

국내 실험실 안전보건 실태와 안전대책

이근원

한국산업안전공단
산업안전보건연구원

들어가는 말

- ❖ 최근 대학 및 연구소 등에서 실험실 사고의 발생으로 실험실 안전에 대한 관심이 고조되고 있음
 - 1999. 9.18, 서울대 원자핵공학과 대학원생 3명 사망
 - 2003. 5.13, KAIST 항공우주실험실 대학원생 1명 사망
 - 2003. 8.27, 원자력연구소 실험용기 청소작업 중 용역직원 1명 사망
- ❖ 연구관련 업무에 종사하는 실험실 작업자는 다양한 **잠재위험 요소에 노출되어 있으며,**
- ❖ 실험실에서 사용되는 각종 유해화학 물질, 설비 및 기기 사용에 따른 화재, 폭발 등 **실험실 사고가 발생되고 있음,**

실험실의 현상황(1)

❖ 실험자 등의 안전의식

- 실험실책임자 및 실험실 작업자들의 안전의식이 산업현장과 비교하여 상대적으로 낮은 실정임

❖ 실험에 따른 사항

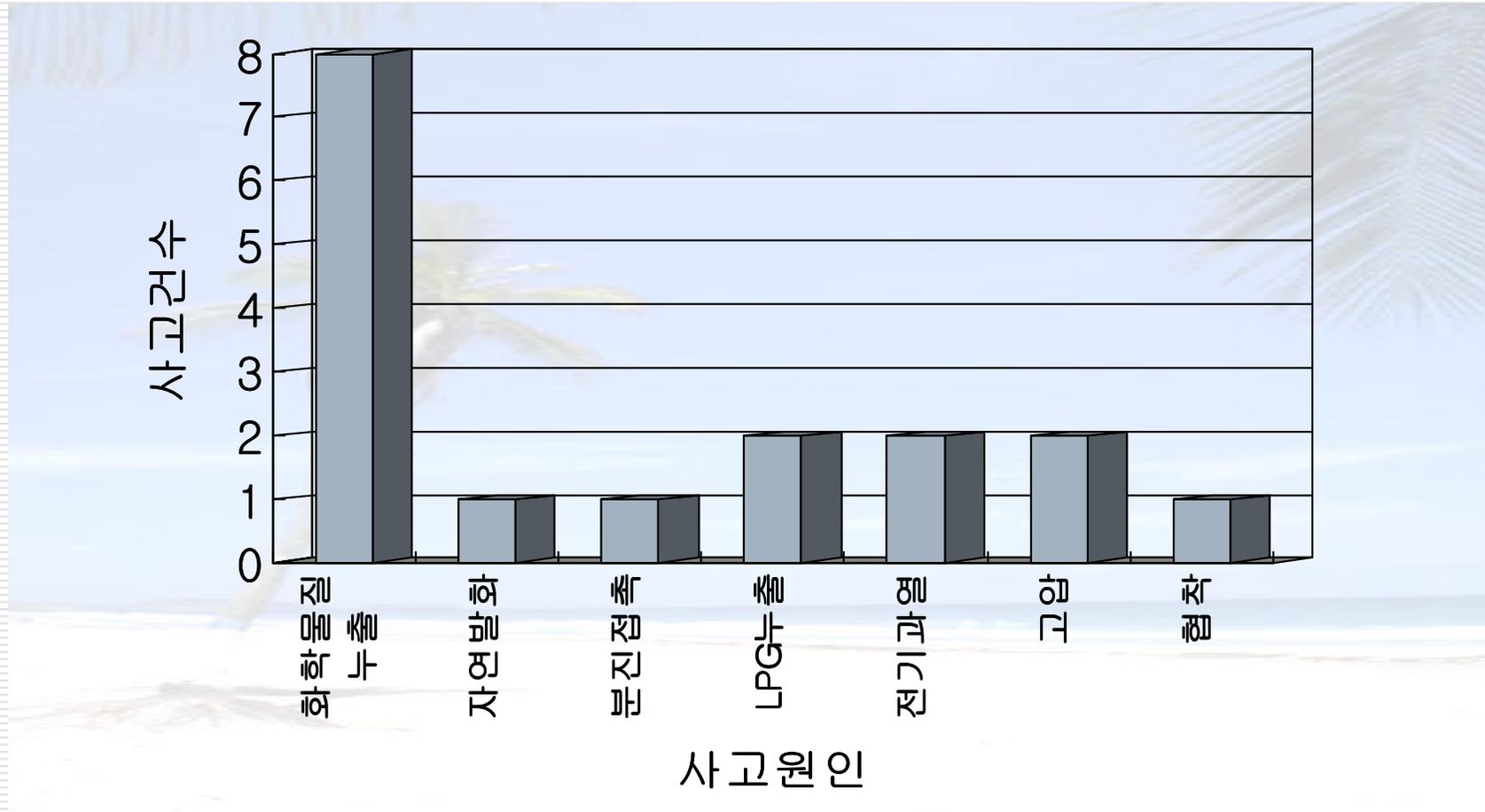
- 미지의 물질에 대한 위험성의 예측이 어려움
- 실험작업의 표준화가 어려운 비정상적인 작업이 많음
- 제한된 공간내에서 단독작업이 많아, 비상시 실험 작업자의 안전확보가 어려움

실험실의 현상황(2)

❖ 실험장치

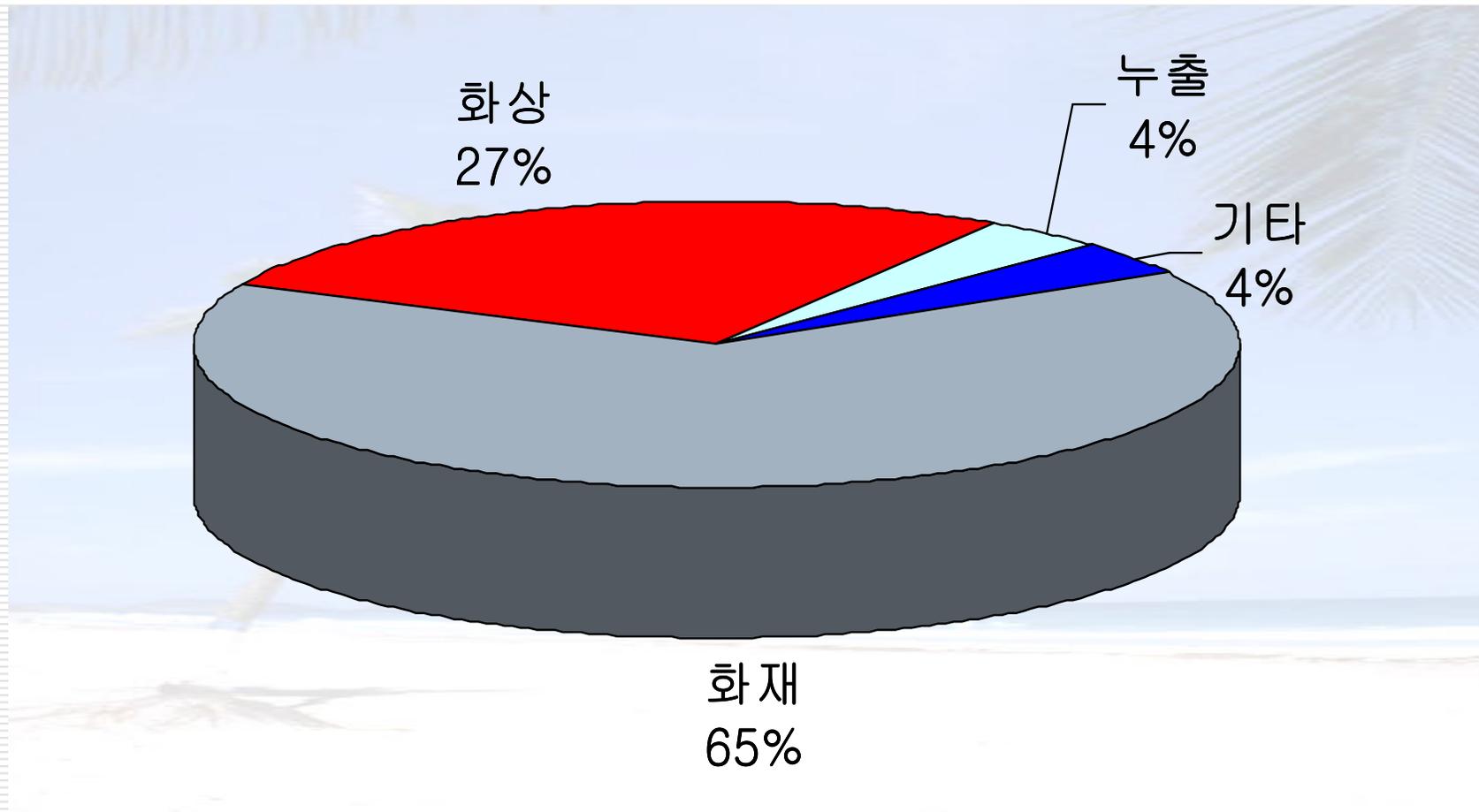
- 자체 조립, 제작하거나 구입한 실험장치의 사전 안전성 평가없이 사용하는 경우가 많음
 - ➡ 안전관리위원회 등의 자체 사전안전성 평가
- 실험의 다양화에 따른 방사선, 레이저, 고온 및 고압 장치, 고속회전기기 등 특수실험 장치는 조작순서가 복잡하여 경험이 적은 실험자가 조작하고 있어 잠재위험이 높음

실험실 사고원인별 현황(1)



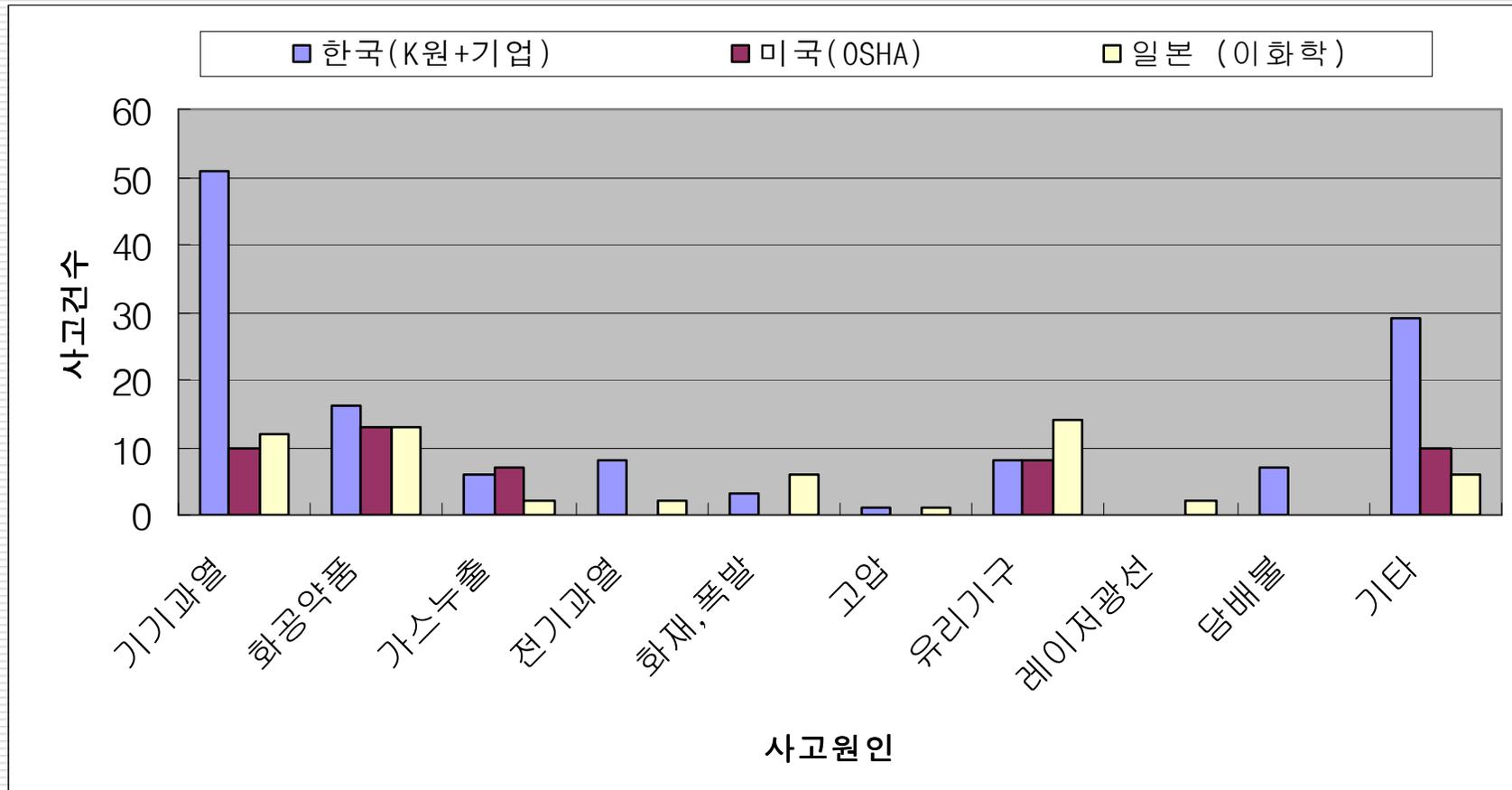
(출처 : 한국산업안전공단)

실험실 사고원인별 현황(2)



(출처 : 송민효, 이공계대학 실험실 전기설비 안전관리 방안, 충북대 석사학위 논문, 2003)

실험실 사고원인 비교



(출처 : 김두환외, 연구실험실 환경의 안전성 확보를 위한 정책연구, 한국과학재단, 2000)

실험실의 안전실태(1)

❖ 일반사항

- 실험실 출입문의 안전통로가 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 사용보관함으로서 화재폭발 위험이 잠재하고 있음
- 개인보호구 사용 및 보관상태가 미흡

실험실의 안전실태(2)

- ❖ 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.

실험실의 안전실태(3)

❖ 가스 및 소화설비

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

실험실의 안전실태(4)

❖ 기계 및 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

실험실 안전관리의 문제점(1)

- ❖ 실험실의 안전활동을 추진할 안전조직이나 부서가 없으며, Top의 안전의지와 지원이 부족함
- ❖ 실험실 보안상의 이유 등으로 특별한 경우 (중대재해 발생, 정밀안전진단)를 제외하고 외부기관의 안전점검, 진단이 이루어지지 않고 있음
 - 안전점검에 따른 문제점의 개선이 예산부족 등의 이유로 시설개선이 신속히 되지 않음

실험실 안전관리의 문제점(2)

- ❖ 실험실의 사고사례 통계자료의 부족으로 사고추이 분석과 예측이 어려움
 - ➡ 실험실 사고 DB구축 및 통계 분석이 필요
- ❖ 실험실 작업자의 안전지식이나 안전수준 향상을 위한 전문적인 안전교육기관이나 안전수준 평가 도구가 없음
 - ➡ 실험실안전 교육의무화 및 전문교육기관 운영
 - ➡ 실험실 안전수준 평가제도 등을 운영 필요

화학약품의 운반

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

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

화학약품 보관

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



화학약품의 취급 사용

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

저장 케비닛

- ❖ 화학물질의 특성에 따라 구분저장
- ❖ 적절한 통풍
- ❖ 산.알카리용은 내식성 재질
- ❖ 가연성 액체는 별도 케비닛

압축가스 실린더



- ❖ 가연성 압축실린더 인접 일반 콘센트 (비 접지형)
- ❖ 가스 실린더의 보관 방법
- ❖ 가스 실린더의 체인 체결 유무
- ❖ 연료가스는 산소봄베로부터 6m 이상 격리

가스 배관의 표시

- ❖ 가스배관의 고정 설치
- ❖ 가스배관, 분기관 등은 내용물과 일치하게 라벨 표시
- ❖ 분리된 가스저장소에서 배관을 통해 가스 공급시 배관 표시



가스용기 취급시 준수사항

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

고압가스 용기의 안전조작

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

실험실의 관리



- ❖ 실험실 물품의 정리정돈 상태
- ❖ 전선의 상태 및 접지 상태
- ❖ 출입구의 통로 확보 및 작업표면의 상태
- ❖ 선반 혹은 캐비닛 위 각종 박스 등 보관

소화설비

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

가스 및 화재 감지기



❖ 가스누출 감지기의 선정 및 설치위치

➤ 수소, 황화수소, LPG

❖ 화재감지장치
연기감지기 등

Fume Hood



- ❖ 후드 내부의 일반형 전열기구 설치
 - 플러그, 콘센트는 후드 외부에서 연결 사용
- ❖ 후드 내부에 정리되지 않은 다량의약품 방치

실험실 폐기물의 수집·운반(1)

- ❖ 폐기물 수집 용기는 플라스틱 용기 사용
 - 캔 용기는 부식, 유리용기는 파손 우려
- ❖ 용기 외부에 [지정폐기물] 스티커 부착
 - 부서명, 호실, 전화번호, 품명, 특성, 주의사항 등
- ❖ 종류별로 구분하여 수집
 - 폐산, 폐알칼리, 폐유기용제(할로겐족, 비할로겐족), 폐유 등
- ❖ 수집된 용기는 지정된 보관장소에 보관
 - 직사광선 피하고 통풍 잘 되는 곳을 선정
 - 복도, 계단등에 방치 금지

실험실 폐기물의 수집·운반(2)

- ❖ 폐기물 취급 보관 장소에 각종 표지 부착
 - 금연, 화기취급엄금, 폐기물 보관수칙 등
- ❖ 시약 공병은 기존 BOX에 넣고 폐기물보관장소에 보관
- ❖ 유출, 악취 발생 방지 조치
- ❖ 손수레등 안전한 운반구 이용하여 운반
- ❖ 방사성 폐기물은 별도 처리

약품 및 폐기물 보관



세안장치



세안설비

- ❖ 15m 이내 또는 30초 이내에 도달할 수 있는 거리마다 설치
- ❖ 접근이 용이한 곳에 설치
- ❖ 세안 및 샤워 장치 동시 설치
- ❖ 스테인레스 재질, 보온
- ❖ 원터치식

기계·기구 사용작업(1)

❖ 기계취급 일반수칙

- 기계 이상유무 철저히 점검, 고장중인 기계는 “고장”, “사용못함”등의 표지부착
- 기계가 운전되고 있는 상태에서는 기계결을 떠나지 않는다.
- 기계의 운동부위는 안전덮개를 설치
- 기계 점검·수리 할때는 기계를 정지시키고 수행
- 정전으로 기계 작동이 중지되었을 경우 필히 “정지”로 스위치 전환
- 작동중인 기계에 주유 금지

기계·기구 사용작업(2)

❖ 기계 작업 수칙

- 기계 운전시 주위에 화기물질 유무 확인
- 기계 가동전 기름 주입상태와 각종 레버 점검
- 기계 처음 가동시 저속으로 시운전 한후 작동
- 운전자는 타인과 잡담 및 흡연 금지
- 운전전 기계의 안전보호장치 이상유무 확인

예방대책(1)

❖ 부재중 실험지양

- 점검표에 의한 점검 실시
- 철야 실험 시 보고 및 사고발생 대비

❖ 화학약품 취급

- Labeling(라벨이 없는 것은 폐기)
- 맛을 보거나 냄새를 맡는등 직접 접촉금지
- 엇질러진 경우 즉시 청소
- 고열 발생기기에 경고문 부착

예방대책(2)

- ❖ 누출된 수은은 밀폐용기 담아 폐기
(진공청소기 사용금지)
- ❖ 유리제품
 - 실험전용 제품 사용
 - 깨진 유리는 별도 폐기함에 폐기
- ❖ 기계.기구
 - 사용전 관리책임자의 지시 및 승인
 - 전기 접속 및 고정 볼트 체결 상태 확인
 - 충분한 작업 공간 확보

전기화재 (1)

❖ 발화원

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

전기화재 (2)

❖ 원 인

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

전기화재 예방대책(1)

❖ 단락 및 혼촉방지

- 이동전선 관리철저
- 규격전선 사용
- 전원스위치 차단후 점검·보수

❖ 누전방지

- 방습조치
- 누전차단기 설치
- 전기 사용후 스위치 차단

전기화재 예방대책(2)

❖ 과전류 방지

- 과전류 차단기 설치
- 문어발식 배선사용 금지

❖ 안전점검 철저

- 주기적 안전점검

전기의 안전한 사용

- ❖ 전기스위치 부근의 가연성물질 제거
- ❖ 전기장치의 이상 발견시 전원스위치 차단
- ❖ 스위치의 용도 및 이름 명기
- ❖ 보수·점검시 안전표지 부착
 - (점검중, 수리중 등)
- ❖ 접지선의 확실한 연결
- ❖ 정격용량의 배선사용

맺음말

- ❖ 실험실 안전에 대한 지식(knowledge)과 사고가 발생하였을 경우 어떻게 해야 하는 것을 알고 있을 때 실험실 사고를 예방!
- ❖ 무엇보다 중요한 것은 실험실 책임자나 작업자들의 안전의식과 안전지식에 대한 올바른 이해와 안전수칙을 준수할 때 실험실 사고를 예방할 수 있음

감사합니다



Presented By:
Keun-Won, Lee

Occupational Safety & Health Research Institute

Mobile : 019-324-9593

E-mail : leekw@kosha.net