

소파커버의 연소특성에 관한 연구

박 영 근 (방재설비부 선임연구원)

요 약

본 연구는 주택·아파트 및 차량에서 많이 사용하고 있는 소파커버의 인조가죽 5종에 대하여 연소시 위험성 요소인 착화성, 난연성, 열방출율, 독성가스를 평가하였다. 연구결과 Artificial Leather 1~5의 착화온도는 427~437℃, 산소지수는 19~20%로 나타났다. 또한 25 kW/m²의 복사열에서 착화시간은 10~16초, 최대열방출율은 147~277 kW/m²이었으며, 35 kW/m²의 복사열에서 착화시간은 6~9초, 최대열방출율은 176~296 kW/m² 및 일산화탄소(CO)는 5,550~6,290 ppm, 이산화탄소(CO₂)는 18,500~23,400 ppm, 염화수소(HCl)는 110~140 ppm, 시안화수소(HCN)는 13~65 ppm, 질소산화물(NO_x)은 145~220 ppm이 발생하는 것으로 나타났다.

1. 서 론

경제의 발달로 인한 사회의 변화는 건축물의 다용도 및 차량의 고급화됨에 따라 새롭고 다양한 재료들이 개발되어 사용되면서 각종 내장재료의 사용이 증가되고 있다. 목재, 섬유, 종이, 플라스틱류의 재료는 새로운 재료들이 기존의 재료들에 비해 뛰어난 장점들이 많지만 대부분 가연성인 경우가 많다. 이들 재료의 연소시 위험성을 결정하는데 고려해야할 요소들로서는 재료의 착화성, 재료가 타면서 발생하는 방출열, 열발생속도, 연기 및 독성가스 등의 인자들을 종합적으로 평가하는 것이 중요하다. 국내 주택·아파트 및 차량 화재로 2001년에 36,169건(총 화재건수의 44.2%)이 발생하여 이로 인한 인명피해는 부상자 948명(총 부상자의 51%), 사망자 378명(총 사망자의 73%)으로 조사되어 주택·아파트 및 차량 화재의 심각성을 보여주고 있다.

본 연구에서는 주택·아파트 및 차량에서 많이 사용

하고 있는 소파커버의 인조가죽 5종에 대하여 연소시 위험성 요소인 착화성, 난연성, 열방출율, 독성가스를 고체의 자연발화온도 측정방법인 ISO 871²⁾, 산소와 질소가 혼합한 상승기류 속에서 착화된 물질의 연소를 지속하는데 필요한 최저산소농도를 측정하여 재료의 상대적인 연소성을 판단하는 방법인 KS M 3032³⁾, 산소소비열량계(콘칼로리미터)를 이용하여 착화성, 방출열, 유효연소열량, 연기발생량을 측정하는 ISO 5660-1⁴⁾, 독성가스는 가스검지관(Colorimetric gas detector tubes)을 이용한 실험방법인 NES 713⁵⁾을 적용하여 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂), 염화수소(HCl), 시안화수소(HCN), 질소산화물(NO_x)을 평가하였다.

2. 실험체

실험체는 주택·아파트 및 차량에서 많이 사용하고 있는 소파커버의 인조가죽 5종을 선정하였으며 실험체의 명세는[표 1]과 같다.

3. 실험방법

3.1 착화온도실험(Auto-Ignition Temperature, AIT)

가연성물질이 공기중에서 점화원 없이 스스로 연소할 수 있는 최저온도 측정방법인 ISO 871를 적용하였다.

3.1.1 실험장치

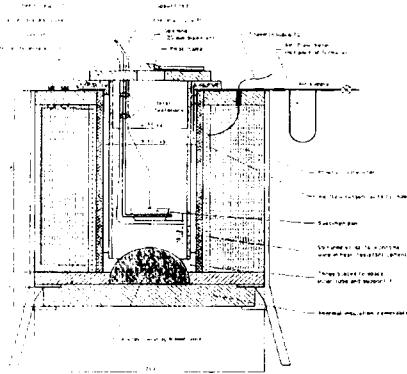
실험장치의 구조는 가열로, 온도조절기, 공기공급 및 제어장치, 공기공급 펌프, 실험편 홀더, 파일럿 버너 등으로 구성되어 있다. 착화온도실험장치의 구조는 그림 1과 같다. (미국, ATLAS사 Setchkin auto-ignition tester CS-81)

3.1.2 실험방법

(1) 질량 3.0±0.2 g의 실험편을 채취하여 온도 23±2℃, 상대습도 50±5%에서 40시간을 양생하였다.

【표 1】 실험체의 명세

구분	재료명	밀도(kg/m ³)	주요구성요소	두께(mm)
1	Artificial Leather 1	500	PVC+Polyester+ PU Adhesive 등	1.1(PVC part: 0.9, Pabric : 0.2)
2	Artificial Leather 2	500	PVC+Plasticizer 등	2.2(PVC part: 2.2)
3	Artificial Leather 3	440	PVC+Polyester+ PU Adhesive 등	1.2(PVC part: 0.8, Pabric : 0.4)
4	Artificial Leather 4	490	PVC+ Polyester+ PU Adhesive 등	1.2(PVC part: 0.9, Pabric : 0.3)
5	Artificial Leather 5	450	PVC+ Polyester+ PU Adhesive 등	1.1(PVC part: 0.8, Pabric : 0.3)



【그림 1】착화온도실험장치 구조도

3.2 산소지수실험(Limiting oxygen index, LOI)

산소와 질소가 혼합한 상승기류 속에서 착화된 물질의 연소를 지속하는데 필요한 최저 산소 농도를 측정하여 재료의 상대적인 연소성을 평가하는 방법인 KS M 3032을 적용하였다.

3.2.1 실험장치

실험장치는 KS M 3032기준에 적합한 것으로 연소부, 가스공급부, 측정부 및 점화기로 구성되어 있다. 산소지수시험기의 구조는 그림 2와 같다.(미국, CBI사의 CS-178B)

3.2.2 실험방법

길이 150 mm, 폭 20 mm의 실험편을 채취하여 온도 50±2℃의 항온조내에서 24시간 유지한 후 실험편을 U자형 고정기구에 수직으로 설치하였다. 실험편의 추정산소농도를 선택하여 그 농도에 해당하는 산소유량 및 질소유량을 설정하였다. 실험편에 15~20 mm의 불꽃의 점화기로 점화하여 점화시켜 연소시간이 3분 이상이거나 연소길이가 50 mm 이상이 되는데 필요한 최저의 산소유량과 질소유량을 결정한 후 다음 식으로 산소지수를 구하였다. 3개의 실험편에 대한 평균치를 산소지수값으로 하였다.

$$\text{산소지수}(\%) = \frac{O_2}{O_2 + N_2} \times 100$$

O₂: 산소의 유량(L/min)

N₂: 질소유량 유량(L/min)

(2) 시험기기의 온도조절기를 측정하고자 하는 온도에 설정한 다음 시험기의 콘트롤러의 모터를 가동하여 공기를 흘린 다음 공기의 유속을 맞추었다.

(3) 설정된 온도에서 안정이 되면 미리 양생된 실험편을 시료컵에 놓고 열전대를 부착한 다음 시험기 내부에 삽입하였다.

(4) 시험기 위쪽에 부착한 거울로 시험기 내부의 실험편을 관찰하였다. 만약 설정된 온도에서 폭발, 불꽃 혹은 작열이 일어나거나 열전대의 온도가 급격히 상승하면 착화가 된 것이다.

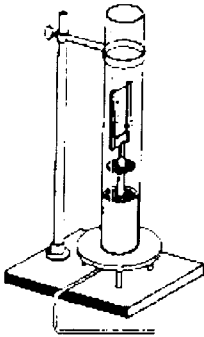
(6) 만약 설정된 온도에서 5분간 유지했을 때 폭발, 불꽃, 작열 등이 나타나지 않거나, 시료가 불꽃없이 타서 소멸되었으면 착화가 되지 않은 것이다. 따라서 착화여부에 따라 설정된 온도를 50℃ 낮추거나 높인다.

(7) 다시 높이거나 낮추어진 온도가 안정될 때까지 기다렸다가 새로운 시료를 넣었다.

이 절차를 반복하여 착화가 일어나는 가장 낮은 온도를 찾았다.

3.3 열방출률 등 실험(Heat Release Rate, HRR)

점화장치를 부착한 상태로 복사열에 노출된 실험편의 열방출 특성을 연소생성물 흐름속의 산소농도와 유속으로부터 유도된 산소소비량을 측정하여 평가하는 방법인 ISO 5660-1을 적용 하였다.



【그림 2】산소지수시험기 구조도

3.3.1 이론적 배경⁹⁾

콘칼로리미터 시험의 이론적 배경은 연소시스템에서 발생하는 열량과 공기로부터 소모되는 산소의 양 사이에는 상관관계가 있음이 실험적으로 알려져 왔으나 Parker의 실험연구논문 “An investigation of fire environment in the ASTM E 84 Tunnel test”가 발표되기 전까지는 이러한 사실이 실제로 활용되지 않았다. 이로부터 얼마 후 Hugget가 이 상관관계에 관한 상세한 실험을 수행하여 “Estimation of rate of heat release by means of oxygen consumption measurements”을 발표하였다. 즉 고분자재료, 유기성액체, 천연재료를 포함한 대부분의 가연성 재료들은 연소시 소비된 산소 1 kg당 13.1 MJ의 열량을 방출하며 이것은 거의 근사한 대표값이라는 것을 발견했는데, 이때 평균값의 편차는 5% 정도였다.

$$\text{열방출율} = 13.1 \text{ MJ/kg O}_2$$

13.1 MJ/kg O₂라는 상수값은 15.7 MJ/kg O₂의 값을 갖는 아세틸렌 같은 극소수의 예외를 제외하고 모든 탄화수소계물질(C, H로 구성된 재료)에 대하여 거의 같다.

3.3.2 산소소비원리

연소로 인해 열량이 발생되기 위해서는 배출흐름 속으로부터 제거되는 일정한 수의 산소분자들이 있어야 한다. 실제로 사람들이 산소의 물수를 셀 수는 없으나 산소의 농도와 유량의 측정은 가능하다. 그러므로 산소소비방정식의 실제적인 이행은 유입과 유출흐름 사이의 물 변화, 가스분석기로부터 어떤 가스의 포착 등과 같은 문제들과 관계되어지는 것이다. 그 결

과로 도출된 방정식은 간단하지만은 않으나 대부분의 관계되는 조건들에 대해서 상세하게 연구되었으며, 이들 방정식들을 근거로 산소소비열량계(콘칼로리미터)가 개발되었다.

$$q_A(t) = q(t)/A_s$$

$$q(t) = (\Delta h_c/r_c)(1.10)C \sqrt{\frac{\Delta p}{T_c} \frac{X_c - X_c^0}{1.105 - 1.5X_c}}$$

여기에서 q_A : 단위면적당 열방출율(kW/m²)

q : 열방출율(kW)

A_s : 실험체의 공칭표면적(m²)

Δh_c : 순수연소열(KJ/kg)

r_c : 화학양론적 산소 대 연료 질량비

($\Delta h_c/r_c$ 는 NFPA Handbook을 참조하고 정확한 값을 알고 있지 못하면 13.1×10³ KJ/kg으로 설정한다.)

C : 산소소비량 보정상수 (m^{1/2}kg^{-1/2}k^{1/2})

Δp : 오리피스 압력차(Pa)

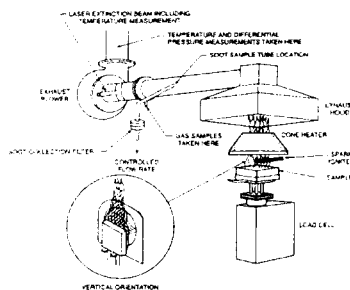
T_c : 오리피스에서의 기체의 절대온도(K)

X_c : O₂의 물분율에 대한 산소분석기 눈금 판독값

X_c^0 : 산소분석기 눈금의 초기값

3.3.3 실험장치

실험장치는 콘 형태의 복사전기히터, 실험편의 질량을 측정하기 위한 무게측정장치, 실험편홀더, 산소 분석장치, 유량측정장치를 부착한 배출시스템, 스파크점화회로, Heat flux meter, 교정용 버너, 데이터 수집 및 분석시스템들로 구성되어 있으며, 콘칼로리미터의 구조도는 그림 3과 같다.(미국 ATLAS사의 AUTOCAL, CONE 2A)



【그림 3】콘칼로리미터 구조도

3.3.4 시험방법

큰칼로리미터를 이용하여 시편을 수평방향으로 설치하고 25 kW/m² 및 35 kW/m²의 복사열에 10분간 노출시켰을 때의 착화시간(Time to Ignition), 최대 열방출율(Peak Heat Release Rate), 평균 열방출율(Average Heat Release Rate), 총방출열량(Total Heat Released), 유효연소열량 (Effect Heat of Combustion)을 측정하였다.

(1) 실험체로부터 그 제품의 두께로 100 mm×100 mm(100mm)의 크기로 실험편을 절취하여 온도 23±2 °C, 상대습도 50±5 %에서 향량이 될 때까지 유지한 후 실험편을 0.03~0.05mm의 알루미늄 호일로 비노출면을 감싸고 이때 호일의 반짝거리는 면이 실험편을 향하도록 하였다.

(2) CO₂ 트랩과 최종 수분트랩을 확인한 후 콘히터의 바닥판과 실험편의 상부 표면 사이의 거리를 2.54 cm로 조정하였다.

(3) 배출유량을 0.024 m³/s±0.002 m³/s로 설정하였다.

(4) 데이터 수집을 시작하였다.

(5) 준비된 실험편과 실험편홀더를 질량측정장치 위에 놓고 시험을 시작하였다.

(6) 인화 또는 일시적인 불꽃연소가 발생된 때에는 그 시간을 기록하였다. 지속적인 불꽃 연소가 발생한 때에는 그 시간을 기록하고 스파크 전원과 점화장치를 제거하였다.

(7) 시험시간동안 모든 데이터를 수집한 후 실험편과 실험편홀더를 제거하였다.

(8) 3개의 실험편에 대해 시험을 실시하고 시험결과를 기록하였다.

(9) 다음 식에 의해 열방출율과 단위면적당 열방출율을 계산하였다.

(가) 열방출율

$$\dot{q}(t) = (\Delta h_c / r_c)(1.10)C \sqrt{\frac{\Delta p}{T_c}} \frac{X_c^0 - X_c}{1.105 - 1.5X_c}$$

(나) 단위면적당 열방출율

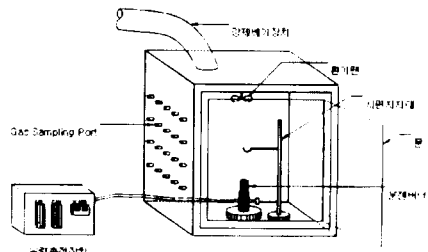
$\dot{q}(t) = \dot{q}(t)A_c$ 여기서 A_c : 실험편의 초기 노출면적

3.4 독성가스실험(Toxicity gas)

체적 0.7 m³이상의 연소챔버에서 분젠버너에 의해 재료를 연소시켜 발생하는 연소가스를 가스검지관(Colorimetric gas detector tubes)에 의해 독성가스를 측정하는 방법인 NES 713 을 적용하였다.

3.4.1 실험장치

실험장치는 체적 0.96 m³인 연소챔버, 분젠버너(높이 125 mm, 구경 11 mm), 연소챔버 벽면에 가스검지관 삽입구, 강제배기장치, 혼합팬, 메탄가스 및 공기를 조절하는 유량조정장치, 실험편지지대, 시간측정장치, 가스검지관 등으로 구성된 연소가스독성 분석장치를 사용하였다. 이 연소가스독성분석장치의 구조는 그림 4와 같다.(한국, 에이텍사)



【그림 4】연소가스독성분석장치 구조도

3.4.2 실험방법

실험체로부터 1~2 g 크기의 실험편 3개씩을 절취하여 23±2 °C, 상대습도 50±5 %의 조건에서 24시간 보존하였으며, 연소챔버 바닥의 중앙에 버너를 설치하고 메탄가스를 10 L/min, 공기를 15 L/min로 조정하여 불꽃높이를 약 100 mm로 유지 가장 뜨거운 지점에서의 온도가 1,150±50 °C가 되도록 하였다. 연소챔버 바닥 중앙에 위치한 실험편 지지대에 실험편을 올려 놓고 버너의 불꽃을 1,150±50°C로 하여 실험편에 노출시켰다. 연소챔버의 밀폐를 확인하고 강제배기장치가 꺼져 있는지 확인한 다음, 연소챔버

벽면에 가스검지관 삽입구를 통하여 가스 검지관을 삽입하고 연소챔버의 문을 닫고 버너에 연료를 공급과 동시에 점화시킨 다음 시간을 측정하였다. 연소시간은 실험편이 완전 연소될 수 있는 충분한 시간 동안 하며, 이 시간을 기록하고 버너를 끈 후 30초 동안 혼합팬을 작동시킨 후 즉시 연소챔버로부터 각각의 가스검지관을 통하여 차례로 가스를 뽑아내는 가스샘플링을 개시하였다. 가스분석이 끝나면 즉시 문을 열고 강제배기장치를 통하여 연소챔버내의 잔류 연소생성물들을 배출시키고 강제배출은 3분 이상 계속하였다. 아래의 주어진 식을 사용하여 재료 100 g이 연소하여 발생된 각각의 가스의 농도와 체적 1 m³중의 공기중에 확산된 각각의 가스농도를 계산하였다. 각각의 가스에 대해 3개의 C_v값을 평균한다.

$$C_v = \frac{C \cdot 100 \cdot V}{m}$$

- 여기서 C_v : 분석된 가스농도(ppm)
- C : 연소챔버내의 가스농도(ppm)
- m : 실험편 질량(g)
- V : 연소챔버의 체적(m³)

3.4.3 독성가스의 위험성기준

각 독성가스에 인간이 가벼운 활동에서 2분, 5분 및 30분 동안 노출될 때 의식장해 및 사망에 이를 수

있는 독성가스농도의 위험성 기준은 표 2와 같다.

4. 실험결과 및 분석

4.1 실험결과

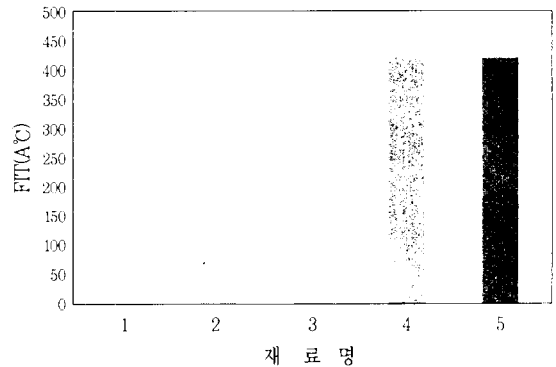
4.1.1 착화온도

각 재료에 대하여 ISO 871를 이용하여 시험한 착화온도(AIT)의 실험결과는 표 3 및 그림 5와 같이 나타났다.

【표 3】착화온도 실험결과

재 료 명	착화온도(AIT, °C)
Artificial Leather 1	437
Artificial Leather 2	427
Artificial Leather 3	435
Artificial Leather 4	433
Artificial Leather 5	429

【그림 5】Artificial Leather 1, 2, 3, 4, 5의 착화온도



【표 2】주요 독성가스농도에서의 위험성

기 준	가스명	노출시간					
		2분(ppm)		5분(ppm)		30분(ppm)	
		의식장해	사망	의식장해	사망	의식장해	사망
NES 713	CO ₂	-	-	-	-	-	100,000
	CO	-	-	-	-	-	4,000
	HCl	-	-	-	-	-	500
	NOX	-	-	-	-	-	250
	HCN	-	-	-	-	-	150
BSI DD 180 ⁷	CO ₂	70,000	150,000	70,000	100,000	60,000	100,000
	CO	12,500	40,000	5,000	16,000	1,000	3,000
	HCl	1,000	40,000	1,000	16,000	200	3,000
	HCN	200	400	150	300	50	100

4.1.2 산소지수

각 재료에 대하여 KS M 3032를 이용 산소지수 (LOI)의 실험결과는 표 4와 같이 나타났다.

【표 4】 산소지수 실험결과

재 료 명	산소지수(LOI, %)
Artificial Leather 1	20
Artificial Leather 2	19
Artificial Leather 3	20
Artificial Leather 4	20
Artificial Leather 5	19

4.1.3 열방출율 등

각 재료에 대하여 ISO 5660-1를 이용하여 점화장치에 부착된 수평방향의 콘 히터 복사열 25 kW/m² 및 35 kW/m²에 노출된 실험편의 착화시간, 최대 열방출율, 평균 열방출율, 총 방출열량, 유효연소열량의 실험결과는 표 5, 6 및 그림 6, 7과 같이 나타났다.

4.1.4 독성가스

각 재료에 대하여 NES 713 연소가스분석장치를 이용하여 과잉공기 상태에서 재료의 소형 실험편을 분꽃온도 1,150±50℃ 로 1 m²인 연소챔버 내에서 완전연소 시켜 발생된 각각의 연소가스를 가스검지관을 사용하여 분석한 실험결과는 표 7 및 그림 8, 9와 같이 나타났다.

4.2 분석

표 3~8 및 그림 2~9에서 나타난 바와 같이 소파의 커버로 사용하는 인조가죽 5종의 착화온도, 산소지수, 열방출율 및 독성가스를 분석하면 다음과 같다.

4.2.1 착화온도

착화온도(AIT)는 Artificial Leather 2가 427℃로 가장 낮았고, Artificial Leather 1이 437℃로 가

장 높게 나타났으나 각 재료별 차이는 크지 않은 것으로 분석되었다. 이는 낮은 온도에서 착화에 필요한 충분한 양의 가연성가스가 발생하지 못하였기 때문으로 판단된다.

4.2.2 산소지수

산소지수(LOI)는 Artificial Leather 2, 5가 19%, Artificial Leather 1,3,4는 20%로 측정되어 대기중의 산소농도가 21% 및 콘칼로리미터의 착화시간(6~16초)과 연관하여 고려할 때 착화된 물질의 연소용이성은 아주 쉬운 것으로 나타나 이는 난연처리가 안된 것으로 판단된다.

4.2.3 열방출율

복사열 25 kW/m²(온도 461℃)에서 Artificial Leather 1~5의 착화시간은 10~16초, 최대 열방출율은 149~277 kW/m², 평균 열방출율 45.6~94.8 kW/m², 총 방출열량 8.7~18.9 MJ/m² 및 유효연소열량 14.0~20.3 MJ/kg로 나타났으며 복사열 35 kW/m²(온도 616℃)에서 Artificial Leather 1~5의 착화시간은 6~9초, 최대 열방출율은 176~296 kW/m², 평균 열방출율 50.0~95.4 kW/m², 총열방출열량 10.2~18.5 MJ/m², 유효연소열량 15.5~18.7 MJ/kg로 나타났으며, 각 재료들은 복사열이 증가함에 따라 착화시간은 짧아지고 열방출율은 증가하는 경향이 보였으며 유효연소열량은 거의 비슷한 것으로 분석되었다.

4.2.4 독성가스

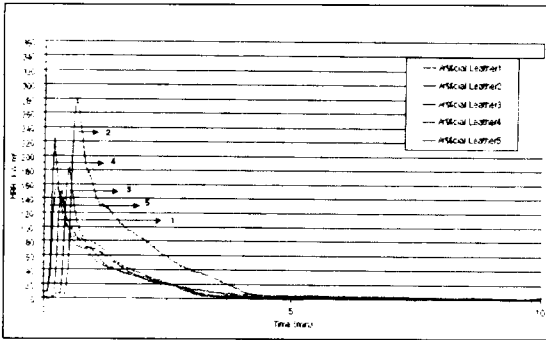
일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂), 염화수소(HCl), 시안화수소(HCN), 질소산화물(NOx) 가스가 분석된 재료는 Artificial Leather 1~5 모든 실험체에서 분석되었으며 독성가스는 Artificial Leather 1~5에서 일산화탄소(CO)는 5,550~6,290

【표 5】 콘칼로리미터에 의한 Heat Flux 25 kW/m²에서의 실험결과

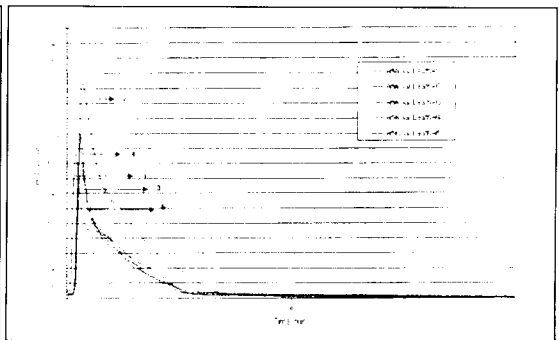
재 료 명	실 험 편 평균중량(g)	착화 시간(초)	최대열방출율 (kW/m ²)	평균열방출율, t180(kW/m ²)	총방출열량 (MJ/m ²)	유효연소열 량(MJ/kg)
Artificial Leather 1	5.0	11	149 at 22s	45.6	8.7	14.0
Artificial Leather 2	11.0	16	277 at 39s	94.8	18.9	18.2
Artificial Leather 3	5.3	10	183 at 30s	48.5	8.9	16.0
Artificial Leather 4	5.4	10	173 at 14s	52.0	9.5	20.3
Artificial Leather 5	5.7	11	155 at 16s	48.9	10.7	19.3

((주) 복사열 25 kW/m²의 온도는 461 °C)

【그림 6】 Heat Flux 25 kW/m²에서의 열방출율



【그림 7】 Heat Flux 35 kW/m²에서의 열방출율



【표 6】 콘칼로리미터에 의한 Heat Flux 35 kW/m²에서의 실험결과

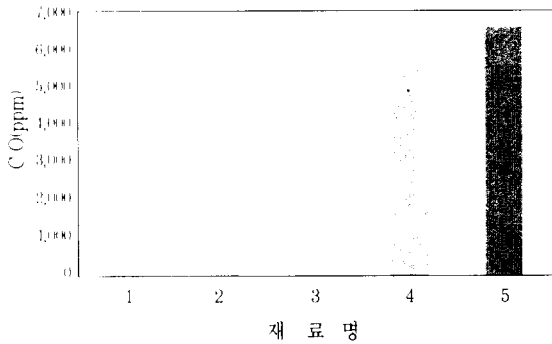
재 료 명	실 험 편 평균중량(g)	착화 시간(초)	최대열방출율 (kW/m ²)	평균열방출율, t180(kW/m ²)	총방출열량(MJ/ m ²)	유효연소열 량(MJ/kg)
Artificial Leather 1	5.0	6	194 at 12s	50.0	10.5	17.9
Artificial Leather 2	11.0	9	296 at 20s	95.4	18.5	15.5
Artificial Leather 3	5.3	7	206 at 17s	51.0	10.3	18.5
Artificial Leather 4	5.3	7	219 at 18s	52.0	10.2	18.7
Artificial Leather 5	5.7	7	176 at 18s	52.7	11.2	18.1

((주) 복사열 35 kW/m²의 온도는 616 °C)

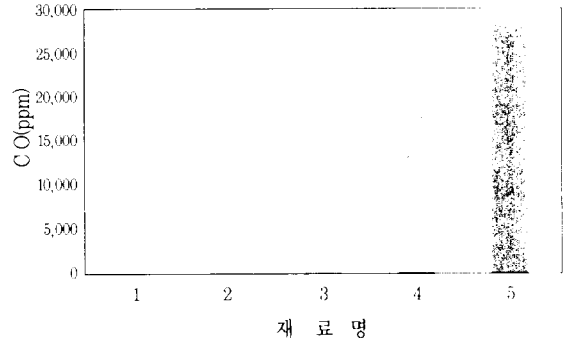
【표 7】 재료별 연소가스독성 발생량(ppm/100g)

가 스 명 재 료 명	CO	CO _x	HCl	NOX	HCN	실 험 편 평균중량(g)	연 소 시간(분)
Artificial Leather 1	5,620	23,400	110	220	65	1.7	2
Artificial Leather 2	5,550	18,500	120	145	32	2.0	2
Artificial Leather 3	6,050	22,900	130	150	15	1.6	2
Artificial Leather 4	6,040	20,100	140	170	14	1.7	2
Artificial Leather 5	6,290	22,000	120	160	13	1.8	2

【그림 8】 각 재료별 일산화탄소(CO)가스



【그림 9】 각 재료별 일산화탄소(CO₂)가스



【표 8】 소파의 연소특성 실험결과

항 목	재 료 명	Artificial Leather 1	Artificial Leather 2	Artificial Leather 3	Artificial Leather 4	Artificial Leather 5
Heat Flux 25 kW/m ²	AIT(?)	437	427	435	433	429
	LO(%)	20	19	20	20	19
	착화시간(초)	11	16	10	10	10
	최대열방출율 (kW/m ²)	149	277	183	173	155
	평균열방출율, t180(kW/m ²)	45.6	94.8	48.5	52.0	48.9
Heat Flux 35 kW/m ²	총방출열량 (MJ/m ²)	8.7	18.9	8.9	9.5	10.7
	유효연소열량 (MJ/kg)	14.0	18.2	16.0	20.3	19.3
	착화시간(초)	6	9	7	7	7
	최대열방출율 (kW/m ²)	194	296	206	219	176
	평균열방출율, t180(kW/m ²)	50.0	95.4	51.0	52.0	52.7
독성가스 (ppm)	총방출열량 (MJ/m ²)	10.5	18.5	10.3	10.2	11.2
	유효연소열량 (MJ/kg)	17.9	15.5	18.5	18.7	18.1
	CO	5,620	5,550	6,050	6,040	6,290
	CO ₂	23,400	18,500	22,900	20,100	22,000
	HCl	110	120	130	140	120
	NOX	220	145	150	170	160
	HCN	65	32	15	14	13

ppm, 이산화탄소(CO₂)는 18,500 ~ 23,400 ppm, 염화수소(HCl)는 110~140 ppm, 시안화수소(HCN)는 13~65 ppm, 질소산화물 (NO_x)은 145~220 ppm로 나타났다. Artificial Leather 1~5에서 일산화탄소(CO)는 5,550 ~ 6,290 ppm로 표 2(주요 독성가스농도에서의 위험성)비교하여 평가하면 연소시 발생하는 일산화탄소(CO)가스 등에 인간이 5분 동안 가벼운 활동에 노출될 때 의식 장애에 이를 수 있는 위험성에 있는 것으로 나타났다.

5. 결 론

본 연구에서는 주택·아파트 및 차량에서 많이 사용하고 있는 소파커버의 인조가죽 5종에 대하여 자연 발화온도 측정방법인 ISO 871, 최저산소농도를 측정하여 재료의 상대적인 연소성을 판단하는 방법인 KS M 3032, 산소소비열량계(콘칼로리미터)를 이용하여 착화성, 열방출율, 유효연소열량을 측정하는 ISO 5660-1 및 독성가스는 가스검지관을 사용한 실험방법인 NES 713을 이용하여 실시한 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 착화온도(AIT)는 Artificial Leather 1~5는 427~437 °C로 나타났으며 산소지수(LOI)는 19~20 %로 나타났다.
2. 복사열은 25 kW/m²의 온도는 461 °C로 25 kW/m² 복사열에의 Artificial Leather 1~5의 착화시간은 10~16초이었으며 최대 열방출율은 149 kW/m²(at 22초)~277 kW/m² (at 26초)로 재료의 착화 후 10~26초에서 가장 많은 방출열을 방출하는 것으로 나타났으며, 복사열은 35 kW/m²의 온도는 616 °C로 35 kW/m² 복사열에의 Artificial Leather 1~5의 착화시간은 6~9초이었으며 최대 열방출율은 176 kW/m²(at 18초)~296 kW/m²(at 20초)로 재료의 착화 후 6~20초에서 가장 많은 방출열을 방출하

는 것으로 나타났다.

3. 독성가스는 Artificial Leather 1~5에서 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO₂), 염화수소(HCl), 시안화수소(HCN), 질소산화물(NO_x) 분석하고자 하는 가스 모두 분석되었으며 일산화탄소(CO)는 5,550~6,290 ppm이 발생하는 것으로 나타났다.

일부 소파커버 재료의 착화성, 난연성, 방출열, 독성가스발생을 소형 실험편(Small-Scale)에 의한 실험연구를 실시함으로써 소파커버로 사용되는 재료의 연소시 위험성을 고려하는데 기본적인 자료로 활용되었으면 좋겠다.

참고문헌

1. "2001화재통계년보", 행정자치부 소방국, pp.31,179~182, (2002).
2. ISO 871, "Plastic- Determination of ignition temperature using hot-air furnace", Generer, (1996).
3. KS M 3032, "산소지수법에 의한 고분자재료의 연소시험방법", 기술표준원, (1995).
4. ISO 5660-1, Reaction to Fire Part 1. Rate of Heat Release from building products(Cone Clorimeter), Generer, (1993).
5. NES 713, "Determination of the toxicity index of the products of combustion from small specimens of materials", Issue 03(1985).
6. Vytenis Babranskas, "Cone Calorimeter A Versatile Bench-Scale Tool for the Evaluation of Fire Properties", New Technology to Reduce Fire Losses and Costs, pp.78~86, Elsevier Applied Science Publishers, (1986).
7. BSI DD 180, "Draft for Development Guide for the assessment of toxic hazards in fire buildings and transport", BSI(1989). **FILK**