

컬러TV 제품의 오염물질 방출특성 평가방법과 관리 기준안 설정에 대한 연구

강 효 석, 윤 동 원[†], 이 윤 규^{*}
경원대학교 건축설비공학과, *한국건설기술연구원

Evaluation Methods for Chemical Emissions from TV Products and Establishing Criteria for the Perceived Indoor Air Quality

Hyo-Seok Kang, Dong-Won Yoon[†], Yoon-Gyu Lee^{*}

Department of Building Equipment System Engineering, Kyungwon University, Sunghnam-si Gyeonggi-Do,
461-701, Korea

*KOREA institute of construction technology, 2311 Daewha-Dong Ilsan-Gu Goyang-Si Gyeonggi-Do,
411-712, Korea

(Received December 10, 2009; revision received March 9, 2010)

ABSTRACT: During recent years, various studies have demonstrated that indoor chemical pollution causes health problem and also negatively affect the performance of work by occupants. Building materials have been concerned as indoor chemical sources. Some of guidelines and certification system has been developed and resulted as dramatic decrease of harmful indoor chemicals such as formaldehyde and volatile organic compounds. Also, Home furniture and electrical devices has been concerned as one the primary influence the indoor chemical concentration in residential spaces. It is found that various kinds of electric home appliances have a significant source of chemical emission in indoor environments. In this study, the methodologies of detecting harmful chemicals from various kinds of products has been developed with large chamber measurement system and suggest some of the evaluation method for the chemicals from the home appliances as TV sets.

Key words: Indoor Air Quality(실내공기질), Chemical Substance(화학물질), Home Appliances(가전제품), Establishing Criteria(관리기준), Evaluation Methods(평가방법)

기 호 설 명

C_{st} : 실내공간에서의 오염물질 예측 노출농도
[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
 E : 전기·전자제품의 오염물질 방출량[$\mu\text{g}/\text{hr}$]
 N : 시간당 환기횟수 0.72회

V : 가상실내공간의 체적 32 m^3

1. 서 론

실내공기질의 대한 관심과 연구가 활발히 진행되어지고 있는 현재 새집증후군의 주요 요인으로 알려진 건축자재에서 방출되는 휘발성 유기화합물과 포름알데히드 등의 방출량보다 주거건물의 신축 시 내부에 설치되는 내장가구류와 사람들의 실내 거주가 시작되는 시점에서부터 실내에 유입되는 전기·

[†] Corresponding author

Tel.: +82-31-750-5460; fax: +82-31-750-5314

E-mail address: dwyoon@kyungwon.ac.kr

전자제품에서의 오염물질이 더 많이 방출될 가능성이 있다는 문제가 제기되고 있어, 이에 대한 관리규제에 대한 필요성이 요구되고 있다.

“생활제품에서 방출되는 오염물질 현황 및 관리방안 연구”⁽¹⁾결과에 따르면 가구 및 전기·전자제품 등에서 방출되는 유해화학물질도 재실자의 건강에 치명적인 영향을 줄 수도 있는 발암성이 높은 오염물질 등이 높은 농도로 검출되고 있는 것으로 나타났다.

이와 같이 실내에서 사용되어지는 전기·전자제품에서 방출되는 유해화학물질의 유형 및 특성과 실내 공간에 미치는 영향에 대한 분석을 실시하고, 이에 대한 합리적인 저감대책을 수립이 절실히 요구된다.

현재 국내에 친환경건축자재 품질인증에 대한 시험법과 인증등급이 시행되고 있으나, 전기·전자제품에 대한 오염물질 방출량 평가 및 인증방법에 대한 연구 및 기준 정립이 시급한 실정이다.

미국 및 유럽 등에서 운영되고 있는 Green Guard, Blue Angel 등의 친환경제품 인증제도에서는 오염물질 방출농도 측정챔버를 이용하여 각종 생활제품 등에서의 오염물질 방출량 평가방법 및 기준치의 제시 등을 통하여 유해 화학물질에 대한 허용방출 수준을 제시하고 있으며, 일본의 전자정보기술산업회(JEITA)에서는 컴퓨터에 대한 VOCs의 가이드라인을, 독일의 BAM에서는 복사기 및 프린터에 대한 VOCs, 오존, 분진 등의 방출농도에 대한 가이드라인을 제시하고 있다.

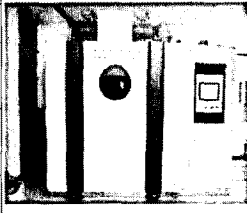
이와 같이 주요 선진국에서는 실내에서 사용되는 전반적인 제품 및 재료에 대한 오염물질 방출 시험법과 기준농도에 대한 평가 및 규제가 이루어지고 있는 가운데 세계적인 경쟁력과 기술력을 갖고 있는 우리나라의 전기·전자제품에 대한 보호 및 육성에 있어서 국내뿐만 아니라 국제적으로 통용되는 제품의 친환경평가에 대한 방법 및 관리방안에 대한 연구가 필요하다.

1.2 연구의 방법 및 절차

본 연구는 거주공간에서 사용되는 전기·전자제품에서 방출되는 유해화학물질인 휘발성 유기화합물과 포름알데히드에 대한 방출량 측정과 미국의 Green Guard와 독일의 Blue Angel의 평가방법 및 인증제도와 통용할 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

전기·전자 제품에서 방출되는 유해화학물질을 측정하고자 본 연구에서는 미국의 Green Guard와 독

Table 1 Emission test chamber spec

Temperature	25 ± 1 °C		
Humidity	50 ± 5%		
Ventilation rate	1.0 hr ⁻¹		
Back ground concentration	TVOC	below 20 µg/m ³	
	HCHO	below 5 µg/m ³	

일의 Blue Angel 그리고 국제적으로 통용되고 있는 오염물질 방출측정챔버를 사용하였으며, 오염물질 방출 측정챔버에 대한 사양은 ISO 28360에 기술되어있는 챔버사양과 신뢰도에 적합하도록 제작된 내부체적 5 m³의 챔버이다.

2. 연구 방법

2.1 측정조건

오염물질 방출측정 챔버의 시험방법은 오염물질 방출 측정챔버와 시험제품의 준비단계, 제품의 종류에 따른 채취단계, 결과의 분석 및 평가단계로 구분되며, 시험결과의 오차를 최소화하기 위해서는 시험제품의 보관 및 관리를 철저히 하고, 챔버에 공급되는 공기의 청정도가 기준치 이하로 유지될 수 있도록 하여야 한다.

본 연구에서는 휘발성 유기화합물의 포집은 Tenax-TA, 포름알데히드의 포집에는 DNPH 카트리지를 사용하였으며, 측정결과에 대한 분석은 GC/MS(Varian saturn2200)와 LC(Varian prostar)를 사용하여 분석하였다.

2.2 시험대상의 전기·전자제품 선정방법

시험대상 전기·전자제품의 선정에 있어서 Table 2 과 Table 3에 보는 바와 같이 주요 가전제품의 수출과 수입현황, 생산 현황을 고려하였으며, 그 품목 중 TV 제품군이 많은 부분을 차지 하고 있는 것을 알 수 있다. 이에 본 연구에서는 주요 가전제품군 중 시장성과 일반 주거실내공간에서 사용시간과 보유상황을 고려하여 주로 사용되고 있는 제품을 고려하여 TV 제품 5 종류를 선택하였으며, 선택된 TV 제품은 판매시장의 선호도 및 판매량을 조사하여 선택한 것이다.

Table 2 Home Appliance import and export
(a number in the one million dollars)

	2007	2007 3/4	2007 4/4	2008 3/4	2008 4/4
Export	13,433	3,427	3,526	3,526	2,278
Import	4,548	1,079	1,254	1,166	1,074

Table 3 Home appliance production status
(a number in the 1,000 million won)

	2007	2007 4/4	2008 4/4
Color TV	13,015	3,107	2,428
D-LCD	2,708	419	473
D-PDP	1,561	253	239
Color TV part	7,976	2,310	1,634
etc.	8,972	2,449	2,421

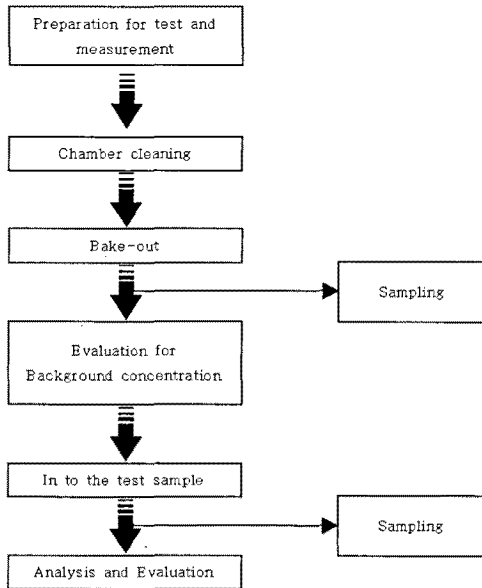


Fig. 1 Flow chart for emission test chamber.

3 측정 결과 및 평가기준의 제안

3.1 TV 제품의 오염물질 방출특성 결과

TV에서의 휘발성 유기화합물과 포름알데히드의 방출농도를 측정하기위해 제품의 작동특성에 따라

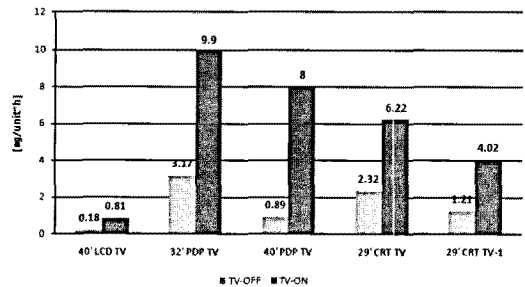


Fig. 2 TVOC concentration from home appliance using 5 m³ chamber.

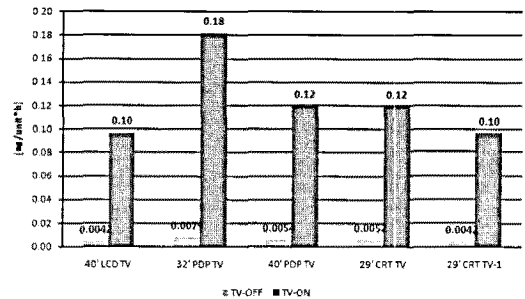


Fig. 3 HCHO concentration from home appliance using 5m³ chamber.

TV 제품을 오염물질 방출 측정챔버에 거취 시킨 후 1시간이 경과한 시점부터 전원을 ON하여 화면이 영사되는 상태에서 측정하였으며, 이후 2시간에 1 번씩 총 5회 샘플링하여 마지막 샘플링 결과를 측정결과로 사용하였다.

Fig. 2와 Fig. 3은 5 m³의 오염물질 방출농도 측정 챔버를 사용하여 TV 제품군에서 방출되는 TVOC와 포름알데히드의 시간당 환기횟수 1회에서의 제품 1대당 방출량이다.

측정결과 대상 TV 제품 중 PDP TV 제품이 가장 높게 방출되는 것으로 나타났으며, 32인치 PDP TV가 9.9 mg/unit · hr 로, 40인치 PDP TV는 8 mg/unit · hr 로, LCD TV에 비해 약 8~10배 정도의 높은 방출량을 나타내었다. 포름알데히드의 경우에는 32인치 PDP TV가 0.188 mg/unit · hr의 농도로 가장 높게 검출되었다.

3.2 TV 제품의 방출오염물질 평가기준 도출방법

본 연구의 방법은 오염물질 방출농도 측정챔버에서 측정된 시험대상 제품에 대한 실험결과와 미국

의 Green Guard Certification, 독일의 Blue Angel, 국내의 친환경건축자재 인증평가인 기준안을 기초로 하여 전기·전자 제품 중 TV 제품군에 대한 오염물질 방출농도 평가방법 및 방출농도에 대한 기준을 도출하고자 한다.

Table 4와 Table 5는 미국의 Green Guard와 독일의 Blue Angel에서의 건축내·외장재, 각종 생활

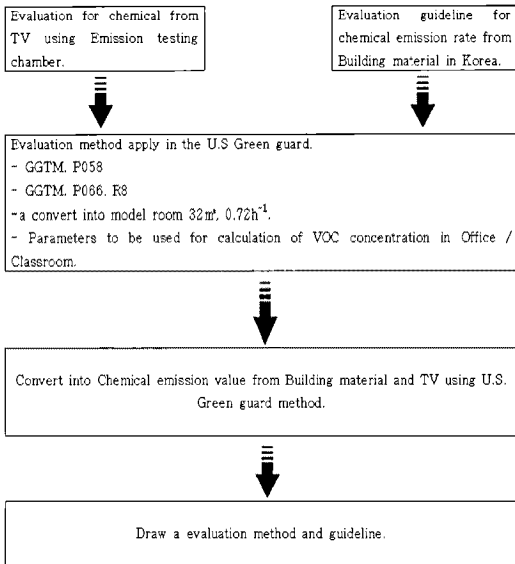


Fig. 4 Evaluation methods for chemical emission form TV.

Table 4 Green guard and blue angel certification(Hard-copy)

Blue angel and green-guard acceptable iaq criteria		
Emitted substance	Emission rate[mg/hr]	Room concentration [mg/m³]
TVOC	18	≤ 0.8
Benzene	0.05	≤ 0.002
Styrene	1.8	≤ 0.08
Ozone	3	≤ 0.13
Total Dust	4	≤ 0.16
Additional criteria for Green-guard certification		
Formaldehyde	1.2	≤ 0.05
Individual VOCs	-	≤ 0.1 TLV
Respirable particles(PM10)	-	≤ 0.15 mg/m³

용품에서 방출되는 유해화학물질에 대한 방출농도 기준에 대한 것이며, 이를 참조 하여 본 연구에서 5 m³의 오염물질 방출농도 측정챔버를 사용하여 실험 측정된 TV 제품에서 방출되는 유해화학물질의 방출농도를 적용시켰다.

Green Guard에서 평가하는 방법은 32 m³의 모델룸과 시간당 환기량 0.72회를 적용하여 실내에서의 농도로 환산하였고, 이를 평가기준에 포함시켰다.

$$C_{st} = \frac{E}{N \cdot V} \quad (1)$$

오염물질 방출농도 측정챔버에서 측정된 TV 제품의 휘발성 유기화합물과 포름알데히드의 농도 값을 실내공간에서의 방출농도를 예측하기 위하여 32 m³의 모델룸을 적용시킨 식(1)을 사용하여 TV 제품이 실내사용 시 방출되는 오염물질 방출농도를 예측하였다.

Table 6은 건축내·외장재, 각종 용품 등이 32 m³

Table 5 Green Guard Certification

	Insulation, Wall coverings, Flooring, Paints and Coatings, General Construction Material-s, Adhesives/Sealants, Ceiling Systems, Doors, Air Filters, Textiles, Visual Display Products, Window Treatment, Workstation, Casegood systems, and Movable Walls	OEM Materials, Surfacing Materials, Bedding, Seating, Individual Casegoods, Table, Workstation Components
Individual VOCs	≤ 0.1 TLV	≤ 0.1 TLV
Formaldehyde	≤ 0.05 ppm	≤ 0.025 ppm
4-Phenycyclohexene	≤ 0.0065 mg/m³	≤ 0.0033 mg/m³
Styrene	≤ 0.07 mg/m³	≤ 0.035 mg/m³
Total VOCs	≤ 0.5 mg/m³	≤ 0.25 mg/m³
Total Aldehydes	≤ 0.1 ppm	≤ 0.05 ppm
Respirable Particles	≤ 0.05 mg/m³	≤ 0.05 mg/m³

의 모델룸에서의 점유하고 있는 면적 및 수량을 나타낸 것이다.

Table 6의 데이터를 이용하여 국내 친환경 건축 자재 인증제도에 적용되고 있는 바닥재, 접착제, 페인트 등의 등급별 기준농도를 각 항목에 적용하여, 환산된 수치를 나타낸 것이 Table 7이다. Table 7의 수치를 통하여, 32 m³의 모델룸에서의 국내 친환경 건축자재의 등급별 실내공간에서의 TVOC의 방출량을 유추하여 볼 수가 있다.

Table 6 Parameters to be used for calculation of VOC concentration in Indoor

parameter	unit of Measure	Office Model	Class room
Room Volume	m ³	32	231
Air change Rate	hr-1	0.72	0.9
Area Loading by Application			
Floor/Ceiling	m ²	13.1	89.2
Wallcoverings/ Paint	m ²	28.1	94.6
Thermal Insulation, Wall	m ²	28.1	94.6
Thermal Insulation, Ceiling	m ²	13.1	89.2
Desk/Seating	Unit	NA	27
Shelving/Bookcase/ Counter Tops	m ²	20	7.81
Mill work(Door)	m ² /Unit	1.89/1	1.89/1
Wallbase(10 in) School(4 in) Office	m ²	2.7	9.68
Teacher's Desk/ Chair	Unit	NA	1
Window Treatments	m ²	4.1	4.46
HVAC Duct Material	m ²	5.5	39.1
Desk(Work)surface Area	m ²	3.2	12.3
Tackboards/ markerboards	m ²	3.0	9.9
Office Furniture Workstation or System Unit	Unit	1	NA
Casegood, freestanding large product	Unit	1	NA
Office Seating	Unit	1	NA

이러한 실험 결과와 모델룸의 환산식의 근거하여 본 연구에서 측정된 TV 제품에서의 TVOC와 포름알데히드, 개별 VOC 농도를 적용하여 TV 제품의 오염물질 방출농도에 대한 기준을 설정하는 데이터로 활용하였다.

실내공기질에 대한 기준치에 대한 설정은 Table 8과 Table 9에서 제시하고 있는 각 화학물질별 기준농도를 참조하여, 본 연구에서 제시하고자 하는 TV 제품군에서 방출되는 유해화학물질의 방출농도 및 방출량에 대한 자료로 활용하였다.

Table 10과 Table 11은 TV 제품에서 방출되는 유해화학물질의 방출량을 측정하기 위해 5 m³의 오염

Table 7 Conversion concentration for TVOC grading in Korea from Building material using Green guard parameters in Indoor

mg/m ³	Best	Excellent	Good
Floor	≤ 0.06	≤ 0.11	≤ 0.23
Ceiling	≤ 0.14	≤ 0.28	≤ 0.85
Wall covering	≤ 0.12	≤ 0.24	≤ 0.49
Paint	≤ 0.12	≤ 0.24	≤ 0.49

Table 8 All chronic inhalation Reference Exposure Level(RELs) adopted by Cal/EPA OEHHA as of August 2008

Substance (CAS #)	Listed in CAPCO A-1993	Chronic inhalation REL (μg/m ³)	Hazard index Target(s)	Human Data
Benzene (71-43-2)	☑	60	Hematopoietic system; development; nervous system	☑
Ethylbenzene (100-41-4)		2000	Development; alimentary system; kidney; endocrine system	
Styrene (100-42-5)	☑	900	Nervous system	☑
Xylenes (m-, o-, p-)	☑	700	Nervous system; respiratory system	☑
Formaldehyde (500-00-0)	☑	3	Respiratory system; eyes	☑

Table 9 The guideline values for Indoor(WHO Regional office for Europe)

Chemicals	Guideline value($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Year
Formaldehyde	100	1997
Toluene	260	2000
Xylene	870	2000
Ethylbenzene	3800	2000
Styrene	220	2000
TVOC	Tentative target value : 400	2000

Table 10 Conversion concentration for emitted TVOC from TV products

mg/m ³	Best	Excellent	Good
40' LCD TV	0.04		
40' PDP TV			0.35
32' PDP TV			0.43
29' CRT TV			0.27
29' CRT TV -1		0.17	

Table 11 Conversion concentration for emitted HCHO from TV products

mg/m ³	Best	Excellent	Good
40' LCD TV	0.00		
40' PDP TV	0.01		
32' PDP TV	0.01		
29' CRT TV	0.01		
29' CRT TV -1	0.00		

물질 방출농도 측정챔버를 통해 얻어진 결과 값을 미국의 Green Guard의 평가기준에서 사용하는 각각의 건축 내·외장재 및 생활용품에서 발생하는 유기화합물질의 방출량을 실내거주공간에서의 유기화합물질 방출량으로 환산하는 32 m³ 모델룸에 대한 오염물질 방출농도로 변환한 결과와 국내 친환경건축자재의 등급별 TVOC와 포름알데히드의 방출기준농도를 환산농도에 적용시켰을 시의 결과이다. 그 결과 대상 시험제품의 TVOC에 대한 32 m³의 모델룸 환산농도는 40인치 LCD TV는 0.004 mg/

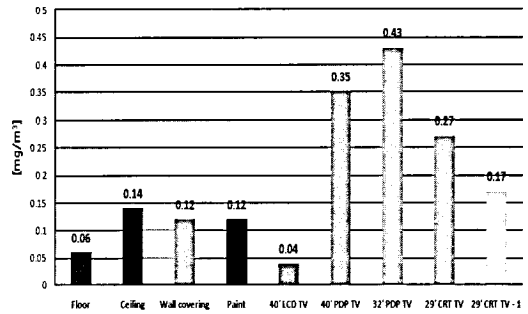


Fig. 5 Conversion concentration for emitted TVOC from TV using 32m³ Indoor (by Green guard modeling indoor).

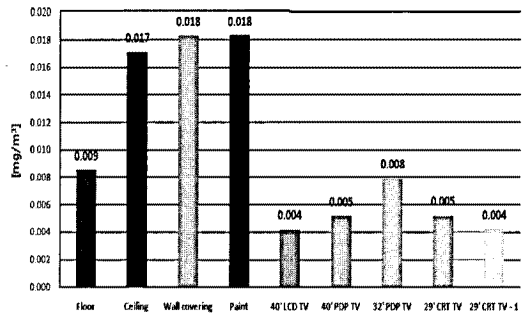


Fig. 6 Conversion concentration for emitted HCHO from TV using 32m³ Indoor (by Green guard modeling indoor).

m³로 최우수등급, 40인치 PDP TV는 0.35 mg/m³, 32인치 PDP TV 0.43 mg/m³로 양호, CRT TV는 0.27 mg/m³, CRT TV-1 0.17 mg/m³은 각각 양호와 우수 등급에 해당되었다. 포름알데히드의 32 m³의 모델룸 환산농도에서는 모두 최우수 등급에 포함되는 것으로 나타났다.

Fig. 5와 Fig. 6은 5 m³의 오염물질 방출농도 측정 챔버를 사용하여 얻어진 TV 제품에서의 TVOC와 포름알데히드의 방출농도를 Green guard의 32 m³ 모델룸 환산한 결과와 국내 친환경 건축자재의 평가기준 중 최우수에 해당되는 방출농도를 Table 6에 해당되는 부분에 적용시켜 환산한 방출농도를 나타낸 것이다.

그 결과, TVOC의 방출농도에서는 40인치 LCD TV를 제외하고는 PDP TV, CRT TV 모두 건축자재보다 높은 방출농도를 나타냈다. 포름알데히드의 방출농도에서는 TV 제품보다 건축자재에서 최대 4배정도 높은 방출농도를 나타냈다.

4. TV 제품의 방출오염물질 평가기준 제시

4.1 TV 제품의 실내방출 오염물질 평가기준

Table 12의 평가기준안은 5 m³의 오염물질 방출 농도 측정챔버를 사용하여 측정한 TV 제품에서의 TVOC와 포름알데히드, 개별 VOC의 측정값을 미국의 Green guard에서 제시한 32 m³의 모델룸 환산 농도로 변환한 측정치이다.

이렇게 변환된 측정치를 근거로 하여, 미국의 EPA와 캘리포니아 주의 OEHHA(Office of Environmental Health Hazard Assessment)에서 제시하는 RELs(Reference Exposure Levels)를 적용하였다.

이러한 방법은 미국의 Green guard에서도 실내에서 사용되는 제품에서 방출되는 유해화학물질에 대한 기준치를 적용할 때 사용되고 있다.

TV 제품이 주로 사용되어지는 주거공간의 재실자의 연령층이 성인과 노약자가 함께 거주하는 상황이므로, RELs에서 지시하는 유해물질의 농도 값을 1/2로 적용하여, TV 제품에서의 오염물질 방출농도 및 방출량에 대한 기준치 산정기준으로 삼았다.

Fig. 7과 Fig. 8은 본 연구에서 측정한 TV 제품에서 방출되는 유해화학물질의 농도에 대한 결과와 국

내 친환경건축자재의 평가기준 중 최우수 등급에 해당되는 건축자재의 방출농도를 미국의 Green guard의 32 m³ 모델룸 환산농도를 비교·평가한 것이다.

각각의 기준 값은 RELs에서의 TVOC 값과 포름알데히드 값의 1/2를 각 제품에 대한 기준 값으로 설정하였다.

TVOC에 대한 방출농도 기준치를 0.22 mg/m³로 설정하였을 시 최우수 등급의 바닥재와 접착제, 벽지, 페인트의 건축자재는 기준치를 만족하였으며, TV 제품에서는 LCD TV와 CRT TV의 2개 제품만 기준치를 만족하였다.

포름알데히드의 방출농도 기준안에서는 최상급 등급의 친환경 건축내·외장재는 2~4배정도 초과하였으며, TV 제품에서는 TVOC와 동일하게 LCD TV와 CRT TV를 제외한 나머지 제품들이 기준치를 초과하였다.

이 결과 본 연구에서 측정된 TV 제품에서의 TVOC와 포름알데히드의 방출농도는 본 연구에서 제안한 기준치를 60%를 초과하였다. 또한, 국내에서 시행

Table 12 The guideline values of emitted chemical concentration from TV products

The guideline values of emitted chemical concentration from TV product		
Emitted Substance	Emission rate(mg/hr)	Room Concentration (mg/m ³)
TVOC	5	≤ 0.22
Toluene	3.456	≤ 0.15
Benzene	0.368	≤ 0.016
Styrene	10	≤ 0.45
Xylenes	16	≤ 0.7
Ethylbenzene	23	≤ 1
Formaldehyde	0.1037	≤ 0.0045

- Evaluation guideline for chemical emission rate from Building material in Korea.
- GGTM. P058
- GGTM. P066, R8
- model room 32 m³, 0.72 hr⁻¹.
- Green Guard. Parameters to be used for calculation of VOC concentration in Office/Classroom.

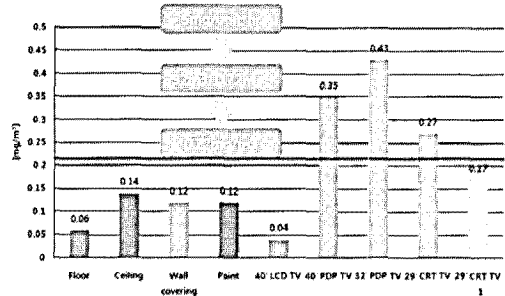


Fig. 7 The guideline values of TVOC concentration from Building material and TV products in Indoor.

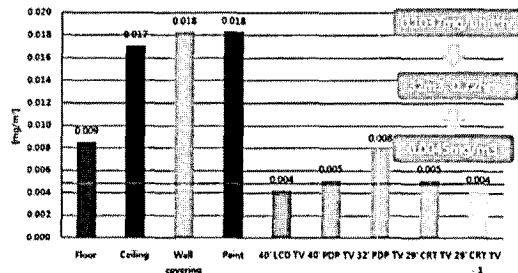


Fig. 8 The guideline values of HCHO concentration from Building material and TV products in Indoor.

되고 있는 친환경 건축자재 인증제도에 따른 최상급자재에서의 포름알데히드 방출농도는 본 연구에서 제안된 기준치의 2~4배정도 높은 것으로 친환경 건축자재 인증등급에 따른 기준치의 조정과 연구가 필요하다고 판단되어진다.

Fig. 9는 TV 제품에서 방출되는 유해화학물질 중 Benzene의 실내공간에서의 방출농도 또는 측정 대상제품 1대에서 1시간 당 방출농도의 기준치와 측정 제품의 Benzene의 방출량을 나타낸 것이다.

실내공간에서의 방출농도 기준치는 0.03 mg/m³, 측정 대상제품 1대의 방출농도 기준치는 0.691 mg/unit · hr로 설정하였다. Benzene의 기준치 초과율은 0%로 측정되었다.

Fig. 10은 TV 제품에서의 Toluene 방출량에 대한 5 m³의 오염물질 방출농도 측정챔버의 측정결과와 본 연구에서 제안하는 Toluene의 방출농도 및 방출량 기준치를 나타낸 것이다.

실내공간에서 TV 제품의 Toluene 방출기준량은 0.15 mg/m³로 설정하였으며, 제품 1대당 1시간 동안의 방출기준량은 3.456 mg/unit · hr로 설정하였다.

측정결과 TV 제품 중 PDP TV 제품을 제외한다면 나머지 TV 제품들이 기준치보다 적은 방출량을 나

타내었으며, TV 제품의 Toluene 방출기준치의 초과율은 20%로 측정되었다.

Fig. 11은 TV 제품에서의 Ethylbenzene 실내방출량 및 제품 1대당 1시간 동안의 방출기준량을 설정하여, 본 연구에서 측정된 수치를 적용한 것이다. Ethylbenzene의 실내방출량의 기준치를 1 mg/m³로 설정하였을 시에, TV 제품 가운데 기준치를 초과한 제품은 0%였다.

Fig. 12는 TV 제품에서 방출되는 개별 VOC 중 Styrene의 실내공간에서의 방출량에 대한 기준치를 설정하여, 본 연구에서 5 m³의 오염물질 방출농도 측정챔버에서 측정된 값을 적용한 것이다.

실내공간에서의 Styrene의 방출량 기준치를 0.45 mg/m³로 설정하였으며, 그 결과 TV 제품에서 방출되는 Styrene의 방출량은 기준을 초과한 것이 없었다.

Fig. 13은 실내공간에서의 Xylene의 방출량 기준치를 설정하여, 5 m³의 오염물질 방출농도 측정챔버에서 측정된 값을 적용하였을 시의 그 결과이다.

Xylene의 실내 방출량 기준치를 0.7 mg/m³로 설정했을 때에 TV 제품에서의 Xylene의 방출량은 기준치를 초과한 제품은 0%였다.

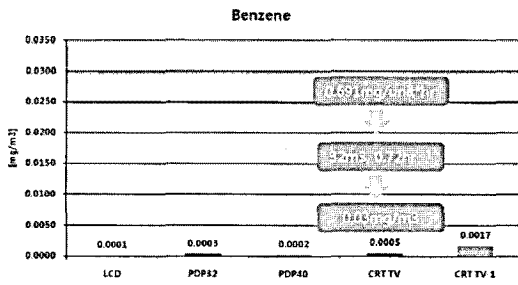


Fig. 9 The guideline values of individual VOC concentration from TV products-Benzene.

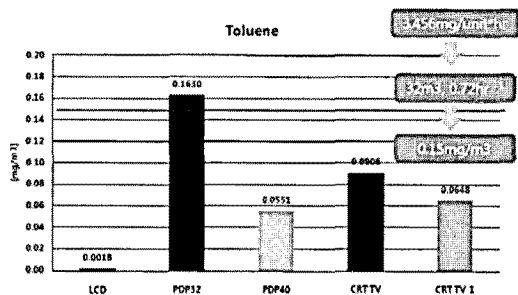


Fig. 10 The guideline values of individual VOC concentration from TV products-Toluene.

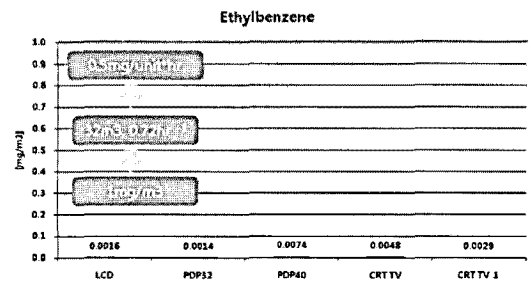


Fig. 11 The guideline values of individual VOC concentration from TV products-Ethylbenzene.

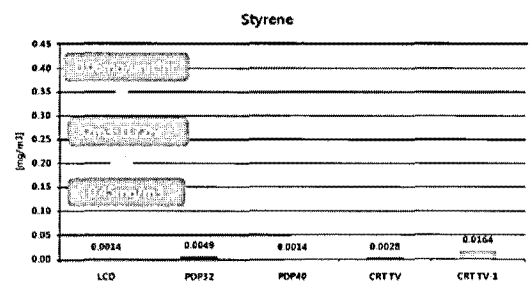


Fig. 12 The guideline values of individual VOC concentration from TV products-Styrene.

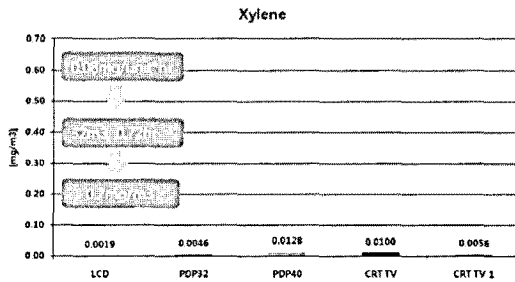


Fig. 13 The guideline values of individual VOC concentration from TV products-Xylene.

5. 결 론

현재 실내공기질에 대한 관심과 연구가 증가되는 시점에서 수년 동안 실내공간에서 사용되어지는 건축내·외장재에 대한 연구가 진행되어왔으며, 이와 동시에 친환경건축자재 인증제도를 통하여 실내공기질 향상에 많은 발전을 기여해왔다.

하지만 여전히 실내공기질에 대한 명쾌한 해결방안이 제시되고 있지 않은 것 또한 현실이다.

제실공간에 대한 환기장치의 설치와 Bake out 방법을 통한 실내공기질에 대한 개선의 노력이 이루어지고 있음에도 불구하고, 재실자의 거주기간동안의 실내공기질의 향상은 노력에 비해 크게 향상되지 않고 있다고 판단되어진다.

이러한 상황은 현재 실내공기질을 측정하고 공고하는 신축공동주택의 경우, 측정시점 이후에 재실자들이 발생하며, 이 재실자들과 함께 실내공간 안으로 유해화학물질 등을 방출하는 가구류, 전기·전자제품 등의 각종 생활용품들이 유입되고 있기 때문이다.

신축공동주택의 경우 입주 전 실내공기질 측정을 통하여, 건축내·외장재의 친환경제품의 사용을 통한 실내공기질 개선도 중요한 요소이지만, 재실자의 거주시점부터 실내공간으로 유입되는 가구류, 전기·전자제품 등의 각종 생활용품들에 대한 친환경성능평가측, 각 제품에 대한 유해화학물질 방출농도를 측정하고, 이를 관리할 기준에 대한 설정이 매우 요구된다.

이러한 요구와 필요에 의해 본 연구에서는 5m³의 오염물질 방출농도 측정챔버를 사용하여, 전기·전자제품의 일반가전 제품 중 가장 일반적이고 보유와 사용시간이 많은 TV 제품에 대한 유해화학물질 방출농도를 측정하였다.

이 측정값을 바탕으로 미국의 Green guard와 독일의 Blue Angel의 인증제도, 국내 친환경건축자재

인증 제도를 적용하여 아직 설정되어 있지 않는 전기·전자 제품 중 TV 제품군에서 방출되는 유해화학물질에 대한 방출농도기준을 삼고자 하였다.

- (1) TV 제품에 대한 유해화학물질 방출농도 및 방출량의 허용기준치를 설정하기 위해 국내 친환경건축인증제도의 등급별 기준값과 미국의 Green guard와 독일의 Blue Angel에서 인증, 시행하고 있는 각 제품별 평가방법을 적용 및 비교, 평가하였다.
- (2) 미국의 EPA(Environmental Protection Agency)와 캘리포니아 주의 OEHHA(Office of Environmental Health Hazard Assessment)에서 제시하는 RELs(Reference Exposure Levels)를 적용하여, TV 제품에서 방출되는 TVOC와 포름알데히드, 개별 VOC의 기준치를 산정하였다.
- (3) 본 연구에서 제시한 방법으로 국내에서 시행되고 있는 친환경건축자재의 인증평가 기준농도를 대상으로 32m³, 시간당 환기횟수 0.72회의 모델룸에 적용하여 평가한 결과, 국내 최상급 등급의 건축자재에서 방출되는 TVOC의 방출량은 기준치에 적합하였으나, 포름알데히드의 방출량에서는 본 연구에서 제안한 기준치의 약 2~4배정도의 높은 방출량을 나타내었다.
- (4) 본 연구에서 제안한 TV 제품의 평가방법과 유해화학물질 실내방출량 및 농도 기준치를 현재 국내에서 생산 및 판매되고 있는 TV 제품 중 본 연구에서 사용한 PDP TV 2대와 CRT TV 1대의 TVOC와 포름알데히드의 농도가 40인치 PDP TV의 TVOC 값이 0.25 mg/m³, 포름알데히드 값이 0.005 mg/m³, 32인치 PDP TV의 TVOC와 포름알데히드 값이 0.43 mg/m³, 0.008 mg/m³, CRT TV의 TVOC와 포름알데히드의 값이 0.27 mg/m³, 0.005 mg/m³로 실내공간에서의 TVOC와 포름알데히드 기준 방출량 0.22 mg/m³과 0.0045 mg/m³를 초과하였다.
- (5) TV 제품군의 개별 VOC에 대한 기준치로 Toluene(0.15 mg/m³), Benzene(0.03 mg/m³), Styrene(0.45 mg/m³), Ethylbenzene(1 mg/m³), Xylene(0.7 mg/m³)으로 설정하였으며, 그 결과 32인치 PDP TV에서만 Toluene의 기준치를 초과하였다. 그 외에 제품들은 모두 개별 VOC에 대한 기준치 이하로 측정되었다.
- (6) 본 연구결과 최근 실내공기질 평가에 있어 개

별 VOC에 대한 평가로 많이 진행되어지고 있으나, 개별 VOC와 별도로 TVOC에 대한 기준치를 적용이 필요할 것이라 판단되어진다. 개별 VOC의 기준치는 통과하나, TVOC의 기준치에는 초과하는 제품들을 고려할 때, 향후 TV 제품군의 오염물질 방출농도 및 방출량 평가기준에 있어서는 개별 VOC와 TVOC가 모두 사용되어야 할 것이다.

실내공간에서 많이 차지하고 있는 것은 건축자재가 분명하나 가전제품 또한 실내에 필수요소로써 유입되고 사용되어지고 있는 만큼 이에 대한 관련 기준이나 평가방법에 있어서 본 연구의 결과가 기초가 될 수 있는 방안으로 본 연구의 목적을 제시하고자 한다.

후 기

“이 논문은 2009년 정부(환경부)의 재원으로 한국산업환경기술원의 지원을 받아 수행된 연구임”(2009-013-081-060).

참고문헌

1. Korea, Mistry of Evironment. 2006. The characteristics of the pollutants emitted from House material.
2. Korea, Mistry of Evironment. NIER. 2007, The characteristics of the pollutants emitted from consumer products.
3. Korea, Mistry of Evironment. 2009, Development of emission test large chamber system measurement for pollutants emitted from home appliance.
4. U.S Green guard. 2008, Standard method for measuring and evaluating chemical emissions from building materials, finishes and furnishings using dynamic environmental chamber, GGTM.P066.R88
5. U. S Green guard. 2009, Method for measuring chemical and particle emissions from office equipment(hardcopy devices) using dynamic environmental chamber, GGTM.P058.
6. U. S, California December 18, 2008, All OEHHA acute, 8-hour and chronic Reference Exposure Levels(chRELS).
7. Blue Angel. 2006, Basic Criteria for Award of the Environmental Label : Office Equipment with printing Function.
8. ISO/IEC 28360. Information technology-Office Equipment-Determination of Chemical emission rates from Electronic Equipment.
9. ASTM D 5116. Standard guide for small scale environmental chamber determinations of organic emissions from indoor materials/products.