

연구실 사고 예방을 위한 안전관리 개선방안 연구

이은별·유병태*·†윤준헌

화학물질안전원, *한국교통대학교 산업경영·안전공학부 교수
(2020년 4월 6일 접수, 2020년 5월 20일 수정, 2020년 5월 21일 채택)

A Study on the Improvement of Safety Management for Preventing Laboratory Accidents

Eun-Byul Lee·Byung-Tae Yoo*·†Jun-Heon Yoon

National Institute of Chemical Safety, Daejeon, Korea

* Korea National University of Transportation, Chungbuk, Korea

(Received April 6, 2020; Revised May 20, 2020; Accepted May 21, 2020)

요약

기업부설연구소나 학교 내의 연구실에서 빈번하게 발생하는 안전사고를 예방하기 위해 2015년 연구실 안전환경 조성에 관한 법률이 제정되었다. 하지만, 연구실 안전을 위한 여러 제도가 동시에 운영되고 있어 근본적이고 총괄적인 안전관리 대책이 필요한 시점이다. 본 연구에서는 안전관리 검사체계 측면의 실효적인 개선방법을 제안하고자 먼저, 국내 연구실 안전관리 규정을 조사·비교하였으며, 규정 간 검사의 차이로 인해 발생하는 문제점을 도출하였다. 또한, 각 규정의 구체적인 검사항목을 시설측면과 관리측면으로 구분하여 비교하고, 그 개선 방법을 제안하였다. 그 결과 동일한 연구실임에도 불구하고 시기에 따라 다른 법령에 따른 검사로 관리되고 있었으며, 검사항목에서도 화학시설의 구조 및 성능에 관한 안전기준을 중점과 시약 및 폐액의 보관 상태, 독성물질의 관리상태 등의 관리기준 중점으로 차이가 있었다. 본 연구에서 고찰한 문제점과 제안은 연구실 사고예방을 위한 근본적인 안전관리 체계로의 발전에 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract - The Act on the Establishment of Laboratory Safety Environment was enacted in 2015 to prevent safety accidents occurring in laboratories. However, it is time for fundamental and comprehensive safety management measures since various systems for laboratory safety are operated at the same time. The purpose of this study is to propose effective improvement methods in terms of the safety management inspection system. The laboratory's safety management statutes were investigated and compared, and problems arising from differences in inspection systems were derived. Further, specific inspection items were compared separately from the facility aspect and the management aspect. The improvement method was proposed. As a result, although it was the same lab, it was managed by different tests at different times. There were differences in inspection items that focused on the structure and performance of chemical facilities, or on the management criteria such as storage of reagents and management of toxic materials. The problems and suggestions considered in this study are expected to help develop the safety management system for preventing laboratory accidents.

Key words : laboratory, safety management, safety inspection, chemical accident, accident prevention

†Corresponding author:soiljh@korea.kr

Copyright © 2020 by The Korean Institute of Gas

I. 서론

연구실은 연구실험 활동에 이용되는 화학물질로 인해 누출, 화재, 폭발, 중독 등 다양한 위험요인이 존재한다. 이에 정부는 연구실의 안전관리를 위하여 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률(이하 “연구실안전법”）」을 2015년 제정하였다. 연구실안전법은 대학이나 연구기관 등에 설치된 과학기술분야 연구실의 안전을 확보하고, 연구실 사고로 인한 피해에 대하여 적절한 보상을 받을 수 있게 함으로써, 연구자원을 효율적으로 관리하고, 궁극적 목적으로는 과학기술 연구·개발활동을 활성화하는 데 그 목적이 있다.[1] 그러나 아직도 연구실의 안전에 관한 부분은 미흡하여 유해물질과 안전이 검증되지 않은 연구장비들이 많이 사용되는데도 불구하고, 개별적인 소방, 가스, 전기 등의 관련법 이외에 연구실 고유의 잠재 위험에 대한 관리는 부족한 실정이다.[2]

연구실안전법이 시행된 이후에도 인적피해를 포함한 연구실의 사고는 꾸준히 발생하고 있으며, ‘18. 7월에는 서울과학기술대 실험실에서 폼산 시약통이 폭발하여 대학원 2명이 부상을 당하는 사고가 발생하였다. ‘19. 12월에는 대구의 경북대 연구실에서 화학물질을 폐기하다 폭발사고가 발생하여 4명의 사상자 발생하였고, 광주과학기술원 연구동 내에서는 황산이 누출되어 3명의 부상자가 발생하기도 하였다.

연구실 안전을 위한 여러 제도가 등장하고 있지만, 실질적인 안전관리를 위한 근본적이고 총괄적인 대책이 필요한 시점이며, 따라서, 본 연구에서는 연구실 내 화학시설의 안전관리를 위한 검사체계와 기준의 문제점들을 파악하고, 이를 해결하기 위한 개선방법을 제안하고자 하였다.

II. 연구 동향 및 연구방법

지속적으로 발생하고 있는 연구실의 사고로 인해 국내에서는 연구실 사고를 예방하고 적절한 안전대책을 제시하기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이근원 등과 장유리 등은 연구실의 사고사례 분석 및 영향범위를 연구하였으며,[3,4] 박교식과 김태훈 등은 연구실 위험요소 분석 및 사고분류체계를 개선하여 종합적인 안전대책을 수립하고자 하였다.[5,6] 정대진 등은 다양한 센서기술을 연구실 안전관리에 적용할 수 있는 방안을 제시하였으며,[7] 최진아 등과 이종호는 대학 연구실험실 안전관리환경 및 연구활동종사자 및 안전관리종사자를 대상으로 설문조사를 실시하여 안전교육 및 안전의식 향상을

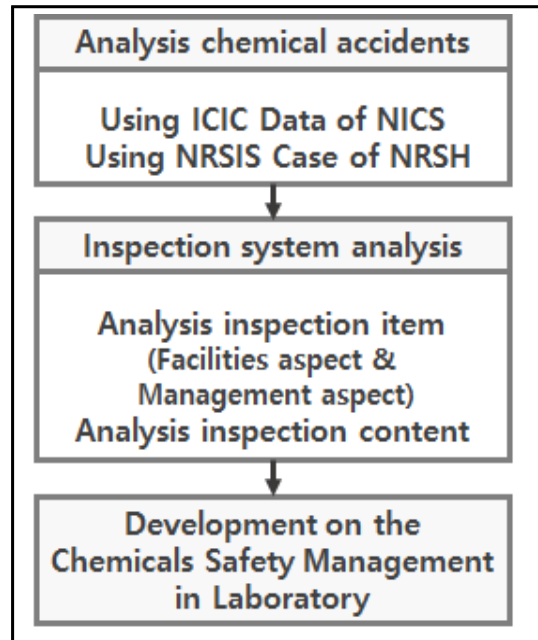


Fig. 1. Flow of study

위한 연구를 수행하였다.[8,9] 선행연구들은 주로 실제 사고사례와 영향범위, 위험요소 분석 등을 통한 안전관리 체계를 연구하였다. 추가적으로, 위험요소를 제거하고, 사고를 사전에 예방하기 위해 연구실에 기본적으로 적용되는 안전관리 검사를 중심으로 하는 연구도 함께 고려되어야 하는 상황이다.

본 연구에서는 먼저, 최근 5년간 발생한 연구실 사고와 국내 연구실 안전관리 규정을 조사하였으며, 각 규정 간 차이를 비교하였다. 또한, 각 규정의 구체적인 검사항목을 시설측면과 관리측면으로 구분하였으며, 검사항목과 검사내용 비교분석을 통하여 보다 실효성 있는 연구실 안전관리 검사의 개선방법을 제안하였다.Fig. 1

III. 연구실 사고 및 안전관리 규정 비교

3.1. 연구실 사고 분석

연구실 사고 분석을 위해 화학물질안전원 화학물질중합정보시스템(ICIC)의 통계자료를 활용하였으며, 국가연구안전정보시스템(NRSIS)에는 주요사고 중심으로 사고사례가 공개되어 있기 때문에 피해 현황 등의 사례를 추가로 참고하였다.

최근 5년간(2015-2019) 발생한 화학사고는 총 395건이며, 그 중 연구실에서 발생한 화학사고는 총 40

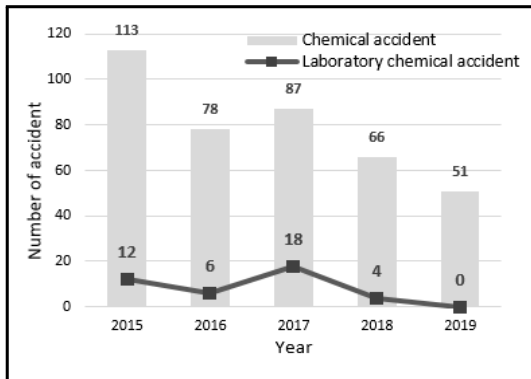


Fig. 2. Number of chemical accidents in laboratory by year

건으로 10% 이상을 차지했다. 40건 중 학교 연구실에서 발생한 건은 27건으로 68%의 비중을 차지했고, 그 외 사업장 및 공공기관 내 연구실에서 13건이 발생하였다. 각 년도별로는 2015년에는 113건 중 12건, 2016년에는 78건 중 6건, 2017년에는 87건 중 18건, 2018년에는 66건 중 4건이 연구실 내에서 발생한 화학사고로 나타났다. Fig. 2

누출 물질로는 질산(8건)이 가장 많았으며, 황산(4건), 염산(3건) 순으로 발생한 것으로 분석되었다. 사고 유형으로는 폭발, 누출, 화재 및 화학물질을 혼합하는 과정 또는 폐산 처리과정에서의 이상반응 등이 있었다. 사고 피해로는 폭발 및 누출에 따른 얼굴, 손, 팔 등 열·화상 피해가 대부분이었지만 일부 사고의 경우 눈 시신경 손상 등의 피해도 발생하였다.

연구실의 특성상 안전이 증명되지 못한 상태로 연구가 진행되는 경우가 빈번하고, 여러 시험 조건 하에서 예기치 못한 반응폭주, 폭발 등의 사고 위험성이 존재하기 때문에, 연구실 외에서 발생한 사고보다 인적피해의 위험이 크다. 실제로 연구실 외에서 발생한 사고 355건 중 100건(약 28%)에서 부상자가 발생하였으며, 총 부상자는 477명으로 1건당 1.34명꼴로 부상자가 발생한 것으로 분석하였다. 반면, 연구실에서 발생한 사고 40건 중에서는 20건(50%)에서 부상자가 발생하였으며, 총 부상자는 64명으로 1건당 1.6명꼴로 연구실 외 발생 사고보다 인적피해가 큰 것으로 나타났다. Table 1

이렇듯, 인적피해가 큰 연구실의 화학사고를 예방하기 위해서는 연구실 안전관리의 기본이 되는 안전관리 검사를 체계적으로 개선하여 제도적으로 관리하는 것이 효과적인 것이다.

Table 1. Human damage in laboratory chemical accident and industrial site chemical accident

	Industrial site chemical accident	Laboratory chemical accident
Number of accident	355	40
Number of human damage occurrence accident	100	20
Number of injured	477	64

3.2. 연구실 안전관리 규정 비교

현재 연구실 안전관련 대표 규정으로는 과학기술정보통신부에서 운영하는 연구실안전법이 있다. 연구실안전법은 각 연구실별로 연구활동종사자가 10명 이상인 대학·연구기관의 연구실에 관하여 적용한다. 연구주체의 장은 일상점검, 정기점검 등의 안전점검을 실시해야 하고, 「화학물질관리법(이하 “화관법”）」에 따른 유해화학물질을 취급하는 연구실, 「산업안전보건법(이하 “산안법”）」에 따른 유해인자를 취급하는 연구실은 2년마다 정밀안전진단을 실시해야 한다. 정기점검과 정밀안전진단은 일반안전, 기계안전, 전기안전, 화공안전, 소방안전, 가스안전, 산업위생, 생물안전 8개 분야 점검·진단 항목으로 나뉜다.

환경부에서 운영하는 화관법은 유해화학물질을 취급하는 모든 시설에 적용되며, 연구실에도 동일한 기준이 적용된다. 취급시설을 새롭게 설치하는 경우 가동 전 설치검사를 실시해야 하며, 1년 또는 2년 주기로 정기검사를 실시해야 한다. 특히, 연구실 같이 유해화학물질을 소규모로 사용하는 시설의 기준수량에 따른 취급시설 기준 합리화 필요성이 제기됨에 따라[10] 소규모 취급시설에만 적용되는 별도의 간소화된 검사기준인 ‘유해화학물질 소량취급시설에 관한 고시’를 2018년 7월부터 시행하고 있다.[11]

고용노동부에서 운영하는 산안법은 중대재해가 발생하였거나, 폭발 등 재해발생 위험이 높은 사업장에 대해 안전·보건진단을 실시하도록 규정하고 있다.

위의 세가지 검사에 대한 내용을 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.

(1) 연구실 안전환경 조성에 관한 법률

아래의 Table 2는 연구실안전법의 정밀안전진단 중 화공안전분야의 점검 항목 중 일부이다. 점검

항목은 총 33개이며, 물질안전보건자료의 비치 및 교육, 시약용기와 폐액용기의 안전관리 등에 대해 진단을 실시한다. 각 항목에 대해 양호, 불량, 해당없음으로 판단한다.

Table 2. Inspection items of the Act on the Establishment of Safety Environment in the Laboratory

	Inspection item
1	Keep and study of MSDS
2	Warning sign of reagent
3	Prevent reagent shelf collapse
4	Storage condition of reagent
5	Reagent shelf lock
6	Storage of unused reagents for proper duration
7	Classification by chemical properties
8	Storage of waste liquid containers for proper
Omission	

Table 3. Inspection items of the Chemical Control Act

	Manufacture& usage Facility	Storage Tank Facility	Storage Warehouse Facility
1	Adequacy of piping materials	Adequacy of tank materials	Classification by chemical properties
2	Strength and thickness of piping	Pressure gauge	Fixation
3	Adequacy of gaskets in piping	Fire prevention site	Structure
4	Valve opening and closing direction sign		
5	Opening the shutoff valve of the safety valve	Install the valve or Cover	Collapse prevention
6	Pressure test of piping	Sign	Material
		Locking device	Ventilation system
Omission			

(2) 화학물질관리법

다음의 **Table 3**는 화관법의 소량 설치·정기검사 항목 중 일부이다. 검사 항목은 시설별로 제조·사용시설은 24개 저장시설은 23개, 보관시설은 14개로 구성되어 있으며, 배관, 설비 등의 구조, 재질, 환기설비, 검지 및 경보체계 구비 등에 대해 검사한다. 각 항목에 대해서는 적, 부로 판단한다.

(3) 산업안전보건법

다음의 **Table 4**은 산안법의 안전보건진단 항목 중 일부이다. 산안법의 안전보건진단은 안전보건위원회 등의 경영·관리적 사항에서부터 인화성 액체로 인한 위험성까지 안전보건에 관련된 모든 분야

Table 4. Inspection items of the Industrial Safety and Health Act

	General inspection	Safety inspection	Health inspection
1	Industrial Accident Prevention Plan		
2	Business & management	Health and safety management organization	
3		Industrial safety and health committee	
4		Regulations for safety and health management	
5	Causes of industrial accidents or accidents	○	○
6	Evaluation of working conditions and methods	○	○
7	Measurement and analysis of hazardous and hazardous factors	Risk of mechanical equipment	○
8		Risk of flammable liquids	○
9		Risk of electric thermal energy	○
10		Risk of falls	○
11		Other risks	○
12	Omission		

에 대해 실시하며, 모든 분야의 문제점을 찾아 개선하는 종합진단, 근로자 안전사고 예방을 위한 안전진단, 근로자 건강문제가 발생하지 않도록 예방을 위한 보건진단으로 나뉜다.[12] 종합진단은 총 15개 항목이며, 안전·보건진단은 이 항목 중 일부 항목에 대해서 실시한다.

IV. 연구실 안전관리 검사의 문제점 및 개선 제안

4.1. 연구실 안전관리 검사 문제점

이처럼 화학물질을 취급하는 연구실은 여러 다양한 규정이 적용되고 있으나, 제도의 중복 적용을 해소하기 위해 산안법의 안전·보건진단을 적용받는 연구실은 연구실안전법의 안전점검과 정밀안전진단을 면제하고 있다.

하지만, 화관법의 경우 1년 또는 2년 주기로 실시하는 정기점검만 연구실안전법의 정밀안전진단으로 대체된다. 다음은 연구실의 화관법 검사 적용에 관한 유권해석 사례이다.[13]

- 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」제2조 제2호에 따른 연구실에 해당하는 경우 「화학물질관리법」에 따른 정기·수시 검사 대상에서 제외되어, 과학기술정보통신부의 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」에 따른 정기검사를 이행하면 됨.

위의 유권해석에 의하면, 가동 전 안전성을 확인하는 설치검사는 면제되거나 갈음되지 않기 때문에 화관법에 따라 별도로 실시해야 한다. 또한, 4.2의 분석 내용에서 나타나듯이 구체적인 검사 내용에도 차이가 있어 혼란이 발생하고 있다. 체계적인 연구실 화학시설의 안전관리를 위해서는 중복되는 두 규정의 검사항목, 검사방법 등을 고려한 합리화된 검사의 도입이 필요하다.

4.2. 연구실 안전관리 검사의 합리화 방안

(1) 연구실 안전관리 검사항목

연구실안전법에서는 유해화학물질을 취급하는 연구실을 2년마다 정밀안전진단을 통해 관리하고, 화관법에서는 취급시설을 새롭게 설치하는 경우 가동 전 설치검사, 가동 후에는 정기적인 정기검사를 통해 관리한다. 두 법을 동시에 적용받는 연구실은 최초 설치 후에는 화관법에 따른 설치검사를 받고, 가동 후에는 연구실안전법에 따른 정기적인 정밀안전진단을 실시해야 한다. 또한, 일부 물질이나 시설이 변경되거나 추가되는 경우에는 다시 화관법에 따른 설치검사를 받아야 한다. Fig. 3 이렇게 동일한 연구실임에도 불구하고, 시기와 상황에 따라

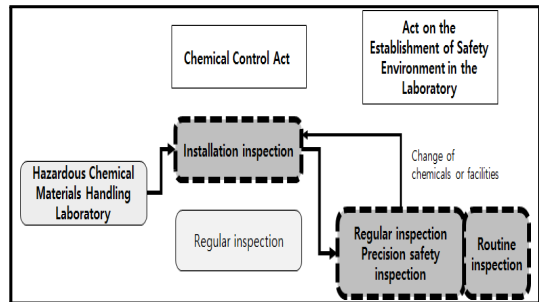


Fig. 3. Safety management inspection process in laboratory

달라지는 검사 때문에 연구실에서는 이행상황에 대해 인지하기 어려울 뿐만 아니라 검사 항목, 검사 방법에도 차이가 발생하고 있다.

Table 5는 환경부(화학물질안전원)에서 정한 소량 취급시설 지침과 기술정보통신부에서 고시한 정밀안전진단 고시의 검사 항목에 대해 분류 비교한 표이다. 화학안전분야의 검사 항목을 발췌하여 취급설비(재료, 구조, 성능), 제어설비, 피해예방, 피해저감, 관리기준으로 분류하였으며, 두 규정간 유사한 검사항목별로 비교하여 정리하였다.

화관법의 설치·정기검사 항목에서 시설별로 중복되는 항목을 제외한 결과 총 47개의 항목으로 나타났다. 취급설비에 대한 항목이 23개로 가장 많았고, 제어설비에 대한 항목 6개, 피해예방 및 저감에 관한 항목 10개, 관리기준에 관한 항목 8개로 분류되었다. 연구실안전법의 정기점검·정밀안전진단 항목은 총 34개로 취급설비 8개, 제어설비 1개, 피해예방 및 피해저감 11개, 관리기준이 14개 항목으로 가장 많았다. 검사항목을 구체적으로 살펴보면, 화관법 검사 항목에서는 수납장의 고정, 구조, 재질 등을 구체적으로 검사하였지만 연구실안전법 검사 항목에는 해당 내용이 없었다. 반면에 연구실안전법에서는 긴급세척시설, 폐액용기와 미사용 시약 보관 등 관리부문에 대해 주로 검사를 하고 있는 것으로 나타났다. 검사 항목에 차이가 발생하는 것은 화관법에서는 화학시설의 구조 및 성능에 관한 안전기준을 중점으로 검사를 실시하는 반면, 연구실안전법에서는 시약 및 폐액의 보관 상태, 독성 물질의 관리상태 등을 중점으로 검사를 실시하기 때문으로 판단된다.

연구실 안전관리 검사항목을 비교한 결과, 동일한 연구실 화학시설에 대하여 검사를 실시함에도 불구하고, 검사 체계가 일원화되지 않았으며, 검사 항목에도 차이가 발생했다. 두 검사 모두 연구실의

Table 5. Classification and comparison of inspection items

		Installation & Regular inspection (Chemical Control Act)		Regular & Precision safety inspection (Inspection items of the Act on the Establishment of Safety Environment in the Laboratory)			
Handling facility	Material	1	Adequacy of tank materials	1	Adequacy of materials		
		2	Adequacy of piping materials				
		3	Strength and thickness of piping	2	Strength and thickness of piping		
		4	Adequacy of gaskets in piping				
	Structure	5	Structure of inlet				
		6	Shelf	Fixation			
		7		Structure			
		8		Collapse prevention	3	Prevent reagent shelf collapse	
		9		Locking device			
		10		Material			
					4	No direct heating of chemicals	
	Function	11	Valve opening and closing direction sign		5	Valve opening and closing direction sign	
		12	Pressure test of piping				
		13	pipeline blind		6	pipeline blind	
					7	Sign of piping	
		14	Breather valve				
		15	Detector				
		16	Pressure gauge				
		17	Adequacy of pump and valve installation position				
		18	Inlet	Fire prevention site			
		19		Install the valve or Cover			
		20		Sign			
		21		Locking device			
22	Sing of handling facilities and access restrictions						
23	Boundary						
Control equipme nt	Function	24	Installation of safety devices	8	Installation of safety devices		
		25	Performance of safety devices				
		26	Installation of rupture disc				
		27	Installing a pressure gauge between the rupture plate and the safety valve				
		28	No shut-off valve				
		29	Overcharging preventer				

Table 5. Continue

		Installation & Regular inspection (Chemical Control Act)		Regular & Precision safety inspection (Inspection items of the Act on the Establishment of Safety Environment in the Laboratory)			
Damage prevention	Detection	30	Detection and Alerting System		9	Detection and Alerting System(CCTV)	
	Ignition	31	Electrostatic eliminator		10	Electrostatic eliminator	
		32	Earth grounding				
					11	lightning rod	
					12	Lamp for Explosion-Proof	
					13	Install an "on-off " switch outside	
	Ventilation	33	Ventilation system		14	Ventilation system	
					15	Ventilation Function	
	Spread	34	Dike	Capacity			
		35		Material			
		36		Structure			
		37	Dike of inlet				
	Damage reduction	Fire	38	Fire extinguish system		16	Fire extinguish system
decontamination		39	Response System		17	Response System& personal protective equipment	
					18	Safety Shower	
					20	Eye shower	
Management standard	Facility	40	Opening the shutoff valve of the safety valve				
		41	Locking device		21	Reagent shelf lock	
	Material	42	Prevention of temperature rise				
		43	Maintain proper temperature, humidity and pressure		22	Maintain proper temperature, humidity and pressure	
		44	Classification by chemical properties		23	Classification by chemical properties	
					24	Flammable substances and fire distance	
					25	Waste liquid classification	
	Inspection		45	Connection fault		26	Connection fault
			46	Receiving and shipping database			
			47	Check for cracks and wrinkles		27	Check for cracks and wrinkles
						28	Storage condition of reagent
						29	Warning sign of reagent
						30	Storage of unused reagents for proper duration
						31	Storage of waste liquid containers for proper
					32	Management status of toxic substances	
					33	Keep and study of MSDS	
				34	Other risks		

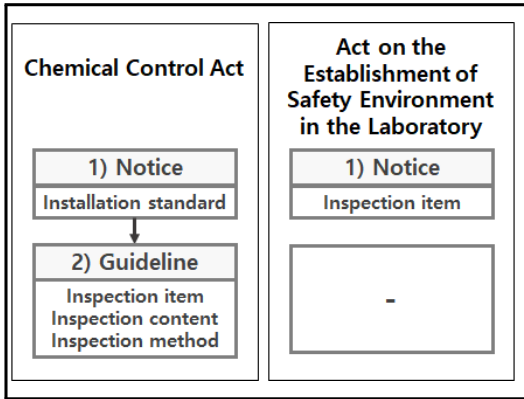


Fig. 4. Safety management inspection ordinance system in laboratory

화학물질안전을 확보하는 것이 목적임을 고려할 때, 화관법의 최초 설치검사 시 확인한 항목에 대한 관리 여부를 연구실안전법 정밀안전진단에서 확인할 수 있도록 두 검사의 항목을 상호보완하고, 구체적인 검사내용과 방법을 통일하는 것이 연구실 안전관리 검사 개선을 위한 효과적인 방안이 될 수 있을 것이다.

(2) 연구실 안전관리 검사방법

화관법의 설치·정기검사는 검사항목만 정하는 것이 아니라 위한 검사내용, 검사방법을 구체적인 지침으로 정하고 있다. 지침에는 검사항목을 판단하기 위한 세부기준과 서면검사, 현장확인, 샘플링 등 구체적인 검사방법이 반영되어 있고, 이를 통해 검사 결과의 객관성이 유지될 수 있다.

반면, 정밀안전진단은 구체적인 지침 없이 고시에서 정한 점검항목을 양호, 불량, 해당없음으로 바로 적용하고 있는 것으로 확인하였다. Fig. 4 이럴 경우 검사자의 주관적 판단에 의하여 검사가 진행되어 검사 결과의 객관성이 저하될 우려가 있다.

또한, 검사 기관에도 차이가 있었는데, 화관법에서는 환경부에서 지정한 3개 검사기관을 통해서만 설치·정기검사를 실시하고 있으며, 지정기관은 모두 공공기관에 해당된다. 하지만, 연구실안전법에서는 2017년부터 대행기관 등록제도를 운영하여 일정 자격을 갖춘 대행기관을 통해 진단을 위임하고 있고, 일정한 인적 조건 요건과 물적 장비 요건을 확보했다면, 해당 연구실에서 정밀안전진단을 직접 실시할 수도 있다.

검사방법을 비교한 결과, 화관법에서는 비교적 검사내용과 검사방법에 대해 구체적으로 정하고,

검사 기관을 직접 지정하여 관리하고 있는 반면, 연구실안전법은 상대적으로 미비한 편이었다. 연구실안전법에 검사의 주체와 구체적인 검사방법이 규정되지 않고 운영되고 있는 현실을 감안한다면, 검사의 신뢰도를 높이기 위해서는 통일된 검사 판단 기준이 모색되어야 할 것이다.

V. 결론 및 고찰

본 연구에서는 연구실 화학시설의 효율성 있는 안전관리를 위해 중복 적용되는 두 규정의 차이와 문제점을 분석하고, 검사항목과 방법의 개선방안을 제안하였다.

첫 번째로 연구실 내에서 발생한 화학사고를 조사하고, 국내 연구실에 적용되는 안전관련 규정을 비교하였다. 그 결과 동일한 연구실임에도 불구하고 다소 차이가 있는 것을 확인하였다. 특히, 최초 설치 후에는 화관법의 설치검사, 가동 후에 연구실 안전법의 정밀안전진단으로 각각 다른 검사를 실시해야 했으며, 검사 항목, 검사 내용, 검사 방법에도 차이가 발생하고 있었다.

검사 항목의 경우 화관법에서는 화학시설의 구조 및 성능에 관한 안전기준을 중점으로 검사를 실시하였고, 연구실안전법에서는 시약 및 폐액의 보관 상태, 독성물질의 관리상태 등을 중점으로 검사를 실시하고 있었다. 두 검사 모두 연구실의 화학물질안전을 확보하는 것이 목적임을 고려할 때, 두 검사의 항목을 상호보완하고, 구체적인 검사내용과 방법을 통일하는 것이 합리적인 방안이 될 수 있을 것이라 판단된다.

본 연구에서 고찰한 문제점과 제안은 연구실 사고예방을 위한 근본적인 안전관리 제도로의 발전에 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다. 향후 연구실의 안전관리 규정간 혼동을 최소화하기 위해서는 구체적이고 명확한 검사내용과 판단기준을 제시하기 위한 추가적인 연구가 필요하다.

REFERENCES

[1] Ministry of Science and ICT, Act on the Establishment of Safety Environment in Laboratory.
 [2] The Korea Occupational Safety and Health Agency (KOSHA), “Explanation of the Act on the Establishment of the Laboratory Safety Environment and Comparison with the Current Industrial Safety and Health Act”, (2014)
 [3] Lee, K. W., and Lee, J. S., “A Study on the Analy-

- sis of Accident Cases in Laboratories”, *Journal of the Korean Institute of Gas*, 16(5), 21-27, (2012)
- [4] Jang, Y. R., Jung, S. H., and Park, K. S., Park, “Consequence Analysis for Accidental Gas Release in Labs”, *Journal of the Korean Institute of Gas*, 19(4), 29-34, (2015)
- [5] Park, K.S., “Development of Accident Taxonomy for Experimental Laboratory”, *Journal of the Korean Society of Safety*, 31(5), 48-53, (2016)
- [6] Kim, T. H., Rhie, K. W., Seo, D. H., Yoon, C. S., Lee, Y. K., and Park, J. I., “A Study on the Hazard Identification of Laboratory using 4M & HAZOP”, *Journal of the Korean Society of Safety*, 28(3), 88-94, (2016)
- [7] Jeong, D. J., Kim, J. Y., Bae, S. J., and Jung, H. K., “Distributed IoT Sensor based Laboratory Safety Management System”, *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, 23(1), 90-97, (2019)
- [8] Choi, J. A., and Lee, J. E., “Study on the Actual Condition of Safety Management in the Laboratory of National University”, *Crisisonomy*, 8(6), 107-127, (2012)
- [9] Lee, J. H., “Improvement of Fire Statistics Problem of University Laboratory”, *Crisisonomy*, 7(4), 123-124, (2011)
- [10] Lee, E. B., and Yoo, B. T., “A Study on the Rationalization of Criteria for Facilities Handling Toxic Chemicals in Consideration of the Threshold Quantity”, *Crisisonomy*, 14(9), 111-120, (2018)
- [11] Lee, E. B., and Yoo, B. T., “A study on the Rationalization of Safety Management in Chemical Facilities: Focused on Architecture Fire Resistance Standards”, *Fire Science and Engineering*, 33(3), 91-97, (2019)
- [12] Lee, H. J., “A Study on the Improvement of Laboratory Safety Inspection and Precision Safety Diagnosis System”, Ph.D. Dissertation. Incheon National University, (2016)
- [13] Ministry of Environment, <https://www.me.go.kr/>.