

## 중소규모 사업장을 위한 화학물질 위험성평가 개선방안 연구

### Research on Improvement Measures for Chemical Risk Assessment for Small and Medium-Sized Businesses

최지웅<sup>1</sup>, 심우섭<sup>2\*</sup>

Ji Ung Choi<sup>1</sup>, Woo Sub Shim<sup>2\*</sup>

#### 〈Abstract〉

The Ministry of Employment and Labor announced a roadmap for reducing serious accidents to create a “safe and healthy workplace, happy Korea” and ordered a risk assessment for all work processes in all workplaces on November 30, 2022. Accordingly, even workplaces that handle new chemicals must conduct risk assessment when introducing new chemicals, but the risk assessment techniques currently proposed by the government focus on preventing conventional accidents such as falls, getting caught, and bumping. Currently, there is a Chemical Hazard Risk Management (CHARM) technique that is most commonly used for chemical risk assessment, but in small and medium-sized businesses that lack professional manpower related to chemical substances, there are many technical terms in the technique and it is difficult to interpret, so its utilization is very low. Therefore, the purpose of this study is to present a method that can make risk assessment easier and simpler before handling new chemicals so that it can be used well in small and medium-sized businesses that lack professional manpower related to chemical substances. Through actual cases, the method of using CHARM was confirmed step by step, and based on this, risk reduction establishment and execution methods were derived. Based on the results of this study, it is expected that it will be used as the best tool for preventing accidents such as acute poisoning when handling chemicals in small and medium-sized workplaces that lack professional manpower related to chemical substances and

1 정회원, 주저자, 환경부 대구지방환경청 화학안전관리단, 전문위원 1 Expert Member, Chemical Safety Management Group, Daegu Regional Environment Office, Ministry of Environment, Republic of Korea

2\* 정회원, 교신저자, 고용노동부 산업안전보건본부 화학사고예방과, 2\* Division Head(Technical Secretary), Chemical Accident Prevention Division, Occupational Safety and Health Headquarter, Ministry of Employment and Labor, Republic of Korea

E-mail: shimws0720@korea.kr

make every effort to protect workers' health.

*Keywords : Significant Disaster Reduction Roadmap, Risk Assessment, Chemical Hazard Risk Management(CHARM), Small and medium-sized workplaces, Chemical Substances, Accident Prevention*

## 1. 서론

2022년 11월 30일 정부는 “안전하고 건강한 일터, 행복한 대한민국”을 만들기 위한 중대재해 감축 로드맵을 발표하였다[1]. 로드맵의 기본 원칙은 노·사가 스스로 위험요인을 찾아 개선하고 책임지는 “자기규율 예방체계” 구축을 통해 현장의 안전문화를 견인한다는 것이다. 자기규율 예방체계 구축의 핵심은 위험성평가 실시를 전제로 한다. 위험성평가란 사업주가 스스로 유해·위험요인을 파악하고 해당 유해·위험요인의 위험성 수준을 결정하여, 위험성을 낮추기 위한 적절한 조치를 마련하고 실행하는 과정을 말한다[2-6].

그간 우리나라 전체 사업장의 사고사망만인율('17년 0.52%→'19년 0.46%→'21년 0.43%)은 꾸준히 감소해 왔으나, 상시근로자 50인 미만 소규모 사업장의 사고사망 비중은 오히려 지속적으로 증가하고 있다[Fig. 1][7].

근로자의 사망사고 발생 사업장의 가장 큰 특징은 중대재해 발생 작업에 대한 위험성평가가 누락되었거나, 위험성평가를 실시하여 개선대책을 마

련하고도 이행하지 않았던 것으로 알려져 있다[8]. 이는, '13년부터 법제화되어 시행되어 온 위험성평가 제도가 50인 미만 사업장에서 사망사고를 줄이는 데 효과적인 도구가 아님을 반증하고 있다. 아울러, 산업안전보건법·제도의 불완전 정비, 위험성평가가 복잡하고 어렵다는 인식 등으로 인해 현장에서 효과적으로 작동하지 않는 한계가 있었다. 이에 따라, 최근 고용노동부에서 고시 개정을 통해 쉽고 간편한 위험성평가 방법인 위험성 수준 3단계 판단법, 체크리스트법, 핵심용인 기술법 등을 제시하였다[9].

하지만, 정부에서 제시한 위험성평가는 재래형 사고인 추락, 끼임, 부딪힘에 초점을 맞추고 있는 한계가 있다. 특히, 새로운 화학물질을 취급하는 사업장에서는 화학물질에 관한 위험성평가 방법이 필요하다. 현재 화학물질 위험성평가에 가장 많이 활용되는 방법인 Chemical Hazard Risk Management(CHARM)[10-12]이 있지만, 화학물질 전문인력이 부족한 중소기업에서는 활용도가 매우 낮다. CHARM이 화학물질의 유해성 및 노출수준과 연계한 종합적인 화학물질 위험성평가 도구로 마련되었다고 하지만 사실 전문적인 용어도 많고 해석하기도 어렵다.

이에 본 연구에서는 새로운 장비 도입 또는 변경, 공정 추가 등으로 인해 새로운 화학물질을 취급해야 하는 사업장에서 화학물질로 인한 급성중독 등의 사고예방을 위해 위험성평가를 좀 더 쉽고 간편하게 할 수 있는 방법을 제시하여 화학물질 관련 전문인력이 부족한 중소기업에서 활용할 수 있도록 하기 위한 목적이 있다.



Fig. 1 Accidental death rate at small businesses with less than 50 employees

## 2. 위험성평가 단계 사례 분석 연구

### 2.1 사전 단계

우선 신규 화학물질을 새로 도입하여 제조·사용하는 사업장에서는 위험성평가를 실행하기 앞서 사전준비를 해야 한다. 사전준비란 위험성평가 실시규정 작성 및 관리, 평가대상 선정, 평가에 필요한 자료를 수집하는 단계를 의미한다. 부서 또는 공정(작업) 단위로 화학물질의 위험성을 충분히 나타낼 수 있는 단위로 구분(조지도, 작업표준서 등 활용)하고 Material Safety Data Sheet(화학물질 취급명세서, 이하 MSDS), 작업환경측정결과, 특수건강검진결과표, 화학물질 취급량현황 등 자료를 수집해야 한다. 그 다음으로 사전준비 단계에서 수집한 자료를 단위작업 장소별로 취급화학물질을 목록화하여 유해·위험요인을 파악해야 한다. 그 다음 화학물질명, 제조 또는 사용여부, 사용용도, 월 취급량, 유소전자 발생여부 그리고 MSDS 보유 여부를 확인해야 한다. 위험성은 노출수준(가능성)과 유해성(중대성)의 조합으로 판단한다.

Table 1. Risk judgment standard

유해성(중대성) 노출수준(가능성)		최대	대	중	소
		4	3	2	1
최상	4	16	12	8	4
상	3	12	9	6	3
중	2	8	6	4	2
하	1	4	3	2	1

### 2.2 노출수준 판단

노출수준(가능성)은 방법 1) 방법 2) 방법 3의 우선순위를 적용하여 노출수준을 결정한다.

Table 2. Methods for Determining Exposure Levels (Possibility)

구분	평가기준	평가방법
방법 1	직업병 유소전자(D1)	직업병 유소전자가 발생한 경우노출수준 = 4 등급
방법 2	작업환경 측정결과	노출수준*에 따라 4단계로 분류 * (측정결과/노출기준) × 100
방법 3	하루 취급량 및 비산성/휘발성 등	하루 취급량과 비산성/ 휘발성을 조합한 후 밀폐·환기상태를 반영하여 4단계로 분류

방법 1은 특수건강진단결과표를 확인하여 직업병 유소전자(D1)가 발생된 경우 노출수준을 4등급으로 결정하고, 직업병 유소전자(D1)가 없는 경우에는 “방법 2 또는 방법 3”을 적용하면 된다. 방법 2는 화학물질별 측정결과를 활용하여 Table 3과 같이 노출수준을 결정하고, 측정결과가 없는 경우 “방법 3”을 적용하면 된다. 예를 들어, 직업병 유소전자(D1) 발생이면 노출수준(가능성)은 4등급으로 결정하면 된다.

Table 3. Exposure level (possibility) with work environment measurement results

구분	가능성	내용
최상	4	화학물질(분진)의 노출수준이 100% 초과
상	3	화학물질(분진)의 노출수준이 50% 초과 ~ 100% 이하
중	2	화학물질(분진)의 노출수준이 10% 초과 ~ 50% 이하
하	1	화학물질(분진)의 노출수준이 10% 이하

방법 3은 작업환경측정결과가 없는 경우에는 화학물질의 하루 취급량과 비산성 또는 휘발성을 조합한 후 밀폐·환기상태를 반영하여 노출수준을 결정한다. 하루 취급량은 하루 동안 취급하는 유

해화학물질 양의 단위에 따라 Table 4와 같이 분류하고, 비산성은 화학물질의 발생형태가 분진, 흡인 경우 Table 5와 같이 비산성을 분류하고, 그리고 휘발성은 화학물질의 발생형태가 가스, 증기, 미스트 등인 경우 Table 6과 같이 휘발성을 분류하면 된다.

Table 4. Criteria for classifying daily handling volume

구분	3(대)	2(중)	1(소)
단위	ton, m <sup>3</sup> 단위	kg, l 단위	g, ml 단위
하루 취급량	1ton이상, 1m <sup>3</sup> 이상	1,000kg미만~ 1kg이상 1,000 l 미만~ 1 l 이상	1,000g미만 1,000ml미만

Table 5. Fragile Classification Criteria

구분	비산성
3(고)	미세하고 가벼운 분말로 취급 시 먼지 구름이 형성되는 경우
2(중)	결정형 입상으로 취급 시 먼지가 보이거나 쉽게 가라앉는 경우

Table 6. Volatility Classification Criteria

구분	3(대)	2(중)	1(소)
사용(공정)온도가 상온(20℃)인 경우	끓는점 < 50℃	50℃ ≤ 끓는점 ≤ 150℃	150℃ < 끓는점
사용(공정)온도(X)가 상온이 외의 온도인 경우	끓는점 < (2X+10)℃	(2X+10)℃ ≤ 끓는점 ≤ (5X+50)℃	(5X+50)℃ < 끓는점

이를 통해 하루취급량, 비산성 그리고 휘발성을 조합하여 Table 7과 같이 노출수준을 결정하며 된다.

Table 7. Exposure level according to daily handling amount, non-acidity, and volatility

하루 취급량	비산성 (분진, 흡 상태)			휘발성 (액체, 가스 상태)		
	3 (고)	2 (중)	1 (저)	3 (고)	2 (중)	1 (저)
3 (대)	4	4	2	4	3	2
2 (중)	3	3	2	3	3	2
1 (소)	2	1	1	2	2	1

그 다음 화학물질을 사용하는 작업장의 밀폐·환기상태를 Table 8과 같이 분류해야 한다.

Table 8. Sealed and ventilated condition classification criteria

구분	밀폐·환기상태
2(매우 양호)	원적조작·완전밀폐
1(양호)	국소배기장치 설치

마지막으로 최종 노출수준을 결정하기 위해서 결정된 노출수준과 밀폐·환기상태를 고려하여 최종 노출수준을 결정하되 최소값은 1등급을 적용하면 된다.

### 2.3 유해성수준 판단

유해성(중대성)은 Table 9와 같이 방법 1) 방법 2) 방법 3)의 우선순위를 적용하여 노출수준을 결정한다. CMR은 발암성(Carcinogenicity), 생식세포 변이원성(Mutagenicity), 생식독성(Reproductive toxicity)을 의미한다.

방법 1은 고용노동부고시 제2020-48호(2020.1.14.) [13] 및 물질안전보건자료 (MSDS)를 확인하여 해

당 화학물질이 발암성, 생식세포 변이원성 및 생식독성(CMR) 물질에 해당하는 경우 유해성을 4등급으로 결정하고 CMR 물질에 해당하지 않는 경우 “방법 2 또는 방법 3”을 적용하면 된다. 예를

Table 9. Hazard (significance) classification criteria

구분	평가기준	평가방법
방법 1	CMR(1A, 1B, 2) 물질	CMR 물질인 경우 유해성 = 4등급
방법 2	노출기준	노출기준값에 따라 4단계 분류
방법 3	위험문구(R-phrase) /유해·위험문구(H-code)	위험문구/유해·위험문구에 따라 4단계 분류

Table 10. Hazard (significance) classification criteria

구분	중대성	노출기준	
		발생형태분진	발생형태증기
최대	4	0.01mg/m³ 이하	0.5ppm 이하
대	3	0.01~0.1mg/m³ 이하	0.5~5ppm 이하
중	2	0.1~1mg/m³ 이하	5~50ppm 이하
소	1	1~10mg/m³ 이하	50~500ppm 이하

Table 11. Hazard (significance) classification criteria

등급	EU위험문구 (R-phrase)	GHS 유해·위험문구 (H-code)
최대	4(E) Muta cat 3 R40, R42, R45, R46, R49	H340, H341, H350, H334
	4(D) R26, R27, R60, R61, R62, R63	H300, H310, H330, H304, H370, H372, H351, H360, H361
대	3(C) R23, R24, R25, R34, R35, R37, R41, R43,	H301, H311, H331, H314, H371, H373, H335, H317, H318
중	2(B) R20, R21	H302, H312, H332, H305
소	1(A) R36, R38, 2-4등급에 분류되지 않은 기타 위험문구	H315, H319, H362, H336 2-4등급에 분류되지 않은 기타 유해·위험문구

들어, CMR 물질(1A, 1B, 2)에 해당하면 유해성(중대성)등급은 4등급으로 결정하면 되는 것이다.

방법 2는 노출기준이 설정되어 있는 화학물질은 발생형태(분진 또는 증기)에 따라 노출기준을 적용하여 Table 10과 같이 유해성을 결정한다.

단시간노출기준(Short Term Exposure Limit, STEL) 또는 최고노출기준(Celling, C)만 규정되어 있는 화학물질이나 노출기준이 10mg/m³(분진) 또는 500ppm(증기)을 초과하는 경우, 노출기준이 미설정 되어 있는 경우에는 “방법 3”을 적용한다.

방법 3는 물질안전보건자료(MSDS)의 위험문구(R-phrase) 또는 유해·위험문구(H-code)를 활용하여 Table 11과 같이 유해성을 결정하면 된다.

## 2.4 위험성결정

위험성결정은 매우 중요한 단계이며, 위험성 수준과 산업안전보건 법령에서 정한 기준 및 사업장에서 자체적으로 설정한 허용 가능한 위험성의 기준을 비교하여 Table 12와 같이 허용 가능 여부를 판단한다.

예를 들어, 허용 불가능이란 위험성 크기가 4인 화학물질 중 직업병 유소견자가 발생(노출수준=4등급) 하였거나 해당 화학물질이 CMR물질(유해성=4등급)인 경우를 말한다.

Table 12. Determining the level of acceptable risk

위험성 크기		허용 가능 여부	개선의 정도
12~16	매우 높음	허용 불가능	즉시 개선
5~11	높음		가능한 한 빨리 개선
3~4	보통	허용 가능 또는 허용 불가능	연간계획에 따라 개선
1~2	낮음	허용 가능	필요에 따라 개선

### 3. 위험성평가 방법 적용

본 연구에서 제시한 화학물질 위험성평가 방법(노출수준, 유해성수준)를 적용해 보기 위해 50인 미만의 화학물질 취급사업장의 안전관리자(21명)를 대상으로 화학물질 취급사업장 위험성평가 교육을 실시하였다. 사업주가 위험성평가를 실시하여야 할 법적 근거는 「산업안전보건법」 제36조에서는 사업주가 스스로 위험성평가를 실시하도록 의무를 부여하고 있으며, 「사업장 위험성평가에 관한 지침」(고용노동부고시 제2023-19호, 2023.05.22)에서는 위험성평가의 방법, 절차, 시기 및 그 밖에 필요한 사항에 대해 자세하게 규정하고 있다. 교육시간은 한 물질당 2시간 정도 소요되었지만, 숙달 될 경우 1시간 정도 소요 될 것으로 예상된다. 다만, 각 사업장에서 취급하는 물질은 기업정보인 관계로 공개는 할 수가 없다.

### 4. 분석 및 적용 결과

본 연구에서는 화학물질 위험성평가 방법을 제시하였고 이를 화학물질 취급사업장의 안전관리자를 통해 취급하는 화학물질의 노출수준 및 유해성 수준을 결정하는 데 적용 해 보았다. 이를 바탕으로 실제 사업장 내 위험성 감소 수립 및 실행을 위해서 다음과 같은 실천사항을 도출할 수 있었다.

첫째, 위험성의 크기, 영향을 받는 근로자 수 등을 고려하고 안전보건 상 중대한 문제가 있는 경우 즉시 위험성 감소 조치를 실시하고 안전보건 부서를 통해 제거 활동을 병행해야 한다.

둘째, 감소대책 중 법령에 규정된 사항은 반드시 실시하며 감소대책 실행 후 해당 공정(작업)의 위험성의 크기가 사전에 자체 설정한 허용 가능한 위험성의 범위인지 확인해야 한다.

셋째, 화학물질 취급 사업장의 '작업환경 관리상태 체크리스트 Table 13을 활용하여 ① 작업환경 관리상태 평가내용의 적용 가능/대상여부를 결정하고 ② ①에서 결정된 가능/대상 항목 중 현재 실시/적용여부 확인 하고 ③ ①에서결정된 가능/대상 항목 중 2에서 현재 실시/적용 대상이 아닌 항목을 목록화하여 작업환경 개선대책을 수립 해야 한다. 작업환경 관리상태 체크리스트는 화학물질 취급사업장 뿐만 아니라 전 사업장에서도 활용할 수 있을 것이다.

넷째, 작업환경 개선대책 수립 및 실행 우선순위는 화학물질 제거→화학물질 대체→공정변경(습식)→격리(차단, 밀폐)→환기장치 설치 또는 개선→보호구 착용 등 관리적 개선 순서로 할 것을 제안한다. 이를 통해 각 단계별 유해·위험 요인을 도출 할 수 있고 사전에 제거할 수 있는 기회가 마련되어 근로자의 안전을 보호하는 데 큰 도움이 될 것으로 보인다.

다섯째, 사업주는 위험성평가 실시 후 결과가 나오면 모든 근로자에게 공유하여 사전에 위험성을 인지할 수 있도록 해야 한다. 또한, 관리감독자를 통해 유해·위험 요인이 제거되고 대책이 마련되었는지 확인해야 한다.

여섯째, 교육에 참여한 안전관리자들의 화학물질 위험성평가 교육의 만족도는 매우 높은 것으로 나왔다. 유해성 판단 기준 등을 위한 전문용어가 많이 이해하기 어려운 내용을 알기 쉽게 단계별로 설명한 것에 도움이 되었다는 것이다.

업계에서는 실제 교육 기회를 더 넓히도록 요구하고 있어 정부에서도 산하기관인 한국안전보건공단 및 민간재해예방기관을 통해 화학물질 위험성평가 방법에 대한 교육 기회를 제공해야 한다. 또한, 화학관련 학과를 졸업한 안전관리자의 경우에는 습득 및 적용 속도가 상당히 높았다. 이는 기본적인 화학지식을 가진 피교육자라만 충분히

Table 13. Work Environment Management Status Checklist

공정(작업)명:		
물질명:		
<b>1. 물질의 유해성</b>		
번호	작업환경 관리상태	확인결과 (비대상/적정/개선필요 중 선택)
A	현재 취급하고 있는 물질보다 독성이 적은 물질로 대체 가능한가?	
B	현재 발암성 물질을 취급하고 있다면 비발암성 물질로 대체 가능한가?	
C	현재 유해물질 취급공정의 폐쇄가 가능한가?	
<b>2. 물질 노출 가능성</b>		
A	현재 사용하는 화학물질의 사용량을 줄일 수 있는가?	
B	분진 등 고체상 물질의 경우 습식작업이 가능한가?	
C	유해물질 취급공정의 완전 밀폐가 가능한가?	
D	유해물질 발생 지점에 국소배기장치의 설치가 가능한가?	
E	국소배기장치의 후드를 유해물질 발생원에 현재보다 좀 더 가까이 설치 가능한가?	
F	후드 위치가 근로자의 호흡기 영역을 보호하고 있는가?	
G	포집 효율을 높이기 위한 Flange 설치가 가능한가?	
H	국소배기장치의 제어풍속이 법적기준을 만족하는가?	
I	국소배기장치의 성능을 주기적으로 점검하는가?	
J	전체 환기장치를 병행하여 설치 가능한가?	
<b>3. 작업방법</b>		
A	유해물질 취급공정을 인근 공정 및 작업장소와 격리하여 작업할 수 있는가?	
B	유해물질 취급공정과 인근 작업장소 사이의 공기 이동을 차단하기 위한 차단벽 설치가 가능한가?	
C	현재 유해물질 취급작업을 자동화 또는 반자동화로 공정변경이 가능한가?	
D	유해물질 용기를 별도의 저장장소에 보관 가능한가?	
E	유해물질의 직접 접촉없이 취급 가능한가?	
<b>4. 관리방안</b>		
A	특수건강진단을 정기적으로 실시하고 있는가?	
B	작업환경측정을 정기적으로 실시하고 있는가?	
C	취급 화학물질에 대한 근로자 교육을 실시하는가?	
D	개인전용의 호흡용 보호구가 적정하게 지급되는가?	
E	근로자의 작업 중 호흡용 보호구를 착용하고 있는가?	
F	호흡용 보호구의 성능이 적정하게 관리되는가?	
G	작업장에 호흡용 보호구 착용 표지판을 설치했는가?	
H	보호구 보관함이 설치되어 청결하게 관리되고 있는가?	
I	화학물질 취급 공정에 대한 청소 상태는 계시·비치했는가?	
J	취급 화학물질의 MSDS를 계시·비치 했는가?	
K	취급 화학물질의 용기·포장에 경고표시를 부착했는가?	
<b>5. 기타 개선대책</b>		
A	작업환경 관리상태	
	개선대책	

따라 할 수 있는 위험성평가라는 것을 증명 해 주었다.

일곱째, 업종별·규모별로 나눈 위험성평가 세부 설명서가 마련된다면 실제 사례를 통해 교육이 필요하며 특히, 사업장 별 위험성평가 우수사례 경진대회를 주기적으로 실시하여 우수사례 모음집도 마련할 필요하다.

여덟째, 여전히 중소기업에서는 작업 전에 위험성평가는 해야 하는 줄은 알지만 어떤 방법이 가장 효과적인지는 잘 모르고 있으므로 정부에서는 앞으로도 다양한 작업 예시를 통해 사업주, 현장소장, 근로자대표, 그리고 작업반장 모두가 위험성평가를 적극적으로 실시하려는 안전문화를 정착을 위해 위험성평가를 실시한 사업장에 경미한 위반사항에 대한 감경 등과 같은 인센티브 부여 등의 제도적 보완이 필요하다.

## 5. 결론 및 시사점

정부에서는 여전히 위험성평가를 어렵고 복잡하게 생각하는 중·소규모 사업장의 현황을 파악해 볼 필요가 있다. 이를 지원하기 위해서는 무엇보다 쉽고 간편하게 위험성평가를 따라 할 수 있는 다양한 방법을 제시하고 세부 설명서를 마련·배포해야 한다. 특히, 이번 화학업종 뿐만 아니라 업종별(제조, 건설, 기타 등)·규모별(500인 이상, 300인 이상 499인 이하, 50인 이상 299인 이하, 50인 미만 등)로 맞춤형 위험성평가 기법을 포함한 세부 설명서가 필요하다. 또한, 정부에서 배포·마련된 세부설명서는 사업장 여건과 유해·위험요인의 특성을 고려하여 효과적인 방법을 선택하여 활용해야 할 것이다.

본 연구 결과를 통해, 화학물질로부터 ‘더 안전하고 건강한 일터’를 만들기 위해서 어디서부터

어떤 조치가 필요한지 파악할 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 본 연구에서 제시한 화학물질 위험성평가 기법은 화학물질 전문인력이 부족한 중소기업 사업장에서 유용하게 사용할 수 있을 것이라 기대한다.

## 참고문헌

- [1] Ministry of Employment and Labor, Announcement of Severe Accident Reduction Roadmap to leap forward as an industrial safety advanced country, [Accessed on 24 August 2023] Available from: URL: [https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news\\_seq=14301](https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news_seq=14301)
- [2] Ministry of Employment and Labor, Occupational Safety and Health Act Article 36(Implementation of risk assessment), [Accessed on 22 August 2023] Available from: URL: [https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news\\_seq=14301](https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news_seq=14301)
- [3] H. Choi, C. Kim, “Risk Assessment for Disaster Reduction in Small-Scale Construction Sites”, Journal of The Korean Society of Disaster Information, vol. 18, no. 2, pp. 395-404, (2022).
- [4] S.-T. Kim, C. Kim, “A Study on the Improvement of Risk Assessment Method in Laboratory”, Journal of The Korean Society of Disaster Information, vol. 18, no. 3, pp. 444-456, (2022).
- [5] J.-W. Lee, C. Kim, “A Study on the Risk Assessment for Strengthening Management Safety of Hydrogen Fueling Station”, Journal of The Korean Society of Disaster Information, vol. 18, no. 3, 520-531, (2022).
- [6] J.-B. Lee, “Analysis of operation system establishment cases for efficient use of risk assessment at construction sites – H Focusing on construction Company cases”, Journal of The Korean Society of Disaster Information,



- vol. 18, no. 4, pp. 828-838, (2022).
- [7] Y.H. Cho, D.Y. Kim, “An analysis of the Characteristics of Workplaces with Fatal Accidents: Focusing on the effective labor inspection”, Research Report(2022-Occupational Safety and Health Research Institute-776), (2022).
- [8] Korea Chamber of Commerce and Industry, The key to the Severe Accident Punishment Act is risk assessment, [Accessed on 20 August 2023] Available from: URL: [https://www.korcham.net/nCham/Service/Economy/appl/KcciReportDetail.asp?SEQ\\_NO\\_C010=20120936373&CHAM\\_CD=B001](https://www.korcham.net/nCham/Service/Economy/appl/KcciReportDetail.asp?SEQ_NO_C010=20120936373&CHAM_CD=B001)
- [9] Ministry of Employment and Labor, Reorganization of “risk assessment”, a key tool of the self-discipline prevention system, to make it easy and convenient and to emphasize participation, [Accessed on 19 August 2023] Available from: URL: [https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news\\_seq=14751](https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news_seq=14751)
- [10] H.-A. Park, S.-Y. Choi, I. Wu, D. Lee, “Assessment of Risk of Exposure to Chemicals in the Analysis Centers of Organizations for measuring the Working Environment, using CHARM”, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, vol. 18, no. 4, pp. 660-668, (2017).
- [11] J. Cho, T.-H. Jeong, “Risk Assessment of exposure to the extinguishing agents using CHARM”, Journal of The Korean Society of Hazard Mitigation, vol. 10, no. 2, pp. 35-41, (2017).
- [12] J. Cho, “Study on the Safe use of the Chemical Extinguishing Agent”, Fire Science and Engineering, vol. 32, no. 2, pp. 118-129, (2018).
- [13] Ministry of Employment and Labor, Guidelines for the evaluation of workplaces(Ministry of Employment and Labor Notification No. 2023-19), [Accessed on 24 August 2023] Available from: URL: <https://www.law.go.kr/admRulSc.do?menuId=5&subMenuId=41&tabMenuId=183&query=%EC%9C%84%ED%97%98%EC%84%B1%ED%8F%89%EA%B0%80#liBgcolor2>
- [14] Korea Occupational Safety and Health Agency, Guidelines for Workplace Safety Checks and Inspections, KOSHA Guide Z -6-2022, pp. 1-27

---

(접수: 2023.08.28. 수정: 2023.09.13. 게재확정: 2023.09.22.)