



2011 안전한 연구실험실을 만들기 위한 연구실안전핸드북

Laboratory Safety Handbook

교육과학기술부



한국연구재단



한국엔지니어링협회



서 문

이 매뉴얼은 “연구실 안전환경 조성에 관한 법률”이 시행된 이후, 각 기관의 연구 활동종사자나 안전환경관리자가 가급적 쉽게 연구실 안전 업무를 할 수 있도록 만들어진 핸드북입니다.

이 핸드북의 특징은 첫째 연구실 안전과 관련된 모든 사항들을 총 망라하여 연구 활동종사자 또는 안전환경관리자가 필요한 부분을 찾아볼 수 있도록 인덱스화 하였습니다. 둘째 안전설비 구축 및 안전관리 실태 등의 우수사례 및 미비점을 다수의 사진 자료를 활용함으로써 제시하였고, 이를 통하여 각 기관의 연구실 안전 환경을 가늠해 볼 수 있도록 하였습니다. 둘째, 사진 자료에 대한 설명을 첨부하여 미비한 점에 대해서는 앞으로 각 기관의 연구실 안전환경관리자가 개선해 나아가야 할 방향을 제시하였습니다. 마지막으로 한국엔지니어링협회에서 각 기관을 방문하여 실시하고 있는 기술지원서비스 시 연구실 안전환경관리자가 애로사항으로 제기한 사항들에 대해서도 해결 방안을 제시하였습니다.

또한 연구실 안전과 관련된 주요 업무를 수록하여 작성되었기 때문에 연구실 안전에 관하여 전문적인 지식을 보유하고 있지 않은 연구실 안전환경관리자도 쉽게 업무에 접근할 수 있도록 한 것이 가장 큰 특징이라고 할 수 있습니다.

따라서, 각 대학 및 연구기관의 연구실 안전환경관리자 및 연구활동종사자는 이 핸드북에서 제시하는 내용을 참고로 연구실 안전환경 적극추진에 노력하여 주시기 바랍니다.

2011년 10월

Laboratory Safety Handbook



CONTENTS

01 연구실 안전법 / 03

- | 1. 연구실 안전환경 조성에 관한 법률 _04
- | 2. 주요 별표 및 서식 _09

02 화학약품 안전관리 / 15

- | 1. 화학약품 관리 _16
- | 2. 화학약품 중앙저장창고 _20

03 고압가스 안전관리 / 25

- | 1. 가스사고의 원인 및 가스폭발의 특성 _26
- | 2. 고압가스 안전관리 요령 _29
- | 3. 고압가스 안전관리 시설 _33

04 폐액 및 폐기물 안전관리 / 35

- | 1. 폐액 및 폐기물 안전관리 _36
- | 2. 연구시설 등급별 불활성화 처리기준 _41
- | 3. 혼합 금지 물질(incompatibilities) _43

05 보호구 / 45

- | 1. 개인 보호구의 종류 및 용도 _46
- | 2. 화공분야 실험실 _49
- | 3. 생물분야 실험실 _51
- | 4. 기계/물리분야 실험실 _52

06 실험기기 안전관리 / 53

- | 1. 실험기기 안전관리 _54

07 MSDS 및 GHS / 59

- | 1. MSDS _60
- | 2. GHS _71

08 연구실 안전관리비 / 75

- | 1. 연구실 안전관리비의 효율적 사용 _76

09 안전관리자의 역할과 임무 / 79

- | 1. 연구실 안전관리비의 효율적 사용 _80

10 분야별 실험실 안전수칙 / 83

- | 분야별 실험실 안전수칙 _84



안전한 연구실험실을 만들기 위한 연구실안전핸드북

01 연구실 안전법

1. 연구실 안전환경 조성에 관한 법률
2. 주요 별표 및 서식

Laboratory
Safety
Handbook



1

연구실 안전환경 조성에 관한 법률

이 법은 대학 및 연구기관에서 연구활동을 수행하는 학생 및 대학원생, 연구원 등의 연구활동종사자가 쾌적한 연구환경 속에서 연구활동종사자의 생명과 안전을 도모하고 질병을 예방하며, 연구실에서 발생하는 각종 사고에 대한 피해 보상이 적절히 이루어 질 수 있도록 하기 위하여 제정된 법률이다

◆ 제정일 : 2005년 3월 31일

◆ 시행일 : 2006년 4월 1일

◆ 적용범위 : 대학, 정부출연 연구기관, 기업부설연구소

◆ 대 상 : 연구개발 활동에 종사하는 학생, 교직원, 연구원

주요 내용

1. 정의(제2조) - 2011년 3월 개정

- “연구실사고”란 연구실에서 연구활동과 관련하여 연구활동종사자가 부상, 질병, 신체장애, 사망 등 생명 및 신체상의 손해를 입거나 연구실의 시설, 장비 등이 훼손되는 것을 말한다.
- “중대 연구실사고”란 연구실사고 중 손해 또는 훼손의 정도가 심한 사고로서 **교육과학기술부령으로 정하는 사고**를 말한다.

교육과학기술부령으로 정하는 사고

중대 연구실사고의 정의(동법 시행령 제13조2) - 2011년 9월 10일 시행

1. 사망 또는 후유장애 부상자가 1명 이상 발생한 사고
2. 3개월 이상의 요양을 요하는 부상자가 동시에 2명 발생한 사고
3. 부상자 또는 질병에 걸린 사람이 동시에 5명 이상 발생한 사고
4. 영 제13조 각 호에 따른 연구실의 중대한 결함으로 인한 사고

2. 적용범위(제3조)

- 이 법은 대학 및 연구기관 등이 연구개발활동을 수행하기 위하여 설치한 연구실에 관하여 적용한다.

3. 연구주체의 장의 책임(제5조)

- 연구주체의 장은 연구실의 안전유지 및 관리를 철저히 함으로써 연구실의 안전환경을 확보할 책임을 진다.

4. 안전관리규정의 작성 및 준수(제6조)

- 연구실의 안전을 유지관리하기 위하여 안전관리규정을 작성하여 각 연구실에 게시 또는 비치하고, 이를 연구활동종사자에게 알려야 한다.
- 연구주체의 장은 연구실 안전환경과 관련된 주요 사항을 협의하기 위하여 연구실안전관리위원회를 구성해야 한다.

5. 연구실 안전환경관리자의 지정(제6조의 2) - 2011년 3월 개정

- 연구주체의 장은 연구실 안전과 관련한 기술적인 사항에 대하여 연구주체의 장을 보좌하거나 각 연구실 안전관리담당자에게 지도, 조언을 하도록 하기 위하여 **연구실 안전환경관리자를 지정하여야 하며, 업무는 대통령령으로 정한다.**

연구실 안전환경관리자 지정 및 업무 등(동법 시행령 5조) - 2011년 9월 10일 시행

② 연구주체의 장은 다음 각 호의 기준에 따라 연구실 안전환경관리자를 지정하여야 한다. 분교 또는 분원이 있는 경우에는 본교 또는 본원과 별도로 다음 각 호의 기준에 따라 연구실 안전환경관리자를 지정하여야 한다.

1. 과학기술분야 연구활동종사자가 1천명 미만인 경우: 1명 이상
2. 과학기술분야 연구활동종사자가 1천명 이상인 경우: 2명 이상

③ 연구실 안전환경관리자의 업무는 다음 각 호와 같다.

1. 연구실의 안전점검 및 정밀안전진단의 실시계획 수립 및 실시
2. 연구실 안전교육계획 수립 및 실시
3. 연구실 사고 발생의 원인조사 및 재발방지를 위한 기술적 지도·조언

4. 연구실 안전환경 및 안전관리 현황에 관한 통계의 유지·관리
5. 법 또는 법에 의한 명령이나 법 제6조제1항의 안전관리규정을 위반한 연구활동종사자에 대한 조치의 건의
6. 그 밖에 법 제6조제1항의 안전관리규정 또는 다른 법령에 따른 연구시설의 안전성 확보에 관한 사항
- ④ 연구주체의 장은 해당 대학·연구기관등의 상시 연구활동종사자가 300명 이상인 경우에는 제2항에 따라 지정된 연구실 안전환경관리자 중 1명 이상으로 하여금 제3항에 규정된 업무만을 전담하도록 하여야 한다.

6. 안전점검(제8조)

- 연구실의 기능 및 안전을 유지관리하기 위하여 일상점검(매일 1회), 정기점검(매년 1회), 특별안전점검(필요시)을 실시해야 한다.

7. 정밀안전진단(제9조)

- 안전점검을 실시한 결과 연구실의 재해 예방과 안전성 확보등을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 2년마다 1회 이상 정밀안전진단을 실시해야 한다.

8. 안전점검 및 정밀안전진단 실시 결과의 보고 및 공표(제10조) - 2011년 3월 개정

- 제8조 및 제9조에 따라 안전점검 및 정밀안전진단을 실시한 연구주체의 장은 지체 없이 그 결과를 공표해야 한다.
- 제8조 및 제9조에 따라 안전점검 및 정밀안전진단을 실시한 결과 연구실에 **대통령령으로 정하는 중대한 결함**이 있는 경우에는 그 결함이 있음을 안 날부터 7일 이내에 교육과학기술부장관에게 보고하여야 한다. 이 경우 보고를 받은 교육과학기술부장관은 이를 즉시 관계 중앙행정기관의 장 및 지방자치단체의 장에게 통보하여야 하고, 연구주체의 장에게 제17조 연구실 사용제한 등)에 따른 조치를 요구하여야 한다.

연구실의 중대한 결함(동법 시행령 제13조) - 2011년 9월 10일 시행

1. 「유해화학물질 관리법」 제2조제8호에 따른 유해화학물질, 「산업안전보건법」 제39조에 따른 유해인자, 교육과학기술부령이 정하는 독성가스 등 유해·위험물질의 누출 또는 관리 부실

2. 「전기사업법」 제2조제16호에 따른 전기설비의 안전관리 부실
3. 연구개발활동에 사용되는 유해·위험설비의 부식·균열 또는 파손
4. 연구실 시설물의 구조안전에 영향을 미치는 지반침하·균열·누수 또는 부식
5. 인체에 심각한 위험을 초래할 수 있는 병원체의 누출

9. 보험가입(제14조)

- － 연구활동종사자의 상해, 사망에 대비하여 연구활동종사자불파보험자 및 수익자로 하는 보험에 가입해야 한다.

10. 사고보고(제15조의 2) - 2011년 3월 개정

- － 연구주체의 장은 연구실에 사고가 발생한 경우에는 **교육과학기술부령으로 정하는 바에 따라 교육과학기술부장관에게 보고하여야 한다.**

중대 연구실사고 등의 보고(동법 시행규칙 제8조의2) - 2011년 9월 10일 시행

① 연구주체의 장은 법 제15조의2에 따라 제1조의2 각 목에 따른 중대 연구실사고가 발생한 경우에는 지체 없이 다음 각 호의 사항을 교육과학기술부장관에게 전화, 팩스, 전자우편이나 그 밖에 적절한 방법으로 보고하여야 한다. 다만, 천재지변 등 부득이한 사유가 발생한 경우에는 그 사유가 소멸된 때부터 지체 없이 보고하여야 한다.

1. 사고발생 개요 및 피해상황
2. 사고조치 및 전망
3. 그 밖의 중요한 사항

② 연구주체의 장은 연구활동종사자가 생명 및 신체상의 손해를 입은 연구실사고가 발생한 경우에는 그 날부터 1개월 이내에 별지 제4호서식의 연구실사고조사표를 작성하여 교육과학기술부장관에게 제출하여야 한다.

11. 사고조사의 실시(제16조) - 2011년 3월 개정

- － 교육과학기술부장관은 연구실에 사고가 발생한 경우 그 재발을 방지하기 위하여 연구주체의 장에게 사고와 관련된 자료의 제출을 요구할 수 있고, 필요하다고 인정되는 경우에는 사고가 발생한 연구실에 대하여 대통령령으로 정하는 바에 따라 전문가에게 사고 경위 및 사고원인 등을 조사하게 할 수 있다.

사고조사반의 구성 및 운영(동법 시행령 제16조) - 2011년 9월 10일 시행

- ① 교육과학기술부장관은 법 제16조제1항에 따라 연구실에서 발생한 안전사고의 사고경위 및 사고원인을 조사하게 하기 위하여 다음 각 호의 자로 구성되는 사고조사반을 운영할 수 있다.
1. 연구실 안전과 관련한 업무를 수행하는 관계공무원
 2. 제10조제1호에 따른 기술사
 3. 연구주체의 장이 추천하는 안전분야 전문가
 4. 그 밖에 사고조사에 필요한 경험과 학식이 풍부한 전문가
- ② 사고조사반의 책임자는 제1항 각 호의 자 중에서 교육과학기술부장관이 지명 또는 위촉한다.
- ③ 사고조사반의 책임자는 사고조사가 종료된 때에는 지체 없이 연구실 사고조사 보고서를 작성하여 교육과학기술부장관에게 제출하여야 한다.

12. 연구실 사용제한(제7조)

- 안전점검 및 정밀안전진단의 실시 결과 또는 사고조사의 결과에 따라 연구실의 사용제한·금지 또는 철거 등 안전상의조치를 취해야 한다.

13. 교육·훈련(제8조) - 2011년 3월 일부 개정

- 연구활동종사자는 반기별 6시간 이상 정기교육을 이수해야 한다. 신규채용자는 8시간 이상 연구내용이 변경된 경우 2시간 이상의 안전교육을 이수해야 한다.
- 연구실 안전환경관리자는 교육과학기술부령으로 정하는 바에 따라 연구실 안전에 관한 전문교육을 받아야 한다.

14. 대학·연구기관 등의 자원(제18조의 2) - 2011년 3월 개정

- 정부는 연구실의 안전한 환경조성 및 기반구축을 위하여 대학·연구기관 등과 연구실 안전관리와 관련 있는 연구 또는사업을 추진하는 비영리 법인 또는 단체 등에 대하여 그 연구 등의 추진에 필요한 비용의 전부 또는 일부를 지원할 수 있다.

15. 건강검진의 실시(시행규칙 제10조)

- 인체에 치명적인 위험물질 및 바이러스 등에 노출될 위험성이 있는 연구활동종사자에 대하여 매년 건강검진을 실시해야 한다.

2

주요 별표 및 서식

1. [시행령 별표 2] - 2011년 9월 9일 신설

연구실 안전환경관리자의 자격기준(제5조 관련)

1. 「국가기술자격법」에 따른 국가기술자격 중 안전관리분야 기사 이상의 자격을 취득한 사람
2. 「국가기술자격법」에 따른 국가기술자격 중 안전관리분야 산업기사 자격을 취득한 후 연구실 안전관리 업무에 1년 이상의 실무경력이 있는 사람
3. 「고등교육법」에 따른 전문대학 또는 이와 같은 수준 이상의 학교에서 산업안전, 소방안전 등 안전 관련 학과를 졸업한 후 연구실 안전관리 업무에 2년 이상의 실무경력이 있는 사람
4. 「고등교육법」에 따른 전문대학 또는 이와 같은 수준 이상의 학교에서 이공계 학과를 졸업한 후 연구실 안전관리 업무에 4년 이상의 실무경력이 있는 사람
5. 「초·중등교육법」에 따른 고등기술학교 또는 이와 같은 수준 이상의 학교를 졸업하고 연구실 안전관리 업무에 6년 이상의 실무경력이 있는 사람
6. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사람으로 연구실 안전관리 업무에 1년 이상의 실무경력이 있는 사람
 - 가. 「고압가스안전관리법」 제15조에 따른 안전관리자
 - 나. 「산업안전보건법」 제15조에 따른 안전관리자
 - 다. 「도시가스사업법」 제29조에 따른 안전관리자
 - 라. 「전기사업법」 제73조에 따른 전기안전관리자
 - 마. 「소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률」 제20조에 따른 방화관리자
7. 연구실 안전관리 업무에 8년 이상의 실무경력이 있는 사람

2. [시행령 별지서식] - 2011년 9월 9일 신설

연구실 안전환경관리자 지정 보고서

기관명		연락처	전화번호	
			이메일	
주 소				
연구활동 종사자 수	총 인원	상시 연구활동종사자		
	명	명		
성 명	자 격	지정 연월일	직위 및 직책	전담 · 겸임 구분
		. . .		
		. . .		
		. . .		
		. . .		

「연구실 안전환경 조성에 관한 법률 시행령」 제5조제5항에 따라 위와 같이 제출합니다.

년 월 일

보고인(연구주체의 장)

(서명 또는 인)

교육과학기술부장관 귀하

첨부서류	1. 자격 · 학력 또는 경력 등을 증명할 수 있는 서류 2. 재직증명서 3. 업무분장표(연구실 안전환경관리자 포함)	수수료 없 음
------	---	------------

210mm×297mm[일반용지 70g/m²(재활용품)]

3. [사행규칙 별표 1] - 2011년 9월 9일 개정

연구활동종사자 교육·훈련의 시간 및 내용 (제9조제4항 관련)

교육 과정	교육 대상	교육 시간	교육 내용
1. 정기 교육·훈련	연구활동종사자	반기별 6시간 이상	· 연구실 안전환경 조성 법령에 관한 사항 · 연구실내 유해·위험요인에 관한 사항 · 안전한 연구개발활동에 관한 사항 · 물질안전자료에 관한 사항 · 그 밖에 연구실 안전관리에 관한 사항
2. 신규 채용 등에 따른 교육 · 훈련	신규채용된 연구활동종사자 (계약직 포함)	8시간 이상	· 연구실 안전환경 조성 법령에 관한 사항 · 연구실내 유해·위험요인에 관한 사항 · 보호장비 및 안전장치 취급과 사용에 관한 사항 · 연구실 사고사례 및 사고예방 대책에 관한 사항 · 안전표지에 관한 사항 · 물질안전자료에 관한 사항 · 그 밖에 연구실 안전관리에 관한 사항
	대학·연구기관등 에 채용된 자 외 의 자로서 신규로 연구개발활동에 참여하는 연구활 동종사자(대학생 · 대학원생 등)	2시간 이상	
3. 특별 안전교육 · 훈련	중대 연구실사고 발생 및 연구내용 변경 등의 경우 연구주체의 장이 필요하다고 인정 하는 연구활동 종사자	2시간 이상	· 연구실내 유해·위험요인에 관한 사항 · 안전한 연구개발 활동에 관한 사항 · 물질안전보건자료에 관한 사항 · 그 밖에 연구실 안전관리에 관한 사항

비고

정기교육·훈련은 사이버교육의 형태로 실시할 수 있다. 다만, 이 경우 평가를 실시하여 100점을 만점으로 하여 60점 이상을 득점한 사람에 한정하여 교육이수를 인정한다.

4. [시행규칙 별표2] - 2011년 9월 9일 신설

연구실 안전환경관리자 전문교육의 시간 및 내용(제9조제2항 관련)

교육 과정	교육시간	교육시기 및 주기	교육 내용
1. 신규교육	18 시간 이상	연구실안전환경 관리자로 지정된 후 6개월 이내	· 연구실 안전환경 조성 법령에 관한 사항 · 연구실안전 관련 제도 및 정책 · 안전관리계획 수립·시행에 관한 사항 · 연구실안전교육에 관한 사항 · 연구실 유해·위험요인 및 관리 · 안전점검 및 정밀안전진단 · 연구활동종사자 보험에 관한 사항 · 안전관리비 계상 및 사용 · 연구실사고 사례, 예방 및 대처 · 연구실 안전환경 개선에 관한 사항 · 그 밖에 연구실 안전관리에 관한 사항
2. 보수교육	12 시간 이상	신규교육을 이수한 후 매 2년이 되는 날을 기준으로 전후 6개월 이내	

비고

교육과학기술부장관이 정하여 고시하는 교육기관에서 위 교육을 이수하고, 수료증을 발급받은 사람에 한정하여 연구실 안전환경관리자 전문교육을 이수한 것으로 인정한다.

5. [시행규칙 별지서식] - 2011년 9월 9일 개정

보험가입 보고서

보고인	기관명	대표자 성명
	소재지	(전화번호:)
보험가입 내역	보험회사명	가입 연월일
	보험명	보험기간
	가입금액	가입대상자 수

「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 제14조제1항, 같은 법 시행령 제15조제3항 및 같은 법 시행규칙 제8조에 따라 위와 같이 보고합니다.

년 월 일

보고인(연구주체의 장)

(서명 또는 인)

교육과학기술부장관 귀하

첨부서류	보험증서 사본 1부.	수수료 없음
------	-------------	-----------

210mm×297mm[일반용지 70g/m²(재활용품)]

6. [시행령 별지서식] - 2011년 9월 9일 신설

연구실사고 조사표

기관명(주소)			
사고일시	년 월 일 시	사고장소	
인적 피해	○ 피해 연구활동종사자 인적사항 - 성명, 나이, 신분, 부상의 종류 및 정도 기재 - 치료예상기간 및 완치 여부 :		
물적 피해	○ 약천원 - 물적 피해 세부내역 및 추정근거(소방서 등) 기재		
사고원인 및 발생경위	사고 관련 취급물질, 사고 당시 연구활동종사자(또는 피해자)의 연구활동 내용 및 사고 발생과정 등을 기록 - 육하원칙(언제, 누가, 어디서, 무엇을, 어떻게, 왜)에 의하여 작성하고, 사고현장 사진 별첨		
조치현황 및 향후계획	보고 시점까지 내부보고 등 조치현황 및 향후계획(치료 및 복구 등) 기록		
연구실 안전관리 현황	구 분	연구실 안전관리 현황 기록	
	안전관리규정 작성	작성 여부 및 작성일 기록	
	정기점검 실시	실시(일자) 또는 미 실시로 기입	
	정밀안전진단 실시	실시(일자) 및 미 실시로 기입	
	연구활동종사자 보험가입	가입(보험명, 일자) 또는 미 가입으로 기입	
	연구실안전교육 실시	교육 실시 현황 기입	
	연구실의 안전 및 유지관리비 현황	기관예산에 편성 : 천원 연구비에 계상 : 천원 연구비에 계상 : 천원	
향후 재발방지 조치계획	상세계획은 별첨		

관계자확인 (년 월 일)	연구책임자	(서명 또는 인)
	연구실 안전관리부서장	(서명 또는 인)
	연구실 안전환경관리자	(서명 또는 인)

210mm×297mm[일반용지 70g/㎡(재활용품)]



안전한 연구실험실을 만들기 위한 연구실안전핸드북

02 화학약품 안전관리

1. 화학약품 관리
2. 화학약품 중앙저장창고
3. 화학물질에 대한 유해 · 위험성 표시제도

Laboratory
Safety
Handbook

1

화학약품 관리

화학약품을 저장 및 보관하는 등의 화학약품의 관리는 연구실에서 가장 취약한 분야라고 할 수 있는데, 연구실험실에서는 화학약품을 장기 보관하는 경우가 대부분이다. 이로 인하여 화학약품이 변질되거나 누출되는 경우가 많다. 이것은 화학약품의 반응에 의한 사고를 초래할 수 있기 때문에 장기보관 화학약품은 선별하여 주기적으로 폐기 처리하는 것이 중요하다.

사고사례



이 사고의 원인물질인 질산칼륨이다. 질산칼륨의 성상은 백색 분말이었으나 장기 보관 중 습기 등에 의하여 과상으로 변질되었다. 실험에 이용하기 위하여 막자와 막자사발을 이용 분쇄하던 중 질산칼륨에 충격을 주어 폭발하였던 사고이다.



파해 연구원이 분쇄작업을 하면서 의자대용으로 사용했던 시약 운반용 아이스 박스가 폭발 충격으로 완파된 상태이다.

누출사례



화학약품 보관 전용 공간이다. 화학약품을 선반에 장기 보관 하던 중 약품의 누출액이 발생하였다. 질산과 유기용제가 누출이 발생될 경우 약품의 이상과열 혼합반응에 의한 화재 및 폭발사고를 초래할 수 있다.



라벨 부식으로 성분 미상의 화학약품을 장기 보관하여 용기의 부식, 용기의 균열이 발생하여 결국 화학약품이 누출되었다. 시급히 폐기 처리할 필요가 있다.

예방대책

(1) 화학물질 보관 전용 캐비닛 이용



(사례 1)



(사례 2)

① 화학물질을 저장 및 보관하는 가장 좋은 방법은 밀폐환기형 방폭캐비닛을 이용하는 것이다. 밀폐형의 캐비닛 상부에 환기설비가 설치된 캐비닛이 가장 이상적인 형태라고 할 수 있다. 그러나 고가이기 때문에 대부분 대학의 경우에는 캐비닛보다는 책장 또는 진열장 형태의 시약장을 구비하고 있다.

그러나 캐비닛이라고 하더라도 시약이 혼재 비치 될 경우 혼합 시 이상반응이 일어나 화재폭발이 발생할 수 있다. 따라서 혼합해서는 안 되는 물질들을 하나의 캐비닛에 같이 보관해서는 안 된다. 그 대표적인 예로 질산과 벤젠, 톨루엔, 알코올 등 유기용제이다.

이 사진에서 시약장의 표시 중 부식성 물질은 적정하나 ABC순 배치는 시약이 혼재 될 우려가 있다. 안전관리 측면에서 전체명칭, 위험주의 경고표지, 보관시약리스트를 시약장에 부착하는 것이 바람직하다.

② 화학물질의 시약장 보관시 가장 쉽게 범할 수 있는 오류는 연구활동종사자가 실험시 찾기 쉽도록 하기 위하여 보관하고 있는 모든 화학물질을 알파벳 순으로 분류해 놓고 있다는 점이다.

물론 <사례 2>의 경우 <사례 3>처럼 낙하방지카드가 설치되어 있지 않는데, 이 점을 제외하고는 물질의 특성별로 화학물질을 분류하고 알파벳 순으로 정리한다면 아주 바람직한 배열이 될 것이다.



<사례 3>

③ <사례 3>의 경우 2단 시약장을 사용하고 있는데, 2단에는 낙하방지카드를 2중으로 설치하였고, 그에 비해 상대적으로 낙하의 위험성이 떨어지는 1단에는 낙하방지카드를 하나의 라인으로 설치하였다.

(2) 화학약품 관리 시스템 이용



00기관에서 사용하고 있는 화학물질 관리 시스템이다. 기관의 안전관리 규정에 매년 화학 물질의 재고 및 상태 검사를 하고 있고 입고, 개봉 후 2년이 경과하면 폐기하도록 명시하고 있다.

국제표준화학물질 관리시스템

조직관리 | 거래처관리 | MSDS관리 | 노출관리 | 검토회의관리 | 재고관리 | 사용/폐기관리 | 교육관리 | 법규관리 | 통계조회

입고검사

관련물질명 (테트라하이드로-2-퓨라닐 메틸 2-메틸-2-프로판산)(TETRAHYDRO-2-FURANYLMETHYL 2-METHYL-2-PROPANOIC ACID)

입고량	0	단위	L
가해처	우우	입고일	2008-12-01
담당부서	과1	담당자	우과장
검사항목	☐ MSDS 여부 ☐ 입고량 확인		

저장 목록

GHS-MSDS Ver 1.0

국제표준화학물질 관리시스템

조직관리 | 거래처관리 | MSDS관리 | 노출관리 | 검토회의관리 | 재고관리 | 사용/폐기관리 | 교육관리 | 법규관리 | 통계조회

사용/폐기관리

물집

물질명	사용량	재고량	일자
(테트라하이드로-2-퓨라닐 메틸 2-메틸-2-프로판산)(TETRAHYDRO-2-FURANYLMETHYL 2-METHYL-2-PROPANOIC ACID)	9	370	2008-12-02
(테트라하이드로-2-퓨라닐 메틸 2-메틸-2-프로판산)(TETRAHYDRO-2-FURANYLMETHYL 2-METHYL-2-PROPANOIC ACID)	34	211	2008-12-01

1 / 2

추가

GHS-MSDS Ver 1.0

화학물질 중앙집중 관리시스템의 일부이다. 화학물질의 재고 및 사용/폐기를 프로그램을 이용하여 중앙관리하고 있다. 이러한 시스템을 이용하게 되면 화학물질의 장기 보관에 따른 사고의 위험성을 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 실험실 내에 보관하는 유해화학물질의 양을 감소시킴으로써 잠재적인 위험요인을 감소시킬 수 있다.

2

화학약품 중앙 저장 창고



- 최근 각 연구실험실별 화학약품 관리가 원활하지 않기 때문에 화학약품을 중앙에서 관리하고자 저장창고를 신축하여 운영하고 있는 기관이 증가하고 있다. 저장 창고를 신축하여 화학약품을 관리할 때 장점은 화학약품의 장기간 보관할 때 발생하는 변질의 우려를 제거할 수 있고, 각 연구실험실별 화학약품의 보관량을 최소화 할 수 있기 때문에 대형화재 및 폭발 등의 사고시에 피해를 감소

시킬 수 있다는 것이다. 다만 연구실험실에서 사용되는 대부분의 화학물질이 위험물안전 관리법의 위험물에 속하기 때문에 신축 후 관련 법규에 허가를 받은 후 이용해야 한다.

① OO기관에서는 각 연구실험실별로 화학약품의 종류가 많기 때문에 그 중에서 위험물 안전관리법의 제4류 위험물인 인화성 액체에 해당되는 화학약품만을 중앙창고에서 관리하고 건물 신축 후 위험물 옥내저장소로 허가를 받았으며, 품명 및 수량, 취급책임자를 지정하여 운영하고 있었다. 소방방재청 위험물안전관리법에 의하면 위험물 옥내저장소의 경우 제 4류 위험물(인화성 액체)과 제6류 위험물(산화성 액체)을 저장할 수 있도록 하고 있다.

[illegible]

② 위험물 옥내저장소에 저장된 화학약품의 종류와 저장수량을 기록하고 있다. 화학약품의 종류와 수량을 한눈에 파악할 수 있는 것이 가장 큰 장점이라고 할 수 있고, 또한 화재 및 폭발 등의 사고시에 방호대책을 신속히 수립하여 대처할 수 있다는 것도 장점이라고 할 수 있다.

다만 이러한 중양창고를 신축하여 화학약품을 관리하는 제도는 큰 규모의 기관은 이러한 중양창고를 저장수량을 고려하여 중양창고의 수를 결정하는 것이 바람직하다.



③ 중양창고의 내부 사진이다. 각 부서 및 연구실험실에서는 신규로 화학약품을 입고할 경우에는 연구실험실 안전환경관리자에게 반드시 보고한 후 입고하고, 중양창고 내에서는 각 부서별 지정된 곳에 보관한 후 부서 표시를 실시하는 것이 바람직하다.



④ 중양창고 내의 조명 및 전기설비는 반드시 방폭구조로 설치해야 하며, 내부에 화재를 감지할 수 있는 경보기 및 감지기를 설치하고, 천장은 폭발시 폭발압력을 지붕으로 배출할 수 있도록 하는 구조로 만들어져야 한다. 또한 바닥은 화학약품의 누출시 흘러내릴 수 있도록 경사가 있어야 하며, 내부에 환기덕트시설도 설치해야 한다.

3

화학물질에 대한 유해·위험성 표시제도

화학물질에 대한 경고표지는 화학물질을 취급하는 취급자가 그 화학물질을 취급하기 전 경고표지를 이용하여 화학물질이 갖는 유해·위험성을 파악할 수 있도록 하는데 큰 의미가 있다. 취급자가 화학물질을 취급하기 전에 그 물질의 유해·위험성을 파악하는 것은 화재 및 폭발 중독 등의 사고 예방을 위해 중요한 의미를 갖는다. 즉 적절한 보호구의 착용과 실험 도중 발생할 수 있는 이상반응 및 현상 등에 대비할 수 있기 때문이다.

최근에는 화학물질에 대한 분류 및 표지에 관한 세계조화 시스템인 GHS(Globally Harmonized System of classification & labelling of chemical)가 전 세계적으로 통일된 기준에 따라 화학물질의 유해위험성을 분류하고 통일된 형태의 경고표지 및 MSDS로 정보를 전달하는 방법이다. 2008년 전 세계적으로 시행 할 것을 합의 하여 국내에는 산업안전보건법 개정으로 시행될 예정으로 2012년까지 경고표지 및 MSDS를 15480종을 마련할 예정이다. 각 대학 및 연구기관에는 기존의 위험성 표시제도를 사용하고 있는 화학물질을 대상으로 실험을 실시하고 있기 때문에 기존의 화학물질의 유해·위험성 표시제도에 대해 알 필요가 있다.

(1) NFPA의 물질의 위험성 표시제도

이 제도는 미국 NFPA(National Fire Prdtection Association)에서 시행하고 있는 제도로서, 이 제도가 시행된 배경은 긴급요원, 즉 소방관, 경찰관, 구급요원 등이 화재 및 폭발 등의 각종 사고 현장에 출동했을 때 화학물질의 서로 다른 유해·위험성을 파악하지 않고 대처를 실시하던 중 2차 피해를 입게 되는 사례가 빈번히 발생하자 긴급요원에게 가능한 한 빠르고 정확하게 화학물질에 대한 유해·위험성을 파악할 수 있도록 하여 적절한 대처를 할 수 있도록 하는 것이다.

이 제도는 화학물질의 유해·위험성을 건강(health), 청색, 화재(flammability, 적색, 반응(reactivity, 황색), 기타 위험성으로 구분하고, 각각의 위험도를 0~4등급으로 분류하여 화학물질의 위험도를 알 수 있도록 하고 있다. 4 등급의 경우 위험성이 가장 높은 등급이다.



NFPA의 화학물질에 대한 위험성 표시 제도

물질명	CAS No.	NFPA 위험성 등급
암모니아 (Ammonia)	7664-41-7	
아크릴로나이트릴 (Acrylonitrile)	107-13-1	
아크롤레인 (Acrolein)	107-02-8	
벤젠 (Benzene)	71-43-2	
플루오르화 수소 (Hydrogen Fluoride)	7664-39-3	
톨루엔 (Toluene)	108-88-3	
메틸 알콜 (Methyl Alcohol)	67-56-1	
메틸 에틸 케톤 (Methyl Ethyl Ketone)	78-93-3	
페놀 (Phenol)	108-95-2	
자일렌 (Xylene)	1330-20-7	

(2) HMIS

이 HMIS(Hazardous Material Identification System)는 미국 NPCA(National Paint and Coating Association)에서 개발한 제도로써 화학물질에 대한 각종 정보를 알려주기 위한 labeling system이다. 이 제도는 화학물질의 유해·위험성의 분류 및 위험도 등급은 NFPA의 제도와 동일하지만, 화학물질을 안전하게 취급하는데 필요한 개인보호장비(personal protection equipment)를 A~K의 문자를 이용하여 제시하고 있는 것이 가장 큰 특징이다. 또한 건강 위험성은 화학물질의 급성독성에 기초하여 등급을 부여하고 있고, 다만 NFPA의 위험도 등급 분류기준과 화학물질마다 조금씩 다르다는 것에 유의해야 한다.

HAZARDOUS MATERIALS IDENTIFICATION SYSTEM			
HAZARD INDEX		PERSONAL PROTECTION INDEX	
4 = SEVERE HAZARD 3 = SERIOUS HAZARD 2 = MODERATE HAZARD 1 = SLIGHT HAZARD 0 = MINIMAL HAZARD		An asterisk(*) or other designation corresponds to additional information on a data sheet or separate chronic effects notification Additional Information	
PERSONAL PROTECTION EQUIPMENT			
A Safety goggles	n Respirator	o Eye protection	p Gloves
q Boots	r Protective clothing	s H2S	t Ear protection
u Other	w Full body protection	y Full face protection	z Other special
		Consult your supervisor or S.O.P. for "SPECIAL" handling directions	

(name of chemical)

HEALTH	
FLAMMABILITY	
REACTIVITY	
PERSONAL PROTECTION	



안전한 연구실험실을 만들기 위한 연구실안전핸드북

03 고압가스 안전관리

1. 가스사고의 원인 및 가스폭발의 특성
2. 고압가스 안전관리 요령
3. 고압가스 안전관리 시설

Laboratory
Safety
Handbook

1

가스사고의 원인 및 가스폭발의 특성

연구실험실 가스사고의 원인은 대부분 가스누출, 연구원의 부주의, 정리정돈의 불량 등으로 인하여 가스가 누출되어 발생된다. 사고의 형태는 대부분 폭발사고이며, 암모니아 등의 가스는 중독사고, 액체 질소 등의 가스는 질식 및 동상을 유발할 수도 있다. 이러한 사고들을 예방하기 위해서는 각종 가스들의 특성을 파악하고, 폭발 등의 사고가 어떻게 발생하는지를 숙지하는 것이 중요하다.

가스사고의 원인

연구실험실에서 발생하는 가스사고의 원인은 대부분 가스의 누출에 기인한다. 이러한 가스의 누출로 인하여 폭발사고나 중독사고로 이어지는 것이 대부분이다. 폭발이나 중독 질식 사고는 사고발생시 인명 및 재산피해가 크기 때문에 중대사고로 이어질 가능성이 크고, 그 파급효과는 실로 엄청나다고 할 수 있다.

또한 대학 및 연구기관에서는 고압가스 실린더 외에 자체 제작한 압력용기에 가스를 충전하여 실험하는 경우도 많기 때문에 이 경우 압력용기에 대한 기밀시험, 비파괴검사 등 압력용기에 가스를 충전할 때 가스 누출이 발생하지 않는지 확인하는 시험을 반드시 실시해야 함에도 불구하고 실시하지 않아서 누출, 폭발하는 사고도 발생되고 있으며, 폭발성이 없는 가스를 이용한다고 하더라도 용기 파열사고를 유발할 수도 있다. 이러한 압력용기는 제작시 용접에 의해 제작되는 경우가 많기 때문에 수압시험(hydraulic test), 비파괴검사(non-destructive test) 등을 이용하여 반드시 기밀시험을 실시한 후 실험을 실시해야 한다.



가스사고의 대표적 원인 물질

가스폭발의 특성

폭발은 급속한 압력 또는 충격파(shock wave)의 이동을 야기시키는 가스의 급속한 팽창 현상 또는 압력이 갑자기 발생 방출된 결과 격렬한 소리를 내면서 용기가 파열하거나 가스가 팽창하는 현상으로 정의할 수 있다. 이러한 폭발현상이 발생되면 가스의 연소에 의해 열 발생속도가 매우 빠른 동시에 2,500~5,000℃ 정도의 고온의 비정상적인 연소현상을 일으킨다. 폭발은 크게 기계적 및 화학적 폭발로 나눌 수 있는데 기계적 폭발은 압력용기의 갑작스런 파열을 말하고, 화학적 폭발은 급속한 화학반응에 의해 발생된 과압(overpressure)으로 인한 폭발을 말한다.

폭발이 발생되기 위해서는 연료(fuel), 산소공급원(oxygen), 점화원(ignition source) 이 세가지 요소가 필요한데, 가연성의 가스가 대기 중으로 누출되게 되면 누출됨과 동시에 연료 및 산소공급원 이 두 가지 요소를 갖추게 된다. 따라서 에너지원이라고 할 수 있는 정전기나 스파크 등이 존재하게 되면 쉽게 착화 폭발하는 것이 가연성 가스의 폭발 매커니즘이다.

각종 가연성 기체가 착화하여 폭발하는데 필요한 에너지는 일반적으로 0.3mJ로서 정전기나 스파크 등의 아주 작은 에너지로도 쉽게 폭발한다. 또한 압력용기 등의 제작 결함으로 인하여

작은 hole에서 가연성의 기체가 누출될 경우에는 가연성 가스 분자에 전하가 대전되어 분출 대전에 의해서도 폭발이 발생할 수 있다.

또한 가연성 기체의 경우 공기와 혼합되었을 때 연소 및 폭발이 가능한 농도범위가 존재 하는데 이를 폭발한계(explosion limit)라고 한다. 폭발한계에는 각각 하한계와 상한계가 있으며 가연성 기체와 공기와의 혼합기체가 이 범위 내에 존재하게 되면 폭발이 발생한다. 또한 일부 연구실험실에서는 가연성 기체의 실험조건이 상온, 상압이 아니라 필요에 따라서 가열 또는 가압하여 실험하는 경우가 종종 있는데 이 경우 하한계는 더 낮아지고, 상한계는 더 높아지기 때문에 위험성이 더 증대된다.

가연성 기체	점화에너지[mJ]
메탄	0.280
프로판	0.250
부탄	0.260
수소	0.018

각종 가연성 가스의 점화에너지

물질명	하한계 [vol.%]	상한계 [vol.%]	물질명	하한계 [vol.%]	상한계 [vol.%]
아세틸렌 (C ₂ H ₂)	2.5	81	메탄(CH ₄)	5	15
수소 (H ₂)	4	75	에탄(C ₂ H ₆)	3	12.4
일산화탄소 (CO)	12.5	74	프로판(C ₃ H ₈)	2.1	9.5
황화수소 (H ₂ S)	4.3	45	부탄(C ₄ H ₁₀)	1.8	8.4

각종 가연성 가스의 폭발하한계와 상한계

2

고압가스 안전관리 요령

화학물질의 관리와 더불어 연구실 안전관리 분야 중 취약한 분야가 바로 고압가스 안전관리 분야이다. 연구실험실에서 사용하는 고압가스는 원칙적으로 옥외에 보관하는 것이 원칙이지만, 연구책임자의 반대, 옥외저장소 설치의 어려움 등으로 인해 대부분의 기관에서는 각 연구실험실에서 보관하는 실정이다. 또한 연구실험실에서 발생하는 폭발사고는 연구원의 부주의에 의해 가스 누출이 발생되어 착화, 폭발하는 사고가 대부분이기 때문에 각별한 주의를 요하는 분야이기도 하다.

■ 고압가스의 종류 및 범위(고압가스안전관리법 시행령 제2조)

- 상용의 온도에서 압력(게이지압)이 1MPa 이상이 되는 압축가스로서 실제로 그 압력이 1MPa 이상이 되는 것
- 35℃의 온도에서 압력이 1MPa 이상이 되는 압축가스
- 15℃의 온도에서 압력이 0MPa를 초과하는 아세틸렌 가스
- 상용의 온도에서 압력이 0.2MPa 이상이 되는 액화가스
- 35℃의 온도에서 압력이 0MPa를 초과하는 액화가스 중 액화시안화수소, 액화브롬화 메탄, 액화산화에틸렌 가스



- 수소, 산소, 액화임모니아, 아세틸렌, 액화염소, 천연가스를 사용하기 전 일정 규모 (50m³) 이상의 저장능력을 가진 자는 시장 군수 또는 구청장에게 신고하여야 한다.

- 사용 신고를 하거나 특정고압가스의 사용시설의 설치나 변경공사를 완공하면 사용 전에 관청의 완성검사를 받아야 하며 정기적으로 매년 1회 관청의 정기검사를 받아야 한다.

고압가스의 사용 신고 요령

특정고압가스사용신고필증			
신고자명	[redacted]		
신고명 (대표자)	신고필증 등록	[redacted]	
등록주소	[redacted]		
신고용지	[redacted]		
회사용 목적	반도체 연구원		
평가소명	주식, 전동, 전자기, 압축공기, 용접기, 배기, 기타, 기타	특정고압	제20조 제4, 5항

「고압가스 안전관리법」 제20조제1항의 규정에 의하여 특정고압가스 사용신고를 하였으므로 이에 특정고압가스사용신고필증을 교부합니다.

[과 할 과 청]

[시공업체]

[가스안전공사]

[가스안전공사]

■ 고압가스 안전관리 요령

- 항상 40℃ 이하에서 보존하고 환기를 시킬 것
- 가스 누출을 방지하기 위하여 보관시 밸브 보호용 캡을 씌울 것
- 가연성 가스를 사용 시 가압설비와 사용설비의 배관에 역화방지장치를 설치할 것
- 용기 전도를 방지하기 위하여 전도방지장치를 설치할 것
- 누출에 대비하여 반드시 가스누출감지경보기를 설치할 것
- 가연성 가스와 조연성 가스는 함께 보관하지 말 것
- 가연성 가스 저장소에는 유효한 소화기(분말, CO₂, 할론)를 비치할 것
- 가연성 가스 사용시 절연 호스나 고무 호스 등을 사용하지 말 것



밸브 캡



전도방지장치



가스누출감지경보기



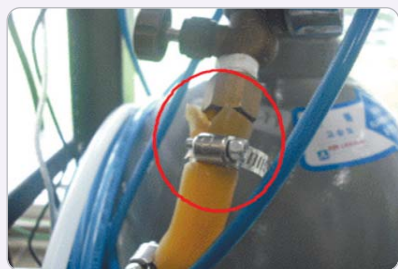
가스누출감지경보기



가연성 가스(수소)와 조연성 가스(산소) 보관 사례



할론 소화 시스템



절연용 호스를 사용한 사례



고무 호스를 사용한 사례

3

고압가스 안전관리 시설

고압가스 안전관리 시설 중 가장 중요한 설비는 고압가스 실린더 캐비닛이다. 이 설비는 위험성이 높은 폭발성 및 독성 가스를 안전하게 보관하고 일정 압력 및 일정량의 가스를 실험장비까지 공급하며, 비상시 자동차단, 배기가 되도록 구성된 가스의 안전 공급설비이다.

■ 용도

용기를 캐비닛에 장착하여 특정 고압가스를 안전하게 사용하기 위한 설비

■ 대상 가스

특정 고압가스(H_2 , C_2H_2 , NH_3 , Cl_2 , SiH_4 , PH_3 , B_2H_6 등)

■ 구조

- 캐비닛 내부의 누출된 가스를 항상 제독설비로 이송할 수 있고, 내부압력이 외부압력보다 항상 낮게 유지될 것
- 비상시 가스의 공급을 차단할 수 있는 긴급차단장치가 설치되어 있을 것
- 캐비닛에 사용하는 가스는 상호반응에 의하여 사고 발생의 우려가 없을 것
- 정전기 제거 조치가 될 것
- 한국가스안전공사 완성 검사 필증이 부착되어야 함



안전한 연구실험실을 만들기 위한 연구실안전핸드북

04 폐액 및 폐기물안전관리

1. 폐액 및 폐기물 안전관리
2. 연구시설 등급별 불활성화 처리기준
3. 혼합 금지 물질(incompatibilities)

Laboratory
Safety
Handbook



1

폐액 및 폐기물 안전관리

연구실험실에서 폐액과 관련된 사고가 종종 발생하고 있는데, 일반적으로 폐액을 운반하던 중이나 폐액 수거 용기 내에서 일정 시간이 경과한 후 반응이 시작되어 용기가 파열되는 사고 등이 발생하고 있다. 연구실험실 내에서는 다양한 종류의 폐기물이 발생되고 있는데, 크게 일반폐기물, 지정폐기물, 의료폐기물로 나눌 수 있다. 이러한 폐기물들은 무단으로 폐기할 경우 환경오염 등의 2차 피해가 발생할 수 있기 때문에 반드시 지정된 용기에 담아 배출해야 한다.

사고사례



화학실험 후 실험에 사용된 소량의 아연 분말을 휴지통에 그냥 버려 아연 분말과 공기 중의 수분과의 화학반응에 의하여 자연 발화가 발생한 것으로 추정

지정폐기물

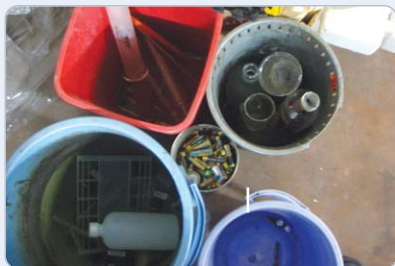
- 부식성 폐기물 : 폐산, 폐알칼리
- 폐유
- 폐유기용제
- 폐석면
- 폐유독물 : 사용하지 않는 폐사약
- 유리제품류, 시약공병 등
- 기타 유해화학물질

사고 예방대책

- 화학약품의 폐기 시에는 약품에 대한 정보를 정확하게 숙지하여 처리 과정에서 혼합이 금지된 약품이 혼합되는 일이 없도록 한다.
- 폐액은 폐유기용제(할로겐족, 비할로겐족), 폐산, 폐알칼리, 폐유, 고체폐기물 등으로 구분하여 수집하되 반드시 명세서, 폐액명, 폐기일자, 수량, 폐기자 등을 명세해야 한다.
- 수집된 폐기물은 실험실 내에 방치해 두지 말고 적절한 시일 내에 배출해야 한다.
- 폐액 수집 용기는 20리터의 플라스틱 용기를 사용하고 깨지기 쉬운 유리 용기나 부식될 가능성이 있는 금속제 용기는 사용하지 말아야 한다.
- 화학약품 공병이나 유리제품의 경우 내용물 제거 후 마대자루나 전용용기에 담아 배출해야 한다.
- 폐기물 용기 외부에 식별 가능하도록 폐기물 스티커를 부착하고 실험실 명, 폐기물의 특성 및 주의사항 등을 기록한다.
- 수집된 폐기물 용기는 직사광선을 피하고 통풍이 잘 되는 곳을 지정하여 보관하며 복도 및 계단 등에 방치하여서는 안 된다.
- 수집된 폐기물을 운반할 시에는 2인 이상이 개인보호구를 착용하고 안전한 운반구를 이용하여 운반한다.



폐기물 수집 용기



연구실험실 내에서 발생되는 모든 폐기물은 철저한 분리수거가 이루어져야 한다.



폐시약병과 유리제품류 등은 내용물을 완전 제거 후 마대자루와 같은 전용용기에 수거 후 배출해야 한다.

의료폐기물

- 조직물류 : 실험동물의 사체와 인체 또는 동물의 피, 고름 및 혈액성 생성물 등
- 병리계 폐기물 : 시험·검사 등에 사용된 배양액, 배양용기, 보관균주, 폐시험관, 슬라이드, 커버글라스, 폐장갑, 폐배지 등
- 손상성 폐기물 : 주사바늘, 수술용 칼날, 한방침, 파손된 유리재질의 시험기구 등
- 생물·화학 폐기물 : 폐백신, 폐항암제, 폐화학치료제 등
- 일반 의료폐기물 : 혈액, 체액, 분비물, 배설물이 함유되어 있는 탈지면, 붕대 거즈 등

사고 예방대책

- 연구실험의 부산물로 발생된 폐기물은 생물학적 활성을 제거하여 폐기 처리해야 한다.
- 폐기물이 발생한 때부터 종류별로 전용용기에 넣어 밀폐 포장하여 보관하며, 의료 폐기물을 수거 후 다른 전용용기에 옮겨 담는 행위는 금지한다.
- 부패 또는 변질 우려가 있는 동물 사체, 조직물류 등은 플라스틱 전용용기에 넣어 냉동실에 보관한다.
- 의료폐기물의 경우 유해물질이 비산 및 증발되지 않도록 뚜껑을 닫아 보관해야 한다.

분류	고 상	액상, 격리의료, 조직물류	손 상 성
특징	• 병리계폐기물(고상) • 생물 · 화학폐기물(고상) • 혈액오염폐기물(고상) • 일반의료폐기물(고상)	• 병리계폐기물(액상) • 생물 · 화학폐기물(액상) • 혈액오염폐기물(액상) • 일반의료폐기물(액상)	• 주사바늘 등 상해 위험이 있는 폐기물
보관 기간	10일	15일	30일
전용 용기	골판지형	합성수지류	합성수지류
			



의료 폐기물 수집 용기



의료 폐기물(손상성) 수집용기는 감염 및 상해의 위험이 있기 때문에 반드시 덮개를 설치해야 한다.

2

연구시설 등급별 생물학적 활성 제거 처리기준

유전자변형생물체 연구시설에서는 ‘유전자변형생물체의 국가간 이동 등에 관한 통합 고시’ 제9-2조 안전관리등급별 설치·운영기준에 따라 연구시설의 안전관리등급별 설치·운영기준을 준수해야 하며, 동 고시 [별표 9-1] 연구시설의 설치·운영기준 중 폐기물처리에서 모든 폐기물은 생물학적 활성을 제거하여 처리하도록 규정하고 있다. 생물학적 활성을 제거한 폐기물은 폐기물 관리법에 의거 처리한다.

1등급 연구시설

- 1등급 연구시설은 고압멸균기를 반드시 설치해야 하며, 폐기물의 생물학적 활성 제거는 권장사항이나, 안전조치가 필요한 경우에는 반드시 불활성화 조치 후 폐기해야 한다.

2등급 이상 연구시설

- 실험동물의 사체는 합성수지류 용기에 담아서 냉동고에 보관하며, 냉동고는 동물사설 내의 별도의 구역에 설치하고, 잠금장치를 설치하며, 사체 관리대장을 작성하여 보관해야 한다.
- 실험에 사용한 유전자변형식물, 토양, 관련 물품 등은 생물학적 활성을 완전히 제거할 수 있는 방법을 사용해서 적절하게 폐기하며, 필요시 전문업체에 위탁하여 폐기할 수 있다.

소독, 멸균 및 폐기 처리

- 소독, 멸균 등 오염을 제거하는 방법 및 사용 약품은 수행하는 실험의 형태와 취급 생물체에 따라 달라지며 소독에 소요되는 시간은 각 약품과 제조사에 따라 다르므로 사용법을 정확히 이해해야 한다

① 고압증기 멸균: 121°C 고온에서 15분간 처리

- 생물학적 활성 제거를 위해 가장 많이 사용되는 방법이나, 고압증기 멸균이 불가능한 품목(예: 폐기 화학물질, 방사성폐기물, 동물사체 등)은 구분하여 사용

※ 처리 전 오염폐기물은 별도의 안전한 장소 또는 용기에 보관

3

혼합 금지 물질(Incompatibilities)

연구실험실에서 폐기물 중 특히 폐액을 수집할 때 특성별로 수집하지 않을 경우에는 화학약품 상호 간의 혼합에 따른 이상반응이 진행되어 화재 및 폭발, 독성 기체의 발생 등의 사고를 초래할 수 있다. 따라서 혼합 위험성이 있는 물질의 경우 별도의 수집용기를 마련하여 수집하여야 한다.

혼합 금지 물질

화 합 물	공존할 수 없는 화합물
초산	크롬산, 질산, 수산화기름, 에틸렌 글라이콜, 과염소산, 과산화물, 과망간산염
아세트알데히드	염소, 브롬, 구리, 불소, 은, 수은
알칼리 및 알칼리토류금속	물, 사염화탄소 또는 그 외의 염화 탄화수소, 이산화탄소, 할로젠
무수 암모니아	수은, 염소, 칼슘 하이포아염소산, 요오드, 브롬, 불화수소산
질산암모늄	산, 금속 분말, 가연성 액체, 염소산 염, 아질산 염, nitrites, 황, 미세 유기 또는 연소성 물질
아닐린	질산, 과산화수소
브롬	염소와 동일함
뷰틸 리튬	물
활성 탄소	칼슘 하이포아염소산, 모든 산화제
염소산 염	암모늄 염, 산, 금속 분말, 황, 미세 유기 또는 연소성 물질
크롬산	초산, 나프탈렌, 캄포, 글리세린, 터펜틴, 알코올, 가연성 액체
염소	암모니아, 아세트알데히드, 부타다이엔, 부탄, 메탄, 프로판(또는 그외의 석유가스), 수소, 소듐 카바이드, 터펜틴, 벤젠, 미세 금속
이산화염소	암모니아, 메탄, 포스핀, 황화수소
구리	아세트알데히드, 과산화수소
큐멘 하이드로페록사이드	유기 또는 무기산
시안화물(소듐, 포타슘)	산
가연성 액체	질산 암모늄, 크롬산, 과산화수소, 질산, 과산화소듐, 할로젠
탄화수소	불소, 염소, 브롬, 크롬산, 과산화소듐



화 합 물	공존할 수 없는 화합물
시아나화수소산	질산, 알칼리
불화수소산	수용액 또는 무수 암모니아
과산화수소	구리, 크롬, 철, 대부분의 금속 또는 금속염, 알코올, 아세톤, 유기화합물, 아날린, 나이트로메탄, 가연성 액체, 기체 산화제
황화수소	발연 질산, 기체 산화제, 수용액 또는 무수 암모니아, 수소
요오드	아세틸렌, 수용액 또는 무수 암모니아, 수소
수은	아세틸렌, 풀민산(fulminic acid), 암모니아
질산	초산, 아날린, 크롬산, 시안화수소산, 황화수소, 가연성 기체, 가연성 액체
옥살산	은, 수은
과염소산	초산 무수물, 비스무스 및 비스무스를 포함한 합금, 알코올, 종이, 나무
포타슘	사염화탄소, 이산화탄소, 물
염산 포타슘	황산 및 다른 산
과염소산 포타슘	황산 및 다른 산
과망간산 포타슘	글리세린, 에틸렌 글라이콜, 벤즈알데하이드, 황산
은	아세틸렌, 옥살산, 타르타르산, 암모늄 화합물
소듐	사염화탄소, 이산화탄소, 물
과산화 소듐	에탄올 또는 메탄올, 붕초산, 초산 무수물, 벤즈알데하이드, 이황화탄소, 글리세린, 에틸렌 글라이콜, 에틸 아세테이트, 메틸 아세테이트, 푸르푸랄
황산	염산포타슘, 과염소산 포타슘, 과망간산 포타슘(또는 소듐, 리튬)
아세톤	진한 질산과 황산의 혼합물
아크롤레인	산화제, 산, 알칼리, 암모니아
아자이드	산
칼슘 옥사이드	물
하이드라진	산화제, 과산화수소, 질산, 금속 옥사이드, 강산, 다공성 물질
염산	대부분의 금속, 알칼리 또는 활성 금속
모르폴린	강산, 강산화제
질산염	황산
아질산염	산
유기용매	강산화제, 산, 강한 부식성 화합물
산소	기름, 그리이스, 수소, 가연성 액체, 기체 및 고체
유기 과산화물	유기 또는 무기산, 마찰, 열
흰 인	공기, 산소, 알칼리, 환원제
셀레나이드	환원제



안전한 연구실험실을 만들기 위한 **연구실안전핸드북**

05 보호구

1. 개인 보호구의 종류 및 용도
2. 화공분야 실험실
3. 생물분야 실험실
4. 기계/전기분야 실험실

Laboratory
Safety
Handbook

1

개인 보호구의 종류 및 용도

보호구란 연구실험실의 사고를 방지하기 위하여 연구활동종사자 개개인이 착용하는 것으로서 유해·위험요인에 따라 발생할 수 있는 사고를 예방하고 그 영향이나 부상의 정도를 경감시키기 위한 용구이다. 그러나 보호구는 인체에 미치는 각종 위험으로부터 자신을 보호하기 위한 보호장비로서 소극적 대책에 불과하기 때문에 근본적 안전을 확보하는 적극적 대책을 강구하고 이 대책이 불가능한 경우에만 보호구를 사용해야 한다.

개인 보호구

개인 보호구는 연구실험실에서 발생하는 각종 사고로 인하여 연구활동종사자의 상해를 방지하고 건강을 지키기 위하여 연구활동종사자 개개인이 착용하는 보호장구이다. 따라서 연구활동종사자에게는 개인의 안전을 보장해 주는 최소한의 도구로서 의미를 가지며, 연구실험실 출입 및 연구활동 수행 시 반드시 착용해야 할 대상이다.

보호구 안전수칙

- 제조업자가 제시한 안전 기준을 따른다.
- 연구활동 시의 유해·위험요인에 알맞은 보호구를 착용한다.
- 개인 보호구는 쉽게 사용할 수 있는 위치에 비치한다.
- 사용 전 개인 보호구의 유통기한을 확인한다.
- 사용 전 개인 보호구의 파손 여부를 확인한다.

보호구 착용 및 관리 점검표

연구실 표준안전점검표
(보호구 착용 및 관리)

부서명		호실		연구 책임자		점검일	
-----	--	----	--	-----------	--	-----	--

점검 항목	점 검 사 항	점검결과		보완 사항
		양호	불량	
개인 보호 장비	마스크와 고글의 배치 여부			
	안전 장비에 대한 위치 및 사용법에 대한 교육 실시 여부			
	안전 샤워시설의 이용 가능 여부 및 주기적 점검 여부			
	적절한 실험용 의복 및 안전화 사용 여부			
	개인 위생시설 존재 여부 및 위생관리 상태			
	보호장비가 별도의 보관소에 보관 관리되는지의 여부			
	보호장비가 파손, 오염, 태양광선, 극한 온도, 과도한 습기, 화학물질 등으로부터 보고되고 있는지의 여부			
	보호장비 안면부와 배기밸브의 변형 여부			
	보호장비의 기능, 연결부위의 견고성, 연결관, 여과재 등 부품상태의 점검 여부			
	보호장비의 안면부 등 고무제품의 유연성과 노화여부			
	보호장비의 지속적 점검 여부			
	방사선 종사자의 *개인선량계(personal dosimeter) 착용 여부			
	보호장비의 주기적 교체 여부			

*개인선량계(personal dosimeter)

- 개인선량계는 방사선 선원 및 방사성물질로부터 개인 피폭을 측정, 평가하는 도구이다. 측정하는 방법 중 많이 사용하는 방법은 열형광선량계(Thermoluminescence Dosimeter; TLD)를 이용하는 방법이다.

종 류	응 도	착용시점
보안경	눈 보호장비 (화학물질이나 유리 파편 등으로부터 눈 보호)	화학약품 취급 시
보호복	피부 보호장비 (화학물질 등으로부터 피부 보호)	실험실 출입 시 가스, 화학약품 취급 시
보호장갑	손 보호장비 (화학물질 등으로부터 손 보호)	화학약품 취급 시
호흡보호구	호흡기 보호장비 (유독가스, 분진 등으로부터 호흡기 보호)	가스, 화학약품 취급 시
청력보호구	귀 보호장비 (소음으로부터 청력 보호)	소음이 심한 실험 시
안전화/안전모	발 / 머리 보호장비 (물체의 낙하, 비레 등으로부터 발 / 머리 보호)	위험한 기계 및 기구 취급 시



화공분야 실험실

(1) 대표적 유해 · 위험요인

- 유기용제
- 산, 알칼리성 용액
- 산화성 물질
- 알데하이드류
- 촉매
- resin
- rubber
- 중금속
- 플라스틱 monomer, polymer 등

(2) 착용해야 할 보호구의 종류

- 호흡보호구 : 방진마스크, 방독마스크
- 보인면
- 보안경
- 보호의복 : 장갑, 토시, 앞치마, 실험 가운, 화학용 보호복
- 청력 보호구



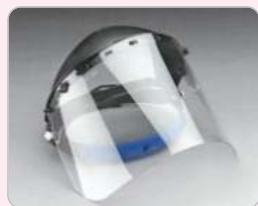
방진마스크



방독마스크



보안경



보안면



보호장갑



보호의

3

생물분야 실험실

(1) 대표적 유해·위험요인

- 박테리아
- 곰팡이
- 바이러스
- 혈중 병원균
- 곤충
- 식물
- 방부제 등 화학물질
- 액체 질소

(2) 착용해야 할 보호구의 종류

- 호흡 보호구 : 방진마스크, 방독마스크
- 보안면
- 보안경
- 보호의복 : 장갑, 토시, 앞치마, 실험 가운, 화학용 보호복



보호의



보호장갑

기계/전기분야 실험실

- 소음
- 진동
- 고열
- 저온
- 이온화 광선
- 비이온화 광선
- 오일 미스트
- 유기용제
- 용접 fume

- 호흡보호구 : 방진마스크
- 보안면
- 용접면
- 보안경
- 보호의복 : 마모, 자상 및 창상 방지용 장갑, 토시, 앞치마, 화생방지용 장갑 및 의복, 기계유용 장갑 및 의복





안전한 연구실험실을 만들기 위한 연구실안전핸드북

06 실험기기 안전관리

1. 실험기기 안전관리

Laboratory
Safety
Handbook



1

실험기기 안전관리

본 매뉴얼에서는 연구활동종사자 및 안전환경관리자가 각 실험실의 순회점검이나 일상점검시 이용할 수 있도록 각 분야의 실험실 별로 보편적으로 많이 사용되는 실험 기기의 점검 요소 및 방호장치에 대한 설명을 제시하고자 한다.

1. 기계분야 실험실



떨뿔

떨뿔 및 탁상용 연삭기를 실험대 또는 바닥에 고정을 하지 않은 채 사용하고 있어서 진동에 의한 움직임으로 인해 협착 및 2차 재해의 위험이 있으므로 실험대 및 바닥에 고정하여 사용해야 한다.



탁상용 연삭기

탁상용 연삭기의 실험대 고정 상태는 양호하나 작업대의 조정이 되지 않아서 소재의 연마 시 슛돌에 협착위험이 있으므로 슛돌과 작업대의 틈새를 1~3mm 이내로 조정하여 사용해야 한다.



탁상용 연삭기



탁상용 연삭기의 연삭숫돌 표면상태가 기공이 막혀 연삭의 효율이 매우 떨어지므로 드레이싱을 하여 연삭 숫돌에 부착된 이물질질을 제거하고 사용해야 한다



모 기관의 기계분야 실험실에서는 드릴링머신을 실험대에 고정을 하지 않은 채 사용하고 있었다. 이러한 상황은 드릴링 머신의 진동에 의한 움직임으로 인해 합착 및 2차 재해의 위험이 있기 때문에 드릴링머신과 같이 진동이 발생하는 기기는 반드시 실험대에 고정하여 사용해야 한다.



모 기관의 기계분야 실험실에서는 탁상용 연삭기를 사용하고 있었는데 탁상용 연삭기를 실험대에 고정한 것과 연삭숫돌 전면에 부착된 실드의 상태는 양호하였으나 부착된 작업대와 숫돌과의 틈새가 협소하여 마찰과 협착위험이 있으므로 그 간극을 1~3mm를 유지하도록 조정하여 사용하는 것이 바람직하다.



모 기관의 실험실에서는 실험실에 연마기를 설치하여 사용하고 있었는데 이 연마기의 하단에 방호덮개가 탈락되어 연구활동종사자가 연마기 조작시에 인체 접촉에 의한 감전이 발생할 우려가 있으므로 반드시 적절한 방호덮개를 설치하여 사용하여야 한다.



2. 화학분야 실험실



용액이 들어 있는 dispenser에 있어 밸브가 보행자의 접촉에 의해 열릴 우려가 있고 내용물이 유출될 경우 바닥 오염이나 미끄러질 위험 등을 일으킬 수 있으므로 보행자의 접촉이 일어날 수 없는 안전한 곳에 저장하거나 하부에 유출물 수거함을 설치하여 사용해야 한다.



모 기관의 화학실험실에서는 evaporator를 사용하고 있었는데 evaporator를 이용하여 용매의 순도를 높이거나 합성물이나 용액의 침전 실험 등을 실시할 경우 가동 중 또는 부주의로 인하여 용매가 누출, 주변에 증기가 채워지게 되고 점화원 등에 의하여 화재가 발생할 수 있으므로 사용중 증기의 누설 시 채류하지 않도록 하는 배기 설비를 설치하는 등의 조치를 해야 한다.



Evaporator에 배기설비를 설치한 사례

3. 생물분야 실험실



모 기관의 생물 분야 실험실의 경우 사진과 같이 clean bench 내에 실험장치를 설치하여 사용하고 있었는데 clean bench의 경우 반드시 전면 방호 유리를 아래로 내려 유해 증기가 외부로 흘러나오지 않도록 하여 사용하는 것이 바람직하다.



모 기관의 생물실험실의 경우 실험실 입구에 진공펌프를 불안정한 받침대 위에 올려놓고 고정하지 않은 채 사용하고 있어서 전도에 의한 재해 위험이 있으므로 받침대를 벽체 또는 지지물에 체결하거나 높이에 비해 밑면이 넓고 안정된 받침대에 펌프를 고정한 후에 사용해야 한다



안전한 연구실험실을 만들기 위한 연구실안전핸드북

07 MSDS 및 GHS

1. MSDS

2. GHS

Laboratory
Safety
Handbook



1

MSDS(물질안전보건자료)

물질안전보건자료

■ 물질안전보건자료

- material safety data sheet, MSDS
- 화학물질의 취급자에게 화학물질의 위험성을 알려서 그로 인한 피해와 사고를 방지하는데 그 목적이 있다
- 1992년 미국에서 제정되어 공포, 전세계적으로 사용

■ MSDS의 구성

- 4가지 category, 총 16개 항목으로 구성
- 화학물질에 대한 정보와 긴급시 알아야 할 사항
- 긴급상황시 대응방법
- 위험한 상황에 대한 예방책
- 기타 중요한 정보

MSDS의 내용

■ 화학물질에 대한 정보와 긴급시 알아야 할 사항

- 1~3항으로 구성
- 1항 : 화학제품과 제조회사 정보
- 2항 : 화학제품 조성과 성분
- 3항 : 위험성 확인

■ 화학제품과 제조회사 정보

- 화학물질명 : 관용명, 상표명, 이명(synonym)
- 분자량 및 화학식
- CAS Number
- 제조회사명과 연락처
- 제품 코드 넘버

■ 화학제품 조성과 성분

- 화학제품의 순도
- 불순물의 명칭과 함량
- 조성에 대한 정보

■ 위험성 확인

- 응급상황에 대한 전체적인 예시 제시
- 화학물질이 초래할 수 있는 긴급상황
- 화학물질이 갖는 일반적인 위험성 제시
- 화학물질에 인체가 노출되었을 때 악영향을 유입경로별로 제시

■ 긴급상황시 대응방법

- 4~6항으로 구성
- 4항 : 응급조치 요령
- 5항 : 화재 및 폭발사고 발생시 대응 방법
- 6항 : 누출사고시 대응방법

■ 응급조치 요령

- 흡입, 피부 접촉, 눈 접촉 및 섭취 등의 인체 내로의 유입 경로별 응급조치 요령 제시
- 응급상황시의 해독제 제시

■ 화재 및 폭발사고 발생시 대응 방법

- 화재 및 폭발위험성 여부
- 인화점 및 발화점 제시
- 폭발범위 제시
- 적응 소화제 종료

■ 누출사고시 대응 방법

- 사고에 의한 물질의 토양, 대기, 수중 누출에 대한 대응 방법
- 누출시 사고 예방을 위한 대처방법 제시
- 관계기관 연락처 제시

■ 위험한 상황에 대한 예방책

- 7~10항으로 구성
- 7항 : 취급 및 저장방법
- 8항 : 노출기준 및 개인보호 관련 정보
- 9항 : 물리, 화학적 특성
- 10항 : 안정성과 반응성

■ 취급 및 저장 방법

- 화학물질의 안전한 취급 및 저장 방법 제시
- 안전한 저장공간 및 용기 제시
- 화학물질의 위험성 표시 확인

■ 노출기준 및 개인보호 관련 정보

- 허용농도 : TLV-ACGIH, PEL-OSHA
- TLV-TWA : 1일 8시간, 주당 40시간 일하는 실험자가 건강에 악영향을 받지 않고 노출
될 수 있는 최대한계
- TLV-STEL : 15분간 최대노출한계
- 노출 방지에 필요한 보호수단
- 적절한 환기 시스템 및 피부, 눈 보호를 위한 보호구 제시

■ 물리, 화학적 특성

- 외형, 상태, 색깔, 냄새, 용해성(solubility)제시
- pH, 비점, 융점, 증기압, 증기밀도, 비중, 증발률 제시

■ 안정성(stability)과 반응성(reactivity)

- 화학물질의 안정성과 반응성 즉, 위험한 반응 및 조건 제시
- 유해한 분해생성물 제시
- 위험한 중합반응 제시
- 혼합 금지 물질 제시
- 피해야 할 주위 환경 조건 제시
(예) 열, 화염 등의 발화원, 혼합 금지 물질 등

■ 기타 중요한 정보

- 11~16항으로 구성
- 11항 : 독성학적 정보
- 12항 : 생태학적 정보
- 13항 : 폐기 처분시 주의사항
- 14항 : 운송에 대한 정보
- 15항 : 각종 법규에 대한 정보
- 16항 : 기타 정보

■ 독성학적 정보

- 독성의 종류 : 발암성, 변이원성, 유전독성, 생식독성, 자극성
- 독성물질의 유입경로 : 흡입, 피부 접촉, 눈 접촉, 섭취
- 표적기관(target organ)에 대한 영향 제시
- 독성실험 data 제시
- LC50 : median lethal concentration, 반수치사농도
- LD50 : median lethal dose, 반수치사량
- 한번 투여시 실험동물의 50%가 24시간 내에 죽게 되는 독성물질의 양 및 농도
- 실험동물의 체중당 물질의 양으로 표시

■ 생태학적 정보

- 환경영향 지수 및 생체축적 지수 제시
- 토양 및 물에 누출시 분해성 제시
(예) 반감기(half life)
- 환경적 독성 제시

■ 폐기 처분시 주의사항

- 폐기시 법정 준수사항 제시

■ 운송에 대한 정보

- 육상, 해상, 항공 수송시의 저촉되는 각종 규정 제시
- 운송시의 화학물질의 포장 등급 제시

■ 각종 법규에 대한 정보

- 세계 각국의 안전 관리 법규에 대한 정보

■ 기타사항

- NFPA 화학물질의 위험성 등급 제시
- 제품 용도 및 제품 라벨에 관한 정보 제시

물질안전보건자료

MSDS 자료의 예

METHYL ALCOHOL

1. Product Identification

Synonyms : Wood alcohol; methanol; carbinol

CAS No : 67-56-1

Molecular Weight : 32.04

Chemical Formula : CH₃OH

Product Codes : J.T. Baker : 5370, 5595, 5794, 5811, 5842, 5869

물질안전보건자료의 경우 한국산업안전보건공단의 홈페이지에서 검색하는 경우가 많은데 검색시 유의할 사항은 반드시 물질명, 제조회사, CAS No가 일치하는지 확인해야 한다

2. Composition / Information on Ingredients

Ingredient	CAS No.	Percent	Hazardous
MethylAlcohol	67-56-1	100	Yes

3. Hazards Identification

Emergency Overview

POISON! DANGER! VAPOR HARMFUL. MAY BE FATAL OF CAUSE BLINDNESS IF SWALLOWED. HARMFUL IF INHALED OF ABSORBED THROUGH SKIN. CANNOT BE MADE NONPOISONOUS. FLAMMABLE LIQUID AND VAPOR. CAUSES IRRITATION TO SKIN, EYES AND RESPIRATORY TRACT. AFFECTS CENTRAL NERVOUS SYSTEM AND LIVER.

2번째 항목에는 메틸 알코올의 조성에 대한 정보를 제시하고 있으며, 3번째 항목에서는 메틸 알코올의 일반적인 위험성에 대한 내용을 제시하고 있다. 예를 들면 삼켰을 경우 실명(blindness)을 유발할 수 있다.

4. First Aid Measures

Inhalation :

Remove to fresh air. If not breathing, give artificial respiration. If breathing is difficult, give oxygen. Get medical attention immediately.

Ingestion :

Induce vomiting immediately as directed by medical personnel. Never give anything by mouth to an unconscious person. Get medical attention immediately.

5. Fire Fighting Measures

Fire :

Flash point : 12C (54F) CC

Autoignition temperature : 464C(867F)

Flammable limits in air % by volume:

lcl:6.0; ucl:36

Flammable Liquid and Vapor!

4번째 항목에서는 응급처치에 대한 내용을 제시하고 있다. 흡입이나 섭취하였을 때의 응급처치 내용을 제시하고 있다. 5번째 항목에서는 중요한 2가지 data를 제시하고 있는데 그중 하나는 물질의 화재위험성을 나타내는 인화점(Flash point)이다.

메틸 알콜의 경우 인화점은 12℃로 상온보다 낮은 인화점을 갖기 때문에 화재 위험성은 높다고 할 수 있다. 또 하나의 data는 연소한계(flammable limit)이다. 메틸 알콜의 경우 하한계(lower limit)가 6.0%, 상한계가 36.0%이다. 일반적으로 하한계가 낮을수록 상한계와 하한계의 차이가 클수록 상대적으로 위험한 물질이라고 말할 수 있다.

Explosion:

Above flash point, vapor-air mixtures are explosive within flammable limits noted above. Moderate explosion hazard and dangerous fire hazard when exposed to heat, sparks or flames. Sensitive to static discharge.

6. Accidental Release Measures

Ventilate area of leak or spill. Remove all sources of ignition. Wear appropriate personal protective equipment as specified in Section 8. Isolate hazard area. Keep unnecessary and unprotected personnel from entering. Contain and recover liquid when possible. Use non-sparking tools and equipment. Collect liquid in an appropriate container or absorb with an inert material.

7. Handling and Storage

Protect against physical damage. Store in a cool, dry well-ventilated location, away from any area where the fire hazard may be acute. Outside or detached storage is preferred. Separate from incompatibles. Containers should be bonded and grounded for transfers to avoid static sparks. Storage and use areas should be No Smoking areas. Use nonsparking type tools and equipment, including explosion proof ventilation.

6번째 항목에서는 누출에 대한 대책을 제시하고 있고, 7번째 항목에서는 저장 및 취급에 대한 내용을 제시하고 있다.

8. Exposure Controls/Personal Protection

Airborne Exposure Limits :

- OSHA Permissible Exposure Limit(PEL) : 200ppm(TWA)
- ACGIH Threshold Limit Value(TLV) : 200ppm(TWA), 250ppm(STEL) skin

9. Physical and Chemical Properties

Apperance : Clear, colorless liquid.

Odor : Characteristic odor.

Solubility : Miscible in water.

Specific Gravity : 0.8

pH : No information found.

% Volatiles by volume @ 21C(70F) : 100

Boiling Point : 64.5C(147F)

Melting Point : -98C(-144F)

Vapor Density (Air=1) : 1:1

Vapor Pressure(mmHg) : 97 @ 20C(68F)

Evaporation Rate(BuAc=1) : 5.9

8번째 항목에서는 메틸 알코올의 허용농도를 제시하고 있으며, 9번째 항목에서는 물리 화학적 특성에 대한 정보를 제시하고 있다.

10. Stability and Reactivity

Stability :

Stable under ordinary conditions of use and storage.

Hazardous Decomposition Products:

May form carbon dioxide, carboun monoxide, nad formaldehyde when heated to decomposition.

Incompatibilities:

Strong oxidizing agents such as nitrates, perchlorates of sulfuric acid. May react whih metallic aluminum and generate hydrogen gas.

11. Toxicological Information

Oral rat LD50 : 5628mg/kg;Inhalation rat LC50 : 64,000ppm/4H;skin rabbit LD50 : 15,800mg/kg

12. Ecological Information

Environmental Fate :

When released into the soil, this material is expected to readily biodegrade. When released into the water, this material is expected to have a half-life between 1 and 10 days.

10번째 항목에서는 메틸 알콜의 안정성과 반응성에 대한 내용을 제시하고 있는데 이 항목에서 중요한 내용은 메틸 알콜과 혼합해서는 안되는 물질(incompatibilities)의 예를 제시하고 있다는 것이다. 메틸 알콜과 혼합해서는 안되는 물질의 예는 질산염, 과염소산염, 황산 등과 같은 산화제와 알루미늄과 반응하여 수소기체를 발생시킬 수 있다는 것을 나타내고 있다.

11번째 항목에서는 독성 정보를 제시하고 있다. 실험동물이 쥐일 경우에 LD50과 LC50을 제시하고 있다.

12번째 항목에서는 생태학적인 정보를 나타내고 있다.

13. Disposal Considerations

Dispose of container and unused contents in accordance with federal, state and local requirements.

14. Transport Information

Domestic(Land, D.O.T.)

Proper Shipping Name : METHANOL

Hazard Class : 3

UN/NA : UN1230

Packing Group : II

Information reported for product/size : 358LB

International(Water, I.M.O.)

Proper Shipping Name : METHANOL

Hazard Class : 3, 6.1

UN/NA : UN1230

Packing Group : II

Information reported for product/size : 358LB

13번째 항목에서는 폐기 처분시 유의할 사항에 대해 제시하고 있다.

14번째 항목에서는 메틸 알콜을 운송할 경우 위험 등급과 포장 등급에 대한 내용을 제시하고 있다.

15. Regulatory Information

WARNING :

THIS PRODUCT CONTAINS A CHEMICAL(S) KNOWN TO THE STATE OF CALIFORNIA TO CAUSE CANCER.

16. Other Information

NFPA Ratings : Health : 1 Flammability : 3 Reactivity : 0

Label Hazard Warning:

DANGER! EXTREMELY FLAMMABLE LIQUID AND VAPOR. VAPOR MAY CAUSE FLASH FIRE. HARMFUL OF FATAL IF SWALLOWED. HARMFUL IF INHALED.

CAUSES IRRITATION TO SKIN, EYES AND RESPIRATORY TRACT. AFFECTS THE CENTRAL AND PERIPHERAL NERVOUS SYSTEMS.

15번째 항목에서는 법적인 규제에 관한 정보를 제시하고 있다. 본 자료에서는 메틸 알콜의 경우 암 유발 물질이라고 제시하고 있다.

16번째 항목에서는 기타 정보들을 제시하고 있는데 이 중에서 NFPA 등급이 중요하다. 메틸 알콜의 경우 건강 1등급, 화재 3등급, 반응 0등급으로서 상대적으로 화재위험성이 높은 물질이라는 것을 제시하고 있다.

2 GHS

GHS(Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals)는 화학물질의 분류 및 표지에 관한 세계 조화 시스템으로써 통일된 분류기준에 따라 화학물질의 유해·위험성을 분류하고, 통일된 형태의 경고표지 및 MSDS로 정보를 전달하는 방법이다. 이 GHS는 근로자, 소비자, 연구활동종사자, 운송 근로자 및 긴급 방재요원 등에 필요한 정보를 제공해 주는 유용한 제도이다.

현재 3,000만 여종의 화학물질이 지구상에 존재한다고 알려져 있는데 이 중 상업적으로 사용되는 물질의 수는 대략 10만 여종이라고 추정된다. 또한 국내에서 상업적으로 유통된 적이 있는 화학물질은 약 4만 여종이며, 매년 500 여종의 화학물질이 새롭게 도입되고 있는 실정이다. 이렇듯 다수의 화학물질을 사용함에도 불구하고 국가별 서로 다른 분류기준과 정보 전달 체계를 구성함으로써 화학물질 취급자를 대상으로 하는 교육의 부담과 혼동된 정보 전달 우려 때문에 통일화 된 제도의 필요성이 대두되었다.

GHS는 우리나라의 경우 단일물질은 2010년 7월 1일, 혼합물질은 2013년 7월 1일부터 전면 시행되는데 기존 제도와 달라지는 것은 화학물질의 분류 기준과 경고표지, 물질안전 보건자료 등이다

구 분	기 존	GHS
그림문자		
기 타	물질명, 유해·위험에 따른 조치 사항	물질명, 신호어, 유해위험문구, 안전문구, 응급조치내용, 공급자 정보 등

그림에서도 알 수 있듯이 과거 산업안전보건법 제41조에 의거한 경고표지는 7종으로서 이 경고표지를 이용하여 각각의 화학물질을 분류하였지만 GHS에서는 총 9종의 경고표지를 사용하게 된다. 또한 이들 경고표지의 조합으로도 화학물질의 위험성을 나타낼 수 있다. 경고표지를 세부적으로 살펴 보면 다음과 같다.

구 분	그림문자	해당물질	특 징
불꽃		• 인화성 물질 • 자기반응성 물질 • 물반응성 물질	• 화재위험이 있음. • 열, 스파크, 불꽃, 마찰에 노출되면 화재를 일으킬 수 있음
원위의 불꽃		• 산화성 물질	• 화재 및 폭발 위험이 있음 • 접촉하면 피부와 눈에 화상을 입힌다.
폭탄의 폭발		• 폭발성 물질 • 화약류 • 유기과산화물	• 대폭발 위험이 있음 • 화재 또는 분출 위험이 있음
부식성		• 금속부식성 물질 • 피부부식성 물질	• 접촉하면 눈과 피부에 심각한 염증을 유발한다. • 오랜 접촉은 심각한 조직손상을 가져 온다.
가스실린더		• 고압가스	• 폭발위험 • 용기가 쓰러지면 폭발할 수 있음 • 용기가 가열되면 폭발할 수 있음
해골과 X자형 뼈		• 급성독성	• 잠재적인 치명적인 성분 • 먹거나 흡입하면 몸에 심각한 치명적인 손상을 입을 수 있음
감탄부호		• 피부과민성 물질 • 특정표적장기전신 독성 물질 • 급성독성물질	• 피부와 접촉하면 유해할 수 있음 • 흡입하면 유해할 수 있음
환경		• 급성 수생환경 유해성 물질 • 만성 수생환경 유해성 물질	• 수생생물에 매우 유독함 • 장기적 영향에 의해 수생생물에게 유독함
건강유해성		• 호흡기 과민성 물질 • 생식세포 변이원성 물질 • 특정표적장기전신 독성 물질	• 암을 일으킬 수 있음 • 호흡기계에 자극을 일으킬 수 있음 • 특정표적장기에 손상을 일으킴

기존 MSDS	GHS MSDS
1. 화학제품과 회사에 관한 정보	1. 화학제품과 회사에 관한 정보(UN PSN등)
2. 구성성분의 명칭 및 함유량	2. 유해 · 위험성 정보
3. 위험 · 유해성 정보	3. 구성성분의 명칭 및 함유량
4. 응급조치 요령	4. 응급조치 요령
5. 폭발 · 화재시 대처방법	5. 폭발 · 화재시 대처방법
6. 누출사고시 대처방법	6. 누출사고시 대처방법
7. 취급 및 저장방법	7. 취급 및 저장방법
8. 노출방지 및 개인보호구	8. 노출방지 및 개인보호구
9. 물리화학적 특성	9. 물리화학적 특성
10. 안정성 및 반응성	10. 안정성 및 반응성
11. 독성에 관한 정보	11. 독성에 관한 정보
12. 환경에 미치는 영향	12. 환경에 미치는 영향
13. 폐기시 주의사항	13. 폐기시 주의사항
14. 운송에 필요한 정보	14. 운송에 필요한 정보 (해양오염자료의 유무)
15. 법적 규제사항	15. 법적 규제사항
16. 기타 참고사항	16. 기타 참고사항 (문헌자료와 자료출처)

또한 GHS에서 달라지는 것 중 물질안전보건자료를 들 수 있는데 표에 나타난 것과 같이 총 항목 수는 동일하지만 몇몇 항목에 대한 변경이 이루어졌다.



안전한 연구실험실을 만들기 위한 연구실안전핸드북

08 연구실 안전관리비

1. 연구실 안전관리비의 효율적 사용

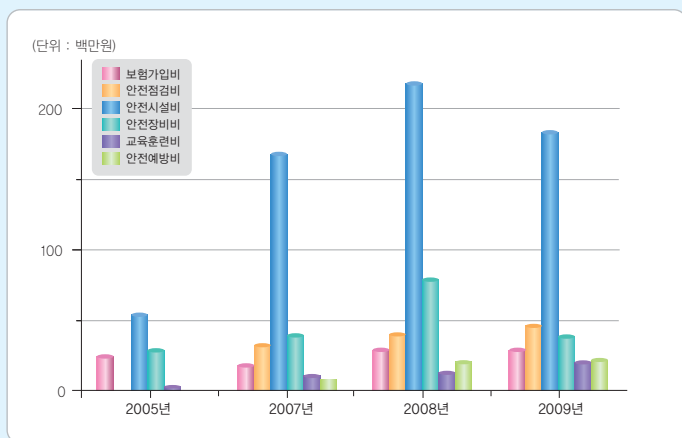
Laboratory
Safety
Handbook



1

연구실 안전관리비의 효율적 사용

본 매뉴얼에서는 연구실 안전환경관리자가 안전관리비를 어떻게 하면 효율적으로 사용할 수 있을까 하는 의문점에 해답을 제시하고자 00 정부출연 연구기관의 안전관리비의 예산 사용내역에 대한 자료를 협조 받아 제시하고자 한다



현재 연구실 안전법에서는 연구과제 인건비의 2% 범위 내에서 안전관리비를 계상하도록 규정되어 있는데 사실 턱 없이 부족한 실정이다.

도표에서도 알 수 있듯이 이 연구소에서는 보험가입비, 안전점검비, 안전시설비, 안전장비비, 교육훈련비, 안전예방비 등으로 구분하여 예산을 사용하고 있었는데, 이 비용들 중에서 보험 가입비, 안전점검비, 교육훈련비는 법적 의무사항으로서 매년 고정적으로 지출되는 비용이라고 할 수 있다

추세를 살펴보면 이 비용들은 해를 거듭할수록 비용의 증가가 두드러지고 있는데 이는 기관의 신규 인원 및 시설물의 증가에 따라 이와 같은 경향을 나타낸 것으로 사료된다. 반면에 안전시설비 및 안전장비비는 2008년 이후 감소하는 추세인데 이 비용은 주로 사고 예방을 위하여 안전시설 설치 및 각종 안전장비 등을 구입하는데 사용되었는데 이는 법적 의무사항이 아니기 때문에 이 비용의 예산 지출 정도가 기관의 연구실 안전에 대한 관심도를 나타내는 부분이라고 할 수 있다. 이 기관에서는 이러한 추세를 나타낸 이유로서 연구실 안전관리비 확보액이 감소함에 따라 법적 의무비용 항목에 우선적으로 지출했기 때문이라고 분석하고 있다.

참고로 이 기관에서 사용한 연구실 안전관리비의 주요 사용 내역을 표에 제시하였다.

집행 항목	총액 대비 비율	주요 집행 내역
보험가입비	7.5%	• 상해보험 가입
안전점검비	15.4%	• 연구실 정밀안전진단
안전시설설치비	31.8%	• 옥외가스저장시설 설치 • 밀폐형 환기식 시약장 구입 • 안전표지 제작
안전장비 구입비	24.2%	• 안전장비 및 보호구, 안전측정장비 구입 • 소방장비 구입
안전교육비	10.6%	• 안전관련 교육 및 훈련 • 교육 교재 제작 및 구입
안전예방비	10.5%	• 위험물질 취급 연구활동종사자의 특수건강검진비 • 폐시약 처리 • 비상연락망 제작



안전한 연구실험실을 만들기 위한 연구실안전핸드북

09 안전관리자의 역할과 임무

1. 연구실 안전관리자의 역할과 임무

Laboratory
Safety
Handbook



1

연구실 안전관리자의 역할과 임무

본 매뉴얼에서는 연구실 안전환경관리자의 역할과 임무를 산업안전보건법에서 제시하고 있는 관리감독자와 안전관리자의 업무 내용을 예로 들어 제시하고자 한다.

■ 관리감독자의 주요 업무 내용

- 사업장 내 관리감독자가 지휘·감독하는 작업과 관련되는 기계·기구 또는 설비의 안전·보건 점검 및 이상 유무의 확인
- 관리감독자에게 소속된 근로자의 작업복, 보호구 및 방호장치의 점검과 그 착용·사용에 관한 교육 및 지도
- 당해 작업의 작업장의 정리정돈 및 통로 확보의 확인 및 감독
- 당해 사업장의 산업보건에 안전관리자 및 보건관리자의 지도·조언에 대한 협조

산업안전보건법에서 제시하고 있는 관리감독자의 주요 업무 내용을 살펴볼 때 관리감독자의 경우 연구실의 연구책임자와 같은 역할이라고 볼 수 있다. 따라서 연구책임자는 위에서 제시한 업무를 수행해야 한다고 볼 수 있다.

■ 안전관리자의 주요 업무 내용

- 안전교육계획의 수립 및 실시
- 사업장 순회점검, 지도 및 조치의 건의
- 산업재해 발생의 원인 조사 및 재발방지를 위한 기술적 지도, 조언
- 안전에 관한 사항을 위반한 근로자에 대한 조치의 건의

산업안전보건법에서 제시하고 있는 안전관리자의 주요 업무 내용을 살펴볼 때 연구실 안전관리자의 업무 내용과 일맥 상통하다고 할 수 있다. 따라서 위에서 제시한 관리감독자와 안전관리자의 업무 내용을 검토할 때 연구책임자와 안전관리자의 관계는 상호보완적인 관계를 유지해야 한다고 볼 수 있다.

연구책임자는 연구과제를 수행하는데 있어서 일반적으로 그에 따른 책임과 권한을 갖고 있고 안전관리자는 연구책임자가 우수한 연구성과를 달성하기 위하여 안전한 연구실험 환경을 조성하는데 안전과 관련된 정보 및 기술적 지원을 해 주는 역할을 담당해야 한다. 그러나 대다수의 연구책임자는 연구 성과 도출만을 목적으로 하기 때문에 안전관리자의 조언을 무시한 채 연구과제를 수행하고 있는 실정이다.

또한 안전관리자 중 일부는 안전관리자의 본연의 임무인 기술적 조언은 배제한 채 연구실험실의 유해·위험요인에 대하여 연구책임자의 무조건적인 시정을 요구하고 있다.

이러한 관계는 사고 예방을 위하여 전혀 도움이 되지 않으며, 상호보완적인 관계를 유지해야 연구실험실의 안전을 확보할 수 있다.



안전한 연구실험실을 만들기 위한 연구실안전핸드북

10 분야별 실험실 안전수칙

1. 분야별 실험실 안전수칙

Laboratory
Safety
Handbook

1

분야별 실험실 안전수칙

본 매뉴얼에서는 연구실 안전관리자 및 연구활동종사자가 실험실 안전수칙을 제작하는데 도움을 주고자 각 분야별 실험실 안전수칙을 예로서 제시하였다. 이 안전수칙을 참고하여 각 기관의 특성을 일부 반영한다면 양호한 실험실 안전수칙을 제작할 수 있을 것으로 사료된다.

1. 화공분야 실험실

- 유해화학물질이 눈에 들어갔을 경우에 신속히 물로 세척한다.
- 실험 중 배기후드의 문은 열린 상태가 1/3을 넘지 않도록 유지한다.
- 물질안전보건자료(MSDS)의 내용을 항상 숙지한다.
- 모든 시약의 용기에는 표식을 전면부에 부착한다.
- 시약은 특성별로 시약장에 보관하고, 시약용기는 사용 후 항상 원래의 보관 장소에 보관한다.
- 발열반응 화학 실험은 특히 주의를 기울여 실험에 임한다.
- 연구실험실과 저장소 사이에 시약을 이동할 경우 안전한 운반 장비를 사용한다.
- 유기/무기 물질은 시약장에 분류 보관하고 증기를 흡입할 수 있는 덕트시설이 연결되어야 한다.
- 인화성 물질의 취급 장소에는 반드시 소화기를 비치하여야 한다.
- 산화제는 가연성 물질과 반드시 격리하여 보관한다.
- 산화제는 건조한 가루 상태에서의 마찰 또는 충격을 금지한다.

2. 기계/전기분야 실험실

- 공작기계 측정기기 등을 사용할 때에는 반드시 정해진 규격의 공구를 사용하여야 한다.
- 장갑은 거친 작업물을 다룰 때 착용하고, 기계 운전시에는 절대로 착용을 금해야 한다.
- 기계가 운전 중일 때에는 반드시 자리의 이석을 금지해야 한다
- 기계를 점검, 수리할 때에는 반드시 기계를 정지시킨 상태에서 수행하여야 한다.
- 기계장치는 실험 전 사용 지침서를 충분히 인지한 후에 운전하여야 한다.
- 실험 중에는 작업복을 착용해야 하고 안전화를 신도록 하며, 슬리퍼나 샌들은 착용을 금한다
- 실험 중에 통행자에 의해 접촉될 가능성이 있는 위험설비 부위는 보호 덮개를 설치한다
- 작업 완료 후 실험 기계장치는 항상 청결하게 유지관리 되어야 한다.
- 작업 중 공작물이 이탈하는 사례가 없도록 공작기계에 단단히 물려야 한다.
- 긴 공작물 작업은 지지대를 사용하고, 타인의 접근을 금하여 안전성을 확보해야 한다.
- 회전 물체의 방향 쪽에서는 작업을 금해야 한다.
- 극저온 시험 중 액체 또는 냉각가스의 극저온 화상에 유의해야 한다.

3. 생물분야 실험실

- 연구책임자는 모든 실험자에게 생물안전에 필요한 사항을 정기적으로 교육하고 관리하여야 한다.
- 연구활동종사자는 연구실의 출입과 실험을 실시하기 전에 필요한 생물안전 작업 요령 및 사고 발생 시 응급조치 등에 관한 사항을 사전에 충분히 숙지하여야 하며, 해당 자료를 연구실에 비치하도록 한다.
- 생물안전 등급별(1~4등급) 설치 및 운영기준을 준수해야 하며 3등급 이상의 시설은 기준에 따른 종합적인 검증을 실시한 후 사용해야 한다
- 병원성 미생물을 취급하고 보존하는 장소에는 “생물재해(Biohazard)” 표지를 붙이도록 한다.
- 연구실의 출입문은 닫아 두며, 허가 받지 않은 사람이 임의로 연구실에 출입하지 않도록 한다.
- 실험 종료 후 실험대를 소독하여야 하며, 실험 중 오염이 발생한 경우에는 즉시 소독한다.
- 오염 폐기물은 별도의 안전한 장소 또는 용기에 보관하여야 하며, 실험폐기물 처리에 대한 규정을 마련한다.
- 유독성 화학물을 취급할 경우에는 반드시 후드 안에서 취급하도록 한다.
- 실험구역에서는 음식섭취, 식품 보존, 흡연, 화장 행위를 금한다.

4. 전기/전자분야 실험실

- 모든 전기전자 기기는 사용을 중지 시 전원을 차단하여야 한다
- 모든 전기전자 기기는 정격전류에 알맞은 전선과 해당 전선을 보호하는 차단기를 사용해야 한다.
- 전원 배선을 연결할 때에는 전기관련 기술자의 입화 하에 연결하도록 한다.
- 실험실 내에 별도의 실험설비를 설치하고자 할 때에는 반드시 전기관련 기술자의 도움을 받도록 한다.
- 배선의 연결부위는 반드시 절연테이프 이상의 절연내력을 갖는 절연물로 피복해야 한다.
- 실외에서 장시간 사용하는 장치의 전기배선은 반드시 방수기구를 사용해야 한다.
- 모든 금속제 외함을 갖는 실험장비는 누전차단기를 시설하고, 검전기를 사용하여 접지 상태를 확인한다.
- 젖은 손으로 스위치를 조작하거나 전기가 통하는 부위의 접촉을 금한다.
- 활선 회로를 조작할 경우에는 건조한 장갑을 반드시 착용해야 한다
- 고압 이상의 회로를 다룰 경우에는 절연장갑을 반드시 착용해야 한다.
- 전기회로에 이상이 발견될 경우에는 즉시 전원을 차단하고 해당 기관의 전기안전관리자 또는 담당자에게 즉시 통보하여 문제점을 해결해야 한다.

2011

안전한 연구실험실을 만들기 위한

연구실안전핸드북

| 발 행 일 | 2011년 11월

| 발 행 처 | 교육과학기술부, 한국연구재단, 한국엔지니어링협회

| 전 화 | 02) 3019-3386

| 편 집 | 해천대학교 송영호 교수

| 디자인 · 인쇄 | (주)문영사 T. 02)504-2275

* 이 책을 무단 전재 또는 복제 행위를 금합니다.