

## 실험실 화재원인과 예방대책

이 근 원

한국산업안전공단  
산업안전보건연구원

한국산업안전공단

---

---

---

---

---

---

---

---

## 들어가는 말

- ❖ 최근 이공계대학 실험실에서 안전사고의 발생으로 이에 대한 관심이 고조되고 있음
  - > 실험실사고로 2003. 5.13. KAIST 1명, 1999.9.18 서울대 학생 3명 사망
- ❖ 연구관련 업무에 종사하는 실험실 작업자는 다양한 잠재위험 요소에 노출되어 있고,
- ❖ 실험실에서 사용되는 각종 유해화학 물질, 설비 및 기기 사용에 따른 화재, 폭발 등 실험실 사고가 발생되고 있음.
- ❖ 본고에서는 실험실 사고 중 인명과 재산 피해가 가장 큰 실험실 화재원인과 예방대책을 중심으로

한국산업안전공단

---

---

---

---

---

---

---

---

## 주요 내용

- ❖ 실험실의 안전실태
- ❖ 실험실 안전관계 법령
- ❖ 실험실 사고유형
- ❖ 실험실 화재예방대책
  - > 화학 약품안전
  - > 고압가스 안전
  - > 실험실관리 및 소화기
  - > 전기화재
- ❖ 맺음말

한국산업안전공단

---

---

---

---

---

---

---

---

### 실험실의 안전실태 (문제점)

#### ❖ 일반사항

- 실험실 출입문의 안전봉로가 미 확보
- 실험실 내 음식물 방치하거나 흡연
- 비상사위(세안설비) 시설이 미비하거나 물품방치로 비상시 사용이 어렵고,
- 안전표지판(경고, 금지 표지 등)이 적절하게 게시되어 있지 않음
- 고압가스 용기를 실험실내 혼재하여 사용보관함으로써 화재폭발 위험이 잠재하고 있음

한국화학연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

### 실험실의 안전실태 (문제점)

#### ❖ 화학물질 취급 및 폐액처리

- 화학약품의 라벨 미 부착으로 폐기시 적정처리가 어려움
- 실험대위의 시약보관 선반의 가아드가 미설치되어, 취급시에 의해 떨어질 위험이 있음
- 약품장내에 약품이 혼재되어 있거나, 독성물질 등을 후드내에 보관하는 등 약품관리가 미흡
- 실험 폐액통에 라벨 미 부착으로 약품의 혼재가 우려되어, 적정처리가 어려움.

한국화학연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

### 실험실의 안전실태 (문제점)

#### ❖ 가스 및 소화설비

- 가스 보관시 체인이 설치되어 있지 않거나, 가스 레귤레이터가 없는 경우
- 가연성 혹은 폭발성 가스 등을 같은 장소에 보관하거나, 배전반 등 전기스파크 발생 우려가 있는 곳에 보관
- 독성가스와 이립 고압가스를 혼재하여 보관하거나, 비상시 독성가스 관리가 미흡
- 후드내 인화성 물질이 상존하는 곳에 전기콘센트 등을 사용하여 화재의 우려가 있음

한국화학연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

### 실험실의 안전실태 (문제점)

#### ❖ 기계및 전기설비

- 펌프 등 회전부에 가아드가 이탈되었거나, 벨트 커버가 미 부착된 기계 기구 등이 많음
- 각종 전기기계의 스위치용 램프 색깔이 통일되어 있지 않아 오조작의 우려가 있음
- 접지형과 비접지형, 코드선을 혼재하여 사용하고 있어 세면시설 주변에 누전의 우려가 있으며, 누전차단기나 접지 등의 관리가 미흡
- 전기기계 기구류의 배선상태 불량 및 문어발식 확장코드 사용

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 실험실 안전 관련법령과 행정 체제

| 관련 부처 | 관련 법규   | 안전관계자 명칭          |
|-------|---|-------------------|
| 과학기술부 | 원자력 안전법   | 방사선 안전관리자         |
| 노동부   | 산업안전보건법 제13조, 제15조, 제16조, 동시행령9조,13조, 사전안전성검토 23조, 24조, 49조2항 | 안전관리자             |
| 행정부   | 소방법 제9조 1항, 시행령6조, 소방법 제20조, 동시행령제20조, 시행규칙 18조 소방법 제38조      | 방화관리자<br>위험안전관리자  |
| 환경부   | 유해화학물질관리법 제25조 산업폐기물관리법, 수질관리법                                | 유독물관리자<br>배출시설관리자 |
| 선저부   | 가스사업법 제24조, 고압가스안전법 제13조, 동시행령 13조, 도시가스사업법 제29조              | 안전관리자             |

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 실험실안전 관계법과 행정부처(국외)

| 가  | 구분                                     | 관련법규  | 부처                                    |
|----|--|---|---------------------------------------|
| 미국 | 소방(위험물)                                | 소방법   | 소방청                                   |
|    | 산업안전보건관리<br>및노동 안전                     | 산업안전보건법<br>29-CFR.1910.1450                 | 직업안전보건청<br>(OSHA)                     |
| 일본 | 소방(위험물)                                | 위험물취급법                                      | 자위경소방청                                |
|    | 산업안전보건관리<br>· 가스안전<br>· 전기안전<br>· 화학안전 | 노동안전취급법<br>고압가스보안법<br>전기사업법<br>화교보안법        | 노동청<br>통상청<br>중상청,전기공역청<br>문부청        |
| 영국 | 소방(위험물)                                | 화재예방법                                       | 내무부(소방청)                              |
|    | 특정가스안전<br>사업장안전보건관리                    | 특정가스에 관한법(1975)<br>사업장보건안전법(HSWA)           | 통상산업청<br>고용청,보건안전청<br>(HSE),<br>과학혁신청 |
| 독일 | 소방(위험물)                                | 위험물취급법<br>(위험물취급에 대한 규정)<br>위험물취급에 대한 기술규칙) | (내무청)소방청                              |
|    | 산업안전보건관리<br>· 유독가스                     | 영양법(산업안전법)<br>실험실에서 안전과<br>건강보호를 위한 규정      | 노동사회청<br>독일사고보험청리                     |

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

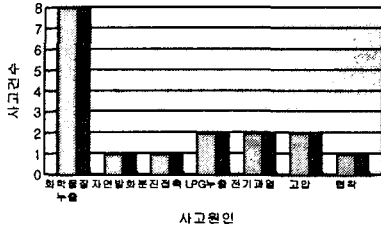
---

---

---

---

### 실험실 사고원인별 현황



(출처 : 한국산업안전공단)

한국산업안전연구원

이(국내화학공장 실험실, 1990 - 2000년)

---

---

---

---

---

---

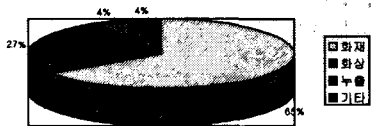
---

---

---

---

### 실험실 사고원인별 현황



(출처 : 한국산업안전연구원, 화학재의 실험실 화재 안전관리 방안, 중화학 석사학위논문, 1993)

한국산업안전연구원

(국내화학 1993 - 2002년 통계)

---

---

---

---

---

---

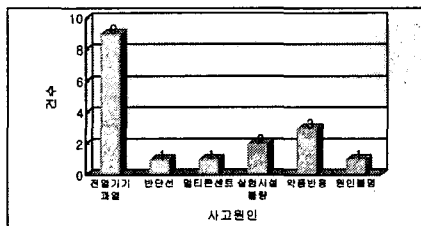
---

---

---

---

### 실험실 화재 사고원인별 현황



(출처 : 한국산업안전연구원, 전기설비 안전관리 방안, 중화학 석사학위논문, 1993)

한국산업안전연구원

(국내화학 1993 - 2002년 통계)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 실험실 화재예방 대책

- ❖ 화학 약품안전
- ❖ 고압가스 안전
- ❖ 실험실관리 및 소화기
- ❖ 전기화재

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

### 화학약품의 운반

- ❖ 운반용 용기에 넣어 운반
- ❖ 가연성 액체는 내압성 보관용기로 운반
- ❖ 주변에 점화원 제거
- ❖ 손수레등 안전한 운반구 이용하여 운반
  - > 수레는 고른 회전 바퀴를 장착

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

### 화학약품의 저장

- ❖ 별도 공간에 저장
- ❖ 라벨을 부착
  - > 약품명, 소유자, 구입일자, 위험성, 응급절차등
- ❖ 직사광선을 피하고 냉소에 저장
- ❖ 이종물질을 혼합하여 저장 금지
- ❖ 독극물은 별도 저장고에 자물쇠 채워 보관
- ❖ 위험물질의 분실·도난시 즉각 담당 책임자에게 보고

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

### 화학약품 보관

- ❖ 사용하지 않거나 유통기한이 지난 약품 보관
- ❖ 부식성, 인화성 약품은 가능한 높이에 아래 보관
- ❖ 휘발성 액체는 열, 태양, 점화원 등에서 떨어져 있어야 함



한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

### 화학약품의 취급 사용

- ❖ 위험물질은 반드시 성상, 화재, 폭발, 중독의 위험성을 조사한 후 취급
- ❖ 위험물질은 가급적 소량씩 사용
- ❖ 미지의 물질은 취급전 예비시험
- ❖ 위험물질의 사용전 방호수단을 미리 강구
  - 화재 폭발 위험성 : 방호면, 내열보호복, 소화기-
  - 중독 위험성 : 방독면, 방독복, 장갑등
- ❖ 사용후 폐기물의 처리에 유의

한국산업안전연구원

---

---

---

---

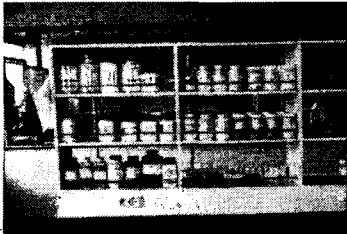
---

---

---

---

### 화학약품의 보관



한국산업안전연구원

---

---

---

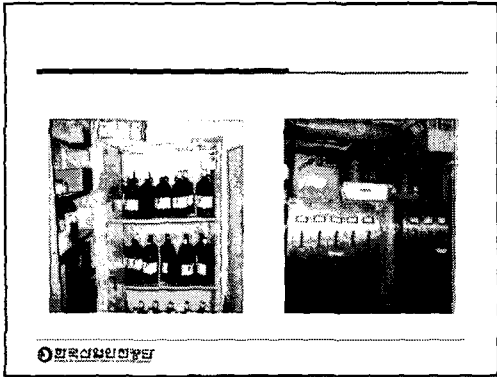
---

---

---

---

---



한국산업안전연구원

---

---

---

---


---

---

---

---

### 압축가스 실린더



- ❖ 가연성 압축실린더 안  
집 일반 콘센트  
(비 접지형)
- ❖ 가스 실린더의 보관 방  
법
- ❖ 가스 실린더의 체인 채  
결 유무
- ❖ 연료가스는 산소통베  
로부터 6m 이상 격리

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---



한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

### 가스용기 취급시 준수사항

- ❖ 위험장소, 통풍이 안되는 장소에 보관, 방치하지 않음
- ❖ 용기 저장소의 온도는 40℃이하로 유지
- ❖ 충격을 가하지 않도록 충격에 대비하여 방호물등을 설치
- ❖ 운반시 캡을 씌워 충격에 대비
- ❖ 밸브는 서서히 열어 갑자기 가스가 분출되지 않도록 함
- ❖ 사용중 용기와 사용전 용기를 명확히 구별하여 보관

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

### 고압가스 용기의 안전조작

- ❖ 용기 밸브는 보호되어야 한다.
- ❖ 사람이 있는 곳에 두지 말고, 통풍이 잘되는 별도장소에 저장한다.
- ❖ 사용하기 전에 가스영을 확인하라
- ❖ 가스를 던지지 말라
- ❖ 가스용기의 운반은 손수레를 이용하라.
- ❖ 회수된 공병은 글자를 명기하여 보낸다.

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

### 가스용기의 색상

- ❖ 산 소 —————> > 노 색
- ❖ 수 소 —————> > 주황색
- ❖ 탄산가스 —————> > 청 색
- ❖ 암모니아 —————> > 백 색
- ❖ 아세틸렌 —————> > 갈 색
- ❖ 영 소 —————> > 황 색
- ❖ 기타 가스 —————> > 회 색

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---



## 실험실의 관리



- ❖ 실험실 물품의 정리정돈 상태
- ❖ 전선의 상태 및 접지 상태
- ❖ 출입구의 통로확보 및 작업표면의 상태
- ❖ 선반 혹은 캐비닛위 각종 박스 등 보관

한국과학기술연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

## 실험실의 소화설비

- ❖ 경보 시스템
- ❖ 소화기
  - A급 : 가연성 나무, 옷, 종이 등 고체
  - B급 : 가연성 액체
  - C급 : 전기화재
  - D급 : 금속물질 화재
- ❖ 담요, 모래
- ❖ 스프링클러

한국과학기술연구원

---

---

---

---

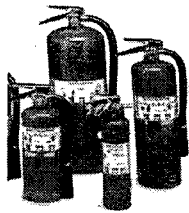
---

---

---

---

## 소화기 - Class ABC



- ❖ 대부분 실험실 화재는
  - A, B, 및 C급 소화기를 사용

한국과학기술연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

## 가스 및 화재 감지기



- ❖ 가스누출 감지기의 선정 및 설치위치
  - 수소, 황화수소, LPG
- ❖ 화재감지장치, 연기감지기 등

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

## 전기화재

### ❖ 발화원

- 전열기
- 전기장치
- 배선
- 누전부위의 가연성 물질
- 정전기

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

## 전기화재

### ❖ 원 인

- 단락(합선)
- 누전
- 과전류
- 전기 스파크
- 절연열화
- 접속부 과열
- 정전기 스파크

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

### 전기화재 예방대책

- ❖ 단락 및 혼촉방지
  - ▶ 이동전선 관리철저
  - ▶ 규격전선 사용
  - ▶ 전원스위치 차단후 점검·보수
- ❖ 누전방지
  - ▶ 방습조치
  - ▶ 누전차단기 설치
  - ▶ 전기 사용후 스위치 차단

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

### 전기화재 예방대책

- ❖ 과전류 방지
  - ▶ 과전류 차단기 설치
  - ▶ 문어발식 배선사용 금지
- ❖ 안전점검 철저
  - ▶ 주기적 안전점검

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---

### 맺는 말

- ❖ 실험실에서 사용하고 있는 인화성 혹은 가연성 물질의 특성에 대한 지식 (knowledge)과 화재가 발생하였을 경우 어떻게 해야 하는 것을 알고 있을 때 화재사고를 예방!
- ❖ 무엇보다 중요한 것은 실험실 책임자나 작업자들의 안전의식과 가연성 물질의 올바른 이해와 안전수칙을 준수할 때 실험실 화재사고를 예방할 수 있음

한국산업안전연구원

---

---

---

---

---

---

---

---