

# 화재시의 연기독성

박 영 근 (방재설비부 선임연구원)

급속한 경제성장에 따른 인구의 도시 집중화 현상이 발생되었으며 이로 인하여 도시 건물의 밀집화, 고층화, 용도의 다변화에 따라서 각종 내장재료의 사용이 증가되고 있는 추세로서 목재, 면, 양모, 플라스틱류 등 그 종류도 상당히 다양해지고 있다. 1999년 화성씨랜드 청소련수련원 화재, 1999년 인천호프집 화재, 2003년 대구지하철 화재 등은 대표적인 화재사례이다. 2002년에만 화재로 인하여 인명 피해는 2,235명이 사망하거나 부상하였으며 1,697억원의 재산피해가 발생하였다.

화재현장에서 대부분의 사상자들은 밀폐된 공간에서 유해물질로 인해 산소농도가 급격히 낮아져 열적인 피해보다는 건축자재나 화학섬유가 불에 타면서 발생하는 유독가스와 고열로 사망하거나 심각한 호흡기 손상을 받는다. 본고에서는 화재발생시 인명에 위협을 미치는 요인인 열, 화염, 연기, 독성가스 중 연기와 독성가스에 대한 위험성을 서술하고자 한다.

## 1. 독성의 문제

화재에 의한 사망 원인은 주로 “열”과 “연기흡입”으로 나눌 수 있는데 이 두 용어는 잘못 이해되는 경우가 있다. 열에는 화상이라는 세포의 파괴뿐만 아니라 몸이 발한으로 열을 교환하여 체온을 조절할 수 없게 되었을 때 발생하는 열

스트레스도 포함하고 있다. 눈에 보이는 공중에 뜬 미연소 가연물인 연기는 시계를 차단하는 요소이나 직접 장애를 발생시키는 요소는 아니다. 장애는 대부분이 연기중에 있는 보이지 않는 유독가스를 흡입함으로써 발생하는 것으로 유독가스는 피부로는 거의 흡수되지 않는다. 또한 연소하고 있는 방의 공기 중 산소가 결핍되어 장애가 발생하는 일도 있다.

연기의 흡입은 미국에서의 화재 사망 원인 중 대부분을 차지하며 그 비율은 점점 높아지고 있다(표 1 참조). 연기의 흡입에 의한 사망은 1978년에 전체 화재사망자의 3/5 이하였으나 1992년에는 약 3/4으로 증가하였는데 이는 매년 약 1%의 증가 비율을 나타내는 것이다. 그것은 인구 증가를 감안할 때 연기 흡입에 의한 화재사망자의 절대수가 크게 감소하고 있음에도 불구하고 열에 의한 화재사망자의 절대수가 보다 급속히 감소하고 있기 때문이다. 따라서 연기중독이 주된 메커니즘이므로 이것을 문제로 하는 것이다. 연기흡입에 의한 화재사망을 방지하는 대책은 열에 의한 것보다 3배의 효과가 있다. 열을 입고 나중에 사망하는 자, 열과 연기흡입의 합병으로 사망하는 자 및 열 또는 연기 흡입만으로 사망하는 자가 있다. 그러나 이는 연기흡입에 비하면 얼마되지 않는다. 독성 흡입은 대다수는 아니지만 화재상해의 원인이기도 하다. 예

를 들면 1989년부터 1993년까지 5년간의 전체 화재상해 건수의 42 %가 연기중독에만 기인한 것으로, 열이 29%, 열과 연기중독의 병합이 17 %, 기타가 13 %이었다<sup>1)</sup>. 게다가 공기중에 부유하는 연기 등의 불완전 연소가스도 재산손해의 중요한 요소로 인식도를 더하고 있다.

[표 1] 화재시 열 및 연기흡입으로 인한 사망 분포(1979년~1992년)

년도	전체	연기흡입		열		기 타	
1979	5,998	3,515	(58.6 %)	2,262	(37.7 %)	221	(3.7 %)
1980	5,822	3,515	(60.4 %)	2,079	(35.7 %)	228	(3.9 %)
1981	5,697	3,501	(61.4 %)	2,048	(35.9 %)	148	(2.6 %)
1982	5,210	3,396	(65.2 %)	1,683	(32.3 %)	130	(2.5 %)
1983	5,039	3,245	(64.4 %)	1,654	(32.8 %)	140	(2.8 %)
1984	5,022	3,277	(65.2 %)	1,625	(32.4 %)	121	(2.4 %)
1985	4,952	3,311	(66.9 %)	1,498	(30.3 %)	143	(2.9 %)
1986	4,835	3,328	(68.8 %)	1,415	(29.3 %)	92	(1.9 %)
1987	4,710	3,307	(70.2 %)	1,301	(27.6 %)	102	(2.2 %)
1988	4,965	3,480	(70.1 %)	1,378	(27.8 %)	106	(2.1 %)
1989	4,723	3,308	(70.0 %)	1,311	(27.8 %)	103	(2.2 %)
1990	4,181	2,986	(71.4 %)	1,138	(27.2 %)	57	(1.4 %)
1991	4,126	2,977	(72.2 %)	1,078	(26.1 %)	70	(1.7 %)
1992	3,966	2,866	(72.3 %)	995	(25.1 %)	105	(2.6 %)
%변화	-34 %		-18 %		-56 %		-52 %

출처 : NFPA analysis of data from U.S. death certificates coded E890~E899

## 2. 독성문제의 심각성

독성이 화재사망의 주된 메커니즘이라고 해서 화재사망을 방지하는 수단으로 독성으로 어떻게 사람이 죽음에 이를까를 보다 깊이 이해하는 것이 필요하거나 효과가 있는 것은 아니다. 화재사례에 일정한 패턴이 있어 그것을 인명방호에 도움이 되도록 하려면 그에 대해 무엇인가 할 수 있는 것이 있어야 한다.

예를 들면, 남성은 여성보다 화재로 인한 사망자가 많지만 인명방호를 위해 여성으로 성전환 수술을 하고 싶어하는 남성은 별로 없을 것이다. 또한 보다 진지하게 생각해서 모든 인명방

호대책은 방화지도나 기술에서 남녀를 동일한 대상으로 하고 차이를 두지 않는다. 남성만을 대상으로 한 대책을 세울 수 없는 것은 아니지만 그러한 우선 순위를 매긴 대책은 역효과가 날 것이라는 사람도 있다. 반수의 사람들(여성)을 무시하는 대책은 필요없을 뿐만 아니라 여분으로 비용이 들 따름이다.

모든 화재에서 유독물질은 발생한다. 우리들이 사용하는 재료가 화재로 인해 어떻게 사망하는가가 달라질 뿐 사망하지 않도록 하는 것이 아니라면 바꿀 이유는 없다. 사실 이것이 연기의 독성문제가 그다지 두드러지게 취급되고 있

지 않은 주된 이유일지도 모른다. 독성으로 인한 사망의 메커니즘에 대해 우리들은 화재 위험도를 줄이는 방책으로서는 연기의 독성 이외의 소방전략이 최선이라고 배워 왔다.

이 점에 대해서 상세하게 검토하기 전에 화재에 의한 독성가스의 발생과 최근에 채택된 독성 시험에 대해 연구하지 않으면 안된다.

### 3. 독성의 강도와 초유독가스

각 유독가스는 각각 발생량이 다르고, 치사량도 다르다. 이 경우 독성의 '강도'는 사람을 사망시킬 만큼의 효과를 내는데 필요한 유독가스의 양을 의미한다.

각 화재 생성가스의 독성이 어느 정도 다른가 하는 일례를 들면, 사람을 사망시키는데 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)는 일산화탄소(CO)의 약 18배 그리고 일산화탄소(CO)는 시안화수소의 약 25배를 필요로 한다. 오랜세월 동안 연소독성에 관해서는 초유독가스를 찾는 것이 주된 연구테마가 되어 왔다. 초기에 어느 연구단체가 한번 흡입하는 것만으로 사망하는 연기를 발생하는 물질을 시험했다고 발표하였다. 그리고 다른 단체는 그만큼 독성은 높지 않지만 잔혹한 사망이 되는 연기를 내는 물질을 실험하였다. 이 경우 다른 유독가스보다 특별한 강도의 신경성 유독가스를 발생하는 물질이었다. 이 유독가스를 흡입한 실험용 토끼는 죽기전에 경련을 일으켰는데 그 모습을 비디오로 본 모든 사람들은 공포에 몸을 떨었다. 초기에 연소독성실험의 성공여부는 주로 초유독가스를 발견했는가로 판단되었다. 그러나 진짜 초유독가스는 실험실에서도 좀처럼

할 수 없는 상당히 희귀한 것이라는 사실을 알았다. 초유독가스를 발생하는 소수의 물질 및 상품은 대부분이 시판되지 않고 시판되는 것도 위험하기 때문에 회수되었다. 처음에 초유독가스를 발생한다고 생각되던 몇 가지 재료도 거듭 실험을 하면 그렇지 않다는 것이 확실해졌다. 그 좋은 예가 테프론이라는 상품명으로 알려져 있는 미국 듀폰사의 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)이다. 초기의 실험에서 테프론의 연소에 의해 발생하는 연기 속에 상당히 고도의 독성가스(초유독가스)가 있는 것이 확인되었으나 그 후의 실험에서 테프론을 아무리 대량으로 연소하여도 연기내부의 화학상호반응에 의해 초유독가스의 양은 미량이라는 것을 알았다. 따라서 연소독성 연구에서는 유독가스보다도 질량 손실율과 에너지 방출율만이 아니라 물질의 내화도, 화염확대 등의 요소가 종종 보다 큰 문제로 취급되고 있다<sup>2)</sup>. 사실, NFPA(미국방화협회) 독성자문위원회가 1984년에 제출한 최초의 보고서에서는 많은 전문가들이 연기독성 위험성에 관해 이 두 가지의 중요성을 강조하고 있다. 이 사실은 많은 사람들이 직감적으로 믿고 있는 사실과 정반대이다. 연소독성에 관해서는 소방관계자들조차 많은 사람들이 초보자로 유독가스의 섭취량과 종류의 중요성을 비교하여 생각할 때 초보자 같은 판단을 해버리는 것이다. 시안화물 및 신경성 유독가스에 대해 전술했을 때 등줄기가 서늘한 독자가 있을 법한데 일산화탄소(CO)에서는 그렇게 생각하지 않았던 것은 아닌지 만약 초유독가스가 화재독성의 주된 문제라고 하면 초유독가스를 제거(防除)하는 것이 화

재안전을 위한 중요한 열쇠라 생각되지만 지금까지 20년간의 조사에서는 상황이 바뀌고 있다.

#### 4. 독성가스에 의한 치사성 화재종류

유독가스의 발생은 연소물뿐만 아니라 화재의 연소상황에 따라 결정된다. 플래시 오버 후 격렬히 연소하는 화재에서는 각종 유독가스가 대량으로 발생하는데 특히 산소부족으로 인해 일산화탄소(CO)와 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)의 균형이 깨져 일산화탄소(CO)가 많이 발생한다. 화재실험 및 결과분석을 위해서는 먼저 각 치사성 유독가스를 발생시키는 화재상황을 규명해야 한다. 혼소를 포함한「무염화재(nonflaming fire)」 3종류와 자유연소화재(free-burning fire), 그리고 플래시오버 때와 그 후에 발생하는「완전연소화재(fully developed fire)」 2종류 등 6종류로 나눌 수 있는데 완전연소화재는 대기상의 산소농도가 20.9%인 것에 비해 5% 미만의 극저산소농도 화재와 5%에서 10%까지인 화재이다. 3종류의 무염화재를 모두 더해 미국에서 발생하는 화재로 인한 사망자의 극소수에 불과하다. 화재시 발생한 유독가스만으로 인한 화재사망의 대부분은 발화실 외부로 연소한 화재에 의한 것인데(표 2 참조) 이는 발화실 안에서 플래시오버가 발생했음을 나타낸다.

이러한 유형은 나라마다 다르다. 예를 들면, 영국의 화재사망화재는 발화실 내부로만 그치고 있는데 그것은 아마도 영국에서는 난방 비용을 절약하기 위해 방문을 닫아 구획하고 있기 때문이라고 생각된다. 그러나 미국의 주된 화재 사망화재는 플래시오버에 이르는 화재이다. 화재는 플래시오버에 이르기까지 각 단계에 상당

한 시간이 소요된다. 그러나 통계에 따르면 조기에 피크에 달하는 화재에서는 그다지 많은 사망자가 발생하지 않는다. 따라서 대부분의 화재 사망자는 플래시오버 때나 그 이후에 발생하는 유독가스에 의해 사망한다는 것이다. 이 사실을 실험이나 분석으로 나타내는 방법은 3가지 새로운 기준, ISO(국제표준화기구) 1334, NFPA(미국방화협회) 269 및 ASTM(미국재료시험협회) E 1678의 주된 차이점을 조사함으로써 찾을 수 있다. ISO의 기준은 실험로(爐)를 지정하지 않고, 실험하려는 화재의 종류를 확인한 후 그 화재에 적합한 실험로를 선택하도록 하고 있다. 그 방법으로는 플래시오버 또는 그 후의 화재에 대해 실험하는 것은 무리이다.

대개의 소규모 실험으로는 플래시오버 상황에서 급속히 연소하여 플래시오버 특유의 열유동 현상을 만들어낼 수 없다. 동물실험을 할 경우 동물이 너무 가까이에 있게 되므로 플래시오버시 발생하는 유독가스보다는 고열로 사망하게 된다. 반면 플래시오버에 의한 열유동 현상을 쉽게 만들어 내고 동물을 불에서 멀리 둘 수 있는 대규모 실험장치는 일반적인 실험에 사용하기에는 너무나 고가이고 같은 실험을 했다 하더라도 결과가 평균치에서 벗어나는 경향이 있다.

NFPA와 ASTM의 실험기준은 모두 긴 원통형의 실험장치를 사용할 것을 규정하고 있다. 원통 위에서 보면 10시와 2시 방향으로 장방형의 복사 히터의 끝이 보인다. 이 실험장치는 실험의 목적으로서는 많은 이점을 가지고 있으나 플래시오버의 열유동 현상을 측정하도록 설계되어 있지는 않다. 따라서 NFPA 기준은 실험결

과를 분석하여 플래시오버로 발생하는 일산화탄소(CO)의 발생량을 조정하여 정정할 것을 의무화하고 있다. ASTM의 기준은 실험결과를 정정한 것을 규정하고 있지 않지만 ISO처럼 실험 데이터에서 직접 독성위험을 측정하지 않도록 충고하고 있다.

NFPA의 실험기준에도 문제는 있다. 일부 연소독물학자들은 현재의 데이터로는 기준에 규정되어 있는 독성위험의 정정방법을 명확히 확인하기가 불가능하고, ISO의 실험보다 많은 의문점이 있다고 한다. 또한 실험방법에 관한 기준은 실험수단만을 규정하는 것으로 하고 실험 데이터를 특별한 목적에 적용하는데 필요한 분석에 의한 정정에 대해서는 기준을 책정해야 한다는 반대의견도 있다. 앞으로 세 단체는 실험 데이터를 독성위험에 적용하는 방법에 관한 본 권고에 대한 검토를 거듭해 나갈 것이다.

[표2] 화재규모와 사망자 위치별 연기 흡입만으로 사망자를 낸 미국 건물화재의 비율

위 치	발화실만의 화재	발화실 외부로 연소한 화재	합 계
발화실 내	7.3 %	12.4 %	19.8 %
발화실 외	14.3 %	65.8 %	80.1 %
위치 불명	0 %	0.1 %	0.1 %
합 계	21.7 %	78.3 %	100.0 %

출처 : NFPA analysis of data from 1986 to 1990  
NFIRS, NFPA survey

## 5. 일산화탄소(CO)

존 홉킨스대학의 Walter Berl교수와 Byron

Halpin 교수가 메릴랜드주에서 발생한 화재로 인한 463명의 사망자에 대해 분석한 결과 대부분이 일산화탄소(CO)로 인한 것으로 추정된다는 통계를 발표하였는데 그 내용은 다음과 같다.

- ① 사망자의 48 %는 일산화탄소(CO)에만 기인한다.
- ② 26 %는 한가지 이상의 유독물질과 결합한 일산화탄소(CO)에 기인하거나, 유독가스 또는 일산화탄소(CO)의 작용을 보다 강하게 받는 심장병과 같은 질병에 의한다.
- ③ 사망자의 18 %가 불에 직접적으로 타거나 또는 다른 열에 의해 희생되었다.
- ④ 사망자의 8 %는 열이나 독성연기에 의한 것이 아닌 다른 여러 가지 요소에 의해 희생되거나 이유가 밝혀지지 않은 요소에 의해 희생되었다.

Berl과 Halpin 교수의 조사에 의하면 일산화탄소(CO) 이외의 유독가스만으로 사망한 사람은 없었다. 그리고 사망자의 1/4 정도만 다른 유독가스와는 합병으로 인해 사망하였다. 두 교수의 조사는 화재로 인한 모든 사망자는 우선 일산화탄소(CO) 중독에 의한 것으로 한다는 가정하에 시작되었는데 이는 일산화탄소(CO) 이외의 유독가스 및 기타 요소의 영향을 과소평가할 우려가 있다. 게다가 상당히 간단한 기준으로 일산화탄소(CO)만으로 사망, 일산화탄소(CO)가 주체이나 다른 유독가스와는 결합으로 사망 및 일산화탄소(CO)가 사망원인이 아닌 것으로 나누고 있다. 여기에는 약간의 설명이 필요하다. 이러한 판단에는 몇 가지 설명이 필요하다.



혈액의 주된 기능 중 하나는 인체의 각 부분, 특히 뇌로 신선한 산소를 운반하는 것이다. 이것은 공기와 함께 흡입된 산소가 폐에서 혈액의 헤모글로빈과 결합하여 필요한 장소까지 운반되어 각 세포로 방출된다는 화학적 프로세스이다. 유감스럽게도 혈액의 헤모글로빈은 산소보다 수백배의 일산화탄소(CO)와 결합하려는 성질을 가지고 있다. 결합한 물질은 카르복시헤모글로빈(carboxyhemoglobin)이라 불리고 이것이 혈액 속에 함유되어 있다는 것은 일산화탄소(CO)가 많고 필요한 산소가 없다는 것을 의미한다. 일산화탄소(CO)는 대기중에 충분히 호흡할 수 있을 만큼의 산소가 있더라도 유독하다. Berl Halpin 두 교수는 혈액 중에 30 %의 칼복시헤모글로빈이 있으면 일산화탄소(CO)가 사망에 상당히 작용하고 50 % 있으면 일산화탄소(CO)만으로 사망시키기에 충분하다는 2가지 간단한 한계를 설정하였다.

사실은 매우 건강한 사람은 그 이상이라도 사망하지 않거나 이미 병이 있는 사람은 그 이하에서도 사망할 수 있다. 게다가 고농도의 일산화탄소(CO)를 갑자기 흡입, 심장 정지가 발생하여 상당히 낮은 수준의 카르복시헤모글로빈으로도 사망하는 수가 있다. Marcelo Hirschler 교수의 연구에 의하면 통계적으로 자동차의 배기가스로 자살한 사람처럼 단지 일산화탄소(CO)만을 포함하고 있는 것으로 알려진 사망자들의 혈액에 화재로 사망한 사람들과 같은 수준의 카르복시헤모글로빈이 포함되어 있다고 한다<sup>3)</sup>. 이 사실은 화재의 유독가스에 의한 대부분의 사망자 대부분이 일산화탄소(CO)로 사망했

다는 것이 된다. 사망자는 처음에 현기증이 일어나고 방향 감각을 잃어버리고 몸이 말을 듣지 않게 되어 마지막에는 사망에 이른다는 4단계를 거친다는 것이다. 일부 연소독물학자들이 이것이 실제로 자주 발생하는지의 여부를 확인하기 위해 가재도구가 있는 일반적인 실물크기의 방을 사용하여 많은 실험을 한 결과 일산화탄소(CO)가 영향을 미치기 훨씬 전에 시안화수소(HCN)가 사람을 무능력 상태로 만드는 수준에 이르는 것을 알았다. 따라서 이 실험들이 아무리 잘 설계되어 운용되더라도 사망자가 발생하는 실제 화재 상황을 만들기 어렵다. 그러므로 앞으로 연소독성에 관한 중요한 메커니즘과 각 유독가스 모두를 충분히 해명하기 위해 상당히 많은 실험과 조사가 필요하다.

## 6. 독성가스 측정방법

연소시 발생하는 독성가스 측정방법으로 2가지 종류의 평가방법이 있다. 한가지 방법으로는 마우스, 토끼 등의 동물을 연소과정에서 발생한 연소가스에 직접 노출시켜서 동물의 행동을 조사하는 방법이며, 또 다른 방법은 화학적 성분분석을 정량적으로 분석하는 방법이 있다. 이들 2가지 평가방법의 장·단점은 연소가스에 동물을 직접 노출시키는 방법에 있어서는 직접적인 연소가스의 종합적인 평가가 가능하다는 장점이 있지만 동물의 개체차원에서 인간과 동물간의 관계가 불명확하다는 것과 동물보호의 관점에서 그다지 바람직스럽지 못하다는 단점이 있다.

화학적 성분분석에 의한 방법은 독성평가를

정량적인 수치로서 표현하는 것으로 재료 상호간의 독성가스 측정방법이 용이하다는 등의 장점이 있다. 그러나 기본적인 독성자료가 없다는 것, 화학분석으로 검출 불가능한 미량의 독성이 있는 가스의 경우에는 평가가 불가능하다는 것 등의 단점이 있다.

재료의 독성가스 측정방법 중 일본 건설성고시 제1231호에 의한 독성가스 측정방법, UPITT(U.S.-University of Pittsburgh), NBS(U.S.-National Bureau of Standards), DIN 53436(Deutsches Institut fuer Normung)는 동물을 이용한 방법이며, KS F 2271, SAFIR 측정방법, AIRBUS INDUSTRIE사의 측정방법, JIS K 7228, JIS K 7217 측정방법은 화학적 성분 분석방법에 속한다.

## 7. 독성가스 규제동향

미국에서는 IBC(International Building code)내에 실내 장식물에 관하여 화염전파속도와 함께 연농도에 대한 규제치가 있으나 상당히 낮은 수준을 요구하고 있다. 뉴욕주에서는 Pittsburgh 대학 연독성 측정 방법을 사용하여 연독성을 측정하고 있으나, 이는 참고자료로서 이용하고 있을 뿐이고, California주에서는 교정 시설 등에 사용되는 가구류에 대하여 연기독성에 관한 규제가 있으나, 일산화탄소(CO)의 농발연성 및 연기독성을 규제하여 왔으나, 개정될 예정이다. 영국에서는 일반적인 건축재료에 대한 연기, 화염확산 및 독성이 규제 대상이다. 지금까지 일본의 건축기준법에서는 법 또는 정령 등으로 예시된 재료 혹은 고시로 규정된 시험에

합격한 것을 불연재료, 준불연재료, 난연재료로서 지정하여 인정해 왔다. 그러나 2000년 6월 1일부터 시행된 새로운 건축기준법에서는 통상의 화재시에 상당하는 가열을 받았을 때 나타나는 재료의 연소거동에 따라 불연재료, 준불연재료, 난연재료의 3가지 등급으로 분류하고 있으며, 각 등급의 재료가 만족해야 하는 기술기준에 대해서는 정령 제108조 2에서 연소하지 않을 것, 방화상 유해한 변형, 용융, 균열 등 기타 손상이 발생하지 않을 것, 피난상 유해한 연기 또는 가스가 발생하지 않을 것과 같이 정하고 있어 요건을 만족시켜야 한다. 프랑스에서는 시안화수소(HCN), 염화수소(HCl) 등의 농도에 관해 규제기준이 있으나 화재시 가장 중요한 독성가스인 일산화탄소(CO)는 제외되어 있고, 대상품목도 제외되는 폭이 넓다. 이와 같은 결과로 볼 때 외국에서도 특수한 용도나 장소 등에 한정하여 제한적으로 규제하고 있고, 아직은 전자, 전기기기나 건축재료, 일반가구 등에 대해 발연성 및 연기독성을 적극적으로 규제하려는 움직임은 보이지 않는다. 그러나 화재의 심각성 때문에 안전면에서 서서히 규제의 가능성이 높아지고 있는 것은 사실이다. ISO는 대표적인 화재 시나리오를 택하여 실제화재에 가장 가까운 실험 상황을 만들어 실험데이터를 해석하기 위한 기준을 제정하기 시작하였다. 그 예로, ISO에서 실험데이터를 해석하기 위한 기준 제정(ISO 13344(화재연소생성물의 치사독성위험의 결정) 등) 및 NFPA 성능기준코드(Performance Based Code) 규정 NFPA 269(화재위험 모델링을 위한 독성 데이터의 개발에 대한 표준시험방

법(Standard Test Method for Developing Toxic Potency Data for Use in Fire Hazard Modeling) 등)을 들 수 있다. 화재시 연소독성 생성물의 연소독성위험을 평가하는데 필요한 시험방법의 개발에 활용할 수 있는 전반적인 사항, 인명에 위험을 미치는 요소, 연소독성 생성물이 화학적 특성, 화재모델에 의한 발생된 화재시 연소독성 생성물의 급성 흡입 독성을 위해 적합한 방법에 대한 기본적인 정보, 연소독성 생성물에 대한 분석방법, 연소독성생성물의 독성효과 예측방법 및 독성평가에 대한 지침은 ISO TC 92/SC에서 ISO TR 9122-1, 2, 3, 4, 5, 6으로 제정 예정에 있다. **FILK**

#### 【참고문헌】

1. NFPA Journal November/December, 1996.
2. Walter G. Berl and Byron M. Halpin, Human Fatalities form Unwanted Fires, Baltimore, Md: Johns Hopkins University, Applied Physics Laboratory, Fire Problems Program, APL/JHW FPP TR 37, December 1978.
3. Ejji Yanai, “고분자재료의 연소생성가스 및 그 독성”, 火災, Vol.47, No.6(1997)
4. 방염제도에 관한 연구, 한국소방검정공사, pp.141~168, 2001.
5. ISO 13344, Determination of the lethal toxic potency of fire effluents, 1996
6. NFPA 269, Standard Test Method for Developing Toxic Potency Data for Use in Fire Hazard Modeling, 1996.
7. ISO TR 9122-1, Toxicity testing of fire effluents, Part 1 : General, 1989.
8. ISO TR 9122-2, Toxicity testing of fire effluents, Part 2 : Guidelines for biological assays to determine the acute inhalation toxicity of fire effluents, 1999.
9. ISO TR 9122-3, Toxicity testing of fire effluents, Part 3: Methods for the analysis of gases and vapours in fire effluents, 1999.
10. ISO TR 9122-4, Toxicity testing of fire effluents, Part 4 : The fire model furnances and combustion apparatus used in small- scale testing, 1999.
11. ISO TR 9122-5, Toxicity testing of fire effluents, Part 5 : Prediction of toxic effects of fire effluents, 1999.
12. ISO TR 9122-6, Toxicity testing of fire effluents, Part 6 : Guidelines for regulators and specifiers on the assessment of toxic hazard in fire in building and transport, 1994.

