

# 실험실 화재사고의 특징과 대응방안

실험실과 연구실은 여러 종류의 약품을 사용하고 있어, 간혹 안전사고가 발생할 가능성이 있다.

화재 및 안전사고에 대처하는 요령을 미리 알아둔다면 대형사고를 방지할 수 있다.

각 실험실에는 화재를 초기에 진화하기 위해 소화기를 충분히 설치하여야 하며, 점검기록 상태를 표시하여야 한다. 분석기기 등 고가의 정밀기계기구가 설치된 실험실에는 ABC분말 소화기보다는 사용 후 기기에 영향을 적게 주는 가스계 소화기를 배치하는 것이 바람직하다.



글 | 김인태 협회 위험조사부 차장, 공학박사

## 1. 머리말

실험실 및 연구실은 다량의 위험물을 취급하지 않아 대형사고가 발생할 가능성은 적으나 여러 종류의 약품을 사용하고 있으며, 소량 취급으로 인한 관리소홀로 중·소형 안전사고 발생 가능성은 항상 있다. 또한 연구실의 폐쇄성으로 위험정보가 외부에 알려지지 않아 사고시 대처능력이 떨어질 수 있으므로 비상조치를 위한 정보를 공유할 수 있는 제도적 장치가 필요하다.

실험실은 초등학교, 중학교, 고등학교, 대학교와 같이 교육용으로 사용하는 시설이 있으며, 연구기관, 산업체, 대학원과 같이 연구를 목적으로 하는 시설이 있다. 실험실 및 연구실에서의 소규모 화재사고는 외부에서 인지하지 못하는 경우가 있어 실제적인 위험도보다 낮게 평가되는 경향이 있다. 전기시설의 공통된 문제점은 많은 콘센트 및 배선기구를 사용하거나 무단분기 또는 바닥에 노출된 상태로 사용하는 것 등이다.

배선기구는 부하용량에 맞는 전기배선을 사용하고, 바닥에 노출된 배선은 금속관 공사 등으로 전선을 보호하여 합선 및 누전 등 불의의 사고를 방지하는 것이 필요하다. 또한 복도에 설치된 실험장비의 전기설비와 개인적으로 사용하는 이동식 전열기 등의 관리가 미흡하다. 연소확대방지 및 피난시설에 있어서는 일반 건물에서

흔히 지적되고 있는 내용과 동일한데, 방화문을 개방상태로 관리하고 있으며 덕트 및 후드 관통부 구획이 안되고 있다. 특히, 독성 및 가연성 위험물을 사용하는 실험실을 다른 실과 구획하지 않아 피해 확대가 우려되는데, 이는 건물 준공 후 구획하는 것이 현실적으로 어려우므로 건물 설계 시에 반영하여 관리하는 것이 필요하며 차선책으로 주변에 위험정보를 알리고, 비상계획 등을 세워 피해를 줄일 수 있도록 하는 것이 권장된다.

각 실험실에는 화재를 초기에 진화하기 위해 소화기를 충분히 설치하여야 하며, 점검기록 상태를 표시하여야 한다. 분석기기 등 고가의 정밀기계기구가 설치된 실험실에는 ABC분말 소화기보다는 사용 후 기기에 영향을 적게 주는 가스계 소화기를 배치하는 것이 바람직하다. 소화기는 보행거리 20m마다 1개씩 설치하도록 하고 중·고등학생이나 여학생이 주로 사용하는 실험실에는 가벼운(3.3kg~2.3kg) 소화기를 설치하여 유사시 신속하게 사용할 수 있는 조치가 필요하다.

## 2. 실험실의 안전조치

### 가. 실험실 구조

실험실 구조는 <표 1>에 따라야 하며, <표 1>에 나타난 내화성능과는 관계없이 비 실험실 구역과 1시간 이상 내화구조로 구획되어야 한다. 소화수로 인해 심각한 화재 또는 인명피해를 일으킬 수 있는 곳에서는 스프링클러 설비의 대응으로 적절한 자동식 소화설비를 설치하여야 한다. 배관, 전선관, 케이블, 전선, 공기 덕트, 공압 튜브와 덕트, 그리고 유사한 건물 설비로 인한 방화구획



의 바닥/천장과 벽 부재의 관통부 및 틈새는 동등 이상의 내화성능을 갖도록 설계 및 설치되어 방화구획이 유지되어야 한다. 모든 바닥의 개구부는 액체가 바닥 아래로 누출되는 것을 방지할 수 있도록 밀봉하거나 턱을 설치하여야 한다.

• 표 1 • 실험실의 내화성능

실험실 위험등급	면적	내화성능
A (고위험)	1,000㎡ 이하	2시간
	1,000㎡ 초과	불허
B (중위험)	1,000㎡ 이하	1시간
	1,000㎡ 초과	불허
C (저위험)	모두 해당	해당 없음
D (극소위험)	모두 해당	해당 없음

#### 나. 비상구

〈표 1〉의 클래스 A, B 실험실 내의 모든 작업구역에 필요한 비상구는 피난방향으로 열려야 하며, 클래스 C, D 실험실 내의 모든 작업구역에 필요한 비상구는 피난방향 반대쪽으로 열리거나, 수평 미닫이문이 허용될 수 있다.

다음의 경우 실험실 작업 구역에 2개 이상의 비상구가 있어야 한다.

- (1) 폭발 위험이 있는 실험실 작업구역에서 탈출하거나 접근하기 어렵게 위치한 경우
- (2) 클래스 A 실험실 내의 실험실 작업구역이 50㎡를 초과하는 경우
- (3) 클래스 B, C 실험실 내의 실험실 작업구역이 100㎡를 초과하는 경우
- (4) 실험실 작업 구역의 후드가 1차 비상구에 인접해 있는 경우
- (5) 사용되고 있는 압축가스 실린더가 교육용 용기 크기(약 5cm×33cm)보다 더 크고, 실린더의 수용품이 사고로 방출될 경우 안전한 피난을 방해할 수 있는 경우
- (6) 초저온 용기 내용물이 사고로 방출될 때 안전한 피난을 방해할 수 있는 경우

#### 다. 실험 부스

- (1) 제어풍속은 부스를 개방한 상태로 개구면에서

실험실 관리책임자는 보안경·방진마스크 등 적절한 개인보호 장비를 지급하고 착용하도록 하여야 하며, 화학약품을 취급하거나 비산물이 발생할 수 있는 실험을 할 경우에는 눈을 보호할 수 있는 보안경 또는 얼굴을 보호할 수 있는 안면보호구를 착용하여야 한다.

0.4m/sec 정도로 유지되어야 한다. 다만, 부스가 없는 실험대에서 실험할 경우 상방향 후드의 제어풍속은 실험대 위에서 1.0m/sec 정도로 유지되어야 한다.

- (2) 부스 입구의 공기 흐름방향은 입구 면에 수직이고 안쪽으로 향하여야 한다.
- (3) 부스 위치는 문, 창문, 주요 보행통로로부터 떨어져 있어야 한다.
- (4) 부스 앞에 서 있는 작업자는 주위에 흐르는 공기를 난류로 만들므로 실험자를 2인 이하로 최소화한다.
- (5) 실험 장치를 부스 내에 설치할 경우에는 전면에서 15cm 이상 안쪽에 설치하여야 하며, 부스 내 전기기계기구는 방폭형이어야 한다.
- (6) 부득이하게 시약을 부스 내에 보관할 경우는 항상 후드의 배기장치를 켜두어야 한다.
- (7) 부스는 항상 양호한 상태로 유지되어야 하며, 후드나 배기장치에 이상이 생겼을 경우에는 즉시 수리를 의뢰하고 수리중이라는 표지를 붙인다.
- (8) 후드로 배출되는 물질의 냄새가 감지되면 배기팬이 작동되는지 점검하고, 후드의 작동 상태가 양호하지 않으면 정비하도록 한다.

● 표 2 ● 관리대상 유해물질 관련 국소배기장치 후드의 제어풍속

물질의 상태	후드 형식	제어풍속(m/sec)
가스상	포위식 포위형	0.4
	외부식 축방흡인형	0.5
	외부식 하방흡인형	0.5
	외부식 상방흡인형	1.0
입자상	포위식 포위형	0.7
	외부식 축방흡인형	1.0
	외부식 하방흡인형	1.0
	외부식 상방흡인형	1.2

### 라. 냉장 및 냉각 설비

- (1) 각 냉장고, 냉동장치 또는 냉각장치가 인화성 액체 저장에 적당한 지를 알리는 표지를 쉽게 눈에 띄는 위치에 부착하여야 한다.
- (2) 인화성 액체의 저장이나 냉각에 사용되는 냉장고, 냉동장치, 기타 냉각장치의 전기기기는 인화성 증기의 위험농도에 노출을 최소화할 수 있도록 설치하여야 한다.

### 마. 가열 장치

- (1) 감시인이 없는 상태에 사용되는 전열장치가 과열로 인해 화재나 폭발의 가능성이 있을 경우, 온도 조절기 외에 수동 복구식 과승온도 차단 스위치를 설치하여야 한다.
- (2) 순환 팬이 있는 가열장치는 팬이 고장 날 경우 발열체의 전류를 차단시키는 연동장치를 설치하여야 한다.
- (3) 버너, 유도 가열기, 오븐, 난로 및 기타 발열장치는 온도에 민감하고 인화성 물질과 압축된 가스가 취급되는 장소로부터 안전한 거리에 있어야 한다.

### 바. 고온 항온조

- (1) 전기 항온조가 과열로 인하여 화재나 폭발의 가능성이 있을 경우, 온도 조절기 외에 과승온도 차단 스위치를 설치하여야 한다.
- (2) 항온조의 재질은 불연 재료이어야 한다.
- (3) 인화성 액체나 인화점까지 가열된 가연성 액체를 취급하는 항온조는 실험실 후드 내에 있



어야 하며, 증기 제어를 위해 안전한 장소로 배기하여야 한다.

#### 사. 압력설비

- (1) 15psig(103.4kPa 게이지) 이상의 압력에서 사용되는 설비는 예상되는 온도, 압력, 안전에 영향을 주는 기타 운전조건에서 사용될 수 있도록 유자격자가 설계, 제작하여야 한다.
- (2) 압력설비는 적절한 압력 방출장치, 즉 파열판이나 릴리프 밸브와 함께 설치되어야 하며, 압력 안전장치는 안전한 곳으로 배기가 이루어져야 한다.
- (3) 압력솥, 스팀 살균장치, 반응기 및 열량계와 같이 15psig(103.4kPa 게이지) 이상의 압력에서 작동되는 설비는 제조자의 지시, 설비의 설계한계, 적용 가능한 코드와 규정에 따라 작동, 유지 관리하여야 한다.
- (4) 부식, 균열, 비틀림, 스케일 형성 또는 화학 취성, 외함의 약화, 압력을 유지하기 위한 설비의 열화와 같은 설비 상태의 중요한 변화를 기록하여야 하며 이러한 설비는 즉시 보완되어야 하고, 유자격자가 인정할 때까지 사용하여서는 안 된다.

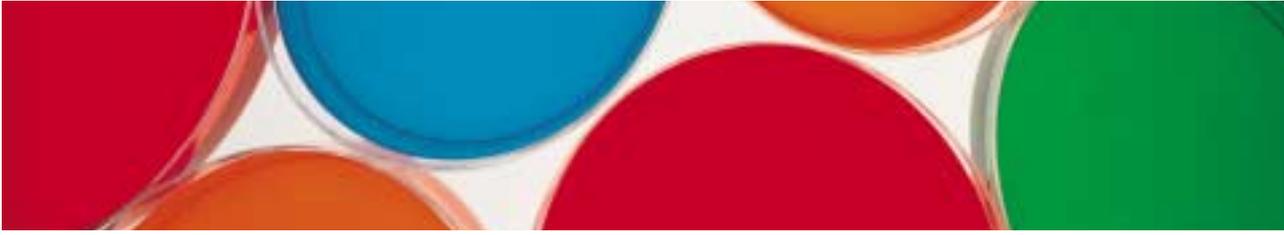
(5) 상태가 나빠진 압력설비는 등급을 낮추거나 폐기하여야 한다.

#### 아. 분석기기

- (1) 적외선, 자외선, 원자흡광, X레이, 질량분석계, 크로마토그래프 및 열 분석기와 같은 분석기기는 제조자의 지침과 적용 가능한 기준과 코드에 따라 설치되어야 한다.
- (2) 분석기기는 제조자의 지침이나 권장되는 작업절차에 따라 운용되어야 한다.
- (3) 고전압, 증기나 흠, 복사열, 화염, 역화 및 폭발로 인한 작업자의 위험을 최소화하여야 한다.

#### 자. 개인보호 장비

- (1) 실험실 관리책임자는 보안경·방진마스크 등 적절한 개인보호 장비를 지급하고 착용하도록 하여야 한다.
- (2) 상기 (1)의 규정에 따라 보호구를 지급하는 때에는 실험자 개인전용의 것을 지급하여야 한다.
- (3) 화학약품을 취급하거나 비산물이 발생할 수 있는 실험을 할 경우에는 눈을 보호할 수 있는 보안경 또



는 얼굴을 보호할 수 있는 안면보호구를 착용하여야 한다.

- (4) 유해성가스, 증기 또는 분진 등이 발생할 수 있는 실험을 할 경우에는 호흡용 보호구를 착용하여야 한다.
- (5) 1일 8시간 작업을 기준으로 85dB 이상의 소음이 발생하는 작업을 하는 때에는 청력보호구를 착용하도록 하여야 한다.
- (6) 산업보건기준에 관한 규칙에 따라 강렬한 소음작업 또는 충격소음작업 장소에서는 기계·기구 등의 대체, 시설의 밀폐·흡음 또는 격리 등 소음감소를 위한 조치를 하여야 한다.
- (7) 실험종류에 따라 적당한 실험복을 착용하여야 하며, 가능한 피부노출을 줄이고 몸에 맞는 것을 착용하여야 한다.
- (8) 유리기구에 힘을 가하여 사용할 경우에는 두꺼운 장갑을 착용하여야 한다.
- (9) 실험종류에 따라 적당한 신발을 착용하여야 하며, 발이 노출되는 것을 착용해서는 안 된다.

### 3. 실험실 안전점검 예시

실험실의 안전대책을 세우기 위해서는 우선 실험실에 존재하고 있는 위험을 파악하고 문제점을 확인한 다음 대책을 세우는 순서로 진행하는 것이 효과적이다. 다음은 약간의 지식을 갖고 있는 관계자가 사용하기 쉽도록 만든 안전점검 표의 예이다.

일반사항을 기재하고 각 항목에 대하여 체크한 다음 중

합적인 의견을 적도록 하였다. 관리 분야, 시설 분야 등 각 항목에 대해서는 양호, 보통, 미흡, 불량으로 체크한 다음 주요 내용을 '나. 방화관리' 항목과 같이 아래에 기재하는 것이 필요하다.

#### 가. 일반사항

건물명 :	실험실명 :
책임자 :	담당자 :
최대사용인원 :	명 실험실 구조 :
실험실 면적 :	m <sup>2</sup> 실험실 위치 :

#### 나. 방화관리

- 담당 부서 및 관리자 선임 :  
양호   보통   미흡   불량  
 내용 :
- 시설점검 및 정비상태 :  
양호   보통   미흡   불량  
 내용 :
- 교육 및 훈련상태(비상조치계획) :  
양호   보통   미흡   불량  
 내용 :

#### 다. 환경관리

- 담당 부서 및 관리자 선임 :  
양호   보통   미흡   불량
- 폐기물 처리 :  
양호   보통   미흡   불량
- 교육 및 훈련상태(비상조치계획) :  
양호   보통   미흡   불량

