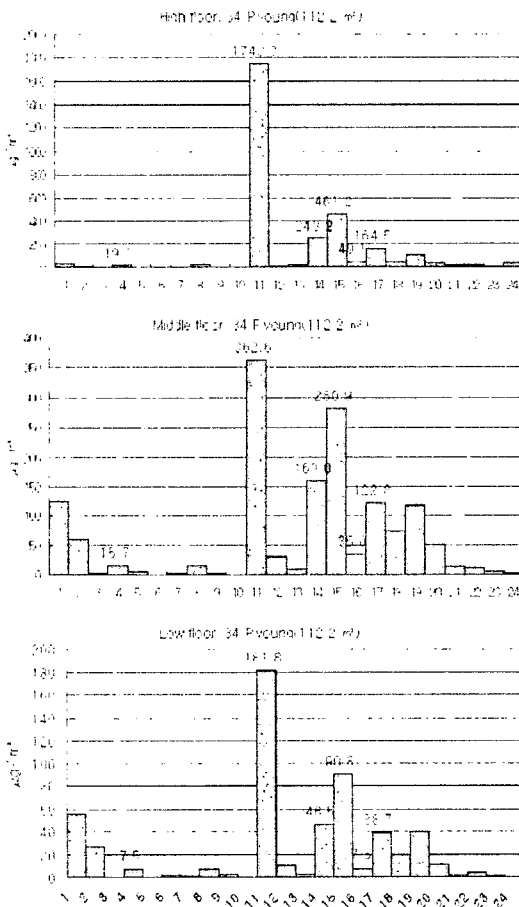


Fig. 6 VOCs of new constructed apartment house.

Table 9 List of VOCs

1	chloroform	7	tce	13	chloro benzene	19	1,2,4-trimethyl benzene
2	1,2-dichloro ethan	8	cis-1,3-dichloro prop.	14	ethyl benzene	20	m-dichloro benzene
3	1,1,1-trichloro ethan	9	trans-1,3-dichloro pr.	15	m,p-xylene	21	p-dichloro benzene
4	benzene	10	1,1,2-trichloro ethan	16	styrene	22	o-dichloro benzene
5	carbon tetrachloride	11	toluene	17	o-xylene	23	1,2,4-trichloro benzene
6	1,2-dichloro propane	12	pce	18	1,3,5-trimethyl benzene	24	hexachloro 3-butadiene

여 포집펌프로 30분간 포집을 실시하였다. 측정은 포집유속 500 mL/min로 총 15L의 유량을 포집하는 방법을 적용하였다(Fig. 4 참조). Table 6의 다중이용시설 등의 실내공기질관리법 신축 공동주택의 실내공기질 권고기준인  $210 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.18 ppm)과 WHO의 포름알데히드 농도기준인  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.08 ppm)과 비교해 보면 34평과 46평 모두 저층부의 주택이 기준을 만족하는 것으로, 그리고 고층부로 갈수록 농도가 증가하는 경향을 보이고 있다. 이러한 경향은 34평 저층부의 경우 비확장세대와 새시가 없는 점을 고려해 본다면 확장세대와 새시가 설치된 중층부와 고층부 세대보다는 확장세대설치시 가설되는 마루와 벽면의 내장재의 면적 차이와 새시가 없음으로 해서 증가하는 자연환기 등의 영향이 있을 것으로 사료되며, 46평형 중층부와 저층부의 경우는 측정시 난방설비의 오작동으로 실내온도가  $16^\circ\text{C}$  정도의 낮은 온도조건으로 실제보다 적은 양이 검출되었을 가능성도 감안하여야 할 것이다. 낮은 층의 경우 측정결과 오염물질이 적게 나온 이유로는 아파트 시공시 내부마감재를 시공하는 시공방법상의 순서와 관련되어 있을 것으로도 사료되며 건물 자체의 자연환기에 의한 굴뚝효과와 일조조건 차이에 의한 실온의 상승효과의 차이도 생각해 볼 수 있겠다. 그리고 시공시 저층부의 경우 작은 작업자의 출입으로 발생하는 환기의 영향도 있을 것으로 사료된다.

## (2) 총 휘발성 유기화합물

총 휘발성 유기화합물 역시 포름알데히드와 동일한 조건으로 동시에 측정하였다.

환경부의 다중이용시설 등의 실내공기질관리법의 실내공기질 권고기준인  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 과 일본 후생성 잠정 목표치인  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 과 비교하여 매우 높은 값이 나오고 있음을 볼 수 있다(Fig. 5 참조). 34평형대의 저층부와 46평형대의 고층부에서 상대적으로 농도가 낮게 나타났으나 적게 나오는 34평형대 저층부와 46평형 고층부의 경우 비확장

세대라는 점과 34평 저층부의 경우 새시가 미설치된 점을 감안하면 그에 따르는 영향도 있을 것으로 판단된다. 전체적으로 포름알데히드보다 상대적으로 VOCs가 더 높은 검출치를 보여주고 있는 점을 감안하면 신축 공동주택의 경우 실내공기질의 향상을 위한 대책이 필요하다 하겠다.

Fig. 6은 신축 공동주택의 실내에서 측정된 개별 VOCs의 분석그림이다. 개별물질 각각의 검출비율을 비교해 보기 위하여 Y축값을 통일하지 않았다. Table 9는 분석된 개별 VOCs의 목록을 표시한 것이다. 일반적으로 10종 내외의 휘발성 유기화합물들이 두드러지게 나오는 것을 볼 수가 있다. 올해 초에 만들어진 신축 공동주택 실내공기질 권고기준인 Table 6을 참고하여 측정결과를 비교해 보면 검출된 벤젠, 자일렌(m,p-xylene, o-xylene) 스티렌 등은 권고기준을 모두 만족하고 있는 것을 알 수 있다. 반면에 46평 저층부의 경우는 톨루엔과 에틸벤젠이 권고기준을 넘고 있으며, 34평 고층의 경우엔 톨루엔만 권고수치를 넘고 있는 것을 알 수 있다. 34평 3개 세대와 46평 3개 세대의 각 오염물질별 합계를 비교한 Table 10을 보면 34평형보다 46평형의 경우에서 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌의 수치값이 높게 나온 것을 볼 수 있다. 톨루엔과 에틸벤젠의 경우 34평보다 46평의 수치값이 거의 2배, 3배에 준하는 값을 보여준다.

Table 10 Concentrations of VOCs (The sum of VOCs by area) (Unit:  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	34 pyoung (112.2 m <sup>2</sup> )	46 pyoung (151.8 m <sup>2</sup> )
Benzene	42.5	50.2
Toluene	2293.2	4193.1
Ethylbenzene	454.7	1402.1
Xylene	1158.9	1456.4
Styrene	91.4	88

4. 실험실 분석에 의한 주요 건축내장재의 오염물질 방출량 데이터

국내에서 생산되는 바닥재와 도료 및 접착제의 샘플을 오염물질 방출량 측정의뢰가 들어온 자재들 중 무작위 임의로 추출하여 오염물질 방출량 실험을 실시하였다. 앞장의 공동주택과 동일한 내장재를 선택하여 측정하고자 하였으나 동일 샘플 선정의 어려움으로 샘플은 임의로 추출하였으며 수량의 결과는 임의로 선정되었다. 측정의뢰가 들어온 자재의 경우 대부분이 건축자재 회사들의 최근 개발제품인 경우가 대부분이었다. 실험의 조건은 시료당 챔버 내에서 7일(액상은 3일) 동안 수행되었으며 3일 후 챔버에서 공기시료를 포집하였으며 JIS 기준인 소형 챔버법과 국내 2004년 5월 시행된 다중이용시설 등의 실내공기질관리법의 실내공기질공정시험방법에 따라 수행되었다.

분석장치는 가열탈착장치, 가스크로마토그래프(수소염이온화검출기) 또는 가스크로마토그래프 질량분석계, 칼럼, 데이터처리장치, 캐리어가스공급라인 등으로 이루어진다.

4.1 바닥재

바닥재는 일반적으로 온돌마루와 PVC 장판(비닐장판)이 주 마감재로 쓰이고 있다. 이에 실내바닥의 일반적인 내장재 중에서 목질계와 PVC 계통의 2종의 바닥재를 선정하여 오염물질 방출량 실험을 실시하였다. 여기서 목질계의 바닥재란 일반적으로 온돌마루와 강화마루를 포함하는 것으로 여기서는 온돌마루만을 선택하여 실험을 실시하였다. 실험의 결과에 의하면 목질계 바닥재보다 PVC 바닥재에서 휘발성 유기화합물이 많이 검출되었다.

일반적인 목질계 바닥재가 단순한 목재 하나만으로 이루어지지 않은 복합자재인 점을 감안하면 PVC 바닥재보다 목질계 바닥재에서 휘발성 유기화합물이 많이 검출될 수 있을 것으로 유추해 볼

Table 11 List of test sample

Sample	Number
Wooden flooring	4
PVC flooring	8
Paint	2
Bond	5

Table 12 Emission factor (Flooring)

Product	HCHO ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ )	TVOC ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ )
Wood-A	0	210.1
Wood-B	8	167.9
Wood-C	0	31.5
Wood-D	0	203.8
PVC-A	0.3	167.6
PVC-B	0	160.1
PVC-C	0	2297.1
PVC-D	2	768.6
PVC-E	0.1	593.4
PVC-F	1	301.9
PVC-G	0	173.0
PVC-H	0.23	383.0

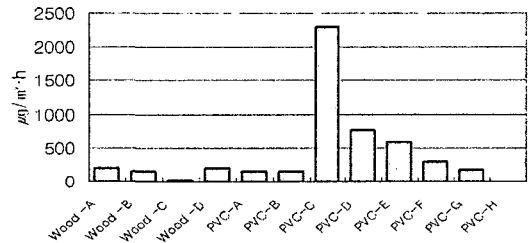


Fig. 7 TVOC emission factor (Flooring).

수도 있으나 실험의 결과는 목질계보다는 PVC 바닥재에서 많이 방출되는 것으로 나타났다. 포름알데히드의 방출량은 적은 양이 검출되었다.

4.2 도료 및 접착제

도료는 공동주택에서 주로 쓰이는 건축용 마감재(베란다벽)를 중점으로 방출량을 조사하였다. 도료의 경우 샘플의 수가 2종으로 추후 도료부분의 추가적인 방출량 실험을 실시하여야 할 것이다. 도료와 접착제의 경우 위의 문헌조사에서 언급되었던 것처럼 문헌이나 다른 조사에 의한 오염물질 방출량 데이터를 정확히 얻을 수 없으므로 해서 실제적인 실험의 필요가 많은 건자재라 볼 수 있다.

실험결과에 의하면 바닥재에 비하여 평균적으로 약간씩 높은 수치를 보여주고 있다. 도료의 경우 샘플수가 2종이라 모든 도료를 대표한다고 볼 수 없으나 측정된 다른 건자재보다 높은 수치를 보여주고 있다. 접착제의 경우 접착제의 용도, 그리고 제조상 많은 화학물질이 첨부되는 특성으

Table 13 Emission factor (Paint, Bond)

Product	HCHO ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ )	TVOC ( $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ )
Paint-A	0	1262.4
Paint-B	8	1108.5
Bond-A	1	703.9
Bond-B	0	1011.3
Bond-C	0	624.7
Bond-D	0	737.0
Bond-E	1.1	122.0

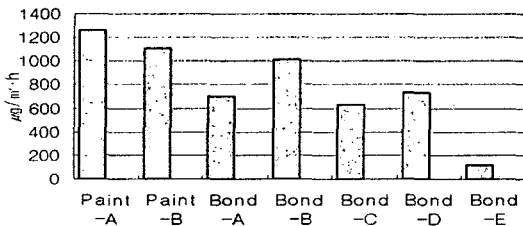


Fig. 8 TVOC emission factor (Paint, Bond).

로 높은 휘발성 유기화합물과 포름알데히드가 나올 것으로 유추할 수 있으나 도료와 비교하여 높은 값을 보여주지는 않았다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 신축 공동주택 및 건축자재로부터의 오염물질의 방출 특성을 실험실 실험과 현장측정을 실시한 결과는 다음과 같다.

(1) 신축주택의 경우 포름알데히드 측정결과는 저층부에서는 환경부의 “다중이용시설등의 실내공기질관리법”의 신축 공동주택 실내공기질 권고기준인  $210 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.18 ppm)과 WHO의 포름알데히드 농도기준인  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.08 ppm)을 만족하는 것으로 나타났고 중간층 이상의 고층부로 올라갈수록 높게 검출되었다. 원인으로서는 시공방법, 건물 자체의 자연환기에 의한 굴뚝효과 또는 일사조건에 의한 미세한 실온의 차이 등이 그 이유인 것으로 사료된다.

(2) 총 휘발성 유기화합물의 경우, 신축 공동주택세대에서 환경부 “다중이용시설등의 실내공기질관리법” 권고기준( $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )과 일본 후생성 잠정 목표치( $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )을 넘어서는 값이 검출됐다.

(3) 신축 공동주택의 개별 VOCs의 검출동향을 검출량이 많은 차례대로 나열하면 toluene이 가장 많이 검출되며 다음으로 m,p-xylene과 스틸렌, 그

리고 o-xylene, 1,3,5-트리메틸 벤젠, 1,2,4-트리메틸 벤젠, m-디크로로 벤젠, 클로로포름, 1,2-디클로로 에탄과 같은 휘발성 유기화합물이 많이 검출되었다. 신축 공동주택 권고기준과 비교해 보면 벤젠, 자일렌(m,p-xylene, o-xylene) 스틸렌 등은 권고기준을 모두 만족하고 있는 것을 알 수 있다. 그 반면 46평 저층부의 경우는 톨루엔과 에틸벤젠이 권고기준을 넘고 있으며, 34평 고층의 경우엔 톨루엔만 권고수치를 넘고 있는 것을 알 수 있다.

(4) 검출된 VOCs 물질을 평형별로 합해 본 결과 벤젠, 톨루엔과 에틸벤젠, 자일렌의 경우 34평에서의 검출값이 46평 대비 약 84%, 55%와 32%, 79%의 값을 가지는 것으로 검출되었다.

(5) 19개의 실내 건축자재 시험결과, 목질계 바닥재보다는 PVC 바닥재에서 휘발성 유기화합물이 많이 검출되었다.

(6) 도료와 접착제 TVOC 방출량의 경우, 독일의 건축자재(접착제 등) 등급인 EMICODE EC1 ( $500 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$  이하), EMICODE EC2( $500\sim 1,500 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ), EMICODE EC3( $1,500 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$  이상)와 비교한다면 EC2에 해당하는 방출강도값을 나타냈다.

## 참고문헌

1. Lee, Y.-G., 2001, A Study on the Analysis of Characteristic of Formaldehyde Concentration in Apartment Houses, Architectural Institute of Korea.
2. Study on the Determination of Standards Test Method for Indoor Air Quality, Korea Institute of Construction Technology, 2004. 2.
3. ENV 13419-1 Building products-Determination of the emission of volatile organic compounds, Part 1: Emission test chamber method.
4. ENV 13419-2 Determination of the emission of volatile organic compounds, Part 2: Emission test cell method.
5. ENV 13419-3 Building products-Determination of the emission of volatile organic compounds, Part 3: Procedure for sampling, storage of samples and preparation of test specimens.
6. Small chamber (JIS A 1901), 2003, Japanese Standards Association.