

화학물질관리법 내 사고대비물질 호흡보호구 선정기준 개선을 위한 연구

최민제, 신우균, 한진우, 조규선*
호서대학교 안전행정공학과

A Study on the Improvement of Selection Criteria for Respiratory Protection for Accidental Substances in Chemical Substances Control Act

Min-Je Choi, Woo-Kyun Shin, Jin-Woo Han, Guy-Sun Cho*
Department of Safety and Administrative Engineering, Hoseo University

요약 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 근로자 건강장해 예방을 위하여 호흡보호구의 올바른 선정과 지급, 착용 관련 지침을 제시하고 있다. 그러나 화학물질 사고의 위험성에도 불구하고 개인보호구의 착용 용이성, 복잡한 착용 기준 등에 대한 현장 근로자의 이해와 관리 및 규제상의 해석에서는 괴리가 발생한다. 이는 근로자의 미착용 행동을 높여 사고위험을 증가시킬 수 있다는 점에서 개선이 요구된다. 이에 본 연구는 작업 현장에서의 개인 호흡보호구 착용 실태를 파악하고, 호흡보호구 선택 및 착용에 있어 합리적인 선정기준을 제시하고자 연구를 수행하였다. 이를 위해 화학물질 관련 현장 관리자를 대상으로 설문조사를 수행하여 보호구 착용 현황과 문제점을 도출하였으며, 미국의 NIOSH와 영국의 HSE 호흡보호구 선정단계 및 영국의 COSHH Essentials 노출 농도 저감을 통한 작업환경개선의 개념을 토대로 현장 적합형 호흡보호구 선정단계를 제시하였다. 화학물질관리법과 산업안전보건법 간 차이 인식에 어려움이 존재한다는 점에서 현장 적합형의 효율적인 보호구 착용에 대한 가이드라인이 필요함을 파악할 수 있었으며, 이를 바탕으로 법령과 이행 간 간극을 줄여 근로자를 보호할 수 있는 방안을 고려했다는 점에서 연구의 의의를 갖는다.

Abstract The guidelines for the correct selection, provision, and wearing of personal respirators are provided to prevent health damage to workers. However, despite the risk of chemical accidents, there is a gap between workers' understanding of wearing personal protective equipment with complex wearing standards, and the interpretation of management and regulations. This can increase the worker's non-wearing behavior, which can increase the risk of accidents. This study examined the actual wearing of a personal respirator at the work site to suggest reasonable wearing selection criteria. To this end, a survey was conducted on site managers related to chemical substances, and the current state of wearing protective equipment and problems were derived. Based on the survey results and the concepts of US NIOSH and UK HSE respirator selection steps, and UK COSHH Essentials in improving the working environment, the selection stage for suitable respirators was presented. In the field, it was difficult to recognize the guideline differences between the Chemicals Control Act and the Occupational Safety and Health Act. Therefore, a plan was considered to protect field workers by reducing the gap between regulations and implementation and enhancing the understanding of the guidelines.

Keywords : Chemicals Control Act, Chemical Substances, Protective Equipments, Respirator, NIOSH, HSE, COSHH Essentials

본 연구는 환경부의 '화학물질안전관리 전문인력 양성사업'의 지원으로 진행되었으며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

*Corresponding Author : Guy-Sun Cho(Hoseo Univ.)

email: cho1395@hoseo.edu

Received May 20, 2022

Revised June 23, 2022

Accepted August 3, 2022

Published August 31, 2022

1. 서론

현행 화학물질관리법 제1장 제2조에 의하면 유해화학물질은 “유독물질, 허가물질, 제한물질 또는 금지물질, 사고대비물질 그 밖에 유해성 또는 위해성이 있거나 그럴 우려가 있는 화학물질”로 정의된다. 화학물질관리법에서 『유해화학물질 취급자의 개인보호장구 착용에 관한 규정』은 취급자가 기체, 액체, 고체 유해화학물질을 취급하는 경우 및 그 밖에 환경부령이 정하는 경우 개인보호장구를 착용하도록 규정하고 있는데, 작업 현장에서 발생할 수 있는 유해화학물질 급성노출에 대한 근로자의 생명 및 안전을 보호하고자 고시된 것이다.

산업안전보건기준에 관한 규칙에서 근로자 건강장해 예방을 위하여 규정하고 있는 호흡보호구의 올바른 선정, 지급, 착용, 유지보수 및 관리에 관한 기술적 사항은 KOSHA GUIDE H-82-2020 『호흡보호구의 선정·사용 및 관리에 관한 지침』에 제시되어 있다. 지침에 따르면 산소결핍 작업장소, 밀폐공간, 정화통이 개발되지 않은 물질 취급 및 소방 작업에서는 공기호흡기 또는 송기마스크를 사용하는 것이 원칙이다[1].

그러나 실제 작업 현장에서는 사고대비물질 취급자들의 작업상황에 대한 이해도가 높지 않거나 관련 법규의 준수에 미흡함을 보인다. 이는 밀폐용기를 이송하거나 일상 점검 등 사고대비물질이 노출이 되지 않는 상황에서 위험을 간과하거나 무더운 여름철 실외작업에서 화학물질 취급자들이 과도한 호흡보호구 착용에 답답함을 호소함에 따라 발생하는 것으로, 법을 준수하는데 어려움과 실제 보호구 미착용 등 법령위반으로 연결되고 있다.

이에 본 연구는 화학물질관리법 사고대비물질 보호구 착용 기준이 작업 상황별로 현장에서 얼마나 정확하게 이해 및 적용되고 있는지 실태를 파악하고 화학물질 취급자들이 호흡보호구를 선택 및 착용에 있어 혼란을 최소화할 수 있는 방안을 찾고자 하였다. 이를 위해 현장 적합형 호흡보호구 선정기준을 제시하는 것을 목표로 미국의 NIOSH와 영국의 HSE 호흡보호구 선정단계 및 영국의 COSHH Essentials 노출 농도 저감을 통한 작업환경개선 개념을 도입함으로써 우리나라 호흡보호구 선정에 적용하여 합리적 방안을 도출하고자 하였다.

2. 이론적 배경

2.1 선행연구

양정선(2011)은 “유해화학물질 취급근로자의 유해위험 정보 인식도 조사”에서 현장 내 근로자는 직접 노출로 인한 중독 및 사망 등 건강 피해가 염려되기 때문에 유해화학물질에 대한 정확한 이해를 바탕으로 한 예방 행동이 요구된다고 하였다[2]. 이에 유해화학물질법 내 사고대비물질에 대한 호흡보호구 착용과 관련한 연구가 다양한 관점에서 수행되어 온 바 있다.

장은철, 최태성, 이석호, 윤한두(2005)는 근로자의 생물학적 모니터링을 통해 마스크 착용 효과를 직접 검증함으로써 호흡보호구 착용에 대한 필요성을 확인하였는데, 작업 현장에서 보호구를 착용하지 않고 장시간 근무하는 경우 염화메틸렌 노출 근로자의 혈중 카로복시헤모글로빈이 높아지는 것으로 밝혀졌다[3]. 또한, 김범석, 박정일, 임현우, 김형아, 오상용(2001)은 국내 근로자들의 호흡보호구 사용실태와 착용기피 원인 분석 연구에서 유기가스용 방독마스크를 착용할 경우 공기 중 노출된 톨루엔의 호흡기 흡수를 대부분 차단한다고 하였다[4].

그럼에도 작업 현장에서 근로자의 호흡보호구 착용 행동에는 괴리가 발생한다. 김현욱, 김형아, 노영만 외(1998)는 “우리나라 소규모 사업장 근로자들의 호흡보호구 사용실태 및 착용 기피 원인 분석”에서 소규모 사업장을 대상으로 근로자의 호흡보호구 착용 실태와 기피 원인 분석 결과, 항시 착용율이 30% 미만으로 나타나며 착용 시 호흡곤란이나 불편감 호소 등이 그 이유로 나타나 산업안전보건법의 개정을 통한 안전 밀착성 검사, 보호구 착용 관련 교육과 훈련 등을 요구한 바 있다[5]. 고상백, 장세진, 조영봉 외(2000)의 연구에서도 근로자의 호흡보호구 착용 기피에 대한 문제를 지적하며 작업 시 방해요인이 있거나 보호구 착용 시 귀찮음이 보호구 착용에 대한 근로자의 태도를 저해한다고 하였다[6].

이는 관리자를 대상으로 한 인식 평가에서도 유사하게 나타나는데 연구에 따르면 전국 157개 사업장의 호흡보호구 담당하는 관리자를 대상으로 호흡보호구 선정에 대한 실태를 조사한 결과 많은 사업장이 호흡보호구를 부적합하게 선정하여 사용하고 있는 것으로 나타났다[7]. 더불어 규정이 너무 엄격하여 지키기 어렵다는 지적에 따라 2017년 규정을 개정하여 시행한 바 있지만, 관리자의 70% 이상은 여전히 규정의 완화를 원하고 있다. 취급자의 과반수 이상은 교육의 강화를 요구하여 규정에 적합한 개인보호구를 착용할 수 있는 교육 및 홍보를 강화하는 것이 필요한 것으로 나타났다[8].

한편, 어원석, 최영보, 신창섭(2018)의 연구에서는 호흡보호구 착용에 대한 교육이 모든 근로자에게 중요한

것을 밝혔다. 이에 호흡보호구 착용과 관리 인식을 조사한 결과, 작업자의 호흡보호구 착용 중요성 지각을 높이기 위해서는 안전보건교육에서 교육 강사 및 교육 방법, 매체가 효과적인 관리를 위한 요인으로 파악되었다[9].

종합해보면, 선행연구에서는 근로자의 호흡보호구 착용 행태와 이에 대한 문제 도출, 현행 호흡보호구에 대한 개선 요구를 제시하고 있으나 실제 개선에 대한 구체적인 제안을 하는 연구는 부족한 것을 알 수 있다. 따라서 현장에서 작업을 수행하는 근로자 또는 관리자 관점에서의 인식을 파악하고 이를 토대로 한 개선안을 도출하는 것이 필요하다.

2.2 영국 HSE 호흡보호구 선정

영국 보건안전청(Health and Safety Executive, 이하 HSE) 호흡보호구 선정단계는 크게 총 5단계로 구성되어 있으며 STEP 1은 작업환경 기록 STEP 2 작업환경 관리방법 및 밀폐공간-산소결핍-위험물질 방출여부 등을 기록하고 STEP 3에서 물질 HHG-사용량비산성에 따른 필요보호계수(Required Protection Factor, RPF)를 산정한다. 보호계수(Protection Factor, PF)란 호흡보호구 착용 후 오염물질이 보호구 안으로 들어오는 보호 정도를 수치로 나타낸 것으로, 보호구 밖 농도 C_o 와 안의 농도 C_i 의 비율 즉, C_o/C_i 로 구할 수 있다. 이때 오염물질의 유해농도를 구해 최소 필요한 보호계수를 확보한 것을 필요보호계수라 한다. 예를 들어, 영국 HSE에 의하면 방독마스크는 반면형마스크=10, 전면형마스크=20으로 필요보호계수가 정해져 있다[10].

STEP 4에서는 작업 및 착용자 관련 인자를 조사하고 STEP 5에서는 제반 사항을 고려한 적정 호흡보호구를 선정하는 것이다[11].

STEP 1~5의 단계 중 제일 중요한 단계는 STEP 3로 STEP 3는 다시 세부 4단계로 나눌 수 있다. 1단계는 해당 물질의 물질안전보건자료(MSDS) H-code에 따른 물질의 위험성을 A~E까지 분류, 2단계 사용량, 3단계 비산성-휘발성, 4단계 위험성 사용량 비산성-휘발성을 조합하여 RPF를 산정하는 것이다(Fig. 1).

2.3 영국 COSHH Essentials

영국 보건안전청에서 중소기업 사업장 대상으로 사용이 간단하고 쉬운 정보를 이용하여 유해화학물질로 인한 근로자의 건강 위험 및 잠재적 노출에 대한 유해위험성을 파악하여 관리 가능하도록 COSHH Essentials(Control of substances hazardous to health essentials)을 개

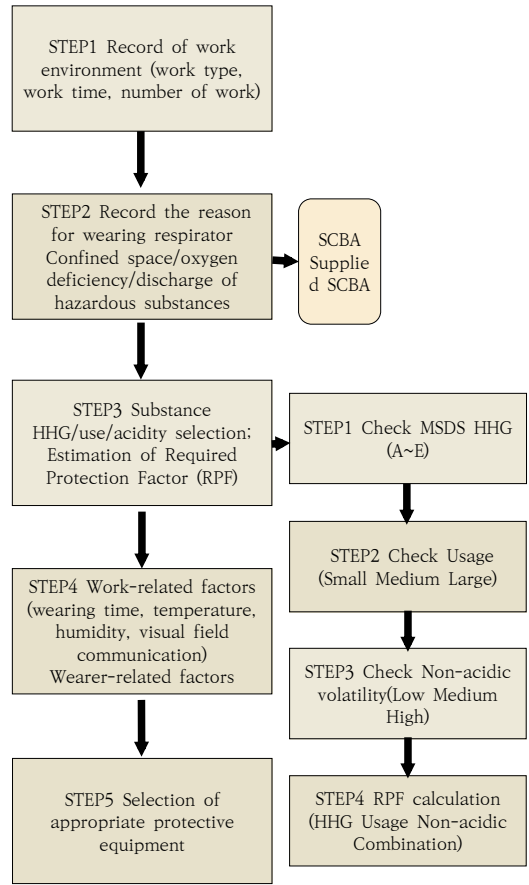


Fig. 1. HSE Steps for respirator selection

발했다. COSHH Essentials은 유해화학물질의 노출수준을 예측하고 이에 따른 적합한 작업환경 개선대책을 제안하는데 목적이 있다. 정성 노출 평가 방법을 이용하여 유해화학물질 노출을 관리할 수 있는 평가모델이며 작업 현장에서 유해화학물질 노출 관리대책에 대한 기본적인 조언을 제시한다[12].

COSHH Essentials는 우리나라 화학물질 위험성 평가 기법인 CHARM의 모체가 되는데, COSHH Essentials 위험성 평가는 크게 4단계로 구성된다. Step 1에서 비슷한 수준의 공기 중 노출농도를 유지하기 위한 적합한 관리가 필요한 유해인자들을 그룹핑한다. Step 2에서 비슷한 노출 잠재력을 나타낼 것으로 보이는 사용량을 이용하여 물리적 특성을 그룹핑한다. Step 3에서 물리적 특성 및 사용량의 각각의 노출군에 대한 관리적 대책을 적용할 때 예상 노출량을 평가한다. Step 4에서 Step 1과 Step 3을 각각 조합하여 전반적인 위험성 평가 계획을 수립하는 프로세스를 가지고 있다.

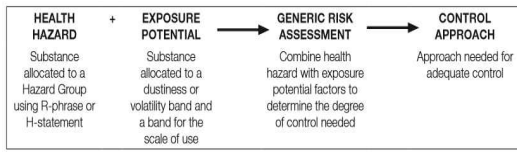


Fig. 2. COSHH Essentials Hazard Evaluation Steps

2.4 미국 NIOSH 호흡보호구 선정

미국 국립직업안전위생연구소(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH) 호흡보호구 선정단계는 총 11단계로 구성되어 있으며 STEP 1~3

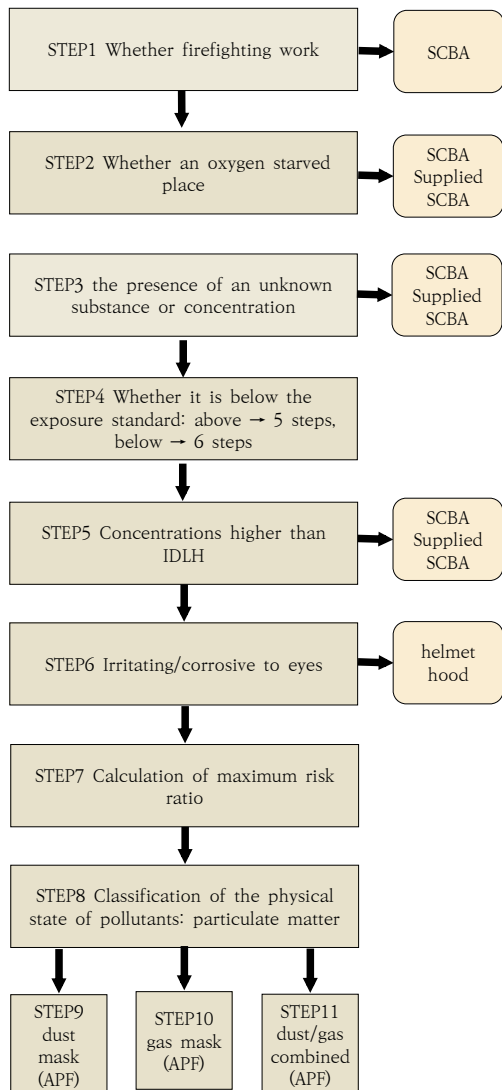


Fig. 3. NIOSH Steps for respirator selection

까지 소방작업 밀폐작업 미지 물질 존재 여부에 따라 공기호흡기 및 송기마스크를 지급 착용하는 규정이 있다[13].

화학물질이나 분진 등의 노출수준이 기준 이하라면 할당보호계수(Assigned Protection Factor, APF)를 계산하여 호흡보호구를 선정한다. 할당보호계수는 훈련된 사용자가 보호구를 착용하였을 때 기대되는 최소 기대 보호치를 의미한다[14]. 한가지 특징적인 것은 STEP 6에서 눈에 대한 자극성/부식성이 있는 물질에 대해서는 전면형이나 헬멧 후드나 밀폐형 고글 등을 지급하는 것이다.

3. 연구모델

본 연구는 다음 절차를 거쳐 수행되었다(Fig. 4).

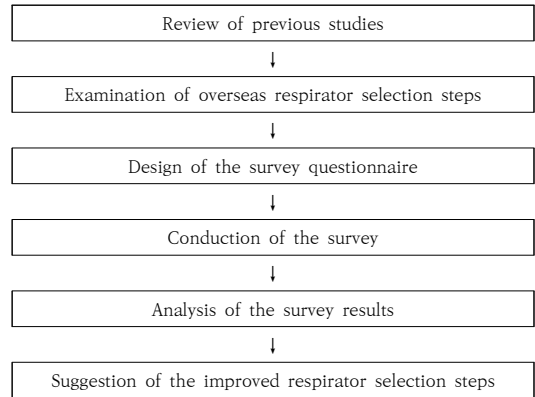


Fig. 4. Steps for research methods

첫째, 유해화학물질에 대한 호흡보호구 착용 및 선정과 관련된 선행연구를 고찰한다. 둘째, 해외의 호흡보호구 선정기준 및 단계에 대해 파악한다. 본 연구에서 도입 및 반영하고자 하는 미국과 영국 사례를 분석한다. 셋째, 현장에서의 호흡보호구 착용 실태 및 인식을 파악하기 위해 설문조사를 설계한다. 넷째, 전국의 유해화학물질 관리자를 대상으로 설문조사를 수행한다. 다섯째, 설문조사 결과에 대한 통계적 분석을 통해 화학물질관리법 사고대비물질 보호구 착용에 관한 문제점을 도출한다. 다섯째, 설문조사 결과와 분석된 해외 호흡보호구 선정 단계를 참고하여 현장에서 합리적으로 적용할 수 있는 호흡보호구 선정기준을 도출한다.

4. 관리자 및 취급자 설문

4.1 설문설계

설문의 대상은 국내 유해화학물질 관리 직무에 근무하는 관리자이다. 이에 따라 수도권, 충북, 경북지역에 소재한 화학물질관리법 영업허가 사업장 47개소를 대상으로 산업안전보건법에 따른 안전관리자, 보건관리자, 안전보건관리담당자, 관리감독자 및 화학물질관리법에 따른 유해화학물질 관리자 및 취급자를 대상으로 설문이 수행되었다. 유해화학물질 관리 및 보호구 규정 대상이 산안법과 화관법에 모두 적용된다는 점에서 두 법안 적용 대상을 모두 포괄하여 응답자의 대표성을 높이고자 하였다.

설문지 구성은 응답자 일반사항, 유해화학물질 취급자의 개인보호장구 착용에 관한 규정 인식, 보호장구 착용 행동, 위험성 평가, 개인 보호구 착용에서 기준에 대한 평가로 구성하였다(Table 1). 설문지 구성의 일반사항, 인식 및 평가에 관한 내용은 환경부 화학물질안전원에서 발간한 “2018년 작업상황별 개인보호장구 현장 적용성 연구” 설문 내용을 참조하였다[15].

설문조사는 2021년 9월 1일부터 10월 15일까지 수행되었으며, 총 135부의 설문지를 회수하여 불성실한 응답을 제외한 124부의 설문지가 분석 데이터로 활용되었다.

Table 1. Contents of the Questionnaire

	Contents
a.	General Information
b.	Perception on the Regulations regarding the Use of Personal Protective Equipment by Chemicals Hazard
c.	Protective Equipment Wearing Behaviors
d.	Hazard Evaluation
e.	Evaluation for the Standards of Personal Protective Equipment by Chemicals Hazard

4.2 설문결과

응답자의 일반적 특성에 대한 분석결과는 다음과 같다(Table 2). 응답자의 연령대는 20대가 11명(8.9%), 30대가 60명(48.4%), 40대와 50대가 각각 33명(26.6%), 20명(16.1%)이었다. 회사의 화학물질관리법 인허가 사항의 경우 제조업이 77명(62.1%), 사용업이 44명(35.5%), 판매업이 2명(1.6%), 비대상이 1명(0.8%)으로 나타났다. 현재 공정안전보고서(PSM) 대상 여부인지에

대해서는 대상인 경우가 전체 102명(82.3%)로 높은 비율로 나타났다.

응답자의 업종은 화학제품제조업이 50명(40.3%)으로 가장 높은 비율로 응답되었고, 의약품 제조업이 13명(10.5%), 그 외 넓은 분산을 보였다. 사업장 규모의 경우 300명 이상인 경우가 47명(37.9%), 50~299명 규모가 59명(47.6%)으로 유사한 비율로 나타났으며 이 외 소기업은 상대적으로 적은 비율로 분포되었다. 직책은 중복지 응답 허용 결과 유해화학물질 관리자 54명(43.5%), 안전보건 관리자 36명(39%), 유해화학물질 취급자 20명(16.1%) 등의 순으로 나타났다. 설문조사에 응한 응답자의 화학물질 취급 및 안전 관련 근무경력은 10년 이상이 50명(40.3%), 6~9년 32명(25.8%), 4~5년 19명(15.3%), 1~3년 18명(14.5%), 1년 미만 5명(4%) 순으로 나타났다.

Table 2. General Information

Items	Division	N	%	
Age	20s	11	8.9	
	30s	60	48.4	
	40s	33	26.6	
	50s	20	16.1	
Chemicals Control Act Licensed Industry	manufacturing business	77	62.1	
	use business	44	35.5	
	sales business	2	1.6	
	non-target business	1	0.8	
Process Safety Management System(PSM) Target	Yes	102	82.3	
	No	22	17.7	
Industry	chemical manufacturing	50	40.3	
	machine tool manufacturing	1	0.8	
	plating	1	0.8	
	pharmaceutical manufacturing	13	10.5	
	painting	2	1.6	
	textile(dyeing, leather)	3	2.4	
	waste disposal	4	3.2	
	printing, coating	4	3.2	
	plastic and rubber manufacturing	3	2.4	
	else	43	34.7	
	Size of Employees	5~20 people	7	5.6
		20~50 people	11	8.9
		50~299 people	59	47.6
More than 300		47	37.9	

Position (multiple responses)	General	11	8.9
	Hazardous Chemicals Manager	54	43.5
	Hazardous Chemicals Handler	20	16.1
	Supervisor	25	20.2
	Safety and Health Manager	36	29.0
	Safety and Health Officer	12	9.7
	Else	13	10.5
Chemical handling and safety related work experience	Less than 1y	5	4.0
	1~3ys	18	14.5
	4~5ys	19	15.3
	6~9ys	32	25.8
	Over than 10ys	50	40.3
Total	124	100.0	

한편, 유해화학물질 개인보호장구 착용 인식에 대한 빈도분석 결과는 다음과 같다(Table 3). 먼저, 유해화학물질 취급자의 개인보호장구 착용에 관한 규정을 인지하고 있는 경우가 총 104명(83.9%)으로 높게 조사되었다. 이는 환경부 화학물질안전원(2018) 조사와 유사한 결과로, 유해화학물질 및 안전물질 관리, 취급자의 규정 인지 수준은 높은 것으로 평가된다. 그러나 산업안전보건법의 보호구 착용 기준과의 차이를 알고 있다는 비율은 43명(34.7%)에 그쳐 현장에서는 화학물질관리법과 산업안전보건법 보호구 규정을 구분하지 않고 이행되고 있음을 확인하였다.

화학물질안전원(2018)에서 제시한 준거[15]에 따라 작업상황 및 사고대비물질을 각각 7가지 및 6가지로 나누어 총 42개의 상황에 따라 호흡보호구를 지급·착용해야 하는 규정에 대한 현장 이행 정도를 파악한 결과, 이행하고 있는 경우가 56명(45.2%)으로 절반에 못 미쳤으며, 보통이다, 이행하지 않는다는 비율이 합 54.9%로 나타나 인식 정도에 비해 이행율이 떨어지는 것을 알 수 있었다.

현장에서 호흡보호구 규정을 이행하지 않은 이유를 복수 응답으로 질문한 결과, ‘호흡보호구 착용 규정이 너무 복잡해서’와 ‘착용이 불편해서’가 각각 54명씩(43.5%) 동일하게 높은 비율로 응답되었다. 화학물질안전원(2018)에서는 호흡보호구 착용 규정의 복잡성을 보기로 제시하지 않았으며, ‘착용의 불편함’이 과반수로 응답된 바 있는데[15], 본 연구에 따르면 규정의 복잡함이 착용 불편함과 같은 수준으로 착용을 이행하지 않는 이유로

해당한다는 것을 확인할 수 있었다. 이에 착용 규정의 간소화가 필요하지에 대해 수요를 질문한 결과 109명(87.1%)의 비율로 다수의 응답자가 해당 규정의 간소화 필요성을 지각하였다.

Table 3. Perception on the Regulations and wearing behaviors

Items		N	%
Awareness of Regulations on the use of Personal Protective Equipment	aware	104	83.9
	middle	18	14.5
	unaware	2	1.6
Awareness of Differences in the Standards for Wearing Protective Equipment between the Chemicals Control Act and the Industrial Safety and Health Act	aware	43	34.7
	middle	50	40.3
	unaware	31	25.0
Degree of on-site implementation	well implemented	56	45.2
	middle	40	32.3
	not implemented	28	22.6
Reasons the notices not implemented	too complicated	54	43.5
	uncomfortable	54	43.5
	hard to understand	17	13.7
Demand for simplification of wearing standards	not necessary	16	12.9
	agree	108	87.1
	middle	10	8.1
	disagree	6	4.8
All		124	100

다음으로 유해화학물질 개인보호장구 착용 행동에 대한 빈도분석 결과를 살펴보면(Table 4), 위험성 평가시 화학물질 노출평가와 위험도를 이용한 화학물질위험평가(CHARM)을 수행하는지 여부에 대해서는 수행을 하고 있는 경우 46명(37%), 하지 않는 경우가 78명(62.9%)으로 하지 않는 경우의 비율이 더 높게 나타났다.

마지막으로, 화학물질 위험성 평가와 연계한 노출수준 및 현재 안전조치 수준을 감안한 보호구 지급·활용에 대한 긍정적인 태도는 105명(84.7%)으로 나타났다. 또한, 호흡보호구의 경우 화관법 기준보다 합리적 조정이 필요하다고 응답한 비율이 112명(90.3%)으로, 호흡보호구의 착용 기준에서 화관법과 산안법 중간 정도의 단계로 현장의 상황에 맞게 합리적으로 조정되어야 할 필요성을 매우 높은 비율로 인식하고 있음을 알 수 있었다.

Table 4. Hazard Evaluation and Demand for adjustment of the standards of protective equipments

Items		N	%
Chemical Hazard Evaluation of CHARM	Yes	46	37.1
	No	78	62.9
Consent to select protective equipment in consideration of chemical risk evaluation	agree	105	84.7
	middle	16	12.9
	disagree	3	2.4
Perception for adjustment of standards for wearing protective equipments	agree	112	90.3
	middle	8	6.5
	disagree	4	3.2
All		124	100

이를 종합해보면, 산업 현장에서의 보호구 착용 실태는 화학물질관리법과 산업안전보건법 보호구 규정을 명확히 구분하지 못하거나 규정의 복잡함, 불편함으로 착용에 어려움을 호소하여 이에 대한 간소화 요구가 존재함을 확인할 수 있었다. 이러한 연유로 화학물질 노출평가 이행률이 떨어지며 화학물질관리법 기준보다 합리적 조정을 호소하는 비율이 높았다. 이러한 인식은 선행연구에서 꾸준히 지적되어 온 것으로[7,8,15] 개선이 필요하다.

특히, 환경부의 화학물질관리법과 고용노동부 산업안전보건법 간 차이 인식에 어려움이 존재한다는 점에서 현장 적합형의 간소화된 보호구 착용 가이드라인이 필요함을 확인하였다. 화학물질관리법에서는 작업상황과 유해성에 따라 호흡보호구를 세분화하여 규정하지만, 산업보건 연구원 관점에서는 실제 화학물질을 사용하는 상황에서 착용하는 보호구 규정이 미흡하다[16].

이와 더불어 안전조치 수준을 감안한 보호구 지급활용에 대한 긍정적 태도를 볼 때, 현장의 의견을 반영한 합리적인 보호구 착용 기준과 적용이 조정된다면 현장 근무자의 작업 만족도를 높이고 안전성을 효과적으로 지킬 수 있을 것으로 기대할 수 있었다.

5. 호흡보호구 선정 제안

설문조사 결과, 관리자의 호흡보호구에 대한 문제인식은 화관법과 산안법 간 명확한 조건 차이를 구분하지 못하는 것과, 보다 원활한 사용을 위해 복잡한 기준의 간소화가 필요하다는 것이었다. 이를 토대로 현장에서 활용도를 높일 수 있는 호흡보호구 선정단계를 제안하고자

하였다. 적용된 로직은 다음과 같다. 첫째, 소방 작업에 대해서는 공기공급식 호흡보호구 중 호스를 사용하는 송기마스크는 사용할 수 없기 때문에 SCBA(Self-contained breathing apparatus)인 공기호흡기를 선정하여야 한다. 또한, 밀폐공간으로 대표되는 산소결핍 우려 장소 및 미지의 위험물질의 방출 우려가 있거나 특히 사고대비물질 중 현재 사용 가능한 흡착제가 없거나 파과시간이 매우 짧은 메틸하이드라진 등 24종의 물질의 경우 공기공급식 호흡보호구인 공기호흡기(SCBA)나 송기마스크를 선정하여야 한다.

둘째, 사고대비물질의 예상 농도가 IDLH(Immediately dangerous to life and health) 이상이면 공기공급식 호흡보호구인 공기호흡기나 송기마스크를 선정하여야 한다. IDLH 미만인 경우 방진마스크, 방독마스크등을 사용한다. 이때 사고대비물질의 물질안전보건자료(MSDS) 2번 유해성·위험성에 눈 자극성 및 부식성이 있는 물질의 경우에는 반면형이 아닌 전면형이나 고글 등을 고려하여야 한다.

사고대비물질의 노출 기준이 있으면 사업장에서 실시한 작업환경측정 결과 등을 참조하여 보호계수를 산정하고 노출기준이 없는 사고대비물질은 물질안전보건자료(MSDS) 2번 유해성·위험성의 H 코드에 있는 건강 유해성을 기초로 KOSHA GUIDE 노출기준 미제정물질 호흡보호구 선정 방법 및 HSE(영국 보건안전청) Respiratory protective equipment(RPE) at work-A Practical Guide의 개념을 적용한다.

HSE 호흡보호구 선정 로직은 건강유해도 그룹을 A~E로 분류하고 하루 사용량, 비산성·휘발성이 조합된 매트릭스에 제시되어 있는 보호계수를 도출한다. 사용량 및 비산성은 과소평가하지 않기 위해 하루 사용량은 대·중·소 중 중(kg, L단위), 입자상 물질의 비산성은 고·중·저 중 중 및 증기가스상 물질의 휘발성은 사용 온도를 20℃에서 끓는점을 기준으로 고휘발성, 중휘발성, 저휘발성으로 구분하였다.

상기 사고대비물질의 유해성·위험성의 H 코드를 기반으로 산정된 할당보호계수는 현장에 적용된 작업환경개선 대책이 있다면 이를 적용(국소배기장치 1/10, 밀폐설비 1/100)하여 계산한다. 유해비를 계산하여 유해비보다 높은 할당보호계수 호흡보호구를 산출한다. 또한, 사고대비물질의 증기압 등을 고려한 물리적 상태를 기준으로 입자상 물질, 가스상 물질, 및 가스입자가 혼합된 상태에 따라 할당보호계수에 적합한 호흡보호구를 선정한다.

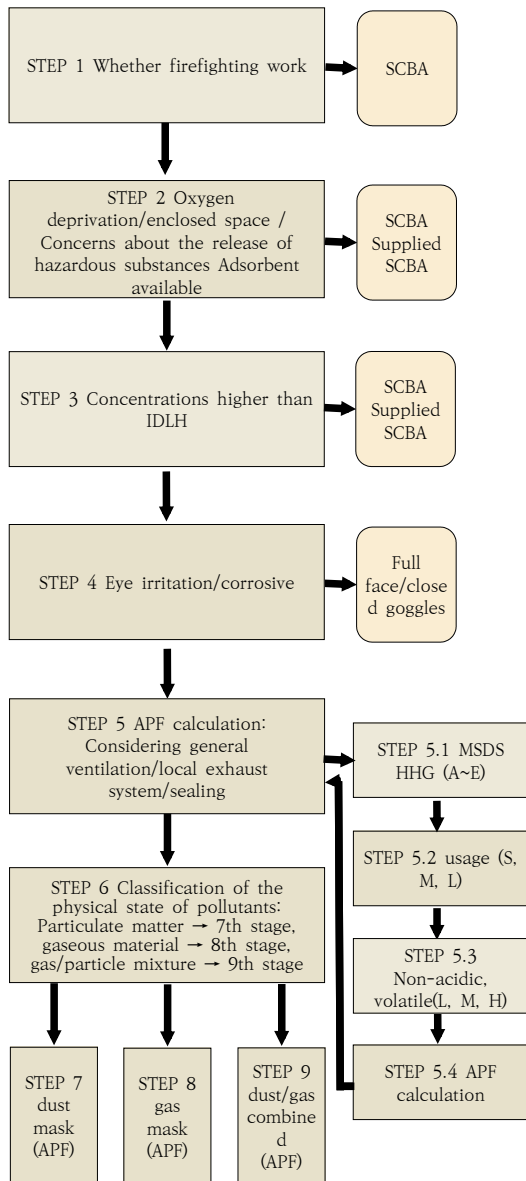


Fig. 5. Field-suitable respirator selection steps

6. 결론

본 연구는 화학물질관리법에서 사고대비물질 취급 근로자 호흡보호구 착용 규정에 대한 현장에서의 착용 활용을 높일 수 있는 호흡보호구의 간소화 선정단계를 제시하고자 하였다. 영국 HSE의 호흡보호구 선정단계, 영국 COSHH Essentials의 노출농도를 저감 개념, 미국 NIOSH를 종합하였다.

설문조사 결과는 현장 착용율을 높이기 위한 합리적인 보호장구 착용 기준 조정이 요구됐다.

특히, 환경부의 화학물질관리법과 고용노동부 산업안전보건법 간 차이에 따라 실제 화학물질을 사용하는 상황에서 착용하는 보호구 규정이 미흡하여 현장 적합형의 간소화된 보호구 착용 가이드라인이 필요함을 확인하였다.

이에 본 연구는 화관법과 산안법 간 차이를 줄이기 위해 할당보호계수 산출 과정을 도입하고, 전체적으로 선정 과정을 조정한 현장 적합형 단계를 제안했다는 점에서 향후 호흡보호구 착용율 증가를 기대한다. 특히, 법령과 이행 간 간극을 줄여 유해화학물질 호흡보호구의 관리 및 보호 방안을 고려했다는 점은 현장 수요를 대변한 것으로, 실무적 활용 가치를 지닌다.

또한, 관련 선행연구가 부족하고 법령에 대한 평가가 미흡한 시점에서 본 연구 내용을 후속 연구에 반영시켜 호흡보호구 안전 향상에 기여하는 기초자료로 활용되도록 해야 할 것이다.

그러나 본 연구는 현장 호흡보호구 관리자와 취급자가 문제점으로 지적한 선정단계에 대한 합리적 조정이 이루어졌는지에 대한 적합한 평가가 이루어지지 않았다는 점은 한계로 남는다. 제안된 호흡보호구 착용 선정단계의 객관적 평가를 위해 전문가 평가 또는 관리자 및 작업자의 시뮬레이션 평가가 요구된다.

또한, 호흡보호구 선정 단계가 복잡하고 모호하다는 점에서 단계 간소화에 집중하였지만, 보호계수 산출에 따른 단계 이행은 불가피한 상황에서 현장 관리자와 취급자로 하여금 유해물질 평가 및 보호계수 산출에 대한 친숙도와 능력을 고려하지 못했다는 점은 한계가 있다.

따라서 추후 적용과 문제점, 개선 방안이 발전적으로 진행된다면 현장과 기준 가이드라인 간 괴리를 좁히고 보다 안전한 화학물질 사용 근무 환경에 도움을 줄 수 있는 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

References

- [1] Korea Occupational Safety and Health Agency, "KOSHA Guide H-82-2020 Guidelines for Selection, Use and Management of Respirator", Korea, pp. 1-47, Oct. 2020.
- [2] J. S. Yang, "Investigation of hazardous risk information awareness of workers handling hazardous chemicals", *Korean Industrial Health Association*, vol. 284, pp. 18-23, Dec, 2011.

- [3] E. C. Jang, T. S. Choi, S. H. Lee, H. D. Yoon, "Effects of Respirator Use Evaluated by Carboxyhemoglobin level in Methylen Chloride-Exposed Workers", *MEDRIC*, vol. 52, pp. 1-1, Jan. 2005.
- [4] B. S. Kim, C. Y. Park, H. W. Yim, H. A. Kim, S. Y. Oh. "Effects of Respirator Use Evaluated by Urinary Hippuric Acid Concentration in Toluene-Exposed Workers", *ANNALS OF OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL MEDICINE*, vol. 13, no. 4, pp. 461-469. Dec. 2001.
DOI: <https://doi.org/10.35371/kjoem.2001.13.4.461>
- [5] H. W. Kim, H. A. Kim, Y. M. Roh, S. S. Chang, "Current Status of Respirator Usage and Analysis of Factors Causing Discontinued Use of Respirator in the Small-Scale Industries in Korea", *Korean Ind. Hyg. Assoc. J.* vol. 8, no. 1, pp. 133-145, May. 1998.
- [6] S. B. Koh, S. J. Chang, Y. B. Cho, H. R. Choi, J. S. An, J. C. Heo, S. H. Wang, K. W. Park, W. R. Lee, B. S. Cha, "Factors associated with Respiratory Usage of Manufacturing Workers Based on the Reasoned Action Theory", *Korean Ind. Hyg. Assoc. J.* vol. 10, no. 2, pp. 27-39, Nov. 2000.
- [7] D. H. Han, K. M. Yoo, "Technical Report: A Development of Preliminary Respirator Selection Guide(PRSG) for Workers Exposed to Chemicals", *Korean Industrial Hygiene Association Journal*, Vol.24, No.3, pp.393, Sep. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.15269/JKSOEH.2014.24.3.393>
- [8] D. H. Han, M. S. Park, Y. S. Cho, C. S. Lee, "Regulations on Wearing Personal Protective Equipment by Hazardous Chemical Handlers and Their Implementation", *Journal of Environmental Health Science*, vol. 47, no.1, pp.101-109, Feb. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.5668/JEHS.2021.47.1.101>
- [9] W. S. Eoh, Y. Choi, and C. S. Shin, "Comparison of Recognition and Fit Factors according to Education Actual Condition and Employment Type of Small and Medium Enterprises", *Journal of the Korean Society of Safety*, vol. 33, no. 6, pp. 28-36, Dec. 2018.
DOI: <https://doi.org/10.14346/JKOSOS.2018.33.6.28>
- [10] Occupational Safety and Health Research Institute, "Development of guidelines for selection of respirator for workers exposed to chemicals", pp. 1-538, Oct. 2013.
- [11] Health and Safety Executive(HSE), "Respiratory protective equipment(RPE) at work-A Practical Guide", pp. 1-59, 2013.
- [12] Health and Safety Executive(HSE), "The technical basis for COSHH essentials : Easy steps to control chemicals", United Kingdom, pp. 1-23, London, UK, 1999.
- [13] National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), "2004 NIOSH Respirator Selection Logic", DHHS (NIOSH), Publication No. 2005-100, NIOSH, 2005.
- [14] Korea Occupational Safety and Health Agency, "Technical Guidelines for Respirator Selection for Workers Handling Chemicals", pp. 1-29, Nov. 2014.
- [15] National Institute of Chemical Safety. "A Study on Field Applicability of Personal Protective Equipment(PPE) with Work Types", pp. 1-88, Nov. 2018.
- [16] Y. S. Choi, "Use of proper protective equipment for handling chemicals", *Korean Industrial Health Association*, vol. 44, pp. 8-14, 2014.

최민제(Min-Je Choi)

[정회원]



- 2021년 8월 : 호서대학교 대학원 안전행정공학과 (공학석사)
- 2021년 8월 ~ 현재 : 호서대학교 대학원 안전행정공학과 (박사과정)
- 2017년 9월 ~ 현재 : 금양그린파워(주) 한화토탈에너지스 현장. 안전보건팀 부장

<관심분야>

건설안전, 위험성평가, 안전보건경영시스템, 안전문화

신우균(Woo-Kyun Shin)

[정회원]



- 2022년 2월 : 호서대학교 대학원 안전행정공학과(공학박사)
- 2001년 12월 ~ 2010년 6월 : 한국산업안전보건공단, 산업안전보건연구원 과장
- 2010년 6월 ~ 2019년 2월 : 고용노동부 산업안전보건 근로감독관
- 2019년 2월 ~ 현재 : 환경부 충청화학재난합동방재센터장, 구미화학재난합동방재센터장 산업안전지도사(화공안전), 산업위생관리기술사

<관심분야>

공정안전, 안전보건경영시스템, 화학안전, 위험성평가

한 진 우(Jin-Woo Han)

[정회원]



- 2022년 8월 : 호서대학교 대학원 안전행정공학과 (공학석사)
- 2022년 8월 : 호서대학교 대학원 안전행정공학과 (박사과정)
- 2013년 1월 ~ 현재 : 고용노동부 근로감독관

<관심분야>

공정안전, 위험성평가, 산업안전보건법, 건설안전

조 규 선(Guy-Sun Cho)

[정회원]



- 2020년 8월 : 송실대학교 대학원 안전보건융합공학과 (공학박사)
- 1992년 1월 ~ 2018년 2월 : 한국 산업안전보건공단 부장
- 2018년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 안전공학과 교수 기계안전기술사, 인간공학기술사 고용노동부 작업 중지해제위원

<관심분야>

공정안전, 안전보건경영시스템, 로봇안전, 위험성평가