



실내장식물 인테리어 마감재의 연소특성에 관한 연구

조광현 · †이봉우 · 윤명오*

한국소방산업기술원, *서울시립대학교 건축공학과
(2019년 3월 19일 접수, 2019년 8월 8일, 2019년 8월 9일 채택)

A Study on Combustion Characteristics of Finishing Materials in Interior Decoration

Kwang-Hyun Cho · †Bong-Woo Lee · Mung-Oh Yun*

Korea Fire Institute, Yongin, Korea

*University of Seoul, Korea

(Received April 25, 2019; Revised July 8, 2019; Accepted July 17, 2019)

요약

실내장식물 인테리어 마감재에 대한 연소특성과 위험성을 ISO 5660-1 기준의 콘칼로리미터 장비와 ISO-TR-9122기준 FT-IR장비로 시험하였다. 콘칼로리미터 시험결과 바닥마감재 중 타일카펫(FF3)가 총방출열량(THR)이 74.6mj/m²로 가장 높아 위험도가 크고, 최대 열방출률(PHRR)은 타일카펫(FF1)가 726kW/m²로 연소가 쉽게 나타났다. FT-IR시험결과 CO, CO₂ 비는 타일카펫 (FF2, FF3) 5.996, 5.171 PPM 보다 롤카펫(FF1)가 8.146 PPM 으로 높아 독성 위험성이 큰 카펫임을 알 수 있었다. 벽마감재의 경우 MDF합판(WF3)가 총방출열량(THR) 86.7mj/m², 위험도가 크고 최대 열방출률(PHRR) 384kW/m²으로 착화가 쉽고, 독성지수도 5.5로 높게 나타났다. CO, CO₂의 비는 1.340~8,596 PPM으로 재료에 따라 많은 차이가 있지만 폴리에스터섬유판(WF4)이 8,596PPM으로 독성이 가장 높았다.

Abstract - The Interior finishing materials tried to evaluate the combustion characteristics and the dangerous characteristic of Floor finish and Wall finish. We often use, conducting the experiment ISO 5660-1, Cone Calorimeter method, and ISO-TR-9122 FT-IR. According to the result of Cone calorimeter experiment,

the tile carpet FF3 of Floor material had the highest THR 74.6 mj/m² because of the highest risk, and the PHRR of FF1 was 726 kW/m², which was easy to bum. As a result FT-IR test, The CO, CO₂ ratio was 8,146 PPM for roll carpet FF1 than tile carpet FF2, FF3 5,996, 5,171 PPM, which was a carpet with a high toxicity risk. In the case of wall finishes, The MDF plate(WF3) was THR 86.7 mj/m² with a high risk, PHRR 384 kW/m² was easy to ignite and toxicity index was 5.5. The CO, CO₂ ratio was 1,340 ~8,596 PPM, But the WF4 was the most toxic with 8,596 PPM.

Key words : Interior Materials, Combustion Characteristics, Total Heat Release, Gas Toxicity, Carbon Oxide

1. 서론

최근 경제성장과 산업의 발달은 사회구조의

다양화를 가져 왔으며, 건축물의 형태도 고층화, 대형화 및 복합 용도화 되어 다양한 건축물을 구성하고 있다. 이 중 실내장식물도 다양한 기술의 발전과 더불어 큰 변화를 가져왔고 사용하는 종류도 다양해지고 있다. 실내장식물의 고급화와 다양화는 생활환경에 편리함과

†Corresponding author:lee@kfi.or.kr

Copyright © 2019 by The Korean Institute of Gas

안락함 등 많은 개선을 가져왔지만 실내장식물에 사용되는 장식물은 화재의 위험성이 높아, 화재시 높은 열량, 연기 및 유독가스를 방출함으로써 인명 피해, 재산 피해를 초래하고 있다. 과거에는 화재에 의한 인명 피해가 열에 의한 화상이 대부분이었지만 근래에는 화재시 발생하는 다양한 유독가스 피해로 사망하는 경우가 더욱 증가하고 있는 실정이다.

최근 선진국에서는 화재로 인한 인명피해를 최소화하기 위하여 유독성분에 대한 정량적 측정방법을 ASTM, ISO, EN 등으로 기준화하여 적용하고 있다¹⁾. 영국 등 유럽에서는 각 국에서 전문가 그룹을 구성하여 1996년부터 FIRE-STARR 등의 중장기 프로젝트를 수행하고 있다. 또한, 최근에는 철도, 해상 운송규칙의 화재안전 기준으로 통합하고 있으며, 특히 연소가스의 정량적 독성 평가 방법을 표준화하고 있다.

국내 건축법에서는 출화·화염확대방지 및 피난안전을 도모하기 위해 일정규모 이상의 건축물에 사용되는 내부마감재료(건축물 내부의 천장·반자·벽(간막이벽 포함)·기둥 등에 부착되는 마감재료)에 대해서는 불연·준불연재료 및 난연재료를 사용하도록 의무화하고 있다. 내부마감재 적용범위가 모든 실내 마감·장식·치장재 등에 미치지 못하고 건축물 내부의 천장, 반자, 벽 기둥 등에 부착되는 마감재에 한정되어 있어 준공 후 추가적으로 설치되는 실내장식물에 대한 규제가 없는 실정이다²⁾. 하지만 소방관련 법규에서 규정하고 있는 특정소방대상물의 실내장식물 등은 방염대상 물품으로 커튼, 합성수지벽지, 합판, 인테리어 필름, 카펫 등과 실내장식물의 불연 또는 준불연재료를 사용하도록 규정하고 있다^{3, 4)}.

이들 마감재료 대부분은 가연성인 경우가 많아 건축재료 중 특히 실내장식물의 경우 화재 발생시 화재를 확대시키는 주된 원인이 된다. 이들 재료의 연소시 위험성을 결정하는데 고려해야 할 주요소들은 재료의 착화성, 연소성, 재료가 타면서 발생하는 열, 발열속도, 연기발생, 연소가스 발생 등이 있다.

본 연구에서는 건축물의 내장재료의 화재안전성을 향상 시킬 목적으로 국내에서 현재 다중이용시설에 널리 사용되고, 주로 설치되어

있는 대표적인 실내장식물 중 바닥마감재, 벽 마감재로 나누어 시료를 선정하고 콘칼로리미터를 이용하여 연소특성인 최대열방출률 PHRR (Peak Heat Release Rate), 총방출열량THR(Total Heat Release) 및 FT-IR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)을 이용하여 연소가스의 유독성 분석을 통하여 화재위험성 평가의 기초 데이터를 도출 하였다.

II. 시험 개요

본 연구에서는 콘칼로리미터를 이용한 발열량, 총방출열량 등을 KSF- ISO 5660-1 시험방법으로 시험하였고 ISO TR-9122 기준에 의거하여 가스유해성시험을 실행하였다. 콘칼로리미터 시험은 산소소모법에 따라 연소시 발생하는 열은 연소에 필요한 산소의 양에 비례한다는 점을 기초로 산소 1 kg이 소모될 때 13.1 MJ/kg의 열량을 발생한다는 바브라스키 기본 원리에서 산소농도 등을 측정하여 역으로 열방출률을 계산하는 방식이다⁵⁾. 시험 중 HRR, THR, MLR 그리고 일산화탄소(CO) 발생률 등이 수치로 결정되어 진다. 또한 HRR은 다음의 방정식에 따라 다음과 같이 계산 할 수도 있다.

$$\ddot{q}(t) = \frac{\dot{q}(t)}{A_s} \quad (1)$$

$$\dot{q}(t) = \left(\frac{\Delta h_c}{r_0}\right)_{(1.10)} C \sqrt{\frac{\Delta P}{T_c}} \frac{(X_{O_2}^0 - X_{O_2}(t))}{1.105 - 1.5X_{O_2}(t)} \quad (2)$$

여기서, \ddot{q} 는 단위면적당 열방출량(kW/m²), \dot{q} 는 열방출량(kW), A_s 는 처음 노출된 면적(m²), Δh_c 는 연소의 순열(kJ/kg), 1.10은 공기분자 무게 중 산소 비율이다. 그리고 r_0 는 화학양론 산소/연료 질량의 비이다. THR은 HRR곡선의 최대 강도를 최적으로 표현한 수치로 간주되어 진다.

가스유해성시험에서는 ISO- TR- 9122 시험방법은 적외선 분광광도계(FT-IR)을 이용하여 일산화탄소, 이산화탄소, 브롬화수소, 시안화수소, 이산화질소 등을 분석하는 방법이다. 이 방법으로 적외선에 노출된 물질은 대부분 다른

화합물과 쉽게 구별할 수 있으며 일회에 다양한 가스의 정성 및 정량분석이 실시간 가능한 장점을 갖는다.

2.1. 콘칼로리미터 시험

(1) 시험장치 및 시험조건

시험장치는 영국 FTT사의 콘칼로리미터(ISO 5660-FTT Dual Cone) 제품을 사용하였으며 콘 형태의 복사전기히터, 시편의 질량 측정무게측 장치, 시편홀더, 산소분석장치, 유량측정장치를 부착한 배출시스템, 스파크 점화회로, Heat flux meter, 교정용 버너, 데이터 수집 및 분석 시스템들로 구성되어 있다.

콘칼로리미터는 수직 또는 수평으로 방향이 가능한 원추형 전기방열체, 시험체 지지대 등으로 구성되어 있다. 본 시험에서는 콘칼로리미터시험기의 전기 콘히터로 방사열 50 kW/m²로 형성하여 시편을 수평으로 놓은 상태에서 상부면을 가열하고, 열방출률(HRR), 질량감소율(MLR) 등을 측정하였다.

(2) 시편

시험전에 내장재료는 습도 55%, 23℃의 예비 건조하여 상대습도가 5±5% 범위에서 시편질량이 ±3%로 안정화 될 때까지 양생하였고, 100mm×

100mm 인 정사각형으로 제작하여 사용하였다. 시편의 종류 및 특성 등을 Table 1에 나타내었다.

시편은 현재 산업현장에서 인테리어용으로 가장 많이 사용되고 있는 제품인 롤카펫, 커텐, 합판, 합성수지판을 구입하여 시험하였으며 시험조건은 Table 2에 조건하에서 측정하였다.

Table 1. Summary of the interior material

Various example		Materials	Cat
Floor finish	Roll carpet	P.P + Jute	FF1
	Tile carpet	P.P + PVC	FF2
		Nylon + PVC	FF3
Wall finish	Vinyl wallpaper	PVC+ Cotton	WF1
	Interior film	PVC	WF2
	Plywood	MDF	WF3
	Fiber board	Polyester	WF4
	Synthetic resin plate	Melamine resin	WF5

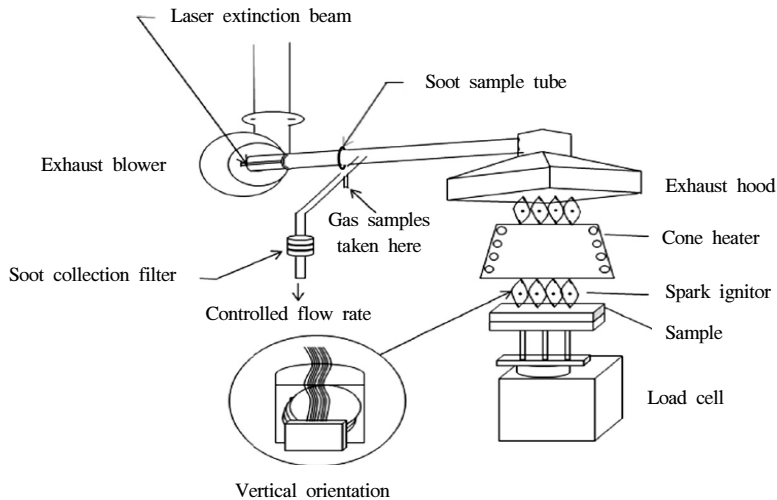


Fig. 1. Cone Calorimeter

Table 2. Experiment condition of Con calorimeter

Test methods	Test conditions
Metrics	Radiant heat, Mass loss, Smoke generation, CO, CO ₂
Heater	Cone heater
Radiation intensity	50 kW/m ²
Heating time	10 min
Specimen size(mm)	100(W)× 100(L)× 50(H) Below
Combustion system	dynamic(flow) system
Discharge flow rate	0.024 m ³ /s± 0.002 m ³ /s

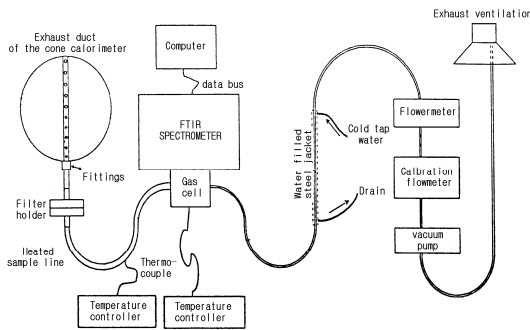


Fig. 2. Schematic of gas Hazard test equipment

2.2. 가스유해성 시험

(1) 시험장치

실험은 콘칼로리미터 시험기에 Nicolet Co FT-IR 분석기를 연결하여 실험시 발생하는 연소가스를 분석하였다. Fig. 2.는 콘칼로리미터를 FT-IR에 연결하여 측정하는 개략도를 나타낸 것이다. 콘칼로리미터에서 FT-IR로 연결시켜주는 샘플링 라인과 가스셀은 가스라인에 가스의 응축을 방지하기 위하여 일정하게 온도 165℃, 압력 12psi로 유지시켜 사용하였다^{6, 7)}.

FT-IR 연소가스 분석방법에 의해 측정된 연소가스들의 위험정도를 상대적으로 비교분석하기 위하여 BS 6853 Annex B의 규정에 의한 계산식을 사용하여 평가하였고,^{8, 9)} 이 규정에서는 독성지수(Toxicity index, R) 허용값을 최대

Table 3. LC50 Value at 30 min Exposure

Div.	CO ₂	HCN	HCl	NOx	HBr	HF	SO ₂	CO
f_x (ppm)	14,000	11	15	7.6	29	4.9	53	280

Table 4. FT-IR combustion gas analysis test conditions

Test methods	Test condition
resolution	0.5cm ⁻¹
spectrum range	4500-650cm ⁻¹
detector	DTGS(Deuterated triglycine sulfate)
path length	10m
temperature of gas cell	165℃
pressure of gas cell	12psi
sampling line	PTFE(inside dia.:3mm, length:4m)
number of scan	8
analysis technique	Classical partialst square

3.6으로 정하고 있다.

$$r_x = c_x / f_x, R = \sum r_x \quad (3)$$

여기에서, c_x 는 가스농도, f_x 는 30분 노출시의 치사농도값, r_x 는 가스에 대한 독성지수(R)이다. 연소가스별 f_x 는 Table 3과 같다.

(2) 시험절차

실험 전 가열된 샘플링 라인과 가스셀에 충분한 시간동안 펌프를 이용하여 질소가스(99.999%)를 흘려 보내 흡착되어있는 휘발성 물질과 잔존하고 있는 가스 및 수분을 배출한다. 이 상태를 3시간 동안 유지하면서 테스트 백그라운드를 찍어보며 잔존가스와 수분 상태를 확인한 후 가스 및 수분이 모두 배출한 후 진공상

Table 5. Range of Toxic gas Spectrum

Gas types	Absorption spectrum range (cm ⁻¹)
CO	2143~2223
CO ₂	3673~3748
HBr	2602~2636
HCl	2794~2824
HCN	0709~0716
NO ₂	2829~2952
SO ₂	1307~1403
C ₃ H ₄ O	1649~1764

태에서 백그라운드를 측정하였다.

연소가스의 샘플링 라인은 1/4인치의 PTFE 관을 사용하며, 수분에 의해 용해되는 가스등의 용해를 방지하기 위하여 샘플링라인과 가스셀은 165℃를 유지한 상태에서 실험하였다¹⁰⁾. 콘칼로리미터에서 연소가스를 채집할 때 그을음(soot)등의 물질을 방지하기 위하여 콘칼로리미터의 연소가스 수집장치 부분과 펌프 앞 부분에 165℃에 견딜 수 있는 내열 필터를 장착하였고 가스셀로 유입되는 연소가스의 압력을 600~700 Psi로 유지한 상태에서 실험하였으며, 본 실험에서 사용한 FT-IR의 연소가스 분석 측정조건은 Table 4과 같다.

이 시험에서 유해가스의 스펙트럼 분석에 이용되는 흡수 스펙트럼 범위는 Table 5와 같다.

III. 시험 결과 및 고찰

3.1 콘칼로리미터 시험

(1) 바닥마감재의 연소 발열특성

바닥마감재의 최대열방출률, 질량감소율, 총 방출열량 등을 Table 6에 나타내었다. 최대열방출률은 화재위험성 평가 등에 활용할 수 있으며, 최대 열방출률(PHRR)은 폴리프로필렌 복합체(PP+Jute)인 롤 카펫(F1)가 726.09 kW/m²로 가장 높았다.

다만 총 방출열량 및 평균 열 방출률 항목에서는 다른 제품에 비해 크지 않은 점과 시험

Table 6. ISO 5660 Test results of floor finish using cone calorimeter

Contents		FF1(Roll)	FF2(Tile)	FF3(Tile)
HRR [kW/m ²]	Maximum	726.09	593.04	376.97
	Reach time[s]	92.00	60.00	66.00
	Average	125.58	155.36	166.32
THR [MJ/m ²]		46.45	71.37	74.61
MLR [g/s]		0.03	0.05	0.07
I.T [s]		19.00	21.00	32.00

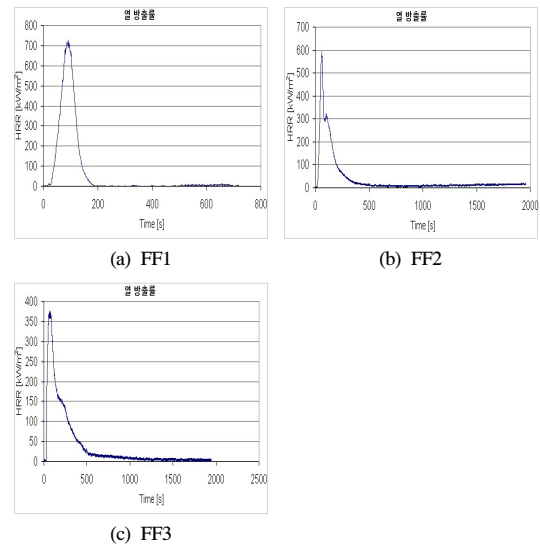


Fig. 3. Peak heat release rate of the nylon based carpets.

중 관찰한 자료에 따르면 이 시편(FF1)이 착화초기 높은 열량을 방출하고 연소 지속시간은 짧은 것임을 알 수 있었다. 구체적으로 보면 복합체의 부원료인 Jute가 PVC보다 순간적으로 초기에 쉽게 연소되어 열방출률이 크게 나타났기 때문인 것으로 판단된다.

Fig. 3. 최대열방출률(PHRR)을 비교할 때 전반적으로 롤카펫(PP)가 타일 카펫(Nylon) 보다 높게 측정되었다.

Table 7. ISO 5660 Test results of wall finish using cone calorimeter

Contents		WF1	WF2	WF3	WF4	WF5
HRR [KW/m ²]	Maximum	344	248	384	632	214
	Reach time[s]	21	19.0	56	84	55
	Average	21.4	46.3	131.8	285.1	92.4
THR [MJ/m ²]		3.8	5.7	86.7	42.7	18.4
MRR [g/s]		0.02	0.03	0.10	0.45	0.06
I.T[s]		16.0	7.0	26	18	52

나일론 소재의 타일카페트(WF3)는 최대 열방출률이 376.97 kW/m² 낮게 측정되었으나 총방출열량 74.61 MJ/m² 및 평균열방출률 166.32 kW/m² 이 가장 높게 나타나 연소의 지속시간이 더 긴 것을 알 수 있다. 착화시간은 제품 구조에 따라 롤 카페트가 타일 카페트 보다 짧아 쉽게 착화됨을 알 수 있다.

구조별 총방출열량(THR)은 WF1 74.61 > WF2 71.37 > 46.35 MJ/m² 순서로써, 타일 카페트(Nylon)가 롤 카페트 보다 높은 것을 알 수 있었다.

(2) 벽 마감재의 연소 발열특성

벽 마감재의 열방출률(HRR), 최대열방출률(PHRR), 총방출열량(THR) 등을 Table 7.과 Fig. 4. 에 나타내었다. 벽마감재는 최대열방출률(PHRR)에서 WF3는 384 kW/m², WF4는 632 kW/m² 으로 높게 나타났고 총방출열량(THR)에서도 WF3는 86.7 MJ/m², WF4는 42.7 MJ/m²로 높은 값을 나타냈다.

재료에 따라 총방출열량(THR)이 3.8~86.7 kW/m²으로, 최대 22배의 차이를 보였다. 합판, 섬유판 등의 일정한 두께를 갖는 판재 형태에 따라서도 실험 결과에 차이를 나타냈다.

착화시간을 보면 WF2가 가장 빠르게 착화되었고, 순서는 WF2(7.0) > WF1(16.0) > WF4(18.0) > WF3(26.0) > WF5(52.0) 순으로서 폴리에스터 소재의 섬유판(WF5)이 52 s로 가장 늦게 착화되었다.

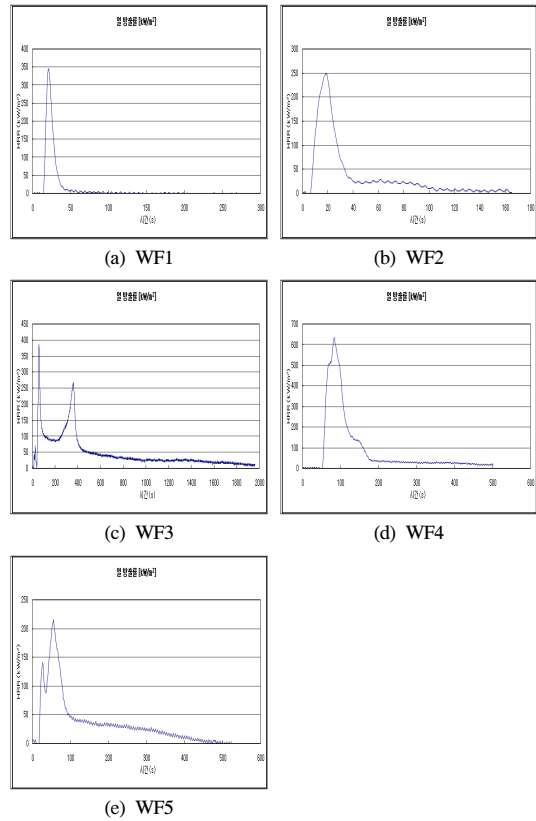


Fig. 4. Peak heat release rate of the PVC based wall finishes.

3.2 FT-IR을 이용한 연소가스 분석

바닥 마감재, 벽 마감재의 연소시 발생하는 유독가스의 농도를 측정하기 위하여 Cone Calorimeter 시험장치에 FT-IR(Fourier Transform Infrared Spectroscopy)를 연결하여 실시간(Real time)으로 연소가스 농도를 측정하였다.

시험은 복사열 50 kW/m² 에 노출된 시편이 연소될 때 발생하는 이산화탄소(CO₂), 일산화탄소(CO), 시안화수소(HCN), 브롬화수소(HBr), 염화수소(HCl), 이산화질소(NO₂), 이산화황(SO₂), 아크로레인(C₃H₄O)등의 유독가스 최대 농도를 스펙트럼 IR으로 측정하였다.

(1) 바닥 마감재의 방출 독성가스

Table 8.에 보는바와 같이 바닥마감재의 타일 카페트가 대략적으로 HCN, NO₂, HCl이 롤카

Table 8. Maximum concentration(PPM) of combustion gas of floor finish by FT-IR

Div.	CO ₂	HCN	HCl	NO ₂	HBr	C ₃ H ₄ O	SO ₂	CO
FF1	8,145.6	4.1	12.9	11.5	1.8	4.6	43.8	166.2
FF2	5,995.6	5.3	21.3	10.4	1.8	7.0	53.1	156.4
FF3	5,171.3	12.0	17.2	19.2	1.8	5.6	31.4	120.9

Table 9. Toxicity index results for floor finishes

Contents	FF1	FF2	FF3
Toxicity index maximum value	4.2	4.4	7.8
Reach time[s]	69	188	97
Toxicity index(3.6) Reach time[s]	68	107	43

페트에 비해 높은 값을 나타냈다. 특히 PVC가 많이 포함된 타일카펫트의 경우 NO₂, HCN, HCl 등이 높게 검출되었다. FF1의 경우 CO₂가 8,145 ppm을 보여 FF2, FF3에 비해 30% 정도 많이 검출되는 것으로 나타났다.

BS 6853에 규정된 독성지수 허용값이 최대 3.6인 것을 감안하면 바닥마감재의 카펫트는 모두 3.6 보다 높게 나타났고 최대 2배정도 높은 결과임을 알 수 있었다. 특히, FF2가 HCN, NO₂, HCl 등의 영향으로 최대 독성지수 7.84 값을 나타냈고 독성지수 기준값 3.6에 가장 빨리 도달하는 것으로 나타났으므로 화재시 유독가스 발생에 대한 위험성이 가장 높은 것으로 나타났다.

바닥마감재의 독성지수에 대한 결과는 Table 9와 같이 나타났으며 연소진행시간에 따른 각 소재의 독성지수 스펙트럼 결과는 Fig. 5에 나타내었다.

(2) 벽 마감재의 방출 독성가스

벽 마감재의 경우, Table 10과 같이 CO₂농도는 1,340~8,596 ppm으로 재료에 따라 많은 차이를 나타내었다. WF4가 8,596 ppm으로 가장

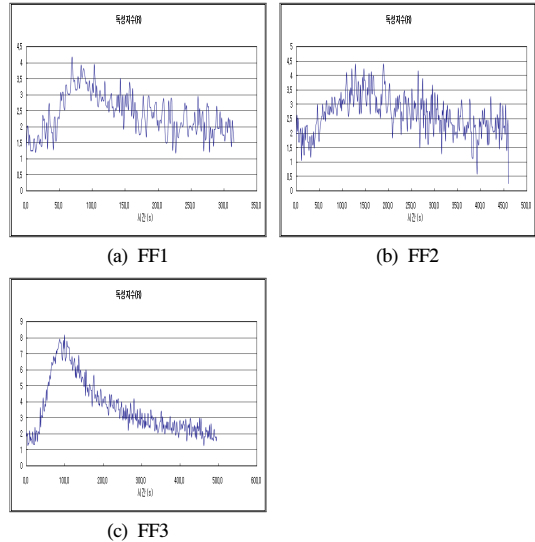


Fig. 5. Toxicity index spectrum of the floor finishes

Table 10. Maximum concentration of toxic gas of wall finish by FT-IR

Div.	CO ₂	HCN	HCl	NO ₂	HBr	C ₃ H ₄ O	SO ₂	CO
WF1	1,563.7	4.2	37.0	8.0	1.7	9.0	44.6	126.9
WF2	1,340.8	3.7	40.8	8.0	1.8	9.6	28.3	150.2
WF3	5,593.3	7.0	16.2	21.9	1.8	4.4	39.7	110.3
WF4	8,596.2	6.2	16.6	10.7	2.2	4.7	49.9	296.1
WF5	2,254.0	6.3	15.9	16.0	2.0	5.7	36.7	73.3

높게 나타났고 WF1이 1,563의 수준으로 나타났습니다. PVC가 주재료로 사용되는 WF2의 경우에는 HCl이 타제품에 비하여 2배가 높은 값을 나타내고 있다.

WF3은 제조시 요소수지 및 멜라민 수지 등 다량의 접착제 성분이 포함되어 있어 CO₂ 5,593 ppm, NO₂가 21.9 ppm으로 다른 바닥마감재 제품에 비하여 상대적으로 높게 나타났고, BS 6853 규정에 의해 산출된 독성지수(R)에서도 최대 허용값 3.6보다 높은 5.5 값을 나타내었다. 이는 연소시간이 길어짐에 따라 유독

Table 11. Toxicity index results for wall finishes

Contents	WF1	WF2	WF3	WF4	WF5
Toxicity index maximum value	4.2	4.8	5.5	4.6	4.4
Reach time[s]	95	55	351	113	85
Toxicity index(3.6) Reach time[s]	49	34	63	89	46

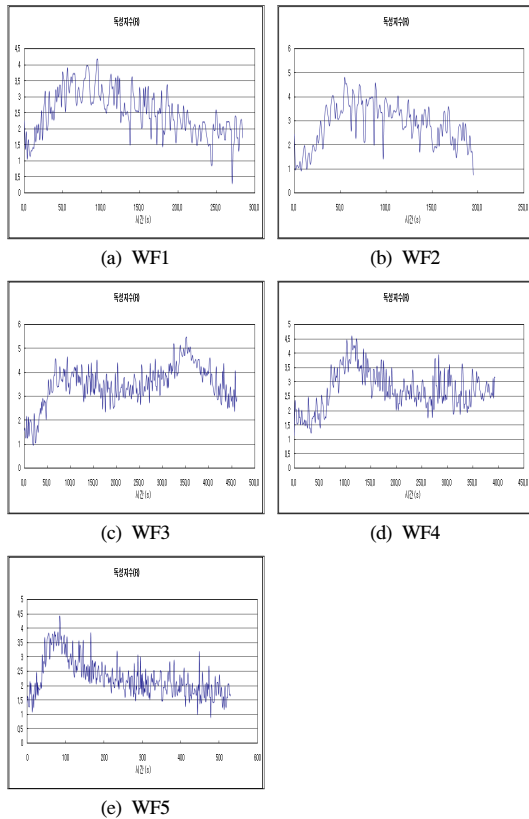


Fig. 6. Toxicity index spectrum of the wall finishes.

가스도 지속적으로 증가 발생함을 알 수 있었다.

WF4은 CO₂가 8,596.2 ppm, CO 296.1 ppm로 가장 높게 나타났으나, 다른 유해가스는 다른 제품과 비교하여 상대적으로 낮게 측정되었다. 벽 마감재의 독성지수에 대한 결과는 Table 11.과 같이 나타났으며 연소 진행시간에 따른 각

소재의 독성지수 결과는 Fig. 6.에 나타내었다.

IV. 결론

본 연구에서는 실내장식물 바닥 마감재, 벽 마감재의 연소특성을 알아보기 위하여 ISO 5660 콘칼로리미터 시험방법과 ISO- TR- 9122 FT-IR 를 이용하여 연소시 발생하는 열 방출률(HRR), 최대 열방출률(PHRR), 총 방출열량(THR), 질량 감소율(MLR), 착화시간(IT) 등 정량적인 데이터를 얻었다.

실내장식물 인테리어 내장재 연소시 발생하는 독성가스인 이산화탄소(CO₂), 일산화탄소(CO), 시안화수소(HCN), 브롬화수소(HBr), 염화수소(HCl)등의 가스농도를 측정하였고 유독가스의 위험정도를 상대적으로 비교분석하기 위하여 BS 6853에 규정된독성지수(R) 계산식으로 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 바닥 마감재인 FF1이 FF3와 비교하여 착화시간이 10초 이상 짧고, 총방출열량(THR)은 FF3가 FF1 보다 높게 나타났다. 또한 평균질량 감소율(MLR)도 FF2가 0.05 - 0.07 g/s 로 FF1 0.03 g/s 보다 커서 쉽게 연소됨을 알 수 있다.

평균 CO, CO₂비는 5,171 ~8,146 PPM으로 나타났으며, FF1이 가장 높은 8,146 PPM으로 나타나 독성 위험성이 큰 카페트임을 알 수 있었다.

2. 벽 마감재인 WF1 ~WF5는 총방출열량(THR)이 3.8~86.7 kW/m²로 나타나 재료에 따라 최대 22배의 차이를 보였고 이중에서 WF3가 가장 높은 86.7 kW/m² 나타나 위험도가 높았다. 독성지수에서도 WF3가 5.5으로 가장 독성이 높은 값을 나타내었다. 착화시간은 WF1이 7s, WF2은 16 s으로 빠르게 연소되었고, 합판은 WF4 > WF3 > WF5 순으로 나타났다.

평균 CO, CO₂비는 1,340~8,596 ppm으로 재료에 따라 많은 차이를 나타내었고 WF4가 8,596 ppm으로 가장 높았다. 왜냐하면 섬유판(Fiber plate)은 제도시 요소수지 등 다량의 접착제 성분이 포함되어 다른 제품에 비하여 상대적으로 독성 성분들이 높게 발생하였다.

본 연구결과는 건축 인테리어 마감재의 총방출열량 등을 콘칼로리미터 시험과 연소 독성가스시험을 FT-IR을 이용한 분석을 통하여 연소특성의 중요한 인자들을 정량적인 값으로 나타내었다는 점에서 그 의의가 있다고 하겠다.

감사의 글

본 연구는 2016년도 소방청의 “건축화재용 소방활동지원 기술개발사업”의 지원을 받아 수행되었으며 관계제위께 감사드립니다.

REFERENCES

- [1] Park, H. G, Kim, D. I. “A study on the improvement of Flame retardant for Interior decorating materials of multi-use facilities”, *Korea fire & explosion society*, 15(3), (2001)
- [2] Anderson, R. A., Thompson, I. and Harland, W. A., *Fire and Malts.*, 3, 91. (1979)
- [3] ISO 5660-1:2002. *Reaction-to-fire tests-Heat release, smoke production and mass loss rate-Part 1: Heat release rate(cone calorimeter method)*, (2002)
- [4] KS F 2271, *Testing method for combustibility of internal finish material and element of buildings*, (2016)
- [5] Babrauskas V., Levin B. C., Gann R. C., et al., *Toxic Potency Measurement for Fire Hazard Analysis*, US National Institute of Standarda and Technology, Gaithersburg MD., NIST Special Publication, 827, (1991)
- [6] Beitel J. J., Bertello C. A., Carroll W. F. and Jr. Grand A. F., et al. “Hydrogen Chloride Transport and Decay in A Large Apparatus: II”, *J. Fire Sciences.*, 5, 105-45. (1987)
- [7] Miser, C. S., Davis, W. R., “Measurement of carbonyl fluoride, hydrogen fluoride, and other combustion by products during fire suppression testing by fourier transform infrared spectroscopy”, *Halon options technical working conference*, 12-14 May, 190-196, (1998)
- [8] *BS 6853 Code for practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains*, BSI. (1999)
- [9] Purser D. A., *Toxicity Assessment of Combustion Products and Modeling of Toxic and Thermal Effects of Fire*. In: P. J. DiNenno (Ed.), (1988)
- [10] Pitts W. M., *The Global Evidence Ratio Concept and the Prediction of Carbon Monoxide Formation in Enclosure Fires*. NIST Monograph 179, National Institute of Standarda and Technology, Gaithersburg MD, (1994)