

제목 : 건축물 마감재료에 대한 동물대체시험으로서의 연소독성지수				
작성부서	1차분류	2차분류	자료 유형	① 연구보고서 ② 중장기연구계획서 ③ 연구 프로젝트 ④ 기타
화재안전 연구실	재해안전 대응기술	화재대응기술		
작성자 : 이종천 주임				
키워드 : 연소독성평가, 연소독성동물실험, FT-IR				

독성 연기 생성물에 대한 노출은 화재에 처한 사람이 직면하게 되는 위험 요소 중 하나라는 사실이 인식된 지는 오래 된 일이다. 영국에서 수행된 연구에서 1970년대 중반에 화재사고 희생자에 대해 수행된 여러 차례의 통계조사가 있었다. 화재(특히 주택화재)사고 희생자들에 대한 통계조사를 통해 밝혀진 바에 따르면, 화재사고 희생자 중 상당 비율이 ‘열 및 화상’ 보다는 ‘연기 및 독성가스’로 인한 피해를 입었을 뿐 아니라, 1955년부터 1971년 사이에 ‘연기 및 독성가스’ 피해는 4배로 증가했다. 이러한 증가 추세는 1980년대에도 계속 이어져 주택화재(대부분 가구 및 침구 화재로 인해 발생)의 경우, 모든 사망자 중 1/2 정도와 부상자 중 1/3 정도가 ‘연기 및 독성가스’ 피해를 입은 것으로 보고된 바 있다

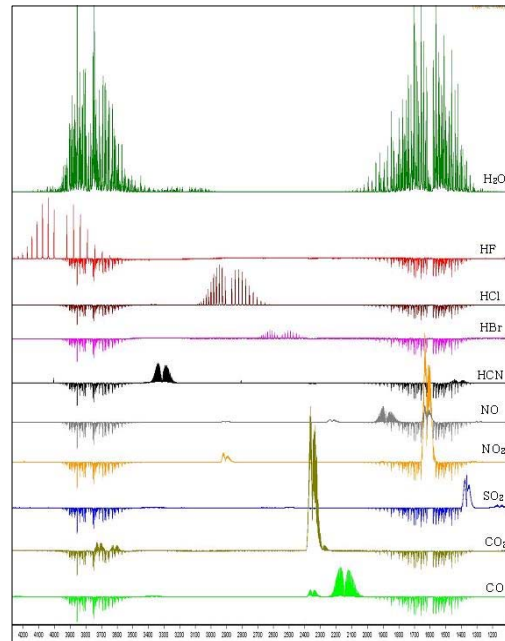


그림. IR Spectrum for each gases.  
(건기연 연구논문)

이처럼 화재로 인한 연기독성의 피해는 화염에 의한 직접적인 피해보다 광범위하고 치명적이다. 국내에서 마감재료에 대한 연소독성평가는 설치류(마우스)를 이용한 가스유해성시험(KS F2271)으로 실험용 쥐의 평균행동정지시간으로 평가되어 왔다. 가스유해성시험은 대상 시험체의 연소로부터 발생하는 미지가스를 실험용 쥐에 노출시켜 마우스의 행동시간으로 피난시간을 예측하는 방법이다. KS F2271의 가스유해성시험은 설치류를 대상으로 하는 동물실험으로, 시험체로부터 발생하는 연소가스에 대한 정량 및 정성분석이 포함되지 않으며 단지 실험용 쥐의 행동시간을 측정하여 연기독성을 평가한다. 그러나 최근 동물시험의 규제 및 연소독성에 대한 정량적 평가요구에 따른 연소가스에 대한 실시간 정량/정성분석이 요구되고 있다.

ISO 19702에서는 적외선분광광도계(FT-IR)을 이용하여 일산화탄소, 이산화탄소, 시안화수소, 염화수소, 브롬화수소, 일산화질소, 이산화질소, 불화수소, 이산화황, 아크로레인 등 가스의 농도를 분석하는 방법에 대하여 규정하고 있다. 적외선 분광법은 물질의 정성 및 정량분석에 널리 응용되고 있으며 광학이성질체를 제외하고는 대부분의 경우 다른 화합물로부터 쉽게 구별할 수 있는 독특한 지문을 제공한다. 응용에서 대기오염 물질의 분석에 중요하게 적용되는데 이러한 응용은 Fourier 변환분광기의 개발로 촉진되었다.

FT-IR을 사용한 연소가스 분석의 장점은 다양한 가스를 분석할 수 있으며 실시간 정량분석이 가능한 것이다. 그리고 시간함수로 표현되는 결과를 가지기 때문에 다양한 종류의 화재 생성물을 연속적으로 모니터링 할 수 있고 분석을 실시한 이후에도 저장된 스펙트럼데이터로부터 새로운 정량 Method를 설정함으로써 재분석이 가능하다. FT-IR을 활용한 연소가스 분석기술은 향후 연소독성동물실험을 대체할 수 있는 강력한 수단으로 사용될 것으로 예상하고 있다.

연소가스의 정량분석결과는 독성지수 산정에 반영된다. 철도차량의 객차등의 차체구조 및 외장재, 실내설비 등의 화재성능기준은 '철도차량안전기준에 관한 지침'에서 정의되고 별도의 세부기준으로 화재성능을 확보하도록 하고 있으며, 특히 연소독성을 평가하기 위하여 독성지수의 기준을 두고 있다. 독성지수(R)는 시료의 연소시 발생된 주요 가스(CO<sub>2</sub>, CO, HF, HCl, HBr, HCN, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>)의 농도를 기준값과 비교한 지수를 말하며 시험방법은 BS 6853 Annex B.1 또는 BS 6853 Annex B.2 방법에 의한다. 그밖에 독성지수산정은 다양한 국제규격에서 정의되고 있으며 우리나라도 마감재료에 대해 국내실정에 적합한 독성지수 평가평가연구가 요구되고 있다.

출처 :

1. B.F. Clarke, in Fire Deaths, Causes and Strategies for Control, Technomic, Lancaster, PA(1984).
2. J.R. Hall and A.E. Cote, in Fire Protection Handbook, 18th ed. (A.E. Cote, editor-in-chief), NFPA, Quincy, MA, Ch. 1-1(1997).
3. V. Berl and B. Halpin, NBS Grant Contract Report NBS-GCR 168, National Bureau of Standards, Washington, DC(1979).
4. The SFPE handbook of Fire Protection Engineering 3rd edition, NFPA(2002).
5. ISO 19702 :2006 "Toxicity testing of fire effluents - guidance for analysis of gases and vapours in fire effluents using FT-IR gas analysis"
6. BS 6853:1999 Code of practice for fire precautions in the design and construction of passenger carrying trains.