

대학 실험실 안전환경 구축 가이드



대학 실험실

안전환경 구축 가이드

목 차

1.

개요

1.1 개요 및 적용범위	005
1.2 유형별 실험실 모델	008
1.3 대학 실험실 환경 실태 및 문제점	012

2.

공통 필수사항

2.1 건축환경	017
2.2 안전설비	021
2.3 안전장비	025
2.4 기타 필수 요구사항	032

3.

일반 사항

3.1 건축일반	035
3.2 전기설비	044
3.3 소방설비	047
3.4 공조설비	049
3.5 가스설비	052
3.6 폐기물관리	054
3.7 화학물질 통합관리	057

4.

안전장비 가이드라인

4.1 개인보호구	067
4.2 실험대	074
4.3 흡후드	075
4.4 시약장	080
4.5 비상세안기	082
4.6 비상샤워기	085
4.7 생물안전작업대	088
4.8 고압가스 실린더캐비닛	090

5.

유형별 디자인 가이드라인

5.1 A형 (생물 · 생명 · 방사능)	101
5.2 B형 (화학)	106
5.3 C형 (기계)	107
5.4 D형 (전기 · 전자)	109
5.5 E형 (미술)	109
5.6 F형 (체육)	111

※ 참고문헌

※ 부록 1 대학 실험실 안전관련 개별법 현황

부록 2 대학 실험실 안전관련 지침 및 기준 현황

1. 개요

- 1.1 개요 및 적용범위
- 1.2 유형별 실험실 모델
- 1.3 대학 실험실 환경 실태 및 문제점

1.1 개요 및 적용범위

1.1.1 개요

- “실험·실습실”(이하 실험실)이란 교육과 연구를 목적으로 구축된 실을 의미하며, 본 가이드에서는「대학설립·운영규정」에 규정된 교육기본시설과 연구시설로 그 범위를 제한한다. 실험실 구축 시에는 각 유형별 실험실에서 수행되는 교육·연구의 다양성과 환경조건을 고려하여 초기단계부터 안전측면의 실험실 환경조성을 이룰 수 있는 기자재 확보 계획, 배치계획 등이 사전에 고려되어야 한다.
- 실험실의 구축 시에는 안전성, 경제성, 보안성, 에너지 절약, 환경부하, 인체공학 등이 종합적으로 고려되어야 하며, 실험특성에 따라 장비·기기의 설치 및 배치를 초기계획 단계부터 고려하여야 한다. 이를 위해 실험실 구축 시에는 반드시 전문가들의 의견을 사전 청취하고, 국내·외 규정 및 기준을 반영하여 설계를 확정하여야 한다.
 - * 특히 대학에서는 연구실 안전담당자가 실험실 구축 단계에 적극적으로 참여할 수 있는 절차 마련이 필요.
- 안전환경 구축 가이드는 실험실 구축 시 의무적으로 적용되어야 하는 사항(화학, 가스, 전기, 소방 등 관련 개별법에서 정하고 있는 사항 등) 외에도 안전환경 조성 시 필요한 안전기준 및 성능 그리고 국내외에서 적용되고 있는 우수사례(good practice)를 제시하고 있다.
- 대학에서는 학내 환경을 고려하여 자체 안전환경 기준을 마련하여 운영할 수 있다. 단, 대학별 환경을 고려할 경우에도 본 가이드에서 제시하는 필수사항은 반드시 충족되어야 한다.
- 본 안전환경 구축 가이드에서 다루지 않는 사항에 대해서는 반드시 개별 관계법령이나 규정을 준수하여야 한다.

1.1.2 적용

- 안전환경 구축 가이드는 실험실 내 사고발생 시 인체에 치명적인 영향을 끼칠 수 있는 생물·화학 등 유해화학물질 및 고압가스를 사용(취급, 저장 등)하는 이공계 중심의 실험실 뿐 아니라, 그 외 실험실(기계, 전기·전자, 예체능 등)에 대한 포괄적 안전환경 기준을 제시하고 있다. 대학은 본 가이드에 따라 모든 구성원이 안전하게 교육·연구 할 수 있도록 환경을 조성하여야 한다.

[주요 적용대상 실험실]

1. 유해화학물질을 취급하는 실험실

"유해화학물질"이란 유독물질, 허가물질, 제한물질 또는 금지물질, 사고대비물질, 그 밖에 유해성 또는 위해성이 있거나 그러할 우려가 있는 화학물질을 말한다. (「화학물질관리법」 제2조제7호)

2. 유해인자를 취급하는 실험실

산업안전보건법 제39조제1항에서 "고용노동부령으로 정하는 분류기준에 따라 분류하고 관리하여야 하는" 유해인자 (「산업안전보건법」 제39조)

3. 고압가스를 취급하는 실험실

「고압가스 안전관리법」 제2조에 따라 법의 적용을 받는 고압가스를 취급하는 실험실 중 특히 「고압가스 안전관리법 시행규칙」 제2조 제1항 제1호 및 제2호의 "가연성가스" 및 "독성가스"를 취급하는 실험실

4. 전기 사용량이 많은 실험실

5. 실습 활동시 적정 조도나 공기환경 확보가 어려울 경우 구성원의 안전이 우려되는 공간 : 체육 실습실, 미술실 등

6. 기타 구성원의 안전이 위협받을 수 있는 모든 실험·실습공간

* 본 가이드는 실험실의 계열에 관계없이 구성원의 안전환경에 위해를 끼칠 우려가 있는 모든 실험·실습실을 그 대상으로 하며, 특히 개별법으로 규정하는 유해화학물질, 유해인자, 고압가스에 해당되지 않더라도 동일한 위험소지가 있는 실험실에 대해서는 충분한 안전조치를 취할 것을 권장함

- 본 안전환경 구축 가이드에서는 현장에서 쉽게 적용되고 활용될 수 있도록 실험실 유형별(A~F) 모델을 제시하였다: A형(생물·생명·방사능), B형(화학), C형(기계), D형(전기·전자), E형(미술), F형(체육). 실험실 유형별 모델은 실험실 사용자(대학 구성원)가 사용중인 실험실에 대한 안전환경 기준을 이해하고 관리하기 위한 성능 기준으로 활용할 수 있으며, 대학은 캠퍼스내 보유 실험실을 효율적·체계적으로 관리하기 위한 관리 기준으로 활용가능하다.
- 대학에서는 실험실 안전환경 구축을 위하여 전담조직 및 직원을 두고, 실험실 환경 개선 또는 신규 확충시 안전환경 기준이 효과적으로 충족 되고 있는지를 평가·관리하도록 하여야 한다.
 - 실험실(연구실)전담조직의 역할 : 연구실 구축 초기 계획단계부터 의사결정에 참여하여 안전한 환경구축을 위한 설계 참여, 설계확인, 시공단계 완료 전 최종 확인 등

[가이드 구성]

- 본 가이드는 기본적으로 분야별 디자인 가이드를 기술하고, 관련규정이나 지침이 있는 경우 그 출처를 하단에 명기하며, 필요한 경우 구체적 내용도 기술하여 가이드로서의 활용을 용이하게 하였다.
법규나 지침 등 규정으로 정해진 바는 반드시 적용하여야 한다.
 - * 단 관련 지침 등의 변경 여부는 확인하여 최신 기준을 준수
- 법이나 지침으로 규정되어 있지는 않지만, 준수가 필요한 사항에 대해서는 권장 사항으로 기술하고 하단에 good practice 및 관련 참고자료를 표기 하였다.
의무적으로 갖추어야 할 사항은 아니지만 안전을 위해 적용할 것을 권장한다.
 - * 국·내외의 관련 참고자료는 교육시설재난공제회 홈페이지에서 확인

1.2 유형별 실험실 모델

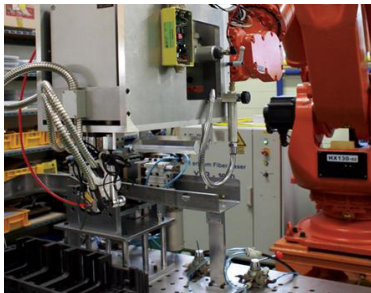
A형 생물·생명·방사능

위험요소		• 병원체 등 감염성물질 인체감염 • 방사능물질의 인체 흡수 • 독성물질 저장 및 취급시 인체 접촉 • 실험용 동·식물과 실험실 구성원간 교차오염 • 폐액 등 유증기에 의한 호흡기 손상			
관련안전표시		생물안전표지	방사선관리구역	발암성물질경고	안전장갑착용
					
		인화성물질경고	산화성물질경고	피부과민성물질	피부과민성물질
					
제거방안		• 유해물질 신속 배출 작업대 • 환기(HOOD) 및 균체멸균 장치 • 유해물질 및 미생물 보관장치		• 공기오염 방지 (HEPA 필터) • 개인안전장비 • 방사능 차폐장치	
구축 내용	일반	• (바닥) 내화학성 에폭시계열, (천장·벽체) 석고보드 또는 기밀판넬, (출입문) 방화문, (창문) 안전유리 설치로 파편최소화 : 화재/폭발/유독성화학물질로부터 보호 • 화재감지기, 가스누출감지기, 분전반, 유도등 등 소방 및 안전설비			
	안전 설비	• 생물안전작업대(HEPA필터), 흡후드(방사선의 경우 스테인레스강), 암후드, 배기형 또는 밀폐형 시약장, 밀폐형 캐비닛 등 실험내용을 고려하여 안전한 실험환경 조성			
실험실 모델		 			

B형 화학

위험요소		• 물질의 분리, 정제, 동정, 합성 과정에서 발생하는 화상 및 화재 • 산, 염기 등 인화성 물질의 폭발 • 시약 및 폐기물의 적정관리 및 분리보관 부실에 따른 사고 • 고압가스 실린더 파열, 폭발, 화재 • 독성가스 실린더 파열, 노출			
관련안전표시		부식성물질경고	고압가스경고	고온경고	세안장치
					
		인화성물질경고	산화성물질경고	폭발성물질경고	급독성물질경고
					
제거방안		• 배기형(밀폐형) 유독물질 캐비닛 • 폐액 분류 처리 시스템 • 독성 가스 강제배기 시스템		• 비상 샤워/세면장치 • 개인안전장비 • 방폭, 방화장치	
구축 내용	일반	• (바닥) 내화학성 에폭시계열, (천장·벽체) 석고보드 또는 기밀판넬, (출입문) 방화문, (창문) 안전유리 설치로 파편최소화 : 화재/폭발로부터 보호 • 화재감지기, 가스누출감지기, 분전반, 유도등 등 소방 및 안전설비			
	안전 설비	• 강제배기 작업환경(흡후드, 암후드), 배기형 안전시약장 및 가연성·독성 캐비닛, 중화 제독장치 등 실험내용을 고려하여 안전한 실험환경 조성 • 응급처치약품 비치, 인근 소방서, 병원에 화학물질 관련 정보 고지 및 핫라인 설치를 통한 피해 최소화			
실험실 모델					

C형 기계

위험요소		• 절단, 용접, 선반, 양중기 등 위험 기기 활용에 따른 절단, 골절등 피해
제거방안		• 충분한 공간 확보 및 방호덮개 등 보호구 완비
구축 내용	일반	• 기계 이동반경을 고려한 공간배치 및 울타리 설치, 추락안전 난간 설치 등 물리적 안전 환경 조성
	안전 설비	• 동력전달 부분 방호덮개 설치, 양중기 등의 비상정지·과부하방지장치, 안전매트, 개인 보호구 등 확충
실험실 모델		 

D형 전기·전자

위험요소		• 회로 조작시 합선 및 누전으로 인한 감전 또는 화재
제거방안		• 이중바닥 설치 및 전원안전설비 확보
구축 내용	일반	• 전기실험설비는 전기설비기술기준에 적합한 설비, 바닥은 이중바닥구조, 천정은 석고 보드, 벽체는 에나멜도장, 조명은 적정 조도 유지
	안전 설비	• 분전반, 누전차단기, 접지 및 절연강화, 화재감지기, 유도등, 가스누출감지기 등 전기 및 소방 안전설비 확충
실험실 모델		 

E형 미술

위험요소		• 유해물질(분진 등) 노출 • 가스 누출 및 화재·폭발
제거방안		• 개인보호장비(용접용, 조소용 등) 확충 • 충분한 작업공간 확보
구축 내용	일반	• 바닥은 내화학적 에폭시계열, 천장은 석고보드, 벽체는 에나멜도장, 조명은 LED로 적정 조도 유지
	안전 설비	• 화재감지기, 가스누출감지기, 분전반, 유도등 등 소방 및 안전설비 • 실험실습 내용에 따라 분진 등 발생 시에는 강제배기 시스템 확충
실험실 모델		 

F형 체육

위험요소		• 보호매트 및 난간탈락 등에 따른 상해 및 추락
제거방안		• 보호시설 및 바닥완충재 등 안전시설확충 및 응급처치 용품
구축 내용	일반	• 바닥(방음, 방진, 충격흡수 바닥, 안전매트 및 완충장치), 벽체 충격방지(고무안전리브) 등 안전보호 시설확충
	안전 설비	• 화재감지기, 분전반, 유도등 등 소방 및 전기설비 • 실험실습 내용에 따라 분진 등 발생시 강제배기 시스템 확충
실험실 모델		 

1.3 대학 실험실 환경 실태 및 문제점

유형		문 제 점
공통 사항	건축	- 연구자가 실험공간의 유해환경에 무방비 노출 및 실험공간과 연구공간 미분리 - 피난통로 적재물방치에 따른 대피통로 확보 미비 - 안전대피도, 소화기위치도 (실험실 위험물 map 비치) 부실
	설비	- 안전기자재 덕트 및 배관 노후화로 유해화학물질 배출이 어려움 - 전체 환기시설 미흡(환기팬 미작동) - 오염된 공기가 배기팬에 의해 배기되나 재유입
	가스	- 가연성 및 독성가스 실내 방치 - 가연성가스 및 독성가스 사용 실에 가스누출경보차단장치 미설치 - 가스용기 미고정 및 보호캡 미체결
	전기	- 분전반 앞 적재물 방치, 분전반 내 보호덮개 미설치 또는 해체 - 회로차단기 용량부족, 비접지형 콘센트 사용, 배선 및 충전부 노출 - 전기설비 및 배선 열화(노후)로 인한 화재 발생 우려 - 충전부 노출로 인한 감전 발생 우려
	안전 장비	- 비상사위장치 및 세안장치 부족 - 개인보호장비 부족 및 미착용 - 실험실 내 안전보호구 미비치
A	생물 생명 방사능	- 멸균장치 미설치에 따른 교차오염과 오염 확산 우려 - 배기장치의 주기적인 필터 교체 미실시 - 방사선 피폭위험 및 방사선원의 도난, 분실, 불법 반출 우려 - 배수설비노후로 인한 폐액 누출
B	화학	- 화학약품 분리 보관 및 폐액 처리 부적절 - 유해화학물질의 관리 및 운영시스템 부재 - 일반 책장에 화학약품 보관 - 화학약품 보관은 실험자의 편의에 따라 구분하고 흡후드 내 약품 보관 - 유해 화학물질 및 가스시설 안전관리 부적절
C	기계	- 사용자 상해 위험이 있는 기계장치 관리 부적절 - 동력으로 움직이는 기계장치의 회전축이 노출될 경우 실험자 상해 우려 (방호덮개 미설치)
D	전기·전자	전기설비 노출로 인한 화재 발생 우려, 배선 노후화 및 충전부 노출
E	미술	- 배기설비 용량부족 등 내부 분진 처리 부적절 - 국소배기장치 미설치
F	체육	안전난간, 안전매트 등 안전사고예방을 위한 안전시설 미설치 및 응급 상황 발생 시 응급처치 용품 미비치

〈대학실험실 부실관리 현황 및 개선 방향〉

① 실험용 유해화학물질(시약, 폐액) 관리부실

부실관리 현황	개선 모델
	

② 실험중 유해화학물질 공기중 유출 관리부실

부실관리 현황	개선 모델
	

③ 독성·가연성 가스 관리부실

부실관리 현황	개선 모델
	

④ 의료폐기물 및 손상폐기물 전용용기 비치 관리 부실

부실관리 현황	개선 모델
	

⑤ 안전수칙 미부착 및 안전덮개 등 방호장치 미설치

부실관리 현황	개선 모델
	

⑥ 실험실과 연구공간 미분리

부실관리 현황	개선 모델
	

- ⑦ 바닥 및 통로 상의 전기배선 노출, 실험장비 등의 비치 부적정에 따른 전도 위험 및 비상 대피로 장애 발생 등 관리 부실

부실관리 현황	개선 모델
	

- ⑧ 전기시설 노후화, 전기용량 부족 및 비접지 콘센트 사용 등 전기관리 부실에 따른 화재 발생 우려

부실관리 현황	개선 모델
	

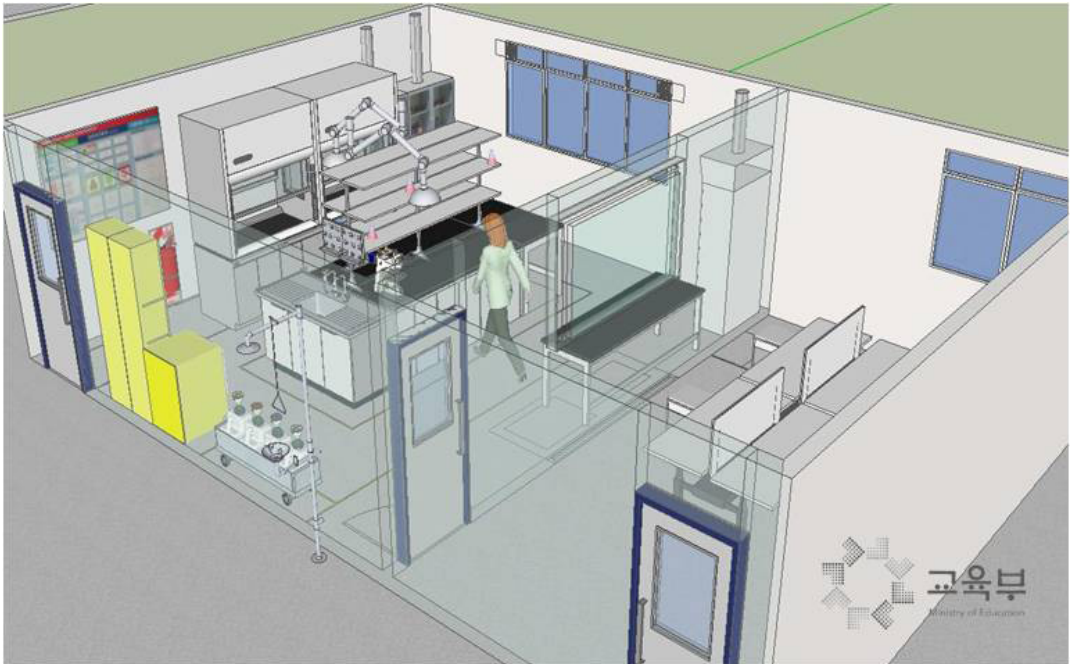
- ⑨ 가스누출알람장치 및 긴급 차단시스템 등 안전설비 미확충

부실관리 현황	개선 모델
	

2. 공통 필수사항

- 2.1 건축환경
- 2.2 안전설비
- 2.3 안전장비
- 2.4 기타 필수 요구사항

2.1 건축환경



【일반실험실 모델(안)】

1. 유해화학물질 및 위험장비를 취급(보관, 저장, 사용)하는 실험실은 실험자의 건강 보호 및 안전을 위하여 실험공간과 연구(사무)공간으로 분리하여야 한다. (A, B, C, E 형 실험실)

Good Practice

Prudent Practice in the Laboratory, 9.B.1 GENERAL LABORATORY DESIGN CONSIDERATIONS

2. 칸막이는 평상 시 실험실 내부 상황을 확인할 수 있도록 투시창(강화유리, 망입유리 등 실험특성에 맞는 재료사용)을 설치하고 난연성 및 내화학성을 만족하여야 한다.

Good Practice

University of California, Environment, Health & Safety Laboratory Safety Design Guide

1. GENERAL REQUIREMENTS FOR LABORATORIES

D. Laboratory Design Considerations 19.

3. 실험실 출입문은 비상 시 내부를 확인할 수 있는 투시창(강화유리, 망입유리 등 실험특성에 맞는 재료사용) 및 보안장치를 설치한다. (A, B, C, E형 실험실)

Good Practice

Prudent Practice in the Laboratory 10.B SECURITY BASICS

4. 실험실(실험공간)은 구획된 공간이어야 하고 마감재료(바닥, 천장, 벽)는 난연성 및 내화확성을 만족하여야 한다.

Good Practice

Prudent Practice in the Laboratory 9.9.B GENERAL LABORATORY DESIGN CONSIDERATIONS

5. 위험기계 · 기구장치에는 안전덮개 등 위험기계 · 기구별 방호장치를 설치하고, 기계작동반경을 고려한 울타리 및 바닥면에 안전구획을 표시하여 실험자를 보호하고 실험구역을 명확히 하여야 한다. (C, E형 실험실)

위험기계 · 기구 방호조치 기준 (고용노동부고시 제2012-47호)

산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 안전기준 제1장 기계 · 기구 및 그 밖의 설비에 의한 위험예방 (제86조 ~ 제224조)

공작기계 안전기준 일반에 관한 기술상의 지침

제6조(덮개 등) ① 공작기계의 동력전달부분 등과 같이 접촉에 의하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 부분 및 공작기계 운전 중에 가공물, 부품 등의 비레에 의하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 부분에는 덮개를 설치하여야 한다.

② 제1항의 덮개는 다음에 정하는 바에 따라야 한다.

1. 확실한 방호기능을 구비하고 있어야 한다.
2. 장기간 사용에 견딜 수 있는 견고한 구조로 하여야 한다.
3. 공작기계의 청소, 주유, 수리 등의 정비작업(이하 "정비작업"이라 한다) 및 조정작업에 방해가 되지 않는 구조로 하여야 한다.
4. 공구를 사용치 않고는 제거하거나 열 수 없는 구조로 하여야 한다.
5. 원칙적으로 고정형으로 하여야 한다. 끼워맞춤형으로 할 때는 쉽고 견고하게 끼워 맞출 수 있어야 한다.
6. 접촉에 의하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 날카로운 모서리, 돌기부 등이 없어야 한다.
7. 공작기계의 작동부분과의 틈새에 손과 같은 것이 끼어들지 못하도록 하여야 한다.
8. 개폐식의 덮개는 그 개폐를 공작기계의 운전과 가능한 한 연동되도록 하여야 한다.

- ③ 공작기계 회전부분 등의 고정구 등은 문힘형으로 하거나 덮개를 설치하여야 한다.

제12조(조작 또는 조정을 안전하게 하기 위한 조치) ① 공작기계의 작업위치는 가능한 한 작업자의 피로가 가장 적은 높이로 하여야 한다.

- ② 기계의 운동부위에 공구나 측정구 등이 떨어지지 않도록 가능한 한 공구대를 설치하여야 한다.
- ③ 스톱퍼, 도그, 지브 등의 조정, 가공물의 착탈, 절삭공구의 교체 등의 작업을 쉽고 또한 안전하게 할 수 있는 구조로 해당부위를 설계하여야 한다.
- ④ 제어반은 안전하고 쉽게 조작할 수 있는 위치에 두어야 하며, 충분한 공간을 확보하여야 한다.
- ⑤ 제어반은 분명하고 쉽게 서로의 기능이 구분될 수 있도록 공작기계의 조작표시기호(KS B 4205)를 따라야 한다.
- ⑥ 조작방향은 공기계의 조작방향을 따르며, 가능한 한 레버, 핸들의 조작방향과 기계가동부분의 운동방향과를 일치시켜야 하고, 조작할 때 부주의로 인한 오조작을 방지할 수 있는 위치에 이들을 설치하여야 한다.
- ⑦ 주축속도 및 이송을 변환하기 위한 레버 등은 지정된 위치를 이탈하지 않는 구조로 하여야 한다.
- ⑧ 운전개시 조작버튼은 부주의로 작동되지 않도록 위치나 구조를 선정하여야 한다.
- ⑨ 자동공작기계에는 운전방식 전환스위치를 설치하고 자동운전 또는 수동운전의 어느 방식으로 전환하였을 경우 다른 운전방식으로 운전할 수 없도록 연동시킨 구조로 하여야 한다.
- ⑩ 제어반은 조정, 점검, 수리 등의 작업을 할 때에 오조작을 방지하기 위해 자물쇠를 잠그는 등 전원을 확실하게 차단할 수 있는 구조로 하여야 한다.
- ⑪ 발로 작동하는 스위치는 낙하 또는 운동하는 물체나 다른 사람이 우발적으로 이를 작동시킬 수 없도록 방호되어야 한다. 움직일 수 있는 페달은 한 방향에서만 진입이 가능하도록 하여야 한다.
- ⑫ 트랜스퍼 장치는 다음 각 호의 사항을 따라야 한다.
1. 멀티스테이션의 트랜스퍼장치에 있어서 각 스테이션을 조정하거나 수동으로 운전할 때에는 작업자에게 그 취지를 경보하기 위한 장치를 설치하여야 한다.
 2. 긴 멀티스테이션의 트랜스퍼장치 등에 있어서는 기계의 중간을 횡단하기 위한 건널다리를 설치하여야 한다.
 3. 제2호의 건널다리는 상부난간대의 높이가 90센티미터 이상이며, 중간대가 부착된 것으로 충분한 강도를 가져야 한다.
- ⑬ 중량이 10킬로그램을 초과하는 가공물들을 빈번하게 취급하는 작업을 필요로 하는 공작기계는 가능한 한 이를 취급하기 위한 인양장치 등을 설치하여야 한다.

- ⑭ 압력계, 유면계 기타 계기는 보기 쉬운 곳에 설치하여야 한다.
- ⑮ 공작기계는 작업을 안전하게 할 수 있도록 조명장치를 구비하고 특히 정기적인 보수작업이 필요한 곳의 조명이 불충분할 때 국부조명장치를 부착할 수 있는 구조로 하여야 한다.
- ⑯ 제15항의 조명장치 조도(照度)는「산업안전보건기준에 관한 규칙」에 따라야 하고, 광원으로 백열전구(KS C 7501) 또는 안전기내장형램프(KS C 7621) 등 고효율 조명기기를 사용하여야 하며 그렇지 않는 경우에는 회전체가 정지해 보이거나 어른거려 위험할 수 있으므로 주의하여야 한다.
- ⑰ 작업대 또는 운전대에 설치된 의자는 충분한 강도를 갖고 등받이 등을 설치 위험할 수 있으므로 방지하여야 한다. 필요한 경우 안전대 및 발받침대를 설치하여야 한다.
- ⑱ 작업자가 통상의 작업위치에서는 섭씨 80도를 넘는 고온의 물체와 직접 접촉하지 않도록 방호하여야 하며, 섭씨 60도를 넘는 부분과 작업자가 접촉하여 반사운동에 의한 상해를 입지 않도록 배려하여 설계하여야 한다.

제21조(안전방호물) ① 울, 덮개 등과 같이 위험점에 접근하거나 위험구역 안의 진입을 방지하기 위한 안전방호물(이하 "안전방호물"이라 한다.)의 구조 및 기능은 다음에 따른다.

1. 안전방호물은 작업 중에 발생하는 힘이나 환경조건에 충분히 견딜 만큼 완강하고, 쉽게 조정하거나 철거할 수 없는 구조로 하여야 한다.
2. 안전방호물에는 톱니모양 또는 예리한 모서리·돌기 등 위험부분이 있으면 아니 된다. 또한, 안전방호물은 가능한 한 삽입부나 전단부를 갖고 있지 않아야 한다.
3. 안전방호물은 원칙적으로 고정식으로 하여야 한다.
4. 안전방호물을 통해서 공작물을 출입시킬 필요가 있을 경우에는, 안전방호물에 출입부를 설치한다. 출입부와 위험점 사이는 안전방호상 필요한 충분한 거리로 하고, 공작물과 출입부 사이에는 말려들 위험이 없도록 그 치수에 주의하여야 한다. 경우에 따라서는 출입부의 위치와 크기를 조절할 수 있는 방식으로 한다.
5. 작업의 성질상 위험점에 접근하거나, 위험지역 안에 진입할 필요가 있을 경우에는 가능한 한 안전방호물을 여는 것과 기계의 정지와 연동시켜야 한다.
6. 관성에 의한 운동시간이 긴 기계의 안전방호는 위의 연동장치로서 운동장치를 확인할 때까지나 예상되는 관성운동시간 중이거나 또는 안전방호물을 열거나 동력을 끊음으로써 브레이크가 작동하여 가능한 한 관성운동을 빨리 정지시키는 등의 기능을 갖도록 하여야 한다.
7. 제5항의 경우에는 안전방호물을 설치하는 것이 적당하지 않을 경우에는 잡아끌거나, 누르거나, 만지거나, 또는 광선을 차단하는 등의 동작에 따라서 동력이 끊어지는 기능을 갖는 장치를 가능한 한 구비하여야 한다.

2.2 안전설비

2.2.1 화재 안전설비

1. 화재 또는 사고발생 시 피난 및 소화활동에 필요한 소화설비, 경보설비, 피난설비 등의 소방시설을 설치하고 유지관리하여야 한다.

소방시설의 설치 유지 및 안전관리에 관한 법률 제9조 특정소방대상물에 설치하는 소방시설의 유지관리 등

- 실험실 내 및 복도 등 실험자의 이동 동선에 맞게 소화기, 옥내소화전 등 초기 화재진압이 가능한 설비를 보유하고 사용될 수 있도록 관리하여 한다.

소화기구 및 자동소화장치의 화재안전기준(NFSC 101) 제4조 설치기준

옥내소화전설비의 화재안전기준(NFSC 102) 제7조 함 및 방수구 등

- 경보설비는 화재 시 신속하게 감지할 수 있도록 화재 종류에 적합한 화재감지기를 설치하고, 자동 또는 수동으로 화재경보를 울려야 한다.

자동화재탐지설비 및 시각경보장치의 화재안전기준(NFSC 203) 제7조 감지기, 제8조 음향장치 및 시각경보장치

- 피난설비는 비상 시 쉽게 출입구 위치를 확인할 수 있도록 적절한 조도를 갖춘 유도등(유도표지는 되도록 지양)을 모든 실험실 출입구 상부에 설치하여야 하며, 실험구역이 대규모인 경우 출입구 방향을 유도할 수 있도록 통로유도등을 설치하여야 한다. 또한, 필요시 완강기, 피난사다리 등 긴급 피난기구를 설치할 수 있다.

유도등 및 유도표지의 화재안전기준(NFSC 303) 제5조 피난구유도등, 제6조 통로유도등, 제8조 유도표지

- 실험실 내 모든 출입구에는 비상 시 쉽게 사용할 수 있도록 출입구 근처 등의 위치에 휴대용 비상조명등을 비치하여야 한다.

비상조명등의 화재안전기준(NFSC 304) 제4조 설치기준

- 일정 규모 이상의 건물내 설치된 실험실에는 스프링클러 등의 소화설비를 설치하여야 한다. 단, 실험실 보유 위험물 종류(자연발화성 및 금수성 물질 등)에 따라 가스소화설비를 대체하여 설치할 수 있다.

소방시설의 설치 유지 및 안전관리에 관한 법률 제9조 특정소방대상물에 설치하는 소방시설의 유지관리 등

소방시설의 설치 유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 제15조 특정소방대상물의 규모 등에 따라 갖추어야 하는 소방시설

2.2.2 환기설비

1. 유해물질이 발생하는 실험공간은 충분히 외부로 배출 가능한 환기설비를 설치한다. (A, B, C, E형 실험실)
 - 환기설비는 전체 환기장치, 흡후드 등의 국소배기장치를 건물 및 실험실 환경조건에 맞도록 설치하여야 한다.
 - 흡후드를 설치하는 경우 유해물질이 발생하는 실험실 마다 설치하고, 유해인자의 발산원(發散源)을 제어할 수 있는 구조로 설치하여야 하며, 후드(hood) 형식은 가능하면 포위식 또는 부스식 후드를 설치하여야 한다.
 - 전체환기장치를 설치하는 경우 송풍기 또는 배풍기(덕트를 사용하는 경우에는 그 덕트의 흡입구를 말한다)는 가능하면 해당 분진 등의 발산원에 가장 가까운 위치에 설치하고, 송풍기 또는 배풍기는 직접 외부로 향하도록 개방하여 실외에 설치하는 등 배출되는 분진 등이 실험실로 재유입되지 않는 구조로 하여야 한다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제8장 환기장치

2. 분진이 발생하는 실습공간은 충분히 외부로 배출 가능한 환기설비(집진장치 및 국소배기장치 등)를 설치한다. (C, E형 실험실)
 - 실험실에 둥근톱, 연삭기 등을 설치하여 목재 등 유사재질로부터 분진이 발생하는 미술실 등의 실습실도 이에 해당한다.

2.2.3 전기설비

1. 전기설비는 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 전기설비기술기준 등 전기관련 규정에 따라 감전위험, 화재위험 등이 없도록 시설하여야 한다.
2. 모든 전기기계·기구에는 누전에 의한 감전의 위험을 방지하기 위해 확실하게 접지하고 충분한 전기적 용량을 확보하여야 하며, 절연처리, 분진침착 방지 등의 충분한 방호수단을 고려하여야 한다.

전기설비기술기준 제2조 안전원칙

산업안전보건기준에 관한 규칙 제3장 전기로 인한 위험 방지

제304조(누전차단기에 의한 감전방지) ① 사업주는 다음 각 호의 전기 기계·기구에 대하여 누전에 의한 감전위험을 방지하기 위하여 해당 전로의 정격에 적합하고 감도가 양호하며 확실하게 작동하는 감전방지용 누전차단기를 설치하여야 한다.

1. 대지전압이 150볼트를 초과하는 이동형 또는 휴대형 전기기계·기구
 2. 물 등 도전성이 높은 액체가 있는 습윤장소에서 사용하는 저압(750볼트 이하 직류전압이나 600볼트 이하의 교류전압을 말한다)용 전기기계·기구
 3. 철판·철골 위 등 도전성이 높은 장소에서 사용하는 이동형 또는 휴대형 전기기계·기구
 4. 임시배선의 전로가 설치되는 장소에서 사용하는 이동형 또는 휴대형 전기기계·기구
- ② 사업주는 제1항에 따라 감전방지용 누전차단기를 설치하기 어려운 경우에는 작업시작 전에 접지선의 연결 및 접속부 상태 등이 적합한지 확실하게 점검하여야 한다.

제305조(과전류 차단장치) 사업주는 과전류[(정격전류를 초과하는 전류로서 단락(短絡)사고전류, 지락사고전류를 포함하는 것을 말한다. 이하 같다)]로 인한 재해를 방지하기 위하여 다음 각 호의 방법으로 과전류차단장치[(차단기·퓨즈 또는 보호계전기 등과 이에 수반되는 변성기(變成器)를 말한다. 이하 같다)]를 설치하여야 한다.

1. 과전류차단장치는 반드시 접지선이 아닌 전로에 직렬로 연결하여 과전류 발생 시 전로를 자동으로 차단하도록 설치할 것
2. 차단기·퓨즈는 계통에서 발생하는 최대 과전류에 대하여 충분히 차단할 수 있는 성능을 가질 것
3. 과전류차단장치가 전기계통상에서 상호 협조·보완되어 과전류를 효과적으로 차단하도록 할 것

제306조(교류아크용접기 등) ① 사업주는 아크용접 등(자동용접은 제외한다)의 작업에 사용하는 용접 봉의 홀더에 대하여 「산업표준화법」에 따른 한국산업표준에 적합하거나 그 이상의 절연내력 및 내열성을 갖춘 것을 사용하여야 한다. <개정 2013.3.21.>

② 사업주는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 장소에서 교류아크용접기(자동으로 작동되는 것은 제외한다)를 사용하는 경우에는 교류아크용접기에 자동전격방지기를 설치하여야 한다. <신설 2013.3.21.>

1. 선박의 이중 선체 내부, 밸러스트(Ballast) 탱크, 보일러 내부 등 도전체에 둘러싸인 장소
2. 추락할 위험이 있는 높이 2미터 이상의 장소로 철골 등 도전성이 높은 물체에 근로자가 접촉할 우려가 있는 장소
3. 근로자가 물·땀 등으로 인하여 도전성이 높은 습윤 상태에서 작업하는 장소

제308조(비상전원) ① 사업주는 정전에 의한 기계·설비의 갑작스러운 정지로 인하여 화재·폭발 등 재해가 발생할 우려가 있는 경우에는 해당 기계·설비에 비상전원을 접속하여 정전 시 비상전력이 공급되도록 하여야 한다.

② 비상전원의 용량은 연결된 부하를 각각의 필요에 따라 충분히 가동할 수 있어야 한다.

제314조(습윤한 장소의 이동전선 등) 사업주는 물 등의 도전성이 높은 액체가 있는 습윤한 장소에서 근로자가 작업 중이나 통행하면서 이동전선 및 이에 부속하는 접속기구(이하 이 조와 제315조에서 "이동전선등"이라 한다)에 접촉할 우려가 있는 경우에는 충분한 절연효과가 있는 것을 사용하여야 한다.

제315조(통로바닥에서의 전선 등 사용 금지) 사업주는 통로바닥에 전선 또는 이동전선등을 설치하여 사용해서는 아니 된다. 다만, 차량이나 그 밖의 물체의 통과 등으로 인하여 해당 전선의 절연피복이 손상될 우려가 없거나 손상되지 않도록 적절한 조치를 하여 사용하는 경우에는 그러하지 아니하다.

2.3 안전장비

2.3.1 가스안전

1. 고압가스 보관량이 일정 저장능력을 초과하는 경우에는 저장설비의 기준을 갖춘 별도의 저장공간에 보관하여야 한다.

고압가스 안전관리법 시행규칙 별표 8 고압가스 저장·사용의 시설·기술·검사 기준

2. 가연성가스, 독성가스는 각각 구분하여 한국가스안전공사에서 인증한 고압가스용 실린더 캐비닛에 보관하여야 하며, 누출사고 발생 시 이를 신속히 검지하여 효과적으로 대응할 수 있는 조치를 하여야 한다.

고압가스 안전관리법 시행규칙 별표 8 고압가스 저장·사용의 시설·기술·검사 기준 1. 고압가스의 저장

1) 저장설비기준

- 가) 저장탱크(가스홀더를 포함한다)의 구조는 그 저장탱크를 보호하고 그 저장탱크로부터의 가스누출을 방지하기 위하여 그 저장탱크에 저장하는 가스의 종류·온도·압력 및 그 저장탱크의 사용 환경에 따라 적절한 것으로 하고, 저장능력 5톤(가연성 또는 독성의 가스가 아닌 경우에는 10톤) 또는 500m³(가연성 또는 독성의 가스가 아닌 경우에는 1000m³) 이상인 저장탱크 및 압력용기(반응·분리·정제·증류를 위한 탭류로서 높이 5m 이상인 것만을 말한다)에는 지진 발생 시 저장탱크를 보호하기 위하여 내진성능 확보를 위한 조치 등 필요한 조치를 마련하며, 5m 이상의 가스를 저장하는 것에는 가스방출장치를 설치할 것
- 나) 가연성가스저장탱크(저장능력이 300m³ 또는 3톤 이상인 탱크만을 말한다)와 다른 가연성가스 저장탱크 또는 산소저장탱크 사이에는 두 저장탱크 최대지름을 더한 길이의 4분의 1 이상의 거리를 유지하는 등 하나의 저장탱크에서 발생한 위험요소가 다른 저장탱크로 전이되지 않도록 하고, 저장탱크를 지하 또는 실내에 설치하는 경우에는 그 저장탱크 설치실 안에서의 가스폭발을 방지하기 위하여 필요한 조치를 마련할 것
- 다) 저장실은 그 저장실에서 고압가스가 누출되는 경우 재해 확대를 방지할 수 있도록 설치할 것
- 라) 저장탱크에는 그 저장탱크를 보호하기 위하여 부압파괴방지 조치, 과충전 방지 조치 등 필요한 조치를 마련할 것

2) 가스설비기준

- 가) 가스설비의 재료는 그 고압가스의 취급에 적합한 기계적 성질 및 화학적 성분을 가지는 것일 것

- 나) 가스설비의 구조는 고압가스를 안전하게 취급할 수 있는 적절한 것일 것
- 다) 가스설비의 강도 및 두께는 그 고압가스를 안전하게 취급할 수 있는 적절한 것일 것
- 라) 가스설비는 그 고압가스를 안전하게 취급할 수 있는 적절한 성능을 가지는 것으로 할 것

3) 배관설비기준

- 가) 배관의 재료는 그 고압가스의 취급에 적합한 기계적 성질 및 화학적 성분을 가지는 것일 것
- 나) 배관의 구조는 고압가스를 안전하게 수송할 수 있는 적절한 것일 것
- 다) 배관의 강도 및 두께는 그 고압가스를 안전하게 취급할 수 있는 적절한 것일 것
- 라) 배관의 접합은 고압가스의 누출을 방지할 수 있도록 확실한 방법으로 하고, 이를 확인하기 위하여 필요한 경우에는 비파괴시험을 할 것
- 마) 배관은 신축 등으로 고압가스가 누출되는 것을 방지하기 위하여 필요한 조치를 할 것
- 바) 배관은 수송하는 가스의 특성 및 설치 환경조건을 고려하여 위해의 염려가 없도록 설치하고, 배관의 안전한 유지·관리를 위하여 필요한 설비를 설치하거나 필요한 조치를 할 것

4) 사고예방설비기준

- 가) 고압가스설비에는 그 설비 안의 압력이 상용압력을 초과하는 경우 즉시 그 압력을 상용압력 이하로 되돌릴 수 있는 안전장치를 설치하는 등 필요한 조치를 할 것
- 나) 독성가스 및 공기보다 무거운 가연성가스의 저장시설에는 가스가 누출될 경우 이를 신속히 검지하여 효과적으로 대응할 수 있도록 하기 위하여 필요한 조치를 할 것
- 다) 위험성이 높은 고압가스설비(내용적 5천L 미만의 것은 제외한다)에 부착된 배관에는 긴급 시 가스의 누출을 효과적으로 차단할 수 있는 조치를 할 것
- 라) 가연성가스(암모니아, 브롬화메탄 및 공기 중에서 자기 발화하는 가스는 제외한다)의 저장설비 중 전기설비는 그 설치장소 및 그 가스의 종류에 따라 적절한 방폭성능을 가진 것일 것
- 마) 가연성가스의 가스설비실 및 저장설비실에는 누출된 고압가스가 체류하지 아니하도록 환기구를 갖추는 등 필요한 조치를 할 것
- 바) 저장탱크 또는 배관에는 그 저장탱크가 부식되는 것을 방지하기 위하여 필요한 조치를 할 것
- 사) 가연성가스저장설비에는 그 설비에서 발생한 정전기가 점화원으로 되는 것을 방지하기 위하여 필요한 조치를 할 것

5) 피해저감설비기준

- 가) 가연성가스, 독성가스 또는 산소의 액화가스 저장탱크(가연성가스 또는 산소의 액화가스 저장탱크는 저장능력 1천 톤 이상, 독성가스의 액화가스 저장탱크는 저장능력 5톤 이상)의 주위에는 액상의 가스가 누출한 경우에 그 유출을 방지하기 위한 조치를 할 것
- 나) 저장설비와 사업소 안의 보호시설과의 사이에는 가스폭발에 따른 충격에 견딜 수 있는 방호벽(이하 "방호벽"이라 한다)을 설치할 것. 다만, 비가연성·비독성의 저온 또는 초저온가스의 경우는 경계책으로 대신할 수 있으며, 방호벽의 설치로 인하여 조업이 불가능할 정도로 특별한 사정이 있다고 시장·군수 또는 구청장이 인정하거나 1)나)에 규정된 안전거리 이상의 거리를 유지한 경우에는 방호벽을 설치하지 않을 수 있다.
- 다) 독성가스를 저장하는 시설에는 그 시설로부터 독성가스가 누출될 경우 그 독성가스로 인한 중독을 방지하기 위하여 필요한 조치를 할 것
- 라) 저장탱크 또는 배관에는 그 저장탱크 또는 배관을 보호하기 위하여 온도상승방지조치 등 필요한 조치를 할 것

6) 부대설비기준

고압가스저장시설에는 이상사태가 발생하는 것을 방지하고 이상사태 발생 시 그 확대를 방지하기 위하여 계측설비·비상전력설비 및 통신설비 등 필요한 설비를 설치할 것

7) 표시기준

고압가스저장시설의 안전을 확보하기 위하여 필요한 곳에는 고압가스를 취급하는 시설 또는 일반인의 출입을 제한하는 시설이라는 것을 명확하게 알아볼 수 있도록 경계표지, 식별표지 및 위험표지 등 적절한 표지를 하고, 외부인의 출입을 통제할 수 있도록 적절한 경계책을 설치할 것 단하도록 설치할 것

3. 액화석유가스(LPG)를 사용하는 설비에는 누출된 가스를 신속히 검지하여 자동으로 가스공급을 차단할 수 있는 가스누출경보차단장치를 설치하여야 한다.

액화석유가스의 안전관리 및 사업법 시행규칙 별표 15 액화석유가스 사용시설의 시설·기술·검사기준 1. 용기에 의한 사용 시설 가. 시설기준 6)사고예방설비기준

1) 저장설비기준

- 가) 저장설비의 저장능력은 가스사용시설에 설치된 연소기의 가스소비량에 따라 안정적으로 가스를 공급하여 줄 수 있는 것일 것
- 나) 저장능력이 500kg 초과인 경우에는 저장탱크 또는 소형저장탱크를 설치하고, 저장설비를 용기로

하는 경우 저장능력은 500kg 이하로 할 것. 다만, 시장·군수·구청장이 저장탱크 또는 소형저장탱크의 설치가 곤란하다고 인정한 경우에는 용기집합설비의 저장능력이 500kg 초과하도록 할 수 있고, 이 경우 그 저장설비가 설치되어 있는 곳에 방호벽을 설치하거나 그 설비의 외면으로부터 보호시설(해당 사업소 안에 있는 보호시설을 포함한다)까지는 별표 6 제1호가목5)마)(3) 중 표에 따른 안전거리를 유지하여야 한다.

다) 용기(용기내장형 가스난방기용 용기와 내용적 1L 이하의 이동식 부탄 연소기용 용기는 제외한다)는 환기가 양호한 옥외에 두어야 하고, 용기와 그 용기를 사용하는 시설의 안전 확보를 위하여 다음 기준에 적합하게 할 것

① 용기집합설비(별표 20 제2호 단서에 따라 중량판매방법으로 액화석유가스를 공급받는 자의 시설은 제외한다)를 설치하고, 그 저장능력이 100kg을 초과하는 경우 용기는 옥외에 설치된 용기보관실 안에 설치할 것

② 용기, 용기밸브 및 압력조정기는 직사광선, 눈 또는 빗물로부터의 위해를 막기 위한 적절한 조치를 할 것

라) 용기보관실은 불연재료를 사용하는 등 그 용기보관실의 안전을 확보할 수 있도록 설치할 것

2) 가스설비기준

가) 사용시설에는 그 사용시설의 안전 확보 및 정상작동을 위하여 압력조정기·기화장치·가스계량기(제43조에 따른 체적판매시설에만 한정한다)·중간밸브·호스 등 필요한 설비 및 장치를 설치하고, 적절한 조치를 할 것

나) 중간밸브는 해당 사용시설의 사용압력 및 유량에 적합하고, 호스의 성능은 액화석유가스를 안전하게 취급할 수 있는 적절한 것일 것

다) 호스(금속플렉시블호스는 제외한다)의 길이는 3m 이내(용접 또는 용단작업용 시설은 제외한다)로 하고, 호스는 T형으로 연결하지 아니하여야 하며, 호스의 접속부분은 호스밴드 등으로 견고하게 조일 것

3) 배관설비기준

가) 배관(관 이음매와 밸브를 포함한다)의 재료는 그 배관의 안전성을 확보하기 위하여 액화석유가스의 압력, 사용하는 온도 및 환경에 적절한 기계적 성질과 화학적 성분을 갖는 것일 것

나) 배관의 강도·두께 및 성능은 액화석유가스를 안전하게 취급할 수 있는 적절한 것일 것

다) 배관의 접합은 액화석유가스의 누출을 방지할 수 있도록 확실한 방법으로 하고, 이를 확인하기 위하여 필요한 경우에는 비파괴시험을 할 것

라) 배관은 사용하는 액화석유가스의 특성과 설치 환경조건을 고려하여 위해의 우려가 없도록 설치하고, 배관의 안전한 유지·관리를 위하여 필요한 설비를 설치하거나 필요한 조치를 마련하며, 다음의 기준에도 적합하게 할 것

- ① 사용시설의 배관은 강관·동관 또는 금속플렉시블호스로 할 것. 다만, 저장설비에서 압력조정기까지는 일반용 고압고무호스(투원호스·축도관만을 말한다)로 설치할 수 있고, 중간밸브에서 연소기 입구까지는 호스로 설치할 수 있다.
- ② 옥외에서 용기를 이동하면서 사용하는 경우에는 ①의 기준에 따르지 아니할 수 있다.
- ③ 배관의 말단에는 마감조치를 할 것
- 마) 배관의 안전을 확보하기 위하여 배관의 외부에는 액화석유가스를 사용하는 배관임을 명확하게 알아볼 수 있도록 도색 및 표시를 할 것

4) 사고예방설비기준

- 가) 저장능력이 250kg 이상(자동절체기를 사용하여 용기를 집합한 경우에는 저장능력 500kg 이상)인 경우에는 용기에서 압력조정기 입구까지의 배관에 이상압력 상승 시 압력을 방출할 수 있는 안전장치를 설치하는 등 필요한 조치를 마련할 것
- 나) 제48조 제1항 제1호·제2호 가목 및 나목에 따른 액화석유가스 특정사용시설에는 가스의 누출 및 폭발을 방지하기 위하여 사용시설의 종류에 따라 필요한 경우에는 누출된 가스를 검지하여 자동으로 가스공급을 차단할 수 있는 장치를 설치하거나 이에 상응하는 조치를 마련할 것
- 다) 저장설비실과 가스설비실에는 누출된 액화석유가스가 머물지 않도록 하기 위하여 그 저장설비실과 가스설비실의 구조에 따라 환기구를 갖추는 등 필요한 조치를 마련할 것
- 라) 저장설비, 가스설비 및 배관의 외면에는 부식을 방지하기 위하여 그 저장설비, 가스설비 및 배관이 설치된 상황에 따라 적절한 조치를 마련할 것
- 마) 충전용기가 넘어지는 것을 방지하기 위한 적절한 조치를 마련할 것
- 바) 용접 또는 용단 작업용으로 사용하는 액화석유가스 사용시설에는 가스가 역화되는 것을 효과적으로 차단할 수 있는 조치를 마련할 것

- 4. 수소화염 및 산소·아세틸렌을 사용하는 화염용접 또는 용단 작업용으로 사용하는 액화석유가스(LPG) 사용시설에는 가스가 역화되는 것을 효과적으로 차단 할 수 있는 역화방지장치를 설치하여야 한다.

- 가) 독성가스의 감압설비와 그 가스의 반응설비간의 배관에는 긴급 시 가스가 역류되는 것을 효과적으로 차단할 수 있는 조치를 마련할 것
- 나) 수소화염 또는 산소·아세틸렌화염을 사용하는 시설의 분기되는 각각의 배관에는 가스가 역화되는 것을 효과적으로 차단할 수 있는 조치를 마련할 것

2.3.2 화학물질 안전

1. 화학물질은 취급기준에 적합하게 관리하여야 하고, 성상별로 구분하여 적합한 성능을 갖춘 전용 시약장에 보관하여야 한다.

화학물질관리법 제13조 유해화학물질 취급기준

실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA CODE G-7-2006) 6.2 유해물질저장캐비닛

2. 지정수량 이상의 위험물을 저장하고자 하는 경우에는 허가를 받은 위험물저장소에 저장하여야 한다.

위험물안전관리법 제5조 위험물의 저장 및 취급의 제한

제5조 (위험물의 저장 및 취급의 제한) ① 지정수량 이상의 위험물을 저장소가 아닌 장소에서 저장하거나 제조소등이 아닌 장소에서 취급하여서는 아니된다.

② 제1항의 규정에 불구하고 다음 각 호의 1에 해당하는 경우에는 제조소등이 아닌 장소에서 지정수량 이상의 위험물을 취급할 수 있다. 이 경우 임시로 저장 또는 취급하는 장소에서의 저장 또는 취급의 기준과 임시로 저장 또는 취급하는 장소의 위치·구조 및 설비의 기준은 시·도의 조례로 정한다.

1. 시·도의 조례가 정하는 바에 따라 관할소방서장의 승인을 받아 지정수량 이상의 위험물을 90일 이내의 기간 동안 임시로 저장 또는 취급하는 경우

3. 모든 폐기물은 종류별(지정폐기물, 의료폐기물 등), 성상별(유기, 산, 알칼리 등 실험 특성별 구분)로 분리하여 수집 및 보관한다.

폐기물관리법 시행규칙 별표 5 폐기물의 수집·운반·보관·처리에 관한 구체적 기준 및 방법

실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA CODE G-7-2006) 10 실험실 폐기물의 처리

- (1) 화학폐기물 수집 용기는 운반 및 용량 측정이 용이한 플라스틱 용기를 사용하여야 한다.
- (2) 수집용기 외부에는 부서명과 호실, 전화번호, 품명, 특성 및 주의사항 등을 기록한 특정폐기물 표지를 부착한다.
- (3) 유해물질의 폐기물을 수집할 때는 폐산, 폐알칼리, 폐유기용제(할로겐족, 비할로겐족) 폐유 등 종류별로 구분하여 수집하여야 한다.

- (4) 수집한 유해물질의 폐기물 용기는 직사광선을 피하고 통풍이 잘되는 곳을 폐기물보관 장소로 지정하여 보관하여야 하며 복도, 계단 등에 방치하여서는 안 된다.
- (5) 유해물질의 폐기물 취급 및 보관 장소에는 금연, 화기취급엄금 표지와 폐기물 보관수칙 을 부착한다.
- (6) 빈 시약병은 깨어지지 않도록 기존 상자에 넣어 폐기물 보관 장소에 보관한다.
- (7) 수집·보관된 유해물질 폐기물 용기는 폐액의 유출이나 악취가 발생되지 않도록 2중 마개로 닫는 등 필요한 조치를 하여야 한다.
- (8) 수집된 폐기물을 운반할 때는 손수레와 같은 안전한 운반구 등을 이용하여 운반한다.
- (9) 방사성 물질을 함유한 폐기물은 별도 수집하며, 정해진 처리규정에 따라 누설되지 않도록 엄중히 처리해야 한다.

4. 모든 화학폐기물은 화학적으로 안정한 용기에 저장한다. 예를 들면, 불산이나 강한 알칼리 용액 등은 유리로 만든 용기에 담지 말아야하며, 폐액용기의 뚜껑은 스크루타입이어야 하고, 액체는 부식성이 있는 양철통에 담지 않는다.

폐기물관리법 시행규칙 별표 5 폐기물의 수집·운반·보관·처리에 관한 구체적 기준 및 방법 4. 지정폐기물(의료폐기물은 제외한다)의 기준 및 방법

5. 실험 특성에 맞는 안전장비를 구축한다.
- 고압멸균기, 생물안전작업대
 - 흡후드, 암후드
 - 안전요구성능(내연성, 내수성, 내화학성 등)에 맞는 실험실가구
 - 비상 세안기 및 비상 샤워기

2.4 기타 필수 요구사항

1. 실험실 내·외부에 각종 안전정보를 게시 및 비치한다.
 - 실험실 내부에는 실험실안전수칙, 물질안전보건자료, 안전보건표지 등 실험특성별 각종 안전정보를 제공할 수 있는 안전게시판을 게시 및 비치한다.
 - 각 층별 실험실 복도에는 일정 간격으로 안전대피도 및 안전게시판을 게시 및 비치한다. 이 경우 안전대피도에는 건물 내 위치정보, 소화기 등 소화시설 및 안전용품 위치도를 포함하고, 안전게시판에는 안전관리규정·지침, 안전관리조직, 비상연락체계 등 대학 차원의 안전정보를 통합하여 게시 및 비치한다.
 - 각 실험동 출입구 주변에는 건물내 주요 위험 정보(화학물질, 가스 등) 및 소방시설(소화설비 및 경보설비 등) 현황, 안전용품 현황 등의 기본 안전정보를 제공할 수 있는 안전게시판을 게시 및 비치한다.
2. 실험·실습실 공간내에서는 보안경, 보호장갑, 보호복 등 실험특성에 맞는 보호구를 반드시 착용하여야 하며, 슬리퍼·샌들 등의 착용은 금지한다.
 - 위험분야별 안전장비를 구축(실험특성에 맞는 보호장비 및 구급용품)한다.
 - F형(체육)의 경우 응급상황 발생 시 응급처치 키트(경추 보호대 등) 및 자동제세동기 등 안전용품을 구축한다.

3. 일반 사항

3.1 건축일반

3.2 전기설비

3.3 소방설비

3.4 공조설비

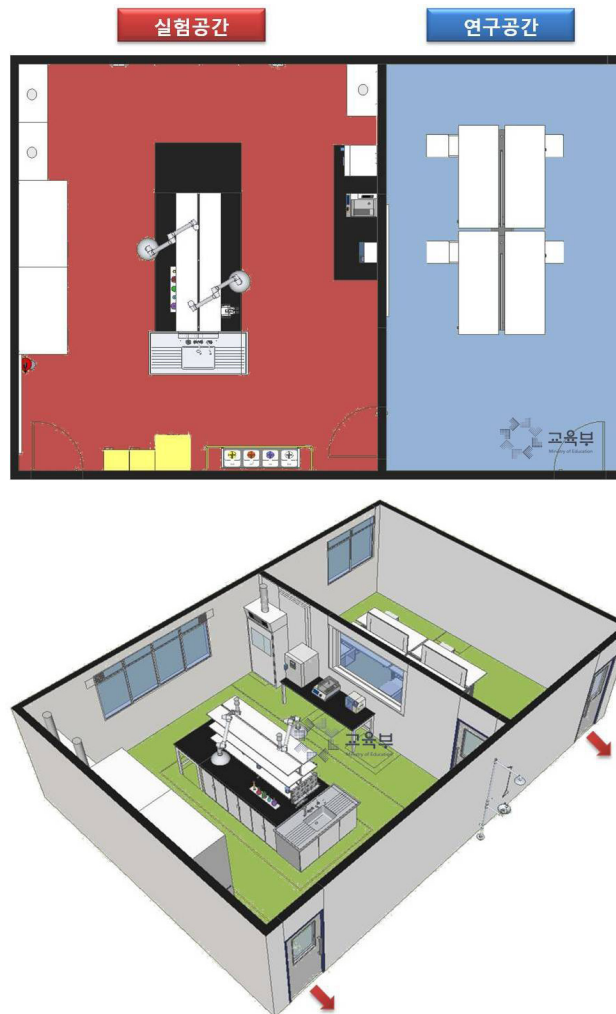
3.5 가스설비

3.6 폐기물관리

3.7 화학물질 통합관리

3.1 건축일반

3.1.1 실험실 공간분리



【실험실 공간 분리 예시】

1. 유해화학물질 및 위험장비를 취급(보관, 저장, 사용)하는 실험실은 실험공간과 연구(사무)공간으로 분리한다.

Good Practice

Prudent Practice in the Laboratory chapter 9.9.B GENERAL LABORATORY DESIGN CONSIDERATIONS

- 특히 유해물질이 사용되거나 저장되어 있는 실험실 내에서는 음식섭취, 화장, 콘택트렌즈 취급 또는 껌을 씹는 등의 행위는 금지하여야 한다.

2. 칸막이는 실험실을 내다볼 수 있는 투시창(강화유리, 망입유리 등 실험특성에 맞는 재료사용)설치를 권장하고 난연성 및 내화확성을 만족해야 한다.

Good Practice

University of California, Environment, Health & Safety Laboratory Safety Design Guide chapter

1. GENERAL REQUIREMENTS FOR LABORATORIES

3. 실험실 내 연구활동 종사자의 안전(위험 · 유해요소로부터 보호) 및 생활환경(건강장해 예방)을 고려하여 실험활동이 아닌 경우에는 실험공간의 출입을 제한하여야 한다.

Good Practice

4. 실험공간과 연구(사무)공간으로 분리하는 경우 분리된 복도를 통하여 실험공간과 연구공간으로 직접 출입이 가능하여야 한다.

Good Practice

Prudent Practice in the Laboratory chapter 9.9.B GENERAL LABORATORY DESIGN CONSIDERATIONS

5. 가스 주 스위치는 지진을 대비하여 자동 잠금장치가 장착되어야 하며, 실내에 장착된 수동형 스위치는 연구와 교육 공간 모두에 제공되어야 한다.

Good Practice

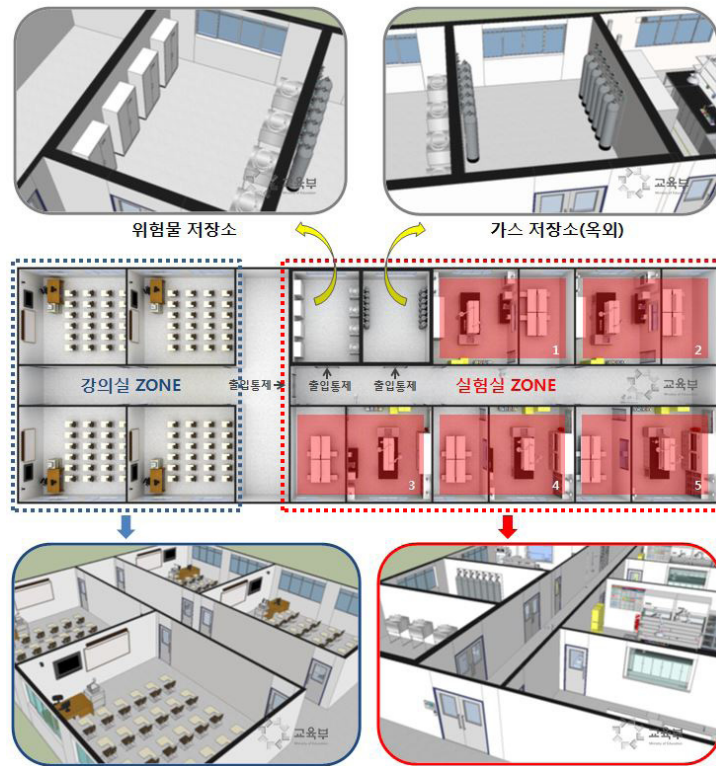
6. 가능한 연구활동이 이루어지는 실험실 내에 자료입력 등이 가능한 작업공간을 확보하도록 한다.

Good Practice

3.1.2 실험실 공간배치

1. 실험실을 유형 및 위험등급별로 분류하고 안전관리 및 공간의 효율적 활용, 장비공동 활용 등을 고려하여 「위험물안전관리법」, 「고압가스안전관리법」 등 관할기관의 허가를 득하여 가능한 한 집중 배치한다. 이 경우, 실험활동 및 비상 시 대피통로, 공간 등에 방해되지 않도록 배치하여야 한다.

Good Practice



【실험실 집중배치 예시(안)】

2. 흡후드, 생물안전작업대 등은 기자재의 성능유지 및 작동 시 진동을 고려하여 벽과의 사이 및 기자재 상호간에는 적정 간격을 유지하여야 한다. 다만, 시설의 점검 및 보수에 지장이 없는 경우에는 그러지 아니한다.

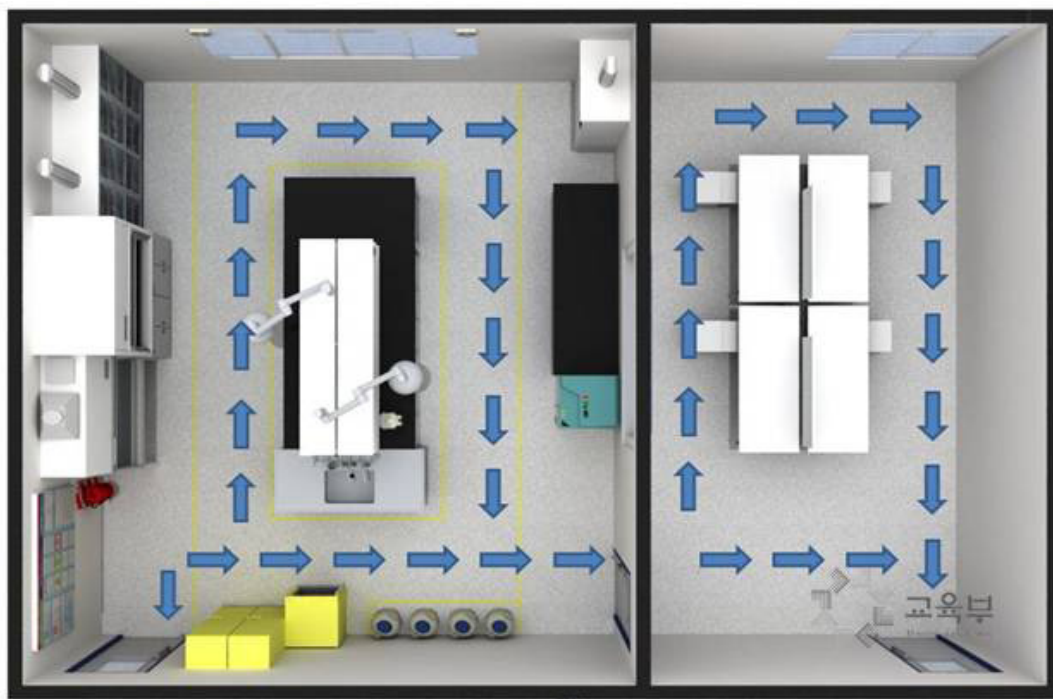
Good Practice

3. 실험대와 실험대 간격은 원활한 작업 영역의 확보 및 접근이 용이하도록 최소 1.5m이상의 간격을 유지하여야 한다.

Good Practice

4. 피난 시 원활한 대피를 위하여 실험 · 실습실 내 주 통로 간격은 0.9m이상을 확보하여야 한다.

Good Practice



【일반실험실 기자재 배치(안)】

5. 바닥에 안전라인(황색)을 표시하여 선 안쪽으로 기자재나 적재물이 쌓이지 않도록 함으로써 피난동선을 항상 확보하도록 한다.

Good Practice



【 피난동선 확보 적정 사례】

6. 연구실 내의 실험대, 가구(furniture), 집기류(obstacle) 등은 주 대피로 에서 최소 1.5m 거리를 두어 배치하여야 한다.

Good Practice

University of California, Environment, Health & Safety Laboratory Safety Design Guide,
1. General Requirements for Laboratory F. Entries, Exits, and Aisle Width

3.1.3 벽 및 바닥

Good Practice

University of California, Environment, Health & Safety Laboratory Safety Design Guide,
1. General Requirement for Laboratory, D. Laboratory Design Considerations
Prudent Practice in the Laboratory 9 GENERAL LABORATORY DESIGN CONSIDERATIONS 9.B.5
Laboratory Layout and Furnishing 9.B.5.4 Flooring 9.B.5.5 Doors, Windows, and Walls

1. 벽, 바닥은 실험실에서 사용하는 화학물질에 강해야 하며 보수 및 청소가 용이하여야 한다.
2. 벽과 바닥은 화학물질이 쏟아졌을 때 침투하지 못하도록 빈틈없이 시공하여야 한다.
3. 바닥은 미끄러지기 쉬운 재료로 되지 않아야 하며 평탄하여야 한다.
4. 바닥면은 실험실 특성에 맞는 내화학성 제품(비닐바닥재, 에폭시 도장 등)으로 마감한다.
5. 유해화학물질 및 위험장비를 취급(보관, 저장, 사용)하는 실험실의 천장 마감재가 석면인 경우 철거하는 것을 권장한다.

Good Practice

6. 실험실 바닥 하중은 무거운 실험기기가 설치될 것을 대비하여 100–125 pounds/in² (약 700kg/m²) 이상으로 한다.

Good Practice

3.1.4 출입구

1. 출입구는 비상시 신속한 대피가 가능하도록 유도등, 비상구, 출입구 표지 등이 부착되어 있어야 하고, 1.8m 이내에는 장애물을 비치하지 않아야 한다.

국가화재안전기준(NFSC), 유도등 및 유도표지의 화재안전기준(NFSC 303) 제5조 피난구유도등

Good Practice

2. 긴급 상황 발생 시 내부를 확인할 수 있는 투시창을 설치하고, 실험실로부터 원활한 대피가 가능하도록 주 출입구의 폭은 0.9m 이상이어야 한다.

Good Practice

University of California, Environment, Health & Safety Laboratory Safety Design Guide,
1. General Requirements for Laboratory F. Entries, Exits, and Aisle Width

3. 출입구는 카드, 지문인식시스템 등 보안시스템을 설치하여 실험실 관계자와 출입을 제한하되, 비상시 외부인(관리자, 소방관 등)이 출입이 가능하도록 관리한다.

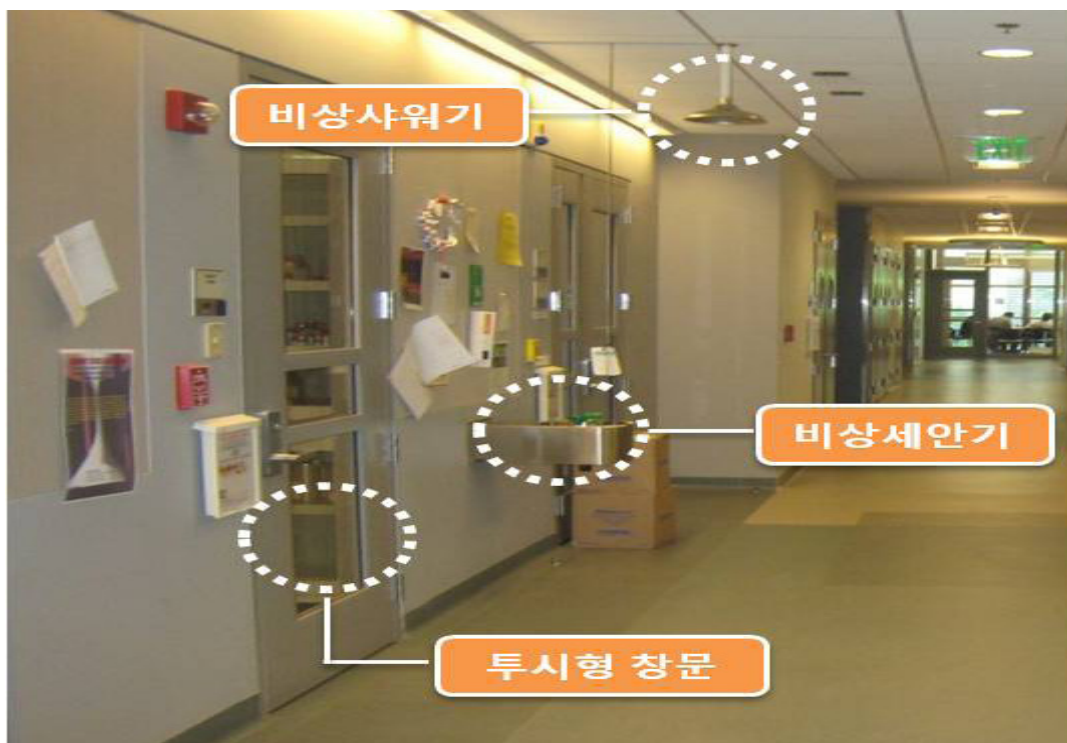
Good Practice

Prudent Practice in the Laboratory chapter 10.B 10.B SECURITY BASICS

4. 실험공간 출입문은 자동 닫힘 장치가 설치되어야 하며, 장애인의 출입을 위해 쉽게 개방이 가능한 구조가 되어야 한다.

Good Practice

University of California, Environment, Health & Safety Laboratory Safety Design Guide,
1. General Requirements for Laboratory F. Entries, Exits, and Aisle Width



【출입구 예시】

5. 바닥면적 18.6m^2 이상의 실험실은 반드시 별도의 2개의 비상구가 필요하다.

Good Practice

University of California, Environment, Health & Safety Laboratory Safety Design Guide, 1. General Requirements for Laboratory F. Entries, Exits, and Aisle Width

6. 실험실의 모든 공간은 출입구로부터 반경 약 23m 내에 있어야 한다.

Good Practice

University of California, Environment, Health & Safety Laboratory Safety Design Guide, 1. General Requirements for Laboratory F. Entries, Exits, and Aisle Width

3.1.5 조명

1. 실험실의 조명은 실험활동에 방해되지 않도록 눈부심이나 어두움, 깜빡거림이 없어야 하고 실험특성에 맞는 조도가 되도록 조명을 설치하는 것을 권장한다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제8조 조도

작업구분	기준
초정밀작업	750 lux 이상
정밀작업	300 lux 이상
보통작업	150 lux 이상
그 밖에 작업	75 lux 이상

2. 광원이 직접 보이는 경우에는 빛을 분산시키는 조명기기로 교체하거나 광원이 보이지 않도록 조치한다.
3. 색효과(color effect) 발생에 따라 사물의 표면이 다른 색으로 보이므로 안전상의 문제가 일어날 수 있다는 점을 고려하여 자연광에 가까운 광원을 사용하도록 한다.

3.2 전기설비

1. 전기분전반 주변에는 물품적재 및 인화성 등의 위험물질 비치를 금지하고, 문은 항상 닫혀있는 상태로 관리한다.

실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA CODE G-7-2006) 14. 전기적 위험 및 안전

14.1 감전방지대책

- (1) 전기 기기 및 배선 등의 모든 충전부는 노출시키지 않는다.
- (2) 전기 기기를 사용할 때에는 이중 절연기기를 제외하고는 접지를 확인 한다.
- (3) 누전차단기를 설치하여 감전사고를 방지한다.
- (4) 전기 기기의 스위치 조작은 아무나 함부로 하지 않도록 한다.
- (5) 젖은 손으로 전기 기기를 만지지 않는다.
- (6) 불량하거나 고장난 전기제품은 사용하지 않도록 한다.
- (7) 배선용 전선은 중간에 연결한 부분이 있는 것을 사용하지 않는다.
- (8) 이동식 코드릴을 사용할 경우에는 접지 및 누전차단기가 부착된 코드릴을 사용한다.

14.2 일반적인 전기안전 작업요령

- (1) 장비를 검사하기 전에 회로의 스위치를 끄거나 장비의 플러그를 뽑아서 전원을 끈다.
- (2) 전기설비 작업을 할 때는 공구나 비품의 손잡이는 부도체로 된 것을 사용한다.
- (3) 전기장치의 충전부는 전기적 절연을 한다.
- (4) 전원에 연결된 회로배선은 임의로 변경하지 않는다.
- (5) 작업공간은 충분히 확보하고 항상 청결하게 유지한다.
- (6) 플러그를 전원에 연결한 채 회로변경 작업을 하지 않는다.
- (7) 회로가 확실하게 연결되어 있지 않으면 플러그를 꽂지 않는다.
- (8) 젖은 손이나 물건으로 회로에 접촉하면 안 된다.
- (9) 전기설비에 연결된 접지선의 접속을 확인한다.
- (10) 연결 코드선은 가능한 한 짧게 사용한다.
- (11) 전기설비 근처에서는 인화성 액체 등을 사용, 저장, 취급을 하지 않는다.
- (12) 다중 콘센트는 가능한 한 사용하지 않도록 한다.
- (13) 배전반의 진입로와 스위치 앞에는 장애물이 없도록 하고 청결하게 유지해야 한다.

2. 전기콘센트는 접지형을 사용하며, 멀티콘센트는 과부하 차단기가 설치된 것으로 사용한다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제302조 전기기계·기구의 접지

3. 전기 및 전열기구 주위에 인화성 등의 화학물질 취급을 금지한다.

실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA CODE G-7-2006) 14. 전기적 위 험 및 안전

4. 전기콘센트는 실험실 바닥이나 통로에 방치되지 않도록 벽면 또는 천장(릴 타입)에 설치하여 관리한다.

Good Practice

5. 전기기기는 손상, 과열, 접속 상태, 피복의 손상여부 등을 정기적으로 확인한다.

배선기구의 정비에 관한 기술지침(KOSHA CODE E-31-2014) 5. 접속기 및 콘센트

- (1) 플러그는 접속기 또는 콘센트 내에 삽입되어 있을 때에는 완전하게 접촉되어야 한다. 불충분한 접촉력은 접촉부의 아크나 불완전 접촉에 의하여 접촉부의 부식을 촉진시킬 수 있다. 접속기 또는 콘센트는 접속력이 적합지에 대하여 점검하여야 하고, 만약 외함이 변색되었거나 접촉부에 심각한 부식이 있을 경우에는 전체를 교체하여야 한다.
- (2) 코드 접지의 연속성을 유지하기 위하여 접지도체(녹색선)를 접속하기 위한 접지단자가 배선기구에 부착되어 있어야 한다.
- (3) 콘센트, 플러그 또는 접속기 등의 접속부는 깨끗하게 수시로 닦아야 한다.
- (4) 균열이 가거나 휘거나 부서진 스프링 도어 또는 덮개는 교체하여야 한다.
- (5) 모든 부착 및 조립용 나사는 조임 정도를 확인하기 위하여 점검하여야 한다.
- (6) 개스킷이 있는 경우, 접속기 등의 기능이 유지되는지 확인하기 위해 점검하여야 한다.
- (7) 교체하여야 할 부품의 적절한 선정을 위하여 명판은 읽을 수 있도록 청결하게 유지하여야 한다.
- (8) 기기와 외부 표면, 핀 또는 슬리브 등의 표면은 접지 폐회로가 원활히 구성되도록 도장(페인트칠)을 해서는 안 된다.
- (9) 배선기구는 다음과 같은 점검이 필요하다.
 - (가) 기계적 및 전기적으로 연동된 모든 플러그 및 콘센트는 제대로 작동되는지와 부품이 과도하게 닳았는지 또는 부서진 것은 없는지를 점검하고 필요할 경우에는 교체한다.
 - (나) 배선기구의 모든 부품 및 표면은 깨끗이 유지하여 이물질이나 부식이 없도록 한다.

- (다) 본체에 콘센트를 고정시키는 모든 나사, 덮개 및 나사 접합부는 단단하게 조여야 한다.
- (라) 폭발위험장소에서 사용되는 배선기구는 다음과 같은 추가적인 점검이 필요하다.
 - ① 내압방폭구조에서 접촉면의 안전간격이 규정 값을 넘지 않고 굽힌 부분이 없는지 화염경로(Flame path)를 점검한다.
 - ② 플러그 및 콘센트는 폭발등급, 그룹 등이 해당 지역에 적합하게 표시되어 있는지를 확인하여야 한다.
- (10) 콘센트가 많이 낡았거나 균열이 나있거나 파손되거나 접촉부가 노출되어 있으면 교체하여야 한다.
- (11) 콘센트의 접촉부는 플러그가 견고하게 삽입되고 유지되어야 하며, 플러그가 콘센트로부터 쉽게 탈락될 경우에는 콘센트를 교환하여야 한다. 또한 계속적인 사용이 필요하면 잠금형 기구의 설치를 고려해야 한다.
- (12) 전기기기의 확실한 접지를 포함한 접속부의 극성과 콘센트의 올바른 전선 접속 등을 점검하여야 한다.
- (13) 콘센트 면에 비정상적인 과열이 있다면 단자처리가 느슨한지를 점검하여 수리하거나 교체한다. 만약, 배선기구에 아크나 탄화 흔적 또는 다른 손상이 있으면 교체하여야 한다.
- (14) 제어 접촉부(Control contact part)는 때때로 동력 핀(Power pin)과 결합하여 사용하는데, 이 제어 접촉부는 선 차단 후 분리되는지를 점검하여야 한다.
- (15) 600 V 이하, 200 A 이하의 플러그, 코드 접속기, 콘센트는 다른 전압, 전류 또는 주파수를 갖는 기구와의 위험한 상호접속을 방지하기 위해 서로 다른 모양의 기구로 구비되어야 한다.
 - (가) 같은 구역 내에서는 다른 전압, 전류 또는 주파수를 가진 회로에 접속된 배선 기구는 상호 호환성이 없어야 한다.
 - (나) 호환되지 않도록 하는 적어도 두 가지 방법 중, 즉 접촉면의 크기와 위치로 하는 방법 또는 플러그 슬리브와 콘센트 함의 배열을 조정하는 방법 중 하나 이상을 사용하여야 한다.
- (다) 배선기구들은 사용상의 편의로 많이 사용되지만, 전부하 또는 회전자 구속 전류에서 전기기기를 차단하기 위해서 배선기구의 조합이 사용되어야 한다. 이 조립품이 적합하지 않으면 연동기구가 있는 콘센트 같은 기타 부하차단방법을 사용하여야 한다.

3.3 소방설비

소방설비는 「소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」 등 관련규정을 적용하고 그 외 사항에 대하여는 아래사항을 적용한다.

1. 한 실험실 당 하나 이상의 화재 적응성이 있는 소화기(A급 : 일반화재, B급 : 유류화재, C급 : 전기 및 가스화재)의 비치를 원칙으로 하며 실험실 규모에 따라 바닥면적 33㎡마다 한 대씩 비치하여야 한다. 또한, 복도에는 소형소화기의 경우에는 20m마다, 대형소화기의 경우에는 30m마다 한 대씩 비치하고, 필요에 따라 추가 비치하도록 한다.

국가화재안전기준(NFSC) 소화기구의 화재안전기준(NFSC101) 제4조 설치기준

2. 소화기는 화재 시 신속히 사용할 수 있도록 다음 기준에 따라 비치하고 유지관리하여야 한다.

실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA CODE G-7-2006) 6. 실험실 안전장치 6.7 소방설비 (2)소화기

- (가) 소화기는 화재의 종류에 따라서 분류되며 화재에 따라서 해당되는 문자나 표시를 갖춘 종류를 사용한다.
- (나) 소화기는 적합한 표시에 의하여 확실히 구분되어야 하며 출입구 가까운 벽에 안전하게 설치되어 있어야 한다.
- (다) 모든 소화기들에 대해 정기적으로 충전상태, 손상여부, 압력저하, 설치불량 등을 점검한다.
- (라) 사용되었거나 손상을 입고 내부 충전상태가 불량하면 새것으로 교체하거나 재충전한다.

3. 옥내소화전은 전원이 항상 ON상태가 되도록 점등된 상태로 유지하여야 하며, 소화호스는 꼬이지 않도록 수납·보관하여야 한다.

실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA CODE G-7-2006) 6. 실험실 안전 6.7 소방설비 (4)소화전

- (가) 옥내소화전함 앞에는 물건을 두지 말아야 하며, 옥내소화전은 항상 사용 가능하도록 준비되어 있어야 한다.
- (나) 호스는 꼬이지 않도록 감아 사용 시 쉽게 펼칠 수 있어야 한다.
- (다) 옥내소화전함 내부는 습기가 차거나 호스내에 물이 들어있지 않도록 하여야 한다.
- (라) 호스를 사용한 후에는 건조한 후 원래 위치에 보관하여야 한다.

4. 실험실당 하나 이상의 화재감지기를 설치하고 화재 시 화재감지와 연동하여 자동으로 비상벨 등 경보가 울려야 한다.

국가화재안전기준(NFSC) 자동화재탐지설비에 관한 기준(NFSC203) 제7조 감지기

제7조(감지기) ① 자동화재탐지설비의 감지기는 부착높이에 따라 다음 표에 따른 감지기를 설치하여야 한다. 다만, 지하층·무창층등으로서 환기가 잘되지 아니하거나 실내면적이 40㎡ 미만인 장소, 감지기의 부착면과 실내바닥과의 거리가 2.3m 이하인 곳으로서 일시적으로 발생한 열·연기 또는 먼지등으로 인하여 화재신호를 발신할 우려가 있는 장소(제5조 제2항 본문의 규정에 따른 수신기를 설치한 장소를 제외한다)에는 다음 각 호에서 정한 감지기중 적응성 있는 감지기를 설치하여야 한다.

5. 피난구유도등 및 통로유도등은 상시 점등상태가 유지되어야 하며, 정전 시에는 상용전원에서 비상전원으로 자동 전환되어야 하고, 작동유무를 주기적으로 점검한다.

국가화재안전기준(NFSC), 유도등 및 유도표지의 화재안전기준(NFSC 303) 제5조 피난구유도등

제9조(유도등의 전원) ① 유도등의 전원은 축전지 또는 교류전압의 옥내간선으로 하고, 전원까지의 배선은 전용으로 하여야 한다.

④ 제3항 제2호의 규정에 따라 3선식 배선에 따라 상시 충전되는 유도등의 전기회로에 점멸기를 설치하는 경우에는 다음 각 호의 1에 해당되는 때에 점등되도록 하여야 한다.

1. 자동화재탐지설비의 감지기 또는 발신기가 작동되는 때
2. 비상경보설비의 발신기가 작동되는 때
3. 상용전원이 정전되거나 전원선이 단선되는 때
4. 방재업무를 통제하는 곳 또는 전기실의 배전반에서 수동으로 점등하는 때
5. 자동소화설비가 작동되는 때

3.4 공조설비

3.4.1 환기

1. 모든 실험실은 가능한 기계식 공조시스템을 설치하고, 실내공기를 100% 외기로 배출할 수 있는 구조가 되어야 하며, 흡후드로 공기가 재유입되지 않도록 한다.

Good Practice

NFPA 45, Chapter 6-2.1

University of California, Environment, Health & Safety Laboratory Safety Design Guide, 3. Laboratory Ventilation and Fume Hoods

2. 공기공급 확산장치의 위치는 실험실 후드, 배출설비, 화재감지나 소화설비의 성능에 악영향을 미치는 기류를 피해야 한다.

NFPA 45, Chapter 6-3.4,

3. 실험실 내의 공기유속으로 인해 흡후드 및 생물안전작업대의 성능을 저하시키지 않도록 하여야 한다.

NFPA 45, Chapter 6-9.1 and 6-9.2

4. 양압을 필요로 하는 clean room 등의 실험실은 출입 전실과 clean room의 출입구가 동시에 개방되지 않도록 한다.

ANSI/AIHA Z9.5 – 1992, 4.11.4-4.11.5

5. 일반적으로 실험실은 시간당 최소 6회~20회의 환기횟수(자연 또는 기계식 방식)가 확보되도록 하여야 한다.

Design and Construction of Inside Storage Rooms, General Industry Standard 29 CFR 1910.106, page 144, OSHA

University of California, Environment, Health & Safety Laboratory Safety Design Guide, 3. Laboratory Ventilation and Fume Hoods

6. 실험실 내 공기의 유속은 흡후드의 성능을 저하시키지 않도록 한다.

Good Practice

7. 외기 공급시스템은 외부공기 100%를 이용하여 공급하고 외부로 배출하는 것을 권장한다.

University of California, Environment, Health & Safety Laboratory Safety Design Guide, 3. Laboratory Ventilation and Fume Hoods

8. 흡후드는 실험 후 실험 잔존물이 없도록 청결함을 유지하여야 하고, 흡후드 내부에는 필수 실험장비에는 불필요한 장비를 두지 않아야한다. 특히, 폐기물 및 유해화학물질은 보관하지 않도록 한다.

Good Practice

Prudent Practice in the Laboratory chapter 9 Laboratory Facilities 9.C LABORATORY VENTILATION 9.C.2 Laboratory Chemical Hoods 9.C.2.5 Housekeeping

9. 실험실 내 배기 시스템은 향후 확장을 대비하여 최소 25% 여유있는 용량으로 디자인되어야 한다.

Good Practice

3.4.2 덕트

1. 배출설비는 액체의 침전물이나 응축 가능한 고체를 최소화하도록 유지하여야 한다.

화학물질을 사용하는 실험실 내의 작업 및 설비안전 기술지침KOSHA CODE P-76-2011) 7. 실험실 환기설비 및 후드 7.5 구역 배출설비

(3) 실험실 배출설비의 덕트 내 유체의 흐름속도는 실험실 후드의 정상적인 가동 중에 배출설비에서 액체의 침전물이나 응축 가능한 고체를 최소화하도록 충분히 유지하여야 한다.

2. 덕트는 완전히 비연소성 물질로 설치하되, 연소성이 있는 건축물의 신축성(Flexible)덕트는 실험실 내에 최대한 지양한다.

화학물질을 사용하는 실험실 내의 작업 및 설비안전 기술지침KOSHA CODE P-76-2011) 7. 실험실 환기설비 및 후드 7.5 구역 배출설비

(1) 실험실 후드와 지역 배출설비 덕트는 완전히 비 연소성 물질로 설치하여야 한다. 다만, 연소성이 있는 건축물의 신축(Flexible) 덕트는 실험실 내에 특별한 지역 배출설비를 위해 사용되도록 하며, 연소성이 있는 덕트가 통과하는 모든 구역에 승인된 자동소화설비로 방호된 경우에 사용할 수 있다.

3. 덕트는 근무조건과 요구사항에 맞도록 적절한 길이와 강도를 유지하고, 기계적인 피해로부터 방호되어야 한다.

화학물질을 사용하는 실험실 내의 작업 및 설비안전 기술지침KOSHA CODE P-76-2011) 7. 실험실 환기설비 및 후드 7.5 구역 배출설비

(2) 덕트는 근무조건과 설치 요구사항에 맞도록 적절한 길이와 강도를 유지하고, 기계적인 피해로부터 방호되어야 하며 실험실의 배출 덕트는 건물의 외부 지점이나 기계적인 공간, 축까지 분리하여야 한다.

4. 덕트 내 공기 유속은 다음의 기준을 준용하여 설계한다.

BS EN 14175-7:2012 Fume cupboards – Part 7 : Fume cupboards for high heat and acidic load

- 덕트내부 공기 유속 : 7.5m/s를 초과 금지
- 시약장 배기덕트 : 5.0m/s 초과 금지
- 건물 내 main 덕트 : 5.5m/s 초과 금지
- 외부 덕트 : 6.0m/s 초과 금지

3.5 가스설비

가스를 사용하는 실험실에서는 「고압가스안전관리법」, 「액화석유가스의 안전 및 사업관리법」 등 관련법을 적용하고 그 외 사항에 대하여는 아래사항을 적용한다.

1. 고압가스는 「고압가스안전관리법」에 의거 저장능력 산정기준 및 관련 규정에 적합하도록 관리하여야 한다.

《고압가스의 종류》

분 류	가스의 종류	관련세부기준
가연성	수소, 암모니아, 일산화탄소, 프로판, 부탄 등	KSG FU111
독 성	암모니아, 일산화탄소, 염소 등	

* 고압가스안전관리법 시행규칙 제2조

실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA CODE G-7-2006) 13. 위험장비 및 장치 사용시 안전 13.1 가스용기

- (1) 가스용기는 사용할 때나 보관중에 안전한 물체(벽이나 무거운 실험용 책상)에 가죽끈이나 체인으로 안전하게 고정시키며, 사용하지 않을 때에는 항상 뚜껑을 씌어 놓도록 한다.
- (2) 가스용기를 운반할 때에는 뚜껑을 씌워 안전한 손수레를 사용토록 한다.
- (3) 가스용기 옆에서는 화기를 사용하지 않는다.
- (4) 가스를 사용하기 전에는 가스누출이 없음을 확인한다.
- (5) 가스용기는 정기적으로 규정된 검사를 받아야 한다.
- (6) 조정기를 연결하기 위해 어댑터는 쓰지 않으며, 각각 가스의 특성에 맞는 조정기를 사용하도록 한다. 또한 모든 조정기는 정기적으로 검사를 받아야 한다.
- (7) 가스용기는 가열로 등과 같은 열기기 근처에 놓지 않는다.

2. 가스용기 보관 장소는 직사광선을 피하고 통풍이 원활하여야 하며, 가스특성에 맞는 적절한 온도를 유지하여야 한다.

고압가스 안전관리법 시행규칙 별표 8 고압가스 저장·사용의 시설·기술·검사 기준 1 고압가스 저장

3. 가연성가스, 독성가스 및 산소의 용기는 각각 구분하여 용기보관장소에 놓는다.

고압가스 안전관리법 시행규칙 별표 8 고압가스 저장·사용의 시설·기술·검사 기준 1 고압가스 저장

4. 용기보관 장소는 주위 2m 이내에 화기 또는 인화성 및 발화성 물질을 두지 않아야 한다.

고압가스 안전관리법 시행규칙 별표 8 고압가스 저장·사용의 시설·기술·검사 기준 1 고압가스 저장

5. 가스설비 또는 저장설비는 그 외면으로부터 화기(그 설비 안의 것은 제외)를 취급하는 장소까지 2m(가연성가스 또는 산소의 가스설비 또는 저장설비는 8m 이상) 이상의 우회거리를 유지해야 하고, 가스설비와 화기를 취급하는 장소와의 사이에는 그 가스설비로부터 누출된 가스가 유동하는 것을 방지하기 위한 적절한 조치를 하여야 한다.

고압가스 안전관리법 시행규칙 별표 8 고압가스 저장·사용의 시설·기술·검사 기준 1 고압가스 저장

6. 가스설비 및 배관의 재료는 고압가스의 특성에 적합한 기계적·화학적·물리적 성질을 가져야 한다.

고압가스 안전관리법 시행규칙 별표 8 고압가스 저장·사용의 시설·기술·검사 기준 1 고압가스 저장

《고압가스 저장의 시설·기술·검사 기준》

조항	세부기준
2.3.1	가연성가스의 가스설비실 또는 저장설비실의 벽은 불연재료를 사용하고, 그 지붕은 불연 또는 난연의 가벼운 재료를 사용한다. 다만, 암모니아가스의 가스설비실 및 저장설비실 지붕은 가벼운 재료를 사용하지 않을 수 있다.
2.3.3.2.1	가연성가스, 산소 및 독성가스의 용기보관실은 각각 구분하여 설치한다.
2.3.3.2.2	가연성가스의 용기보관실은 그 가스가 누출된 때에 체류하지 않도록 통풍구를 갖추고, 통풍이 잘 되지 아니하는 곳에는 강제 환기시설을 설치하며, 독성가스의 용기보관실은 누출되는 가스의 확산을 적절하게 방지할 수 있는 구조로 한다.
3.1.2.2(2)	가연성가스, 독성가스 및 산소의 용기는 각각 구분하여 용기보관장소에 놓는다.
2.8.2	독성가스 및 공기보다 무거운 가연성가스의 저장시설에는 가스누출검지경보장치를 설치한다.
2.8.2.3.1(1)	건축물 안에 설치되어 있는 감압설비, 저장설비 등 가스가 누출하기 쉬운 설비를 설치하는 곳 주위에는 누출한 가스가 체류하기 쉬운 장소에 이들 설비군의 둘레 10m마다 1개 이상의 비율로 계산한 개수만큼 가스누출검지경보장치를 설치한다.

《특수고압가스 사용의 시설·기술·검사 기준》

조항	세부기준
2.8.2	독성가스 및 공기보다 무거운 가연성가스의 저장설비에는 가스가 누출될 경우 이를 신속히 검지하여 효과적으로 대응할 수 있도록 하기 위해 다음 기준에 따라 가스누출검지경보장치를 설치한다.
2.8.2.1	검지경보장치는 가연성가스 또는 독성가스의 누출을 검지하여 그 농도를 지시함과 동시에 경보를 울리는 기능을 가진 것으로 한다.
2.8.3	사용시설의 저장설비에 부착된 배관에는 가스 누설 시 안전한 위치에서 조작이 가능한 긴급차단장치를 설치한다.
2.9.4	독성가스를 저장하는 시설에는 그 시설로부터 독성가스가 누출될 경우 그 독성가스로 인한 중독을 방지하기 위하여 제독설비를 설치한다.

3.6 폐기물관리

폐기물은 「폐기물관리법」 등 관련법을 적용하고 그 외 사항에 대하여는 아래사항을 적용하는 것을 권장한다.

1. 폐기물은 종류별(지정폐기물, 의료폐기물 등), 성상별(유기, 산, 알칼리)로 구분하여 밀폐 가능한 용기에 저장하고 필요시(저장공간부족 등) 외부에 별도의 폐액 저장소를 구축하여 관리하도록 한다.

폐기물관리법시행규칙 별표5 폐기물의 처리에 관한 구체적 기준 및 방법 4. 지정폐기물의 기준 및 방법, 5. 지정폐기물 중 의료폐기물의 기준 및 방법

나. 보관의 경우

- 1) 지정폐기물은 지정폐기물 외의 폐기물과 구분하여 보관하여야 한다.
- 2) 폐유기용제는 휘발되지 아니하도록 밀폐된 용기에 보관하여야 한다.
- 9) 지정폐기물의 보관창고에는 보관 중인 지정폐기물의 종류, 보관기능 용량, 취급 시 주의사항 및 관리책임자 등을 적어 넣은 표지판을 다음과 같이 설치하여야 한다. 다만, 드럼 등 보관용기를 사용하여 보관하는 경우에는 용기별로 폐기물의 종류·양 및 배출업소 등을, 지정폐기물의 종류가 같은 용기가 여러 개 있는 경우에는 폐기물의 종류별로 폐기물의 종류·양 및 배출업소 등을 각각 알 수 있도록 표지판에 적어 넣어야 한다.

2. 화학폐기물의 수집 운반상의 일반적 주의사항은 실험실 안전보건에 관한 기술지침에 따른다.

실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA CODE G-7-2006) 10. 실험실 폐기물의 처리 10.1 수집 운반상의 일반적 주의

- (1) 화학폐기물 수집 용기는 운반 및 용량 측정이 용이한 플라스틱 용기를 사용하여야 한다.
- (2) 수집용기 외부에는 부서명과 호실, 전화번호, 품명, 특성 및 주의사항 등을 기록한 특정폐기물 표지를 부착한다.
- (3) 유해물질의 폐기물을 수집할 때는 폐산, 폐알카리, 폐유기용제(할로겐족, 비할로겐족) 폐유 등 중류별로 구분하여 수집하여야 한다.
- (4) 수집한 유해물질의 폐기물 용기는 직사광선을 피하고 통풍이 잘되는 곳을 폐기물 보관 장소로 지정하여 보관하여야 하며 복도, 계단 등에 방치하여서는 안 된다.
- (5) 유해물질의 폐기물 취급 및 보관 장소에는 금연, 화기취급엄금 표지와 폐기물 보관수칙을 부착한다.
- (6) 빈 시약병은 깨어지지 않도록 기존 상자에 넣어 폐기물 보관 장소에 보관한다.
- (7) 수집·보관된 유해물질 폐기물 용기는 폐액의 유출이나 악취가 발생되지 않도록 2중 마개로 닫는 등 필요한 조치를 하여야 한다.
- (8) 수집된 폐기물을 운반할 때는 손수레와 같은 안전한 운반구 등을 이용하여 운반한다.
- (9) 방사성 물질을 함유한 폐기물은 별도 수집하며, 정해진 처리규정에 따라 누설되지 않도록 엄중히 처리해야 한다.

3. 폐기물 용기는 가득차면(용기의 80%정도) 즉시 실험실 외부로 반출하여 폐기물 보관 장소에 보관하여야 한다.

Good Practice

4. 화학폐기물의 처리상의 기준은 실험실 안전보건에 관한 기술지침에 따른다.

실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA CODE G-7-2006) 10. 실험실 폐기물의 처리 10.2 처리상의 일반적 기준

- (1) 폐액에 의하여 처리중 유독가스의 발생, 발열, 폭발 등의 위험을 충분히 조사하고, 첨가하는 약제를 소량씩 넣는 등 주의하면서 처리해야 한다.
- (2) 악취가 나는 폐액, 유독가스를 발생하는 폐액 및 인화성이 강한 폐액은 누설되지 않도록 적당한 처리를 강구하여 조기에 처리한다.

- (3) 폭발성 물질을 함유하는 폐액은 보다 신중하게 취급하고 조기 처리한다.
- (4) 간단한 제거제로는 처리가 어려운 폐액은 적당한 처리를 강구하고, 처리되지 않은 상태로 방출되는 일이 없도록 주의한다.
- (5) 처리 후에도 폐수가 유해한 경우에는 추가로 후처리 할 필요가 있다.
- (6) 유해물질이 부착된 거름종이, 약봉지, 폐 활성탄 등은 적절한 처리를 한 후에 보관한다.

5. 방사성 물질을 함유한 폐기물은 별도 수집하며, 정해진 처리규정에 따라 누설되지 않도록 엄중히 처리하여야 한다.

실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA CODE G-7-2006) 10. 실험실 폐기물의 처리 11 방사선 폐기물처리

11.1 고체

고체 방사선 폐기물은 플라스틱 봉지에 넣고 테이프로 봉한 후 방사선물질 폐기전용의 고안된 금속제 통에 넣는다.

11.2 액체

액체 방사선 폐기물은 수용성과 유기성으로 분리하며 고체의 경우와 마찬가지로 액체 방사선 폐기물을 위해 고안된 통을 이용한다.



【 폐액보관통 사례】

3.7 화학물질 통합관리

3.7.1 일반사항

- 대학 내 화학물질을 사용하는 실험실에서는 「화학물질관리법」, 「위험물안전관리법」, 「폐기물관리법」 등 관련법을 준용하고, 사전예방적 위해·위험관리를 위한 통합관리시스템의 적용을 권장한다.

- 모든 화학물질은 종류, 보유량, 유해·위해성 등을 확인할 수 있도록 DB를 구축하여 전수 관리하는 것을 권장한다.

Good Practice

- 모든 화학물질은 라벨, 태그 등 적절한 방법으로 코드화하여 실험실 구매부터 폐기까지 통합적이고 체계적인 이력관리시스템의 구축을 권장한다.

Good Practice



【화학물질 이력관리시스템 체계(예시)】

- 대학 내 분산된 모든 화학물질은 MSDS(Material Safety Data Sheet), 용기 및 포장의 경고표시(GHS), 관련법령 등의 각종 관련 자료를 통합하여 일원화된 정보를 제공할 수 있는 정보화시스템의 구축을 권장한다.

화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준(노동부고시 제2009-68호) 제15조

제15조(게시 또는 비치) ① 사업주는 사업장에 쓰이는 모든 대상화학물질에 대한 MSDS를 취급근로자가 쉽게 볼 수 있는 다음 각 호의 장소 중 어느 하나 이상의 장소에 게시 또는 갖추어 두고 정기 또는 수시로 점검·관리하여야 한다.

1. 대상화학물질 취급작업 공정 내
2. 안전사고 또는 직업병 발생우려가 있는 장소
3. 사업장 내 근로자가 가장 보기 쉬운 장소

화학물질관리법 제10조 화학물질 통계조사 및 정보체계 구축·운영

제10조(화학물질 통계조사 및 정보체계 구축·운영) ① 환경부장관은 2년마다 화학물질의 취급과 관련된 취급현황, 취급시설 등에 관한 통계조사(이하 "화학물질 통계조사"라 한다)를 실시하여야 한다. 이 경우 통계의 조사·작성에 관하여는 「통계법」의 관계 규정을 준용한다.

- ② 환경부장관은 화학물질 통계조사의 효율적 수립·시행을 위하여 서면조사 또는 현장조사를 실시하거나 정보체계를 구축·운영하여야 한다.
- ③ 환경부장관은 화학물질 통계조사 및 제2항에 따른 정보체계의 구축·운영을 위하여 필요한 경우에는 관계 중앙행정기관의 장, 지방자치단체의 장, 공공기관(「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 공공기관을 말한다)의 장, 관계 기관 및 단체의 장 등에게 필요한 자료 및 정보의 제공을 요청할 수 있다. 이 경우 자료 및 정보의 제공을 요구받은 자는 정당한 사유가 없으면 이에 따라야 한다.
- ④ 환경부장관은 화학물질을 취급하는 자에게 화학물질 통계조사에 필요한 자료를 제출하도록 명하거나 관계 공무원으로 하여금 해당 사업장 등에 출입하여 화학물질과 관련된 현황을 조사하게 할 수 있다. 이 경우 출입·조사를 하는 공무원은 그 권한을 표시하는 증표를 지니고 이를 관계인에게 내보여야 한다.
- ⑤ 화학물질 통계조사의 대상, 내용, 방법 및 절차 등에 관하여 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.

화학물질관리법 제16조 유해화학물질의 표시 등

제16조(유해화학물질의 표시 등) ① 유해화학물질을 취급하는 자는 해당 유해화학물질의 용기나 포장에 다음 각 호의 사항이 포함되어 있는 유해화학물질에 관한 표시를 하여야 한다. 제조하거나 수입된 유해화학물질을 소량으로 나누어 판매하려는 경우에도 또한 같다.

1. 명칭: 유해화학물질의 이름이나 제품의 이름 등에 관한 정보
 2. 그림문자: 유해성의 내용을 나타내는 그림
 3. 신호어: 유해성의 정도에 따라 위험 또는 경고로 표시하는 문구
 4. 유해·위험 문구: 유해성을 알리는 문구
 5. 예방조치 문구: 부적절한 저장·취급 등으로 인한 유해성을 막거나 최소화하기 위한 조치를 나타내는 문구
 6. 공급자정보: 제조자 또는 공급자의 이름(법인인 경우에는 명칭을 말한다)·전화번호·주소 등에 관한 정보
 7. 국제연합번호: 유해위험물질 및 제품의 국제적 운송보호를 위하여 국제연합이 지정한 물질분류번호
- ② 유해화학물질을 취급하는 자는 유해화학물질 취급시설과 취급현장, 유해화학물질을 보관·저장 또는 진열하는 장소, 유해화학물질 운반차량에 제1항에 따른 유해화학물질에 관한 표시를 하여야 한다.
- ③ 환경부장관은 유해화학물질 이외의 화학물질에 대한 안전관리를 위하여 필요하다고 인정하면 그 물질을 취급하는 자에게 물질별로 적절한 표시를 하도록 권고할 수 있다.
- ④ 유해화학물질의 표시대상 및 표시방법 등에 관하여 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.

－ 화학물질 정보화시스템 구축 시 화학물질 누출사고 및 화학물질에 의한 화재·폭발 등 긴급상황 발생 시 신속한 사고대응을 위하여 화학물질 사고대응 정보제공이 가능하도록 설계하는 것을 권장한다.

* 주요 정보제공 내용 : 물질 기본정보, 성상, 인체유해성, 화재진압 요령, 누출방재 요령, 응급조치 사항 등

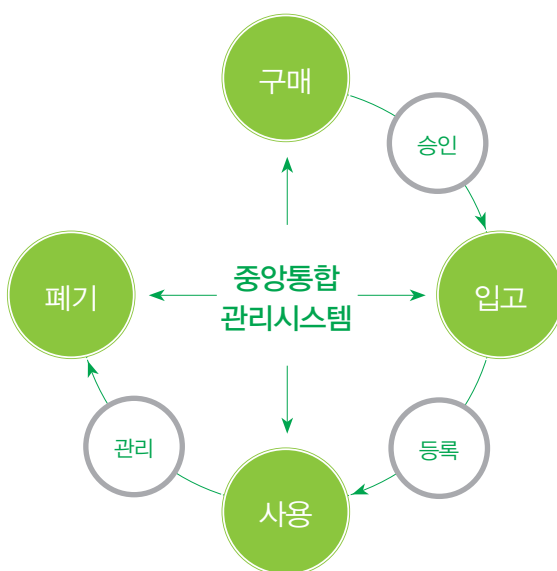
Good Practice

3.7.2 통합관리시스템 구축

- 대학은 캠퍼스 내 입·반출되는 모든 화학물질의 전수관리를 위하여 중앙통합관리시스템 구축을 검토하는 것을 권장한다.

Good Practice

화학물질 중앙통합관리시스템은 대학 내 안전한 화학물질 관리를 위하여 화학 물질의 구매, 입고, 사용, 폐기의 전 과정을 통합관리하는 시스템을 말한다.



【화학물질 중앙통합관리시스템 체계(예시)】

- 화학물질은 구매부터 폐기까지 전 과정을 중앙통합관리시스템 구축을 통하여 관리하여야 한다.
- 모든 화학물질 사용자 및 관리자가 물질명, CAS번호, 유해·위험성 정보 등의 검색 및 조회가 가능하도록 시스템을 구축하여야 한다.
- 화학물질 중앙통합관리시스템을 구축하여 운영하는 경우 구매·입고 시 안전, 건강, 환경에 대한 사전 유해성을 검토하여 승인하도록 하고, 화학물질 안전교육 및 건강검진관리와 연계하여 운영하는 것이 필요하다.

3.7.3 안전환경 구축 사례

- 대학 내 모든 화학물질 정보의 기입, 구매 및 사용, 폐기에 대한 통합관리는 전문인력과 조직에 의하여 중앙 집중 관리하고, 지정된 장소 또는 위험물저장소에서 일괄적으로 보관·운반·처리하는 것을 권장한다.



【화학물질 통합관리 구축 사례(대학)】



【위험물 및 폐기물 저장소 내부(사례)】

유해화학물질 저장 운반 및 취급에 관한 기술지침 4. 화학물질의 저장

4.1 옥외저장

4.1.1 밀폐용기

- (1) 화학물질의 저장 장소는 위험원과 작업장으로부터 가능한 한 멀리 떨어진 곳이어야 한다.
- (2) 화학물질의 저장 장소는 담장 또는 울타리로 둘러싸는 등 근로자들이 쉽게 접근할 수 없도록 하여야 한다.
- (3) 캔, 드럼 등의 용기에 들어있는 화학물질을 저장할 경우에는 빗물 등으로 인한 침수방지와 용기 부식 및 훼손 방지를 위하여 받침대를 두고 그 위에 저장한다.
- (4) 옥외저장 화학물질 용기는 빗물이나 태양광선에 의하여 손상되지 않는 재질이어야 한다.
- (5) 빗물이나 태양광선에 의하여 손상될 우려가 있는 용기는 천막이나 지붕을 설치한 곳에 두어야 한다.
- (6) 용기는 밀봉하여 보관하여야 한다.
- (7) 저장장소는 주위에는 배수로를 설치하고, 배수로의 마지막 출구 쪽에는 화학물질이 새어 나가는 경우 그 범위를 줄이기 위한 차단장치를 설치한다.
- (8) 저장장소에는 만일의 경우를 대비하여 출입이 쉬운 곳에 소화기나 소화전을 비치하여야 한다.
- (9) 화학물질이 새어나가는 경우에 반응 및 혼합 등에 따른 화재·폭발을 일으키거나 독성이 강한 유해 가스 나 증기가 발생할 우려가 있는 물질은 별도 장소에 저장한다.
- (10) 용기는 손상으로 인하여 새거나 녹슬지 않도록 관리하여야 하고, 적절한 높이로 쌓아두어야 한다.
- (11) 저장장소 안이나 가까운 곳에서 용접작업이나 흡연을 하지 않도록 하여야 한다.

4.1.2 탱크 내 저장

- (1) 저장탱크는 저장하는 화학물질의 성질에 따라 적당한 재질, 두께 및 구조를 갖추어야 한다.
- (2) 저장장소는 가능한 외부의 위험원과 작업장으로부터 멀리 떨어져 있어야 한다.
- (3) 화학물질이 새는 경우에 대비하여 방유제를 설치하여야 하며, 평상시에는 외부와 연결이 되지 않고 차단된 상태로 있어야 한다. 빗물이 방유제 내에 고일 경우에는 수시로 빼내어야 한다.
- (4) 탱크 내에 저장된 화학물질에서 발생하는 가스, 증기, 미스트, 흠 또는 분진(이하 “증기등”이라 한다)을 최소화 할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.
- (5) 탱크에는 뚜껑을 설치하여야 하고, 증기등의 발생에 대비하여 벤트 배관 또는 안전밸브를 설치하여야 한다.
- (6) 탱크 내에 저장된 화학물질에서 발생하는 화재에 대비하여 소화 설비를 갖추어야 한다.

- (7) 증기등이 발생하는 저장 탱크의 벤트나 안전밸브는 공기정화장치와 연결한다.
- (8) 공기정화장치는 해당 물질에서 발생하는 증기등을 효율적으로 포집할 수 있는 성능을 갖추어야 하고, 항상 가동하여야 한다.
- (9) 탱크에 저장된 화학물질의 양을 쉽게 알 수 있는 레벨게이지를 설치하여야 한다.

4.1.3 개방조 내에 저장

- (1) 개방조에 화학물질을 저장할 때에는 덮개와 개방조 내의 증기등을 배기(排氣)하기 위한 덕트를 설치하고 공기정화장치에 연결한다.
- (2) 덮개가 쉽게 움직이지 않을 정도로 큰 경우에는 개폐문을 설치하여야 하고, 평상시에는 닫아 두어야 한다.
- (3) 개폐문을 열었을 때 공기 흐름이 개폐문 안쪽으로 이루어지도록 덕트를 통하여 배기(排氣) 하여야 한다.
- (4) 공기정화장치는 해당 물질에서 발생하는 증기등을 효율적으로 흡수, 포집할 수 있는 성능을 갖추어야 하고, 항상 가동하여야 한다.

4.2 옥내저장

4.2.1 밀폐 용기

- (1) 용기는 밀봉된 상태로 저장하여야 하고, 개봉하여 사용중인 용기도 저장할 경우에는 밀봉하여야 한다.
- (2) 화학물질이 새어 나가는 경우에 반응 및 혼합 등에 따른 화재·폭발을 일으키거나 독성이 강한 유해 증기 등이 발생할 우려가 있는 물질은 별도 장소에 저장한다.
- (3) 화학물질을 저장할 경우 화학물질의 종류별로 분리·저장하여야 한다.
- (4) 용기는 손상으로 인하여 새거나 녹슬지 않도록 관리하여야 하고, 적절한 높이로 쌓아두어야 한다.
- (5) 인화성 물질을 저장하는 장소에는 점화원이 되는 물질을 두지 않아야 하며, 전기설비는 방폭형으로 하여야 한다.
- (6) 용기 내의 화학물질에서 발생하는 증기등을 옥외로 배출하도록 다음 각 호의 요건에 맞는 환기설비가 설치되어야 한다.
 - (가) 지붕과 벽을 통한 환기가 동시에 이루어지도록 한다.
 - (나) 발생하는 증기등의 물리적 성질에 따라 상부, 하부에 적절한 배기장치를 설치하여야 한다.
 - (다) 작업장과 연결된 저장 장소로부터 배출된 공기가 작업장으로 유입되지 않도록 한다.

(라) 환기설비는 항상 가동하여야 한다.

4.2.2 탱크 내 저장

- (1) 저장탱크는 저장하는 화학물질의 성질에 따라 적당한 재질과 두께, 구조를 갖추어야 한다.
- (2) 저장장소는 가능하면 외부의 위험원과 작업장으로부터 멀리 떨어져 있어야 한다.
- (3) 탱크 내의 부속설비에서 화학물질이 새지 않도록 예방 정비하고, 새는 부분은 즉시 수리하여야 한다.
- (4) 탱크 내에 저장된 화학물질에서 발생하는 증기등을 최소화할 수 있는 설비를 갖추어야 한다.
- (5) 저장 탱크 주위에는 화재 발생시에 대비하여 소화 설비를 갖추어야 한다.
- (6) 탱크에는 맨홀을 설치하여야 하고, 증기등의 발생에 대비하여 벤트라인 또는 안전밸브를 설치하여야 한다.
- (7) 증기등이 발생하는 저장 탱크의 벤트나 안전밸브는 공기정화장치와 연결한다.
- (8) 공기정화장치는 해당 화학물질의 증기등을 효율적으로 흡수 포집할 수 있는 성능을 갖추어야 하고, 항상 가동하여야 한다.
- (9) 상부가 열린 탱크에 분말 등 고체 물질을 저장할 경우에는 기류에 의해 비산되지 않도록 덮개를 설치하는 등의 조치를 취하여야 한다.

4.2.3 작업장 내 저장

- (1) 화학물질은 작업장과 별도의 장소에 저장하여야 하며, 작업장 내부에는 1일 작업에 필요한 최소한의 양만큼만 두어야 한다.
- (2) 저장된 용기는 밀봉하여야 하며, 증기등이 발생할 우려가 있을 경우에는 덕트를 설치하고 공기정화 장치에 연결하거나 환기설비가 설치된 곳에 둔다.

4.2.4 벌크(Bulk) 상태로 저장

저장된 화학물질은 유출되거나 비산되지 않도록 덮개를 설치하거나 살수 등의 조치를 취하여야 한다.

4.2.5 누출감지 및 화학폭발 등 예방

화학물질의 저장설비 및 저장과 관련된 부속 설비에는 가스누출감지 경보기, 긴급차단밸브, 화재폭발 방지설비를 갖추어 해당 물질의 유해위험성에 대비하여야 한다.

4. 안전장비 가이드라인

4.1 개인보호구

4.2 실험대

4.3 흡후드

4.4 시약장

4.5 비상세안기

4.6 비상샤워기

4.7 생물안전작업대

4.8 고압가스 실린더캐비닛

4.1 개인보호구

1. 개인보호구는 유해위험요인에 의해 발생할 수 있는 사고위험으로부터 연구활동종사자를 보호하는 장비로써 실험실 출입 및 실험 수행시 반드시 적절한 보호구를 착용하여야 한다.

화학물질관리법 14조 취급자의 개인보호장구 착용

제14조(취급자의 개인보호장구 착용) ① 유해화학물질을 취급하는 자는 다음 각 호 어느 하나에 해당하는 경우 해당 유해화학물질에 적합한 개인보호장구를 착용하여야 한다.

1. 기체의 유해화학물질을 취급하는 경우
 2. 액체 유해화학물질에서 증기가 발생할 우려가 있는 경우
 3. 고체 상태의 유해화학물질에서 분말이나 미립자 형태 등이 체류하거나 비산할 우려가 있는 경우
 4. 그 밖에 환경부령으로 정하는 경우
- ② 제1항에 따른 개인보호장구의 구체적 종류 및 기준 등은 해당 유해화학물질의 특성에 따라 환경부장관이 고시한다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 32조 보호구에 관한 기준

제32조(보호구의 지급 등) ① 사업주는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 작업을 하는 근로자에 대해서는 다음 각 호의 구분에 따라 그 작업조건에 맞는 보호구를 작업하는 근로자 수 이상으로 지급하고 착용하도록 하여야 한다.

1. 물체가 떨어지거나 날아올 위험 또는 근로자가 추락할 위험이 있는 작업: 안전모
 2. 높이 또는 깊이 2미터 이상의 추락할 위험이 있는 장소에서 하는 작업: 안전대(安全帶)
 3. 물체의 낙하·충격, 물체에의 끼임, 감전 또는 정전기의 대전(帶電)에 의한 위험이 있는 작업: 안전화
 4. 물체가 흩날릴 위험이 있는 작업: 보안경
 5. 용접 시 불꽃이나 물체가 흩날릴 위험이 있는 작업: 보안면
 6. 감전의 위험이 있는 작업: 절연용 보호구
 7. 고열에 의한 화상 등의 위험이 있는 작업: 방열복
 8. 선창 등에서 분진(粉塵)이 심하게 발생하는 하역작업: 방진마스크
 9. 섭씨 영하 18도 이하인 급냉동어창에서 하는 하역작업: 방한모·방한복·방한화·방한장갑
- ② 사업주로부터 제1항에 따른 보호구를 받거나 착용지시를 받은 근로자는 그 보호구를 착용하여야 한다.

2. 개인보호구를 선정할 경우 일반적으로 아래 사항을 고려하여야 한다.

개인보호구의 사용 및 관리에 관한 기술지침(KOSHA GUIDEG - 12 - 2013)

- 개인보호구는 위험예방에 적합해야 하며 위험이 발생할 수 있는 노출된 장소의 조건들에 적합해야 한다.
- 개인보호구는 실험종사자가 몸에 맞출 수 있도록 조절될 수 있어야 한다.
- 개인보호구를 착용하는 실험종사자는 개인보호구를 착용하는데 필요한 시간, 작업에 요구되는 물리적 노력 그리고 시인성과 정보교환을 위한 필요사항 등을 알아야 한다.
- 개인보호구를 착용하는 실험종사자들의 건강상태가 검사되어야 한다.
- 한 종류 이상의 개인보호구를 착용한다면 그것들은 서로 조화를 이루어야 한다. 예를 들어 특수한 형태의 호흡기보호 장비는 보안경을 착용하는 것을 어렵게 하지 않아야 한다.

3. 분진이 현저히 발생하는 실험중에는 방진마스크를 착용하고, 유해가스, 흙, 증기 등이 발생하는 실험중에는 방독마스크를 착용하여야 한다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제469조 방독마스크의 지급 등

제469조(방독마스크의 지급 등) ① 사업주는 근로자가 허가대상 유해물질을 제조하거나 사용하는 작업을 하는 경우에 개인 전용의 방진마스크나 방독마스크 등(이하 "방독마스크등"이라 한다)을 지급하여 착용하도록 하여야 한다.

② 사업주는 제1항에 따라 지급하는 방독마스크등을 보관할 수 있는 보관함을 갖추어야 한다.

③ 근로자는 제1항에 따라 지급된 방독마스크등을 사업주의 지시에 따라 착용하여야 한다.

4. 용접, 그라인더, 절단, 레이저 등 이물질이 비산되거나 유해광선이 발생하는 실험중에는 그 용도에 맞는 보안경 및 보안면을 착용하여야 한다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제451조 보호복 등의 비치

- 제451조(보호복 등의 비치 등)** ① 사업주는 근로자가 피부 자극성 또는 부식성 관리대상 유해물질을 취급하는 경우에 불침투성 보호복 · 보호장갑 · 보호장화 및 피부보호용 바르는 약품을 갖추어 두고, 이를 사용하도록 하여야 한다.
- ② 사업주는 근로자가 관리대상 유해물질이 흩날리는 업무를 하는 경우에 보안경을 지급하고 착용하도록 하여야 한다.
- ③ 사업주는 관리대상 유해물질이 근로자의 피부나 눈에 직접 닿을 우려가 있는 경우에 즉시 물로 씻어 낼 수 있도록 세면 · 목욕 등에 필요한 세척시설을 설치하여야 한다.
- ④ 근로자는 제1항 및 제2항에 따라 지급된 보호구를 사업주의 지시에 따라 착용하여야 한다.

개인보호구의 사용 및 관리에 관한 기술지침(KOSHA GUIDEG G - 12 - 2013)

5. 작업별 개인보호구의 선정

5.1 일반 작업별 보호구 (산업안전보건기준에 관한 규칙 제1편제4장)

작업명	보호구	보호대상
물체가 떨어지거나 날아올 위험 또는 근로자가 추락할 위험이 있는 작업	안전모	머리
높이 또는 깊이 2미터 이상의 추락할 위험이 있는 장소에서 하는 작업	안전대	몸
물체의 낙하 · 충격, 물체에의 끼임, 감전 또는 정전기의 대전에 의한 위험이 있는 작업	안전화	발
물체가 흩날릴 위험이 있는 작업	보안경	눈
용접시 불꽃이나 물체가 흩날릴 위험이 있는 작업	보안경	눈, 얼굴
감전의 위험이 있는 작업	절연용 보호구	머리, 손
고열에 의한 화상 등의 위험이 있는 작업	방열복	몸
선창 등에서 분진이 심하게 발생하는 하역작업	방진마스크	코, 입
섭씨 영하 18도 이하인 급냉동어창(수산물보관소, 창고)에서 하는 하역작업	방한모 · 방한복 · 방한화 · 방한장갑	몸

5.2 유해인자 취급 작업별 보호구 (산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편)

유해인자	작업명	보호구	관련근거 (안전보건 기준규칙)
관리대상 유해물질 (별표12)	1. 유기화합물을 넣었던 탱크(유기화합물의 증기가 발산할 우려가 없는 탱크는 제외) 내부에서의 세척 및 페인트칠 업무 2. 유기화합물 취급 특별장소에서 단 시간 동안 유기화합물을 취급하는 업무	송기마스크	제450조 제1항
	1. 밀폐설비나 국소배기장치가 설치되지 아니한 장소에서의 유기화합물 취급업무 2. 유기화합물 취급 장소에 설치된 환기장치 내의 기류가 확산될 우려가 있는 물체를 다루는 유기화합물 취급업무 3. 유기화합물 취급 장소에서 유기화합물의 증기 발산원을 밀폐하는 설비(청소 등으로 유기화합물이 제거된 설비는 제외)를 개방하는 업무	송기마스크 또는 방독마스크	제450조 제2항
	금속류, 산·알칼리류, 가스상태 물질류 등을 취급하는 작업	호흡용보호구	제450조 제4항
	피부 자극성 또는 부식성 관리대상 유해물질을 취급하는 작업	불침투성 보호복 · 안전장갑 · 안전장화, 피부보호용약품	제451조 제1항
	관리대상 유해물질이 흩날리는 업무	보안경	제451조 제2항
허가대상 유해물질 (영제30조)	허가대상 유해물질을 제조·사용하는 작업	방진마스크 또는 방독마스크	제469조 제1항
	피부장해 등을 유발할 우려가 있는 허가대상 유해물질 취급업무	불침투성 보호복 · 안전장갑 · 안전장화, 피부보호용약품	제470조 제1항
금지 유해물질 (영제29조)	금지유해물질을 취급하는 경우	불침투성보호복 · 안전장갑 별도의 정화통을 갖춘 호흡용보호구	제510조 제1항 제511조 제1항
방사성 물질	분말 또는 액체 상태의 방사성물질에 오염된 지역에서 작업	호흡용보호구	제587조 제1항
	방사성물질이 흩날림으로써 근로자의 신체가 오염될 우려가 있는 경우	보호복, 보호장갑, 신발덮개, 안전모	제587조 제2항

유해인자	작업명	보호구	관련근거 (안전보건 기준규칙)
병원체	환자의 가검물 처리(검사·운반·청소 및 폐기) 작업	보호앞치마, 보호장갑, 보호마스크	제596조 제1항
혈액매개 감염	혈액이 분출되거나 분무될 가능성이 있는 작업	보안경, 보호마스크	제600조 제1항
	혈액 또는 혈액오염물을 취급하는 작업	보호장갑	
	다량의 혈액이 의복을 적시고 피부에 노출될 우려가 있는 작업	보호앞치마	제601조 제1항
공기매개 감염	공기매개 감염병이 있는 환자와 접촉 하는 경우	결핵균 등 방지용 보호마스크	제601조 제1항
곤충 및 동물 매개감염	곤충 및 동물매개 감염병 고위험작업	긴 소매의 옷, 긴 바지의 작업복	제603조
분진	분진작업	호흡용보호구	제617조
산소결핍	밀폐공간 작업	공기호흡기 또는 송기마스크, 사다리, 섬유로프	제625조
	밀폐공간에서 위급한 근로자를 구출하는 작업	공기호흡기 또는 송기마스크	제626조
	밀폐공간에서 산소결핍증이나 유해가스로 인하여 추락할 우려가 있는 경우	안전대, 구명밧줄, 공기호흡기 또는 송기마스크	제645조 제1항
유해가스	탱크·보일러 또는 반응탑의 내부 등 통풍이 충분하지 않은 장소에서 용접·용단 작업	공기호흡기 또는 송기마스크	제629조
	지하실, 맨홀의 내부 또는 통풍이 불충분한 장소에서 가스배관공사	공기호흡기 또는 송기마스크	제634조 제1항

5. 소음강도가 85데시벨(db)이상이 발생하는 실험중에는 반드시 귀마개를 착용하여야 한다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제516조 청력보호구의 지급 등

제516조(청력보호구의 지급 등) ① 사업주는 근로자가 소음작업, 강렬한 소음작업 또는 충격소음작업에 종사하는 경우에 근로자에게 청력보호구를 지급하고 착용하도록 하여야 한다.

② 제1항에 따른 청력보호구는 근로자 개인 전용의 것으로 지급하여야 한다.

③ 근로자는 제1항에 따라 지급된 보호구를 사업주의 지시에 따라 착용하여야 한다.

6. 고열물체를 접촉 또는 취급 시에는 방열장갑을 착용하고, 전기에 의한 감전을 방지하기 위하여 절연장갑을 착용한다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 32조 보호구에 관한 기준

제32조(보호구의 지급 등) ① 사업주는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 작업을 하는 근로자에 대해서는 다음 각 호의 구분에 따라 그 작업조건에 맞는 보호구를 착용하는 근로자 수 이상으로 지급하고 착용하도록 하여야 한다.

1. 물체가 떨어지거나 날아올 위험 또는 근로자가 추락할 위험이 있는 작업: 안전모
 2. 높이 또는 깊이 2미터 이상의 추락할 위험이 있는 장소에서 하는 작업: 안전대(安全帶)
 3. 물체의 낙하·충격, 물체에의 끼임, 감전 또는 정전기의 대전(帶電)에 의한 위험이 있는 작업: 안전화
 4. 물체가 흩날릴 위험이 있는 작업: 보안경
 5. 용접 시 불꽃이나 물체가 흩날릴 위험이 있는 작업: 보안면
 6. 감전의 위험이 있는 작업: 절연용 보호구
 7. 고열에 의한 화상 등의 위험이 있는 작업: 방열복
 8. 선창 등에서 분진(粉塵)이 심하게 발생하는 하역작업: 방진마스크
 9. 섭씨 영하 18도 이하인 급냉동어창에서 하는 하역작업: 방한모·방한복·방한화·방한장갑
- ② 사업주로부터 제1항에 따른 보호구를 받거나 착용지시를 받은 근로자는 그 보호구를 착용하여야 한다.

7. 기타 실험특성에 따라 적절한 개인보호구를 반드시 착용하여야 한다. 단, 드릴기 등 손이 말려 들어갈 우려가 있는 실험을 수행할 때는 장갑을 착용해서는 안된다.

Good Practice

8. 실험복은 화학적, 생물학적 또는 방사능 물질이 사용되는 경우에 피부를 보호할 수 있어야 하며, 무릎 아래만큼 커버하기에 충분히 길어야 한다.

Good Practice

《개인보호구의 종류(예시)》

종 류	용 도		
마스크	여과식 (산소농도가 18% 이상)	방진	분진, 미세한 금속흙 흡입 예방용
		방독	할로겐가스 : A, 회색/흑색 일산화탄소 : E, 적색 유기가스 : C, 흑색 암모니아 : H, 녹색
	공급식 (산소농도가 18% 이하)	산소가 부족한 장소에서 장시간 실험을 해야 하는 경우에 공기 마스크, 공기 호흡기, 산소호흡기 등 사용	
보안경	유리, 플라스틱	미분이나 칩, 기타 비산물이 발생하는 업, 특히 액체약품 취급 등 에 의한 눈 보호용	
	차 광	아크용접, 가스용접, 레이저 등 유해광선으로부터 눈 보호용	
장갑류	고무장갑	주로 약품을 취급할 때 사용	
	방열장갑	가열로 작업 등에서 고온·고열을 막아 줌	
	절연장갑	감전으로부터 실험자를 보호	
	금속 뗏쉬장갑	나이프나 깎기 같은 날카로운 공구나 재료를 다룰 때 사용	
	기 타	기타 실험용도에 적합한 장갑	
	용접용	아크용접, 가스용접, 절단작업시	
장갑류	일 반	「보안경 위에 장갑착용」, 점용접작업, 비산물이 발생하는 철물기계 작업, 연마, 광택, 철사손질, 그라인딩작업, 목재가공작업 등 일 반 작업에 사용	
안전화 등	-	기타 실험용도에 적합한 보호구 작성	

4.2 실험대

1. 실험대 표면의 재질은 화학물질 또는 재료 등에 대해 불침투성이어야 하며, 특히 염산, 질산, 황산 등의 산(acid) 등에 강한 저항성을 갖추어야 한다.

Prudent Practice in the Laboratory 9.B.5.2 GENERAL LABORATORY DESIGN CONSIDERATIONS
University of California, Environment, Health & Safety Laboratory Safety Design Guide 1.
GENERAL REQUIREMENTS FOR LABORATORIES D. Laboratory Design Considerations 17

2. 실험자가 실험활동을 수행하는 동안 실험대의 모든 부분은 물출부, 날카로운 부분 등이 없이 매끄러워야 하며, 실험대의 표면은 화학물질이 누출된 경우에도 흡수되거나 바닥으로 떨어지는 것을 방지할 수 있어야 한다.

Good Practice

BS:EN 13150:2001, Workbench for laboratories – Dimension, safety requirements and test methods



【실험대(예시)】

4.3 흡후드

1. 흡후드는 실험실의 유해공기 발생을 최소화하여 실험자의 건강 보호를 목적으로 설치하는 것으로 유해화학물질을 취급하는 모든 실험실에 설치하여야 하며, 신중한 계획, 설계, 시공, 유지관리를 통하여 그 기능이 유지될 수 있어야 한다.

Good Practice

- 또한, 잠재적으로 유해가스를 배출할 수 있는 GC(가스크로마토그래피), 진공펌프, 엑사이머(excimer) 레이저, 원자 흡수기(atomic absorption instruments) 또는 잠재적으로 공기 오염이 유발될 수 있는 기타 기기 활용에 있어 암후드 등의 국소배기장치를 설치할 수 있다.

University of California, Environment, Health & Safety Laboratory Safety Design Guide 3.
LABORATORY VENTILATION AND FUME HOODS B. General Laboratory Ventilation Design Issues 9

산업안전보건기준에 관한 규칙

제72조(후드) 사업주는 인체에 해로운 분진, 흠(fume), 미스트(mist), 증기 또는 가스 상태의 물질(이하 "분진등"이라 한다)을 배출하기 위하여 설치하는 국소배기장치의 후드가 다음 각 호의 기준에 맞도록 하여야 한다.

1. 유해물질이 발생하는 곳마다 설치할 것
2. 유해인자의 발생형태와 비중, 작업방법 등을 고려하여 해당 분진등의 발산원(發散源)을 제어할 수 있는 구조로 설치할 것
3. 후드(hood) 형식은 가능하면 포위식 또는 부스식 후드를 설치할 것
4. 외부식 또는 리시버식 후드는 해당 분진등의 발산원에 가장 가까운 위치에 설치할 것

제73조(덕트) 사업주는 분진등을 배출하기 위하여 설치하는 국소배기장치(이동식은 제외한다)의 덕트(duct)가 다음 각 호의 기준에 맞도록 하여야 한다.

1. 가능하면 길이는 짧게 하고 굴곡부의 수는 적게 할 것
2. 접속부의 안쪽은 돌출된 부분이 없도록 할 것
3. 청소구를 설치하는 등 청소하기 쉬운 구조로 할 것
4. 덕트 내부에 오염물질이 쌓이지 않도록 이송속도를 유지할 것
5. 연결 부위 등은 외부 공기가 들어오지 않도록 할 것

제74조(배풍기) 사업주는 국소배기장치에 공기정화장치를 설치하는 경우 정화 후의 공기가 통하는 위치에 배풍기(排風機)를 설치하여야 한다. 다만, 빨아들여진 물질로 인하여 폭발할 우려가 없고 배풍기의 날개가 부식될 우려가 없는 경우에는 정화 전의 공기가 통하는 위치에 배풍기를 설치할 수 있다.

제75조(배기구) 사업주는 분진등을 배출하기 위하여 설치하는 국소배기장치(공기정화장치가 설치된 이동식 국소배기장치는 제외한다)의 배기구를 직접 외부로 향하도록 개방하여 실외에 설치하는 등 배출되는 분진등이 작업장으로 재유입되지 않는 구조로 하여야 한다.

제76조(배기의 처리) 사업주는 분진등을 배출하는 장치나 설비에는 그 분진등으로 인하여 근로자의 건강에 장애가 발생하지 않도록 흡수·연소·집진(集塵) 또는 그 밖의 적절한 방식에 의한 공기정화장치를 설치하여야 한다.

제77조(전체환기장치) 사업주는 분진등을 배출하기 위하여 설치하는 전체환기장치가 다음 각 호의 기준에 맞도록 하여야 한다.

1. 송풍기 또는 배풍기(덕트를 사용하는 경우에는 그 덕트의 흡입구를 말한다)는 가능하면 해당 분진등의 발산원에 가장 가까운 위치에 설치할 것
2. 송풍기 또는 배풍기는 직접 외부로 향하도록 개방하여 실외에 설치하는 등 배출되는 분진등이 작업장으로 재유입되지 않는 구조로 할 것

제78조(환기장치의 가동) ① 사업주는 분진등을 배출하기 위하여 국소배기장치나 전체환기장치를 설치한 경우 그 분진등에 관한 작업을 하는 동안 국소배기장치나 전체환기장치를 가동하여야 한다.

② 사업주는 국소배기장치나 전체환기장치를 설치한 경우 조정판을 설치하여 환기를 방해하는 기류를 없애는 등 그 장치를 충분히 가동하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.

2. 흡후드는 후드, 덕트, 공기정화장치, 배풍기 및 배기구의 순으로 설치하는 것을 원칙으로 하고, 다음 요구사항을 만족하여야 한다.

산업환기설비에 관한 기술지침(KOSHA GUIDE W - 1 - 2014) 5. 국소배기장치

5.1 개요

- (1) 국소배기장치는 후드, 덕트, 공기정화장치, 배풍기 및 배기구의 순으로 설치하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 배풍기의 케이싱이나 임펠러가 유해물질에 의하여 부식, 마모, 폭발 등이 발생하지 아니한다고 인정되는 경우에는 배풍기의 설치위치를 공기정화장치의 전단에 둘 수 있다.

- 덕트는 길이는 짧게, 굴곡부의 수는 적게, 접속부의 안쪽은 돌출된 부분이 없도록 하며, 청소구를 설치하는 등 청소하기 쉬운 구조로 하여야 한다. 또한, 덕트 내부에 오염 물질이 쌓이지 않도록 기류속도를 유지하고, 연결 부위 등은 외부 공기가 들어오지 않도록 하여야 한다.
- 흡후드에 공기정화장치를 설치하는 경우 정화 후의 공기가 통과하는 위치에 배풍기(排風機)를 설치하여야 한다. 다만, 흡수된 물질로 인하여 폭발할 우려가 없고 배풍기의 날개가 부식될 우려가 없는 경우에는 정화 전의 공기가 통하는 위치에 배풍기를 설치할 수 있다.
- 흡후드의 배기구를 직접 외부로 향하도록 개방하여 실외에 설치하는 등 배출되는 분진 등이 작업장으로 재유입되지 않는 구조로 하여야 한다.

3. 제어풍속은 개방상태로 개구면에서 가스상태의 경우 면속도 0.4m/s 이상, 입자상태의 경우 0.7m/s 이상 유지하여야 하며, 풍속을 감지하는 센서를 부착하여야 한다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제429조 국소배기장치의 성능

물질의 상태	후드 형식	제어풍속(m/sec)
가스 상태	포위식 포위형	0.4
	외부식 측방흡인형	0.5
	외부식 하방흡인형	0.5
	외부식 상방흡인형	1.0
입자 상태	포위식 포위형	0.7
	외부식 측방흡인형	1.0
	외부식 하방흡인형	1.0
	외부식 상방흡인형	1.2

4. 부스(흡후드)내 전기기계기구류는 방폭형으로 설치하고, 부스내 실험장치 설치 시에는 전면에서 15cm 이상 안쪽에 설치하여야 한다.

실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA GUIDE G - 82 - 2012) 6. 실험실 안전장치 6.1 실험실 부스

6.1 실험실 부스

(1) 부스(Booth)

- (가) 제어풍속은 부스를 개방한 상태로 개구면에서 0.4 m/sec 정도로 유지 되어야한다. 다만, 부스가 없는 실험대에서 실험을 할 경우 상방향 후드의 제어풍속은 실험대 상에서 1.0 m/sec 정도로 유지되어야 한다.
- (나) 부스 입구의 공기의 흐름방향은 입구 면에 수직이고 안쪽으로 향하여야 한다.
- (다) 부스 위치는 문, 창문, 주요 보행통로로부터 떨어져 있어야 한다.
- (라) 부스 앞에 서 있는 작업자는 주위에 흐르는 공기를 난류로 만들므로 실험자를 2 인 이하로 최소화한다.
- (마) 실험장치를 부스내에 설치할 경우에는 전면에서 15 cm이상 안쪽에 설치하여야 하며, 부스 내 전기기계기구는 방폭형이어야 한다.
- (바) 부득이하게 시약을 부스내에 보관할 경우는 항상 후드의 배기장치를 켜두어야 한다.

- 5. 작업대는 내열, 내부식성에 강한 재질을 사용하여야 하며, 시약 및 시료의 흘림방지를 위하여 오목한 형태여야 한다.

Good Practice

- 6. 흡후드를 추가로 설치하고자 하는 경우에는 추가 설치에 따른 제어풍속 등에 따른 안전 성능이 확보되는 것을 확인하여야 한다.

산업환기설비에 관한 기술지침(KOSHA GUIDE W - 1 - 2014) 5. 국소배기장치 5.3.5 추가 설치시 조치

5.3.5 추가 설치시 조치

- (1) 기설치된 국소배기장치에 후드를 추가로 설치하고자 하는 경우에는 추가로 인한 국소배기장치의 전반적인 성능을 검토하여 모든 후드에서 제어풍속을 만족할 수있을 때에만 후드를 추가하여 설치할 수 있다.
- (2) 제(1)항에 의하여 성능을 검토하는 경우에는 배기풍량, 후드의 제어풍속, 압력손실, 덕트의 반송속도 및 압력평형, 배풍기의 동력과 회전속도, 전기정격용량 등을 고려하여야 한다.

- 7. 유리는 열강화 유리를 사용하고, 면속도 제어시스템 구비를 권장한다.

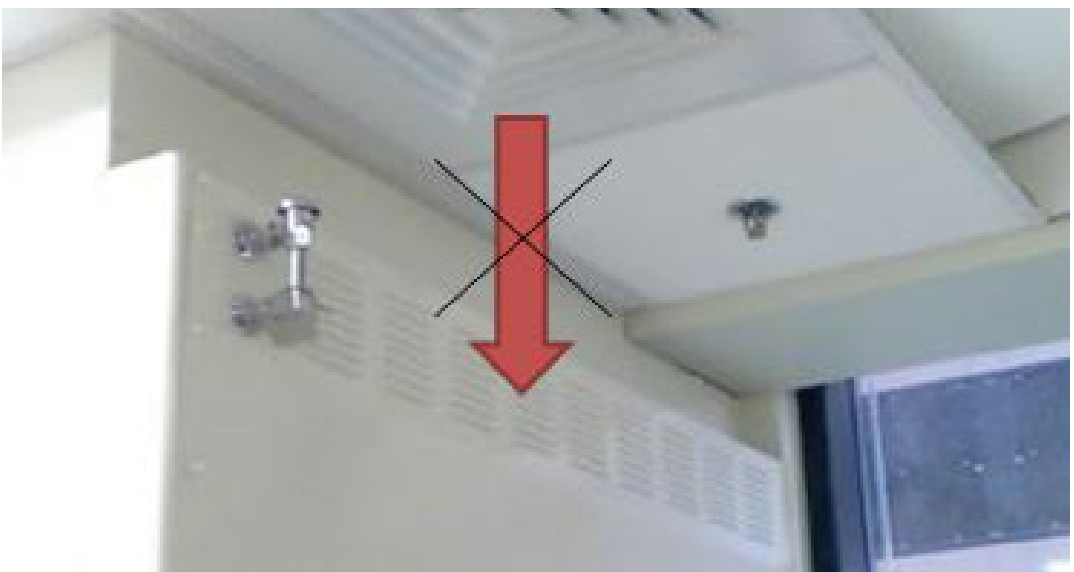
Good Practice



【흡후드(예시)】

8. 흡후드는 천장 급 배기구, 출입문, 창문 등에서 나오는 기류의 영향을 받지 않는 장소에 설치하여야 한다.

Good Practice



【Laboratory Design Handbook(TSI)】

4.4 시약장

1. 시약장은 실험특성 및 실험실환경에 맞는 제품을 적용하여야 하며, 필터의 주기적인 교체 등 유지·관리 및 점검을 통하여 성능기준을 유지하도록 한다.

- ① 밀폐형 : 내부순환형으로 내부필터를 통해 유해공기 제거
- ② 배기형 : 실내공기를 흡입하여 필터로 걸러진 공기를 덕트를 통해 실외로 배출
- ③ 환기형 : 실내공기를 흡입하여 필터로 걸러진 공기를 실내로 배출

2. 유해화학물질은 성상별로 구분하여 적합한 성능을 갖춘 전용시약장에 보관하고 다음의 성능을 만족하여야 한다.

화학물질관리법 제13조 유해화학물질 취급기준

제13조(유해화학물질 취급기준) 누구든지 유해화학물질을 취급하는 경우에는 다음 각 호의 유해화학물질 취급기준을 지켜야 한다.

- 1. 유해화학물질 취급시설이 본래의 성능을 발휘할 수 있도록 적절하게 유지·관리할 것
- 2. 유해화학물질의 취급과정에서 안전사고가 발생하지 아니하도록 예방대책을 강구하고, 화학사고가 발생하면 응급조치를 할 수 있는 방재장비(防災裝備)와 약품을 갖추어 둘 것
- 3. 유해화학물질을 보관·저장하는 경우 종류가 다른 유해화학물질을 혼합하여 보관·저장하지 말 것
- 4. 유해화학물질을 차에 싣거나 내릴 때나 다른 유해화학물질 취급시설로 옮길 때에는 제32조에 따른 유해화학물질관리자가 참여하도록 할 것
- 5. 유해화학물질을 운반하는 자는 제32조에 따른 유해화학물질관리자 또는 제33조제1항에 따른 유해화학물질 안전교육을 받은 자일 것
- 6. 그 밖에 제1호부터 제5호까지의 규정에 준하는 사항으로서 유해화학물질의 안전관리를 위하여 필요하다고 인정하여 환경부령으로 정하는 사항

실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA GUIDE G - 82 - 2012) 6.2 유해물질 저장 캐비닛(Cabinet)

- (1) 실험실 내에 시약 등 유해물질을 저장할 경우에는 강제배기장치가 설치되어 통풍이 되는 캐비닛에 저장되어야 한다.
- (2) 유해물질의 사용 및 유지는 다음 각 호의 요령에 따른다.

(가) 유해물질은 물성이나 특성별로 저장하여야 하며 알파벳순이나 가나다순 등 이름 분류로 저장하지 않아야 한다.

(나) 서로 반응할 수 있는 유해물질을 함께 두지 않아야 한다.

(다) 유리상자에 저장된 것은 가능한 캐비닛 선반의 제일 아래에 보관한다.

(3) 캐비닛의 형식은 다음 요령에 따라 선택한다.

(가) 가연성 물질용 캐비닛은 가연성물질 및 인화성 액체 저장용으로 사용한다.

(나) 산, 부식성물질용 캐비닛은 내부식성 재질의 것을 사용한다.

(다) 실험실 외부의 가연성 및 부식성 액체를 저장할 때에는 저장 캐비닛을 별도로 설치하여 사용한다.

- 유해화학물질 저장 시 강제배기장치를 통해 유해공기배출이 용이하도록 하거나, 유해화학물질을 걸러낼 수 있는 필터를 통해 외부로 유해물질이 배출되지 않도록 하여야 한다.
- 산·염기 또는 부식성물질을 저장할 때에는 내부식성 및 내수성 등을 갖추어야 한다.
- 인화성 및 가연성 액체를 저장할 때에는 화재 및 폭발에 대한 저항력이 있어야 한다.

3. 오픈된 시약장의 설치는 지양하고, 부득이하게 설치된 오픈 시약장은 낙하방지를 위하여 전도방지장치를 설치하여야 한다.

Good Practice

4. 인화성 및 가연성 액체를 저장하기 위한 전용함은 문에 경고표지를 부착하여야 하고, 문에는 자동잠금장치를 설치하여야 한다.

Good Practice

5. 인화성 및 가연성 액체를 저장하기 위한 전용함은 불꽃, 기타 발화원 근처에 설치할 수 없다.

실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA GUIDE G - 82 - 2012) 8. 유해물질의 안전대책 8.1 폭발성 물질

6. 발암성 및 독성물질은 별도의 전용함에 보관하는 것을 권장한다.

Good Practice



【시약장 및 화학물질 보관함(예시)】

4.5 비상세안기

1. 비상세안기는 정상적인 실험활동 영역과 긴급 상황이 발생할 가능성이 있는 지역 등 모든 영역에 설치되어야 한다. 특히, 실험종사자의 눈에 접촉하여 상해를 유발할 수 있는 부식성, 피부자극성, 독성물질을 취급할 경우에는 반드시 설치해야 한다.

Good Practice

실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA GUIDE G - 82 - 2012)6. 실험실 안전장치 6.5 세안장치

2. 비상세안기는 다음의 성능을 만족하여야 한다.

세안설비 등의 성능 및 설치에 관한 기술지침(KOSHA GUIDE D - 41 - 203) 6. 세안설비

6. 세안설비

6.1 세안설비의 성능 등

- (1) 세안설비는 일시에 세척용수를 양 눈에 공급할 수 있어야 한다.
- (2) 세안설비는 사용자에게 위험이 없도록 설계 및 배치한다.

- (3) 세안설비는 스테인리스 계열의 재료이어야 한다.
- (4) 세안설비의 세척용수량은 최소 분당 1.5 리터 이상이어야 하며 사용자가 다치지 않도록 분사압력을 낮게 한다.
- (5) 세안설비의 주위에는 사용자가 눈을 세척하면서 양손으로 눈꺼풀을 열 수 있도록 충분한 공간을 확보한다.
- (6) 적절한 세안형태는 <그림 3>과 같이 세척용수 물줄기의 최정점에서 4.0cm (1.5in) 아래의 높이 사이에 길이가 10 cm 이상의 시험게이지를 위치시킬 경우 물줄기의 중심으로부터 등거리로 안쪽의 선은 3 cm(1.25in) 이하, 바깥쪽의 선은 8.5 cm(3.25in) 이상이어야 한다.

6.2 조작밸브 등

- (1) 조작밸브는 원터치로 1초 내에 조작이 가능하여야 하며 사용자가 의도적으로 잠그지 아니하는 한 계속하여 열려 있는 형태이어야 한다.
- (2) 조작밸브는 스테인레스 계열의 재료이어야 한다.
- (3) 사용자가 쉽게 접근하여 작동시킬 수 있는 충분한 크기이어야 한다.

6.3 제작자의 성능시험 절차

- (1) 세안설비에 유량계를 연결한다.
- (2) 조작밸브를 여는 경우 조작밸브가 1초 이내에 열리고 열린 상태로 있는지를 확인한다.
- (3) 분당 1.5리터 이상의 세척용수가 공급되고 두 개의 물줄기가 거의 같은 높이까지 도달하며 사용자가 다치지 않는 정도의 압력인 지를 확인한다.

6.4 설치

- (1) 강산이나 강염기를 취급하는 곳에는 바로 옆에, 그 외의 경우에는 10초 이내에 도달할 수 있는 위치에 설치하며 비상시 접근하는 데 방해물이 있어서는 아니 된다.
- (2) 노즐은 바닥으로부터 85 cm(35in)내지 115 cm(45in)사이의 높이에 위치하여야 하며 세안설비의 가장자리로부터 15 cm(6in) 이내에는 벽이나 방해물이 없어야 한다.
- (3) 동파가 우려되는 곳에서는 동파 방지를 위한 설비를 설치하여야 하며 세척용수의 온도가 섭씨 40도를 초과하지 않도록 조치하여야 한다.
- (4) 세척용수의 수압은 게이지압력으로 0.21 MPa(30 psi) 이상으로 유지한다.
- (5) 잘 보이는 곳에 안내표지판을 설치한다.

(6) 세안설비를 충분한 세척용수를 공급할 수 있는 크기의 배관에 연결한다.

유지보수를 위하여 세안설비와 세척용수 공급 배관사이에 차단밸브를 설치하는 경우에는 항상 열린 상태로 시건 장치를 설치한다.

(7) 세척용수의 온도는 따뜻한 정도가 좋다. 다만, 피폭되는 화학물질이 세척용수의 온도에 따라 반응을 촉진하는 경우에는 전문가의 자문을 받는다.

6.5 세안장치

(1) 세안장치는 유해물질을 취급하는 실험실에 설치하여야 하며, 실험실 내의 모든 인원이 쉽게 접근하고 사용할 수 있도록 준비되어 있어야 한다.

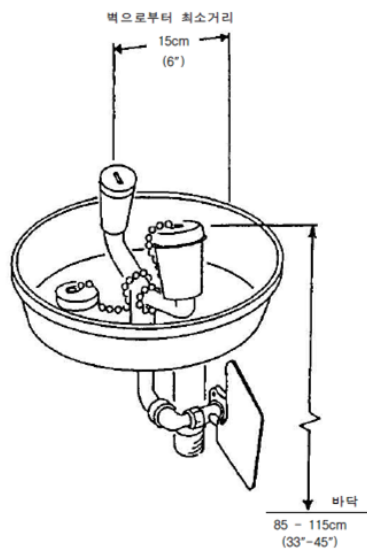
(2) 세안장치는 실험실의 모든 장소에서 15 m 이내, 또는 15~30 초 이내에 도달할 수 있는 위치에 확실히 알아볼 수 있는 표시와 함께 설치되어 있어야 한다.

(3) 실험실 작업자들은 눈을 감은 상태에서도 가장 가까운 세안장치에 도착될 수 있어야 한다.

(4) 눈 부상은 보통 피부 부상을 동반하게 되므로 세안장치는 샤워장치와 같이 붙어 있어서 눈과 몸을 동시에 씻을 수 있도록 한다.

3. 비상세안기는 비상샤워기와 함께 사용할 수 있는 일체형 구조로 설치할 수 있으며, 동시에 기능을 함께 유지할 수 있어야 한다.

Good Practice



【세안설비 등의 성능 및 설치에 관한 기술지침(세안설비 예)】

4.6 비상샤워기

1. 비상샤워기는 정상적인 실험활동 영역과 긴급상황이 발생할 가능성이 있는 지역 등 모든 영역에 설치되어야 한다. 특히, 실험종사자의 신체에 접촉하여 상해를 유발할 수 있는 부식성, 피부자극성, 독성물질을 취급할 경우에는 반드시 설치해야 한다. 또한, 1% 또는 그 이상의 포름알데히드(formaldehyde) 수용액을 사용할 경우, 화학적 현상액, 정착액을 사용하는 필름처리 실험실에서도 설치하도록 한다.

Good Practice

2. 비상샤워기는 다음의 성능을 만족하여야 한다.

실험실 안전보건에 관한 기술지침(KOSHA GUIDE G - 82 - 2012)6. 실험실 안전장치 6.6 세안장치

6.6 샤워장치

- (1) 유해물질을 취급하는 실험실에는 샤워장치를 설치하여야 하며, 항상 사용 가능하게 준비가 되어 있어야 한다.
- (2) 샤워장치의 사용 및 유지는 다음 요령에 따른다.
 - (가) 샤워장치는 신속하게 접근이 가능한 위치에 설치하고 알기 쉽도록 확실한 표시를 한다.
 - (나) 실험실 작업자들이 눈을 감은 상태에서 샤워장치에 도달할 수 있어야 한다.
 - (다) 샤워장치는 쥐고 당길 수 있는 사슬이나 삼각형 손잡이로 작동되게 한다.
 - (라) 잡아당기는 장치는 모든 사람의 키에 맞도록 높이를 조절하고 항상 사용이 가능하도록 분기별 1회 이상 작동시험을 하여야 한다.
 - (마) 샤워장치에서 쏟아지는 물줄기는 몸 전체를 덮을 수 있어야 한다.
 - (바) 샤워장치가 작동되는 동안 혼자서 옷을 벗고 신발이나 장신구를 벗을 수 있어야 한다.
 - (사) 샤워장치는 전기 분전반이나 전선 인입구 등에서 떨어진 곳에 위치하여야 한다.
 - (아) 샤워장치는 배수구 근처에 설치하여야 한다.

세안설비 등의 성능 및 설치에 관한 기술지침(KOSHA GUIDE D - 41 - 203) 5. 긴급샤워기

5. 긴급샤워기

5.1 샤워꼭지의 성능 등

- (1) 샤워꼭지는 긴급샤워기가 설치되는 바닥에서 210 cm(82in) 이상 240 cm(96 in)이하의 높이를 유지할 수 있도록 세척용수 공급관을 겸한 기둥을 설치한다.
- (2) 세척용수의 분사 범위는 바닥으로부터 150 cm(60 in)의 높이에서 지름이 50 cm(20 in) 이상이어야 한다.
- (3) 샤워기의 중심에서 반지름 45 cm(16 in) 이내에는 어떠한 방해물이 있어서는 아니된다. 다만, 세안설비나 세면설비를 함께 설치하는 경우에 세안설비나 세면설비는 방해물로 보지 아니한다.
- (4) 샤워꼭지의 분사량은 최소 분당 80 리터 이상이어야 하며 분사압력은 사용자가 다치지 않도록 충분히 낮아야 한다.
- (5) 샤워꼭지는 세척용수를 전면에 골고루 분사할 수 있어야 한다.

5.2 조작밸브 등

- (1) 조작밸브는 원터치로 1초 내에 조작이 가능하여야 하며 사용자가 의도적으로 잠그지 않는 한 계속하여 열려있는 형태이어야 한다.
- (2) 조작밸브는 스테인레스 계열의 재료이어야 한다.
- (3) 바닥으로부터 170cm(69in) 이하의 높이에 사용자가 쉽게 접근하여 작동 시킬 수 있도록 수동 또는 자동 밸브 작동기를 설치하여야 한다.

5.3 칸막이

칸막이를 하는 경우에는 칸막이의 지름은 90cm(34in) 이상이어야 한다.

5.4 제작자의 성능시험절차

- (1) 샤워기에 유량계를 연결한다.
- (2) 25mm 이상의 세척용수 배관에 샤워기를 연결한다. 샤워꼭지의 높이가 바닥에서 210cm(82in)가 되도록 하고 세척용수의 유량을 조절할 수 있는 유량조작밸브나 펌프를 준비한다.
- (3) 긴급샤워기의 조작밸브를 여는 경우 조작밸브가 1초 이내에 열리고 열린 상태로 있는지를 확인한다.
- (4) 분당 80리터의 세척용수가 공급되도록 유량조작밸브를 조절하고 세척용수가 전면에 골고루 분사되는지를 확인한다. 바닥으로부터 150cm(60in)의 높이에서 직경 50cm(20in) 이상으로 분사되는 지를 확인한다.

5.5 설치

- (1) 위험물질 취급지역으로부터 10초 이내에 도달할 수 있는 곳에 설치한다.
- (2) 층마다 설치하여야 하며 비상시 접근하는데 방해물이 있어서는 아니된다.
- (3) 동파가 우려되는 곳에서는 동파 방지를 위한 설비를 설치하여야 하며 세척용수의 온도가 섭씨 40도를 초과하지 않도록 조치하여야 한다.
- (4) 제작자의 안내에 따라 샤워기를 조립한다.
- (5) 잘 보이는 곳에 긴급샤워기의 설치 안내표지판을 설치한다.
- (6) 충분한 세척용수를 공급할 수 있는 크기의 배관에 긴급샤워기를 연결한다.
유지보수를 위하여 긴급샤워기와 세척용수 공급 배관사이에 차단밸브를 설치하는 경우에는 항상 열린 상태로 시간장치를 설치한다

3. 비상샤워기는 전기콘센트 등 전기기계기구 등에서 떨어진 곳에 설치하고, 설치장소는 누수 및 유해물질에 의한 오염 등을 고려하여야 하며, 미끄럼방지 패드를 설치한다.

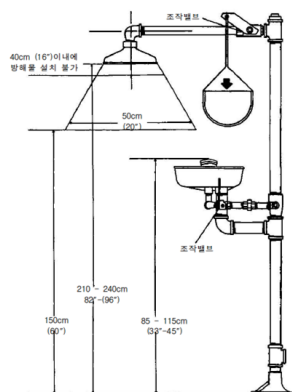
Good Practice

4. 비상세안기는 비상샤워기와 함께 사용할 수 있는 일체형 구조로 설치할 수 있으며, 동시에 기능을 함께 유지할 수 있어야 한다.

Good Practice

5. 비상시 정상적인 작동을 위하여 주기적으로 점검하고 내부 샤워수를 교체하여야 한다.

Good Practice



【세안설비 등의 성능 및 설치에 관한 기술지침(비상샤워기 및 세안기 일체형 예)】

4.7 생물안전작업대

1. 생물안전작업대(Biological Safety Cabinet)는 유전자변형생물체 뿐만 아니라 병원체, 감염성물질을 다루는 실험실에서 사용되는 대표적인 밀폐장치로 감염 위험 요인이 있는 BL3이상 또는 LMO 3등급이상 실험실 영역에서는 반드시 설치하여야 하고, BL2이상 또는 LMO 2등급이상 실험실 영역에서도 설치를 권장한다.

Good Practice

유전자변형생물체의 국가간 이동 등에 관한 통합고시 제9-2조 안전관리등급별 설치운영 기준

제9-2조(안전관리등급별 설치·운영기준) ① 연구시설을 설치·운영하려는 자는 개발 또는 실험하는 유전자변형생물체의 위해성 및 개발·실험의 위험성을 평가하여 제2항에 따른 연구시설의 안전관리등급별 설치운영기준을 준수하여야 하고 제3항에 따른 관리대장을 작성·보관하여야 한다.

② 연구시설의 안전관리등급별 설치·운영기준은 다음 각 호의 구분에 따른다.

1. 일반적인 유전자변형실험: 별표 9-1
2. 대량배양(10리터 이상 배양용량)을 포함하는 유전자변형실험: 별표 9-2
3. 동물을 이용하는 유전자변형실험: 별표 9-3
4. 식물을 이용하는 유전자변형실험: 별표 9-4

2. 생물안전작업대는 다음의 성능을 만족하고, KS. NSF No. 49-220 이와 동등이상의 기준을 만족하는 장비를 설치하여야 한다.

한국산업규격 KS J0012 ClassII(총류) 생물안전작업대

- 작업시에 미생물에 오염된 내부 공기를 헤파 필터로 여과 한 후 미생물이 제거된 공기만을 생물안전 작업대 외부로 배출하여야 한다.

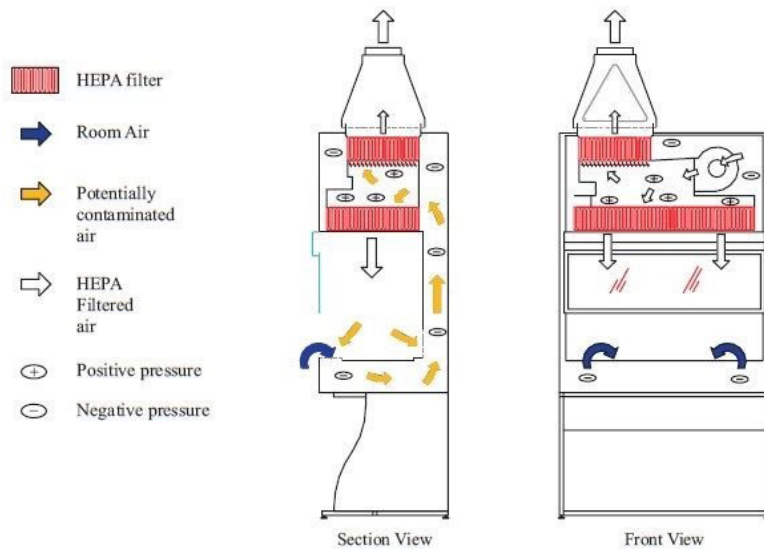
항 목	주요 기준
압력손실	10% 이내
헤파필터 누출	투과율 0.01% 이하
소음	67dBA이하
조도	평균조도 650lux이상
작업자 보호 시험	고초균 10cfu/시험 이하

항 목	주요 기준
하방향 풍속	평균 하방향 풍속 $\pm 20\%$
유입풍속	임의설정 풍속의 $\pm 0.025 \text{ m/s}$ 이내
기류	생물안전작업대 밖으로 역류하지 않아야 함
기록유지	품질관리기록은 최소 3년간 보관 등

3. 생물안전작업대 내부가 오염되지 않고 항상 청결한 상태로 유지되도록 주의해야하며, 안전유지를 위해 일정기간 마다 공기흐름 및 헤파필터의 효율 등에 대한 점검을 실시해야 한다.

Good Practice

2006 실험실 생물안전지침 질병관리본부 국립보건연구원



CLASS II TYPE A2 BIOLOGICAL SAFETY CABINET

(Can be room re-circulated or air gap type (thimble).

4.8 고압가스 실린더캐비닛

1. 가연성가스 및 독성가스는 원칙적으로 실내보관을 금지하고 부득이하게 실험실 내 보관하는 경우에는 가연성가스 · 독성가스 · 산소는 각각 구분하여 한국가스안전공사에서 인증한 고압가스용 실린더 캐비닛에 보관하여야 한다.

2. 특히, 독성가스는 가스가 누출될 경우 이를 신속히 검지하여 효과적으로 대응할 수 있는 조치를 하여야 하며, 독성가스가 누출될 경우 그 독성가스로 인한 중독을 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.

3. 고압가스 실린더캐비닛은 다음 주요 성능을 만족하여야 한다.

고압가스용 실린더캐비닛 제조의 시설기술검사 기준(KGS AA913) 3. 제조기술기준 3.4 구조 및 치수

– 실린더캐비닛은 그 내부의 누출된 가스를 항상 제독설비 등으로 이송할 수 있고 내부압력이 외부압력보다 항상 낮게 유지할 수 있는 구조로 한다.

– 실린더캐비닛은 그 내부의 배관접속부 및 기기류를 용이하게 점검 · 확인할 수 있는 구조로 한다.

– 실린더캐비닛 내부의 충전용기 또는 배관에는 외부에서 조작이 가능한 긴급차단장치가 설치된 것으로 한다.

– 실린더캐비닛은 그 내부의 밸브에 개폐방향과 개폐상태가 표시된 것으로 한다.

– 가연성가스 용기를 넣는 실린더캐비닛은 당해 실린더캐비닛에서 발생하는 정전기를 제거하는 조치가 된 것으로 한다.

4. 캐비닛의 재료는 불연성재료이어야 하며, 내부를 확인할 수 있는 창이 부착되어야 한다.

5. 캐비닛은 불꽃, 기타 발화원 근처에 설치할 수 없다.



【고압가스 실린더캐비닛(예시)】

고압가스 저장의 시설 · 기술 · 검사 · 안전성평가 기준(KSG FU111 2014)

2. 시설기준

2.1.1 화기와의 거리

가스설비 및 저장설비 외면으로부터 화기(그 설비안의 것을 제외한다)를 취급하는 장소 사이에 유지해야 하는 거리는 우회거리 2m(가연성가스 및 산소의 가스설비 또는 저장설비는 8m) 이상으로 한다. 이 때 우회거리는 가스설비 및 저장설비 외면으로부터 화기를 취급하는 장소까지의 최단 수평거리로서 가스설비 및 저장설비와 화기를 취급하는 장소 사이에 유동방지시설을 설치하는 경우에는 이 시설을 우회한 거리를 말하며, 가연성가스시설에 대한 유동방지시설은 다음 기준에 적합한 것으로 한다.

2.1.1.1 유동방지시설은 높이 2m 이상의 내화성 벽으로 하고, 가스설비 등과 화기를 취급하는 장소와 우회수평거리 8m 이상을 유지한다.

2.1.1.2 불연성 건축물 안에서 화기를 사용하는 경우, 가스설비 등으로부터 수평거리 8m 이내에 있

는 건축물 개구부는 방화문 또는 망입유리로 폐쇄하고, 사람이 출입하는 출입문은 2중문으로 한다.

2.3.3.2 저장실 설치

저장실은 그 저장실에서 고압가스가 누출되는 경우 재해 확대를 방지할 수 있도록 다음 기준에 따라 설치한다.

2.3.3.2.1 가연성가스, 산소 및 독성가스의 용기보관실은 각각 구분하여 설치한다.

2.3.3.2.2 가연성가스의 용기보관실은 그 가스가 누출된 때에 체류하지 않도록 통풍구를 갖추고, 통풍이 잘 되지 아니하는 곳에는 강제 환기시설을 설치하며, 독성가스의 용기보관실은 누출되는 가스의 확산을 적절하게 방지할 수 있는 구조로 한다.

2.4 가스설비기준

2.4.1 가스설비 재료

가스설비의 재료는 그 고압가스의 취급에 적합한 기계적 성질 및 화학적 성분을 가지는 것으로서 가스설비에 사용하는 재료는 가스의 종류 · 성질 · 온도 및 압력 등에 적합한 것으로 한다.

2.4.2 가스설비 구조

가연성가스 · 독성가스 및 산소의 가스설비 구조는 가스가 누출되지 아니하는 것으로 한다.

2.4.3 가스설비 두께 및 강도

가스설비는 그 고압가스를 안전하게 취급할 수 있도록 다음 기준에 적합한 강도 및 두께를 가지는 것으로 한다.

2.4.3.1 고압가스설비는 상용압력의 2배 이상의 압력에서 항복을 일으키지 아니하는 두께를 가지고, 상용의 압력에 견디는 충분한 강도를 갖는 것으로 한다.

2.8 사고예방설비기준

2.8.1 과압안전장치 설치

고압가스저장시설에는 그 고압가스설비내의 압력이 상용의 압력을 초과하는 경우 즉시 상용의 압력 이하로 되돌릴 수 있도록 하기 위하여 과압안전장치를 설치한다.

2.8.2 가스누출경보 및 자동차단장치 설치

독성가스 및 공기보다 무거운 가연성가스의 저장시설에는 가스가 누출될 경우 이를 신속히 검지하여 효과적으로 대응할 수 있도록 하기 위해 다음 기준에 따라 가스누출검지경보장치(이하 “검지경보장치”라 한다)를 설치한다. 다만, 누출되어 공기중에서 자기발화하는 가스는 불꽃감지기를 검지경보장치 설치 기준에 적합하게 설치한 경우 동 기준에 적합한 것으로 본다.

2.8.2.1 가스누출검지경보장치 기능

검지경보장치는 가연성가스나 독성가스의 누출을 검지하여 그 농도를 지시함과 동시에 경보를 울리는 것으로서 다음의 기능을 가진 것으로 한다.

2.8.2.1.1 경보는 접촉연소방식, 격막갈바니전지방식, 반도체방식, 그 밖의 방식으로 검지엘리먼트의 변화를 전기적 신호에 의해 이미 설정하여 놓은 가스농도(이하 “경보농도”라 한다)에서 자동적으로 울리는 것으로 한다. 이 경우 가연성가스 경보기는 담배연기 등에, 독성가스용 경보기는 담배연기, 기계세척유 가스, 등유의 증발가스, 배기가스 및 탄화수소계 가스 등 잡가스에는 경보하지 않은 것으로 한다.

2.8.2.1.2 경보농도는 검지경보장치의 설치장소, 주위 분위기 온도에 따라 가연성가스는 폭발 하한계의 1/4 이하, 독성가스는 TLV-TWA(Threshold Limit Value-Time Weight Average, 정상인이 1일 8시간 또는 주 40시간 통상적인 작업을 수행함에 있어 건강상 나쁜 영향을 미치지 아니하는 정도의 공기 중 가스농도를 말한다. 이하 같다)기준 농도 이하로 한다.(다만, 암모니아를 실내에서 사용하는 경우에는 50ppm으로 할 수 있다)

2.8.2.1.3 경보기의 정밀도는 경보농도 설정치에 대하여 가연성가스용에서는 $\pm 25\%$ 이하, 독성가스용에 서는 $\pm 30\%$ 이하로 한다.

2.8.2.1.4 검지에서 발신까지 걸리는 시간은 경보농도의 1.6배 농도에서 보통 30초 이내로 한다. 다만, 검지경보장치의 구조상이나 이론상 30초가 넘게 걸리는 가스(암모니아·일산화탄소 또는 이와 유사한 가스)에서는 1분 이내로 할 수 있다.

2.8.2.1.5 검지경보장치의 경보정밀도는 전원의 전압 등 변동이 $\pm 10\%$ 정도일 때에도 저하되지 않아야 한다.

2.8.2.1.6 지시계의 눈금은 가연성가스용은 0 ~ 폭발 하한계 값, 독성가스는 0 ~ TLV-TWA 기준 농도의 3배값(암모니아를 실내에서 사용하는 경우에는 150ppm)을 명확하게 지시하는 것으로 한다.

2.8.2.1.7 경보를 발신한 후에는 원칙적으로 분위기중 가스농도가 변화하여도 계속 경보를 울리고,

그 확인이나 대책을 강구함에 따라 경보가 정지되는 것으로 한다.

2.8.2.2 가스누출검지경보장치 구조

검지경보장치의 구조는 다음 기준에 적합한 것으로 한다.

2.8.2.2.1 충분한 강도(특히 검지엘리먼트 및 발신회로는 내구성을 갖는 것일 것)을 지니며, 취급 및 정비(특히 검지엘리먼트의 교체등)가 쉬운 것으로 한다.

2.8.2.2.2 가스에 접촉하는 부분은 내식성의 재료나 충분한 부식방지 처리를 한 재료를 사용하고 그 외의 부분은 도장이나 도금처리가 양호한 재료인 것으로 한다.

2.8.2.2.3 가연성가스(암모니아, 브롬화메탄 및 공기중에서 자기발화하는 가스를 제외한다)의 검지 경보 장치는 방폭성능을 갖는 것으로 한다.

2.8.2.2.4 2개 이상의 검출부에서 검지신호를 수신하는 경우 수신회로는 경보를 울리는 다른 회로가 작동하고 있을 때에도 해당 검지경보장치가 작동하여 경보를 울릴 수 있는 것으로서 경보를 울리는 장소를 식별할 수 있는 것으로 한다.

2.8.2.2.5 수신회로가 작동상태에 있는 것을 쉽게 식별할 수 있는 것으로 한다.

2.8.2.2.6 경보는 램프의 점등이나 점멸과 동시에 경보를 울리는 것으로 한다.

2.8.2.3.1 저장시설

검지경보장치의 검출부 설치장소 및 개수는 다음 기준에 따른다.

- (1) 건축물 안에 설치되어 있는 감압설비, 저장설비등 가스가 누출하기 쉬운 설비를 설치하는 곳 주위에는 누출한 가스가 체류하기 쉬운 장소에 이들 설비군의 둘레 10m마다 1개 이상의 비율로 계산한 수
- (2) 건축물밖에 설치되어 있는 (1)에 기재한 설비 외의 설비, 벽 등 구조물에 인접하거나 피트 등의 내부에 설치되는 경우에는 누출한 가스가 체류할 우려가 있는 장소에 그 설비군의 바닥면 둘레 20m마다 1개 이상의 비율로 계산한 수

2.8.2.3.2 배관

다음의 배관부분에는 검지경보장치의 검출부를 설치한다.

- (1) 긴급차단 장치의 부분(밸브피트를 설치한 곳에는 해당 밸브 피트내)
- (2) 슬리브관, 2중관 또는 방호구조물 등으로 밀폐되어 설치(매설을 포함한다)되는 부분
- (3) 누출된 가스가 체류하기 쉬운 구조인 부분

2.8.2.3.3 검지경보장치의 검출부는 가스비중, 주위상황, 가스설비 높이 등 조건에 따라 적절한 높이에 설치한다.

2.8.2.3.4 검지경보장치의 경보부, 램프의 점등 또는 점멸부는 관계자가 상주하는 곳으로 경보가 올린 후 각종 조치를 하기에 적합한 장소에 설치한다.

2.8.9 환기설비 설치

가연성가스의 가스설비실 및 저장설비실에는 누출된 가스가 체류하지 않도록 다음 기준에 따라 환기설비를 설치하고 환기가 잘 되지 아니하는 곳에는 강제환기시설을 설치한다.

2.8.9.1 공기보다 가벼운 가연성가스의 경우 가스의 성질, 처리 또는 저장하는 가스의 양, 설비의 특성 및 실의 넓이 등을 고려하여 충분한 면적을 가진 2방향 이상의 개구부 또는 강제환기시설을 설치하거나 이들을 병설하여 환기를 양호하게 한 구조로 한다.

2.8.9.2 공기보다 무거운 가연성가스의 경우 가스의 성질, 처리 또는 저장하는 가스의 양, 설비의 특성 및 실의 넓이 등을 고려하여 충분한 면적을 갖고 또한 바닥면에 접하여 개구한 2방향 이상의 개구부 또는 바닥면 가까이 흡입구를 갖춘 강제환기시설을 설치하거나 이들을 병설하여 주로 바닥면에 접한 부분의 환기를 양호하게 한 구조로 한다.

2.8.10 부식방지설비 설치

2.8.10.1 저장설비 부식방지설비 설치

저장탱크에는 그 저장탱크가 부식되는 것을 방지하기 위해 모든 저장탱크의 외면에는 녹이 슬지 않도록 도장을 한다.

2.8.10.2 배관 부식방지설비 설치

지상 또는 지하에 설치하는 배관에는 부식을 방지하기 위해 다음 기준에 따라 부식방지조치를 강구한다.

2.8.10.2.1 배관을 지상에 설치하는 경우에는 그 외면에 녹이 슬지 않도록 도장을 한다.

2.8.10.2.2 부식성이 있는 가스의 수송용 배관에는 해당 가스에 침식되지 않는 재료를 사용하며 배관 내면의 부식정도에 따른 부식여유를 두거나 코팅 등에 의해 내면부식방지조치를 한다.

2.8.10.2.3 수송되는 가스나 배관재료에 대해서 부식성이 없다고 인정되는 경우(실용상 충분히 탈수한 경우에도 포함한다)에는 원칙적으로 부식여유를 고려하지 않을 수 있다.

2.8.10.2.4 배관을 지하에 매설하는 경우에는 아스팔트 또는 콜타르, 에나멜등의 도장재와 주우트(jute : 황마), 비닐론크로스, 글래스매트 또는 글래스크로스등의 피복재와의 조합에 따른 도복장(塗

覆裝) 또는 이들과 동등이상의 성능을 가지는 합성수지나 아스팔트마스틱 등의 도장에 의해 배관의 외면을 보호한다.

2.8.10.2.5 지하에 설치하는 배관에는 KGS GC202(가스시설 전기방식 기준)에 따라 전기부식방지 조치를 한다.

2.8.10.2.6 보온·보냉된 배관 중 빗물유입, 누수, 살수설비 등에 노출되어 있는 부분 및 응축 등으로 인한 국부부식이나 응력부식균열이 발생 할 수 있는 부분에는 부식방지조치를 한다.

2.8.10.2.7 보온·보냉된 배관에는 다음 기준에 따라 부식진행여부 등을 확인할 수 있는 조치를 하고, 점검주기, 점검방법 및 판정기준 등을 종합적 안전관리규정에 명시 한다.

(1) 점검구의 설치

(2) 기타 점검 가능한 방법

2.8.11 정전기 제거설비 설치

가연성가스 저장시설에는 그 설비에서 발생한 정전기가 점화원으로 되는 것을 방지하기 위해 다음 기준에 따라 정전기 제거설비를 설치한다.

2.9.4 제독설비 설치

독성가스 중 아황산가스·암모니아·염소·염화메탄·산화에틸렌·시아노화수소·포스겐 또는 황화수소의 저장설비에는 그 설비로부터 독성가스가 누출될 경우 그 독성가스로 인한 중독을 방지하기 위해 다음 기준에 따라 제독설비를 설치하고 제독제 및 제독작업에 필요한 보호구를 구비한다.

2.9.4.1 확산방지 조치

아황산가스·암모니아·염소·염화메틸·산화에틸렌·시아노화수소·포스겐·황화수소 등의 독성가스가 누출된 때에 확산을 방지하는 조치는 다음의 방법 또는 이와 동등이상의 효과가 있는 조치 중 독성가스의 종류 및 설비의 상황에 따라 한 가지 또는 두 가지 이상인 것을 선택하여 조치한다. 다만, 염소 또는 포스겐의 저장탱크에는 2.9.4.1.4에 의한다.

2.9.4.1.1 수용성이거나 물에 독성이 희석되는 가스에는 확산된 액화가스를 물 등의 용매에 희석하여 가스의 증기압을 저하시키는 조치

2.9.4.1.2 설비 내에 있는 액화가스 또는 설비 외에 누설된 액화가스를 누설된 가스의 흡입장치와 연동된 중화설비등의 안전한 장소로 이송하는 조치

2.9.4.1.3 누설된 액화가스의 액면을 흡착제·중화제로 흡착제거·흡수 또는 중화하는 조치 또는 기

포성액체나 부유물 등으로 덮어 액화가스의 증발기화를 가능한 한 적게 하는 조치

2.9.4.1.4 불연성가스의 저장설비에서는 다음 기준에 적합한 건축물로 덮는 등의 조치

- (1) 누출된 액화가스가 쉽게 외부에 누출되지 않는 구조로서 건축물내의 가스를 흡인하여 제독하는 설비와 연결한다.
- (2) 건축물을 방류독과 조합하는 경우에는 건축물과 방류독 사이로 가스가 누출되지 않는 구조로 한다.
- (3) 건축물은 밸브 조작등의 작업에 필요한 충분한 공간을 확보한다.
- (4) 건축물 출입구는 불연성 문으로 하고 또한 밀폐구조로 한다. 다만, 건축물내부의 가스를 흡인하여 제독하는 연동장치를 설치한 경우에는 밀폐구조로 하지 않을 수 있다.

2.9.4.1.5 방호벽 또는 국소배기장치 등으로 가스가 주변으로 확산되지 않도록 하는 조치

2.9.4.1.6 집액구(저장탱크이외의 설비나 저장능력 5톤 미만의 저장탱크에 한한다)나 방류독으로 다른 곳으로 유출하는 것을 방지하는 조치

2.9.4.2 제독조치

제독조치는 다음의 방법이나 이와 동등이상의 작용을 하는 조치 중 한 가지 또는 두 가지 이상인 것을 선택하여 한다.

- (1) 물이나 흡수제로 흡수 또는 중화하는 조치
- (2) 흡착제로 흡착 제거하는 조치
- (3) 저장탱크 주위에 설치된 유도구로 집액구·피트 등으로 고인 액화가스를 펌프 등의 이송설비로 안전하게 제조설비로 반송하는 조치
- (4) 연소설비(플레어스택, 보일러등)에서 안전하게 연소시키는 조치

2.9.4.3 제독설비 기능

2.9.4.3.1 제독설비는 누출된 가스의 확산을 적절히 방지할 수 있는 것으로서 저장시설 등의 상황 및 가스의 종류에 따라 다음의 설비 또는 이와 동등이상의 기능을 가지는 것으로 한다.

- (1) 가압식, 동력식 등으로 작동하는 제독제 살포장치 또는 살수장치(수도직결식을 설치하지 아니한다)
- (2) 가스를 흡인하여 이를 흡수·중화제와 접촉시키는 장치
- (3) 중화제가 물인 중화조를 주위 온도가 4℃미만이 되어 동결의 우려가 있는 장소에 설치하는 경우에는 중화조에 동결방지장치를 설치한다.
- (4) 중화제가 물인 중화조에는 자동급수장치를 설치한다.

2.9.4.3.2 제독제가 물인 제독설비를 주위 온도가 4℃미만이 되어 동결의 우려가 있는 장소에 설

치하는 경우에는 제독설비의 동결을 방지할 수 있는 적절한 조치를 한다.

2.9.4.3.3 살수장치는 정전 등에 의해 전자밸브가 작동하지 않을 경우 수동으로 작동할 수 있는 바이패스 배관을 추가로 설치한다.

2.9.4.3.4 가스누출 검지경보장치와 연동 작동하도록 한다.

3.1.2.2 용기보관실

고압가스 용기를 취급 또는 보관하는 때에는 위해요소가 발생하지 않도록 다음 기준에 따라 관리한다.

- (1) 충전용기와 잔가스용기는 각각 구분하여 용기보관장소에 놓는다.
- (2) 가연성가스·독성가스 및 산소의 용기는 각각 구분하여 용기보관장소에 놓는다.
- (3) 용기보관장소에는 계량기 등 작업에 필요한 물건 외에는 이를 두지 아니한다.
- (4) 용기보관장소의 주위 2m이내에는 화기 또는 인화성물질이나 발화성물질을 두지 아니한다.
- (5) 용기는 항상 40℃ 이하의 온도를 유지하고, 직사광선을 받지 않도록 조치한다.
- (6) 가연성가스 용기보관장소에는 방폭형 휴대용손전등외의 등화를 휴대하고 들어가지 아니한다.
- (7) 밸브가 돌출한 용기(내용적이 5L 미만인 용기를 제외한다)에는 고압가스를 충전한 후 용기의 넘어짐 및 밸브의 손상을 방지하기 위해 다음 기준에 적합한 조치를 강구하고, 난폭한 취급을 하지 아니한다.
 - (7-1) 충전용기는 바닥이 평탄한 장소에 보관한다.
 - (7-2) 충전용기는 물건의 낙하우려가 없는 장소에 저장한다.
 - (7-3) 고정된 프로텍터가 없는 용기에는 캡을 씌워 보관한다.
 - (7-4) 충전용기를 이동하면서 사용하는 때에는 손수레에 단단하게 묶어 사용한다.

3.1.3 가스설비 유지관리

가스설비의 안전성 및 작동성을 확보하고 저장시설 주위에서의 위해요소 발생을 방지하기 위해 다음 기준에 따라 필요한 조치를 강구한다.

3.1.3.1 진동방지 조치

고압가스설비 중 진동이 심한 곳에는 진동을 최소한도로 줄일 수 있는 조치를 한다.

3.1.3.2 가스설비 접속

고압가스설비를 이음쇠로 접속할 때에는 그 이음쇠와 접속되는 부분에 잔류응력이 남지 않도록 조립하

고 이음쇠 밸브류를 나사로 조일 때에는 무리한 하중이 걸리지 않도록 하며, 상용의 압력이 19.6MPa 이상이 되는 곳의 나사는 나사게이지로 검사한 것으로 한다.

3.1.3.5 시운전 등

산소외의 고압가스 저장시설의 기밀시험이나 시운전을 하는 때에는 산소외의 고압가스를 사용하고, 공기를 사용하는 때에는 미리 그 설비 중에 있는 가연성가스를 방출한 후에 실시하며, 온도를 그 설비에 사용하는 윤활유의 인화점 이하로 유지한다.

3.1.3.6 가연성물질 취급

가연성가스 또는 산소의 가스설비의 부근에는 작업에 필요한 양 이상의 연소하기 쉬운 물질을 두지 아니한다.

5. 유형별 디자인 가이드라인

5.1 A형(생물 · 생명 · 방사능)

5.2 B형(화학)

5.3 C형(기계)

5.4 D형(전기 · 전자)

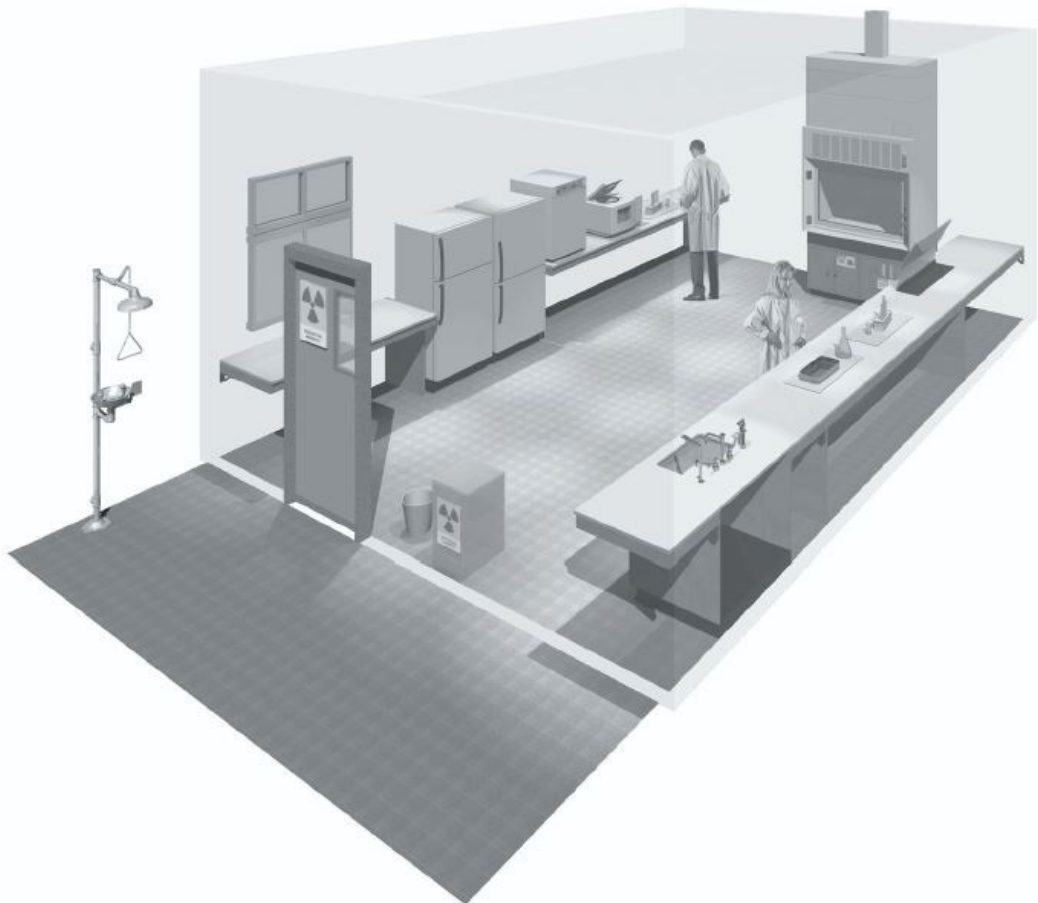
5.5 E형(미술)

5.6 F형(체육)

5.1 A형(생물 · 생명 · 방사능)

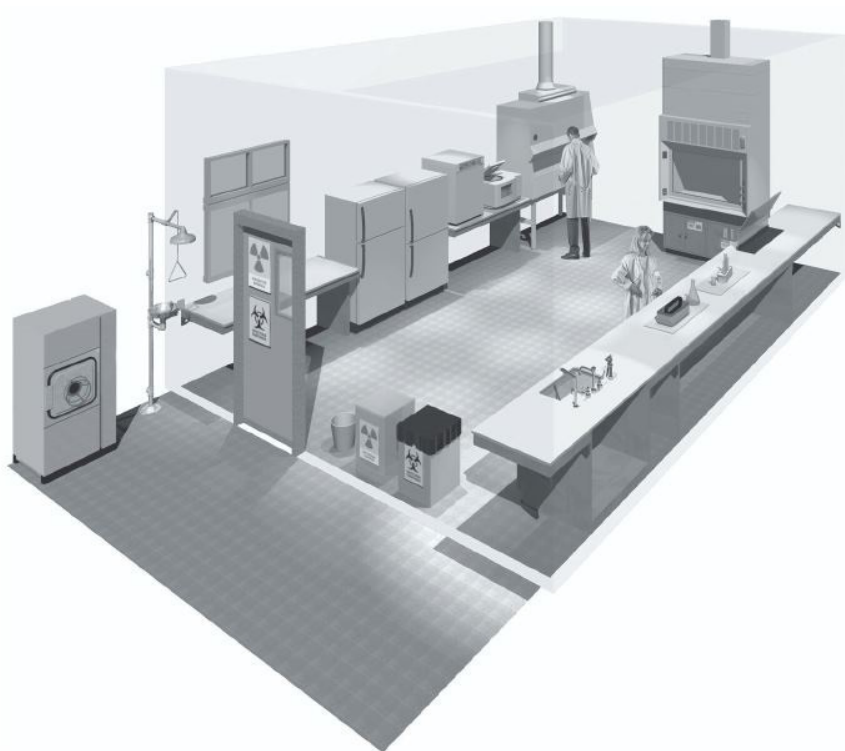
5.1.1 생물 · 생명

- 생물 · 생명 관련 실험실은 공통사항을 적용하고 그 외 사항에 대하여는 아래사항을 적용하는 것을 권장하되, 생물안전 3등급 이상의 실험실 및 방사능 실험실은 관련 개별법에 서 정한 규정 및 지침을 따른다.



A typical Biosafety Level 1 laboratory
(graphics kindly provided by CUH2A, Princeton, NJ, USA)

【 Laboratory Biosafety Manual 3rd Edition 2004 – WHO 】



A typical Biosafety Level 2 laboratory
(graphics kindly provided by CUH2A, Princeton, NJ, USA). Procedures likely to generate aerosols are performed within a biological safety cabinet. Doors are kept closed and are posted with appropriate hazard signs. Potentially contaminated wastes are separated from the general waste stream.

【 Laboratory Biosafety Manual 3rd Edition 2004 – WHO 】

1) 일반생물 실험실

- 고형폐기물 및 실험폐수는 고압증기멸균 또는 화학약품처리 등을 통하여 생물학적 활성을 제거할 수 있도록 고압멸균기를 설치하여야 한다.
- 개방되는 창문이 있는 실험실에는 곤충의 유입을 막는 스크린을 설치하여야 한다.
- 실험실 출입은 현관, 전실 등을 경유하여야 한다.

- 실험실 배관에는 역류방지장치의 설치를 권장한다.
- 생물안전 2등급 이상 실험실은 생물안전작업대를 설치하여야 한다.



【 일반 생물실험실 배치(안) 】

2) 대량배양 실험실

- 주 출입구는 잠금장치를 설치(카드, 지문인식시스템, 보안시스템 등)하는 것을 권장한다.
- 실험실 출입 전 실험복 보관 장소가 설치되어야 한다.
- 실험구역 내의 이음새는 충격에 견딜 수 있는 재질이어야 하며, 실험실 청결을 위해 코팅된 벽과 바닥구조를 가져야 한다.
- 실험실 내부에 손 소독기 및 눈 세척기를 설치한다.
- 오염 실험복 탈의 구역과 인접하여 비상 샤워시설을 설치하여야 한다.

* 유전자재조합실험지침 제6조 제3항 [별표4] 대량배양 연구시설의 설치·운영기준 참고

3) 동물 실험실

가) 사육실

- 실험동물의 종류별로 사육실을 분리 또는 구획하여야 한다.
- 실험동물의 종류와 수에 따라 개별 동물의 사육공간이 확보될 수 있는 적절한 재질의 사육상자 또는 사육장을 갖추어야 한다.
- 내벽과 바닥은 청소와 소독이 편리한 마감재를 사용하며 균열이 없어야 한다.
- 바닥은 요철이나 이음매가 없어야 하고 표면이 매끄러워야 한다.
- 천정은 이물질이 쌓이지 않는 구조이어야 한다.
- 온도와 습도를 조절할 수 있는 장치나 설비를 갖추어야 한다.

나) 실험실(동물의 부검이나 수술이 필요한 경우만 해당한다)

- 동물의 부검이나 수술에 사용하는 물품, 기구, 시약 등을 보관할 수 있는 장치를 갖추어야 한다.
- 부검대 등의 실험동물 부검이나 수술에 필요한 장비를 갖추어야 한다.

다) 부대시설

- 사료 및 사육물품을 보관할 수 있는 구획 또는 구분된 공간을 갖추어야 한다.
- 소독제, 청소도구 등을 보관할 수 있는 구획 또는 구분된 공간을 갖추어야 한다.
- 「폐기물관리법」에 따라 동물 사체 등을 보관할 수 있는 분리 또는 구획된 공간과 장비 또는 설비를 갖추어야 한다.

* 실험동물에 관한 법률 시행규칙 [별표1] 동물실험시설의 등록기준

4) 식물 실험실

- 식물 실험실의 경우 온실바닥은 흡수성 혹은 다공성의 바닥이어야 한다.
- 식물 실험실은 배출수 집수장치 설치를 권장한다.

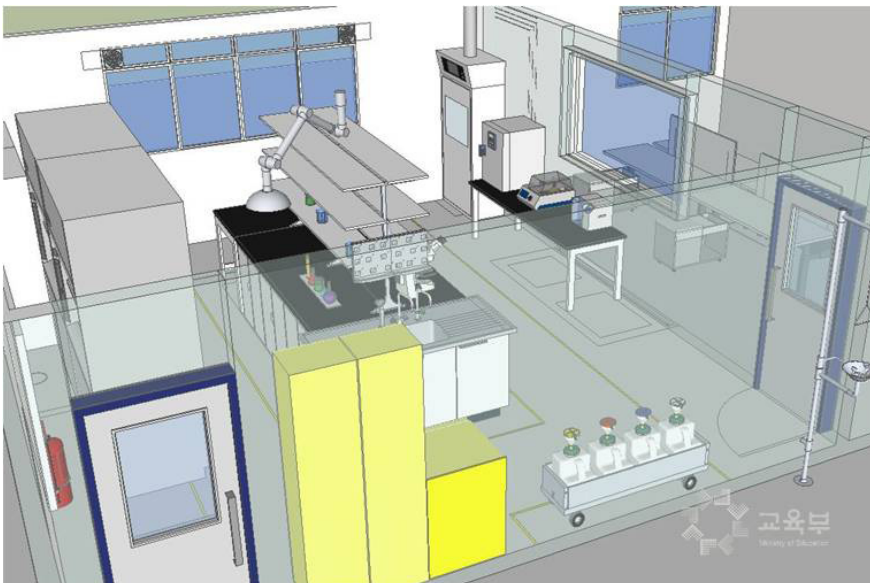
- 식물 실험실은 표준 온실유리나 플라스틱 재질을 이용해야 한다.
- 지붕이나 옆쪽으로 배기 시설을 설치해야 한다.
- 필요한 경우, 폐쇄형의 식물재배장치(예: 병, 플라스틱 상자)를 사용하여 격리 재배하는 것을 권장한다.
- 실험실에 생물안전표지(식물명, 안전관리등급, 시설관리자의 이름과 연락처 등)를 부착해야 한다.

* 유전자재조합실험지침 제6조 제5항 [별표6] 식물 이용 연구시설의 설치·운영기준 참고

5.1.2 방사능

- 사용하고 남은 방사성물질은 지정된 보관 장소(방사성동위원소 저장고)에 보관하고 발생한 폐기물은 핵종 및 성상별로 분리수거한 후 관리한다.
- 실험실 출입구 및 저장물에 삼엽표지, 핵종, 방사능 등을 기록한 표지를 부착하여야 한다.
- 방사성물질 전용 보관실에는 잠금장치를 설치하여야 한다.
- 방사선발생장치를 사용하는 때에는 그 사용시설의 출입구에 방사선 발생장치의 사용 중임을 자동적으로 표시하는 장치와 사람의 출입을 제한하는 장치를 하여야 한다.
- 방사선 발생장치를 사용하는 때에는 방사선 발생장치의 사용여부에 따라 사용시설의 출입구가 개폐되는 연동장치를 하여야 한다.
- 비상시 사용시설 안의 사람이 신속히 대피할 수 있는 구조로 하고, 반입구·비상구 등 사람이 상시 출입하지 아니하는 출입구의 문을 외부로부터 개폐할 수 없도록 하여야 한다.

5.2 B형(화학)



【 일반 화학실험실 배치(안) 】

- 유해화학물질은 성상별로 구분하여 적합한 성능을 갖춘 전용 시약장 및 캐비닛 내에 비치하고 관리하여야 한다. 단, 법정규모를 초과하여 위험물질을 보관하는 경우 옥내 또는 옥외저장소를 설치하여야 한다.
- 실험실 내에 액화암모니아 등 독성가스와 수소, 아세틸렌 등 가연성가스를 보관하는 경우 가스누출탐지 설비를 갖추어야 하며, 가스누출을 탐지할 수 있는 적합한 성능을 갖춘 전용 실린더 캐비닛에 보관하는 것을 권장한다. 단, 사용량 등을 고려하여 전용 보관소를 설치할 수 있다.
- 물리적 위험성이 있는 유해화학물질 저장·보관장소에는 정전기가 발생하여 점화원이 되지 않도록 접지하여야 한다.
- 폭발성, 인화성 등이 있는 유해화학물질의 저장·보관시설의 전기설비는 설치장소 및 물질의 종류에 따라 적절한 방폭성능을 갖추어야 한다.
- 배출설비는 배풍기·배출덕트·후드 등을 이용하여 강제 배출하여야 하고, 배풍기는 옥내덕트 내압을 대기압 이하로 유지하여야 한다.



【 일반 화학실험실 배치(안) 】

5.3 C형(기계)

- 실험 · 실습중에는 작업복 및 안전화를 착용하도록 하며 슬리퍼나 샌들 등은 신지 않도록 한다.
- 기계의 이상 유무를 철저히 점검하고 고장인 기계는 사용 못함 등의 표지를 붙여야 한다.
- 기계의 취급은 인가자에 한하여 실시하며 정지중 타인에 의해 작동되지 않도록 관계자 외 스위치 작동금지 표지를 걸어 놓는다.
- 기계를 정지시킬 때 완전히 정지될 때까지는 손을 대지 말아야 하며 기계의 타력(여력)을 손이나 공구, 기타 물건으로 정지시키려 하지 말아야 한다.
- 실험 · 실습 중에 신체가 접촉될 수 있는 동력전달부위에는 방호덮개를 설치한다.
- 실험 · 실습기계는 개별 안전수칙을 게시하여야 한다.

《실험 · 실습기계 및 방호장치 종류》

기계기구명		방호장치 종류
프레스 및 전단기		방호장치(광전자식, 양수조작식, 가드식, 손 쳐내기식, 수인식), 안전블록, 페달의 U 자형 덮개, 자동 송급장치, 금형의 안전울
로울러기		급정지장치(손 조작식, 복부 조작식, 무릎 조작식), 울(가드), 안내 롤러
연삭기		덮개, 칩 비산방지장치(Shield)
양중기	크레인	과부하방지장치, 권과방지장치, 비상정지장치
	곤돌라	과부하방지장치, 권과방지장치, 제동장치
	리프트	과부하방지장치, 권과방지장치
	승강기	과부하방지장치, 조속기, 리미트 스위치, 완충기, 비상정지장치, 출입문 인터록 장치
목재가공용 둥근톱		반발 예방장치, 날 접촉 예방장치
동력식 수동대패기		날 접촉 예방장치
아세틸렌용접장치, 가스집합용접장치		안전기(수봉식, 건식)
방폭용 전기기계기구		방폭구조 전기기계기구(내압, 압력, 유입 등)
교류아크용접기		자동전격방지기
압력용기 (공기압축기포함)		압력방출장치, 언로드 밸브
보일러		압력방출장치, 압력제한스위치(온도제한스위치), 고저수위 조절장치
산업용 로봇		안전매트, 방호울
공작기계 (드릴, 밀링, 선반)		브레이크, 덮개, 칩 처리장치, 공작물 및 공구 고정 장치

5.4 D형(전기 · 전자)

- 바닥 · 통로에 전기설비 노출로 인한 화재 및 전도 방지를 위한 액세스플로어를 설치한다.
- 전기를 사용하는 모든 실험실은 접지플러그, 접지콘센트, 누전차단기 등을 설치하여야 한다.
- 바닥배선의 설치는 지양하고, 부득이하게 설치하는 경우 바닥배선으로 인하여 통로이동 중 실험자가 넘어짐이 없도록 몰딩처리 등 바닥배선을 개선하여야 한다.
- 고전압기기는 단독회로를 구성하고, 실내에 요구되는 부하용량 이상의 전기를 안전하게 공급할 수 있도록 충분한 정격용량의 배선, 차단기 등의 설비를 구비하여야 한다.

5.5 E형(미술)

- 분진발생공간은 외부로 배출 가능한 집진장치 및 국소배기장치를 설치하여야 한다.
- 실험자 상해가 우려되는 실습장치는 방호장치 및 안전덮개를 설치하여야 한다.
- 실습중에는 실습 특성에 맞는 작업복을 착용하고 안전화를 신도록 하며 슬리퍼나 샌들 등은 신지 않도록 한다.
- 실습을 위한 전기 가마의 설치는 정해진 기준과 성능을 만족하여야 한다.

전기 가마의 안전한 사용에 관한 기술지침(KOSHA GUIDE E-44-2012)

4. 가마 설치 시 주의사항

- (1) 가마는 작업지역으로부터 떨어져 설치되어야 하고, 격리된 방이나 지역에 설치되어야 한다.
- (2) 가마 무게를 견딜 수 있는 내력바닥에 설치되어야 하며, 가마와 천장 사이는 충분한 이격거리가 있어야 한다. 만일 설치된 바닥의 강도가 적정하지 의심된다면, 설치 전문가의 조언을 구하여야 한다.
- (3) 전기 가마 위에 공간이 제한될 경우 다음 사항을 따라야 한다.
 - (가) 화재에 대한 예방대책으로 가마위에 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 근처로 연통이 지나가는 경우, 화재의 위험을 예방하기 위해 적당한 거리를 유지하여야 한다.
- (라) 연통 설치의 배관 설치 전문가가 작업하여야 한다.
- (4) 가마에 인접한 바닥, 천장과 벽면은 모두 불연성 물질로 덮거나 만들어야 한다.
- (5) 가마의 유지 보수를 위한 접근성과 공기의 자유로운 이동을 위해 가마 주위에는 충분한 간격이 있어야 한다.
- (6) 고정적으로 결선되어 있지 않는 가마는 충분한 정격과 보호기능을 갖는 소켓에 직접 연결되어야 하며, 연장케이블을 사용해서는 안 된다.
- (7) 가연성 물질이 가마 근처에 보관되거나 축적되어서는 절대로 안 된다.
- (8) 전기 가마를 설치하기 전에, 유자격자는 구내의 전기계통이 안전하고 가마가 필요로 하는 정격전력을 공급할 수 있는지를 평가하고 시험하여야 한다. 만일 그렇지 않다면, 사용에 적합한 전원계통을 적절히 설치하여야 한다.
- (9) 가마의 금속 케이스는 화상이나 화재에 주의해야 한다. 특히 어린이, 일반인, 또는 장애우는 안전교육을 받은 후에 가마에 접근할 수 있도록 해야 하며, 다음과 같은 안전조치를 하여야 한다.
 - (가) 격벽이나 가마 보호 철장을 사용하여야 한다.
 - (나) 내부에 사람들이 갇히는 것을 방지하는 안전장치를 설치하여야 한다.
 - (다) 조작장치는 격벽이나 보호철장 외부에 있어야 한다.
 - (라) 열릴 때 가마 출입구로 인해 접근을 방해받지 않도록 설치되어야 한다.
- (10) 가마는 부식성 가스, 가연성 가스가 발생되지 않는 곳에 설치하여야 한다.
- (11) 유도장애가 크고 정전기, 자기 노이즈가 발생하는 장소는 피해야 한다.
- (12) 설치장소는 정기적으로 환기를 해주고, 습기 제거 및 주변 바닥을 청결하게 유지하여야 한다.
- (13) 가마를 보관할 경우에는 뚜껑과 수분 배출 마개를 닫아서 보관하고, 덮개로 먼지의 유입을 막아야 한다.

5. 안전한 작업을 위한 기본사항

- (1) 전기가마는 안전한 작업 절차(안전장치와 제어장치의 사용을 포함)를 숙지하고 있는 작업자가 사용하여야 하고, 고장의 인지와 비상상황에 대처할 수 있어야 한다.
- (2) 작업자의 부재에 대처하기 위해서는 작업에 참여한 모든 작업자가 가마를 작동시킬 수 있어야 하고, 비상사태 절차를 알고 있어야 한다.
- (3) 전기가마 뚜껑의 개폐 시 반드시 전기가마 내부온도의 적정온도(가마의 뚜껑 개폐시 적정온도는 120 ℃

미만)를 확인하고 작업에 임해야 한다. 높은 온도에서의 개폐는 전기가마 내부의 내화물, 열선 등과 기물에 심각한 영향을 줄 수 있다.

- (4) 작업 안전 지침은 가마가 사용 중일 때 항상 적용하여야 한다.
- (5) 작업자는 작동하는 전기가마에 접촉할 경우, 열에 대한 보호가 가능한 방염작업복, 방염장갑, 보안경 등의 보호 장구를 착용해야 하고, 컨트롤러는 반드시 잠금장치를 하여 오작동을 방지하여야 한다.
- (6) 전기가마에 대한 작업 안전 지침과 비상시 절차서는 가마 책임자의 명단과 함께 명확히 보이는 위치에 게시하여야 한다.
- (7) 가마 내부의 온도센서는 충격에 약한 구조로 되어 있어 열판이나 기물의 유출입시 주의하여야 한다.
- (8) 전기가마가 작동 중일 때에는 절대로 뚜껑을 열어서는 안 된다. 가마 상판의 조작, 손잡이 등은 온도가 높을 수 있어 화상의 원인이 되므로 주의하여야 한다.

5.6 F형(체육)

- 추락, 충돌 등 상해 방지를 위한 안전난간, 안전매트 등 안전시설을 설치한다.
- 연습 중에는 체육활동에 맞는 개인 보호구를 착용하여야 하며, 응급상황 발생시 사용을 위한 응급처치 키트(경추 보호대 등) 및 자동제세동기 등 안전용품을 설치한다.

* 체육시설의 설치·이용에 관한 법률 시행규칙 [시행 2015.6.23.] [별표6] 안전·위생 기준 참고

참 고 문 헌

1. 산업안전보건공단, “KOSHA CODE G-95-2012 산업현장의 안전디자인 적용에 관한 기술지침”, 2012
2. 산업안전보건공단, “KOSHA CODE P-76-2011 화학물질을 사용하는 실험실 내의 작업 및 설비안전 기술지침”, 2011
3. 산업안전보건공단, “KOSHA CODE G-85-2013 작업장의 통로 및 계단 설치에 관한 기술지침”, 2013
4. 산업안전보건공단, “KOSHA CODE E-89-2013 정전기 재해 예방에 관한 기술지침”, 2013
5. 산업안전보건공단, “KOSHA CODE G-82-2012 실험실 안전보건에 관한 기술지침”, 2012
6. 산업안전보건공단, “KOSHA CODE P-57-2012 사업장의 방화문 및 내화창 안전관리 기술지침”, 2012
7. 산업안전보건공단, “KOSHA CODE E-48-2012 가스 폭발 위험장소의 전기 설비설계 선정 및 설치에 관한 기술지침”, 2012
8. 산업안전보건공단, “KOSHA CODE P-25-2012 화재 방지를 위한 방화벽 및 방화방벽 설치에 관한 기술지침”, 2012
9. 산업안전보건공단, “KOSHA CODE P-74-2011 포장된 위험물의 창고 저장에 관한 기술지침”, 2011
10. 산업안전보건공단, “KOSHA CODE G-12-2013 개인보호구의 사용 및 관리에관한 기술 지침”, 2013
11. 산업안전보건공단, “KOSHA CODE H-82-2012 호흡용보호구의 사용지침”, 2012
12. 산업안전보건공단, “전기가마의 안전한 사용에 관한 기술지침”, KOSHA GUIDE E-44-2012
13. NFPA, “NFPA99:Health Care Facilities Handbook”, 2005
14. European Standard(French standard), “NF EN 14727:Storage units for laboratories Requirements and test methods”, 2006
15. European Standard(French standard), “NF EN 15154-1:Emergency safety showers”, 2006
16. British Standard BS EN 13150:Workbenches for laboratories”, 2001
17. British Standard, “BS EN 13150:Fume Cupboards”, 2001

-
18. Australian/New Zealand Standard, “AS/NZS 2243.10:Safety in Laboratories”, 2004
 19. Australian/New Zealand Standard, “AS/NZS 2243.1:Safety in Laboratories”, 2005
 20. CSA Standard, “Z316.5–04:Fume hoods and associated exhaust systems”, 2004
 21. University of California, “Environment, Health & Safety(EH&S) Laboratory Safety Design Guide”, 2007
 22. Stanford University, “Stanford Laboratory Standard & Design Guide”, 2014
 23. The University of Hong Kong, “Laboratory Design Guide”, 2013
 24. University of McGill College, “McGill’s Laboratory Safety Inspection Program”, 2011
 25. OSHA(Occupational Safety and Health Administration U.S. Department of Labor), “Laboratory Safety Guidance”, 2011
 26. National Academy of Sciences, “Prudent Practices in the Laboratory”, 2011

부 록

1. 대학 실험실 안전관련 개별법 현황
2. 대학 실험실 안전관련 지침 및 기준 현황

《 1. 대학 실험실 안전관련 개별법 현황 》

구 분	세부구분	관련 법	
생 물 생 명 방사능 (A)	생 물 생 명 (LMO)	■「생명공학육성법」제15조 • 유전자재조합실험지침 ■「유전자변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 법률」제92조 제2항 제1호 • 유전자변형생물체의 국가 간 이동 등에 관한 통합고시 ■「실험동물에 관한 법률」제5장 ■「감염 병의 예방 및 관리에 관한 법률」제23조	
	방사능	■「원자력안전법」제55조 • 원자력안전위원회 규칙 제14호 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙	
화학(B)		■「화학물질관리법」 제24조 • 시행규칙 [별표5] 유해화학물질 취급시설 설치 및 관리 기준	
기계(C)		■「산업안전보건법」33조 • 위험기계·기구 방호조치 기준 • 산업안전보건에 관한 규칙 ■「산업안전보건법」제2편 제1장 • 기계·기구 및 그 밖의 설비에 의한 위험예방	
전기·전자(D)		■「산업안전보건법」제2편 제3장 • 전기로 인한 위험방지	
미술(E)		■「산업안전보건법」33조 • 위험기계·기구 방호조치 기준 ■「산업안전보건법」제2편 제1장 • 기계·기구 및 그 밖의 설비에 의한 위험예방	
체육(F)		■「체육시설의 설치·이용에 관한 법률」제14조 • [별표6] 안전·위생 기준 [시행 2015.6.23.]	
공통	일반사항		■「산업안전보건법」 • 제2편 안전기준 기계·기구 및 그 밖의 설비에 의한 위험예방 폭발·화재 및 위험물누출에 의한 위험방지 전기로 인한 위험방지 • 제3편 보건기준 관리대상 유해물질, 소음 및 진동, 이상기압, 온도·습도, 방사선, 병원체, 분진, 밀폐공간 작업에 의한 건강장해의 예방 ■「폐기물관리법」제13조 • [별표5] 폐기물의 처리에 관한 구체적 기준 및 방법
	건축		■「건축법」제49조 • 건축물의 파난시설 및 용도제한 등
	설비	전기	■「전기사업법」제67조 • 전기설비기술기준
		가스	■「고압가스안전관리법」제4조 • 시행규칙 [별표8] 고압가스 저장·사용의 시설·기술·검사 기준 ■「액화석유가스의 안전관리 및 사업법」27조 • [별표15] 액화석유가스 사용시설의 시설·기술·검사기준
		소방	■「소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」제10조 • 소방시설의 설치 및 유지관리 등

《 2. 대학 실험실 안전관련 지침 및 기준 현황 》

구 분	기 준
국 내	- 실험실 안전보건에 관한 기술지침 - 실험실 생물안전지침 - 화학물질을 사용하는 실험실 내의 작업 및 설비안전 기술지침 - 저압전기설비에서의 감전예방을 위한 기술지침 - 가스누출감지경보기 설치에 관한 기술상의 지침 - 연구실 안전점검 및 정밀안전진단에 관한 지침 - 유전자재조합실험지침 - 인화성가스 검지 및 경보장치 등의 설치 및 유지보수에 관한 기술지침 - 독성 가스검지 및 경보장치 등의 설치, 운전 및 보수에 관한 기술지침 - 산소 검지 및 경보장치 등의 설치, 운전 및 유지보수에 관한 기술지침 - 고압가스관련 검사업무 처리지침(통합) - 특수고압가스 사용의 시설·기술·검사 기준 - 고압가스 저장의 시설·기술·검사 기준 - 고압가스용 실린더캐비넷 제조의 시설·기술·검사 기준 - 국가화재안전기준(NFSC)
해 외	■ 안전장비 성능기준 - 유럽 EN 14175 - 미국 ANSI(ASHRE) 1101995 - 호주/뉴질랜드 AS/NZS 8:2006 - 국제 SEFA 102013 ■ 매뉴얼 - Harvard University EH&S Guidelines fo Design - Stanford Laboratory Standard & Design Guide - University of California EH&S Laboratory Safety Design Guide - University of Nevada Laboratory Safety Design Guidelines - The University of Hong Kong Laboratory Design Guide - Laboratory Biosafety Guideline – Canada - Laboratory biosafety manual – WHO

대학 실험실 안전환경 구축 가이드

발행일 2015년 5월

발행처 교육부 교육시설과(www.moe.go.kr)
교육시설재난공제회(www.edufa.or.kr)
서울시 영등포구 국회대로 62길 25
교육시설공제회관 10층(150-874)

연락처 교육시설재난공제회 예방사업팀
전화 02) 781 - 0130
팩스 02) 736 - 6098

대학 실험실
안전환경 구축
가이드