



안전한 실험환경이 되길 바라며

현재 우리나라는 반도체, 디지털 등 첨단분야 인재 확보를 위해 반도체 특성화 대학 사업을 추진하는 등 국가발전에 직접적인 영향을 미치는 과학기술 발전에 힘쓰고 있으며, 이에 따라 대학 내 고가·첨단 실험환경이 구축되고 있음에 따라 다양하고 복잡한 위험요인에 노출되고 있습니다.

이러한 과학기술의 고도화 및 복잡화에 따라 실험·실습 재료 및 물질, 장비·기구 등이 첨단화되고 있으며, 예측 불가능한 중·대형 사고로 이어지고 있어 급변하는 연구환경에서 발생할 수 있는 잠재 위험성, 안전사고에 대하여 분석하고 예방이 필요한 실정입니다.

이에 따라, 기존에 발간하였던 「대학 실험·실습실 사고 예방 가이드('21.12.)」를 근간으로 최근 발생하였던 대학 실험·실습실 사고 통계 및 주요 사고사례를 파악하고, 실제 대학 실험·실습 현장에서 발생할 수 있는 위험성 분석을 토대로 효과적인 예방 관리에 도움이 될 수 있는 내용을 금번 「대학 실험·실습실 사고 예방 가이드('23.12.)」에 담았습니다.

이를 통해 대학 내 실험·실습실 안전관리에 어려움을 겪고 있는 안전관리 담당 직원과 실험·실습에 참여하는 교수, 학생 등 실험자께서 사고 발생 위험이 없는 안전한 실험·실습 환경에서 걱정 없이 실험할 수 있는 미래가 오길 기대합니다.

목 차

I

개 요

❶ 배경 및 목적	2
❷ 구성	2
❸ 용어의 정의	3
❹ 주의사항	4

II

대학 실험·실습실 유해·위험 요인

❶ '23년 대학 실험·실습실 현장 위험성 분석	6
❷ 기계 분야 세부 위험 요인	7
❸ 소방 분야 세부 위험 요인	7
❹ 전기 분야 세부 위험 요인	8
❺ 화공 분야 세부 위험 요인	8
❻ 가스 분야 세부 위험 요인	9
❼ 산업위생 분야 세부 위험 요인	9
❽ 생물 분야 세부 위험 요인	10
❾ 일반 분야 세부 위험 요인	10

III

대학 실험·실습실 사고 예방 관리 요령

❶ 대학 실험·실습실 사고 예방안내	12
❷ 실험·실습실 안전 우수 사례	26

IV

대학 실험·실습실 사고통계 및 사례

① 연도별 사고 발생 현황	44
② 월별 사고 발생 현황	45
③ 요일별 사고 발생 현황	46
④ 학과별 사고 발생 현황	47
⑤ 실험·실습실 사고 발생 형태	48
⑥ 상해 부위별 사고발생 현황	49
⑦ 실험·실습실 상해 유형별 사고발생 현황	50
⑧ 실험·실습실 사고 원인별 사고발생 현황	51
⑨ 이공계 실험·실습실 피해 유형별 사고 사례	52
⑩ 비이공계 실험·실습실 피해 유형별 사고 사례	65

V

부 록

① 이공계 실험·실습장비별 사용 시 주의사항	70
② 비이공계 실험·실습기구별 사용 시 주의사항	72
③ 개인보호구 선정 및 관리 방법	78
④ 이공계 및 비이공계 실험·실습실 안전점검표(안)	84



안전한 실험환경, 지식의 토양

대학 실험·실습실 사고 예방 가이드

I

개 요



- ❶ 배경 및 목적
- ❷ 구성
- ❸ 용어의 정의
- ❹ 주의사항

I

개 요

1 배경 및 목적

- 지속적으로 대학 실험·실습실 안전사고가 발생하고 있음에 따라 사고 예방관리의 기초자료로 활용하고자, 기존 발간한 「대학 실험·실습실 사고 통계 및 예방가이드」를 보완한 개정판을 제작하게 되었으며,
- 본 가이드에는 최근 5년(2019~2023) 동안의 대학 실험·실습실의 사고 현황, 사고사례, 현장 위험성 분석 등을 통해 대학 실험·실습실 사고 예방을 위한 관리 요령 등을 제공하고자 한다.



[그림1-1] 대학 실험·실습실 설치현황

2 구성

- 본 가이드는 대학 실험·실습실에서 한눈에 알아볼 수 있도록 이공계와 비이공계로 구분하여 실험·실습 사고 통계 및 사고사례, 예방관리 요령을 작성하였다.
- 본 가이드에 활용한 정보는 한국교육시설안전원의 「연구실안전공제(2019~2023년) 데이터베이스」를 활용하였다.
- 본 가이드의 구성 순서는 1장 개요, 2장 대학 실험·실습실 유해·위험요인, 3장 대학 실험·실습실 사고 예방 관리 요령 4장 대학 실험·실습실 사고통계 및 사고사례 순으로 수록하였다.

3 용어의 정의

3.1 용어정리

- 이공계 : 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」제2조(정의)에 해당하는 연구실(실험실·실습실·실험준비실)
- 비이공계 : 이공계 실험·실습실을 제외한 실험·실습실
- 연구실 : 대학·연구기관 등이 연구활동을 위하여 시설·장비·연구재료 등을 갖추어 설치한 실험실·실습실·실험준비실

3.2 사고형태 분류

- 유해광선, 유해물질 노출접촉, 추락/전도, 충돌접촉, 폭발, 협착, 화재
- 가. 유해광선 : 빛 에너지가 전파되어 발생하는 사고
- 나. 유해물질 노출접촉 : 가스, 화학물질, 동물 등 유해 위험물질에 노출, 접촉, 흡입한 경우
- 다. 추락/전도 : 사람이 높은 장소에서 떨어지는 것 / 구르거나 넘어짐 또는 미끄러진 경우 물체가 전도 하거나 전복된 경우
- 라. 낙하/비래 : 날아오거나 떨어진 물체에 맞음
- 마. 충돌접촉 : 자신의 움직임, 동작으로 인해 기인물에 접촉 또는 물체가 고정부에서 이탈하지 않은 상태로 접촉 충돌
- 바. 폭발 : 물질의 화학, 물리적 변화로 열, 폭음, 폭발 압력 등이 동반하여 발생하는 경우
- 사. 협착 : 운동 중인 물체 사이의 협착, 회전부와 고정체 사이의 끼임, 회전체 사이에 물리거나 감긴 경우
- 아. 화재 : 사람의 의도 또는 고의에 의해 발생하는 연소현상

3.3 사고유형 분류

- 골절 및 신경손상, 안과질환, 염좌 및 타박상, 찰과상/창상, 화상
- 가. 골절 및 신경손상 : 뼈가 부러진 상해 및 신경에 손상이 간 경우 등
- 나. 안과질환 : 시력 감퇴 또는 실명 등
- 다. 염좌 및 타박상 : 갑작스러운 충격이나 운동으로 근막이나 인대가 상하거나 타박상으로 피하 조직이나 장기가 상한 상처 등
- 라. 찰과상 : 스치거나 문질러서 살갗이 벗겨진 상처 등
- 마. 창상 : 칼, 창, 총검 따위에 다친 상처 등
- 바. 화상 : 불이나 뜨거운 물, 화학물질 등에 의해 피부 및 조직이 손상된 경우
- 사. 기타 : 물림, 감염, 접질림, 쓰러짐, 감전 등

3.4 학과별 분류

- 대학 알리미 상에서 통계 목적으로 사용되고 있는 학과정보를 기반으로 이공계/비이공계로 구분
가. 이공계 : 공학계열, 자연과학계열, 의학계열
나. 비이공계 : 예체능계열, 인문사회계열
※ 이공계, 비이공계 학과분류는 학과정보 기준에 따라 변동될 수 있음

4 주의사항

- 본 자료는 한국교육시설안전원 연구실안전공제 데이터를 근거로 작성하였다.
- 본 자료는 2023년 기준으로 작성되었으며 현재 진행 중인 사고에 대하여는 반영하지 않아 실제 건수와는 차이가 발생할 수 있다.
- 대학 실험·실습실 사고는 사고 발생일 기준으로 작성하였다.
- 모든 자료의 수치는 세부 항목과 합계를 각각 절사한 값으로 세부 항목의 합이 합계와 일치하지 않을 수 있다.
- 한국교육시설안전원의 허락 없이 무단 복제, 전송, 배포 등을 할 수 없다.
- 본 자료에 기술된 내용은 법령에서 정한 기준이 아닌 대학 실험·실습실의 사고 발생을 저감하기 위한 참고자료로 활용해야 한다.
- 자료의 활용은 사용자의 판단과 책임하에 이루어져야 한다.

II

대학 실험·실습실 유해·위험 요인



- ❶ '23년 대학 실험·실습실 현장 위험성 분석
- ❷ 기계 분야 세부 위험 요인
- ❸ 소방 분야 세부 위험 요인
- ❹ 전기 분야 세부 위험 요인
- ❺ 화공 분야 세부 위험 요인
- ❻ 가스 분야 세부 위험 요인
- ❼ 산업위생 분야 세부 위험 요인
- ❽ 생물 분야 세부 위험 요인
- ❾ 일반 분야 세부 위험 요인

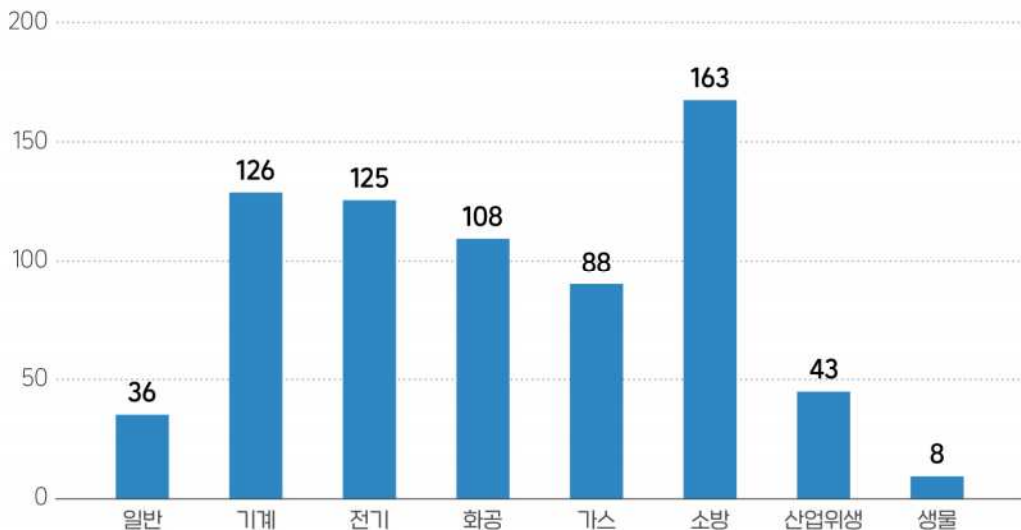
II

대학 실험·실습실 유해·위험 요인

1 '23년 대학 실험·실습실 현장 위험성 분석

- 한국교육시설안전원에서는 대학 실험·실습실 현장의 유해·위험 요인 발굴 등을 통하여 안전사고 예방 및 현장중심 지원체계를 강화하고자 '23년 4월부터 11월까지 안전컨설팅 서비스를 제공하였다.
- 컨설팅 대상 범위는 「대학 연구실 안전관리 종합대책」의 교육부 업무 범위에 따라 이공계 중·저위험 및 비이공계 분야이며, 대상 실험·실습실의 30교 대학(377실)에 안전컨설팅을 실시하였다.
- 실험·실습실 안전컨설팅 분야는 일반, 기계, 전기, 화공, 가스, 소방, 산업위생, 생물 총 8개 분야로 실시하였으며 컨설팅을 통한 실험·실습실 현장의 잠재 유해·위험요인을 아래와 같이 파악·분석하였다.

(단위: 건)

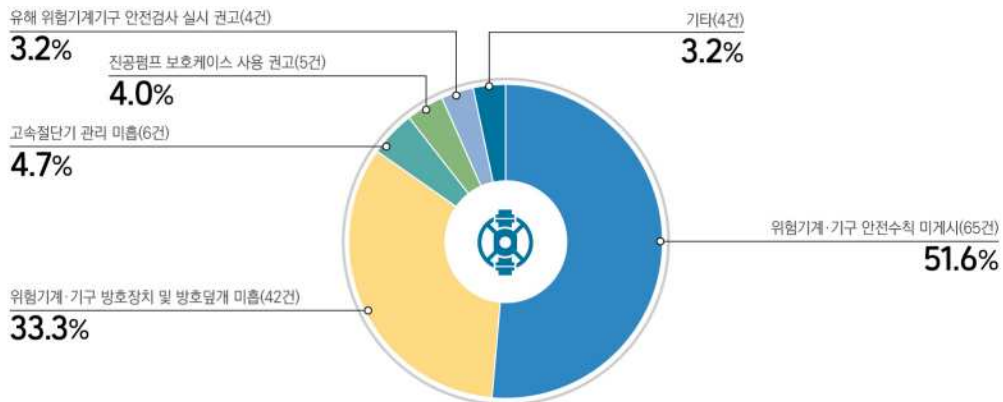


[그림 2-1] 실험·실습실 현장의 잠재 유해위험요인

- '23년 대학의 실험·실습실 현장의 유해·위험요인을 분석해본 결과, 총 8개 분야중 소방 분야의 유해·요인 비중이 높고 취약한 것으로 나타났으며, 두 번째로 높게 나타난 유해·위험요인은 기계분야가 개선이 필요한 것으로 파악되었다.

2 기계 분야 세부 위험 요인

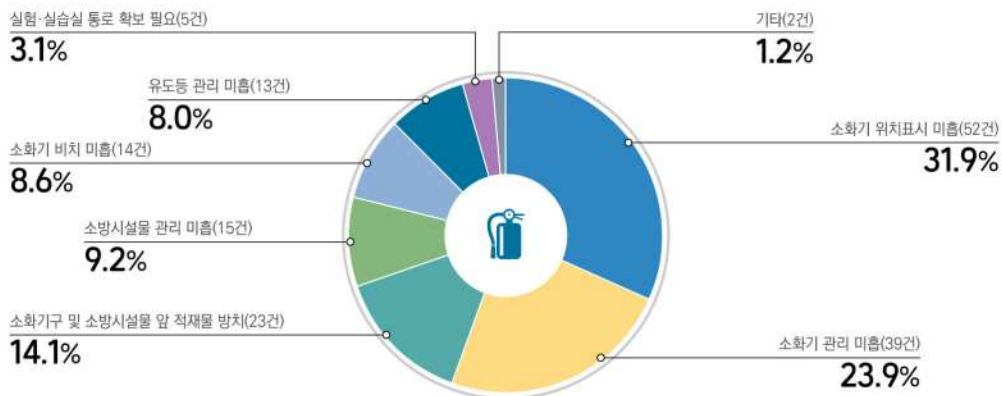
- 현장의 실험·실습실 기계 분야에 안전환경 개선이 필요한 사항으로 126건이 발견되었으며, “위험기계·기구 안전수칙 미게시”에 관한 사항이 65건(51.6%), “위험기계·기구 방호장치 및 방호덮개 미흡”이 42건(33.3%) 순으로 나타났다.
- 이 밖에 실험·실습실별로 고속절단기 관리 미흡 및 진공펌프 보호케이스 사용 권고 등의 문제점에 대하여 중점적인 개선이 필요한 것으로 파악되었다.



[그림2-2] 기계 분야 유해·위험요인 분석 내용

3 소방 분야 세부 위험 요인

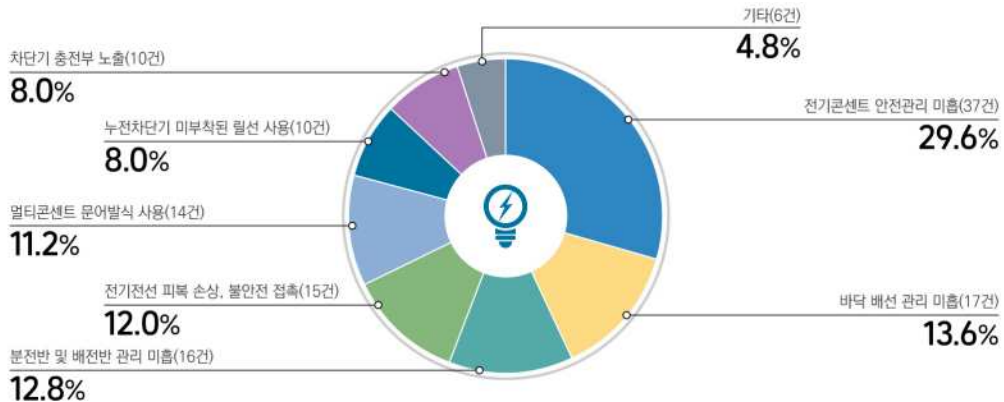
- 현장의 실험·실습실 소방 분야에 안전환경 개선이 필요한 사항으로 163건이 발견되었으며, “소화기 위치 표시 미흡”에 관한 사항이 52건(31.9%), 소화기 관리 미흡이 39건(23.9%) 순으로 나타났다.
- 이 밖에 실험·실습실별로 소화기구 및 소방시설물 앞 적재물 방치 등의 문제점에 대하여 중점적인 개선이 필요한 것으로 파악되었다.



[그림2-3] 소방 분야 유해·위험요인 분석 내용

4 전기 분야 세부 위험 요인

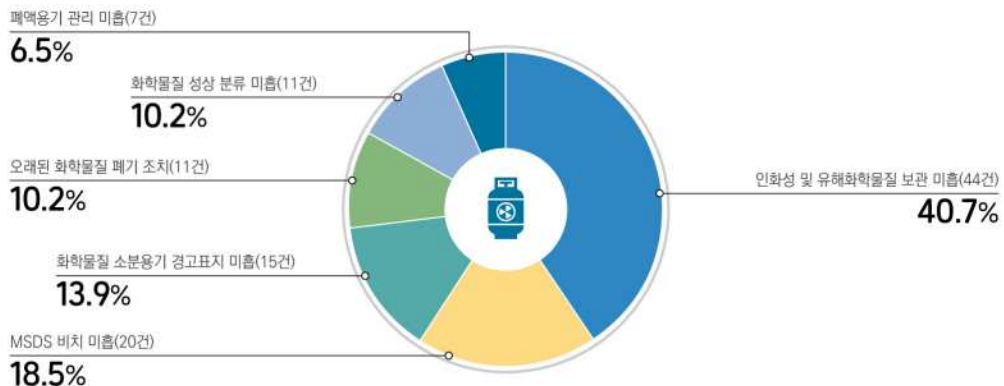
- 현장의 실험·실습실 전기 분야에 안전환경 개선이 필요한 사항으로 125건이 발견되었으며, “전기콘센트 안전관리 미흡”에 관한 사항이 37건(29.6%), “바닥 배선 관리 미흡” 17건(13.6%) 순으로 나타났다.
- 이 밖에 실험·실습실별로 분전반 및 배전반 관리 미흡 및 전기전선 피복 손상, 불안전 접촉 등의 문제점에 대하여 중점적인 개선이 필요한 것으로 파악되었다.



[그림2-4] 전기 분야 유해·위험요인 분석 내용

5 화공 분야 세부 위험 요인

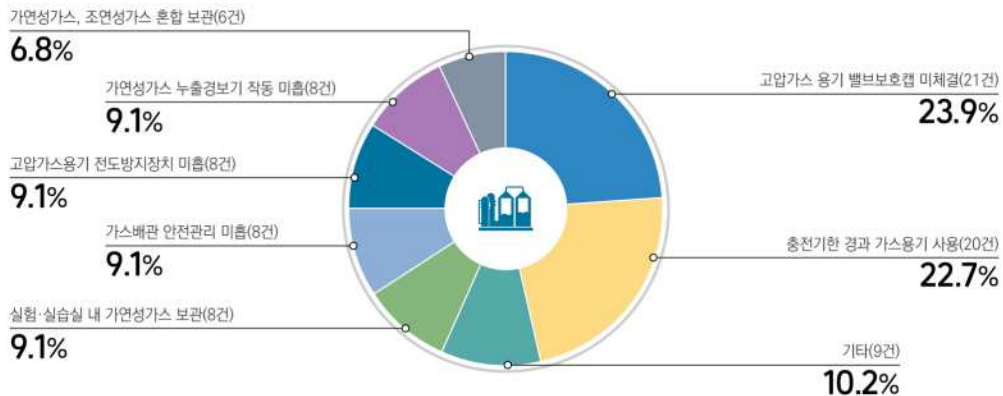
- 현장의 실험·실습실 화공 분야에 안전환경 개선이 필요한 사항으로 108건이 발견되었으며, “인화성 및 유해 화학물질 보관 미흡”에 관한 사항이 44건(40.7%), “MSDS 비치 미흡”이 20건(18.5%) 순으로 나타났다.
- 이 밖에 실험·실습실별로 화학물질 소분용기 경고표지 미흡 및 오래된 화학물질 폐기조치 등의 문제점에 대하여 중점적인 개선이 필요한 것으로 파악되었다.



[그림2-5] 화공 분야 유해·위험요인 분석 내용

6 가스 분야 세부 위험 요인

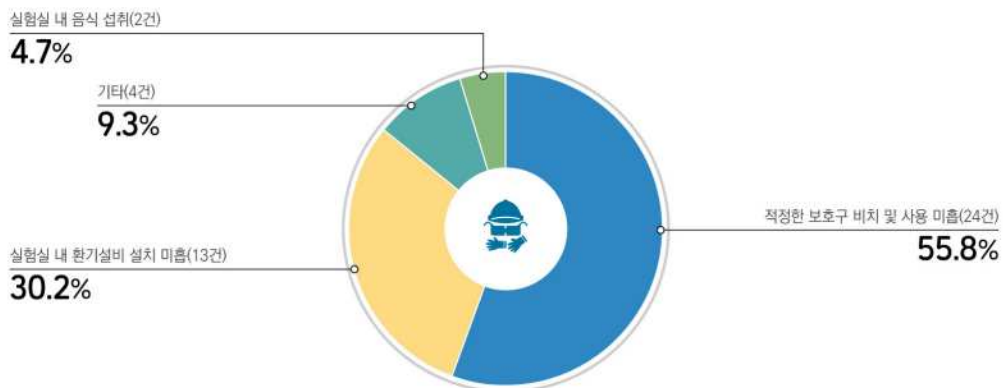
- 현장의 실험·실습실 가스 분야에 안전환경 개선이 필요한 사항으로 88건이 발견되었으며, “고압가스 용기 밸브 보호캡 미체결”에 관한 사항이 21건(23.9%), “충전기한 경과 가스용기 사용”이 20건(22.7%) 순으로 나타났다.
- 이 밖에 실험·실습실별로 실험·실습실 내 가연성가스 보관 및 가스배관 안전관리 미흡등의 문제점에 대하여 중점적인 개선이 필요한 것으로 파악되었다.



[그림2-6] 가스 분야 유해·위험요인 분석 내용

7 산업위생 분야 세부 위험 요인

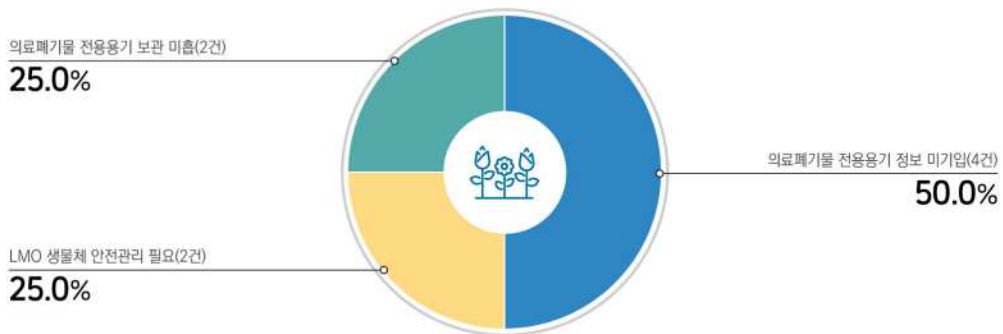
- 현장의 실험·실습실 산업위생 분야에 안전환경 개선이 필요한 사항으로 43건이 발견되었으며, “적정한 보호구 비치 및 사용 미흡”에 관한 사항이 24건(55.8%), “실험실 내 환기설비 설치 미흡”13건(30.2%) 순으로 나타났다.
- 이 밖에 실험·실습실별로 실험실 내 음식 섭취 등의 문제점에 대하여 중점적인 개선이 필요한 것으로 파악되었다.



[그림2-7] 산업위생 분야 유해·위험요인 분석 내용

8 생물 분야 세부 위험 요인

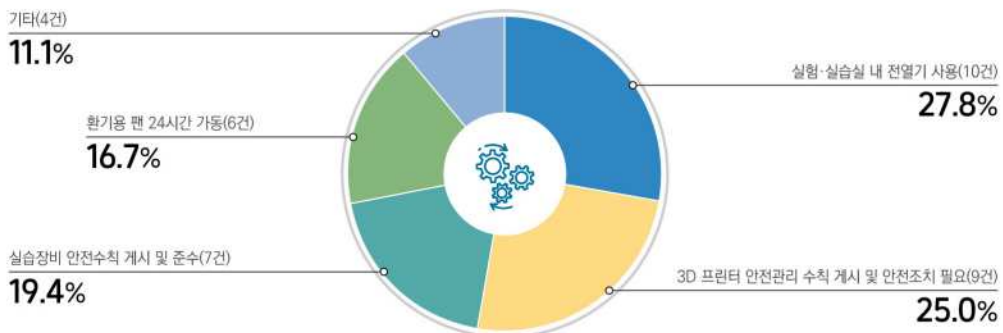
- 현장의 실험·실습실 기타 분야에 안전환경 개선이 필요한 사항으로 8건이 발견되었으며, “의료폐기물 전용 용기 정보 미가입”에 관한 사항이 4건(50%), “LMO 생물체 안전관리 필요”가 2건(25%) 순으로 나타났다.
- 이 밖에 실험·실습실별로 의료폐기물 전용용기 보관 미흡 등의 문제점에 대하여 중점적인 개선이 필요한 것으로 파악되었다.



[그림2-8] 생물 분야 유해·위험요인 분석 내용

9 일반 분야 세부 위험 요인

- 현장의 실험·실습실 생물 분야에 안전환경 개선이 필요한 사항으로 36건이 발견되었으며, “실험·실습실 내 전열기 사용”에 관한 사항이 10건(27.8%), “3D 프린터 안전관리 수칙 게시 및 안전조치 필요”가 9건(25%) 순으로 나타났다.
- 이 밖에 실험·실습실별로 실습장비 안전수칙 게시 및 준수 및 환기용 팬 24시간 가동 등의 문제점에 대하여 중점적인 개선이 필요한 것으로 파악되었다.



[그림2-9] 일반 분야 유해·위험요인 분석 내용

III

대학 실험·실습실 사고 예방 관리 요령



- ❶ 대학 실험·실습실 사고 예방안내
- ❷ 실험·실습실 안전 우수 사례

III

대학 실험·실습실 사고 예방 관리 요령

1 대학 실험·실습실 사고 예방안내

1.1 사고 예방을 위한 기본 안전 수칙



- 사고에 대비하여 실험에 임할 때는 안전 수칙을 준수하고, 반드시 적합한 보호구를 사용한다.
(콘택트렌즈·반바지·치마·슬리퍼·하이힐 등 착용 금지)
- 위험성이 있는 실험을 할 때는 2명이 수행하여 사고 시 대처할 수 있도록 한다. 혼자서 할 때는 문을 열어 주변의 다른 사람에게 연락될 수 있게 한다.
- 실험할 때 최소한의 화학약품을 사용하여 사고의 가능성을 줄이며 확산을 방지하고, 실험 시 폐기물의 최소화 노력한다.
- 가스용기는 고정하고, 사용 후 중간 밸브 및 주 밸브를 잠근다. 가스용기에 개폐 여부를 알리는 표지를 걸어 놓는다. 가스 누출을 알리는 가스 검출기를 부착한다.
- 유독성, 인화성 물질을 다루는 실험은 반드시 후드 안에서 하도록 한다.
- 전기 부속품은 규격품을 사용하고, 코드의 복잡한 연결이나 과부하에 주의한다.
- 실험실의 폐기물 수거, 관리, 처리는 대학에서 정한 절차에 따른다.
- 소화기, 소화전, 화재경보기 및 개인보호구의 위치와 사용법을 잘 알아 둔다.
- 사고 발생 시 대처 방법, 비상대피로 및 비상 연락처를 알아 둔다.
- 실험실에서 음식물 섭취를 금하고 시약용 냉장고에 음식물을 보관하지 않는다.

1.2 분야별 기초 사고 대응요령


가. 일반 안전

구 분	세부 내용
사고발생 위험요인	<ul style="list-style-type: none"> 연구 공간과 실험공간 미분리로 인한 화학물질 및 병원체 등 노출 연구실 내 취식, 음용 및 취침 행위로 인한 화학물질 및 병원체 혼입 위험 연구실 내 정리 정돈 불량으로 인해 넘어지거나 미끄러지는 등의 위험 발생
사고예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 연구 공간과 실험공간을 분리하여 연구개발 활동 실시 ▶ 연구실 내 취식, 음용 및 취침 행위 금지 ▶ 연구실 내에 실험·실습자가 통행하는 안전한 통로 마련, 연구실 바닥을 청결하게 유지


나. 전기안전

구 분	세부 내용
사고발생 위험요인	<ul style="list-style-type: none"> 전기로(Electric Furnace) 시편 취급 시 고온으로 인한 화상 위험 오토클레이브, 항온항습기 등 전기기기 사용 중 감전 위험 이차전지 조립 시 충전된 전지 접촉에 의한 전기화상 위험
사고예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 모든 전기·전자 기기는 정격전류에 알맞은 전선과 해당 전선을 보호하는 차단기를 사용 ▶ 배선의 연결부위는 반드시 절연테이프 이상의 절연내력을 갖는 절연물로 피복해야 함 ▶ 전기 스위치 부근에 인화성, 가연성 용매 등을 놓아서는 안 됨 ▶ 고압 이상의 회로를 다룰 때 절연장갑을 반드시 착용 ▶ 하나의 전원코드에 문어발식 접속으로 인한 과부하를 피해야 함 ▶ 고온 발생장치에 '고온 주의' 안내 표지 부착 ▶ 진공 오븐, 오토클레이브, 항온항습기 등 전기기기 등에는 반드시 접지 실시 ▶ 충전된 전지 간 절연 조치 및 '접촉금지' 안전표지 부착 ▶ 전원회로의 단락강도가 높은 경우(단락전류 100A 이상)에는 아크 보호장구를 갖추도록 한다. ▶ 고압부의 접근은 반드시 전원장치를 차단하고, 충분한 방전이 되었음을 검전기로 방전 완료를 확인한 후 접근한다.
관련 사진	 


다. 기계안전

구 분	세부 내용
사고발생 위험요인	<ul style="list-style-type: none"> • 장비 오동작, 연구 중 부주의 등으로 인한 협착 위험 • 절단면에 의한 찢림, 베임 등 상해 위험 • 고온 물질(윤활유, 시료 등) 비산으로 인한 화상 위험
사고예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 작업 방법, 절차 및 기기 사용법 숙지 ▶ 기계의 이상 유무를 철저히 점검하고 고장 중인 기계는 “고장”, “사용 못 함” 등의 표지를 부착 하여야 함 ▶ 기계가 운전되고 있는 상태에서는 기계 옆을 떠나지 않아야 함 ▶ 정전으로 인하여 기계작동이 중지되었을 때 반드시 “정지” 스위치를 넣어야 함 ▶ 구동중인 기계 부분에 직접 접촉을 피하고, 작동중인 기계에 주유를 금지해야 함 ▶ 기계 정지시 완전히 정지될 때까지 손대지 말아야함 ▶ 기계 기구에 대한 적절한 방호장치 설치 ▶ 옷소매, 머리카락 등 끼임이 발생할 수 있는 경우, 토시 및 머리망 등 착용 ▶ 기계기구 취급 시 적절한 개인보호구 착용 ▶ 고온 발생장치 주변 ‘화상 주의’ 등 안전표지 부착
관련 사진	

라. 가스안전


구 분	세부 내용
사고발생 위험요인	<ul style="list-style-type: none"> • 가스 배관 및 가스설비 연결부에서의 가스 누출로 인한 가스폭발 및 화재 위험 • 연구 장비 오작동으로 인한 이상 과압 발생 위험 • 밀폐된 공간에 불연성 가스 누출로 인한 질식 위험 • 독성 가스 누출로 인한 중독 위험
사고예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 용기는 직사광선을 피하고 통풍이 가능한 곳에 세워서 40℃ 이하로 보관 ▶ 가스용기는 사용 여부를 표기 ▶ 충전용기와 빈용기를 구분 보관하여야 하며, 다른 용기와 함께 보관하지 않아야 한다. 유효시간과 압력 시험 합격을 확인하고 사용 ▶ 가스용기의 전도 방지를 위하여 안전하게 고정(브라켓 또는 안전벨트) ▶ 조연성(산소, 이산화질소 등) 및 가연성 가스(아세틸렌, LPG, 수소 등) 주위에는 화기 및 물질을 가까이 두지 말아야 함 ▶ 실내 가스 저장소 내 전기시설은 방폭 및 정전기 제거시설을 갖추고 있어야 함 ▶ 가스가 고속으로 분출되면 그 전면에 충격파가 생겨 고온이 되고 다시 이 기류가 배관으로 충돌하면 더욱 온도가 올라가 폭발할 수 있으므로 산소 밸브를 열 때 천천히 오픈 ▶ 가스라인은 주 1회 이상 누출 시험을 실시 ▶ 가스용기를 이동할 경우 가스용기 밸브는 닫힌 상태여야 하고, 조정기를 분리한 후에는 가스용기의 캡을 씌워서 이동 ▶ 연구실 내에서 단거리 수평 이동 시킬 때는 가스용기를 양손으로 기울여 잡고, 한 손으로는 가스용기의 캡을, 다른 한 손으로는 가스용기의 중앙부를 지지하면서 용기 밑의 둘레로 굴려서 이동 ▶ 가스의 종류에 따라 적절한 경고 표지를 부착 ▶ 가스의 종류별로 격리하고 구분하여 적재 ▶ 퇴실 전·후 가스 밸브의 개·폐 여부를 반드시 확인 ▶ 가연성 및 독성 가스는 사용하는 연구실은 가스 누출을 감지할 수 있는 가스 누출 경보장치 설치 ▶ 연구 장비의 과압 발생 여부를 확인할 수 있도록 압력센서를 설치하고 상시 모니터링 ▶ 밀폐된 공간에서 다량의 불연성 가스를 취급, 보관하는 경우 산소농도측정기 설치 ▶ 독성 가스 용기는 실린더 캐비닛에 보관하고 중화 제독장치, 자동 차단밸브 등 안전설비를 갖추고 사용
관련 사진	

마. 화학안전


구 분	세부 내용
사고발생 위험요인	<ul style="list-style-type: none"> • 누출된 화학물질에 의한 호흡기 및 피부 접촉 위험 • 화학물질을 옮기는 과정에서의 파손 및 누출 위험 • 상호 반응성이 있는 화학물질의 혼합에 의한 반응 위험 • 리튬, 칼륨, 나트륨 등 금속성 물질의 자연발화 위험
사고예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 유해화학물질을 취급하는 실험 중에는 반드시 적절한 개인보호구 착용 ▶ 실험실 내에서는 긴바지를 착용 ▶ 실험실에서 나갈 때는 손을 비누로 세척 ▶ 실험 폐액을 싱크대에 버리지 않도록 함 ▶ 실험실에서 사용하는 모든 화학물질에 대한 물질안전보건자료(MSDS)를 구비하고 내용을 향시 숙지 ▶ 화학물질을 옮길 때는 반드시 이동용 캐리어를 사용하고 적절한 개인보호구를 착용할 것 ▶ 시약은 시약 전용 시약장에 보관하도록 하며, 환기설비와 연결되도록 함 ▶ 서로 접촉되었을 때 화재·폭발의 원인이 될 수 있는 물질은 별도로 분리 보관 ▶ 화학물질을 폐기할 때는 상호 반응성이 있는지 확인하고 폐산, 폐알칼리, 폐 유기용제 등 종류별로 분리 배출 ▶ 화학물질 흘림 또는 누출 시 대응 절차 및 수거 용품을 구비하도록 하며, 실험 중에 쏟은 모든 화학물질은 즉시 닦음 ▶ 금속성 물질 실험 시 반드시 불활성 분위기(예, 글로브 박스 내)에서 실험 진행 ▶ 부식성 물질을 취급할 경우 흡후드 등 국소 배기장치 내에서 실험하며, 흡후드의 새시의 개방 높이는 15cm 이하를 유지
관련 사진	 

구 분	세부 내용
기타 사항	<p>[산·알칼리성 화합물]</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 산성·알칼리성 화합물은 함께 두지 말고 격리하여 보관 ② 산성·알칼리성 시약을 취급할 경우 화상에 주의 ③ 산성·알칼리성 화합물은 연구실 바닥과 가까운 낮은 곳에 보관 ④ 산성·알칼리성 시약의 희석용액을 제조할 경우 발열에 주의하며 물에 산과 알칼리를 소량씩 첨가하여 희석 ⑤ 강산과 강염기는 공기 중 수분과 반응하여 치명적 증기를 생성시키므로 사용하지 않을 때는 뚜껑을 닫음 ⑥ 산성·알칼리성 시약을 운반할 때는 깨지지 않는 이송 용기 사용을 원칙 ⑦ 산성·알칼리성 시약은 부식성이 있는 금속성 용기에 저장하는 것을 금지 ⑧ 산이나 연기가 눈이나 피부에 묻었을 때 즉시 세안 장치나 비상 샤워기로 씻어내고 도움 요청 <p>[가연성(인화성) 화학물질]</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 가연성(인화성) 화학물질은 전용 저장캐비닛에 보관. ② 환기설비가 갖추어진 시약장이라도 건물 내부에 가연성 물질 보관시 500L를 초과하지 않도록 함 ③ 개별 저장캐비닛에 보관하는 가연성 및 휘발성 화학물질은 250L를 초과하지 않도록 함 ④ 유리용기로 된 화학약품의 저장은 가능한 캐비닛 선반의 가장 아래쪽에 보관 ⑤ 가스, 증기, 분진 액체 등 가연성이나 폭발성 물질의 취급 기기의 설비 또는 기기 주변의 전기설비는 방폭형 사용

바. 생물안전

구 분	세부 내용
사고발생 위험요인	<ul style="list-style-type: none"> • 주사기를 이용한 세균, 바이러스 취급 시 부주의로 인한 찔림 감염 위험 • 폐기물 처리 시 생물학적 활성 미제거로 인한 오염 위험 • 에어로졸 발생으로 인한 실내공기 오염 위험
사고예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 실험실 주 출입문은 항상 폐쇄 ▶ 실험 수행 시, 실험복은 항상 착용하고 실험 위해도 등급에 따라 적합한 개인보호구를 선택하여 착용 ▶ 출입문 앞에 생물안전 표지(유전자변형생물체명, 안전관리등급, 시설관리자의 이름과 연락처 등)를 부착 ▶ 동물실험은 동물실험실 및 지정된 구역에서만 수행 ▶ 주사기 등 날카로운 도구를 사용 취급하는 실험의 경우는 안전한 방법으로 사용 ▶ 주사기 바늘에 캡(뚜껑)을 다시 씌우지 않음 ▶ 일회용 주사기의 바늘은 손으로 제거하지 않으며, 구부리는 행위 등 손으로 조작을 하지 않음 ▶ 실험이 끝난 후에는 생물안전 작업대 및 실험대를 정리·소독하고 실험 중 오염사고가 발생한 경우, 즉시 관리자에게 보고하고 소독 등의 적절한 조치 실시 ▶ 실험 종료 후, 그리고 실험실을 나올 때는 반드시 손을 씻음 ▶ 지정된 실험구역에서는 음식 섭취, 식품 보존, 흡연, 화장 행위 등 금지 ▶ 기관 내에서 병원성 미생물 및 감염성 물질 등을 이동할 때는 이중 밀폐 포장하고 견고한 운반 용기에 담아 안전하게 운반 ▶ 주사바늘 등 손상성폐기물을 취급 할 경우 감염되지 않도록 각별히 주의 ▶ 유전자변형생물체(LMO) 등은 생물학적 활성을 제거하여 의료폐기물로 처리 ▶ 생물학적 활성을 제거하기 위해서는 고압증기멸균, 자외선 살균소독, 화학적 처리 등 적절한 방법을 사용
관련 사진	

아. 산업위생 안전

구 분	세부 내용
사고발생 위험요인	<ul style="list-style-type: none"> • 유해화학물질의 단기간 노출로 인한 급성질환 발생 위험 • 유해화학물질의 지속적인 노출로 인한 만성질환 발생 위험 • 유해화학물질 흡입, 섭취, 피부 접촉에 의한 자극, 화상 등의 위험
사고예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 유해화학물질 개봉, 취급 및 저장에 유의하여 사용 ▶ 국소배기장치가 설치된 곳에서 사용 및 공기 수준을 노출 기준 이하로 관리 ▶ 고온에서 분해되어 독성 가스가 생성할 수 있는 경우, 국소배기장치 설치된 장소에서 실험할 것 ▶ 유해화학물질을 취급하는 연구실에는 세안 설비와 비상 샤워기를 설치하고 주기적으로 작동상태를 점검할 것
관련 사진	

1.3 비이공계 사고예방 안내 (미술, 공연, 체육)

- 일반적으로 대학 현장의 실험·실습실은 이공계와 비이공계로 구분되어 있지만, 비이공계 실험·실습실에서 다루는 기자재들은 몇몇 특정 용도의 기자재를 제외하고는 이공계, 비이공계로 뚜렷하게 구분이 되어 있지 않음
- 따라서 대학의 실험·실습실 위험에 대한 예방대책은 이공계열과 공통으로 적용되는 항목과 비이공계에 적용되는 분야로 분리하여 대책 마련

가. 사고예방을 위한 기본 안전수칙

- 화학약품 취급 시
 - 모든 용기에는 “위험물 사용 승인 필증”을 부착하여야 한다.
 - 화학약품을 사용하기 전에 용기 및 포장에 표시된 경고 표지의 유해 위험 정보를 확인하고 사용하여야 한다.
 - 화학약품은 가능한 실험에 필요한 최소의 양을 사용하여야 한다.
 - 약품 라벨이 없는 용기의 약품은 사용하지 않는다.
 - 절대로 맛 또는 냄새 맡는 행위를 금하고, 입에 닿지 않도록 한다.
 - 화학약품과 직접적인 신체접촉을 피하도록 한다.
- 기계·기구 작업 시
 - 사용 전 반드시 안전관리 책임자에게 지시사항과 허락을 받도록 한다.
 - 전기접속 및 고정 볼트의 상태를 사용하기 전에 반드시 점검하도록 한다.
 - 기계·기구에는 긴급연락처와 규격 명세표를 부착한다.
 - 기계·기구는 협소한 장소에 설치하지 않도록 한다.
 - 실험·실습 시 간편한 복장을 착용하고 슬리퍼나 샌들 등은 신지 않는다.
 - 보호안경이나 보호구를 착용하고 기계·기구를 다루도록 한다.
 - 기계 가동 전에 기름 주입상태와 각종 레버를 점검한다.
 - 처음 가동 시는 저속으로 시험 운전한 후 작동한다.
 - 주위에 화기 물질의 유무를 확인한다.
 - 기계·기구를 다루는 중에는 타인과 잡담 및 흡연하지 않는다.
 - 기계·기구 동작 시 이상이 발생하면, 즉시 스위치를 끈다.
 - 기계·기구 작업 종료 시는 상태를 점검한다.
 - 기계·기구의 이상 유무를 철저히 점검하고 고장 중인 기계·기구는 “고장”, “사용 못 함” 등의 표지를 부착하여야 한다.
 - 기계·기구는 항상 잘 손질되어 있어야 하며 청소 혹은 점검, 수리할 때는 반드시 기계·기구를 정지 시키고 행하여야 한다.
 - 정전으로 인하여 기계·기구 작동이 중지되었을 때 반드시 “정지”시켰다가 다시 스위치를 넣어 사용해야 한다.

- 작동 중인 기계에 주유하면 위험하므로 금해야 한다.
 - 기계를 정지시킬 때 완전히 정지될 때까지는 손대지 말아야 하며 기계의 타력(여력)을 손이나 공구, 기타 물건으로 정지시키려 하지 말아야 한다.
 - 회전 물체의 방향 쪽에서는 작업을 금해야 한다.
 - 실습 시작 전에 안전 보호장치의 이상 유무를 항상 확인해야 한다.
- 공구 취급 시
- 작업에 적절한 것을 용도에 맞추어 사용해야 한다.
 - 사용 전에 점검하고 불안정한 것은 사용치 말아야 한다.
 - 신중히 취급하고 사용 중에 파손되면 즉시 교환해야 한다.
 - 공구는 항상 일정한 장소에 보관하도록 한다.
 - 공구를 가지고 장난치거나 불필요한 행동을 하지 않도록 지도한다.
 - 손 또는 공구가 젖어 있을 때는 잘 닦아낸 후 사용해야 한다.
- 페인팅 및 스프레이 작업 시
- 도장작업 시에는 도장복, 마스크 등 보호구를 갖춘 후 작업을 실시한다.
 - 페인트 등 인화성 물질이 묻은 옷을 입고 화기 있는 곳에 접근을 지양한다.
 - 작업장 주변의 발화성 물질을 제거하고 흡연하지 않는다.
 - 전기 스위치 근처에 인화성 물질을 두지 않는다.
 - 사용 중인 신나 및 페인트 등은 반드시 철제 보관함 등 안전한 장소에 보관하고 화기엄금 표시와 소화기를 비치한다.
 - 스프레이건 작업 시에는 배기장치를 하고 안전보호장구를 착용한다.
 - 사용 도료의 인화성, 유독성 등의 성질을 인지해야 한다.
 - 위험물 취급요령을 숙지해야 한다.
 - 도장작업 후 빈 용기, 기름걸레 등의 모든 작업 자재를 안전하게 청소한다.



[그림 3-1] 비이공계 페인팅 및 스프레이 작업

나. 분야별 주의해야 할 안전수칙

(1) 미술 분야

- 목공 작업 시
 - 사용 전 반드시 안전관리 책임자에게 지시사항과 허락을 받도록 한다.
 - 목공 기계, 공구(톱, 끌, 대패 등)는 보관장소를 마련하여 관리해야 한다.
 - 날카로운 공구를 사용하고 난 뒤에는 손을 다치지 않도록 날을 형검으로 싸서 두도록 한다.
 - 작은 나무를 기계톱으로 자를 때에는 손으로 잡지 말고 목판 같은 보조구를 사용해야 한다.
 - 나무를 자를 때 톱에서 이상한 소리가 나면 즉시 세워야 하며 잘 들지 않는 톱은 사용치 말아야 한다.
 - 나무를 자를 때 자르는 방향으로 서지 말고 옆으로 서야 한다.
 - 기계톱 사용할 때는 보안경과 앞치마를 반드시 착용해야 한다.
 - 불필요한 목재는 크기별로 일정한 장소에 쌓아 두고 화재를 대비하여 소화기를 주변에 비치하여야 한다.
 - 톱밥, 쓰레기, 나무 등은 자주 쓸어내어 화재의 위험을 방지한다.
- 용접 및 절단 작업 시
 - 용접 절단 및 화염을 사용하는 작업 시는 언제 어느 곳을 막론하고 소화기를 준비해 놓고 작업에 임해야 한다.
 - 용접 시는 지정된 헬멧과 차광안경을 착용해야 하며 용접 장갑과 용접 앞치마를 착용하고 의복은 구멍이 있거나 유류 등 인화물질이 묻은 것을 착용해서는 안 된다.
 - 밀폐된 장소에서는 환기장치가 충분히 되었는가를 확인하고 용접작업이나 절단 작업을 해야 한다.
 - 가스절단기나 용접기는 사용법을 충분히 숙지하거나 사용법에 익숙한 자만이 취급하도록 한다.
 - 용접 도선의 취급 방법은 접지도선을 용접할 물건에 접촉하고 다른 도선을 전극봉 꼭지에 접촉하는 순서로 해야 한다.
 - 좁고 제한된 공간 속에서 가열된 부분의 열로 화구에 다시 불을 붙이는 것은 위험하므로 외부에서 점화하여 작업을 시작해야 한다.
 - 아세틸렌은 1.3kg/cm²G 이상의 압력으로 사용해서는 안 된다.
 - 용접기구를 사용하기 전에 조절기와 호스가 단단하게 연결되어 있는가를 항상 확인해야 한다.
 - 수분 이상 작업을 중단할 때는 조절기 내의 가스 압력을 제거해야 한다.
 - 실린더를 수직으로 세워둘 때는 쓰러지지 않도록 묶어두어야 한다.
 - 산소나 아세틸렌 실린더는 전류가 통하고 있는 전선이나 전기기구의 접지선과의 접촉을 방지하기 위하여 주의해야 한다.
 - 아세틸렌 실린더를 저장하거나 사용할 때는 아세틸렌이 새어 나가는 것을 피하기 위해 항상 밸브 끝을 위로 가게 하여 저장하거나 사용한다.



[그림 3-2] 비이공계 목공 및 절단 작업

(2) 공연 분야

• 무대 사용자 준수사항

- 공연장 내 또는 주변에서는 절대 흡연하지 않는다.
- 작업시간은 무대 담당자의 안전 여부가 확인된 후에 시작한다.
- 모든 작업 및 시설물 사용은 안전담당자와 협의, 진행하여야 한다.
- 무대에 반입, 반출되는 모든 물품은 담당 직원의 사전 허가를 받아야 한다.
- 안전담당자 외는 각종 기계, 장비에 손을 대지 말아야 한다.
- 화재/비상시에는 안내방송 및 안내 표지판에 따라 행동하여야 한다.
- 무대에서는 화약류, 유류, 물, 가스류 등 위험물을 사용할 수 없다.
- 전기사용 및 설치 시에는 관련 면허소지자가 설치하여야 하며 전기 안전담당자의 입회하에 사용한다.
- 음주, 흡연, 오락행위(운동 및 도박) 등은 할 수 없다.
- 무대에서는 껌을 씹거나, 음식물을 먹을 수 없다.
- 공연이 끝난 후 사용한 장비 및 물품은 원상복구와 무대 장치는 안전담당자 책임하에 수거 및 철수해야 한다.
- 무대 작업 시 구두 또는 슬리퍼를 신을 수 없다. (운동화를 착용)

• 무대 시설 작업 시 안전 수칙

- 무대 기구를 안전하게 사용하기 위해서는 사용 방법을 주최자와 사전에 합의하고 예비 점검을 하여 안전 현지를 확인하는 등 이상 사태에 대비하여 운용해야 한다.
- 무대 기구의 운전 조작에 있어서는 연출 의도를 이해하고 안전을 확인하여 확실하게 조작한다.



[그림 3-3] 비이공계 공연 및 무대 시설 작업

(3) 체육분야

- 체육분야 안전 수칙
 - 매 실습 시 실습실 환경을 확인하고 안전 수칙을 준수하며, 안전사고와 관련된 문제 발견 시 바로 보고 한다.
 - 실습실 내에서 음주 및 흡연하지 않는다.
 - 안전사고와 관련하여 출입구와 대피로를 확인한다.
 - 실습실에서는 숙식을 금지한다.
 - 실습실에서는 청결 및 정리 정돈을 유지한다.
 - 실습 기자재 사용의 제한사항은 반드시 준수한다.
 - 각 실습 종목에 맞는 복장을 착용한다.
 - 실습 시 귀걸이, 목걸이, 시계 등 액세서리를 착용하지 않도록 한다.
 - 실습 전 실습실 최초 입실자는 조명을 점등하고 공기를 환기시킨다.
 - 실습 전 준비운동을 충분히 실시한다.
 - 실습 중 안전사고 발생 시 실습 담당 교수 및 강사의 지시를 잘 따른다.
 - 실습 중 개인의 몸 상태가 아프거나, 힘들 때, 움직임이 제한될 때 담당 교수 및 강사가 자신의 상태를 알려야 한다.
 - 실습 후 사용한 실습 기자재 및 교보재는 정리 정돈한다.
 - 실습 후 실습실 최종 퇴실자는 내부 조명을 소등 한다.



[그림 3-4] 비이공계 체육 및 무용 분야 실습실

2 실험·실습실 안전 우수 사례

2.1. 기계분야

① 드릴기 방호장치



② 드릴기 방호장치 경고표지 부착



③ 띠톱기계 방호장치



④ 등근톱 방호장치



⑨ 경고표시 부착



⑩ 3D프린팅 안전수칙 게시

INNOSPACE 3D프린팅 안전수칙

1. 연구실안전교육 이수자에 한하여 사용하여야 하며 사용 전 반드시 전문가에게 사전 교육을 받은 후 사용 한다.
2. 전문가 이외에 임의로 기계를 분해 및 개조하면 고장의 원인이 된다.
3. 3D프린터 사용 시 실습실을 환기 후 사용 한다.
4. 노즐의 온도가 올라갔을 때 나온 필라멘트로 인한 화상위험이 있으니 맨손으로 때어내지 말아야 한다.
5. 필라멘트의 원재료는 식물성이라 인체에 무해하나 색소의 성분은 유해할 수 있으니 섭취 하지 말아야 한다.
6. 후처리 작업 중, 시프터 제거 시 조각이 연구에 될 수 있으니 보호면을 착용하고 작업 한다.
7. 후처리 작업 중, 시프터를 제거할 때, 힘으로 무리해서 뜯을 경우 손을 다칠 수 있으니 장갑을 착용하고 제거 한다.
8. 3D프린터 작동 중에 헤드와 노즐에 손을 대면 오작동 및 화상의 위험이 있으니 주의 해야 한다.
9. 출력 시 3D프린터의 수평을 확인하고 사용하여야 한다.
10. 액상, 분말소재 사용 시에는 마스크, 장갑을 필수 착용하고 작업한다.

안전 보호 장구

번호	장구명	이미지	번호	장구명	이미지
1	마스크		3	장갑	
2	보호면				

한양대학교 창의융합공학연구소

⑪ 크레인 안전수칙 게시

크레인 안전수칙

【 중요 안전수칙 】

- 관성 작업시 슬링샷, Shackles 및 I-bolt는 중량물에 맞게 선정하여 운전한다.
- 운전자는 중량물 취급시 다른 행동을 하지 말고 운전에만 집중한다.
- 천장주행크레인을 바로 운전하지 말고, 시험운행 후 운전한다.

【 작업수칙 】

- 크레인 운전은 자격을 갖춘자 또는 명함을 소지한 지정된 운전자에게만 하여야 한다.
- 작업시작 전 기계의 고장유무를 확인하고 알리 시운전을 실시한다.
- 동시에 3가지 조작을 하지 말아야 한다.
- 급격하게 감아올리거나 감아내려서는 안 된다.
- 제2호나 로프가 비틀어진 채로 매달아 올리서는 안 된다.
- 크레인 운전자에 대해 신호는 단 한사람만 해야 한다.
- 크레인 신호수는 규정한 복장을 착용하고 규정한 신호방법으로 명확하고 확실하게 해야 한다.
- 물건중심부에 후크를 위치시킨 후 확인한 후 권상신호를 해야 한다.
- 제1호중을 초과한 양상을 파악하고 로프의 상태를 확인한다.
- 중량물 하방에는 그 어떤 작업자도 위치하지 않는다.
- 정지하중을 초과하는 중량물을 취급하지 않는다.
- 중심선을 정확히 파악하여 중량물을 취급한다.
- 운전 중에 청소 또는 정비할 하지 말아야 한다.
- 크레인 작업반경 내에는 사람의 접근을 금지하여 작업자 머리 부근 통로 위에 위치하지 않아야 한다.

조선대학교

⑫ 드릴기 방호장치, 안전수칙

드릴기 사용방법

1. 안전수칙 및 하중 수칙에 맞는 폭장 및 환경 조성하기
2. 조작성 스위치를 켜서 기계를 작동시킨다.
3. 작업물을 두리에서 좌굴(구멍내기)하지 말고, 천천히 레비를 돌려서 작업한다.
4. 작업 후, 팔간세 버튼을 눌러서 작동을 정지시킨다.
5. 사용 후, 뒷정리를 한다

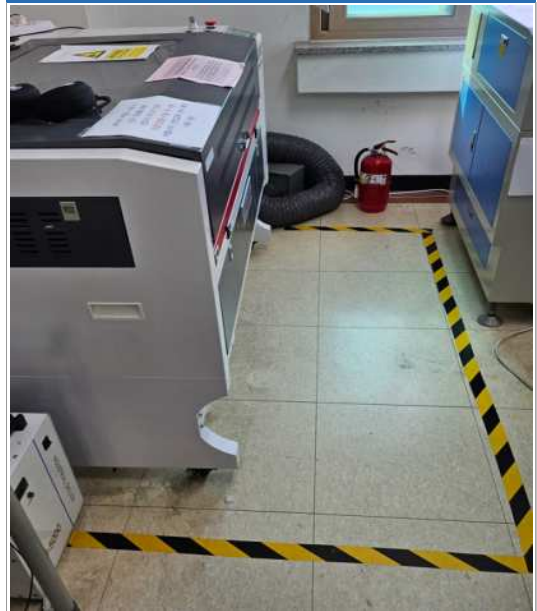
언제나 조심하십시오. 손조심!!

국립중앙도서관

⑬ 위험 기계·기구 법적 안전검사



⑭ 레이저장비 보호구역 설정



2-2. 소방분야

① 소화기 앞 적재금지 표시



② 옥내소화전 앞 적재금지 표시



③ 옥내소화전 호스 보관 및 상태



④ 소화기 위치표시 및 보관



⑤ 소화기 월별점검표 기입



⑥ 체육관 내 유도등 보호커버



⑦ LED형 유도등



⑧ 비상조명등 조도 양호



⑨ 소방포, 소방스프레이 비치

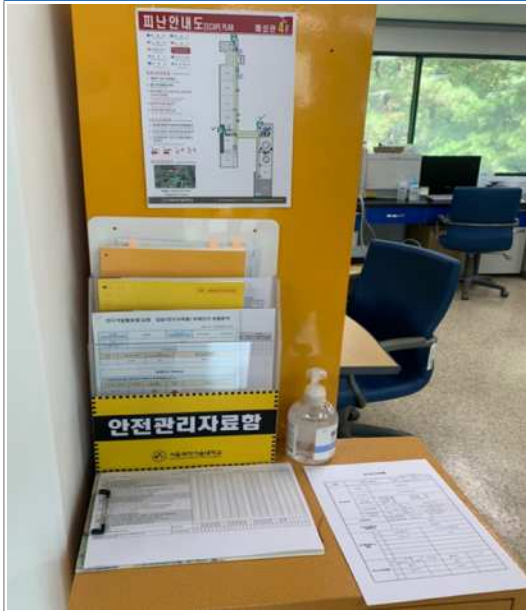


⑩ 소화기 일련번호 관리



2-3. 화공분야

① 화학물질 안전관리자료함 비치



② 화학물질 소분용기 경고 표시



③ 폐액 성상별 분류하여 안전보관



④ 인화성캐비넷 자체 정화장치



⑤ 시약장 잠금장치



⑥ 시약장 잠금장치



2-4. 전기분야

① 콘센트 방수 덮개



② 배전반 및 분전반 경고표지



③ 배전반 및 분전반 앞 적재금지



④ 분전반 내 안전속판 및 부하별 명판 부착



⑤ 전기콘센트 벽면 고정



⑥ 바닥 배선 몰딩 처리



⑦ 바닥 배선 몰딩 처리



⑧ 바닥 배선 몰딩 처리



2-5. 가스분야

① 고압가스 용기 전도방지장치 및 보호캡



② 고압가스 용기 전도방지장치



③ 외부 고압가스 용기 보관함



④ 실내 고압가스(가연성) 실린더 케비넷 설치



2-6. 산업위생분야

① 안전인증 사다리 사용



② 보호장갑 구비



③ 3D 프린터 개별 환기설비 설치



④ 3D 프린터 개별 환기설비 설치



⑤ 국소배기장치 설치



⑥ 국소배기장치 설치



⑦ 환기장치



⑧ 아이 워셔기 설치



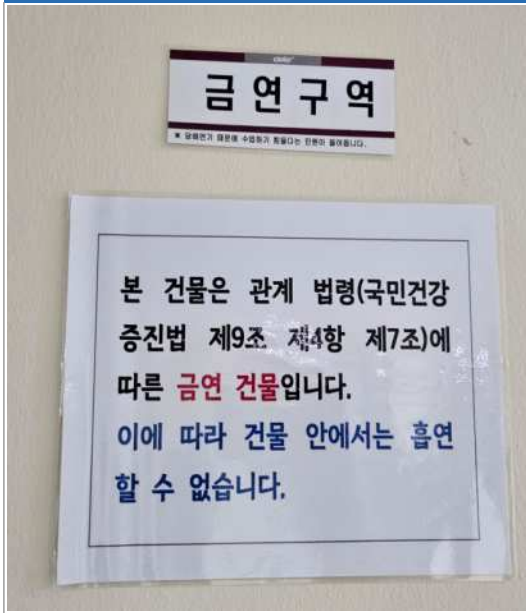
⑨ 전기가마 열 차단막



⑩ 전기가마 열 차단막



⑪ 금연구역 표시



⑫ 차광보안경 비치



2-7. 일반분야

① 경고표시



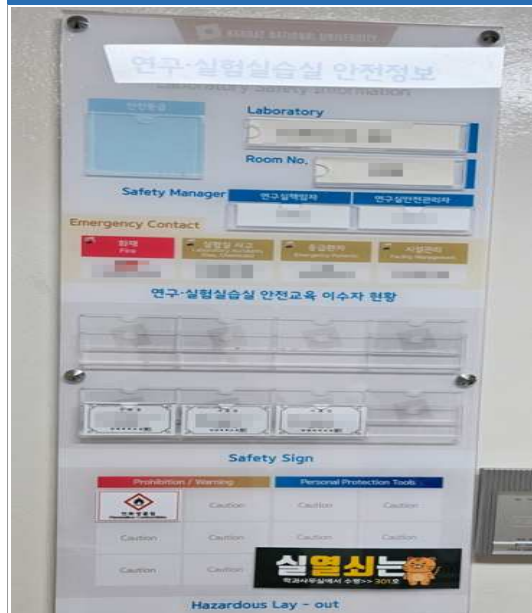
② 비상정지장치



③ 안전 수료증



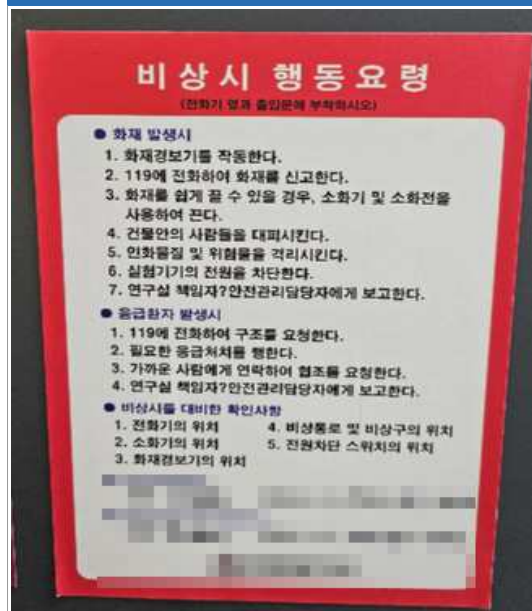
④ 실험·실습실 안전정보 게시판 비치



⑤ 실험·실습실 안전정보 게시판 비치



⑥ 비상 시 행동요령

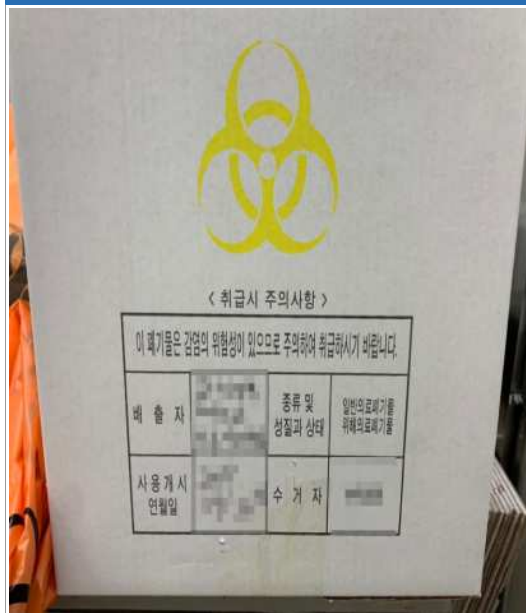


2-8. 생물분야

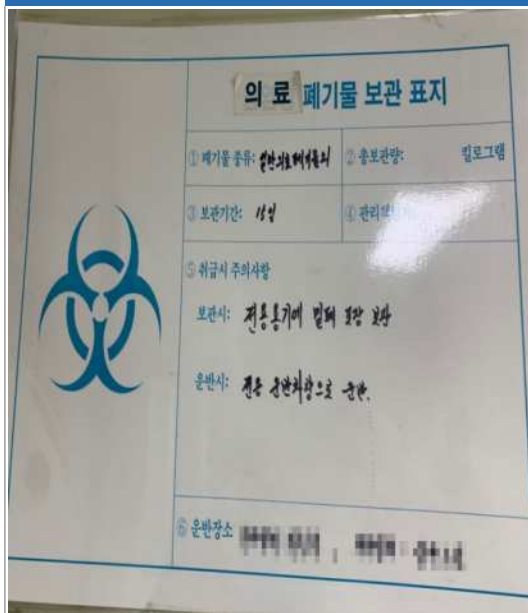
① 의료폐기물 밀폐(전용용기)



② 의료폐기물 정보 기입



③ 의료폐기물 보관 표지



안전한 실험환경, 지식의 토양

대학 실험·실습실 사고 예방 가이드

IV

대학 실험·실습실 사고통계 및 사례



- ❶ 연도별 사고 발생 현황
- ❷ 월별 사고 발생 현황
- ❸ 요일별 사고 발생 현황
- ❹ 학과별 사고 발생 현황
- ❺ 실험·실습실 사고 발생 형태
- ❻ 상해 부위별 사고발생 현황
- ❼ 실험·실습실 상해 유형별 사고발생 현황
- ❽ 실험·실습실 사고 원인별 사고발생 현황
- ❾ 이공계 실험·실습실 피해 유형별 사고 사례
- ❿ 비이공계 실험·실습실 피해 유형별 사고 사례

IV

대학 실험·실습실 사고통계 및 사례

1 연도별 사고 발생 현황

- 최근 5년간 대학 이공계열의 실험·실습실 사고 발생 현황은 2019년도에 299건으로 가장 많이 발생하였으며, 평균 224건의 사고가 발생하는 것으로 나타났다.
- 최근 5년간 비이공계열의 실험·실습실 사고 발생 현황은 2019년도에 40건으로 가장 많이 발생하였으며, 평균 20건의 사고가 발생하는 것으로 나타났다.
- 비이공계열의 사고 발생비율은 총 사고 발생 건수 중 약 7% 정도가 차지하는 것으로 나타났다.

〈표 4-1〉 연도별 실험·실습실 사고 발생 현황

(단위 : 건수)

구분	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	합계	평균
이공계	299	224	240	193	165	1,121	224
비이공계	40	20	14	14	11	99	20

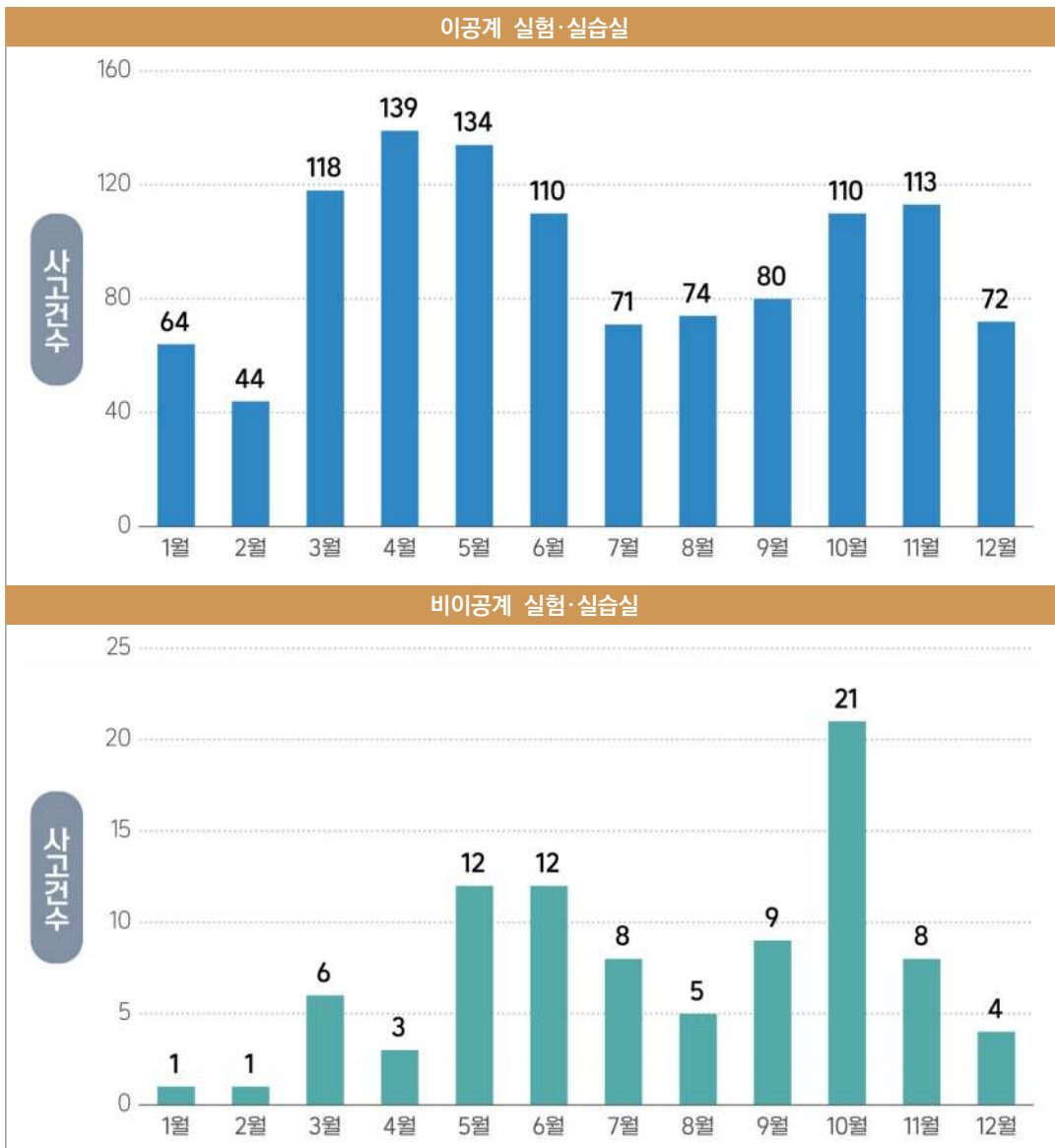


[그림 4-1] 최근 5년간 연도별 실험·실습실 사고 발생 현황

※ 사고데이터는 한국교육시설안전원 연구실안전공제 자료이며, 실제 사고 건수와는 차이가 발생할 수 있음.

2 월별 사고 발생 현황

- 최근 5년간 대학 이공계열의 월별 실험·실습실 사고 발생 현황은 4월~5월에 각각 139건, 134건이 발생하였고, 10월~11월에 각각 110건, 113건이 발생한 것으로 나타났다.
- 최근 5년간 비이공계열의 월별 실험·실습실 사고 발생 현황은 5월과 6월에 각각 12건으로 나타났으며, 10월 21건, 9월 9건이 발생한 것으로 조사되었다.



[그림 4-2] 최근 5년간 실험·실습실 월별 사고 발생 현황(이공계/비이공계)

3 요일별 사고 발생 현황

- 최근 5년간 대학 이공계열의 요일별 실험·실습실 사고 발생 현황으로는 목요일(226건), 수요일(222건), 화요일(218건)에 주로 발생하였고 화요일~목요일에 사고가 가장 자주 발생한 것으로 나타났다.



[그림 4-3] 실험·실습실 요일별 사고 발생 현황(이공계/비이공계)

4 학과별 사고 발생 현황

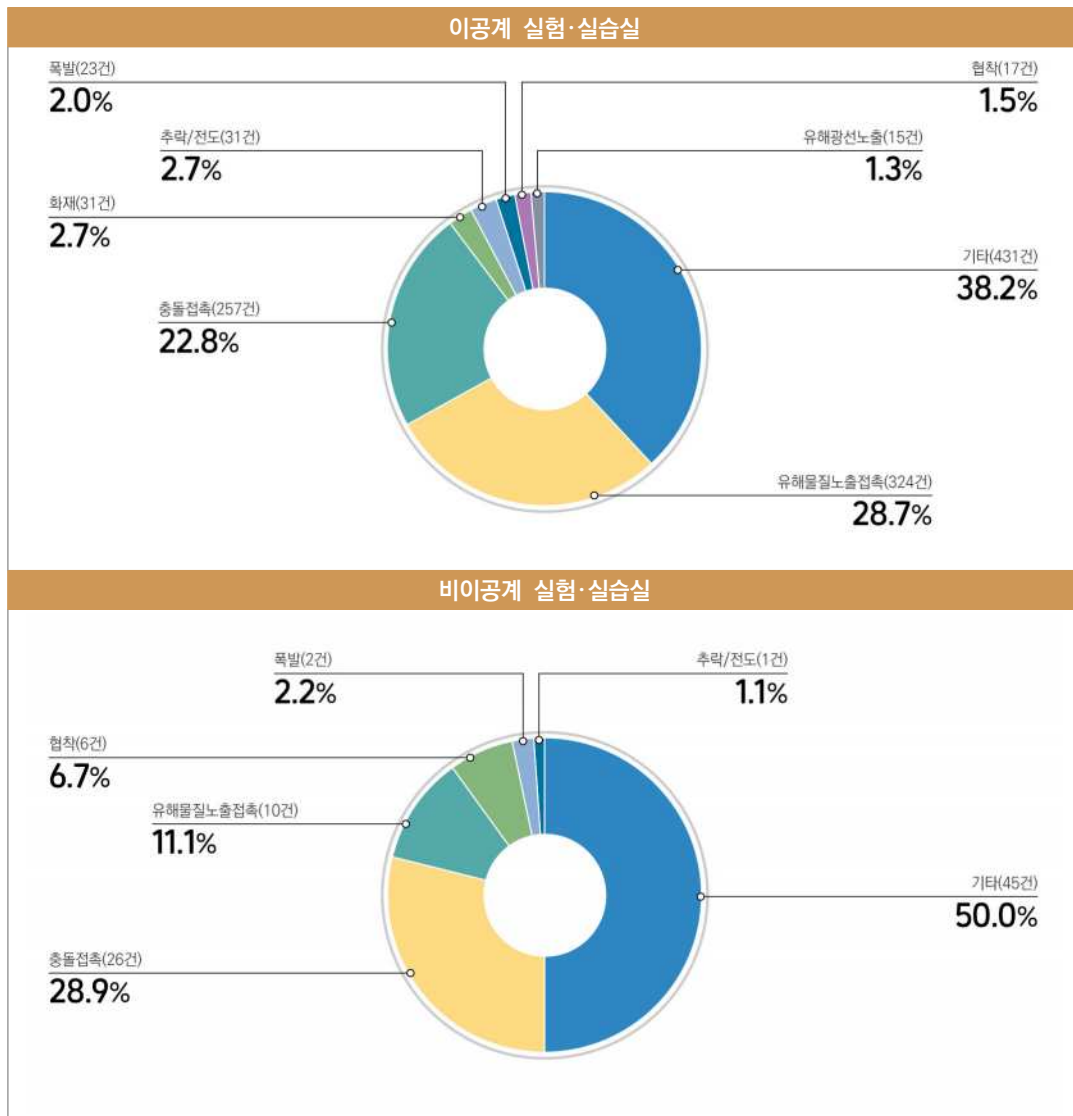
- 최근 5년간 대학 이공학계열의 학과별 실험·실습실 사고 발생 현황은 공학·자연과학 분야에서 394건으로 사고가 자주 발생하였으며, 비이공학계열의 사고 발생 현황은 공예디자인 분야 44건이 발생하였다.
- 이공학계열은 공학·자연과학 분야에서 총 394건의 사고가 발생하였으며 총사고의 34.9%를 차지하는 것으로 나타났다.
- 비이공학계열의 사고 발생 현황은 공예디자인 분야의 사고가 총 39건으로 전체사고의 43%를 차지하는 것으로 나타났다.



[그림 4-4] 실험·실습실 학과별 사고 발생 현황(이공학계/비이공학계)

5 실험·실습실 사고 발생 형태

- 최근 5년간 대학 이공계열의 실험·실습실 사고 발생형태로는 유해물질노출접촉에 의한 사고가 324건, 충돌접촉 사고가 257건으로 가장 많이 발생하였으며, 충돌접촉과 유해물질노출접촉 사고가 총사고의 약 51.5%를 차지하는 것으로 나타났다.
- 최근 5년간 비이공계열의 실험·실습실 사고 발생 현황은 충돌접촉 26건, 유해물질노출접촉 10건으로 총사고의 약 40%를 차지하는 것으로 나타났다.

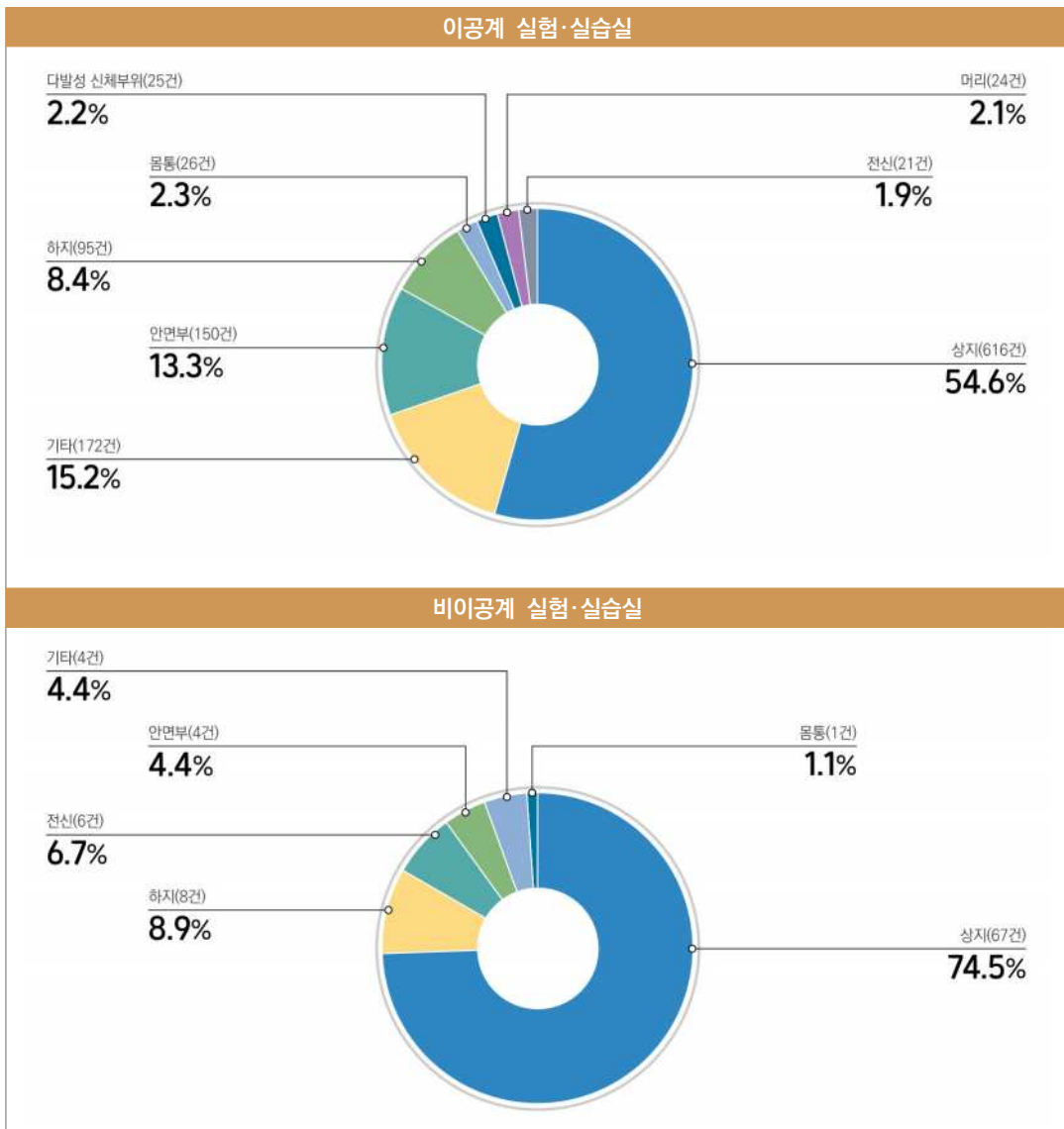


[그림 4-5] 실험·실습실 사고 발생 현황(이공계/비이공계)

※ 충돌접촉 : 자신의 움직임, 동작으로 인해 기인물에 접촉 또는 물체가 고정부에서 이탈하지 않은 상태로 접촉 충돌
 ※ 유해물질노출접촉 : 유해 위험물질에 노출, 접촉 또는 흡입하였거나 독성동물에 쓰이거나 물린 경우

6 상해 부위별 사고발생 현황

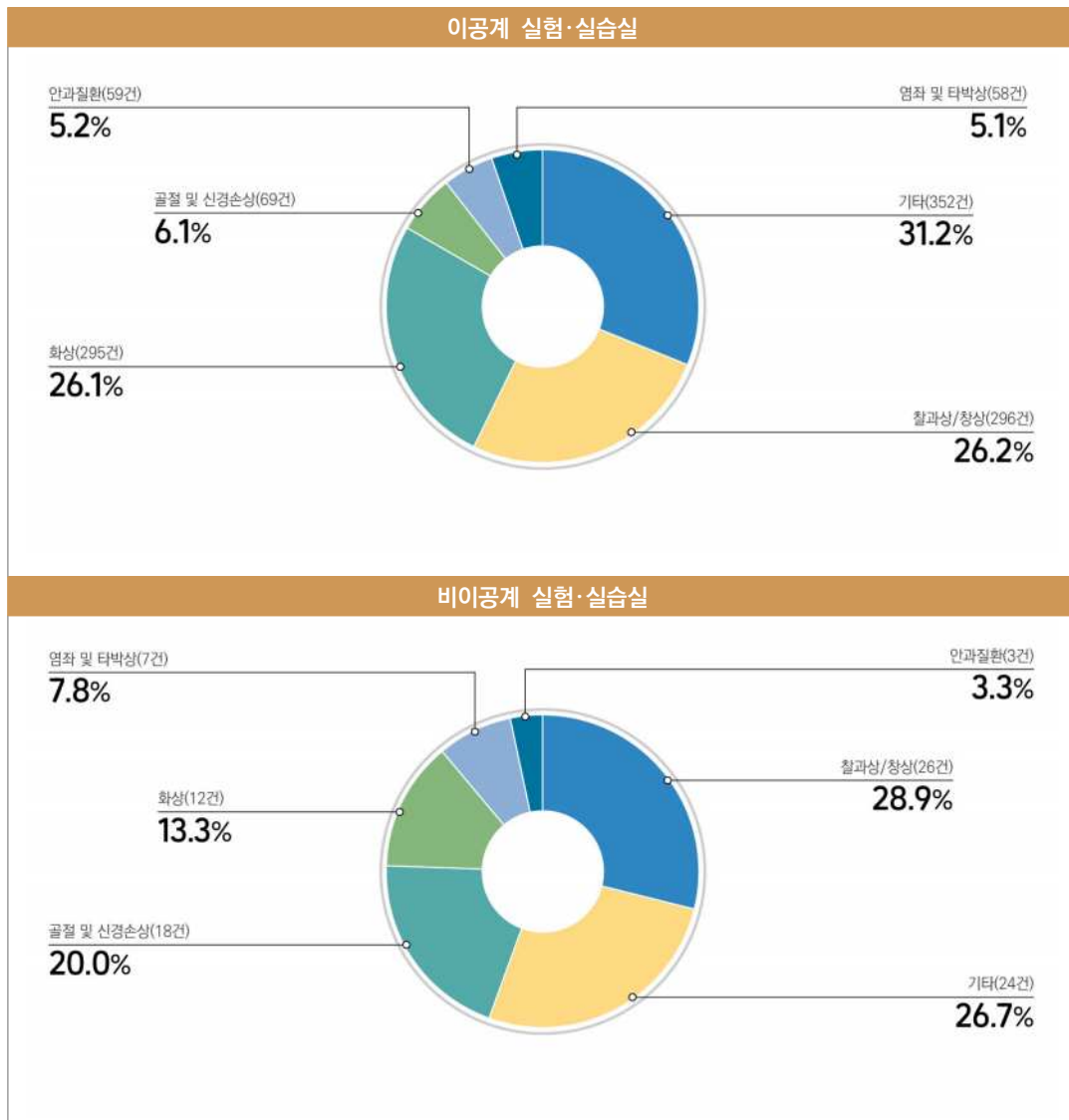
- 대학 이공계열의 실험·실습실 사고의 상해부위로는 상지부분의 사고가 616건, 안면부의 사고가 150건으로 총사고의 67.9%를 차지하는 것으로 나타났다.
- 비이공계열의 실험·실습실 사고의 상해부위 역시 상지 67건, 하지 8건으로 총사고의 74%, 8%를 차지하는 것으로 나타났다.



[그림 4-6] 실험·실습실 상해 부위별 사고 발생 현황(이공계/비이공계)

7 실험·실습실 상해 유형별 사고발생 현황

- 대학 이공계열의 실험·실습실 사고 상해 유형으로는 찰과상/창상이 296건, 화상 사고는 295건으로 전체 상해의 약 52.3%를 차지하는 것으로 나타났다.
- 비이공계열의 실험·실습실 사고 상해 유형으로는 찰과상/창상 26건, 골절 및 신경손상 18건, 화상 12건으로 다양한 유형의 상해를 입는 것으로 나타났다.

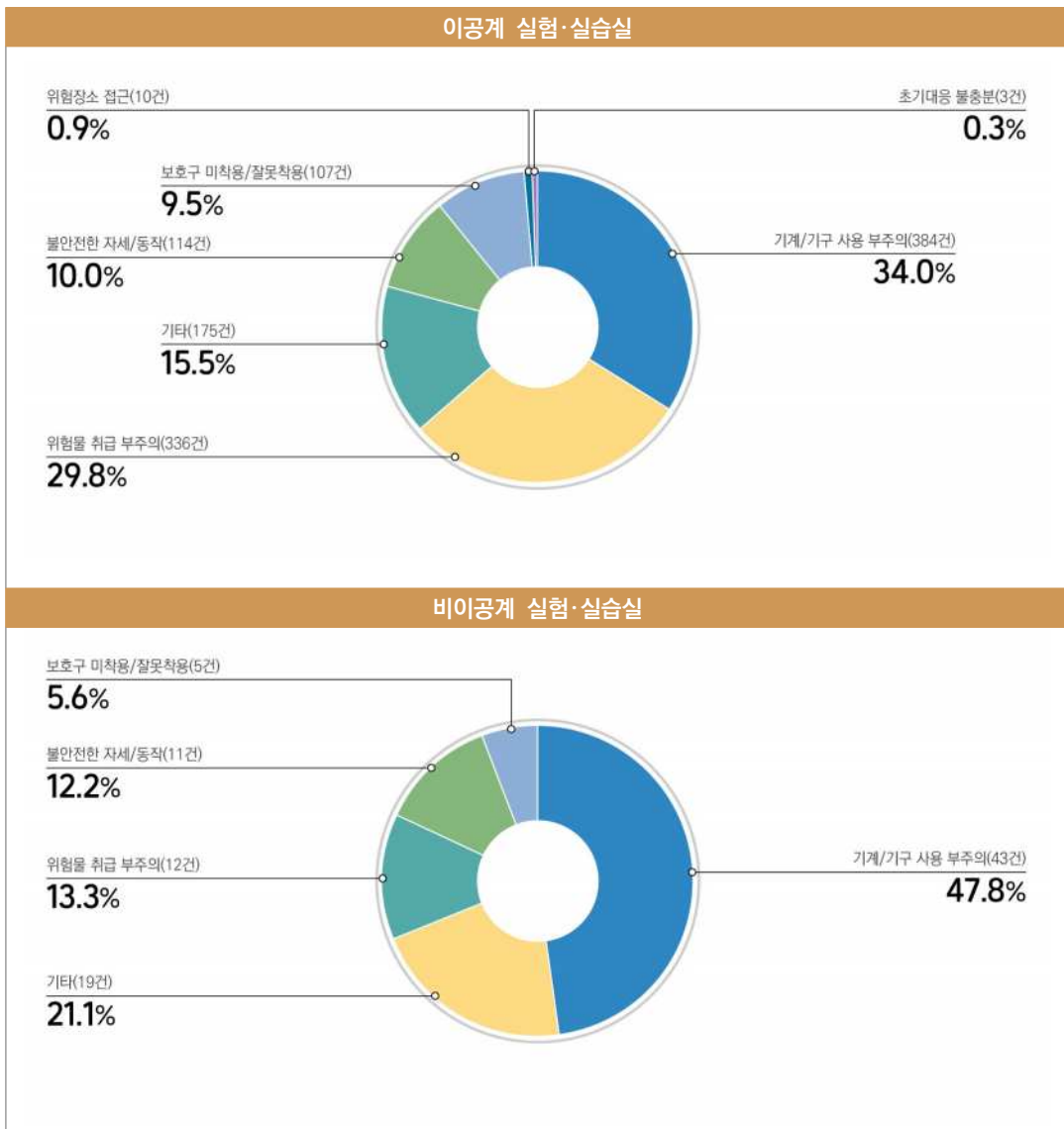


[그림 4-7] 실험·실습실 상해 유형별 사고 발생 현황(이공계/비이공계)

※ 기타: 물림, 감염, 접질림, 쓰러짐, 감전 등



8 실험·실습실 사고 원인별 사고발생 현황

- 대학 이공계열의 실험·실습실 사고 원인으로는 기계/기구 사용부주의의 384건, 위험물 취급부주의의 336건, 불안정한 자세/동작 114건, 보호구 미착용/잘못착용 107건으로 나타났다.
- 비이공계열의 실험·실습실 사고 원인으로는 기계/기구 사용부주의의 43건, 위험물 취급 부주의의 12건, 불안정한 자세/동작 11건, 보호구 미착용/잘못착용 5건 등으로 나타났다.



[그림 4-8] 실험·실습실 원인별 사고 발생 현황(이공계/비이공계)

9 이공계 실험·실습실 피해 유형별 사고 사례

사고개요	사고장소	공과대학 실험실		
	사고일시	2019년 6월 11일(화) 19시 30분경		
	발생형태	화학물질이 눈에 튼	사고원인	보호구 미착용
	상해유형	안과질환	상해부위	안면부
사고경위	<p>- 피해학생이 그래핀 양자점 관련 실험을 하는 중, 수산화칼륨(KOH) 수용액과 활성탄을 넣고 섞은 혼합용액에 들어있는 유리비드(구슬)를 핀셋으로 꺼내는 과정에서 유리비드를 놓쳐 미량의 용액이 오른쪽 눈 각막에 튀어 충혈됨.</p>		 	
사고예방 대책	<p>- 반복된 실험이라도 언제나 안전사고에 대한 경각심을 가지고 실험에 임할 것</p> <p>- 화학물질 취급에 대한 안전교육(취급주의사항, 안전수칙 등) 실시</p> <p>- 예상치 못한 사고에 대비하여 개인보호장비(보안경 등) 착용 생활화</p>			

사고개요	사고장소	물리학과 신기능성재료 및 소자연구실		
	사고일시	2020년 4월 10일(금) 14시 45분경		
	발생형태	유해물질노출접촉	사고원인	보호구 미착용
	상해유형	화상	상해부위	오른쪽 팔
사고경위	- 흡후드 내에서 폼산으로 나일론을 용해시키는 실험을 진행하기 위하여 주사기를 이용하여 폼산을 추출하는 과정에서 신체 노출		 	
사고예방 대책	- 연구실 내 사전유해인자위험분석 작성·비치, 작업에 적합한 보호구 비치·착용 - 연구개발활동 시작 전 안전수칙, 사전유해인자위험분석 및 보호구 등 안전교육 실시 - 연구개발활동 중 연구실책임자의 철저한 관리·감독 수행			

사고개요	사고장소	공동실험실습관 기초화학실험실		
	사고일시	2020년 5월 12일(화) 16시경		
	발생형태	화학물질 비산으로 신체접촉	사고원인	- 보호구 미비치, 미착용 - 미사용 시약 장기방치, 직접 운반
	상해유형	화상	상해부위	얼굴, 목, 어깨
사고경위	- 연구실 내 미사용 장기 보관 시약을 정리하는 과정에서 '14년도에 구매한 질산용기(1L)를 옮기던 중 용기 파열(균열)로 질산이 비산되어 신체접촉			
사고예방 대책	- (폐)시약 폐기 관련 작업절차 매뉴얼 마련 및 관련 교육 실시 - 적합 보호구 비치·착용 및 시약의 직접 운반을 최소화 하기 위한 운반카트 등 구비 - 정기적으로 시약 등 유해화학물질(인자) 현황 조사를 통해 사용 계획이 없는 장기 미사용 시약 정리 계획 등 수립·시행			

사고개요	사고장소	생명과학부 스트레스반응 및 노화연구실		
	사고일시	2020년 6월 12일(금) 17시 30분경		
	발생형태	소독중 부주의로 인한 화상	사고원인	- 보호구 미착용 - MSDS, 안전수칙 미준수
	상해유형	화상	상해부위	손등
사고경위	<ul style="list-style-type: none">- 병 내부를 소독하기 위해 알코올(70%)을 분사하고 시간이 지난 후 불로 소독하여야 하나, 시간이 지나지 않은 상태(인화성 증기 노출)에서 라이터로 불을 붙여 병 입구에서 발생한 화염에 의해 화상을 입음			
사고예방 대책	<ul style="list-style-type: none">- 작업에 적합한 보호구 착용 및 전용도구 사용- 물질안전보건자료(MSDS)를 통해 알코올의 위험성과 취급방법을 숙지- 연구실 내 작업에 적합한 물질안전보건자료, 보호구 및 전용도구 비치- 사전유해인자위험분석을 수행하여 연구개발활동에 발생할 수 있는 위험을 사전에 파악- 불안정한 상태(보호구 미착용 등)를 제거할 수 있도록 철저한 지도·관리·감독			

사고개요	사고장소	자연과학대학 실험실		
	사고일시	2021년 2월 8일(월) 18시경		
	발생형태	폭발로 인한 화상	사고원인	- 실험장비 노후 - 취급물질 위험요인, 방법 미숙지
	상해유형	화상	상해부위	팔, 목 등
사고경위	- 흡후드 내부에서 수소화물과 유기용매가 혼합된 화학물질을 플라스크에 담아 교반기에서 열을 가하던 중 플라스크 내부 압력 상승에 의해 폭발			
사고예방 대책	- 연구실 내 취급 화학물질에 대한 물질안전보건자료(MSDS) 비치 및 교육 - 사전유해인자위험분석을 실시하여 연구개발활동 단계별 발생할 수 있는 위험요인 파악 및 안전교육 실시 - 연구활동에 사용되는 초자류에 대한 주기적 관리 및 적합한 보호구 지급·관리 - 연구개발활동 시작 전 사전유해인자위험분석 및 물질안전보건자료(MSDS)를 통해 화학물질 취급 시 주의사항 및 위험요인 파악 - 취급 초자류 사용 전, 외관 상태 이상유무 확인 후 실험 실시			

사고개요	사고장소	옥상 녹조류실험실		
	사고일시	2018년 11월 22일(목) 7시 9분경		
	발생형태	전선 단락으로 인한 화재	사고원인	- 전기적 요인 - 미사용 연구실 관리 소홀
	상해유형	없음	상해부위	없음
사고경위	- 장기 미사용 연구실 내 냉장고 후면 하단부 압축기에서 전선 단락으로 추정되는 화재 발생			
사고예방 대책	- 장기 미사용 연구실에 대한 관리 철저 - 연구실 현황 파악 및 일상점검 실시, 단전 조치 등 - 노후화된 연구장비 현황 파악·전기안전점검 철저 - 먼지 제거 및 전선피복 손상 및 탄화 흔적 개선			

사고개요	사고장소	302호 실험실		
	사고일시	2018년 3월 15일(목) 12시 30분경		
	발생형태	밀봉 미흡으로 인한 화재	사고원인	화학물질에 의한 자연발화
	상해유형	없음	상해부위	없음
사고경위	<ul style="list-style-type: none"> - 페리튬을 글로벌박스 내 지퍼팩으로 1차 씰링, 밀봉용 알루미늄 파우치를 이용해 이중 씰링 후 글로벌박스에서 꺼내 흡후드에 보관 중 자연 발화 - 리튬은 금속성물질로 공기 중 수분과 반응하면 발화하는 특성이 있어 접촉하지 않도록 확실한 밀봉이 요구되어 이중 씰링을 했으나 밀봉이 제대로 되지 않아 공기 중 수분과 접촉하여 자연발화된 것으로 추정 			
사고예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> - 화재 종류에 적합한 소화기 비치 - 화재 발생 시 비상대피훈련 실시 - 소방안전점검 철저 - 물질안전보건자료(MSDS) 숙지·관리 			



사고개요	사고장소	레이저공동실험 클린룸		
	사고일시	2022년 11월 30일(수) 16시경		
	발생형태	레이저 빛에 의한 안구손상	사고원인	보호구 미착용 안전수칙 미준수
	상해유형	황반 손상	상해부위	우안
사고경위	- 실험대 위의 레이저 정렬 유무를 확인하다가 난반사된 레이저 빛에 안구 손상			
사고예방 대책	- 사전유해인자위험분석 실시 및 작업단계별 주의사항 등 안전교육 실시 - 레이저 등급별 적합한 보호구(보안경 등) 구비 및 착용 안내 - 정렬 작업 시 낮은 출력의 레이저로 대체하여 광선 경로 추적 - 레이저 장비 취급 시 적절한 안전보호구 착용 - 사전유해인자위험분석을 통해 레이저장비 취급 전, 후에 발생할 수 있는 위험요인(레이저 조사위험, 누전 등)에 대해 파악 및 숙지			

사고개요	사고장소	건축공학과 구조실험실		
	사고일시	202년 3월 9일(월) 16시 47분경		
	발생형태	중량물 낙하에 의한 부상	사고원인	- 보호구 미착용 - 안전점검 미흡
	상해유형	- 왼쪽정강이 하부 골절 - 머리 가벼운 찰과상	상해부위	왼쪽 정강이, 머리
사고경위	- 호이스트를 이용하여 양중 작업 중 두 개의 슬링벨트 중 좌우의 길이가 불균형한 한쪽 슬링벨트로 힘이 편중되어 철근콘크리트 보가 사고자에게 낙하			
사고예방 대책	- 연구개발활동 시작 전 일상점검 실시 후 미흡한 사항에 대하여 연구실책임자에게 보고 후 조치 - 연구실 내 사전유해인자위험분석, 작업에 적합한 보호구 등 비치 - 연구개발활동 시작 전 안전수칙, 사전유해인자위험분석 및 보호구 등 안전교육 실시 - 호이스트(2톤 이상)는 설치 후 3년 이내에 최초검사 실시 후 2년마다 주기적인 안전검사 실시 - 위험기계·기구류 작동 시 접근제한(방호울, 접근한계선 설정) 조치 등 연구개발활동 중 연구실 책임자의 철저한 관리·감독 수행			

사고개요	사고장소	바이오의약학전공 약리독성학 연구실		
	사고일시	2020년 2월 26일(수) 1시경		
	발생형태	액체질소 접촉으로 인한 동상	사고원인	- 부적합한 보호구 착용 - 야간 단독 연구활동 수행
	상해유형	동상	상해부위	오른쪽 손가락
사고경위	- 보호구를 액체질소탱크를 사용하여 세포 동결을 하고 있었으나 순간 온도차로 인하여 액체질소 연기가 솟아올라 접촉부위 동상		 	
사고예방 대책	- 연구실 내 사전유해인자위험분석 작성·비치, 작업에 적합한 보호구 비치·착용 - 연구개발활동 시작 전 안전수칙, 사전유해인자위험분석 및 보호구 등 안전교육 실시 - 연구개발활동 중 연구실책임자의 철저한 관리·감독 수행			


사고개요	사고장소	생명과학과 유전공학실험실		
	사고일시	2023년 5월 2일(화) 10시경		
	발생형태	폭발로 인한 화상	사고원인	LNG가스가 누설된 상태에서 점화원(라이터)에 의한 폭발
	상해유형	화상	상해부위	목, 팔, 다리 등
사고경위	- 생물안전작업대(BSC) 내 멸균용 토치(LNG 가스)에 점화용 라이터로 점화를 시도하던 중 폭발			
사고예방 대책	- 생물안전작업대 내 화기 사용 시 안전수칙 작성 및 안전교육 실시 - 생물안전작업대 내 가스검출기 설치 또는 환기작업 실시 교육 등 - 연구개발활동 시작 전 사전유해인자위험분석을 통해 생물안전작업대 사용 시 주의사항 및 위험요인 파악 - 멸균을 위한 화기 사용 전 환기작업 실시 및 안전수칙 준수			

사고개요	사고장소	환경질환경연구센터 연구실		
	사고일시	2020년 6월 15일(월) 16시경		
	발생형태	화학물질 비산으로 인한 화상	사고원인	- 안전수칙 미준수 - 적절한 보호구 미착용 - 플라스크 점검/관리 미흡
	상해유형	화상	상해부위	발목 및 발등
사고경위	- 안전장갑 착용 후 고압증기멸균기에서 멸균된 배지프랄스크를 꺼내던 중 플라스크가 온도차에 의해 깨지면서 배지액이 누출되어 발목 화상		 	
사고예방 대책	- 사전유해인자위험분석 실시 및 고압증기멸균기 작업단계별 주의사항 등 안전교육 실시 - 고압증기멸균기 관리 및 점검을 통해 위험요인(감전, 화상, 폭발 등) 사전제거 - 고압증기 멸균기 취급 시 안전보호구 착용 및 작업단계별 주의사항 숙지 - 사전유해인자위험분석을 통해 고압증기멸균기 취급 전, 후에 발생할 수 있는 위험요인에 대해 파악 및 숙지 - 실험 전·후 취급 초자료(비커, 플라스크 등) 점검/관리			

10 비이공계 실험·실습실 피해 유형별 사고 사례

사고개요	사고장소	공과대학 실험실		
	사고일시	2019년 5월 23일(목) 18시 30분경		
	발생형태	핸드그라인더 취급 부주의	사고원인	부주의
	상해유형	손가락 찰상	상해부위	왼쪽 손가락
사고경위	<p>- 피해학생이 실험실에서 대회 참가용 차량을 제작하던 중, 핸드그라인더를 사용하여 철재 파이프 끝부분을 다듬으려는 순간 핸드그라인더 몸체를 놓쳐서 회전하는 핸드그라인더 날에 베여 왼쪽 손가락에 찰상을 입음</p>			
사고예방 대책	 			
	<ul style="list-style-type: none"> - 반복된 실험이라도 언제나 안전사고에 대한 경각심을 가지고 실험에 임할 것 - 위험기계·기구 취급에 대한 안전교육(취급주의사항, 안전수칙 등) 실시 - 회전 날에 방호장치(안전덮개)를 설치하여 사용할 것 			

사고개요	사고장소	실험실		
	사고일시	2018년 11월 29일(목) 20시 30분경		
	발생형태	절단 작업 중 베임	사고원인	- 부주의 - 안전보호구 미착용
	상해유형	창상	상해부위	왼손 검지
사고경위	- 스툴(Stool)을 만들기 위하여 목봉을 커터날로 자르던 중 손이 미끄러져 목봉을 잡고 있던 왼쪽 검지를 베임		 	
사고예방 대책	- 연구개발활동 전 안전교육 철저 - 안전보건표지 부착 - 안전수칙 게시 - 안전보호구 착용 - 커터날 대체 안전한 기계·기구 이용 - 연구개발활동 중 무리한 동작 제한			

사고개요	사고장소	실험실		
	사고일시	2021년 11월 2일(화) 14시경		
	발생형태	절단 작업중 베임	사고원인	- 방호구 미설치 - 안전수칙 미정비·미준수
	상해유형	베임	상해부위	오른쪽 손가락
사고경위	- 회전톱날기기 작업 중 실험재료가 이탈되어 손가락이 톱날에 접촉하여 베임			
사고예방 대책	- 반발예방장치 등 연구장비에 대한 적정방호구 설치 - 작업 전 실험재료와 회전톱날기기에 고정 여부 확인 및 사전 점검 - 실험·실습자 안전수칙 게시 및 숙지, 교육 실시			

사고개요	사고장소	실험실		
	사고일시	2021년 9월 10(금) 21시		
	발생형태	보호구 끼임으로 인한 신체협착	사고원인	안전수칙 미정비·미준수
	상해유형	절단	상해부위	왼쪽 엄지손가락
사고경위	<ul style="list-style-type: none"> - 자작자동차 제작을 위해 작업대에서 작업 중 체인에 왼손 엄지손가락(장갑착용)이 빨려 들어가 왼손 엄지 손가락 협착 			
사고예방 대책	<ul style="list-style-type: none"> - 사전유해위험분석 미실시를 통한 위험요인 파악 관리, 작업 안전수칙 마련 - 부적합한 장갑(목장갑 등) 착용 금지 - 실험·실습실 책임자 지도하에 안전교육 실시 및 안전한 작업 지도 실시 			



부 록



- ❶ 이공계 실험·실습장비별 사용 시 주의사항
- ❷ 비이공계 실험·실습기구별 사용 시 주의사항
- ❸ 개인보호구 선정 및 관리 방법
- ❹ 이공계 및 비이공계 실험·실습실 안전점검표(안)

V

부 록

1 이공계 실험·실습장비별 사용 시 주의사항

- 실험실에서는 핫플레이트, 분젠 버너 등과 같은 다양한 가열 기구들을 사용한다. 안전한 실험을 위해서는 이러한 실험장비들의 특성을 파악하고, 주의 사항을 반드시 지켜야 한다.

1.1 핫플레이트

- 핫플레이트의 코드 선이 구부러져서 핫플레이트 열판에 닿으면 화재 사고가 발생할 수 있으므로 주의가 필요하다. 핫플레이트는 항상 실험 테이블의 한가운데에 놓아 코드선이 위험에 노출되지 않게 한다. 핫플레이트는 사용하고 난 후에도 한동안 열이 남아있기 때문에 열이 완전히 식을 때까지 안전한 위치에 놓아둔다.



1.2 분젠 버너

- 사용 시 유입되는 가스의 공급량이 적은 상태에서 공기의 공급량이 늘어나게 되면 불꽃이 분젠 버너의 원통 안에서 연소할 수 있으므로 특별히 주의해야 한다. 버너를 점화할 때는 의류와 같은 화기성 물질을 주변에 두지 않는다. 또한 머리카락이 불꽃에 닿지 않도록 주의해야 한다.



1.3 가열 맨틀

- 둥근 플라스크를 가열하거나, 각종 용기 등의 가열과 보온용으로 사용한다. 가열 맨틀은 온도가 천천히 올라가기 때문에 주의를 기울여서 전압을 조정한다.
- 가열 맨틀에 물이 묻으면 내부의 미세한 열선이 끊어질 수도 있으므로 물이 묻은 가열 맨틀은 충분히 건조한 뒤에 사용한다. 장갑을 끼고 마스크를 쓰고 다룬다.



1.4 분별 깔때기

- 휘발성이 큰 용매를 사용할 때는 증기가 빠져나갈 수 있도록 분별 깔때기의 뚜껑을 열고 압력을 낮추어 사용한다. 후드 안에서 배출하는 것이 가장 이상적이며, 가연성이 있는 실험장비나 사람을 향해 배출하지 말아야 한다.
- 또한, 분별 깔때기를 흔든 다음에는 반드시 코크를 열어서 압력을 낮추어 주고, 분별 깔때기를 수직으로 세워놓을 때는 항상 뚜껑을 열어둔다.



1.5 원심분리기

- 처음 작동할 때는 원심분리기의 뚜껑을 반드시 닫는다. 원심분리기가 흔들리면 즉시 작동을 멈추고 균형이 맞는지 확인한다.
- 정기적으로 로터와 버켓을 청소하고, 챔버 내부가 오염되었을 때는 로터를 분리한 후 세척한다. 원심분리기는 강알칼리의 실험실용 세척액, 세슘, 은 등에 의해 부식될 수 있다.



1.6 자외선램프

- 자외선은 눈이나 피부에 유해하므로 램프가 작동할 때는 직접 쳐다보아서는 안 된다. 자외선을 흡수하는 보안경을 착용한 뒤에 램프를 사용하고, 피부가 자외선에 직접 노출되지 않도록 주의한다.

71

1.7 가열 수조

- 가열 수조는 온도에 따라 물, 오일, 모래 등을 사용한다. 온도가 자동으로 조절되는 간접 전기가 열기구는 스위치를 켜고 끌 때 스파크가 생겨 화재의 위험성이 높아지지만, 가열 수조를 사용하면 안정성을 높일 수 있다.



1.8 진공펌프

- 진공펌프는 용매를 증발시키기 위한 실험에서 증발 수율을 높이기 위해 사용한다. 또한 흡입 및 여과용으로 사용하기도 한다. 진공펌프 안에 유리 조각이나 유기용매 등이 유입되지 않도록 한다. 진공펌프의 기름을 정기적으로 교환하며, 묵은 기름을 완전히 제거한 상태에서 교환한다.



2 비이공계 실험·실습기구별 사용 시 주의사항

2.1 토련기

- 토련기의 경우 회전하는 장비 부위에 신체, 작업복 등이 말려들어가 협착 위험이 있으므로 투입구에 점도를 넣을 시 회전하는 스크류에 손이 닿지 않도록 한다. 전기모터를 회전시키는 벨트에 손이나 소매, 작업복 등이 말려들어 가지 않도록 한다.



2.2 도판기

- 고열로 인한 화재 및 화상 위험이 있으며, 장비부위에 신체, 장갑, 작업복 등이 말려 들어가 협착 위험이 있으므로 작업 실 말려 들어갈 수 있는 장갑 등을 착용하지 않도록 하며, 옷소매를 단정히 한다.
- 오작동으로 인한 화재에 주의하며, 장비 주변에 가연물, 탈것 등을 보관하지 않도록 한다. 고열 발생에 따른 신체접촉으로 인한 화상에 주의한다.



2.3 가마

- 누전, 가스누출 등으로 인한 화재 및 폭발, 흡입 등에 위험하며, 열원 접촉에 따른 화상 위험이 있다.
- 오조작으로 인한 화재 및 폭발에 주의하여야 하며, 가스관의 노후로 인한 가스 누출 확인 및 가스관 및 가스경보기 등을 점검하고 고온로를 취급시 열원에 대한 보호를 위한 방열복, 내열장갑 등을 착용하여야 한다.
- 고온로를 개폐시 내부 온도의 적정온도를 확인하고 개폐해야 한다.
- 컨트롤러는 잠금장치를 하여 오작동을 방지하며 화재 방지를 위한 과열방지센서, 온도 컨트롤러 등을 장착하고 주기적 점검한다. 고열 접촉, 화상사고 발생 위험을 방지하기 위해 격벽이나 보호 철장 등을 사용한다.



2.4 물레

- 회전하는 롤러, 회전판, 벨트 등에 신체, 작업복, 소매 등이 말려들어가 협착 위험이 있으므로 주의하여야 하며, 회전판이 고속으로 회전하므로 무리하게 힘을 가하지 말고 특히 손을 조심한다. 회전판이 균열, 깨짐 등이 발생하였는지 주기적으로 확인하여 사용한다.



2.5 진공 교반기

- 장비 결함, 오작동 등에 따른 교반용 스크루 접촉 사고 위험이 있으므로 교반기 작동 시 밀폐가 정확히 되어 있는지 확인하고 교반기의 문이 열려 있을 시 작동 스위치를 누르지 않도록 하며 가능한 인터록 방식의 장비를 사용한다.
- 교반용 스크루 세척 시 날개면이 날카로우므로 손을 조심한다.



2.6 프레스

- 정비, 검사, 수리, 보수작업 중 금형 사이에 끼임, 프레스 금형이 깨져 파손에 따른 파편 비래, 가공물, 금형 등 운반 작업 중 주변 장애물 등에 전도 위험이 있고 분진, 소음 등에 따른 직업성 질환 발생 위험이 있다.
- 기계 작동 시 절대로 기계에 손이나 다른 도구를 넣지 않도록 하며, 방호장치, 급정지 장치, 비상정지 버튼 등 안전기능이 정상적으로 작동되는지 수시로 점검한다.
- 부품 점검, 재료 확인, 주유, 청소시에는 기계를 반드시 정지시킨다.
- 과부하, 이상 소음, 오일, 공기, 가스 누출 등이 발생하는지 수시로 프레스 상태를 점검한다.



2.7 드릴머신

- 회전 드릴날에 신체, 옷소매 등이 감겨 말림 위험이 있으며, 칩 비산과 드릴날 균열이 심하거나 무디어져 파괴됨에 따른 파편 비래 위험, 가공물을 견고히 고정하지 않음에 따른 신체 접촉 위험이 있다.
- 작업 전 드릴이 올바르게 고정되어 있는지 확인하여야 하며, 드릴에 마모, 균열 등이 있는 것은 사용하지 않도록 한다.
- 드릴 회전중에는 칩을 입으로 불거나 손으로 털지 않도록 하며, 회전 드릴날의 회전정지장치를 장착하여야 한다.
- 칩 제거 시 전용 수공구를 사용하여 제거하며 말려 들어가지 않는 재료의 안전 장갑을 착용하여야 한다.



2.8 밀링머신

- 엔드밀, 커터 등 가공부에 접촉, 말림, 노출된 회전 절삭날에 장갑, 옷소매, 작업복 등이 접촉되어 말림, 가공물의 운반, 이동 중 전도, 충돌, 중량물 낙하 위험, 절삭 칩 비산, 절삭유, 분진 등에 의한 건강장해가 유발될 수 있다.
- 테이블 및 바이스에 가공물을 안전하게 고정하고, 공구의 장치를 제거할 때 시동 레버에 닿지 않도록 한다. 커터의 제거 설치시에는 반드시 스위치를 내려놓고 한다.
- 회전하는 커터에 손을 대지 않도록 하며, 회전 속도를 변환시에는 회전을 정지시키고 한다.
- 밀링 작업시 상하 이송장치의 핸들을 사용 후 반드시 풀어둔다.
- 강력한 절삭을 할 때는 가공물을 바이스에 깊게 물린다.
- 슬롯커터나 더브테일 커터는 파손되기 쉬우므로 주의해서 다룬다.



2.9 롤러기

- 롤러 사이에 신체 일부, 옷소매, 작업복 등이 말려 들어가 협착 위험이 있으므로 비상 정지 버튼, 안전기능이 정상 작동하는지 확인하며, 롤러 구동부에 방호울을 설치, 작업 중 자리를 비울시 반드시 기계의 운전을 정지시키고 전원을 차단한다.
- 롤러 작업 시 말려 들어갈 수 있는 장갑 등을 착용하지 않도록 하며 옷소매를 단정히 하고 신체가 들어가지 않도록 주의한다.



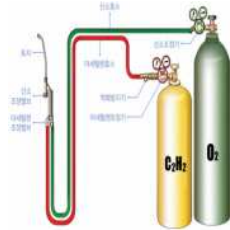
2.10 연삭기

- 방호덮개 해체 또는 미사용 중 스톨의 파괴, 파편의 비래 등에 의한 위험, 작업 중 가공물 반발에 의한 위험, 회전하는 스톨에 닿아 상해 위험, 회전하는 스톨과 덮개 혹은 고정 부의 사이에 끼임 위험 등이 있다.
- 연삭기 종류에 적합한 보호덮개를 부착하여 사용하고, 스톨의 깨짐, 갈라짐, 균열 등이 있는지 사전에 확인하고 이상 시 교체 사용한다.
- 파편이나 칩 비산을 방지하기 위한 방지판을 부착하여 사용하며, 작업 시작 전 1분 이상 연삭스톨 교체 후 3분 이상 공회전을 하고 연삭스톨의 최고 사용회전 속도를 초과하지 않도록 사용한다.
- 작업 받침대와 스톨 간격은 3mm 이내로 되어 있는지 확인 후 사용한다.



2.15 가스 용접기

- 용접시 불꽃, 가스 누출 등으로 인한 화재·폭발 위험, 고압가스 용기 전도에 의한 사고 위험 용접 중 발생하는 가스 및 용접 흠에 의한 질환 발생 위험 등이 있다. LPG, 아세틸렌 등의 가스용접시 역화방지기를 설치하여 사용해야 하며,
- 작업 전 안전기와 산소조정기, 역화방지기 등의 상태를 점검한다.
- 토치에 점화는 조정기의 압력을 조정하고 먼저 가스 밸브를 연 다음에 산소 밸브를 열어 점화시키며, 작업 후에는 산소 밸브를 먼저 닫고, 가스 밸브를 닫는다.
- 토치 내에서 소리가 나거나 파열되었을 시 역화에 주의하여야 한다. 정전기 발생을 제거, 억제할 수 있는 환경에서 사용한다.



2.16 3D 프린터

- 유해물질 흡입 시 위험, 화재·폭발로 인한 위험이 있으며, 작업공간을 포위식 국소배기 장치 등을 사용하여 환기한다. 작업 도중에는 가급적 작업공간에 머무르지 않도록 한다. 구동시 작동 장치가 상자 외부에 노출되지 않는 밀폐구조로 사용한다.
- 개방형 장비는 작동 중 이물질이 들어가면 발화 위험이 있으므로 사용 전 가연물 등을 제거하는 등 주변을 정리한다.
- 가급적 3D 프린팅에 사용되는 소재는 친환경 소재를 사용하도록 한다. 3D 프린터의 필라멘트 투입 및 교체시 화상에 주의한다.
- 후처리기는 별도 공간에서 실시하도록 하며 후처리 공간도 환기를 실시한다.



2.17 조명기기

- 조명기기 외함 접지 미실시, 과부하 등으로 인한 감전, 전선 케이블 열적 출화로 인한 화재 위험, 조명기기 설치·해체 작업시 낙하 위험 등이 있다.
- 조명설비 외함이 금속으로 된 경우 접지하여 사용한다.
- 케이블을 절연 보호덮개로 덮는 등 적절하게 보호하여 사용한다.
- 조명기구를 매다는 경우 추락방지용 안전고리를 부착하고, 조명의 무게가 지지프레임의 허용 적재하중을 초과하지 않도록 한다.



2.18 음향기기

- 과도한 음압으로 인한 소음 발생에 따른 청력 손상 위험, 기기 낙하 위험, 음향기기 배선케이블 손상에 따른 전기 화재 위험 등이 있다.
- 배선 케이블은 절연 보호 덮개 등을 덮는 등 적절하게 보호하여 사용한다.
- 스피커를 매달아 사용할 경우지지 프레임, 와이어로프, 체인, 체결도구 등의 안전물을 확인하여 설치, 관리한다. 음향기기의 최고 음압 레벨(DB)을 점검하여 청력 손상이 없도록 한다.
- 반입기기를 음향기기에 접속하는 경우 임피던스의 매칭, 출력레벨(신호음의 크기), 입·출력 간 출력용량의 평형, 위상 등에 대해 주의한다. 전식 전원 전용 누전차단장치를 설치한다.



2.19 특수 효과기기

- 특수효과 발생 물질 누출에 따른 화재, 흡입 위험, 화재 위험 등이 있다. 전원 공급용 전선은 고압전용 전선을 사용한다. 정격용량의 차단 장치가 설치되어 있는지 확인하고 외함과 전선이 접촉되지 않도록 한다.
- 연기, 안개 등 모든 특수효과기기는 안전관리자, 실험·실습 관련 안전관리책임자에게 안전한지 승인을 받고, 안전한 테스트를 거친 후 사용 범위와 위치 등을 고려하여 결정, 사용한다.
- 특수효과기기의 외함이 금속으로 된 경우 접지를 하여 사용한다.
- 특수효과 선정시 사용장소(밀폐공간 등)와 노출시간을 고려한다. 연기, 안개 등을 사용할 경우 시간은 최소화 하고 짙은 농도로 사용하지 않는다. 화학물질이 포함된 특수 효과는 발생시 분해되는 과정에서 유해물질이 발생하지 않는지 확인하며 연기, 안개 발생장치는 화학물질 등의 안전성이 확보되고 인증된 제품만을 사용한다.



2.20 곤돌라

- 작업대로부터 추락 위험, 작업대 작업공구 등의 물건 낙하·비레 위험 등이 있다. 안전 인증 및 안전검사 대상 여부 확인 후 대상일 경우 법적 인증 획득 및 안전검사필증이 정상적으로 부착되어 있는지 확인하고 사용한다.
- 호선과 곤돌라의 고정상태 확인, 호선 갑판 상부에서 곤돌라에 탑승하기 위한 승강 사다리 설치상태를 확인한다. 와이어로프, 달기체인, 후크, 샤클 등 하중이 걸리는 부분을 확인한다.
- 권과방지장치, 과부하방지장치, 비상정지스위치 등 방호장치 기능을 확인한다.
- 작업대의 각 조립부 파손 및 조임 상태, 수평 조작 및 유지 상태를 확인한다. 기타 각종 볼트, 너트 조임 상태, 펜던트 작동상태, 전원케이블 등의 상태를 확인한다. 와이어로프의 단선, 마모, 킁크 등의 상태를 확인한다. 작업대의 잘 보이는 곳에 최대 적재하중을 표시하고 초과하는 무게는 싣지 않는다.



2.21 호이스트

- 정격하중 미준수에 따른 중량을 낙하 위험, 후크해지장치 미설치 또는 불량으로 인한 중량물 낙하 위험, 줄걸이 작업방법 불량에 의한 중량물 낙하 위험 등이 있다.
- 펜던트스위치 또는 리모콘의 손상, 파손, 오작동 유무 등 확인, 과부하방지장치, 비상정지 스위치, 권과방지장치 등 안전장치 정상적 작동 확인, 호이스트의 트롤리, 접지 상태 양호한지 확인, 정격하중 준수하여야 한다.
- 또한 호이스트 작업 반경 내에는 사람의 접근을 금지하여 작업자 머리 위나 통로 위에 위치하지 않도록 한다.



3 개인보호구 선정 및 관리 방법

- 개인보호구는 재해의 방지를 위하여 연구활동종사자가 착용하고, 실험하는 것으로서 위험과 유해에 따라 일어나는 재해를 예방하고, 그 영향이나 부상의 정도를 경감하기 위한 것이다. 따라서 연구활동종사자들에게는 개인의 안전을 보장해 주는 최소한의 도구로서 의미가 있으며, 연구실 출입 및 연구수행 시 반드시 착용해야 한다.

3.1 개인보호구의 안전 수칙

- 가. 제조업자가 제시한 안전 기준을 따른다.
- 나. 연구활동 시의 유해 · 위험요인에 알맞은 보호구를 착용한다.
- 다. 개인보호구는 쉽게 사용할 수 있는 위치에 비치한다.
- 라. 사용 전 개인보호구의 유통기한을 확인한다.
- 마. 사용 전 개인보호구의 파손 여부를 확인한다.

3.2 개인보호구의 구비요건

- 가. 착용하여 작업하기 쉬워야 한다.
- 나. 유해·위험물로부터 보호 성능이 충분하여야 한다.
- 다. 사용되는 재료는 작업자에게 해로운 영향을 주지 않아야 한다.
- 라. 마무리가 양호하여야 한다.
- 마. 외관이나 디자인이 양호하여야 한다.

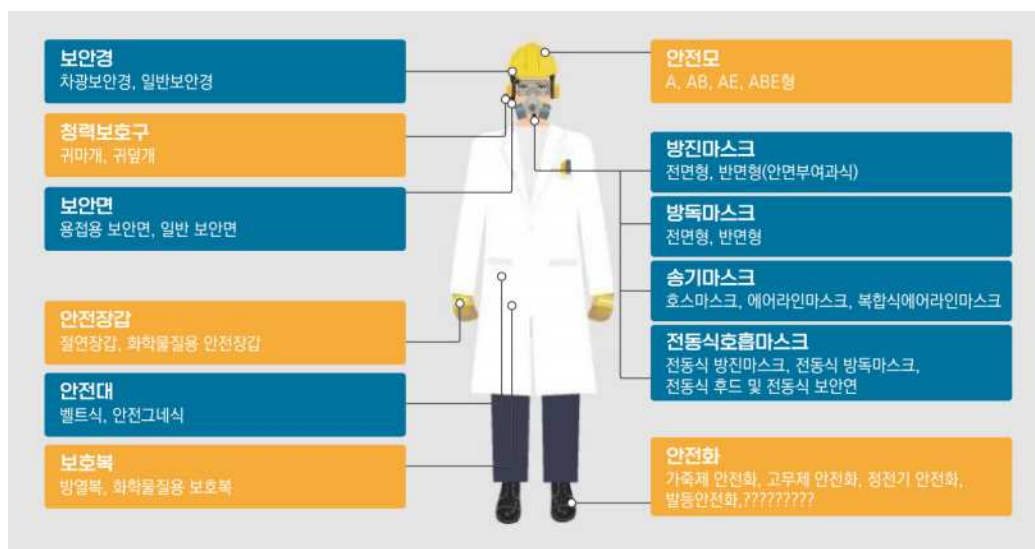
3.3 개인보호구 관리사항

- 가. 목적 및 적용 범위를 명시한다.
- 나. 관리부서를 지정하되 통상적으로 안전환경관리자가 소속되어 있는 부서로 한다.
- 다. 지급 대상을 정한다. 이때 작업환경 측정 결과는 보호구 지급 대상의 참고자료가 될 수 있다.
- 라. 지급수량과 지급주기를 정하되 지급 수량은 해당 연구활동종사자의 수에 맞게 지급하여 전용으로 사용하게 하며 지급주기는 연구 특성과 연구환경의 정도, 보호구별 특성에 따라 연구실 실정에 적합하게 정한다.
- 마. 관리부서는 보호구의 지급 및 교체에 관한 관리대장을 작성하여야 하고 관리대장에는 사용유해·위험 요소도 함께 적으면 좋다.
- 바. 사용자가 지켜야 할 준수사항을 명시하도록 한다.
- 사. 취급책임자를 지정하도록 한다.

3.4 개인보호구의 종류

[개인보호구의 종류와 용도]

종류	용도
눈 및 안면보호구 (보안경, 보안면)	눈을 보호하는 것으로 화학약품 취급 시 착용
보호복	피부를 보호하는 것으로 연구실 출입 시나 가스/화학약품 취급 시 착용
보호 장갑	손을 보호하기 위한 것으로 화학약품 취급 시 착용
호흡용 보호구	유독가스, 분진 등으로부터 호흡기를 보호하기 위한 것
방음보호구(귀마개, 귀덮개)	소음 등으로부터 청력을 보호하기 위한 것
안전모 및 안전화	물체의 낙하 등으로부터 머리나 발을 보호하는 것으로 위험한 기계 기구를 취급 시 사용



[그림 5-1] 개인보호구

가. 눈 및 안면보호구

1) 차광보안경

- 눈에 해로운 자외선·가시광선·적외선이 발생하는 장소에서 유해 광선으로부터 눈을 보호하기 위한 수단으로 사용되는 것으로 아크용접, 가스용접, 열 절단, 기타 유해 광선이 발생하는 작업에 사용한다.

2) 용접 보안면

- 일반적으로 안면보호구로 분류하고 있으나 구조상 눈을 보호하는 기능도 갖는다. 사용 구분은 아크 및 가스용접, 절단 작업 시에 발생하는 유해 광선으로부터 눈을 보호하고 용접 시 발생하는 열에 의한 얼굴 및 목 부분의 열상이나 가열된 용재 등의 파편에 의한 화상의 위험으로부터 연구활동종사자를 보호하기 위해 사용한다.

3) 일반보안 면

- 용접 보안면과는 달리 면체 전체가 전부 투시 가능한 것으로 주로 일반작업 및 점용접 작업 시에 발생하는 각종 비산물과 유해한 액체로부터 안면, 목 부위를 보호하기 위한 것이다. 또한 유해한 광선으로부터 눈을 보호하기 위해 단독으로 착용하거나 보안경 위에 겹쳐 착용한다.

보안경의 구비조건

- 보안경은 모양에 따라 특정한 위험에 대해서 적절한 보호를 할 수 있어야 한다.
- 가볍고 시야가 넓어 착용했을 때 편안해야 한다.
- 보안경은 안경테의 각도와 길이를 조절할 수 있는 것이면 더욱 좋다.
- 견고하게 고정되어 착용자가 움직이더라도 쉽게 벗겨지거나 움직이지 않아야 한다.
- 내구성이 있어야 한다.
- 차광보안경과 보안면은 용접작업의 차광번호에 적합해야 한다.
- 착용자가 시력이 나쁠 경우 시력에 맞는 도수 렌즈를 지급한다.
- 필요시 복합기능을 갖춘 보안경을 지급한다.

눈 및 안면보호구의 사용 및 관리 방법

- 차광보안경은 용접, 용단 작업 등에 적합한 차광번호를 선정하여 지급한다.
- 가볍고 시야가 넓어야 한다.
- 착용이 편안하고 내구성이 있어야 한다.
- 측사광 등이 있는 경우 측판이 부착되었거나 고글형을 사용한다.
- 시력이 정상이 아닌 경우 도수 렌즈를 지급한다.
- 사용 중 렌즈에 흙, 더러움, 깨짐이 있는지 점검하여 교체한다.
- 기존 안경이나 안전모에 착용하여 사용할 수 있는 것도 있다.

나. 방음보호구

- 1) 소음수준, 작업내용, 개인의 상태에 따라 적합한 보호구를 선정한다.
- 2) 오염되지 않도록 보관 및 사용하고, 특히 귀마개 착용 시 더러운 손으로 만지거나 이물질이 귀에 들어가지 않도록 주의한다.
- 3) 귀마개는 불쾌감이나 통증이 적은 재료로 만든 것을 선정, 고무 재질보다는 스펀지 재질이 비교적 좋다.
- 4) 귀마개는 소모성 재료로 필요하면 누구나 언제든지 교체 사용할 수 있도록 연구실 내에 비치 관리한다.
- 5) 소음의 정도에 따라 착용해야 할 보호구가 각각 다르므로, 소음수준이 85~115dB일 때는 귀마개 또는 귀덮개, 110~120dB이 넘을 때는 귀마개와 귀덮개를 동시에 착용한다.

- 6) 활동이 많은 연구인 경우에는 귀마개, 활동이 적은 경우에는 귀덮개를 착용한다.
- 7) 종이엽 등 귀에 이상이 있을 때는 귀덮개를 착용한다.
- 8) 귀마개 중 EP-2형은 고음만을 차단하므로 대화가 필요한 작업에 착용한다.
- 9) 귀마개의 재질이 고무인 것보다는 스펀지가 귀에 통증을 적게 준다.

다. 호흡용 보호구

〈표 5-1〉 호흡용 보호구의 보호 방식과 형태

분류	공기 정화식		공기 공급식	
종류	수동식	전동식	송기식	공기용식
안면부 등의 형태	전면형, 반면형		전면형, 반면형 페이스실드, 후드	전면형
보호구	방진마스크, 방독마스크	전동팬 부착 방진마스크, 방독마스크	송기 마스크, 산소호흡기	공기호흡기

방진마스크 사용 및 관리 방법

- 작업 시 항상 착용토록 하고 사용 전에 배기밸브, 흡기밸브의 기능과 공기누설 여부 등을 점검하여야 한다.
- 안면부를 얼굴에 밀착시켜야 한다.
- 여과재는 건조한 상태에서 사용한다.
- 필터는 수시로 분진을 제거하여 사용하고 필터가 습하거나 흡·배기 저항이 클 때는 교체하여야 한다.
- 알레르기성 습진 발생 시 세안 후 봉산수 도포하여야 한다.
- 흡기밸브, 배기밸브는 청결하게 유지, 안면부를 손질 시에는 중성세제를 사용한다.
- 용접 흠이나 미스트가 발생하는 장소에서는 분진포집효율이 높은 흡용 방진마스크를 사용하여야 한다.
- 고무 등의 부분은 기름이나 유기용제에 약하므로 접촉을 피하고 자외선에도 약하므로 직사광선을 피해야 한다.

방독마스크 사용 및 관리 방법

- 정화통의 파과 시간(정화통 내의 정화제가 제독 능력을 상실하여 유해 가스를 그대로 통과시키기까지의 시간을 말한다)을 준수하여야 한다.
- 대상물질의 농도에 적합한 형식을 선택하여야 한다.
- 유해 물질의 종류, 농도가 불분명한 장소, 작업강도가 매우 큰 작업, 산소결핍의 우려가 있는 장소에는 송기 마스크를 사용하여야 한다.
- 사용 전에 흡·배기 상태, 유효시간, 가스 종류와 농도, 정화통의 적합성 등을 점검하여야 한다.
- 정화통의 유효시간이 불분명 시에는 새로운 정화통으로 교체하여야 한다.
- 정화통은 여유 있게 확보하여야 한다.

송기 마스크 사용 및 관리 방법

- 신선한 공기를 공급하여야 한다.
- 폐력흡인형 호스마스크는 안면부내에 음압이 되어 흡기, 배기밸브를 통해 누설되어 유해 물질이 침입할 우려가 있으므로 위험도가 높은 장소에서의 사용을 피한다.
- 수동 송풍기 형은 장시간 작업 시 2명 이상 교대하면서 작업한다.
- 공급되는 공기의 압력을 $1.75\text{kg}/\text{cm}^2$ 이하로 조절하며, 여러 사람이 동시에 사용할 때는 압력 조절에 유의한다.
- 전동송풍기형 호스마스크는 장시간 사용할 때 여과재의 통기 저항이 증가하므로 여과재를 정기적으로 점검하여 청소 또는 교환해 준다.
- 동력을 이용하여 공기를 공급할 때는 전원이 차단될 것을 대비하여 비상 전원에서 연결하고 제 3자가 손대지 못하도록 표시하여야 한다.
- 공기호흡기 또는 개방식인 경우에는 실린더 내의 공기 잔량을 점검하여 그에 맞게 대처하여야 한다.

라. 보호복 및 보호 장갑

1) 화학용 보호복 사용 시 주의사항은 다음과 같다.

- 보호복 재료는 화학물질의 침투나 투과에 대한 충분한 보호 성능을 갖추어야 한다.
- 연결부위는 재료와 동등한 성능을 보유하도록 접착 등의 방법으로 보호하여야 한다.
- 화학물질에 따른 재료의 보호 성능이 다르므로 해당 작업내용 및 취급물질에 맞는 보호복을 선택하여야 한다.

2) 전기용 안전 장갑 사용 시 주의사항은 다음과 같다.

- 이음매가 없고 균질한 것이어야 한다.
- 사용 시 안전 장갑의 사용범위를 확인하여야 한다.
- 전기용 안전 장갑이 작업 시 쉽게 파손되지 않도록 바깥쪽에 가죽장갑을 착용하여야 한다.
- 사용 전 반드시 공기 테스트를 통하여 점검해야 한다.
- 고무는 열, 빛 등에 의해 쉽게 노화되므로 열 및 직사광선을 피하여 보관하여야 한다.
- 6개월마다 1회씩 규정된 방법으로 절연성능을 점검하고 그 결과를 기록하여야 한다.

마. 안전모와 안전화

1) 안전모의 사용 및 관리 방법은 다음과 같다.

- 작업내용에 적합한 안전모 종류를 지급하고 착용하여야 한다.
- 옥외작업자에게는 흰색의 FRP 또는 PC 수지로 된 것을 지급한다.
- 디자인과 색상이 미려한 것을 지급한다.
- 중량이 가벼운 것을 지급한다.

- 안전모 착용 시 반드시 턱끈을 바르게 하고 위반자에 대한 지도·감독을 철저히 하여야 한다.
- 자신의 머리 크기에 맞도록 머리 고정대를 조절하여야 한다.
- 충격을 받은 안전모나 변형된 것은 폐기하여야 한다.
- 모체에 구멍을 내지 않도록 하여야 한다.
- 착용제는 최소한 1개월에 한 번 60℃의 물에 비누나 세척제를 사용하여 세탁하여야 하며, 합성수지의 안전모는 스팀과 뜨거운 물을 사용해서는 안 된다.
- 모체가 페인트, 기름 등으로 오염된 경우는 유기용제를 사용해야 하지만 강도에 영향이 없어야 한다.
- 플라스틱 등 합성수지는 자외선 등에 의해 균열 및 강도 저하 등 노화가 진행되므로 안전모의 탄성 감소, 색상변화, 균열 발생 시 교체해 주어야 한다. 또한 노화를 방지하기 위하여 보관에 주의해야 한다.

2) 안전화의 사용 및 관리 방법은 다음과 같다.

- 작업내용이나 목적에 적합한 것을 선정하여 지급한다.
- 가볍고, 땀 발산에 효과가 있어야 한다.
- 디자인이나 색상이 좋아야 한다.
- 목이 긴 안전화는 신고 벗는 데 편한 구조여야 한다.
- 바닥이 미끄러운 곳에는 창의 마찰력이 큰 안전화를 사용하여야 한다.
- 우레탄 소재(Pu) 안전화는 고무에 비해 열과 기름에 약하므로 기름을 취급하거나 고열 등 화기 취급 작업장에서는 사용을 피해야 한다.
- 정전화를 신고 충전부에 접촉하지 않아야 한다.
- 끈을 단단히 매고 꺾어 신지 말아야 하며, 발에 맞는 것을 착용하여야 한다.

〈표 5-2〉 안전화의 종류

종류	기능
가죽제 안전화	물체의 낙하·충격 및 날카로운 것에 대한 찰림 방지
고무제 안전화	기본기능 및 방수, 내화학성
정전화	기본기능 및 정전기의 인체 대전 방지
절연화 및 절연장화	기본기능 및 감전 방지

4 이공계 및 비이공계 실험·실습실 안전점검표(안)

4.1 [이공계] 대학 실험·실습실 안전점검표

- ☐ 학 교 명 : OO대학교 ☐ 실험·실습실명 :
☐ 점검일자 : OOOO. OO. OO.
☐ 점 검 자 : OOO

구 분	점검 결과				부적합 내용
	적합	미흡	불량	해당 없음	
1. 일반					
• 실험·실습실 사고 예방 문서(규정, 매뉴얼 등)가 비치되어 있는가?					
• 실험·실습실 내 정리정돈 상태가 양호한가?					
• 실험·실습공간과 사무공간은 분리되어 있는가?					
• 실험·실습실 내 구급약품이 구비되어 있는가?					
• 실험·실습실 흡연, 음식물 섭취 등의 행위 여부					
• 안전 점검, 교육, 훈련 등을 실시하고 있는가?					
• 위험·경고표지 부착은 적정한가?					
• 기타 일반 분야 위험 요소					
2. 화공					
• 유해화학물질 취급 실험·실습실의 벽·기둥·바닥·천장 등이 불연재료로 되어 있는가?					
• 실험·실습실에 위험물질 취급시 비상구 설치, 관리 상태가 적정한가?					
• 유해화학물질에 적합한 보호구 비치·착용(보안경, 마스크 등)하고 있는가?					
• 시약병 및 소분용기에 경고표지가 부착되어 있는가?					
• 시약 보관 공간에 전도방지 조치가 되어 있는가?					
• 물질안전보건자료는 게시되어 있는가?					
• 세척설비는 적정하게 설치(위치, 수압)되어 있는가?					
• 화학약품은 성상별 분류·보관되고 있는가?					
• 유해화학물질에 적합한 환기 시약장을 설치, 관리 상태가 적정한가?					

구 분	점검 결과				부적합 내용
	적합	미흡	불량	해당 없음	
5. 소방					
• 소화기 관리상태(교체기한, 충압 등)는 적정한가?					
• 실내(구획실) 감지기는 설치되어 있는가?					
• 소화전 관리상태(호스, 적재 등)는 양호한가?					
• 유도등 설치, 관리 상태는 적정한가?					
• 피난출입구 확보상태는 적정한가?					
• 휴대용 비상조명등 설치, 관리 상태는 적정한가?					
• 인화물 취급·관리는 적정한가?					
• 기타 소방 분야 위험 요소					
6. 기계					
• 위험기계별 적합한 보호구 비치·착용(보안경, 앞치마 등)은 적정한가?					
• 작업별 안전수칙은 게시되어 있는가?					
• 고온·고압사용기계(가마, 압축기 등) 관리는 적정한가?					
• 기계기구 부식·조임부 연결 상태는 적정한가?					
• 위험기계별 안전검사는 실시하였는가?					
• 기계 안전장치(방호, 비상정지 등) 설치, 관리는 적정한가?					
• 위험기계 주변 안전구획, 울타리 등을 설치하였는가?					
• 기타 기계 분야 위험 요소					
7. 보건위생					
• 개인보호구가 적절하게 비치·관리하고 있는가?					
• 환기설비(후드, 국소배기장치 등) 설치 및 관리 상태가 적정한가?					
• 실험·실습실 공간 내 소음 및 진동(밀폐, 흡음, 방진 등) 예방을 위한 관리를 하고 있는가?					
• 감염, 위생 예방을 위한 관리(세척, 소독 등)를 하고 있는가?					
• 실험·실습실 내 및 출입구에 안전보건표지를 부착하고 있는가?					
• 비상샤워기(눈 등 신체 세척) 설치 및 관리 상태가 적정한가?					
• 기타 보건위생 분야 위험 요소					

4.2 [비이공계] 대학 실험·실습실 안전점검표

☐ 학 교 명 : OO대학교 ☐ 실험·실습실명 :

☐ 점검일자 : 0000. 00. 00.

☐ 점 검 자 : 000

구 분	점검 결과				부적합 내용
	적합	미흡	불량	해당 없음	
1. 일반					
• 실험·실습실 사고 예방 문서(규정, 매뉴얼 등)가 비치되어 있는가?					
• 실험·실습실 내 정리정돈 상태가 양호한가?					
• 실험·실습공간과 사무공간은 분리되어 있는가?					
• 실험·실습실 내 구급약품이 구비되어 있는가?					
• 실험·실습실 흡연, 음식물 섭취 등의 행위 여부					
• 안전 점검, 교육, 훈련 등을 실시하고 있는가?					
• 위험·경고표지 부착은 적정한가?					
• 기타 일반 분야 위험 요소					
2. 미술 분야 안전					
• 불꽃 작업(용접기, 토치 등) 관리는 적정한가?					
• 실습재료 보관, 정리정돈 상태가 양호한가?					
• 유해화학물질(전색제, 솔벤트, 산성 부식제) 등을 적정하게 보관하고 있는가?					
• 열원이 발생하는 실험·실습 장비(가마, 건조기 등) 관리 상태가 적정한가?					
• 분진 예방을 위한 관리(환기설비, 적정 보호구 구비)를 적정하게 실시하고 있는가?					
• 3D 프린터 실험·실습 공간이 적정(공조, 환기 등) 환기설비가 되어 있는가?					
• 공작기계 등에 적합한 방호장치가 설치되어 있는가?					
• 실험·실습 별 적절한 보호구를 비치·관리하고 있는가?					
• 공연·연극 특수효과(연기, 불꽃 등)에 대한 유해·위험성이 존재하는가?					
• 교류아크용접기에 자동전격방지장치를 장착하였는가?					
• 기타 미술 분야 위험 요소					

구 분	점검 결과				부적합 내용
	적합	미흡	불량	해당 없음	
3. 체육 분야 안전					
• 실험·실습 활동 단계별 안전 절차가 수립·확보되어 있는가?					
• 실험·실습별 안전수칙이 게시되어 있는가?					
• 실험·실습 별 적절한 보호구를 비치·관리하고 있는가?					
• 체육관 벽면 하부에 충격 완화성 재료(고무안전리브 등)를 바닥에 설치하였는가?					
• 체육관 실내 유리창이 깨지지 않는 구조(강화유리)로 되어 있는가?					
• 체육관 주요 구조물(기둥, 지붕틀)이 내화구조로 하였는가?					
• 바닥 미끄럼 방지·수평상태는 유지되고 있는가?					
• 실습 장비, 기계류 보관·관리는 적정한가?					
• 체육 실험·실습 장비를 품질·규격 등 안전 인증품으로 확보하였는가?					
• 기타 체육 분야 위험 요소					
4. 공연·연극 분야 안전					
• 공연·연극 공간의 안전거리 확보가 적정한가?					
• 비상구 및 출구가 적절하게 설치, 관리되고 있는가?					
• 비상 대피로가 적절하게 게시, 안내되고 있는가?					
• 계단, 경사로, 통로 전도 및 추락 방지는 적정한가?					
• 장비·설비의 과적은 없는가?					
• 공연·연극 제작시 사용중인 장비의 안전기능(방호장치 등)이 확보되어 있는가?					
• 실험·실습 별 적절한 보호구를 비치·관리하고 있는가?					
• 작업 또는 장비 사용 시 낙하, 추락, 전도, 비레 등의 위험이 상존하는가?					
• 공연·연극 공간 내 비상 연락 체계(핫라인, 비상전화기 등) 가 갖추어져 있는가?					
• 공연·연극 공간 내 안전수칙 등이 게시되어 있는가?					
• 기타 공연 분야 위험 요소					

[참고문헌]

- 공연장 안전사고 사례집(문화체육관광부, 한국산업기술시험원 공연장안전지원센터, 2014)
- 공연장 안전 매뉴얼(문화체육관광부, 한국산업기술시험원 공연장안전지원센터, 2015)
- 연구실안전법 해설집(미래창조과학부, 2016)
- 대학 실험실습실 안전환경 설계지침 및 운영 매뉴얼 개발 연구(대학환경안전협회, 2016)
- 비이공계 실험·실습실 안전관리 가이드(한국교육시설안전원, 2022)
- 체육시설 통합안전관리 가이드(국민체육진흥공단, 2020)
- 공연장 안전지침(한국산업기술시험원 공연장안전지원센터, 2020)
- 대학 실험·실습실 사고통계 및 예방대책 가이드(한국교육시설안전원, 2021)
- 스포츠 안전매뉴얼 종목 안전가이드라인(스포츠안전재단, 2021)
- 학과(전공) 분류 자료집(한국교육개발원, 2021)
- 연구실안전관리사 학습가이드(과학기술정보통신부, 국가연구안전관리본부, 한국생산성본부, 2022)
- 비이공계 실험·실습실 안전관리 가이드(한국교육시설안전원, 2022)
- KOSHA GUIDE, 안전보건자료, 산업안전보건공단
- 한국안전(www.hankukse.co.kr)
- (사)대한산업안전협회 공식 블로그(<https://blog.naver.com/safety1964>)

주의사항

본 가이드의 실험·실습실 설치시 고려사항 및 장비·설비 취급시 주의사항은 각각 규정하고 있는 법령, 규격, 기준, 지침 등의 개정에 따라 변경될 수 있습니다.

본 가이드는 한국교육시설안전원에서 발간하였으며, 각급 학교 등 기관에서 한국교육시설안전원과 사전 협의하에 자료 활용이 가능함을 알려드립니다.

대학 실험·실습실 사고 예방 가이드

2023년 12월 27일 인쇄

2023년 12월 27일 발간

발간인 한국교육시설안전원 이사장

발간처 한국교육시설안전원 교육시설지원처 대학시설지원팀
서울특별시 영등포구 국회대로62길 25
전화 : 02-781-6816(代)

검 토 이근원 교수(아주대학교)
이준원 교수(송실대학교)

홈페이지 <http://www.koies.or.kr>

사전 승인 없이 보고서 내용의 무단복제를 금함.

간행물발간번호 2024-교육-대학시설지원단-18

안전한 실험 환경, 지식의 토양

대학 실험·실습실 사고 예방 가이드



교육부

KOIES

한국교육시설안전원
Korea Institute of Educational Facility Safety