

KOSHA GUIDE

P-76-2011

화학물질을 사용하는 실험실 내의 작업
및 설비안전 기술지침

2011. 12.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자: 한국기술사회 김두환

○ 제 · 개정 경과

- 2011년 10월 화학안전분야 제정위원회 심의(제정)

○ 관련 규격 및 자료

- NFPA 45, "Standard on Fire Protection for Laboratories Using Chemicals", 2000 Ed, 2000
- 29 CFR 1910.1450, "Occupational Exposure to Toxic substances in Laboratory"
- 29 CFR 1910.120, "Hazardous Waste Operations and Emergency Response"
- ANSE Z9.5, "Laboratory Ventilation"
- OSHA, "Laboratory Safety Pocket Handbook", 1996.
- Product Steward ship. Code of management practices.

○ 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자: 2011년 12월 26일

제 정 자: 한국산업안전보건공단 이사장

화학물질을 사용하는 실험실의 작업 및 설비안전 기술지침

1. 목적

이 지침은 실험실 등에서 사용하는 유해 위험물질의 누출로 인한 중독, 화재 및 폭발사고를 예방하기 위하여 화학약품 등의 저장, 사용, 폐기 작업에 대한 지속적인 개선 및 이에 따른 규정을 정하여 실험실의 작업 및 관련 설비를 안전하게 운영하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 지침은 사업장 및 국가 연구기관 연구실험실 및 이와 유사한 학교 과학실험실 등에서 화학물질의 사용, 저장, 취급, 폐기 등에 적용한다.

3. 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다

- (가) “사용 등”이라 함은 제조, 연구, 개발, 사용, 보관, 운반 및 처리를 포함시켜 말한다.
- (나) “기구”라 함은 실험실에서 사용하는 설비, 실험실 후드, 원심분리기, 냉각장치, 상용 또는 직접 제작한 장치 등을 말한다.
- (다) “보충공기”이라 함은 실험실 내의 공기오염을 줄이기 위해 실험실 후드의 옥외 표면 주위에서 제공되는 공기를 말한다.
- (라) “방해판 (Baffle)”이라 함은 후드를 통과하는 공기의 흐름을 분할하는 것을 돕는 후드 내부의 뒷면에 위치한 패널을 말한다.
- (마) “생물학적인 안전캐비닛”이라 함은 생물학적인 물질을 취급하거나 저장하는데 사용되는 특별한 안전캐비닛을 말한다.
- (바) “사용장소”라 함은 사업장의 연구실험실과 대학 연구실험실 등을 말한다.
- (사) “화재 차단물”이라 함은 방호된 구멍을 갖고, 화재의 확산을 억제하도록 설계된

수평 또는 수직적인 화재방지를 위하여 조립한 재료를 말한다.

(아) “실험실 작업구역”이라 함은 화학물질을 사용하는 검사, 분석, 연구 교육이나 유사한 작업활동을 위한 공간을 말하며, 연구실과는 구분된다.

(자) “안전용기”이라 함은 스프링 개폐식 뚜껑 또는 배출 방지용 뚜껑을 가지고 있도록 설계되어 화재에 노출 시 내부압력을 안전하게 감소시킬 수 있도록 승인된 저장용기를 말한다.

(차) “대체 (Substitution)”라 함은 창고에서 위성도가 높은 위험물을 위험도가 보다 낮은 위험물질로 대체하여 저장·취급하는 것을 말한다.

(2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 정하는 바에 의한다.

4. 실험실 위험등급

4.1 범위

실험실 내에 저장된 인화성 액체나 인화성 가스 취급량에 따라 실험실을 등급화한다.

4.2 실험실에 대한 위험등급

실험실의 인화성 액체의 취급 양에 따라 A등급(화재 폭발위험이 아주 높음), B등급(중간정도의 화재 폭발 위험), C등급(화재폭발 위험정도가 낮음) 및 D등급(최소 화재폭발 위험정도)로 분류한다.

(1) 높은 화재위험 : 인화성 액체 저장실의 인화성 액체 전체량은 <표 1>의 A등급에 제시된 양을 초과하지 않아야 한다.

(2) 중간 화재위험 : 인화성 액체 저장실의 인화성 액체의 전체량은 <표 1>의 B등급에 제시된 양을 초과하지 않아야 한다.

<표 1> 실험실 등급에서 인화성 액체 최대 취급량

실험실에 대한 화재위험등급	인화성 액체 등급	실험실 10 m ² 당 최소량 ²⁾	실험실 당 ^{1,2)} 최대량(L)	실험실 10 m ² 당 최대량(L)
A	인화성 액체와 인화성 가스를 포함	40 L	1140 L	80 L
	인화성 액체 인화점 23 ℃ ~ 60 ℃ 미만	80 L	1520 L	150 L
B	인화성 액체와 인화성 가스를 포함	20 L	570 L	40 L
	인화성 액체 인화점 23 ℃ ~ 60 ℃ 미만	40 L	760 L	80 L
C	인화성 액체와 인화성 가스를 포함	10 L	280 L	15 L
	인화성 액체 인화점 23 ℃ ~ 60 ℃ 미만	15 L	380 L	30 L
D	인화성 액체와 인화성 가스를 포함	5 L	140 L	10 L
	인화성 액체 인화점 23 ℃ ~ 60 ℃ 미만	5 L	140 L	10 L

(주) 1. 최대 수용량

2. 저장기의 최대크기

3. 저장기와 인화성 액체의 저장캐비닛 참조

4. 이 등급의 등급 I 은 인화성 액체와 인화성 가스를 포함한다.

(3) 낮은 화재위험 : 인화성 액체 저장실의 인화성 액체의 전체량은 <표 1>의 C등급에 제시된 양을 초과하지 않아야 한다.

(4) 최소 화재위험 : 인화성 액체 저장실의 인화성 액체의 전체량은 <표 1>의 D등급에 제시된 양을 초과하지 않아야 한다.

(5) 의료시설에 부속된 실험실에 있는 인화성 액체의 양은 D등급인 실험실에 한정된 양을 초과하지 않아야 한다.

4.3 강의용 실험단위

- (1) 6명 이상에게 하루에 4시간, 1주일에 12시간 이상의 교육을 목적으로 사용하는 강의용 실험실에서 실험 또는 시험을 하는 경우에는 강사가 직접 감독 하에 수행하여야 한다.
- (2) 강의 목적으로 사용되는 실험실은 <표 1>의 B등급의 실험실에서 취급하는 인화성 액체량의 50 %로 제한하여야 한다.
- (3) <표 1>의 실험실 당 인화성 액체의 최대 허용량은 실험실 10 m² 당 한정하여 계산된 양을 초과하지 않아야 한다. 이때, 사무실, 실험실에 인접한 구역도 이 계산에 포함되어야 한다.
- (4) 인화점이 39 °C ~ 93 °C 미만인 액체가 혼합되었을 때 인화성 액체와 인화성 액화가스의 최대량은 <표 1>에서 제시한 최대량을 초과하지 않아야 한다.
- (5) <표 1>에서 제시한 기준은 스프링클러 설치기준에 맞는 자동 스프링클러시스템을 설치한 실험실에 한하며, 물로 인한 심각한 화재나 사람에게 위험을 발생시킬 수 있는 장소에서는 물 이외의 다른 약제를 사용하는 자동소화시스템으로 대체할 수 있다.

4.4 실험실 작업구역의 안전

- (1) 실험실 내 작업에서 취급한 고압 반응물에 의한 다음 항의 폭발위험을 충분히 고려하여야 한다.
 - (가) 반응성 위험물질에 속하는 가연성고체의 저장
 - (나) 반응성 위험물질에 속하는 가연성고체의 사용 또는 생성
 - (다) 중합반응, 산화, 질화, 과산화, 수소 첨가, 유기반응과 같은 높은 발열반응
 - (라) 3중 결합, 에폭시기, 니트로기, 과산화물과 같은 화학물질 구조가 잠재위험을 나타내지만 특성이 형성되지 않은 물질의 사용 또는 형성
- (2) 실험실 내의 실험구역 외부로부터 중대한 재산손실이나 심각한 상해를 일으키나, 충분한 폭발위험조건이 형성되지 않는다면 폭발위험을 제외할 수 있다.
- (3) 실험실에 폭발위험 가능성이 있다고 인정될 경우에는 실험실, 인접한 실험실, 비실

험구역의 사람들을 보호하기 위해 적절한 방호조치를 하여야 한다.

5. 실험실 설계

5.1 실험실 구조

실험실에 필요한 구조물은 화재 위험등급, 실험실의 구역, 제공되는 방호물로 설계하여야 한다.

- (1) 실험실에 필요한 구조물은 건축 시 화재 위험등급, 실험실의 구역, 제공되는 방호물의 요구사항에 허용된 범위 내에서 설치하여야 한다.
- (2) 실험실은 <표 2>와 <표 3>에서 정한 내화 요구사항 이상이어야 하며, 비실험구역과 분리하여야 한다.
- (3) 실험실은 <표 2>와 <표 3>의 내화성을 위한 요구사항과 같거나 그 이상인 건축물에 더 높은 위험등급을 갖는 다른 실험실로부터 분리되거나 잠재위험이 같거나 그 이하인 다른 실험실과 분리하여야 한다.
- (4) <표 2>와 <표 3>의 실험실에 대한 건축과 방화 요구사항에 관계없이, 교육장소가 있는 실험실은 화재 시 화재위험으로부터 비실험구역과 1 시간 이상 격리될 수 있도록 분리하여야 한다.
- (5) 파이프, 도관, 주 덕트, 케이블, 철사, 공기덕트, 공기튜브, 기타 유사한 건물보조 장치는 화재등급에 따라 마루나 천장과 조립식 벽을 통한 화재침투는 소방법 시설기준에 맞도록 방호하여야 한다.
- (6) 모든 바닥의 구멍들은 보다 낮은 바닥의 액체누출을 방지하기 위해서 봉합하거나 통제하여야 한다.
- (7) 조립식 창문 및 방화문은 화재등급에 따라 1시간 이하의 내화성능을 갖는 조립품으로 방화기준에 맞게 설치하여야 한다.

5.2 실험실의 최대면적

<표 2>와 <표 3>에서 제시된 것과 같이 실험실의 최대면적은 화재 위험등급, 실험실 건축, 화재 방호에 따라 결정하여야 한다.

<표 2> 스프링클러가 설치된 실험실의 건축과 방화 요구사항

실험실 화재위험 등급	실험실 면적(m ²)	비 실험구역과 화재 격리하는데 필요한 내화시간	위험등급과 동일 또는 그 이하에 대한 화재위험 격리
A	< 93	1 hr	NC; LC
	93. - 186	1 hr	NC; LC
	186 - 465	1 hr	NC; LC
	465. - 930	1 hr	NC; LC
	> 930	-	-
B	< 1,860	NC; LC	NC; LC
	> 1,860	-	-
C	< 930	NC; LC	NC; LC
	> 930	NC; LC	NC; LC
D	< 930	NC; LC; 1/2C	NC; LC; 1/2C; FC

NC = 비연소성 건축물

LC = 제한된 연소성 건축물

1/2C = 30분 연소성 건축물

FC = 연소성이 있는 건축물

1 화재위험 격리 = 등급화된 건축물에 대한 한 등급에서 다른 등급까지

<표 3> 스프링클러가 설치되지 않은 실험실의 건축과 방화 요구사항

실험실 화재위험 등급	실험실 면적(m ²)	비 실험구역과 격리하는데 필요한 내화시간	위험등급과 동일 또는 그 이하에 대한 화재위험 격리
A	< 93	1 hr	1 hr
	93 - 186	1 hr	1 hr
	185 - 465	1 hr	1 hr
	465 - 930	1 hr	NC; LC
	> 930	-	-
B	< 1,860	1 hr	NC; LC
	> 1,960	-	-
C	< 930	1 hr	NC; LC
	> 930	1 hr	NC; LC
D	< 930	1 hr	NC; LC
	> 930	1 hr	NC; LC

5.3 비상구의 접근방법

(1) 모든 위험상황을 배제하기 위하여 다음 사항을 준수하고, 비상구 접근이 쉽도록 표시하여야 한다.

(가) 실험실 구역은 폭발위험이 있는 장소를 포함하기 때문에 사고가 실험실 구역으로 접근이나 실험실에서 탈출이 쉬운 최소 2개 이상 비상구가 있어야 한다.

(나) A등급인 실험실의 작업구역은 46.5 m²이상으로 한다.

(다) B, C, D등급인 실험실의 작업구역은 93 m²이상으로 한다.

(라) 실험실 내에 있는 후드는 비상구로 접근하는 첫 번째 수단으로 인접해 있어야 한다.

(마) 다음과 같은 경우에는 가압된 가스 실린더를 사용한다.

① 강의용 실험병의 크기(직경과 길이)가 약 5 cm × 33 cm 보다 클 경우

② 인화성 가스를 포함하는 경우

③ 실린더 내용물의 갑작스런 누출 사고 시 분출을 방지할 수 있는 경우

(바) 다음과 같은 경우에는 극저온 저장기를 사용한다.

① 인화성 가스를 포함하는 경우

② 저장기 내용물의 갑작스런 누출사고시 안전한 분출을 할 수 있는 경우

(2) 긴급비상 조명 설비는 (1)항에 부합하는 비상구로의 2차 접근수단이 필요한 모든 실험실작업구역 내에 설치하여야 한다.

(3) 실험실 내의 화재 A, B등급의 모든 실험실 작업구역에 설치된 비상문은 비상구 방향으로 열려야 한다.

(4) 화재 C, D등급의 모든 실험실 작업구역에 설치된 비상문은 수평이동문(Horizontal sliding door)이 되도록 허가하여야 한다.

5.4 시설, 지원 설비, 장치

실험실 내에 있는 시설(Furniture), 지원 설비(Casework), 장치(Equipment)는 정리 정돈이 되어 있어야 하고, 모든 위치에서 쉽게 비상구에 접근할 수 있어야 한다.

5.5 전기설비

전기 케이블과 부속물, 기구, 조명, 신호시스템, 경보시스템, 원격조정설비에 사용되는 부품을 포함한 모든 전기장치는 국제전기 관련코드에 부합하여야 하며, 전기 소켓, 스위치, 통제는 액체유출에 영향을 받지 않는 곳에 위치하고 있어야 한다.

6. 방화 대책

6.1 일반사항

(1) 모든 실험실은 다음과 같은 화재위험에 적합한 방호계획을 제공하여야 한다.

(가) 휴대용 소화기

(나) 화재경보시스템

(다) 대피와 긴급조치계획

(라) 스프링클러설비

- (2) (1)항에서 세분화된 화재 방호계획에 의한 실험실은 자동 소화설비와 옥내 소화설비를 제공하여야 한다.

6.2 자동소화시스템

(1) 자동스프링클러시스템

(가) <표 2>에 요구되는 건물의 건축, 실험실의 위험등급, 실험실 칸막이, 실험실의 면적에 근거하는 자동 스프링클러 설비는 다음 사항에 적합하여야 한다.

- ① A등급 및 B등급의 실험실에 대한 자동스프링클러설비는 스프링클러설비의 설치에 대한 기준에 맞아야 한다.
- ② C등급과 D등급의 실험실에 대한 자동스프링클러설비 방호는 스프링클러설비의 설치에 대한 기준에 맞아야 한다.

(나) 자동스프링클러설비는 감시, 점검 및 관리하여야 한다.

(2) 기타 자동소화설비

자동스프링클러 설비가 필요하거나 사용되는 장소에서 특별한 위험소화설비와 물이 없는 자동소화설비는 적용 가능한 관련 소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 기준에 부합하여야 한다.

- (3) 자동소화설비의 방출은 청취 가능한 화재경보시스템이 작동하여야 한다.

6.3 옥내 소화설비

- (1) 등급 수준의 위나 아래에 2층 이상인 모든 실험실 건물에 설치된 옥내소화전설비 설치는 국가화재안전기준에 부합하여야 한다.

- (2) 옥내소화전설비는 정기적으로 점검 및 관리하여야 한다.

- (3) 호스선, 커풀링과 관창을 포함하는 옥내소화전설비는 관리, 사용 및 수리점검에 관한 기준에 적합하도록 검사 및 관리하여야 한다.

6.4 휴대용 소화기

- (1) 휴대용 소화기는 소화기에 대한 기준에 부합되도록 설치, 비치 및 관리하여야 한다.
- (2) B등급의 화재(휴대용 소화기에 대한 기준)에 대한 소화의 분류 및 배치 목적을 위해 A등급의 실험실은 특별히 높은 잠재위험으로 평가하고, B, C, D 등급의 실험실은 일상적인 보통의 잠재위험으로 평가한다.

6.5 화재경보설비

- (1) 화재경보설비는 국가화재안전기준에 부합되도록 설치하고, 관리하여야 한다.
- (2) 필요한 장소에는 화재경보설비가 설치되어 화재상황이나 부수적인 상황 작동 시에는 모든 직원은 경계하여야 한다.
- (3) 화재경보 설비는 지역소방대 또는 공공기관 소방서에 통지되는 시스템이 되어야 한다.

6.6 화재예방

- (1) 화재예방절차는 다음 사항을 포함하여 관리하여야 한다.
 - (가) 화학물질, 인화성 액체와 가스의 취급 및 저장
 - (나) 작업 허가, 설비장치에서 발생시키는 나화와 스파크
 - (다) 휴대용 전기코드의 정리와 사용
 - (라) 흡연실 통제
- (2) 실험실의 비상조치계획에는 다음 사항이 포함되어야 한다.
 - (가) 경보체제 활성화
 - (나) 대피와 건물 출입 절차
 - (다) 장비 차단 절차 또는 비상 운전 적용

(라) 소화활동

(마) 기타 위험

6.7 폭발위험 방지

6.7.1 일반사항

실험실 작업구역 내나 폭발 위험이 인정될 경우에는 실험실 구역과, 인접한 실험실, 비실험구역의 사람들을 보호하기 위해 다음 각 호의 적절한 조치를 한 개 이상 제공하여야 한다.

- (1) 실험에 사용되거나 실험 중에 폭로된 알려지지 않은 특성을 갖는 화학 물질이나 가연성, 반응성 화학물질의 한계량
- (2) 반응, 장비, 물질 자체에 대한 특별한 예방 및 방호조치(예, 스프링클러를 작동시키는 고속 화재감지, 폭발방지 장치나 가드, 폭발억제, 폭발 분출구 등)
- (3) 폭발위험이 있는 실험실 구역 주위에 폭발방지 벽이나 차단막
- (4) 사람의 노출을 최소화하기 위한 장비의 원격 조정
- (5) 잠재위험이 있는 실험실 구역, 실험실에 인접한 구역과 분리한 벽의 보전을 유지하기 위해 벽 외부에 있는 폭발분출구
- (6) 분리 및 격리된 건물이나 실외에서 실험 수행

6.7.2 폭발방지장치

폭발방지장치 사용 시에는 적합하게 설계된 다음 방법들 중 하나 이상에 따라야 한다.

- (1) 강화 콘크리트 벽
- (2) 철강 및 완전히 그라우트(Grout) 된 콘크리트 차단벽
- (3) 강철벽(Steel wall)
- (4) 에너지 흡수 층을 갖는 강철판 벽
- (5) 폭발성이 있는 작업, 철강 콘크리트의 건설, 모래로 채워진/나무 겹 벽, 나무연결

강판, 흙이나 자갈로 만든 독에 사용된 것과 같은 차단물

(6) 세부 기술적인 건축조립

6.7.3 폭발방산구(Explosion vent)

폭발방산구를 사용할 때 폭발방산구는 다음 사항을 고려해서 설계하여야 한다.

- (1) 파편이 다른 건물이나 긴급반응 단계에 해당하는 구역을 타격하지 않을 것
- (2) 파편이 생산품, 저장소, 유틸리티 서비스, 화재방호장치 같은 중요한 장비를 타격하지 않을 것
- (3) 파편이 돌풍 매트 또는 에너지를 흡수하는 차단벽, 흙으로 만든 독에 의해 차단 될 것

6.7.4 무단 접근방지

폭발위험이 있는 실험실 작업구역과 실험실에 설치된 창문, 문, 또는 분출구와 파편 차단물 사이의 펜스 공간에 무단 접근을 방지하여야 한다.

6.7.5 진단 점검과 관리

- (1) 모든 방호용 건설 장치와 시스템의 진단점검은 적어도 일 년에 한번 이상 완벽도와 작동 가능성을 보증하기 위해 수행하여야 한다.
- (2) 폭발 방호물과 특별한 폭발억제 후드가 약화되거나 특별히 폭발 억제 후드에서 교체하고 사이트 판넬(Sight panel)은 매번 사용하기 전에 점검하여야 한다.

7. 실험실 환기설비 및 후드

7.1 범위

본 항은 실험실 후드, 특별구역의 배출방지, 가연성 가스, 증기, 또는 미립자 물질이 누출하는 실험실 내에서 배출되는 환기 공급설비와 후드의 확인, 점검, 관리에 요구되는 사항을 포함하는 실험실 배출설비에 적용한다.

7.2 일반사항

- (1) 환기설비는 실험실에서 생성되는 화학물질이 재순환되지 않도록 하여야 한다.
- (2) 실험실 내에 화학물질이 누출되어 가연범위를 형성하거나, 화학물질 증기가 점화원과 접촉하지 않도록 방지하거나 통제하여야 한다.
- (3) 에어컨과 환기설비 및 배출설비의 설치에 대한 기준은 일반적인 작업환경 환기시스템과 폭발방지를 포함한다.

7.3 공급시스템

- (1) 신선한 공기유입 위치와 배치는 실험실건물 자체에서 또는 다른 건축물과 장비로부터 나온 화학물질과 연소가스의 유입을 피하여야 한다.
- (2) 화학물질이 존재하는 실험실구역은 지속적으로 환기되어야 한다.
- (3) 공기 공급 확산장비의 위치는 실험실후드, 배출설비, 화재감지나 소화 설비의 성능에 악 영향을 미치는 기류를 피하여야 한다.

7.4 배출공기 방출

- (1) 모든 실험실 후드에서 배출된 공기와 다른 특별한 지역의 배출 설비는 재순환되어서는 안 된다.
- (2) 화학물질이 존재하는 실험실에서 나온 공기는 화학물질의 재유입을 방지하기 위해 정상적으로 덕트 설비를 통해 지속적으로 충분한 위치, 높이, 적정 속도로 지붕위로 처리 방출하여야 한다.
- (3) 생물학적인 물질을 취급 및 저장하는데 사용하는 안전캐비닛을 실험실 후드 대신으로 사용하여서는 안 된다.

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 자동 소화 설비로 방호된 경우에 사용할 수 있다.

- (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.
- (3) 실험실 배출설비의 덕트 내 유체의 흐름속도는 실험실 후드의 정상적인 가동 중에 배출설비에서 액체의 침전물이나 응축 가능한 고체를 최소화하도록 충분히 유지하여야 한다.
- (4) 환기팬은 화재, 폭발, 부식에 대한 요구사항에 적합한 것으로 수리, 청소, 점검을 위해 신속하고 쉽게 접근이 연계되어야 한다.
- (5) 인화성 가스나 증기 또는 연소성 먼지가 팬을 통해 통과할 때 방폭모터, 회전 날개 및 케이싱 재질은 방폭구조에 적합한 재질이어야 한다.
- (6) 팬의 회전방향, 실험실 후드와 배출설비의 진행위치는 화살표나 다른 수단으로 표시하여야 한다.
- (7) 실험실 후드 공기 우회덕트(Bypass) 구멍은 후드 내 폭발반응 시 비산하는 유리나 타는 잔유물을 차단하고 빗나가지 않도록 그릴이나 고정판(Solid panel)에 의해 차폐되어야 한다.
- (8) 설비와 제어장치가 후드 내에 있는 장치에서 추가 전기 연결은 후드에서 15 m 이내에 접근 가능하도록 비치하고, 표시하여야 한다.
- (9) 유량모니터는 각 실험실 후드 위에 설치하고 실험실 환기나 실험실을 통과하는 기류에 영향을 미칠 수 있는 변경 시에도 현존하는 실험실 후드위에 설치하여야 한다.
- (10) 실험실 후드는 난기류가 최소인 구역에 비치하여야 한다.
- (11) 실험실 후드를 배출설비로 사용하지 않아야 한다.
- (12) 실험실 후드의 배출팬 등을 차단하기 위해 화재감지 및 경보설비를 인터록하여서는 안 된다. 다만, 실험실 후드를 방호하기 위해 가스 소화설비를 사용하는 장소에서 방호된 실험실 후드는 다른 실험실 후드와 독립시켜야 하고, 소화시스템의 발동작용을 차단하기 위해 배출설비를 인터록하도록 승인하여야 한다.

7.6 안전 점검

설치 및 수정 시 실험실 후드, 실험실 후드 배출설비, 실험실 특수 배출설비는 매년 1회 이상 다음 사항을 점검하여야 한다.

- (1) 후드의 내부, 새시(Sash) 및 덕트의 물리적인 조건에 대한 육안검사
- (2) 유량모니터
- (3) 각 경보위치에서 저기류와 기류손실 경보
- (4) 표면속도
- (5) 전체 후드 표면 위의 내부 기류의 변동
- (6) 후드의 성능에 영향을 미칠 수도 있는 작업구역 환경의 변화

8. 화학물질의 저장, 취급 및 폐기물 처리

8.1 저장설비

- (1) 화학약품은 지정수량 이상을 실험실 구역에 유입되지 않아야 한다.
- (2) 안전한 저장설비는 온도 민감도, 물에 대한 반응도 또는 폭발 가능성 같은 물리적인 특성이나 잠재위험이 있는 특성의 물질을 안전하게 저장할 수 있는 시설이어야 한다.

8.2 저장용기

- (1) 교육용 실험실 내의 인화성 액체 저장용기는 수용량이 4 L를 초과하지 않아야 한다. 다만, 안전용기는 8 L로 수용량을 승인받아야 한다.
- (2) 실험실 건물 내부나 실험실 작업구역에서 인화성 액체는 수용량이 20 L를 초과하지 않도록 대규모 저장용기에서 작은 저장용기로 소분할 때는 다음 사항을 지켜야 한다.
 - (가) 실험실 후드 내에서 작업
 - (나) 폭발하한도의 25 % 이상에서 인화성 증기와 공기혼합물의 축적을 방지하기에 적합한 환기가 제공된 구역 내에서 인화성 액체 코드의 요구사항에 부합하는 인화성 액체의 소분을 위하여 특별히 설계되어 보호될 수 있는 액체 저장 구역 내

부에서 작업해야 한다.

<표 4> 저장기의 최대 수용량

저장기 형태	인화성 액체			인화성 액체	
인화성 액체 등급 ⁴⁾	IA	IB	IC	II	III A
유리	500 ml	1 L	4 L	4 L	20 L
(드럼과는 다른) 금속이나 승인된 플라스틱	4 L	20 L	20 L	20 L	20 L
안전용기	10 L	20 L ³⁾	20 L	20 L	20 L
금속드럼	해당 없음	20 L	20 L	220 L	220 L ³⁾
폴리에틸렌	4 L	20 L	20 L	220 L	220 L ³⁾

(주) 1. 이 표는 NFPA30, 가연성 및 인화성 액체코드의 표 4.2.3에서 금속드럼에서 인화성 액체의 허용량을 예외로 하여 발췌된 것이다.

2. 유리저장기(4 L)

3. 저장용기

4. 인화성 액체의 DOT NFPA등급

등급1A: 발화점(ignition point)이 23 ℃ 이하, 비점 38 ℃ 이상,

등급1B: 발화점(ignition point)이 23 ℃ 이하, 비점 38 ℃ 이하

등급1C: 발화점(ignition point)이 23 ℃ 이상, 비점 38 ℃ 이하

등급II: 발화점(ignition point)이 38 ℃ 이상, 60 ℃ 이하

등급III A: 발화점(ignition point)이 60 ℃ 이상, 93 ℃ 이하

(3) 저장용기의 형태와 최대 수용량은 <표 4>에 부합되어야 하고, 화학물질의 목록은 저장시설의 제한된 수용량 내에서 관리하여야 한다.

(4) 실험실에서 사용되는 저장 캐비닛은 방화의 목적을 위해 환기되도록 요구하지 않아야 한다.

(5) 산화제는 가연성 물질로부터 격리되어야 하며, 모든 가연성 물질은 전용 가연성 물질 저장 캐비닛에 저장하여야 한다.

(6) 폐기물이 발생 시는 적정수집 용기에 “위험 폐기물”이라는 표지를 붙이고, 표지에

내용물을 기입하여 실험실에 위험폐기물을 200 L까지 보관할 수 있으나, 매우 위험한 폐기물을 1 L까지 보관할 수 있다.

- (7) 3일 내에 위험한계 폐기물 저장구역으로 옮겨야 하고, 특례승인일을 충족시키지 못하면 저장 폐기물을 비워야 한다.

<표 5> 실험실 작업구역에서 가압 또는 액화 가스 실린더의 최대 수

구분	인화성 또는 산화가스		액화인화성 가스		보건위험등급을 갖는 가스
	스프링클러가 설치된 공간	스프링클러가 설치안된 공간	스프링클러가 설치된 공간	스프링클러가 설치안된 공간	스프링클러가 설치되거나 설치 안된 공간
46 m ² (500ft ²)이하에 대한 최대실린더 수	6	3	3	2	3

SI 단위 : 1.0m² = 0.25ft² = 46m²; 1.0ft³ = 28.3L

8.3 가스 실린더 안전

- (1) 가스 실린더는 항상 훈련된 직원에 의해 안전하게 취급·확인하여야 한다.
- (2) 실험실에 있는 실린더는 최대 사용압력으로 설계하고, 표시된 압력조정기가 구비하여야 한다.
 - (가) 조정시스템은 조정기 위 또는 조정기와는 다소 떨어진 2개의 게이지가 구비되어 실린더 압력과 밖의 압력 모드를 보여주도록 설치하여야 한다.
 - (나) 실린더는 수동 차단밸브를 갖고 있어야 한다.
- (3) 수동차단밸브는 각 공급위치와 사용위치에 제공하여야 한다. 다만, 파이프 설비를 공급하는 저장기에 차단밸브가 구비되어야 한다.
- (4) 파이프 설비에 대한 분리밸브는 필요하지 않으며, 사용 위치는 근처에 공급 차단밸브가 있다면 사용 위치에 있는 밸브는 필요하지 않다.
 - (가) 압력조절 시스템은 더 이상의 압력상승을 피하기 위한 충분한 방출 속도를 제공하기 위해 설계하여야 하고, 안전한 장소로 환기해야 한다.

- (나) 독성 또는 가연성 가스 실린더를 창문, 문 또는 다른 실험실 작업장의 구멍 근처에 설치하지 않아야 한다.

8.4 라벨 부착

- (1) 잠재위험이 있는 모든 화학물질에 대한 저장기에는 라벨을 부착하여야 한다.
- (2) 장기간 저장으로 인해 잠재위험이 발생하는 물질의 저장기는 처음 개방되었을 때 잠재위험 통제를 쉽게 하기 위해 개봉날짜를 기입하여야 한다.

8.5 배출 억제 등

연구실험실은 화학물질의 안전을 유지하기 위해 다음 사항을 협조하여야 한다.

- (1) 사용한 화학물질을 선별 회수 재활용하고, 배출할 때 안전처리규정에 따라 성상별로 배출 혼합을 억제하여야 한다.
- (2) 화학물질 폐기물은 유별을 달리하여 라벨표시 저장하고, 명세서를 부착하여 안전한 장소에 적정 관리하여야 한다.
- (3) 화학물질의 배출현황 및 안전관리를 위하여 자체점검 기록을 일지에 명시 책임자는 확인하여야 한다.

8.6 보고

- (1) 특정 화학물질 및 화학약품을 필요이상 사용하고자 할 때에는 화학물질 안전대책을 수립하여 안전부서에 보고하여야 한다.
- (2) 실험실 안전책임자는 안전관리자등의 화학물질 안전조사에 협력하여야 한다.
- (3) 실험실을 폐기하거나 새로 개설 변경사항이 발생할 때에는 반드시 안전과에 그 내용을 보고하여야 한다.

9. 사고 시 조치

- (1) 실험실 책임자는 화학약품에 관한 재해사고가 발생하였을 때 또는 발생할 증상이

나타날 때에는 즉시 비상연락을 통해 응급조치를 하고, 사고조사 및 신속한 복구에 노력하여야 한다.

- (2) 실험실 책임자는 사고가 발생하였을 때에는 즉시 사고 상황을 관계기관 및 관계부서장에게 통보하고, 동시에 응급조치 완료 후 대책을 강구하여야 한다.