

비이공계 실험·실습실 안전관리 가이드



 머리말

2006년, 정부에서 ‘연구실 안전환경 조성에 관한 법률’을 제정하고 과학기술분야 실험실 사고를 예방하기 위한 매뉴얼, 가이드 등이 마련·제공되고 있으나, 비이공계 실험·실습실 분야에 대한 안전관리에 필요한 각종 자료 및 정보 등이 미비한 실정이다.

예체능 계열 등 비이공계 분야에서도 위험성이 높은 장비·설비 등을 취급하고 있으며, 실험·실습실의 특성과 실시 내용 등에 따라 수시로 장비·설비를 교체 및 제작하는 사례도 발생하고 있다.

전체 실험·실습실 중 비이공계 실험·실습실이 약 10%를 차지하고 있으며, 지속적으로 사고가 발생하고 있음에 따라 해당 분야의 실험·실습실 사용자가 사고를 예방하고 안전하게 실험·실습을 할 수 있도록 지원하는 비이공계 실험·실습실 장비·설비 설치 및 안전관리 가이드가 필요한 실정이다.

본 가이드는 2017년 발간된「대학 예체능 계열 실험·실습실 안전관리 가이드」를 근간으로 비이공계 유형에 따른 장비·설비의 안전관리 기준을 최신으로 현행화하는 등 보완하고 필요 사항을 추가 개발하고자 하였으며, 이번 개정판을 통해 사고 발생이 높은 유형에 대한 실험·실습실의 장비·설비 등을 활용 시 주의사항과 안전관리가 필요한 사항 등을 중점적으로 제공함으로써 비이공계 실험·실습실의 안전성을 확보하고자 하였다.

본 가이드를 통해 대학 실험·실습실의 사각지대에 놓여있는 비이공계 분야에서 발생할 수 있는 크고 작은 사고를 대비하고 실험·실습 활동종사자가 안전한 환경에서 활동을 수행하는데 도움이 되길 기대한다.



목 차

I 개요 및 적용범위 1

1. 개요 2
2. 적용범위 5
3. 용어정의 8
4. 비이공계 실험·실습실 위험유형 9

II 미술분야 실험·실습실 안전관리 13

1. 실험·실습실 설치시 고려사항 14
2. 장비·설비 취급시 주의사항 24

III 체육분야 실험·실습실 안전관리 39

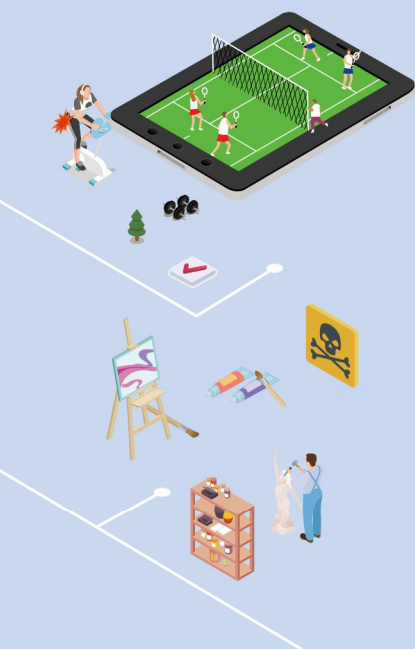
1. 실험·실습실 설치시 고려사항 40
2. 장비·설비 취급시 주의사항 45

IV 공연·연극분야 실험·실습실 안전관리 51

1. 실험·실습실 설치시 고려사항 52
2. 장비·설비 취급시 주의사항 55

V 부록 63

VI 참고문헌 75



I

개요 및 적용범위

1. 개요
2. 적용범위
3. 용어정의
4. 비이공계 실험·실습실 위험유형



I

Korea Institute of Educational Facility Safety

개요 및 적용범위



01 개요

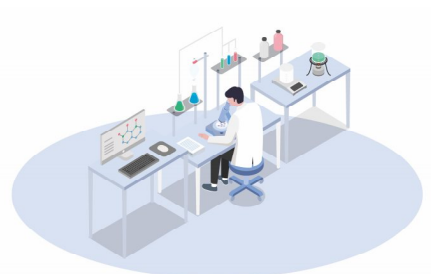
대학의 실험·실습실은 복잡·다양화되어가고 있어서, 실험·실습 중 사용되는 유해인자도 실험·실습 활동종사자에게 다량으로 노출되어 지속적으로 사고발생 위험에 놓여있다. 과학기술분야 외의 비이공계열 실험·실습실에서도 고위험을 수반한 실습 활동으로 인하여 꾸준하게 사고가 발생하는 추세이다.

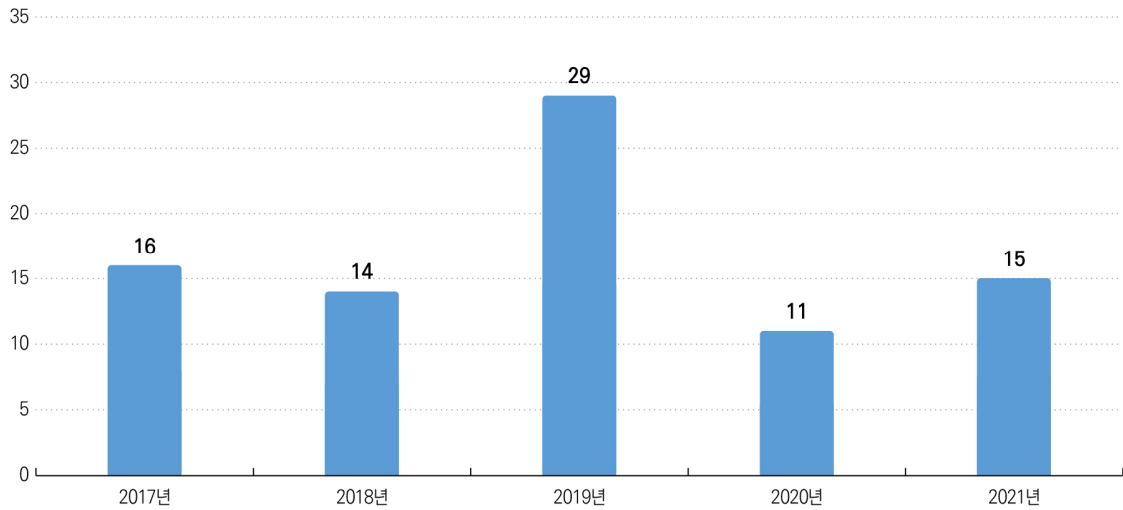
최근 5년간 대학내 비이공계열 실험·실습실 사고는 지속적으로 발생하고 있어 연평균 17건의 사고가 발생하는 것으로 나타났으며, 비이공계열의 사고 발생 비율은 총 사고 발생 건수 중 약 7% 정도 차지하는 것으로 나타났다.

[표 1. 최근 5년간 대학 비이공계 실험·실습실 사고 발생 현황]

(단위 : 건수)

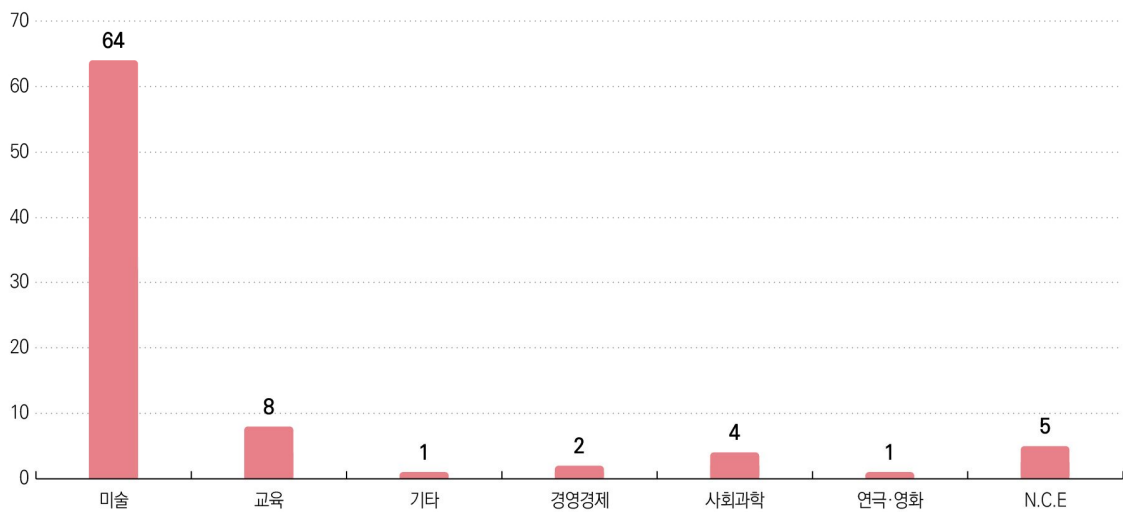
구분	2017년	2018년	2019년	2020년	2021년	합계	평균
비이공계	16	14	29	11	15	85	17





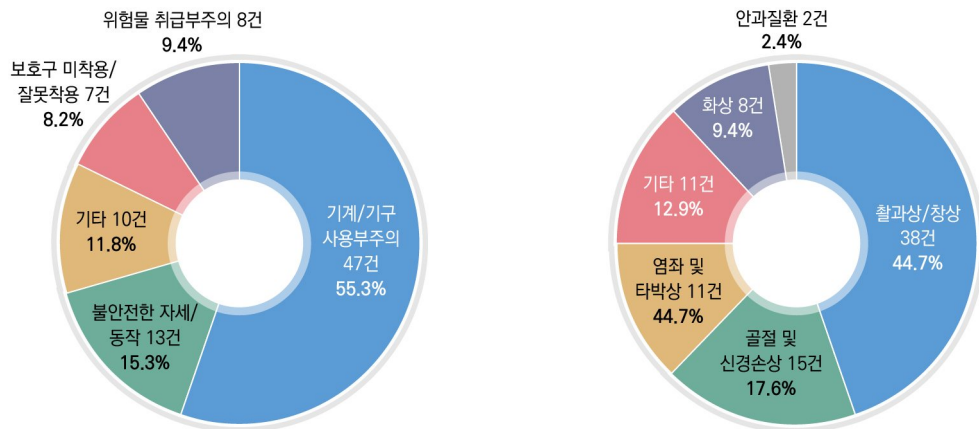
[그림 1. 최근 5년간 대학 비이공계 실험·실습실 사고 발생 현황]

최근 5년간 대학 비이공계열의 분야별 실험·실습실 사고 발생 현황을 보면 미술분야의 사고가 총 64건으로 전체 사고의 75%를 차지하는 것으로 나타났다.



[그림 2. 최근 5년간 비이공계 분야별 실험·실습실 사고 발생 현황]

또한, 최근 5년간 비이공계열의 실험·실습실 사고 발생 원인으로 “기계/기구 사용 부주의”가 47건으로 약 55%를 차지하였으며, 상해 유형은 “찰과상/창상”이 38건으로 약 45% 차지하여 가장 많이 발생하는 것을 알 수 있다.



[그림 3. 최근 5년간 비이공계 실험·실습실 사고 원인 및 상해 유형]

비이공계 실험·실습실 사고통계자료를 분석해본 결과 사고가 빈번하게 발생하는 분야는 “미술계열”이며, 상해 유형은 “찰과상/창상”으로 나타났다. 이에 따라, 비이공계에서 주로 사용되는 기계/기구 등의 장비·설비 설치 및 사용 시 주의사항과 안전관리 방법을 제시하여 안전사고를 예방하고자 한다.



02 적용범위

본 가이드는 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」에서 적용하고 있는 과학기술분야(공학, 자연, 의학계열) 외의 비이공계열에 속하는 분야의 실험·실습실을 대상으로 한다.

대분류	중분류	소분류	대분류	중분류	소분류
교육계열 (03)	교육일반(01)	교육학	공학계열 (04)	기타(11)	응용공학
	초등교육(04)	초등교육학			교양공학
	공학계열 (04)	중등교육(05)	공학교육	자연계열 (05)	농림/수산(01)
자연계교육			수산업		
건축·설비공학			산림·원예학		
건축(01)		건축학	생물/화학/환경(02)		생명과학
		조경학			생물학
		건설			동물·수의학
토목·도시(02)		토목공학			자원학
		도시공학			화학
		항공학			환경학
교통·운송(03)		해양공학	생활과학(03)		가정관리학
		지상교통공학			식품·조리
		기계공학			식품영양학
기계·금속(04)		금속공학		의료·의상학	
		자동차공학		교양생활과학	
		전기공학	수학/물리/천문/지리 (04)	수학	
전자공학		물리·과학			
제어계측공학		통계학			
전기·전자(05)		광학공학		천문·기상학	
		에너지공학		지구·지리학	
	반도체·세라믹공학	교양자연과학			
소재·재료(07)	섬유공학	의학계열 (06)	의료(01)	지적	
	신소재공학			의학	
	재료공학			한의학	
컴퓨터·통신(08)	전산학·컴퓨터공학		간호(02)	치의학	
	응용소프트웨어공학			간호학	
	정보·통신공학			약학(03)	약학
산업(09)	산업공학			치료·보건(04)	보건학
	화학공학		재활학		
	기타(11)		기전공학		의료공학

[그림 4. 연구실안전법 해설집 : 연구실안전법 적용 과학기술분야]

「연구실안전법 해설집」에서 적용하고 있는 과학기술분야 외의 비이공계열의 범위는 아래와 같이 예체능계열 및 인문·사회계열로 볼 수 있다.

Q 비이공계열 범위

- 2021년 교육부, 한국대학교육협의회 「학부·과 및 전공 표준분류체계에 따른 자율분류 지침 및 가이드라인」에 따른 비이공계열 해당 학과
 - 예체능계열 : 디자인, 응용예술, 무용·체육, 미술, 연극·영화, 음악, 교육, N.C.E(뷰티아트)
 - 인문·사회계열 : 언어·문학, 인문학, 법학, 사회과학, 경영·경제, 교육, N.C.E(비서)
- 2021년 한국교육개발원 「학과(전공) 분류 자료집」에 따른 비이공계열 해당 학과
 - 예체능계열 : 디자인, 응용예술, 무용·체육, 미술·조형, 연극·영화, 음악
 - 인문·사회계열 : 언어·문학, 인문과학, 경영·경제, 법률, 사회과학

대학의 비이공계 범위에 해당하는 학과(전공) 분류를 구분한다면 다음과 같다.

[표 2. 2021년 비이공계열 범위에 해당하는 학과 분류 체계]

대분류[총 7개]	중분류[총 35개]	소분류[총 121개]
예체능계열	디자인	디자인일반
		산업디자인
		시각디자인
		패션디자인
		기타디자인
	응용예술	공예
		사진·만화
		영상·예술
	무용·체육	무용
		체육
	미술·조형	순수미술
		응용미술
		조형
	연극·영화	연극·영화
	음악	음악학
		국악
		기악
		성악
		작곡
		기타음악

대분류[총 7개]	중분류[총 35개]	소분류[총 121개]
인문계열	언어·문학	언어학
		국어·국문학
		일본어·문학
		중국어·문학
		기타 아시아어·문학
		영미어·문학
		독일어·문학
		러시아어·문학
		스페인어·문학
		프랑스어·문학
		기타유럽어·문학
		교양어·문학
		문헌정보학
	인문과학	문화·민속·미술사학
		심리학
		역사·고고학
		종교학
		국제지역학
		철학·윤리학
		교양인문학
사회계열	경영·경제	경영학
		경제학
		관광학
		광고·홍보학
		금융·회계·세무학
		무역·유통학
		교양경상학
		법학
	법률	가족·사회·복지학
	사회과학	국제학
		도시·지역학
		사회학
		언론·방송·매체학
		정치외교학
		행정학
		교양사회과학

기초 및 적용범위

미술분야 실용·실습실 안전관리

체육분야 실용·실습실 안전관리

공연·연극분야 실용·실습실 안전관리

부록

참고문헌

◆ 비이공계열

과학기술분야인 공학계열, 자연계열, 의학계열 외에 예체능계열, 인문·사회계열 등을 말한다.

◆ 실험·실습실

교육과정에 의해 실험(연구)과 실습(교육)을 하는 장소로써 교육 및 연구활동을 수행하거나, 연구, 실험 등의 기능 및 기술 등을 실시하기 위하여 시설, 장비, 설비, 기기, 재료, 실습기자재 등을 갖추어 설치한 공간을 말한다.

◆ 실험·실습 안전관리책임자

실험·실습실을 총괄 관리하고 책임을 지며 실험·실습 안전관리담당자 및 활동종사자를 지도·관리·감독하는 자를 말한다.

◆ 실험·실습 안전관리담당자

실험·실습실 안전관리책임자가 지정한 조교, 대학생, 대학원생, 연구원 등 실험·실습실의 안전관리를 실시하는 자를 말한다.

◆ 실험·실습활동종사자

연구, 실험, 실습 활동에 참여하거나 종사하는 대학생, 대학원생, 연구원 등을 말한다.

◆ 실험·실습실 사고

실험·실습 활동과 관련하여 발생한 사고로써 부상, 질병, 신체장애, 사망 등 생명 및 신체상의 손해를 입거나 실험·실습실 시설, 장비, 설비, 기기 등이 훼손되는 것을 말한다.

◆ 물리적 위험(Physical hazard)

기계적, 전기적, 열, 소음, 진동 등 물리적 에너지에 의해 신체상의 손해를 입거나 물적으로 입을 피해 가능성이 있는 위험을 말한다.

◆ 화학적 위험(Chemical hazard)

화학물질, 화학약품 등으로 인하여 폭발성, 발화성, 인화성 가스의 누출로 인하여 인체 흡입, 피부 흡수, 화상 등에 따른 신체상의 손해를 입거나 물적으로 입을 피해 가능성이 있는 위험을 말한다.

◆ 생물학적 위험(Biological hazard)

생물 및 미생물 물질로 인해 초래되는 감염 등에 따라 인체에 건강장해를 일으키는 등의 신체상의 손해를 입거나 물적으로 입을 피해 가능성이 있는 위험을 말한다.

4.1 미술분야

미술분야의 실험·실습실 유형은 회화, 판화, 조소(목조, 석조, 금속), 공예(도자, 금속(철보), 목, 옷칠), 기타 등으로 구분할 수 있으며, 발생 가능한 위험유형은 물리적, 화학적, 생물학적, 작업 수행요인으로 구분할 수 있다.

미술분야 실험·실습실에서 주로 발생하는 사고원인은 ‘화학물질 불안전 사용’, ‘장비 사용 미숙’, ‘작업 부주의’로 볼 수 있으며, 사고유형은 찰과상, 창상, 열상, 화상 등으로 나타날 수 있다.

실험·실습실 안전관리책임자 및 안전관리담당자는 유형별 위험 특성을 사전에 면밀하게 파악하고 아래와 같이 위험요인 및 사고원인을 제거하고, 안전한 환경으로 개선하기 위한 대책을 마련하여야 한다.

위험유형	물리적 요인	기계, 전기, 진동, 마찰, 열, 소음, 빛, 리프팅, 공구, 레이저, 분진
	화학적 요인	화학약품, 도료, 염료, 유약, 잉크, 용제, 점토, 금속, 증기(흙), 가스
	생물학적 요인	동물 가죽, 뼈, 혈액·에어로졸 등의 병원체, 감염, 알레르기, 생물체 폐기물
	작업 수행 요인	작업 실수·부주의, 작업 미숙, 도구·공구·장비 사용 미숙지
위험요인·사고원인 제거		<ul style="list-style-type: none"> · 위험 기계·기구, 공구의 위험 부위 노출 차단 · 장비·기계·기구·공구 안전 사용법 숙지 · 가스, 화학물질·약품, 생물 오염체 누출 방지
개선내용		<ul style="list-style-type: none"> · 실험·실습실 안전한 레이아웃 등 안전설계 · 개인보호장비(방진·방독마스크, 보호장갑 등) 확충 · 화학약품·물질의 안전한 보관 설비 확보 · 분진 등 유해물질 발생되는 공간 환기설비, 강제 배기시스템 설치 · 내화학적·불연성·불침투성 재질 바닥 마감처리, 적정 조도 유지 · 화재·폭발 우려 공간 비상구 설치 등 · 가스 누출·화재·폭발 예방 및 차단 장비·장치 확보 · 적절한 조도 유지





[그림 5. 미술분야 실험·실습실 위험요인]

4.2 체육분야

체육분야의 실험·실습실 유형은 축구, 배구, 핸드볼, 펜싱 등의 종목을 다룰 수 있는 체육관, 체육장, 수영장 등이 있으며, 발생가능한 위험유형은 인적, 물리적, 환경적 위험요인으로 구분할 수 있다.

체육분야 실험·실습실에서 주로 발생하는 사고원인은 ‘무리한 동작’, ‘미끄러져 넘어짐’, ‘사람과 접촉·충돌’로 볼 수 있으며, 사고유형은 염좌, 좌상, 찰과상, 골절, 열상 등으로 나타날 수 있다.

실험·실습실 안전관리책임자 및 안전관리담당자는 유형별 위험 특성을 사전에 면밀하게 파악하고 아래와 같이 위험요인 및 사고원인을 제거하고, 안전한 환경으로 개선하기 위한 대책을 마련하여야 한다.

위험유형	인적 요인	실험·실습활동종사자간 충돌, 접촉, 무리한 동작, 전도(넘어짐)
	물리적 요인	보호매트 및 난간 탈락, 구조물 및 시설 결함
	환경적 요인	폭염, 한파, 미세먼지 등 극심한 기후 및 날씨 변화, 재난
위험요인·사고원인 제거		<ul style="list-style-type: none"> · 실험·실습활동종사자간 충돌, 접촉 등 방지 보호대 · 안전구획 및 안전거리 확보, 구조물 안전조치
개선내용		<ul style="list-style-type: none"> · 개인보호장비(안면·팔목·무릎 등 충격 보호대 등) · 안전난간 및 피난계단 설치, 체육관 내 돌출부에 충격완화패드, 벽체 안전쿠션 설치 · 정기적 시설물 안전검사 및 결함사항 점검





[그림 6. 체육분야 실험·실습실 위험요인]

4.3 공연·연극분야

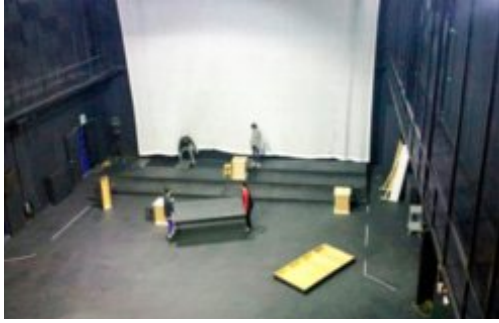
공연·연극분야의 실험·실습실 유형은 무대, 객석, 로비, 분장실, 도구실, 제어실 등이 있으며, 발생 가능한 위험유형은 인적, 물리적, 환경적 요인으로 구분할 수 있다.

공연·연극분야 실험·실습실에서 주로 발생하는 사고원인은 ‘시설물 결함’, ‘감전’, ‘추락’, ‘낙하’ 등으로 볼 수 있으며, 사고유형은 골절, 염좌, 화상 등으로 나타날 수 있다.

실험·실습실 안전관리책임자 및 안전관리담당자는 유형별 위험 특성을 사전에 면밀하게 파악하고 아래와 같이 위험요인 및 사고원인을 제거하고, 안전한 환경으로 개선하기 위한 대책을 마련하여야 한다.

위험유형	인적 요인	주의 태만, 불안정한 행위
	물리적 요인	시설물 노후화, 감전, 추락, 낙하, 소음 및 진동, 불꽃, 레이저 등
	환경적 요인	공기 오염(밀폐공간), 조도, 온도 및 습도
위험요인·사고원인 제거		<ul style="list-style-type: none"> · 시설물 방염처리 등 화염, 불꽃, 연기 등 특수효과 누출 방지 · 공연장 및 무대 등 설치·운영·해체에 대한 안전조치
개선내용		<ul style="list-style-type: none"> · 안전관리 요원 배치, 무대 주위 안전공간 확보 및 동선관리 · 안전장치 및 방호장치 설치, · 정기적인 시설물 안전검사 및 결함사항 점검





[그림 7. 공연·연극분야 실험·실습실 위험요인]

실험·실습실 분야별 위험유형을 분석해보았으며, [부록1], [부록2]에 안전점검, 보호구 착용에 활용할 수 있도록 제시하였다. 또한 비이공계 실험·실습실은 법적 의무사항은 아니나, 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」의 “사전유해인자위험분석”을 활용할 수 있도록 [부록3]에 게재하여 이러한 위험 유형별 요인에 따라 적합한 사전 분석을 통해 안전관리를 실시할 수 있도록 제시하였다.





미술분야 실험·실습실 안전관리

1. 실험·실습실 설치시 고려사항
2. 장비·설비 취급시 주의사항



II

Korea Institute of Educational Facility Safety

미술분야 실험·실습실 안전관리



01 실험·실습실 설치시 고려사항

• 회화 실험·실습실

바닥은 화학물질 누출 시를 대비하여 불연성, 불침투성의 재료로 설치하여야 한다. 바닥을 에폭시, 비닐 코팅 등으로 처리하도록 한다.



[그림 8. 실습실 바닥 설치 현황]

- ▶ 사용·보관중인 페인트 안료, 스프레이 등 유해화학물질을 안전하게 필터링하여 바깥으로 배출하고 외부의 공기를 유입시킬 수 있도록 국소배기장치 등 환기설비를 설치하여야 한다.
- ▶ 유해화학물질에 해당하는 실험·실습재료는 물질의 성상에 적합한 내산성 또는 내화성 성능을 확보한 시약장을 설치하여 보관하여야 한다.
- ▶ 유해화학물질이 피부 접촉 시에 따른 피해를 최소화하기 위한 비상샤워장치 및 세안장치를 설치하여야 한다.

- ▶ 적합한 개인보호구(내화학장갑, 내화학앞치마 등) 및 보호구함을 설치하여야 한다.
- ▶ 작업복, 실험·실습복을 보관할 수 있는 보관함을 설치하여야 한다.
- ▶ 작업 공간에 신체를 세척할 수 있는 실습 전용 싱크대를 설치하여야 한다.

권장사항

- 화재·폭발 발생시 피해를 최소화할 수 있는 방폭장치 및 방폭설비(방폭등, 방폭유리) 등을 설치한다.

참고. 회화 실습실 사용·보관 중인 유해화학물질에 따른 대책

- 페인트 안료 / 초크, 분진 : 섭취, 흡입시 유독함, 안료에 독성이 강한 금속이 포함, 납, 카드뮴 또는 수은을 함유한 분말 안료 대신 독성이 적은 물질로 대체 필요
- 전색제 : 페인트가 마를 때 공기 중에 솔벤트, 오일, 수지 및 폴리머유제가 방출되어 피부 흡수, 노출에 따른 피부 질환 유발하여 환기 개선
- 솔벤트 : 가연성 용제(아세톤, 톨루엔 석유증류액 등 포함)로 인화성이 있어 화재 위험, 휘발성이 강하여 흡입에 의한 중독성 발생으로 환기 개선
- 니스·라커 : 천연 및 합성수지 용액(메틸·에틸 알콜, 테레빈유 등)으로 인화성이 있어 화재 위험 있어 방폭설비 설치 필요
- 스프레이 : 미세한 미스트 방출로 독성 물질 흡입에 따른 호흡용 보호구 착용



• 판화 실험·실습실

- ▶ 사용·보관중인 잉크안료, 솔벤트 등 유해화학물질을 안전하게 필터링하여 바깥으로 배출하고 외부의 공기를 유입시킬 수 있도록 국소배기장치 등 환기설비를 설치하여야 한다.
- ▶ 유해화학물질에 해당하는 실험·실습재료는 물질의 성상에 적합한 내산성, 내화성 성능을 확보한 시약장을 설치하여 보관하여야 한다.(신너 사용·보관시 내화성능 시약장 필수)
- ▶ 화학물질이 인체에 접촉할 경우를 대비하여 비상샤워장치 및 세안장치를 반드시 설치해야 한다.
- ▶ 화재 및 폭발 등의 긴급 상황 발생 시를 대비하기 위한 소화기와 각종 소화설비를 반드시 설치해야 한다.
- ▶ 유해화학물질이 피부에 접촉 시에 따른 피해를 최소화하기 위한 비상샤워장치 및 세안장치를 설치하여야 한다.
- ▶ 실습실에 적합한 보안경, 내화학성 보호장갑 등 보호구 및 안전하게 보관할 수 있는 개인보호구를 설치해야 한다.
- ▶ 작업복, 실험·실습복을 보관할 수 있는 보관함을 설치하여야 한다.
- ▶ 기계류를 설치할 경우 안전방호구역을 설정해야 하고, 통행로를 충분히 확보해야 한다.
- ▶ 질산 등 화학물질 누출에 의한 사고 발생 시 케미컬 흡착제, 흡착포, 중화제 등이 포함된 전용 화학물질 누출방지 키트를 확보해 두어야 한다.

권장사항

- 화재·폭발 발생시 피해를 최소화할 수 있는 방폭장치 및 방폭설비(방폭등, 방폭유리) 등을 설치한다.

참고. 판화 실습실 사용·보관 중인 유해화학물질에 따른 대책

- 전색제 : 페인트가 마를 때 공기 중에 솔벤트, 오일, 수지 및 폴리머유제가 방출되어 피부 흡수, 노출에 따른 피부 질환 유발함에 따른 적정 보호구 착용
- 솔벤트 : 가연성 용제(아세톤, 톨루엔 석유증류액 등 포함)로 인화성이 있어 화재 위험, 휘발성이 강하여 흡입에 의한 중독성 발생에 따른 적정 호흡용 보호구 착용
- 산, 부식제 : 피부, 눈, 호흡기 등에 부식성에 따른 노출로 환기 개선
- 기타 물질(재료) : 리소그래피, 요판, 릴리프 프린팅 및 스크린 프린팅에 사용되는 재료는 자극제 또는 독성을 보유하고 있으므로 환기 개선, 적정 보호구 착용 필요



• 도자공예 실험·실습실

제토실

- ▶ 제토나 유약제조 시 발생할 수 있는 침전물을 관리하기 위한 침전조를 설치하여야 한다.
- ▶ 사용하는 장비(원료파쇄기, 필터프레스, 볼밀 등)의 위치를 작업자의 동선에 맞춰 안전하게 배치한다.
- ▶ 도자기용 원료를 분쇄시 분진 발생을 제거하기 위한 환기시설을 구비하여야 한다.
- ▶ 바닥면은 항상 마른 상태를 유지할 수 있는 재질로 구성되어야 한다.
- ▶ 유약작업 후 손 등 신체를 세척할 수 있는 싱크대를 설치하여야 한다.



성형실

- ▶ 도자기 성형시 사용하는 장비(물레, 제형물레, 손물레, 토련기 등)의 위치, 작업대, 건조대의 위치를 작업자의 동선에 맞춰 안전하게 배치한다.
- ▶ 성형 작업시 분진 발생을 제거하기 위한 환기시설을 구비하여야 한다.
- ▶ 도자기 성형시 발생할 수 있는 침전물을 관리하기 위한 침전조를 설치하여야 한다.



소성실(가마실)

- ▶ 가마는 도예 작업 공간으로부터 떨어져 설치되어야 하고, 격리된 방이나 공간에 설치되어야 한다.

- ▶ 가마 무게를 견딜 수 있는 내력바닥에 설치되어야 하며, 가마와 천장 사이는 충분한 이격거리가 있어야 한다. 설치된 바닥의 강도가 적정한지 의심될 경우 설치 전문가의 조언에 따라 안전하게 확인 및 조치를 취한다.

- ▶ 전기 가마 위에 공간이 제한 될 경우 다음 사항을 따라야 한다.

가. 화재 예방대책으로 가마 위에 방열판을 사용하거나 금속 덮개를 설치해야 하고, 열이 대기로 추출되도록 연통을 설치하여야 한다.
 나. 덮개는 절연물을 사용하여 가마 출입구를 덮을 수 있어야 한다.
 다. 가연성 물질 근처 주변으로 연통이 지나가는 경우, 화재 위험 예방을 위해 이격하여 적당한 거리를 유지하여야 한다.
 라. 연통 설치에 배관 설치 전문가를 통하여 설치하여야 한다.



- ▶ 가마에 인접한 바닥, 천장, 벽면은 모두 불연성 재질로 덮거나 구성되어야 한다.
- ▶ 가마의 유지 보수를 위한 접근성과 공기의 자유로운 이동을 위해 가마 주변에는 충분한 간격이 있어야 한다.
- ▶ 전기 가마 설치 전에, 유자격자는 구내의 전기계통이 안전하고 가마가 필요로 하는 정격 전력을 공급할 수 있는지를 평가하고 시험하여야 한다. 만일 그렇지 않다면, 사용에 적합한 전원계통을 적절히 설치하여야 한다.
- ▶ 고정적으로 결선되어 있지 않은 전기 가마는 충분한 정격과 보호기능을 갖는 소켓에 직접 연결되어야 하며, 연장 케이블을 사용해서는 안 된다.
- ▶ 가마는 가연성 및 부식성 가스가 발생되지 않는 곳에 설치하여야 하며, 가연성 물질이 가마 근처에 보관되거나 축적되어서는 절대로 안 된다.
- ▶ 가마의 금속 케이스는 화상이나 화재에 주의해야 한다. 특히 실험·실습활동종사자 및 일반인 등이 위험에 노출되지 않도록 안전교육을 이수한 후에 가마에 접근할 수 있도록 해야 하며, 다음과 같은 안전조치를 하여야 한다.

가. 격벽이나 가마 보호 철장을 사용하여야 한다.
 나. 내부에 사람이 갇히는 것을 방지하는 안전장치를 설치하여야 한다.
 다. 조작장치는 격벽이나 보호철장 외부에 있어야 한다.
 라. 열릴 때 가마 출입구로 인해 접근을 방해받지 않도록 설치하여야 한다.

- ▶ 유도장애가 큰 정전기, 자기 노이즈가 발생하는 장소는 피해야 한다.

- ▶ 설치장소는 정기적으로 환기를 해주고, 습기 제거 및 주변 바닥을 청결하게 유지하여야 한다.



[그림 9. 가마실 설치 현황]

KOSHA GUIDE E-44-2012 전기가마의 안전한 사용에 관한 기술지침

참고. 도자공예 실험·실습실 주재료·도구별 위험 특성에 따른 대책

주재료	위험 특성 및 대책
마른 점토	<ul style="list-style-type: none"> 점토는 결정성 실리카를 함유하고, 장기간 흡입하면 폐질환인 규폐증 유발, 점토 믹서에서 건조 점토를 적재하고 혼합하면 실리카 함유 점토 분진에 노출됨에 따른 적정 보호구 착용
활석(Talc)	<ul style="list-style-type: none"> 점토에 첨가된 활석은 석면 또는 "석면과 같은" 섬유로 오염될 수 있음
점토혼합기 벌크재료	<ul style="list-style-type: none"> 점토혼합기(Clay mixer)에는 작동하는 동안 손이나 팔의 부상에 따른 방호장치 필요 마른 진흙과 진흙 첨가제의 무거운 재료를 직접 운반시 허리 부상에 따른 안전 작업 필요
젖은 점토 물레(돌림판, potter's wheel)	<ul style="list-style-type: none"> 젖은 점토는 알레르기 및 피부 또는 손·발톱 감염을 일으킬 수 있는 곰팡이 및 기타 미생물의 성장 매개체임에 따라 적정 보호구 착용 곰팡이는 천식과 같은 기존의 의학적 상태를 악화시킬 수 있으므로 주기적 건강검진 필요 물레(돌림판)의 휠에서 장시간 동안 찰흙으로 작업하면 손이나 손목에 반복적인 외상 장애가 발생할 수 있으므로 주기적 적정 휴식 필요
글레이즈 (Glaze)	<ul style="list-style-type: none"> 일부 착색제에는 납, 카드뮴, 크롬, 우라늄 및 비소 등 매우 독성이 강한 금속 함유하고, 프리트(Frits)은 독성 금속을 함유하고 있어 사용에 주의를 요하고 적정 보호구 착용 필요
가마 점토	<ul style="list-style-type: none"> 소성 과정의 점토 연소 또는 전기 가마 사용시 배출되는 가스는 일산화탄소, 포름알데히드, 황산화물, 염소, 불소, 금속 흡, 질소산화물이 포함되어 유독성 물질 노출로 적정 보호구 착용 연료 연소 가마는 연료 공급원에서 연소 생성물을 배출하므로 화재 예방을 위한 제거 필요 연소된 도자기에서 발생된 적외선은 장기간 노출되면 백내장을 유발할 수 있으므로 적정 보안경 필요, 가마에서 뜨거운 재료를 꺼낼 시 화상을 입을 수 있으므로 내열보호구 착용

• 목공예·조소 실험·실습실

- ▶ 목재의 절단 또는 목제품 가공과정 등에 따라 분진이 발생하고, 국소배기시설을 설치하고 다량의 분진발생 장소는 격리하도록 한다.
- ▶ 발생한 분진이 작업장 전체에 비산될 우려가 있을 시 분진 발생 부위를 밀폐시키거나 작업에 지장이 없는 범위에서 집진장치를 설치한다.
- ▶ 분진에 폭로 우려가 있고 위험한 공작기계 장치를 사용하는 실습실일 경우 호흡용 보호구(방진 마스크 등), 보호장갑, 귀마개 등 적합한 보호구를 포함한 개인보호구함을 설치한다.
- ▶ 포르말린이 함유된 수지 접착제 등을 사용하는 작업공정에서는 눈이나 호흡기에 자극을 주지 아니하도록 국소배기장치 또는 전체 환기장치 등의 필요한 조치를 하여야 한다.
- ▶ 접착제를 혼합, 희석시키는 작업은 일반 작업장과 분리 설치하도록 하고, 열을 가해 압착시키는 부서와 접착제 도포 작업장소는 가급적 가까운 장소로 집약시켜 국소배기장치를 하여야 한다.
- ▶ 절단 및 연마기 설치 작업장소는 소음을 차단시킬 수 있는 차단판을 설치하여야 한다.
- ▶ 작업장의 소음을 감소시키도록 소음이 많이 발생하는 기기를 가능한 한 같은 실내에 배치하고 그 실내에는 벽이나 천장 등에 흡음재료를 사용하거나 흡음재료가 부착된 차단판을 설치한다.
- ▶ 작업장소에 따른 적정 조명도를 유지시켜야 한다.
- ▶ 작업장은 항상 청결하게 유지되도록 할 것이며, 작업장 내의 가연성 물질 및 쓰레기는 매일 청소하여야 하며 필요한 경우 소각장에서 소각시켜야 한다.

참고. 목공예 실험·실습실 재료·도구별 위험 특성에 따른 대책

주재료·도구	위험 특성 및 대책
목재 (Woods)	<ul style="list-style-type: none"> • 활엽수 등의 먼지로 피부 및 호흡기 알레르기 반응을 일으킬 수 있으므로 주의 요함 • 목재 분진(흑단, 자단, 검은 나무, 세쿼이아, 레드우드 등)은 독성을 유발하여 인체 노출 위험이 있으므로 적정 호흡 보호구 착용 • 목재 처리시 사용하는 방부제 중 독성물질(펜타 클로로 페놀, 비산구리, 아연 및 구리 나프테네이트)에 따른 주의를 요함
도구	<ul style="list-style-type: none"> • 목재 톱질, 절단 장비 활용시 발생하는 사고 위험에 따른 적정 보호구 착용 • 목재 절단 장비, 기계 소음에 따른 청력 손상의 위험이 있으므로 귀마개 등 착용 • 레이노드 증후군(Raynaud 's syndrome) 발생 위험에 따른 적정 보호구 착용, 휴식 필요 • 부적절히 접지된 전기 도구 사용시 감전 및 화재 위험에 따른 접지 및 소화기 비치

주재료·도구	위험 특성 및 대책
톱밥 (Sawdust)	• 밀폐된 환경에서 공기 중의 미세한 톱밥과 점화원 접촉시 폭발 위험에 따른 방폭 필요
접착제 (Glue)	• 접착제의 독성물질(에폭시, 시아 노 아크릴레이트, 포름알데히드)에 따른 피부 및 호흡기 자극을 유발할 수 있으므로 적정 보호구 착용 필요
페인트 및 기타 용제	• 페인트, 옷칠, 바니시의 독성에 주의를 요함 • 솔벤트 함유시 인화성이 있어 화재 위험과 공기 중 휘발성이 강하여 흡입에 의한 중독성 발생, 피부 흡착 위험이 있으므로 적정 호흡용 보호구 착용 필요

• 석공예·조소 실험·실습실

- ▶ 높이가 2m 이상인 작업발판의 끝이나 추락에 의하여 작업자에게 위험을 미칠 우려가 있는 실습 공간의 경우 견고한 구조의 표준안전난간을 설치한다.
- ▶ 안전난간대 설치가 곤란한 경우에는 방망을 치거나 작업자가 안전대를 착용할 수 있는 구조로 설치한다.
- ▶ 작업발판이 필요한 경우 발판을 확실하게 고정하고 필요한 경우 가드레일이나 보조판을 설치한다.
- ▶ 전선이나 연장전선은 물딩처리를 하거나 전선에 걸려 넘어지지 않고 선을 보호할 수 있는 형태로 설치한다.

참고. 석공예·조소 실험·실습실 재료·도구별 위험 특성에 따른 대책

주재료·도구	위험 특성 및 대책
석재(Stones)	<ul style="list-style-type: none"> • 돌 조각시 치핑, 조각, 연삭 및 연마에 따른 도구 및 재료 사용 위험이 있으므로 적합한 보호구 착용 • 부드러운 암석 조각시 손 도구 사용에 따른 위험이 있으므로 적합한 보호구 착용 • 단단한 암석 조각시 전기 또는 공압 공구를 사용에 따른 손 중심으로 한 신체에 위험이 있으므로 안전교육, 절차 준수 필요 • 쉐이핑 과정에서 먼지가 생성되므로 흡입 및 눈 손상에 대한 주의가 필요함 • 사암, 동석, 슬레이트 및 화강암은 형성 중에 공기 중으로 생성될 수 있는 실리카를 포함 하므로 다루는데 주의를 요함 • 사문석, 동석 및 녹지대와 같은 돌에는 석면이 있을 수 있으므로 다루는데 주의를 요함

주재료·도구	위험 특성 및 대책
도구(Tools)	<ul style="list-style-type: none"> • 공압 및 전기 성형 도구는 높은 소음 및 진동을 유발함에 따른 청력 손상, 레이노드 증후군(Raynaud's syndrome) 발생 위험으로 적정 보호구, 주기적 휴식 필요 • 부적절히 접지된 전기 도구 사용시 감전 및 화재 위험 있으므로 접지 및 주변 소화기 비치 후 사용 • 손 도구의 부적절한 사용에 따른 상처와 타박상 유발할 수 있으므로 적정 보호구 사용
회반죽(Plaster)	<ul style="list-style-type: none"> • 석고 먼지(황산칼슘)는 접촉하는 습한 피부에서 물을 빠르게 흡수하며 피부, 눈, 호흡기에 자극을 줄 수 있으므로 환기 개선 • 자극적 물질인 석회(산화칼슘), 아세트산, 황산칼륨을 석고에 첨가하여 석고의 설정을 늦추어 자극성을 줄일 수 있음
접합제(Cement)	<ul style="list-style-type: none"> • 석회, 알루미늄 및 실리카가 혼합된 시멘트는 피부, 눈, 호흡기에 자극을 줄 수 있으므로 주의를 요함

※ 레이노드 증후군 : 손가락 끝부분의 조직이 혈액내 산소부족으로 손상돼 색조변화, 통증, 조직괴사 등을 가져오는 질환

• 금속공예·조소 실험·실습실

▶ 금속 조소 실습실에서는 금속의 커팅, 연마 등에서 발생하는 금속 조각, 분말, 분진, 용접시 발생하는 흠, 가스 취급에서 발생될 수 있는 위험 요소 등의 다양한 위험요인이 존재한다.



- ▶ 금속 취급에서 발생하는 금속조각(칩), 분말, 분진, 용접시 발생하는 흠 등을 제거할 수 있는 적절한 제거장치 (예, 후드, 국소배기장치 등)를 설치해야 한다.
- ▶ 작업자를 보호하기 위한 개인보호구함을 설치하고, 적절한 개인보호구(예, 안면보호구, 보호 장갑, 흠으로 보호할 수 있는 방독면, 소음에 대비한 귀마개 등)를 구비해야 한다.
- ▶ 각종 공구(예, 절삭기, 드릴 등)의 다양한 공작기계의 설치의 경우, 적절한 방호장치를 설치해야 하고 방호구역을 설정해야 한다.
- ▶ 소음 또는 진동이 발생하는 경우에는 별도의 구획 또는 소음벽 등을 설치해야 한다.
- ▶ 고압가스 등의 가스류를 보관할 수 있는 가스실린더 보관함, 공구 보관함 등을 설치해야 한다.
- ▶ 고압가스를 설치한 경우에는 고압가스는 되도록 실외에 보관하고 고압가스 취급 매뉴얼에 따라 운영해야 하고 가스누출감지경보기를 설치해야 한다.
- ▶ 용접작업을 위한 안전방호구역을 설정하고 용접 작업시 발생 될 수 있는 불꽃 등이 화재와 연결

되지 않도록 적절한 소화기, 소화설비를 설치해야 한다.

- ▶ 절삭유 등을 보관할 수 있는 시약장을 설치해야 한다.

참고. 금속공예·조소 실험·실습실 재료·도구별 위험 특성에 따른 대책

주재료·도구	위험 특성 및 대책
금속	<ul style="list-style-type: none"> • 납, 아연 함유 금속은 독성이 강하여 주의를 요함 • 용융된 금속은 심각한 화상을 일으킬 수 있으며 사형(주물용 모래 거꾸집)을 깨면 높은 수준의 실리카 먼지를 방출하여 환기 개선 • 붓는 금속은 금속흄을 방출하고, 뜨거운 금속은 사형에 유기 수지와 바인더를 태우며 유독한 분해 생성물을 방출하여 환기 개선 • 금속용융시 강한 독성의 일산화탄소와 같은 연소 생성물 방출 제거 필요 • 고열 및 적외선을 발생시켜 열 스트레스, 피부 화상 및 백내장 유발할 수 있음
용접, 납땜	<ul style="list-style-type: none"> • 금속흄을 포함한 독성을 유발하는 공기 오염 물질 생성하여 환기 개선 • 질소산화물, 오존 및 자극적인 산성 가스 생성하여 환기 개선 • 납 페인트, 아연, 크롬, 카드뮴 등이 코팅된 금속 용접시 흡입시 매우 유독 • 코발트, 니켈 및 베릴륨 물질은 발암성이며 뇌 손상을 일으킬 수 있음 • 아크용접에서 방출되는 자외선은 매우 독성이 강한 포스겐 가스로 전환될 수 있음에 따라 적합한 보호구 착용 필요 • 옥시 아세틸렌 토치는 일산화탄소를 생성함에 따라 신선한 공기 유입 필요 • 아크용접에 따른 감전, 화상, 화재 및 적외선 및 자외선 노출에 유의

02 장비·설비 취급시 주의사항

가마

[사용용도]

- 가스, 전기 등 열원을 통해 도자기, 벽돌 등을 구워내는 용도로 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 가스누출 등으로 인한 화재 및 폭발, 흡입 위험
※ 사고사례 : 가스 가마 소성 도중 가스 흡입에 따른 중독 사고 발생
- 열원 접촉에 따른 화상 위험

🔍 취급시 주의사항

- 가스가마
 - 잘못된 조작으로 인한 화재 및 폭발에 주의하여야 한다.
 - 작업장 내에 국소배기 장치 또는 환기시설 등을 활용하여 환기를 자주 한다.
 - 가스관의 노후로 인한 가스 누출 확인 및 가스관 및 가스경보기 등을 점검한다.
 - 가스가마 장비의 열원으로 인한 접촉에 따른 고열 화상에 주의한다.
- 전기 가마
 - 고온로를 취급시 열원에 대한 보호가 가능한 방열복, 내열장갑 등을 착용하여야 한다.
 - 가마에 사용하는 실습재료(도자기 등)는 집계를 사용하고 보안경, 보안면 등을 착용한다.
 - 응급조치용 구급함 및 안전장비를 비치해 놓고 화상을 입을 경우 적합한 응급처치 절차를 따른다.
 - 고온로를 개폐할 경우 반드시 내부 온도의 적정온도를 확인하고 개폐해야 한다.
 - 컨트롤러는 잠금장치를 하여 오작동을 방지하여야 한다.
 - 고열 접촉, 화상 사고 발생 위험을 방지하기 위해 격벽이나 보호 철장 등을 사용한다.
 - 화재 방지를 위한 과열방지센서, 온도 컨트롤러 등을 장착하고 주기적으로 점검한다.

토련기

[사용용도]

도자기, 벽돌 등의 성형용 점토나 흙을 충분히 반죽하고 원하는 모양으로 압출하는 용도로 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 회전하는 장비 부위에 신체, 작업복 등의 말려들어가 협착 위험

※ 사고사례 : 도예 강습을 하던 강사가 흙을 반죽하는 기계(토련기)에 흙을 넣는 순간 손이 말려들어가 팔이 분쇄 골절되는 사고 발생

🔍 취급시 주의사항

- 토입구에 점토를 넣을 시 회전하는 스크류에 손이 닿지 않도록 한다.
- 전기모터를 회전시키는 벨트에 손이나 소매, 작업복 등이 말려들어 가지 않도록 한다.

도판기

[사용용도]

도예(도자기)를 위해서 점토를 납작하게 만드는 등 원하는 모양으로 밀기 위한 용도로 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 고열로 인한 화재 및 화상 위험
- 장비 부위에 신체, 장갑, 작업복 등이 말려들어가 협착 위험

🔍 취급시 주의사항

- 오작동으로 인한 화재에 주의한다.
- 장비 주변에 가연물, 탈것 등을 보관하지 않도록 한다.
- 고열 발생에 따른 신체접촉으로 인한 화상에 주의한다.
- 작업 시에 말려 들어갈 수 있는 장갑 등을 착용하지 않도록 하며, 옷소매를 단정히 한다.

물레

[사용용도]

회전운동을 이용하여 도자기 성형 등을 할 때 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 회전하는 롤러, 회전판, 벨트 등에 신체, 작업복, 소매 등이 말려들어가 협착 위험

🔍 취급시 주의사항

- 회전하는 롤러, 회전판, 벨트 등에 손이나 작업복, 소매 등이 말려들어 가지 않게 주의한다.
- 회전판이 고속으로 회전하므로 무리하게 힘을 가하지 말고 특히 손을 조심한다.
- 회전판이 균열, 깨짐 등이 발생하였는지 주기적으로 확인하여 사용한다.

석고 진공교반기

[사용용도]

진공 및 교반을 위한 챔버, 회전모터, 진공펌프 등으로 구성되어 회전을 통해 가공을 할 때 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 장비 결함, 오작동에 따른 교반용 스크루 접촉 사고 위험

🔍 취급시 주의사항

- 교반기 작동 시 밀폐가 정확히 되어 있는지 확인한다.
- 교반기의 문이 열려 있을 시 작동 스위치를 누르지 않는다.
- 교반용 스크루 세척 시 날개면이 날카로우므로 손을 조심한다.

프레스

[사용용도]

금속 또는 비금속 등의 가공물을 넣고 강한 힘으로 압축, 절단, 굽힌, 드로잉 등을 가공, 성형할 때 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

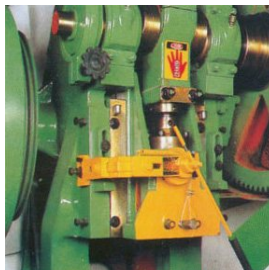
- 방호장치를 미부착하고 정비, 검사 수리, 보수작업 중 금형 사이에 끼임 위험
※ 사고사례 : 프레스 측면에서 작업상태를 확인하려고 프레스 안에 상반신을 넣어 상부금형이 하강하면서 협착 사고 발생
- 프레스 금형이 깨져 파손에 따른 파편 비래 위험
- 가공물, 금형 등 운반 작업 중, 주변 장애물 등에 전도 위험
- 분진, 소음 등에 따른 직업성 질환 발생 위험

🔍 취급시 주의사항

- 기계작동 시 절대로 기계에 손이나 다른 도구를 넣지 않는다.
- 작업 시작 전 복장 확인, 주변 정리 정돈, 주기적인 기계 점검을 실시한다.
- 사용 전 프레스 용량을 확인하고 재료의 외관을 점검 후 안전한 절차에 의해 사용한다.
- 실험·실습활동종사자의 자세가 무리하거나 불편하지 않도록 한다.
- 방호장치, 급정지장치, 비상정지버튼 등 안전기능이 정상적으로 작동되는지 수시로 점검한다.
- 작업에 적합한 보호구를 착용한다.
- 부품 점검, 재료 확인, 주유, 청소 시에는 기계를 반드시 정지시킨다.
- 과부하, 이상 소음, 오일, 공기, 가스 누출 등이 발생하는지 수시로 프레스 상태를 점검한다.



양수조작식



손쳐내기식



광전자식

[그림 10. 프레스 방호장치 종류]

드릴머신

[사용용도]

목재나 금속, 플라스틱 등에 구멍을 뚫거나 나사, 볼트 등을 해체하는 등 공작물을 가공할 때 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 착용한 면장갑, 옷소매 등이 작업 중 회전 드릴날에 감겨 말림 위험

※ 사고사례 : 실습과제 제작 중 알루미늄 판재의 구멍 가공부위를 확인하는 과정에서 탁상용 드릴링 머신의 회전 부위에 머리카락 일부가 말려들어가는 사고 발생

- 칩 비산으로 인한 작업자 신체의 상해 위험
- 드릴날이 균열이 심하거나 무디어져 파괴됨에 따라 파편 접촉 위험
- 가공물을 견고히 고정하지 않아 작업자 신체에 접촉 위험

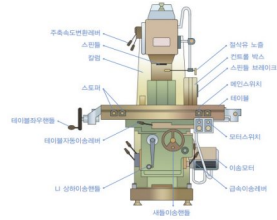
🔍 취급시 주의사항

- 뒷면을 180° 개방하여 가공작업 시 발생하는 칩 배출의 용이성과 편리성을 확보하여야 한다.
- 작업 전 드릴이 올바르게 고정되어 있는지 확인한다.
- 드릴을 사용하기 전에 점검하고 마모나 균열이 있는 것은 사용하지 않는다.
- 드릴 회전 중에는 칩을 입으로 불거나 손으로 털지 않도록 한다.
- 회전 드릴날의 회전정지장치를 장착하여야 한다.
- 칩 제거 시 전용 수공구(브러쉬 등) 사용하여 제거하여야 한다.
- 말려 들어가지 않는 재질의 안전 장갑을 착용하여야 한다. 면장갑은 착용하지 않는다.
- 칩 비산 시 눈을 보호할 수 있는 보안경을 착용해야 한다.
- 가공 중 발생한 칩은 고온이므로 취급 시 유의하여야 한다.
- 칩 비산 방지를 위해 투명판 등 방호덮개를 설치하여 작업한다.
- 회전하고 있는 주축이나 드릴에 손이나 걸레를 대거나 머리카락을 가까이하지 않는다.
- 가공 중에 드릴의 이상음이 발생하거나 절삭물이 불량해지면 즉시 중지하고 드릴을 교체한다.
- 회전이 완전히 멈춘 다음 드릴의 착탈을 행한다.
- 작은 물건은 바이스나 크랩을 사용하여 장착하고 손으로 직접 지지하는 것을 피한다.
- 가공 중 드릴이 깊이 들어가면 기계를 멈추고 손 돌리기로 드릴을 뽑아낸다.
- 드릴이나 소켓을 뽑을 때는 해머 등으로 두들기면 안 되고 공구를 사용해야 한다.
- 드릴이나 척을 뽑을 때는 되도록 주축을 내려서 낙하 거리를 적게 하고 테이블 등에 나무 조각 등을 놓고 받는다.
- 이송 레버를 파이프에 걸고 무리하게 돌리지 않는다.
- 전기 드릴은 반드시 접지하여 사용하도록 한다.

밀링머신

[사용용도]

회전축에 고정된 커터(cutter), 절삭날 등 여러 가지 부속품을 사용하여 회전을 통해 공작물을 절삭할 때 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- **엔드밀, 커터 등 가공부에 접촉·말림**
 - 가공작업 확인 중 회전중인 엔드밀 등 가공부에 직접 접촉
 - 스위치 등 오조작에 의한 비정상 가동, 운전중 청소·수리·보수작업 등으로 협착
 - 가공물 고정상태 불량으로 회전 절삭가공 중 공작물 비레
- **노출된 회전 절삭날에 장갑, 옷소매, 작업복 등이 접촉되어 말림**
 - ※ 사고사례 : 금형 가공작업 중 밀링기 위험부분에 접근하여 회전중인 밀링날에 작업복 소매가 걸려 협착 사망 사고 발생
- **가공물의 윤반, 이동 중 전도, 충돌, 중량물 낙하 위험**
- **절삭 칩 비산, 절삭유, 분진 등에 의한 건강장해**

🔍 취급시 주의사항

- 기계를 사용 전에 점검하고 시운전해 본다.
- 테이블 또는 바이스에 가공물을 안전하게 고정하도록 한다.
- 공구의 장치를 제거할 때 시동 레버에 닿지 않도록 한다.
- 커터의 제거 설치할 때에는 반드시 스위치를 내려놓고 한다.
- 회전하는 커터에 손을 대지 않는다.
- 측정기구나 공구류를 테이블 위에 올려놓지 않도록 한다.
- 회전 속도를 변환할 때에는 회전을 정지시키고 한다.
- 밀링 작업 시 상하 이송 장치의 핸들을 사용 후 반드시 풀어 둔다.
- 얼굴을 가공 중에 절대로 기계에 접근시키지 않는다.
- 무거운 것을 테이블 위에 올려놓을 때에는 가급적 테이블을 낮게 하고 작업한다.
- 강력한 절삭을 할 때는 가공물을 바이스에 깊게 물린다.
- 슬롯커터(slot cutter)나 더브테일 커터(dovetail cutter)는 파손되기 쉬우므로 주의해서 다룬다.
- 가공 중에 가공면을 손으로 점검하지 않는다.
- 황동이나 주철같이 파편이 날리기 쉬운 작업 시에는 방진 안경을 착용한다.

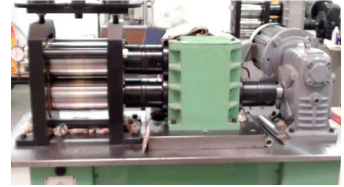


방호장치 예시

롤러기

[사용용도]

회전하는 압연기로 금속재 등 공작물을 평평하게 만드는데 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 롤러 사이에 협착 신체 일부, 옷소매, 작업복 등이 말려 들어가 협착 위험
※ 사고사례 : 롤러 프린팅 작업 중 롤러 사이에 손이 끼임에 따라 손가락 힘줄 및 인대가 끊어지는 사고 발생
- 오조작, 긴급정지장치 미작동, 청소·정비작업 중 전도 등에 따른 사고 위험
※ 사고사례 : 냉각 롤러를 가동한 상태에서 손으로 롤러를 청소하던 도중 손가락이 끼이는 사고 발생

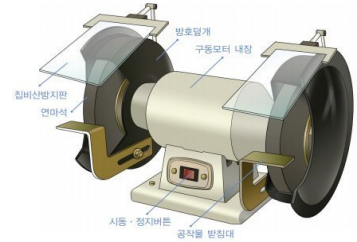
🔍 취급시 주의사항

- 작업시작 전 점검 실시하여 기계에 작동상태 및 이상 소음 발생 여부를 확인한다.
- 정확히 보면서 스위치를 넣거나 끈다.
- 작업 시에는 반드시 보안경을 착용하도록 한다.
- 일감의 가공에는 가능하면 보조 막대를 사용하며 어떠한 상황에서도 손으로 롤 사이의 이물질들을 집어내지 않으며, 기계를 정지한 후 갈고리 또는 집게 등 보조기구를 사용한다.
- 비상정지 버튼, 안전기능(급정지, 자동정지장치 등)이 정상 작동하는지 확인한다.
- 롤러의 간격을 너무 급격히 줄이지 말고 서서히 간격을 줄여가면서 작업한다.
- 롤러 작업 시에는 말려 들어갈 수 있는 장갑 등을 착용하지 않도록 하며, 옷소매를 단정히 한다.
- 롤러 상·하단이 평행한지 주기적으로 확인하여 사용한다.
- 구동부에 방호울을 설치하여 사용한다.
- 작업 후에는 스위치를 끄고 기계가 멈출 때까지 확인한다.
- 롤러를 수시로 점검하여 주유를 철저히 한다.
- 작업 중 자리를 비워야 할 경우 반드시 기계의 운전을 정지시키고 전원을 차단한다.
- 롤러기 주변은 미끄러져 넘어질 위험이 없도록 수시로 청소, 정리 정돈 한다.

연삭기

[사용용도]

단단하고 미세한 입자를 결합하여 제작한 연삭숫돌을 고속으로 회전시켜, 가공물의 원통면이나 평면을 가공할 때 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 보호덮개 해체 또는 미사용 중 연삭숫돌의 파괴, 파편의 비래 등에 의한 위험
※ 사고사례 : 탁상용 연삭기로 연마작업을 시작한지 2~3분 후 숫돌이 파손되면서 숫돌 일부가 비래되어 작업자 흉부를 강타하여 사망 사고 발생
- 절단 작업 중 소재 반발에 의한 위험, 회전하는 숫돌에 닿아 상해 위험
※ 사고사례 : 연마기 사용 도중 손가락 베임, 연삭기의 회전하는 샌드페이퍼에 접촉되어 부상 사고 발생
- 회전하는 숫돌과 덮개 혹은 고정부의 사이에 끼임 위험
- 케이블의 손상 및 누전에 의한 감전 위험
- 작업 중 비산되는 불꽃에 눈 상해, 분진 흡입에 따른 호흡기 질환 발생 위험

🔍 취급시 주의사항

- 연삭기 종류에 적합한 보호덮개를 부착하여 사용하고, 덮개는 숫돌 파손시 견딜 수 있도록 충분히 강도가 큰 재료로 사용한다.
- 숫돌의 깨짐, 갈라짐, 균열 등이 있는지 확인하고 필요에 따라 교체 사용한다.
- 보호덮개는 종류에 따라서 적당한 노출 각도를 유지하여야 한다.
- 플랜지(flange)의 지름은 숫돌 지름의 1/3 이상으로 한다.
- 파편이나 칩 비산방지용 투명판을 부착하여 사용한다.
- 작업 시작 전에는 1분 이상, 연삭숫돌 교체 시에는 3분 이상 공회전을 하고 연삭숫돌의 최고 사용회전 속도를 초과하지 않도록 사용한다.
- 연마작업 시 숫돌에 무리한 힘을 가하지 않고 가공시 숫돌과 가공면과의 각도를 15~30°를 유지하도록 한다.
- 작업 받침대와 숫돌 간격은 3 mm 이내로 되어 있는지 확인하고 사용한다.
- 비상정지스위치가 부착되어 있는지, 정상 작동하는지 확인 후 사용한다.
- 실내에서 작업시 국소배기장치 등 환기장치를 사용하여야 한다.
- 연삭숫돌은 정해진 사용면만 사용하도록 한다.(숫돌 측면 사용하도록 설계되지 않은 경우 사용금지)
- 폭발 위험이 있는 장소에서는 연삭 작업을 사용하지 않는다.
- 연삭액은 적절한 것을 사용하고 사용 배율을 적절히 유지하며, 연삭액 온도가 일정온도 이상으로 상승되지 않도록 한다.

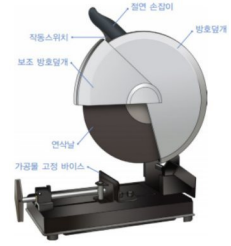


플랜지(flange)

고속절단기

[사용용도]

전기모터를 이용하여 원판형 연삭날을 고속으로 회전시켜 금속 등 가공물을 절단할 때 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 방호덮개 해체 또는 미사용 중 연삭날 파손에 의한 비래 위험
- 절단 작업 중 가공물의 반발로 인하여 작업자가 상해를 입을 위험
 - ※ 사고사례 : 각도절단기 사용하여 목재 절단 작업 중 전원을 끄고 목재를 잡으려던 도중 회전 톱날이 관성에 의해 완전히 정지하지 않은 것을 미인지하고 손 마디 부분을 베임
- 전원케이블 손상(절연 파괴)에 따른 감전
- 가공물 분진 흡입에 따른 호흡기 질환 발생 위험

🔍 취급시 주의사항

- 비를 맞거나 습한 곳 또는 물에 젖은 장소에서 사용하지 않아야 한다.
- 폭발·화재 위험(가연성 액체, 가스 등)이 있는 장소에서는 사용하지 않아야 한다.
- 장비 부품(지식, 카본브러쉬 등) 교체·조정, 청소작업 시 전원 차단 및 전기 코드를 꽂기 전에 스위치가 off 되어 있는지 확인해야 한다.
- 장비에 접속되어 있는 전원에 누전차단기 설치 및 외함 접지를 실시한다.
- 불꽃 또는 연삭날이 파손되어 날아오는 파편을 방호할 수 있는 방호덮개(안전커버)를 부착해야 하며, 사용 전 방호덮개가 정상 부착되어 있는지 확인하고 작업한다.
- 헐렁한 옷, 장신구, 긴 머리, 장갑 등이 작동부에 접촉하지 않도록 적합한 작업복 착용하고, 면 장갑은 착용하지 않도록 하며, 장신구는 제거하고 작업해야 한다.
- 절단물은 안정된 상태로 흔들림 없이 완전하게 고정(바이스 장착시 반드시 고정)하며, 절대 손으로 잡고 절단하지 않는다.
- 장비의 전선 케이블은 바닥에 방치되어 찌힘, 열, 기름, 물 등으로부터 안전하게 관리하고 정기적으로 손상 여부를 확인한다.
- 전압을 초과 사용에 따른 전기모터의 열로 인한 화재 사고 등을 방지하기 위해 반드시 표시된 전압으로 사용한다.
- 사용 중 이상한 잡음이나, 불안한 상태가 확인 될 경우 즉시 정지시키고 정비·교체 등을 하여 사용한다.

등근톱 기계

[사용용도]

강철원판의 둘레에 톱니를 회전치에 부착, 회전시키면서 금속, 목재 등을 가공할 때 사용한다.

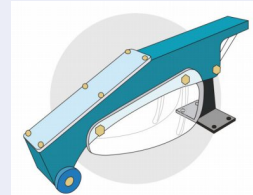


⚠ 주요 위험요인

- 방호덮개 해체 또는 톱날 등 회전날 파손 등에 따라 절단 및 베임 상해를 입을 위험
- 작업 중 가공물의 반발로 인하여 가공물이 비래하여 작업자가 상해를 입을 위험
※ 사고사례 : 작업 중 실습재료가 이탈되어 손가락이 톱날에 접촉하여 베임, 목재 가공 중 반발에 의해 튕겨 날아온 각재에 흉부를 맞고 사망 사고 발생
- 동력전달부 접촉에 의한 작업복, 신체 등 협착 위험
- 가공물 분진 흡입에 따른 호흡기 질환 발생 위험
- 가공소음으로 인한 건강장해 위험

🔍 취급시 주의사항

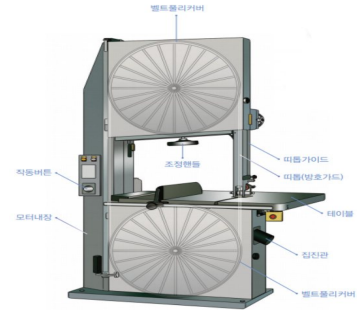
- 등근톱이 흔들림이 발생하는지(고정상태 견고) 확인하고 확실히 장착하도록 한다.
- 톱날접촉예방장치, 반발예방장치 등 방호장치가 올바르게 장착되어있는지 확인하고 사용한다.
- 등근톱의 최대 원주 속도를 준수하여 사용한다.
- 반발 예방장치와 톱과의 간격을 12mm 이내로 설치되어 있는지 확인한다.
- 가공물을 가공할 때 톱니의 정면은 피하고 측면에서 사용하도록 한다.
- 벨트, 풀리 등 동력전달부의 방호장치를 작업자 임의로 해체하지 않도록 한다.
- 헐렁한 옷, 장신구, 긴 머리, 장갑 등이 작동부에 접촉하지 않도록 적합한 작업복 착용하고, 면 장갑은 착용하지 않도록 하며, 장신구는 제거하고 작업해야 한다.
- 가공 중 톱날 노출 우려가 있는 구부러진 목재는 사용하지 않는다.
- 톱날 높이는 가공물 상부 면보다 5mm 이상 올라오지 않게 조정한다.



띠톱기계

[사용용도]

동력으로 회전하는 벨트, 체인 등 바퀴에 연속으로 금속재질 톱니, 예리한 날을 통해 금속, 목재 등의 재료를 절단할 때 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

■ 절단 위험

- 가동 중인 띠톱에 신체가 접촉하여 절단 위험

※ 사고사례 : 테이블 밴드쏘 머신을 사용하여 금속관 절단 중 드릴날 회전력에 금속편이 빨려들어가면서 손가락 베임 사고

- 톱날 부위가 노출되어 있어 작업자가 중심을 잃고 넘어지면서 톱날에 접촉 위험
- 타 작업자에 의한 기계작동을 금지시킬 수 있는 조치를 하지 않고 기계의 구동 구간에 들어가 청소작업 실시 중 절단 위험

■ 전도 위험

- 절삭유 등의 비산으로 인해 바닥에 미끄러져 넘어짐
- 기계 주변 정리 정돈 미실시로 인해 걸려 넘어짐

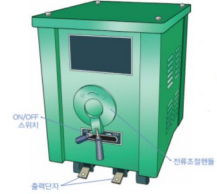
🔍 취급시 주의사항

- 작업 시에는 재료를 작업판 위에 정확히 밀착시켜 절단한다.
- 강재를 자를 때에는 톱날에 절삭유를 정확히 밀착시켜 절단하도록 한다.
- 비상정지스위치 등 안전 기능이 정상적 작동하는지 확인한다.
- 날 접촉 방지 덮개를 설치하고, 정상적으로 작동하는지 확인 후 사용한다.
- 기계를 보호하는 도어나 보호 커버 등이 열려 있을 때는 기계를 작동하지 않는다.
- 띠톱 마멸 여부, 누유 상태, 오일게이지 급유 상태, 동작부 풀림 상태 등을 점검한다.
- 띠톱기계 주변을 미끄럼 방지를 위해 물기·기름기 등을 신속하게 제거한다.
- 작업 시에는 말려 들어갈 수 있는 장갑 등을 착용하지 않도록 하며, 옷소매를 단정히 한다.
- 작업 전 톱날에 금이 가거나 손상된 곳이 없는지 점검하고 발생 시 즉시 교체·사용한다.
- 기계 주변에 불필요한 물건이 없는지 확인하고 렌치나 절단 조각 등을 치운다.
- 사용 후에는 스위치를 끄고 기계가 멈추는 것을 확인한다.
- 기계의 안전 점검, 수리, 띠톱 교환, 급유, 청소 등의 작업 시 기계 운전을 정지하여 실시한다.

교류아크 용접기

[사용용도]

전기 교류를 이용하여 전극(피복 용접용)과 모재 사이에 아크를 발생시켜 모재의 일부를 녹임과 동시에 전극봉 자체도 선단부터 녹아 떨어져 모재와 융합하여 용접시 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 용접봉 홀더의 노출된 충전부, 교류아크용접기 외함 누전 등에 따라 신체접촉에 의한 감전사고 발생 위험
※ 사고사례 : 금형틀 제작을 위해 철재 작업대에서 작업 중 교류아크 용접기 홀더선 충전부가 철재 작업대에 접촉하여 철재봉을 통해 감전되어 사망 사고 발생
- 작업장 주변 인화성 물질 및 가연물 등에 의한 용접 불꽃 등 비산물에 의한 화재 위험
- 용접 시 발생하는 오존 등 가스와 흙을 장기간 흡입에 따른 직업성 질환 발생 위험

🔍 취급시 주의사항

- 작업장 주위에 가연성·인화성 물질을 방치해서는 안 되고, 소화기를 비치한다.
- 홀더는 용접봉을 묻어주는 부분을 제외하고 절연 처리된 절연형 홀더(안전홀더)를 사용한다.
- 용접케이블 피복, 케이블 커넥터 등 절연 손상 부위는 보수 후 사용해야 한다.
- 용접봉 홀더의 절연 커버가 파손된 것은 교체하여 사용해야 한다.
- 용접기 외함을 접지하여 사용해야 한다.
- 용접기 1차 측 배선과 2차 측 배선 및 용접기 단자와의 접속이 확실한가를 점검한다.
- 물 등 도전성이 높은 액체에 의한 습윤 장소 또는 철판·철골위 등 도전성이 높은 장소에 사용하지 않도록 한다.
- 습윤 장소, 철골조, 밀폐 장소 등에서 용접작업 시 감전 방지용 누전차단기 설치, 자동전격방지기를 부착하고 주기적인 점검을 실시하여 정상적인 기능이 유지되도록 해야 한다.
- 용접작업을 중지하고 작업장을 떠날 경우 용접기의 전원개폐기를 차단한다.

■ 자동전격 방지장치

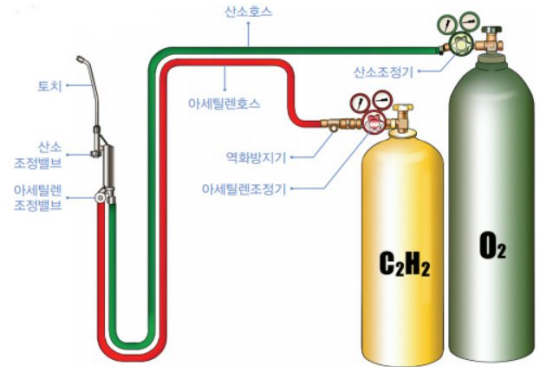
- ☑ 교류아크용접기의 출력측 무부하전압이 1.5초 이내에 30V 이하가 되도록 교류아크용접기에 장착하는 감전방지용 안전장치(자동전격방지장치)를 말함
- ☑ 용접봉 홀더에 사용되는 것이며, 용접작업을 정지하면 순간에 자동적으로 접촉하여도 감전 재해가 발생하지 않는 정도로 전압을 저하시킬 수 있는 장치
- ☑ 다음 작업에는 반드시 이것을 사용할 필요가 있다
 - 선박의 이중저 또는 피크 탱크의 내부
 - 보일러의 동체, 돛의 내부
 - 도전체에 둘러싸인 장소이며 현저히 협소한 장소
 - 추락의 우려가 있는 높이 2m 이상인 장소



가스 용접기

[사용용도]

가연성 가스의 연소열을 이용하여 금속을 가열하여 용접 또는 용단하는 작업시 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 화재·폭발 위험
 - 용접 시 비산되는 불꽃에 의해 화재·폭발 발생 위험
 - 호스 클립의 체결 상태 불량, 호스마모에 의한 가스 누출로 인한 화재·폭발 발생 위험
 - 과열 등에 따른 역화로 인한 폭발 사고 위험
- 고압가스 용기 전도에 의한 사고 위험
- 용접 중 발생하는 가스(오존, 질소산화물 등)와 용접 흠에 의한 직업성 질환 발생 위험

🔍 취급시 주의사항

- 용접작업 전 소화기, 소화수 등 소화설비를 준비한다.
- LPG, 아세틸렌 등의 가스용접시 역화방지기를 설치하여 사용해야 한다.
- 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.
- 가스 호스와 산소용 호스는 색으로 구별된 것을 사용해야 한다.
- 아세틸렌의 용기에서 가스가 급격히 분출될 시 정전기가 발생되어 인체가 접근하면서 방전되므로 급격히 분출시키지 말아야 하며, 정전기 발생을 제거, 억제할 수 있는 환경에서 사용한다.

3D 프린터

[사용용도]

3차원 형상을 구현하기 위하여 전자적 정보를 플라스틱, 종이, 고무 등의 재료를 활용하여 자동화된 출력 장치로 입체화할 때 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

■ 화재·폭발 위험

- 금속 3D 프린팅 작업중 폭발로 인한 화재, 화상 위험

※ 사고사례 : 국내 OO 중소기업에서 그래늄 합금 제조 실험 중 폭발로 사망, 국외 금속 3D 프린팅 작업 중 폭발로 인한 3도 화상 사고 발생

■ 유해물질 흡입 위험

- 소재를 고열로 녹이는 과정에서 나노 입자 및 휘발성유기화합물(락티드(PLA), 스티렌(ABS), 카프로락탐(나일론) 노출 위험

※ 소재 및 장비별 작동시 방출되는 유해물질(벤젠, 아크로레인, 포름알데히드 등)로 건강장해 위험

🔍 취급시 주의사항

- 3D 프린팅 작업 전·중·후 작업공간을 포워식 국소배기장치 등을 사용하여 환기한다.
- 3D 프린팅 작업 중에는 가급적 작업공간에 머무르지 않도록 한다.
- 가능한 구동시 주 작동 장치가 상자 외부에 노출되지 않는 밀폐구조로 되어 있는 3D 프린터를 사용한다.
- 개방형 장비는 작동 중 이물질이 들어가면 발화 위험이 있으므로 사용 전 가연물 등을 제거하는 등 주변을 정리한다.
- 작업시 사용하는 소재는 친환경 소재를 사용하도록 한다.
- 3D 프린터의 소재 사용 전 물질안전보건자료를 확인한다.
- 3D 프린터의 필라멘트 투입 및 교체시 화상에 주의한다.
- 작업 중에는 구동부에 신체를 접촉하지 않도록 한다.
- 후처리는 별도 공간에서 실시하도록 하며 후처리 공간도 환기를 실시한다.



체육분야 실험·실습실 안전관리

1. 실험·실습실 설치시 고려사항
2. 장비·설비 취급시 주의사항





체육분야 실험·실습실 안전관리



01 실험·실습실 설치시 고려사항

• 체육관 설치시 고려사항

- ▶ 바닥은 평평하고, 견고하며, 내구성이 있으며, 미끄러지지 않는 소재를 사용해야 한다.
- ▶ 바닥은 운동 중 발생하는 충격을 완화할 수 있는 충격 완화 소재를 사용한다.
- ▶ 바닥은 건조한 상태를 유지해야 한다.
- ▶ 벽 및 모서리에는 설비 등의 방해물이 없어야 한다.
- ▶ 벽면 하부에는 고무안전리브 등의 충격 완화성 재료를 바닥에서 1.8 m 이상 설치한다.
- ▶ 주변에 체육관 바닥의 소음이 문제를 일으킬 수 있는 환경에 있다면 적절한 방음시설을 설치해야 한다.
- ▶ 목재 소재의 플로어링 보드를 바닥재로 사용할 경우는 습기로 인한 뒤틀림 또는 곰팡이 등이 생기지 않도록 환기시설을 설치한다.
- ▶ 운동 중 부딪힘에 의해 부상을 유발할 수 있는 돌출부(예: 손잡이, 창호틀, 모서리, 체육기구, 소화전, 조명기구, 후크, 못 등)가 없도록 충격완화패드로 감싸는 등의 조치를 취해야 한다.
- ▶ 벽체 및 천장은 소음을 흡수할 수 있는 흡음재를 사용하여 견고하게 부착한다.
- ▶ 실내 유리창은 내부 1면 강화유리를 사용하고 이중창의 경우에는 5 mm 강화유리를 사용하여

공 등에 의한 파손을 방지한다.

- ▶ 창호는 눈부심 없는 채광 및 환기가 잘되도록 설치한다.
- ▶ 출입구는 양방향 설치를 원칙으로 하며, 2곳 이상 확보하고 비상시 피난이 용이하도록 방해물이 없어야 한다.
- ▶ 장애인 등이 체육관으로 직접 진입할 수 있는 편의시설(경사로 등)이 있어야 한다.
- ▶ 상부의 창문은 환기를 위해 전동으로 개폐를 할 수 있도록 한다.
- ▶ 지붕 보수 유지 관리를 위해서 별도의 출입구와 통행로를 확보한다.
- ▶ 지붕의 철골은 내화구조로 한다(건축물의 피난, 방화구조 등의 기준에 관한 규칙의 예외)



[그림 11. 체육관 실습실]

건축물의 피난, 방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제3조(내화구조) 5항 다호 : 철골조의 지붕틀(바닥으로부터 그 아랫부분까지의 높이가 4미터 이상인 것에 한한다)로서 바로 아래에 반자가 없거나 불연재료가 된 반자가 있는 것

- 본 규칙으로 체육관 철골은 바다에서 4미터 아래에 위치한 기둥, 지붕틀만 내화구조로 마감하고 있으나 이는 법에 정한 최소한의 규정임. 체육관에서 화재가 발생할 경우 각종 마감재의 연소로 인해 구조재가 붕괴하는 사고의 위험이 있어서 반드시 내화구조로 해야 함

- ▶ 집중 호우, 홍수 등을 고려하여 충분한 배수가 가능하도록 배수구를 확보한다.
- ▶ 천장에 냉난방시설 및 전등 설치가 가능해야 한다.
- ▶ 천장은 기본적으로 철골 형태의 구조로 하여 운영의 편리성 및 안전성을 확보한다.
- ▶ 체육관 전체를 수용할 수 있도록 스프링클러 설치해야 하며 층고가 4 m 이상인 경우는 large-drop head를 설치한다.
- ▶ 소화기는 체육관의 바닥면적을 기준으로 산출한 능력 단위 수치 이상의 개수를 설치한다.
- ▶ 연기를 효율적으로 배출할 수 있도록 배연창을 설치한다. 이것은 감지기와 연동되거나 수동으로 개방할 수 있어야 한다.
- ▶ 연기감지기는 벽 또는 보로부터 0.6 m 떨어진 곳에 설치한다.
- ▶ 화재 등 비상 상황을 전달할 수 있는 비상 방송설비를 설치한다.

- ▶ 옥내소화전 설비의 경우 체육관 전체를 효과적으로 수용할 수 있는 능력이 있도록 설치한다.
- ▶ 피난유도등, 통로유도등, 비상조명등 등은 피난에 적절하도록 설치한다.

• 체육장 설치시 고려사항

- ▶ 바닥은 배수가 잘되도록 배수시설을 설치해야 한다.
- ▶ 배수구에는 덮개를 설치하며 표면의 높이는 운동장의 높이와 같아야 한다.
- ▶ 햇볕이 잘 드는 곳에 설치하는 것을 권장하며, 운동장의 긴 곳과 짧은 곳의 비율은 약 3:2 로 하는 것이 좋다.
- ▶ 대형차량 진입이 가능하도록 위치하고 차량 통제가 가능하도록 개폐 장치를 설치한다.
- ▶ 대로변에서 너무 가깝지 않도록 설치하고 필요에 따라서 공이 체육장 밖으로 넘어가는 것을 방지하는 비구방지용 펜스를 설치한다(5 m 이상, 페널티에어리어 구간에서는 7 m 이상).
- ▶ 운동장의 스탠드 상부가 통행로로 이용될 때에는 화단을 설치하거나 1.2 m 이상 높이의 안전난간을 설치한다.
- ▶ 운동장의 중앙 연단의 높이가 1 m 이상인 경우에는 연단에 오르는 계단에 안전난간을 설치한다.
- ▶ 전기 콘센트를 설치할 때는 운동장 바닥에서 30 cm 이상의 높이에 설치하며 방수커버를 설치한다.

• 수영장 설치시 고려사항

- ▶ 수영장의 위치는 자연적으로 햇볕이 드는 곳, 통풍, 환기에 유리한 곳에 설치하는 것을 추천하며 직사광선에 노출되지 않는 곳에 설치한다.
- ▶ 수영장의 바닥이 건조한 상태로 유지할 정도로 배수가 잘되어야 하며, 배수구에서 수압에 의한 누수가 일어나지 않도록 설치한다.
- ▶ 수영장은 습도가 많은 특성이 있으므로 마감재, 단열재 등은 내습성이 있는 자재를 사용한다.
- ▶ 이용자의 특성에 적절한 길이, 폭 등을 계산하여 설치한다.
- ▶ 수심은 급격한 변화가 없어야 하며 수심 표시 및 안전표시판은 보기 쉬운 곳에 설치한다.

- ▶ 물의 깊이는 실험·실습 활동종사자별로 적절한 범위 내에서 0.9 ~ 2.7 m 이하로 고려하고 수영조의 벽면에 일정한 간격으로 거리 및 수심 표시를 해야한다. 어린이용·경기용 등의 수영조에 대해서는 이 기준에 따르지 아니할 수 있다.
- ▶ 수영장 내, 외부 바닥은 미끄러지지 않는 재료를 사용하여야 하면 내식성이 있어야 한다.

참고. 건축물의 피난 방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제24조(건축물의 마감재료)

바닥을 도자기질 타일로 마감하는 경우에는 미끄럼을 방지할 수 있도록 ‘산업표준화법’에 따른 한국 산업표준(KS L 1001)의 미끄럼 저항성 마찰계수의 기준에 적합한 재료를 사용하여야 한다.

마찰계수

한국산업표준기준 (KS L 1001) : 건조 및 습윤상태에서 0.5 μ

KS인증 심사기준 : 동적 마찰계수(0.4 μ 이상), 정적마찰계수 (0.5 μ 이상)

- ▶ 수영장 내, 외부 바닥은 돌기가 없도록 마감 처리해야 한다.
- ▶ 수영장의 난간, 계단 및 사다리 등은 견고하게 고정해야 한다.
- ▶ 도약대는 돌출부의 하단으로부터 3 m 이내, 수영조의 수심은 2.5 m 이상으로 한다.
- ▶ 도약대는 사용시 미끄러지지 않도록 한다.
- ▶ 도약대로부터 천장까지 간격은 스프링보드 도약대와 높이 7.5 m 이상의 플랫폼 도약대인 경우에는 5 m 이상, 높이 7.5 m 이하의 플랫폼 도약대인 경우에는 3.4 m 이상으로 설치한다.
- ▶ 물의 정화설비는 순환여과방식으로 설치하며, 물이 들어오는 관과 나가는 관에서 계속 순환하도록 설치한다.
- ▶ 수영조의 물은 하루에 3회 이상 여과기를 통과하도록 한다.
- ▶ 수영조의 주변 통로는 1.2 m 이상(난간손잡이(handrail) 설치할 경우는 1.2 m 미만)으로 확보한다.
- ▶ 출입구 등 각종 개구부는 기밀성을 확보할 수 있어야 한다.
- ▶ 수영조 주위에 정원, 욕수의 순환 횟수, 잔류 염소량, 수소이온 농도 등의 표지판을 게시한다.

• 체력단련실습실 설치시 고려사항

- ▶ 기구에 의해 예상되는 위험성과 올바른 사용 수칙을 사용자에게 게시하고, 위험 경고 표시와 지시라벨을 부착하여야 한다.
- ▶ 모든 기구의 사용에 적절하고 충분한 공간을 갖고 있어야 한다.
- ▶ 운동기구들 사이에는 적당한 공간(90 cm)을 두어야 한다.
- ▶ 바닥에 고정 시킬 필요가 있는 기구는 확실히 고정하여 설치해야 한다.
- ▶ 덤벨 등 무거운 장비는 적절하게 안전한 곳에 보관되어야 하고 미사용시 바닥이 아닌 정리대에 거치하는 형태로 구비되어야 한다.
- ▶ 거울과 선반은 벽에 확실하게 고정시켜야 한다.
- ▶ 수분을 섭취할 수 있는 장치가 있어야 한다.
- ▶ 적절한 온도 유지와 환기가 되어야 한다.
- ▶ 리프팅 플랫폼은 안전을 위해 충분한 공간을 확보하여야 한다.
- ▶ 웨이트머신 장비에는 안전 멈춤 시스템이 설계되어 있어야 한다.
- ▶ 무게가 있는 기구는 무게 조절 원판이 보호제로 덮여져 있어야 한다.
- ▶ 벤치는 예상되는 부하에 견딜 수 있게 충분히 튼튼하게 설계한다.
- ▶ 계기판은 트레드밀이 올라갈 때도 이용할 수 있게 설계되어야 한다.
- ▶ 트레드밀은 핸드레일에 응급 멈춤 버튼이 부착되어 있어야 한다.
- ▶ 트레드밀 측면에 가드레일이 부착되어 있어야 한다.
- ▶ 사이클과 노젓기 등의 장비는 보호 가드가 부착되어 있어야 한다.



[그림 12. 체육학과 실습실]

02 장비·설비 취급시 주의사항

체조 기구

[사용용도]

도마, 안마, 철봉, 평행봉, 링 등 체조 종목별 실습을 위한 목적으로 사용한다.



🔍 취급시 주의사항

- 링, 링 줄과 같은 기구는 신체를 잘 지탱할 수 있어야 하며, 링 줄이 흔들리거나 꼬이지 않도록 한다.
- 고정핀, 손잡이, 연결고리, 이음새(너트조임) 등이 잘 고정되어 있는지 정기적으로 점검한다.
- 체조 기구별 주요 부위 등에 이물질이 묻어있는지 주기적 확인하고 청소한다.
- 체조 기구가 오래됨에 따라 노후화되거나, 결함 사항이 있는지 확인하고 발견시 교체하여 사용한다.
- 체조 기구 사용시 착지 지점 등 주변에 충돌 가능한 장애물이 있을 경우 제거하도록 한다.
- 체조 기구별 적절한 보호구를 사전에 착용한다.



수영 실습 기구

[사용용도]

수영 관련 학과에서 도약 등의 실습을 위한 목적으로 사용한다.



🔍 취급시 주의사항

- 도약대 돌출부의 하단으로부터 수용조의 수심이 적정인지 확인하고 도약대를 사용한다.
- 스프링보드 도약대와 플랫폼 도약대별로 천장과의 간격이 충돌되지 아니한 구조로 되어있는지 확인하여 사용한다.
- 도약대의 바닥은 사용시 미끄러지지 아니한 구조로 되어있는지 확인하여 사용한다.
- 수면과 가장자리의 바닥이 수평을 이루는 수영조의 경우 가장자리를 높여 출발대 설치가 되어있는지 점검한다.
- 장비의 노후화, 결함 사항 등이 있는지 확인하고 발견시 교체하여 사용한다.

구기 실습 장비

[사용용도]

야구, 테니스 등 구기 관련 학과에서 피칭머신, 골대 등 관련 실습을 위한 목적으로 사용한다.



🔍 취급시 주의사항

- 장비에 안전 셔터 장치, 비정상 볼 투입에 따른 타자 상해 위험을 방지할 수 있는 안전장치 및 기능을 보유하고 있는지 확인하고 사용한다.
- 장비 사용 전 오작동이 발생하는지 사전 점검, 테스트를 실시하고 사용한다.
- 장비 사용에 따른 타구의 비래 사고로부터 안전하게 그물·보호망으로 보호되어있는지 확인하고 주기적으로 관리한다.
- 구기 실습 장비의 노후화, 결함 사항 등이 있는지 확인하고 발견시 교체하여 사용한다.
- 구기 실습 장비 사용시 필요한 적절한 보호구를 사전에 착용한다.
- 주변 충돌위험이 있는 구조물은 제거한다.

골프 기구

[사용용도]

골프학과 등에서 골프연습기, 골프연습채 등 관련 실습을 위한 목적으로 사용한다.



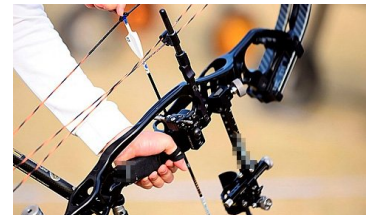
❏ 취급시 주의사항

- 골프 실습시 타석 간의 간격이 2.5 m 이상이 되는지 확인하고 골프채에 벽면·천장과 그 밖에 다른 설비 등이 부딪치지 않도록 한다.
- 골프 기구, 타구 등에 따른 낙하, 비래 등으로 부터 안전하게 그물·보호망으로 보호되어있는지 확인하고 주기적으로 관리한다.
- 골프 기구의 노후화, 결함 사항 등이 있는지 확인하고 발견시 교체하여 사용한다.
- 골프 기구 사용시 필요한 적절한 보호구를 사전에 착용한다.

양궁 실습 장비

[사용용도]

화살 등 투사체를 쏘아서 과녁에 맞추는 등 관련 실습을 위한 목적으로 사용한다.



❏ 취급시 주의사항

- 장비는 실습장 내에서는 지도자(관리자)의 통제에 따라 사용하도록 하며, 지도자(관리자)가 없을 경우 장비 사용을 금지한다.
- 슈팅 실습 중 장비에 이상이 생겼을 시 중단하고 관리자에게 알리도록 한다.
- 표적판 및 표적 받침대 고정핀 상태, 파손, 흔들림 여부 등을 점검하여 사용한다.
- 장비 조립시, 활줄을 끼울 때에는 보조 활줄을 사용하고 옆 사람과 일정한 거리를 두도록 한다.
- 실습장에 안전펜스, 통제라인이 설치되어 있는지 확인하고 주위 경계에 만전을 기하여 장비를 사용하도록 한다.
- 휴식, 이동 중 등 미사용시 실습 장비 화살을 활에 장전(노킹)해서는 안 된다.
- 장비 사용 후 화살을 뽑을 시 타 사용자가 슈팅(실사) 중일 때 이동해서는 안 되며, 화살 회수는 전체 완료 후 동시에 실시하도록 한다.

스포츠 의학 장비

[사용용도]

스포츠의학과 등에서 운동 치료, 재활 관련 실습을 위한 목적으로 사용한다.



🔍 취급시 주의사항

- 실습장비의 노후화, 결함사항 등이 있는지 확인하고 발견시 교체하여 사용한다.
- 장비 사용전 오작동이 발생하는지 사전 점검, 테스트를 실시하고 사용한다.
- 전기를 이용한 실습 장비의 경우 전기 화재 사고 등을 방지하기 위해 반드시 표시된 전압으로 사용한다.

웨이트 머신

[사용용도]

바벨이나 덤벨 또는 전용 트레이닝 머신을 통해 근력을 증가시키거나 근육량의 증가 등을 목적으로 사용한다.



🔍 취급시 주의사항

- 케이블 시스템이 고무로 되어있는지 확인하고 사용한다.
- 움직이는 부품은 기름칠하고 케이블 및 체인은 정기적으로 기름걸레로 닦는다.
- 프레임이 벽이나 바닥에 잘 고정되어 있는지 확인한다.
- 무게를 조절할 수 있는 기계의 안전 멈춤 시스템을 확보하고, 잘 조정되어 있는지 확인한다.
- 모든 너트와 볼트를 꼭 조이고 부품과 연결 부분을 정기적으로 점검한다.
- 손상된 풀리(pulley)나 낡아서 느슨해진 케이블 등은 즉시 교체한다.
- 적절한 안전한 장력을 유지하기 위해 케이블과 체인을 정기적으로 조정한다.
- 오일 주입 시에는 분무기를 사용하지 않는다.
- 기구의 작동 이상 상태 발견 즉시 기구 사용을 정지시키고 사용 금지 표지를 부착한다.
- 불안정한 운동기구에는 즉시 수리보수를 하고 수리 기간을 명시하여 기구에 부착한다.

트레드밀(유산소성 운동기구)

[사용용도]

실내에서 달리기와 걷기를 하는 등 유산소 운동을 하기 위한 목적으로 사용한다.



❏ 취급시 주의사항

- 벨트가 똑바로 회전할 수 있도록 뒤쪽 드럼을 조정한다.
- 주기적으로 트레드밀 바닥과 벨트 사이에 왁스를 칠한다.
- 실드 베어링을 제외하고 정기적으로 모든 구동 부분의 부품에 윤활유를 바른다.
- 제어판 고장을 방지하기 위해 가능하다면 구동 부분의 부품으로부터 제어판을 제거하고 다른 곳에 부착한다.
- 타 실험·실습 활동종사자가 사용하고 난 후 정지하지 않고 작동중인 기구를 사용하지 않는다.
- 부드러운 비누와 물을 이용해 트레드밀 벨트를 정기적으로 청소한다.
- 정기적으로 플러그와 전기 코드를 검사하고 필요하면 교체한다.
- 장비의 손상과 회원들의 부상을 예방하기 위해 장비는 전기 콘센트 가까운 곳에 배치한다.
- 기구의 작동 이상 상태 발견 즉시 기구 사용을 정지시키고 사용 금지 표지를 부착한다.
- 불안정한 운동기구는 즉시 수리보수를 하고 수리 기간을 명시하여 기구에 부착한다.

IV

공연·연극분야 실험·실습실 안전관리

1. 실험·실습실 설치시 고려사항
2. 장비·설비 취급시 주의사항



IV

Korea Institute of Educational Facility Safety

공연·연극분야 실험·실습실 안전관리



01 실험·실습실 설치시 고려사항

• 무대바닥

- ▶ 무대바닥에는 돌출부와 변형 및 파손이 없어야 한다.
- ▶ 하부무대의 구성에서 인접 무대 시설 사이의 간격은 10 mm 이하로 한다.
- ▶ 무대용 합판 또는 섬유판은 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 제20조의 방염 성능기준 이상의 것으로 한다.

소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 제20조 (방염 성능에 관한 부분)

1. 버너의 불꽃을 제거한 때부터 불꽃을 올리며 연소하는 상태가 그칠 때까지 시간은 20초 이내일 것
2. 버너의 불꽃을 제거한 때부터 불꽃을 올리지 아니하고 연소하는 상태가 그칠 때까지 시간은 30초 이내일 것
3. 탄화(炭化)한 면적은 50제곱센티미터 이내, 탄화한 길이는 20센티미터 이내일 것
4. 불꽃에 의하여 완전히 녹을 때까지 불꽃의 접촉 횟수는 3회 이상일 것
5. 소방청장이 정하여 고시한 방법으로 발연량(發煙量)을 측정하는 경우 최대연기밀도는 400 이하일 것

무대시설 안전기준(무대공간)-무대바닥 (AA-03-2020)

• 무대하부 및 기계실

- ▶ 하부무대 시설의 유압 시스템이 구성되는 기계실은 별도로 구성한다.
- ▶ 무대 하부 및 기계실은 구동부 및 기계, 전기 부품의 오작동을 방지할 수 있는 환경조건(온도, 습도 등)을 유지할 수 있도록 한다.
- ▶ 하부무대 시설의 기계 시스템은 기계실 벽면으로부터 최소 60 cm 이상 이격하여 설치한다. 단, 기계 시스템의 유지보수 및 점검에 지장을 주지 않는 경우는 무관하다.
- ▶ 무대 하부 및 기계실의 평균 조도는 100 lux 이상이 되도록 한다.
- ▶ 무대 하부 및 기계실은 내화구조 또는 방화구획이 되도록 한다.
- ▶ 침수 가능성이 있는 무대 하부 및 기계실은 배수시설 등 침수 방지 시설을 설치한다.
- ▶ 기계실 내에 화기엄금 표시가 되어 있어야 하며 출입구 가까이 소화기가 구비되어 있어야 한다.

무대시설 안전기준(무대공간)-무대하부 및 기계실 (AB-05-2020)

• 무대 조종실 설치

- ▶ 조종실은 무대기계·기구의 운전상태를 육안으로 확인할 수 있는 위치에 설치한다. 단, 조종실에 CCTV 등 별도의 충분한 감시체계가 구비된 경우는 무관하다.
- ▶ 조종실에는 용이하게 조작할 수 있는 위치에 비상정지장치, 경보장치를 설치한다.
- ▶ 물체가 추락할 염려가 있는 장소에 설치되는 조정실 상부는 추락에 의한 위험을 방지하기 위한 안전망 등의 보호설비를 설치한다.

무대시설 안전기준(무대공간)-조종실 (AB-04-2020)

• 객석시설(출구) 설치

- ▶ 공연장의 용도로 쓰는 바닥면적의 합계가 300 m² 이상인 건축물은 국토교통부령으로 정하는 기준에 따라 그 건축물로부터 바깥쪽으로 나가는 출구를 설치하여야 한다.

건축물의 바깥쪽에서의 출구 설치 기준

1. 피난층의 계단으로부터 건축물의 바깥쪽에서의 출구에 이르는 보행거리(가장 가까운 출구와의 보행거리를 말함)는 건축법 시행령 제34조제1항의 규정에 의한 거리 이하로 하여야 하며, 거실(피난에 지장이 없는 출입구가 있는 것을 제외한다)의 각 부분으로부터 건축물의 바깥쪽에서의 출구에 이르는 보행거리는 같은령 제34조제1항의 규정에 의한 거리의 2배 이하로 하여야 한다.
2. 건축물의 바깥쪽으로 나가는 출구를 설치하는 건축물 중 문화 및 집회시설의 용도로 쓰이는 건축물의 바깥쪽에서의 출구로 쓰이는 문은 안여닫이로 하여서는 아니된다.
3. 건축물의 바깥쪽으로 나가는 출구를 설치하는 경우 관람실의 바닥면적의 합계가 300 m² 이상인 공연장은 주된 출구 외에 보조출구 또는 비상구를 2개소 이상 설치해야 한다.

객석시설 설계(출구 및 통로)-출구 (CA-01-2020) 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙

• 객석시설(발코니 안전난간) 설치

- ▶ 건축물의 옥상광장 또는 2층 이상인 층에 있는 노대나 그 밖에 비슷한 것의 주위에는 높이 1.2 m 이상의 안전난간을 설치하여야 한다.
- ▶ 발코니에 난간살이 있는 경우에는 난간살 사이를 적당하게 안전한 간격(10 cm 이하 등 신체가 빠져나가지 않도록) 간격으로 설치하는 등 안전에 필요한 조치를 하여야 한다.

※ 발코니란 2층 이상의 공연장 공간에서 1층 객석보다 높이 올라와 있는 층과 객석 측면에 위치하여 별도의 출입 통로가 마련되어 있는 공간을 뜻함

객석시설 설계(발코니)-안전난간 (CB-01-2020)

• 비계

- ▶ 5 m 이상의 구조물은 자격을 가진 자가 설치한다.
- ▶ 최대 예상 적재하중의 4배 이상을 지지할 수 있도록 설치한다.
- ▶ 비계의 높이는 비계 받침대에서 가장 좁은 부분의 4배 이하로 한다.
- ▶ 견고한 받침대 위에 비계를 세운다.
- ▶ 바퀴를 가진 비계는 대각선 방향과 수평방향으로 지지대를 가져야 하며 4개의 바퀴 중 2개 이상이 잠금기능을 가지고 있어야 한다.
- ▶ 높이 1.8 m 이상의 비계에는 안전난간을 설치한다.

02 장비·설비 취급시 주의사항

조명기기

[사용용도]

전원시스템 및 배선으로 구성되어 광원을 이용하여 어두운 공연, 연극 등의 무대에서 빛을 비추는데 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 조명기기 외함 접지 미실시로 인한 감전 위험
- 조명기기 노후화로 인한 과부하, 전선 케이블 열적 출화로 인한 화재 위험

※ 사고사례 : 조명기기의 노후화로 인한 조명기 내부에 열축적 발생에 따라 조명이 터지면서 객석에 불꽃이 튀는 사고 발생, 조명기기의 과열로 인해 불꽃이 발생되어 불씨가 사이드 커튼으로 옮겨 붙어 화재 사고 발생, 조명기기 사용용량에 부적합한 배선 사용하여 화재 발생

- 조명기기 설치·해체 작업시 낙하 위험

※ 사고사례 : 조명기기의 낙하방지 안전고리가 누락되어 있는 상태에서 조명기 고정장치를 잠금 상태에서 각도를 조정함에 따라 과도한 하중과 마모가 발생하여 파손되어 낙하 사고 발생

🔍 취급시 주의사항

- 조명기기의 전원은 단상 또는 삼상인지 명확히 하여야 하여 사용한다.
- 조명설비의 외함이 금속으로 된 경우 접지를 하여 사용한다.
- 조명의 열에 케이블이 영향을 받을 수 있는지 확인하고 케이블을 절연 보호덮개로 덮는 등 적절하게 보호하여 사용한다.
- 조명기기 설치·해체시 낙하로 인한 위험이 없는지 안전 점검·확인 후 실시한다.
- 조명기기의 사용 용량과 콘센트 수가 충분한지 확인한다.
- 조명기기의 전력 소모량이 커서 정격 전력을 초과함에 따라 발열량이 높아 손상된 부분이 있는지 확인하고 이상 시 교체하여 사용한다.
- 무대 바닥이나 세트에 직접 조명기 몸체가 닿게 설치되는 바닥조명(floor light) 등의 조명기기는 바닥보호용 석면판(천) 또는 방염합판 위에 설치하여 사용하도록 한다.
- 조명의 밝기, 세기가 눈부심, 광학방사(가시광선 등)로 직접적인 시각 손상이 발생하는지, 과도한 노출이 발생하는지 등을 확인하여 안전한 조치를 취한다.
- 부하와 접속되는 케이블 및 커넥터는 실내형과 실외형을 구분하여 사용하며, 야외에서는 실외용을 사용한다.
- 부하의 연결 커넥터는 콘센트와 플러그가 완전하게 접촉되는 제품을 사용한다.(동일 제품 사용)
- 조명기구를 매다는 경우 추락방지용 안전고리를 부착하고, 조명의 무게가 지지 프레임의 허용 적재하중을 초과하지 않도록 한다.
- 이동용 전선, 접속기기류는 전기설비기술기준, 전기용품설치기준 등에 적합한 것을 사용한다.

음향기기

[사용용도]

전원시스템, 스피커, 마이크 등의 전자장비와 배선으로 구성되어 공연·연극 등의 무대에서 음향을 재생하고, 증폭시켜 청중에게 소리를 전달하고 저장하기 위해 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 과도한 음압으로 인한 소음 발생에 따른 청력 손상 위험
- 스피커를 매달아 사용할 경우 낙하 위험

※ 사고사례 : 최종 리허설 중 공중에 매달려 있던 스피커(약 450kg) 체인블럭의 연결상태가 불량하여 연결고리가 끊어지면서 아래에서 작업 중이던 작업자 사망 사고 발생

- 음향기기 배선케이블 손상에 따른 전기 화재 위험

🔍 취급시 주의사항

- 배선 케이블은 출연자, 스태프, 장비, 관객 등의 통행에 방해되지 않도록 정리하고 절연 보호 덮개 등을 덮는 등 적절하게 보호하여 사용한다.
- 스피커를 매달아 사용할 경우 지지 프레임, 와이어로프, 체인, 체결도구 등의 안전물을 확인하여 설치, 관리한다.
- 음향기기의 최고 음압 레벨(DB)을 점검하여 청력 손상이 없도록 한다.
- 반입기기를 음향기기에 접속하는 경우 임피던스(impedance)의 매칭, 출력레벨(신호음의 크기), 영전위, 입·출력간 출력용량의 평형, 위상 등에 대하여 주의한다.
- 공연장 전원과 외부 전원을 혼용하여 사용하지 않는다.
- 전원 공급용 전선은 고압전용 전선을 사용한다.
- 전식(電飾) 전원 전용 누전차단장치를 설치한다.
- 비상방송 안내 마이크를 상시 운영한다.

특수효과기기

[사용용도]

공연·연극 무대에서 연출 기법으로 특수장비를 통해 안개, 연기, 불꽃 등을 발생시키는데 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 특수효과 발생 물질 누출에 따른 화재, 흡입에 따른 위험
※ 사고사례 : 무대 폭죽이 넘어지면서 눈에 외상성 전방출혈상을 당하는 부상 사고 발생
- 특수효과기기의 부적합한 전기 사용에 따른 화재 위험

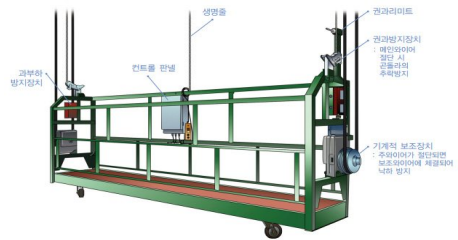
🔍 취급시 주의사항

- 전원 공급용 전선은 고압전용 전선을 사용한다.
- 정격용량의 차단 장치가 설치되어 있는지 확인하고 외함과 전선이 접촉되지 않도록 한다.
- 연기, 안개 등 특수효과와 관련된 제품, 물질 등은 관련 규정 확인 및 안전담당자와 협의를 통해 진행한다.
- 기름을 사용하거나 발생하는 특수효과기기, 유압장비 등은 기름 누출 여부를 확인, 방지하도록 한다.
- 모든 특수효과기기는 사전에 실험·실습 안전관리책임자에게 승인을 받고, 안전한 테스트를 거친 후 사용 범위와 위치 등을 고려하여 결정, 사용한다.
- 특수효과기기의 외함이 금속으로 된 경우 접지를 하여 사용한다.
- 무대 실험·실습활동종사자는 전원 공연·연극에 사용될 특수효과(연기, 안개, 불꽃 등)의 목적과 형태, 사용 전 위험성 및 사고예방을 숙지한다.
- 특수효과 선정시 사용장소(실험·실습실내, 밀폐공간)와 노출시간을 고려한다.
- 연기, 안개 등을 사용할 경우 시간은 최소화 하고 짙은 농도로 사용하지 않는다.
- 연기, 안개 등 화학물질이 포함된 특수효과 물질은 물질안전보건자료(MSDS : Material Safety Data Sheet)를 잘 보이는 곳에 비치하고 숙지한다.
- 화학물질이 포함된 특수효과는 발생시 분해되는 과정에서 유해물질이 발생하지 않는지 확인한다.
- 연기, 안개 발생장치는 화학물질 등의 안전성이 확보되고 인증된 제품만을 사용한다.

곤돌라

[사용용도]

전용의 승강장치에 달린 로프 또는 간선에 발판이나 작업대를 부착하여 작업자가 탑승하여 무대의 설치·해체시 등을 하기 위한 목적으로 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- **작업대로부터 추락 위험**
 - 곤돌라에 탑승 중 생명줄 미설치 및 안전대 미착용으로 작업 추락 위험
 - ※ 사고사례 : 전면부 안전난간에 미설치된 곤돌라에 안전대를 체결하지 않고 상부로 이동 중 곤돌라와 건물 커튼월 사이 개구부를 통해 지상으로 추락 사고 발생
 - 곤돌라 작업 중 와이어로프가 끊어지면서 곤돌라에서 추락 위험
 - 최대 적재하중을 무시하고 과다 적재, 과다 인원 탑승 작업 중 추락 위험
 - 곤돌라 상부 고정부가 풀리면서 탑승 근로자가 곤돌라와 함께 추락 위험
- **작업대 내 작업공구 등의 물건의 낙하·비래 위험**

🔍 취급시 주의사항

- 안전인증 및 안전검사 대상 여부 확인 후 대상일 경우 법적 인증 및 안전검사필증이 부착되어 있는지 확인하고 사용한다.
- 호선과 곤돌라의 고정상태를 확인한다.
- 호선 갑판 상부에서 곤돌라에 탑승하기 위한 승강사다리 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.
- 안전벨트 비치, 생명줄 설치, 안전로프, 안전대 상태를 확인하고 이상 여부를 점검한다.
- 기타 각종 볼트, 너트 조임 상태, 펜던트 작동상태, 전원케이블 등의 상태를 확인한다.
- 곤돌라 내부에 불필요한 물건은 없는지 확인하고 제거하여 사용한다.
- 와이어로프의 단선, 마모, 킹크 등의 상태를 확인한다.
- 작업대로부터 작업공구 등의 물건이 낙하·비래하지 않도록 조치하고 작업한다.
- 곤돌라 조작은 지정한 자만 하도록 하고 곤돌라 특별안전교육을 받은 자가 실시한다.
- 작업은 작업대가 정지한 후 실시하도록 한다.
- 작업대의 잘 보이는 곳에 최대 적재하중을 표시하고 초과하는 무게는 실지 않는다.



호이스트

[사용용도]

로프 또는 체인이 감싸는 드럼 또는 리프트 휠 등을 사용하여 장치를 감아올리거나 풀어 내릴 때 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

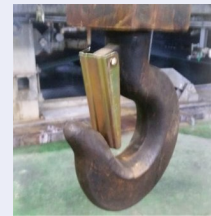
▪ 운반 중인 중량물의 낙하 위험

- 정격하중 미준수에 따른 중량물 낙하 위험
- 후크해지장치 미설치 또는 불량으로 인한 중량물 낙하 위험
- 줄걸이 작업방법 불량에 의한 중량물 낙하 위험

※ 사고사례 : 조형물을 들어올리다가 조형물이 학생에게 떨어지면서 양쪽 발목인대 등에 부상 당하는 사고 발생

🔍 취급시 주의사항

- 사람은 절대로 호이스트 탑승을 금지하고 운전자 이외에는 운전 조작을 금지한다.
- 펜던트스위치 또는 리모콘의 손상, 파손, 오작동 유무 등을 확인한다.
- 과부하방지장치, 비상정지스위치, 권과방지장치 등 안전장치가 정상적으로 작동하는지 확인한다.
- 후크해지장치는 설치되어있는지, 정상 작동을 하는지 확인한다.
- 호이스트의 트롤리, 접지 상태가 양호한지 확인한다.
- 중량물을 들어 올릴 시 정격하중을 준수하여야 한다.
- 호이스트 작업 반경 내에는 사람의 접근을 금지하여 작업자 머리 위나 통로 위에 위치하지 않도록 한다.
- 와이어로프를 급격하게 감아올리거나 내려서는 안 된다.
- 체인이나 로프가 비뚤어진 채로 매달아 올리지 않는다.
- 호이스트 고장시에는 운전을 즉시 중지하고 해당 부서에 통보하여 조치를 받아야 한다.

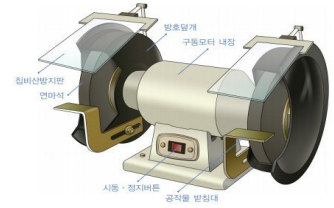


[후크 해지장치]

연삭기

[사용용도]

단단하고 미세한 입자를 결합하여 제작한 연삭숫돌을 고속으로 회전시켜, 가공물의 원통면이나 평면을 가공할 때 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 방호덮개 해체 또는 미사용 중 연삭숫돌의 파괴, 파편의 비래 등에 의한 위험
※ 사고사례 : 탁상용 연삭기로 연마작업을 시작한지 2~3분 후 숫돌이 파손되면서 숫돌 일부가 비래되어 작업자 흉부를 강타하여 사망 사고 발생
- 절단 작업 중 소재 반발에 의한 위험, 회전하는 숫돌에 닿아 상해 위험
※ 사고사례 : 연마기 사용 도중 손가락 배임, 연삭기의 회전하는 샌드페이퍼에 접촉되어 부상 사고 발생
- 회전하는 숫돌과 덮개 혹은 고정부의 사이에 끼임 위험
- 케이블의 손상 및 누전에 의한 감전 위험
- 작업 중 비산되는 불꽃에 눈 상해, 분진 흡입에 따른 호흡기 질환 발생 위험

🔍 취급시 주의사항

- 연삭기 종류에 적합한 방호덮개를 부착하여 사용하고, 덮개는 숫돌 파손시 견딜 수 있도록 충분히 강도가 큰 재료로 사용한다.
- 숫돌의 깨짐, 갈라짐, 균열 등이 있는지 확인하고 필요에 따라 교체 사용한다.
- 방호덮개는 종류에 따라서 적당한 노출 각도를 유지하여야 한다.
- 플랜지(flange)의 지름은 숫돌 지름의 1/3 이상으로 한다.
- 파편이나 칩 비산방지를 투명판을 부착하여 사용한다.
- 작업 시작 전에는 1분 이상, 연삭숫돌 교체 시에는 3분 이상 공회전을 하고 연삭숫돌의 최고 사용회전 속도를 초과하지 않도록 사용한다.
- 연마작업 시 숫돌에 무리한 힘을 가하지 않고 가공시 숫돌과 가공면과의 각도를 15~30°를 유지하도록 한다.
- 작업 받침대와 숫돌 간격은 3 mm 이내로 되어 있는지 확인하고 사용한다.
- 비상정지스위치가 부착되어 있는지, 정상 작동하는지 확인 후 사용한다.
- 실내에서 작업시 국소배기장치 등 환기장치를 사용하여야 한다.
- 연삭숫돌은 정해진 사용면만 사용하도록 한다.(숫돌 측면 사용하도록 설계되지 않은 경우 사용금지)
- 폭발 위험이 있는 장소에서는 연삭 작업을 사용하지 않는다.
- 연삭액은 적절한 것을 사용하고 사용 배율을 적절히 유지하며, 연산액 온도가 일정온도 이상으로 상승되지 않도록 한다.

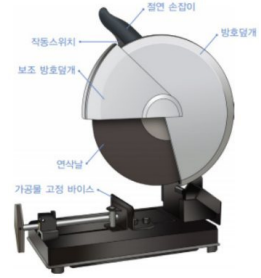


플랜지(flange)

고속절단기

[사용용도]

전기모터를 이용하여 원판형 연삭날을 고속으로 회전시켜 금속 등 가공물을 절단할 때 사용한다.



⚠ 주요 위험요인

- 방호덮개 해체 또는 미사용 중 연삭날 파손에 의한 비래 위험
- 절단 작업 중 가공물의 반발로 인하여 작업자가 상해를 입을 위험
 - ※ 사고사례 : 각도절단기 사용하여 목재 절단 작업 중 전원을 끄고 목재를 잡으려던 도중 회전 톱날이 관성에 의해 완전히 정지하지 않은 것을 미인지하고 손 마디 부분을 베임
- 전원케이블 손상(절연 파괴)에 따른 감전
- 가공물 분진 흡입에 따른 호흡기 질환 발생 위험

🔍 취급시 주의사항

- 비를 맞거나 습한 곳 또는 물에 젖은 장소에서 사용하지 않아야 한다.
- 폭발·화재 위험(가연성 액체, 가스 등)이 있는 장소에서는 사용하지 않아야 한다.
- 장비 부품(지식, 카본브러쉬 등) 교체·조정, 청소작업 시 전원 차단 및 전기 코드를 꽂기 전에 스위치가 off 되어 있는지 확인해야 한다.
- 장비에 접속되어 있는 전원에 누전차단기 설치 및 외함 접지를 실시한다.
- 불꽃 또는 연삭날이 파손되어 날아오는 파편을 방호할 수 있는 방호덮개(안전커버)를 부착해야 하며, 사용 전 방호덮개가 정상 부착되어 있는지 확인하고 작업한다.
- 헐렁한 옷, 장신구, 긴 머리, 장갑 등이 작동부에 접촉하지 않도록 적합한 작업복 착용하고, 면 장갑은 착용하지 않도록 하며, 장신구는 제거하고 작업해야 한다.
- 절단물은 안정된 상태로 흔들림 없이 완전하게 고정(바이스 장착시 반드시 고정)하며, 절대 손으로 잡고 절단하지 않는다.
- 장비의 전선 케이블은 바닥에 방치되어 찌뭍, 열, 기름, 물 등으로부터 안전하게 관리하고 정기적으로 손상 여부를 확인한다.
- 전압을 초과 사용에 따른 전기모터의 열로 인한 화재 사고 등을 방지하기 위해 반드시 표시된 전압으로 사용한다.
- 사용 중 이상한 잡음이나, 불안한 상태가 확인 될 경우 즉시 정지시키고 정비·교체 등을 하여 사용한다.



부록





부록



부록 1 비이공계 실험·실습실 안전체크리스트

실험·실습실 안전체크리스트

<input type="checkbox"/> 실험·실습실명 : <input type="checkbox"/> 점검일자 : <input type="checkbox"/> 점 검 자 :					
구 분	점검 결과				부적합 내용
	적합	미흡	불량	해당 없음	
1. 일반 안전					
◦ 실험·실습실 정리정돈이 되어 있는가?					
◦ 안전규정 등 안전관리 문서가 비치되어 있는가?					
◦ 실험·실습활동종사자 교육이 실시되고 있는가?					
◦ 위험·경고표지 부착은 적정한가?					
◦ 실내조도 관리는 적정한가?					
◦ 연구공간, 실험·실습 공간은 구획되어 있는가?					
◦ 기타					
2. 화학 안전					
◦ 보호구 비치·착용(보안경, 마스크 등)하고 있는가?					
◦ 물질안전보건자료는 게시되어 있는가?					
◦ 비상샤워기·세안기는 적정하게 설치되어 있는가?					
◦ 화학약품은 성상별 분류·보관되고 있는가?					
◦ 폐액은 성상별 분류·보관되고 있는가?					
3. 가스 안전					
◦ 가스용기 관리(전도방지, 충전기한)는 적정한가?					
◦ 가스저장소 관리(위험 표시, 환기)는 적정한가?					

◦ 가스 배관 설치(표기, 부식 등)는 적정한가?					
◦ 가스누출경보기 등 안전장치는 적정한가?					
◦ 기화기 취급·관리는 양호한가?					
4. 전기 안전					
◦ 전선 피복 손상, 배선 정리는 적정한가?					
◦ 접지 상태(외함·접지콘센트)는 적정한가?					
◦ 고용량 기기는 단독회로로 구성되었는가?					
◦ 분전반 관리(부하 표시, 적재물)는 적정한가?					
◦ 개인 전열기 관리는 적정한가?					
5. 소방 안전					
◦ 소화기구 관리상태는 적정한가?					
◦ 실내(구획실) 감지기는 설치되어 있는가?					
◦ 피난출입구 확보상태는 적정한가?					
◦ 인화물 취급·관리는 적정한가?					
6. 기계 안전					
◦ 보호구 비치·착용(보안경, 앞치마 등)은 적정한가?					
◦ 작업별 안전수칙은 게시되어 있는가?					
◦ 고온사용기계(건조기, 가마) 관리는 적정한가?					
◦ 고압사용기계(스프레이, 압축기) 관리는 적정한가?					
◦ 중량물의 취급·관리는 적정한가?					
◦ 기계기구 부식·조임부 연결 상태는 적정한가?					
◦ 위험기계 안전검사는 실시 하였는가?					
◦ 기계방호(안전) 장치 설치는 적정한가?					
7. 미술·조형 안전					
◦ 공작기계 등의 장비 안전조치는 적정한가?					
◦ 불꽃 작업(용접기, 토치 등) 관리는 적정한가?					
◦ 실습재료 보관 등 관리는 적정한가?					
◦ 흙, 분진, 소음, 진동 등 저감조치는 적정한가?					
8. 공연 안전					
◦ 공연장 비상 대피로는 안내되고 있는가?					
◦ 무대 설치·해체 장비 안전조치는 적정한가?					
◦ 계단, 경사로, 통로 전도 및 추락 방지는 적정한가?					
◦ 전도, 낙하 등의 위험요소가 제거되어있는가?					
◦ 장비·설비의 과적은 없는가?					
9. 체육 안전					
◦ 벽, 모서리 등 돌출부 안전조치가 되어있는가?					
◦ 바닥 미끄럼 방지·수평상태는 유지되고 있는가?					
◦ 실습 장비, 기계류 보관·관리는 적정한가?					
◦ 품질·규격 등 안전 인증품을 사용하는가?					
◦ 환기시설, 배수시설 등 설비가 되어있는가?					

※ 실험·실습실 안전체크리스트는 법적 양식이 아니며, 특성에 맞게 변경, 참조·활용가능함

부록 2 비이공계 실험·실습활동별 안전보호구

1. 미술분야

실험·실습활동	보호구
안료, 염료, 용제, 페인트, 스프레이 등 유해화학물질 사용	방진마스크 방독마스크 보안경 내화학 보호장갑 내화학 앞치마 내화학 장화
공작기계, 가공물 가공 등 위험기계·기구, 공구 사용	고글 차광보안경 절단방지장갑 방진장갑 용접용(절연·내열기능) 보호장갑 안면(용접)보호구 안전모 안전화 귀마개
고온·고열이 발생하는 실험·실습	방열 목가리개 내열성 보호장갑 방염복, 난연성 소재 실험·실습복

2. 체육분야

실험·실습활동	보호구
구기, 투기 종목 등의 실험·실습	충격 보호대(안면·팔목·무릎 등)
기구, 장비를 사용한 체력단련 등의 실험·실습	관절 보호대(안면·팔목·무릎 등) 미끄럼 방지 장갑 충격 보호 신발

3. 공연·연극분야

실험·실습활동	보호구
공연·연극 무대 설치·해체 등의 실험·실습	안전모 보호장갑(절연, 내열 등) 안전화 안전대 안면(용접) 보호구

4. 보호구별 착용시 주의사항

개인보호구 종류		주의 사항
실험복	내화학 보호복	주기적인 확인 필요 • 제조사의 사용 시간 가이드를 참조해야 함 • 위험한 물질(생물, 농약 포함)에 의한 오염, 손상되거나 변색되었을 경우
	특수기능성 보호복	주기적인 확인 필요 • 제조사의 사용 시간 가이드를 참조해야 함 • 위험한 물질(생물, 농약 포함)에 의한 오염, 물리적 손상(낱거나 찢긴 부분) • 열에 의한 손상(탄화, 탄 구멍, 변색, 부서지거나 변형된 부분) • 방화복에 대한 지속적인 평가
눈 및 안면보호구	보안경 고글 보안면	• 주기적인 육안 검사를 통해 렌즈 부분의 흠집, 깨짐, 거품, 물질 자국이 없도록 검토 • 검토 중에는 빛이 잘 보이는 곳에서 진행하면서, 검사 중에도 보호 안경을 착용
보호장갑	일회용 특수기능성 보호장갑(절연, 내화학, 내열, 초저온 등)	장갑의 입구 부분을 막고 공기를 주입한 뒤 구멍이 있는지 확인, 구멍이 발견되면 폐기
신발	안전하고 보호 가능한 신발	뚫림, 변형 등의 손상이 있으면 즉시 교체

부록 3 연구실 사전유해인자위험분석(양식)

■ 연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침 [별지 제1호서식]					
연구실 안전현황표¹⁾					
(보존기간 : 연구종료일부터 3년)					
기관명			구 분	<input type="checkbox"/> 대 학 <input type="checkbox"/> 연구 기관 <input type="checkbox"/> 기업부설(연) <input type="checkbox"/> 기 타	
연구실 개요	연구실명 ²⁾				
	연구실 위치	동 층 호			
	연구 분야 (복수선택 가능)	<input type="checkbox"/> 화 학 / 화 공 <input type="checkbox"/> 기 계 / 물 리 <input type="checkbox"/> 전 기 / 전 자 <input type="checkbox"/> 의 학 / 생 물	<input type="checkbox"/> 건 축 / 환 경 <input type="checkbox"/> 에 너지 / 자 원 <input type="checkbox"/> 기 타		
	연구실책임자명		연락처 (e-mail 포함)		
	연구실안전관리 담당자명		연락처 (e-mail 포함)		
	비상연락처 ³⁾	연구실안전환경관리자 : 병원 : 사고처리기관(소방서 등) : 기타 :			
연구실 수행 연구활동명 ⁴⁾ (실험/연구과제명)		1. 2. :			
연구활동종사자 현황	연 번	이 름 (성별 표시)	직 위 ⁵⁾ (교수/연구원/학생 등)		
주요 기자재 현황	연 번	기자재명 (연구기구·기계·장비)	규 격 (수량)	활용 용도	비 고

연구실 유해인자			
화학물질 ⁶⁾	- 보유 물질 - <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> 폭발성 물질 <input type="checkbox"/> 물 반응성 물질 <input type="checkbox"/> 발화성 물질 <input type="checkbox"/> 금속부식성 물질 </div> <div> <input type="checkbox"/> 인화성 물질 <input type="checkbox"/> 산화성 물질 <input type="checkbox"/> 자기반응성 물질 <input type="checkbox"/> 유기과산화물 </div> </div>		
가 스 ⁷⁾	- 보유 물질 - <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> 가연성(또는 인화성)가스 <input type="checkbox"/> 산화성가스 <input type="checkbox"/> 독성가스 <input type="checkbox"/> 기 타(가스명 :) </div> <div> <input type="checkbox"/> 압축가스 <input type="checkbox"/> 액화가스 <input type="checkbox"/> 고압가스 </div> </div>		
생물체	- 보유 생물체- <input type="checkbox"/> 고위험병원체 <input type="checkbox"/> 고위험병원체를 제외한 제3 위험군 <input type="checkbox"/> 고위험병원체를 제외한 제4 위험군 <input type="checkbox"/> 유전자변형생물체 (미생물, 동물, 식물 포함)		
물리적 유해인자	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> 소음 <input type="checkbox"/> 이상기온 <input type="checkbox"/> 전기 <input type="checkbox"/> 기 타 () </div> <div> <input type="checkbox"/> 진동 <input type="checkbox"/> 이상기압 <input type="checkbox"/> 레이저 </div> <div> <input type="checkbox"/> 방사선 <input type="checkbox"/> 분진 <input type="checkbox"/> 위험기계·기구 </div> </div>		
24시간 가동여부	<input type="checkbox"/> 가동 <input type="checkbox"/> 미가동	정전 시 비상 발전설비 등 보유 여부	<input type="checkbox"/> 보유 <input type="checkbox"/> 미보유
개인보호구 현황 및 수량8)			
보안경/고글/보안면	안전화/내화학장화 /절연장화	귀마개/귀덮개	
레이저 보안경	안전장갑	실험실 가운	
안전모/머리커버	방진/방독/송기 마스크	보호복	
기타			
안전장비 및 설비 보유현황			
<input type="checkbox"/> 세안설비(Eye washer) <input type="checkbox"/> 가스누출경보장치 <input type="checkbox"/> 케미컬누출대응킷 <input type="checkbox"/> 시약보관캐비닛 <input type="checkbox"/> 기타 ()	<input type="checkbox"/> 비상사위시설 <input type="checkbox"/> 자동차단밸브(AVS) <input type="checkbox"/> 유(油)흡착포 <input type="checkbox"/> 글러브 박스	<input type="checkbox"/> 흡후드 <input type="checkbox"/> 중화제독장치(Scrubber) <input type="checkbox"/> 안전폐액통 <input type="checkbox"/> 불산치료제(CGG)	<input type="checkbox"/> 국소배기장치 <input type="checkbox"/> 가스실린더캐비닛 <input type="checkbox"/> 레이저 방호장치 <input type="checkbox"/> 소화기
연구실 배치현황9)			
배치도	주요 유해인자 위험설비 사진		
〈전 체〉	〈해당사진〉	〈해당사진〉	
	〈해당사진〉	〈해당사진〉	

1) 해당 연구실에 전반에 대한 기본적인 내용(연구실 개요, 수행 연구개발활동명, 연구활동중시자 현황, 주요 기자재 현황, 연구실 유해인자, 개인보호구 현황 및 수량, 연구실 배치 현황)을 작성

- 연구실안전현황은 연구실당 1개만 작성하는 것이며, 연구/실험/실습별 개별로 작성사항은 아님

2) 첫 째 줄은 연구실 명을 작성하고 두 번째 줄은 단과대학명/학과명/부서명/팀명 등 연구실 소속을 작성

3) 사고발생시 조치를 위한 내부 및 외부 기관 연락처를 작성(사고처리 기관 및 병원 등)

4) 해당 연구실에서 고시 시행 이후 시작된 연구명(실험명/프로젝트명) 전체를 각각 작성

5) 직위는 교수, 연구원(책임연구원, 선임연구원, 연구원, 파견연구원 등), 학생(대학원생, 학부생 등) 구분하여 작성

6) 연구실내에 보유하고 있는 모든 화학물질 종류를 표기(중복으로 표기 가능)

※ 폭발성 물질 : 자체의 화학반응에 따라 주위환경에 손상을 줄 수 있는 정도의 온도·압력 및 속도를 가진 가스를 발생시키는 물질

※ 인화성 물질 : -20 ℃, 표준압력(101.3kPa)에서 공기와 혼합하여 인화되는 범위에 있는 물질

※ 물 반응성 물질 : 물과 상호작용을 하여 자연발화되거나 인화성가스를 발생시키는 물질

※ 산화성 물질 : 그 자체로는 연소하지 않더라도 일반적으로 산소를 발생시켜 다른 물질을 연소시키거나 연소를 촉진하는 물질

※ 자기반응성물질 : 열적인 면에서 불안정하여 산소가 공급되지 않아도 강렬하게 발열·분해하기 쉬운 물질

※ 발화성물질 : 적음 양으로도 공기와 접촉하여 5분 안에 발화할 수 있거나 주위의 에너지 공급없이 공기와 반응하여 스스로 발열하는 물질

※ 유기과산화물 : -2가의 -O-O- 구조를 가지고 1개 또는 2개의 수소원자가 유기라디칼에 의하여 치환된 과산화수소의 유도체를 포함한 액체 또는 고체 유기물질

※ 금속부식성물질 : 화학적인 작용으로 금속에 손상 또는 부식을 일으키는 물질

7) 연구실내에서 사용 및 설치되어 있는 모든 가스에 대하여 작성

※ 가연성가스 : 공기 중에서 연소하는 가스로서 폭발한계(공기와 혼합된 경우 연소를 일으킬 수 있는 공기 중의 가스 농도의 한계를 말한다. 이하 같다)의 한한이 10퍼센트 이하인 것과 폭발한계의 상한과 하한의 차이가 20퍼센트 이상인 가스

가연성 가스 종류	아크릴로니트릴·아크릴알데히드·아세트알데히드·아세틸렌·암모니아·수소·황화수소·시아나화수소·일산화탄소·이황화탄소·메탄·염화메탄·브롬화메탄·에탄·염화에탄·염화비닐·에틸렌·산화에틸렌·프로판·시클로프로판·프로필렌·산화프로필렌·부탄·부타디엔·부틸렌·메틸에테르·모노메틸아민·디메틸아민·트리메틸아민·에틸아민·벤젠·에틸벤젠 등
--------------	---

※ 인화성가스 : 20℃, 표준압력(101.3kPa)에서 공기와 혼합하여 인화되는 범위에 있는 가스와 공기 중에서 자연발화하는 가스, 20℃, 표준압력 101.3kPa에서 화학적으로 불안정한 가스를 말함

※ 압축가스 : 가압하여 용기에 충전했을 때, -50℃에서 완전히 가스상인 가스(임계온도 -50℃ 이하의 모든 가스를 포함)

※ 산화성가스 : 일반적으로 산소를 공급함으로써 공과 비교하여 다른 물질의 연소를 더 잘 일으키거나 연소를 돕는 가스

※ 액화가스 : 가압하여 용기에 충전했을 때, -50℃ 초과 온도에서 부분적으로 액체인 가스로, 고압액화가스(임계온도가 -50℃에서 +65℃인 가스), 저압액화가스(임계온도가 +65℃를 초과하는 가스)로 구분됨

※ 독성가스 : 공기 중에 일정량 이상 존재하는 경우 인체에 유해한 독성을 가진 가스로서 허용농도(해당 가스를 성숙한 흰쥐 집 단에게 대기 중에서 1시간 동안 계속하여 노출시킨 경우 14일 이내에 그 흰쥐의 2분의 1 이상이 죽게 되는 가스의 농도를 말한다. 이하 같다)가 100만분의 5000 이하인 가스

독성가스 종류	아크릴로니트릴·아크릴알데히드·아황산가스·암모니아·일산화탄소·이황화탄소·불소·염소·브롬화메탄·염화메탄·염화프렌·산화에틸렌·시아나화수소·황화수소·모노메틸아민·디메틸아민·트리메틸아민·벤젠·포스겐·요오드화수소·브롬화수소·염화수소·불화수소·겨자가스·알진·모노실란·디실란·디보레인·세렌화수소·포스핀·모노게르만 등
------------	--

※ 고압가스 : 20℃, 200kPa 이상의 압력하에서 용기에 충전되어 있는 가스 또는 냉동액화가스 형태로 용기에 충전되어 있는 가스(압축가스, 액화가스, 냉동액화가스, 용해가스로 구분한다)

8) 연구실내에 보유하고 있는 개인보호구의 수량에 대하여 작성

9) 연구실 배치를 서상에 붙여 놓았을 때 너무 작아 배치도 구분이 어렵다면, 따로 A4크로 첨부하여 같이 게시

연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침 [별지 제2호서식]

연구활동별(실험·실습/연구과제별) 유해인자 위험분석 보고서¹⁾

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구명 (실험·실습/연구과제명)	연구기간 (실험·실습/연구과제)
연구(실험·실습/연구과제) 주요 내용	
연구활동종사자2)	

유해인자	유해인자 기본정보3)					
1) 화학물질	CAS NO4)	보유 수량 (제조연도)	GHS등급5) (위험, 경고)	화학물질의 유별 및 성질6) (1~6류)	위험 분석	필요 보호구7)
	물질명					
	①					
	②					
	③					
	2) 가 스	가스명	보유 수량	가스종류 (특정, 독성, 가연성, 고압, 액화 및 압축 등)		위험 분석
①						
②						
③						
3) 생물체8) (고위험병원체 및 제3,4위험군)	생물체명	고위험병원체 해당여부	위험군 분류		위험 분석	필요 보호구7)
	①					
	②					
	③					
4) 물리적 유해인자9)	기구명	유해인자종류	크기10)		위험 분석	필요 보호구7)
	①					
	②					
	③					

- 1) 연구실내에서 수행하는 모든 실험(실험·실습, 연구과제 포함)에 대하여 각각 작성
- 2) 해당 연구활동을 수행하는 연구활동종사자의 이름을 작성. 단, 학부 실험 등 대규모 인원이 실험을 수행 또는 참여하는 경우 연구활동종사자 인원수 및 실험 시간만 작성
- 3) 해당 연구활동에서 사용하는 화학물질, 가스, 생물체, 물리적 유해인자 등을 작성
- 4) CAS No.(Chemical Abstract Service Resister Number, 화학물질에 부여된 고유번호)는 제조·공급업체에서 제공하는 정보를 참고하여 작성

5) 「화학물질의 분류 및 표시 등에 관한 규정」을 참고하여 GHS그림문자 및 신호어(위험, 경고 등)를 작성

6) 화학물질의 유별 및 성질

※ 「위험물안전관리법」 시행령 별표1(위험물 및 지정수량)을 따라 화학물질의 유별(1류~6류) 및 성질(산화성고체, 가연성고체, 자연발화성물질 및 금속성물질 등)을 구분하여 작성

화학물질의 유별 및 성질						
유별	제1류	제2류	제3류	제4류	제5류	제6류
성질	산화성고체	가연성고체	자연발화성물질 및 물 반응성 물질	인화성액체	자기 반응성물질	산화성액체

7) 필요보호구는 '연구실 안전현황 분석표(별지 제1호서식)'에서 작성한 개인보호구 현황을 참고하여 작성

8) 생물체란 미생물 및 동물 등을 포함하는 명칭으로 유전자변형생물체 등을 모두 포함한다.

※ 서식에 작성 시 제3,4위험군의 경우 고위험 병원체를 제외한 위험군만 작성

※ 고위험병원체란 생물테러의 목적으로 이용되거나 사고 등에 의하여 외부에 유출될 경우 국민 건강에 심각한 위험을 초래할 수 있는 감염병원체로서「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」시행규칙 별표1과 같다.

※ 생물체의 위험군 분류는 인체 및 환경에 미치는 위해 정도에 따라 다음의 네가지 위험군으로 분류하며, 위험군별 해당 생물체 목록은 「유전자재조합실험지침」별표2와 같다.

위험군 분류	분류 기준
제1위험군	연구활동종사자에게 질병을 일으키지 아니하며, 환경에 방출되더라도 위해를 일으키지 않는 생물체
제2위험군	연구활동종사자에게 감염되었을 경우 증세가 심각하지 않고 예방 또는 치료가 용이하며, 환경에 방출되더라도 위해가 경미하고 치유가 용이한 생물체
제3위험군	연구활동종사자에게 감염되었을 경우 증세가 심각할 수 있으나 예방 또는 치료가 가능하며, 환경에 방출되었을 경우 위해가 상당할 수 있으나 치유가 가능한 생물체
제4위험군	연구활동종사자에게 감염되었을 경우 증세가 매우 치명적이고 예방 또는 치료가 어려우며, 환경에 방출되었을 경우 위해가 막대하고 치유가 곤란한 생물체

9) 물리적 유해인자

※ 산업안전보건법 시행규칙 제81조제1항 별표11의2(소음, 진동, 방사선, 이상기압, 이상기온의 기준)

- 소음: 소음성난청을 유발할 수 있는 85데시벨(A) 이상의 시끄러운 소리
- 진동: 착암기, 핸드 해머 등의 공구를 사용함으로써 발생하는 백립병·레이노 현상·말초순환장애 등의 국소진동 및 차량 등을 이용함으로써 발생하는 관절통·디스크·소화장애 등의 전신 진동
- 방사선: 직접·간접으로 공기 또는 세포를 전리하는 능력을 가진 알파선·베타선·감마선·엑스선·중성자선 등의 전자선
- 이상기압: 게이지 압력이 제곱센티미터당 1킬로그램 초과 또는 미만인 기압
- 이상기온: 고열·한랭·다습으로 인하여 열사병·동상·피부질환 등을 일으킬 수 있는 기온
- 분진: 대기 중에 부유하거나 비산강하(飛散降下)하는 미세한 고체상의 입자상 물질

※ 전기, 레이저, 위험기계·기구(산업안전보건법 시행령 제28조의 6(안전검사 대상 유해·위험기계 등) 12종, 조립에 의한 기계·기구(설비 및 장비 포함) 등도 물리적 유해인자에 포함

10) 물리적 유해인자에 대한 측정값 또는 제품 인증서 또는 설명서에 기재되어 있는 물리적 인자값 작성

■ 연구실 사전유해인자위험분석 실시에 관한 지침 [별지 제3호서식]

연구개발활동안전분석(R&DSA) 보고서

(보존기간 : 연구종료일부터 3년)

연구목적 :

순서	연구·실험 절차	위험분석	안전계획	비상조치계획
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

※ 연구실 사전유해인자 위험분석(양식)은 비이공계 분야 실험·실습실은 법적 사항이 아니므로 보다 효율적인 안전관리를 위한 활용, 참조하기 위함임을 알려드립니다.

개요 및 적용범위

미술품·실험·실습실 안전관리

체육분야·실험·실습실 안전관리

공연·연극분야 실험·실습실 안전관리

부록

참고문헌



참고문헌



IV

Korea Institute of Educational Facility Safety

참고문헌



1. 공연장 안전사고 사례집(문화체육관광부, 한국산업기술시험원 공연장안전지원센터, 2014)
2. 공연장 안전 매뉴얼(문화체육관광부, 한국산업기술시험원 공연장안전지원센터, 2015)
3. 연구실안전법 해설집(미래창조과학부, 2016)
4. 대학 실험실습실 안전환경 설계지침 및 운영 매뉴얼 개발 연구(대학환경안전협회, 2016)
5. 대학 예체능계열 실험·실습실 안전관리 가이드(한국교육시설안전원, 2017)
6. 연구실 설치·운영 가이드라인(과학기술정보통신부, 한국생명공학연구원, 2019)
7. 연구활동종사자를 위한 보건관리(과학기술정보통신부, 국가연구안전관리본부, 2020)
8. 체육시설 통합안전관리 가이드(국민체육진흥공단, 2020)
9. 공연장 안전지침(한국산업기술시험원 공연장안전지원센터, 2020)
10. 대학 실험·실습실 사고통계 및 예방대책 가이드(한국교육시설안전원, 2021)
11. 스포츠안전매뉴얼 종목별 안전가이드라인(스포츠안전재단, 2021)
12. 학과(전공) 분류 자료집(한국교육개발원, 2021)
13. 연구실안전관리사 학습가이드(과학기술정보통신부, 국가연구안전관리본부, 한국생산성본부, 2022)
14. KOSHA GUIDE, 안전보건자료, 안전보건공단
15. 한국안전(www.hankukse.co.kr)
16. (사)대한산업안전협회 공식 블로그(<https://blog.naver.com/safety1964>)

주의사항

본 가이드는 비이공계 실험·실습실 및 실험·실습 활동종사자의 안전관리에 도움을 주고 사고예방을 위해 작성된 참고자료로써 법적 효력을 가지고 있지 않습니다.

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.

비이공계 실험·실습실 안전관리 가이드

2022년 11월 인쇄

2022년 11월 14일 발간

발간인 : 박구병

발간처 : 한국교육시설안전원 안전관리처

서울특별시 영등포구 국회대로62길 25 10층

전화 02-781-0100(代)

인쇄처 : 경성문화사

전화 02-786-2999

사전 승인 없이 책자 내용의 무단복제를 금함.

간행물발간번호 2022-교육-안전관리처-14



비이공계 실험·실습실 안전관리 가이드