Check-list 기법을 이용한 실험실 위험성 평가

이대희, 유진환, 고재욱
광운대학교 화학공학과 공정시스템 연구실

A Hazard Evaluation in Laboratory by using Check-list Technique

Dae Hee Lee and Jin Hwan Yoo and Jae Wook Ko

Process System Laboratory, Department of Chemical Engineering, Kwangwoon University, Seoul 139-701, Korea

1. 서 론

산업발전과 신제품 개발에 따른 연구업무의 중요성이 증가함에 따라 실험실의 수행업무도 복잡·다양해져 새로운 형태의 잠재위험 요소가 증가되고 있다. 최근 일어나고 있는 실험실 사고사례를 보면, 우리사회의 안전 불감증이 재확인되고 있고, 뿐만 아니라 교육의 현장에서 조차 안전관리 교육이 제대로 이루어지지 않고 있음이 드러나고 있다. 대학의 제반 실험실에 대한 안전관리는 대형사고를 손놓고 기다리는 것이라 해도 과언이 아니다. 대부분의 대학이 실제로 사고가 나도 공론화하여 시정하기보다는 덮고 넘기는 것이 관행이 되다보니 대학이 안전관리 측면에서 사각지대에 있음을 보여주는 것이다. 본 연구에서는 유독성이나 폭발의 위험이 있음에도 안전교육이나 안전도구의 태부족으로 위험에 노출되어 있는 인명과 재산손실을 줄이기 위해서 실험실 안전관리 Checklist를 제공하기 위한 실험실 안전 평가 항목과 내용을 고찰하여 실험실 안전관리 Checklist를 개발하였다.
실험실 안전관리 Checklist를 이용하여 ○대학을 대상으로 사례연구를 수행하였으며, 이를 통해 대학 실험실에 꼭 필요한 항목을 찾아냄으로서 관리함에 있어 번거로움을 최대한으로 줄이려 노력하였다. 이러한 Checklist를 통하여 관리자 학생으로 하여금 안전의식 수준을 향상 시키고, 실험실 사고 예방에 기여하고자 한다.

2. 실험실 위험성 평가

위험성평가 방법은 어떠한 위험요소가 존재하는지를 찾아내는 정성적 평가

방법과 그러한 위험 요소를 확률적으로 분석 평가하는 정량적 평가방법으로 구분하는데 본 연구는 정성적 평가 중에 하나인 Checklist를 Table 1의 사고 사례 와 What if 기법을 이용하여 개발하는 것을 목적으로 한다.

Table 1. 국내 사고사례

사고일	장소	사고원인	피해현황	사고유형
1999년 9월	S대 플라즈마 실험실	위험성 인지부족으로 인한 금속, 유기물의 폭발	사망 3명	위험물 발화/폭발
2000년 3월	W대 무기화학실험실	화학물질 혼합으로 인한 폭발	인명피해 없음 재산피해 500만원	위험물 발화/폭발
2003년 5월	K대 풍동실험실	혼합가스의 이상반응으로 인한 고압용기 폭발	사망1명 중상1명	고압용기 폭발
2003년 12월	K대 약제실험실	유기산과 금속 혼합물에서 생성된 발열작용으로 인한 압력용기 폭발	중경상3명	고압용기 폭발
2005년 7월	k대 식품분석 실험실	실험기기 잘못사용	경상 5명	기기 폭발

2.1 실험실 주요 잠재 위험

본 연구자와 조교가 함께 그동안 학교에서 실험을 진행하면서 경험했던 사고를 토대로 토론과 학생들을 대상으로 인터뷰를 통해 잠재위험을 찾아본 결과 다음과 같은 위험을 확인 할 수 있었다.

- 실험자 부주의에 따른 사고발생 위험.
- 안전관리 미흡에 따른 위험.
- 폭발성 가스 및 화학약품 취급에 따른 위험.
- 반응기 등 고압 설비 사용에 따른 위험.

2.2 Checklist 기법

Checklist는 사업장의 잠재위험을 확인하는데 사용되며, 기준 등에 따른 절차를 준수하는지의 여부를 확인한다. Checklist는 기본 물질의 성상과 프로세스의 특징에 관한 Checklist로 시작하여 상세 설계에 대한 Checklist로 이어

지고 조업에 대한 감사의 Checklist로 종료하는 프로젝트의 각 단계를 통하여 행한다

그리고 프로젝트 작성자의 경험에 기초하여 제한 받으므로 잠재위험 평가 절차로부터 얻어지는 정성적 결과 등은 시스템 혹은 공장의 지식을 포함한 특별한 상황에 따라 변한다. 그리고 이것들은 기준절차에 잘 부합되는지에 대하여 "Yes" 또는 "No"를 이용하여 결정하는 방법이다. 그러나 Checklist 표상에 누락된 항목에 대하여는 점검될 수 없고 위험이 잘 알려져 있지 않은 것을 찾아내는 데는 부적합하며 경험에의 의존성이 극히 크다.

2.3 'What if'기법

What-if 분석은 HAZOP이나 FMEA처럼 정확하게 구조화 되어 있지는 않고 공정이나 운전방법등 문제점에 대하여 여러 가지 위험을 가정한 질문으로 난상토론을 통하여 검토해 가는 위험 확인 기법이다. 잠재적 위험이 사고로 전이 되면 결과는 어느 정도 일까?, 그리고 이 문제를 어떻게 해결할 것인가를 결정한다.

3. Checklist 개발

실험실의 안전관리 및 적용을 위해 실험실 안전관리 Checklist의 항목과 주요내용을 Table 2에 나타내었다.

Table 2. 실험실 안전관리 Checklist

점 검 목 록	양호함	부족함	지적 및 개선사항
일 반 사 항			
1. 실험실의 출입구는 2개 이상인가?			
2. 출입구는 확실한 표지가 부착되어 있고 출입에 장해물은 없는가?			
3. 통로와 바닥은 미끄러지지 아니하는 구조로 되어 있는가?			
4. 실험에 필요한 작업공간은 충분히 확보되어 있는가?			
5. 선반은 지진 등에도 흔들리지 않도록 고정되어 있는가?			
6. 실험실 내부의 정리정돈 및 청소상태는 양호한가?			

7. 필요한 장소에 소화기, 보호구, 구급약품 등이 비치되어 있는가?			
8. 물, 스팀, 공기 등 실험에 필요한 utility 공급시설은 양호한가?			
9. 모든 실험 종사자들은 화학물질의 유출시 이를 인지할 수 있는 방법을 알고 있는가?			
10. 모든 실험종사자들은 정기적으로 표준 실험방법, 실험규칙 및 안전수칙에 대한 교육훈련을 받고 있으며 그 결과는 기록 유지되고 있는가?			
11. 실험실 내에서는 금연이 실시되고, 음식 및 음료의 반입 및 섭취가 금지되고 있는가?			
화학약품 취급 / 관리			
1. 실험실내에 유해화학물질의 취급 보관을 알리는 포스터가 부착되어 있는가?			
2. 모든 약품용기에 물질명, 조성, 유해성, 응급조치 등을 기술한 라벨이 부착되어 있는가?			
3. 서로 접촉되었을때 화재 폭발의 원인이 될 수 있는 물질은 별도로 분리 보관하고 있는가?			
4. 금수성 및 자연발화성 위험물질의 보관 및 관리상태는 양호한가?			
5. 점화원은 가연성 물질로부터 분리하여 보관하고 있는가?			
6. 화공약품은 위험성 분류에 따라 종류별로 보관하고 있는가?			
7. 유해한 물질을 사용하는 실험은 후드내에서 수행하고 있는가?			

8. 가연성물질을 취급하는 진공장치 또는 건조오븐에서 발생되는 가스는 후드나 배출구로 방출되는가?			
9. 후드 설비는 1년마다 검사하고 있는가?			
응 급 수 칙			
1. 소화기가 화재의 종류에 따라 준비되어 있는가?			
2. 화재경보기가 설치되어 있고 설치 장소를 알고 있는가?			
3. 구급용품은 준비되어 있는가?			
보 호 구			
1. 보안경과 보안면은 준비되어 있는가?			
2. 보안장갑은 준비되어 있는가?			
3. 적절한 마스크가 준비되어 있는가?			
4. 보호구는 잘 정비되어 보관되고 있으며 주기적으로 점검하고 있는가?			
폐 기 물 관 리			
1. 폐기물의 수집용기는 운반 및 용량 측정이 용이한 용기를 사용하고 있는가?			
2. 수집용기 외부에는 실험실, 품명, 특성 및 주의사항 등을 기록한 "특정폐기물"스티커를 부착하고 있는가?			
3. 시약공병은 깨지지 않도록 기존 BOX에 넣어 폐기물 보관장소에 보관하고 있는가?			
4. 수집·보관된 폐기물에서 유출 및 악취의 발생을 방지하기 위한 조치를 취하고 있는가?			

3.1 Checklist 항목 연구

국내의 실험실 사고사례에서 사고 원인, 피해현황, 사고유형을 조사하고 'What if' 기법을 이용하여 알맞은 체크리스트 항목을 마련하였다. 체크리스트는 일반사항, 화학약품 취급 / 관리, 응급수칙, 개인 보호구, 폐기물관리 5개 분야 31개 항목으로 구분하여 대학 실험실에 적용이 용이 하게 하였다.

4. 사례연구

4.1 개요

본 연구에서는 실험실 안전관리 Checklist 적용을 위해 ○대학을 선정하였으며, 앞에서 언급한 Checklist를 이용하여 사례연구를 수행하였다.

본 Checklist는 실험과 가장 연관성이 많은 실험 조교들과 학생들을 대상으로 하여 실시하였으며, 실험실은 화공 실험실 2개를 선정하여 전문가가 직접 실험실을 방문하여 조교들과 함께 동일한 Checklist를 가지고 2개의 실험실에 대하여 조사하였다. 5개의 분야에 대하여 총 31개 항목으로 실험실의 위험성 평가 보다는 실험하는 학생들의 안전에 초점을 맞추어 학기에 한번씩 실험실습 전에 조교들이 빠른 시간에 체크 할 수 있도록 하였다.

학교 내의 실험실은 공동 실험실로서 언제든지 실험실내 위험요소들의 변동사항이 있을 수 있기 때문에 체크리스트의 활용을 최대로 하여 학생들의 안전에 만전을 기하고자 한다.

4.2 적용

본 연구에서 개발한 Checklist를 가지고 학기 시작 전에 본 학교 실험실에 적용하였다. Checklist와 함께 실험실 기록 일지를 참고하여 적용한 결과를 Table 3에 정리 하였다. 적용결과 실험실의 안전수준이 아주 미흡하였다. 특히 화학약품 취급/관리 부분이 미흡한 상태이므로 안전 전문가의 자문과 함께 개선이 필요한 단계인 것으로 나타났다.

Table 3. ○대의 실험실 Checklist 평가 결과

분 야	총항목수	양호	부족
일반사항	11	7	4
화학약품 취급 / 관리	9	5	4
응급수칙	3	1	2
보호구	4	3	1
폐기물 관리	4	2	2

5. 결론

실험실의 안전수준을 향상시키기 위해 실험실의 위험성을 실험실 사고사례와 실험조교들과의 인터뷰를 통해서 고찰하였고 이를 통해 What if 의 개념을 이용하여 Checklist를 개발하였다. 실험실 안전수준의 평가와 적용을 위해 K대학을 대상으로 사례연구를 하였고, 실험실 기록일지를 토대로 하여 조교들과 함께 직접 수행함으로써 적용에 있어 형식적이 아닌 실질적인 적용에 초점을 맞추었다. 이를 통해 실험실의 안전실태가 어떠한지 제시 할 수 있었고, 또한 자율적으로 실험실의 안전수준을 확보할 수 있는 방법으로 Checklist를 제공하였다. 본 연구를 통해서 개발한 실험실 Checklist를 활용하여 실험실을 보유한 각 대학이 자율적인 실험실 안전실태를 확인하여 문제점을 개선함으로써 안전수준을 향상시키고자 노력할 때 실험실 사고 예방에 기여할 것으로 사료된다. 또한 실험실은 공동의 사용공간으로 위험성은 항상 변화가 많은 곳이므로 앞에서 제시한 학기에 한번이 아닌 월별로 활용한다면 보다 나은 실험실의 안전성을 확보할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. 이근원 · 김두환 '실험실의 안전수준 평가 방법' 한국산업안전학회 2003
2. '실험실의 잠재 위험 분석 및 대책' 삼성화재 위험관리연구소
3. http://www.riskinfo.co.kr/job/lab2.htm#사고사례
4. 김두환 · 이동경 · 이근원 · 윤석준 '대학 및 연구소의 실험실 안전관리 실태 및 대책'
5. http://www.asp.co.kr/risk/check.php
6. http://www.kosha.net/kosha/info/industry/healthdb1_01jsp?sNodeId=1635&sNodeName=안전정보%20-%20화공안전