

## 전자산업 공정에서 사용한 부품, 기계류 세정(cleaning) 작업 안전보건 가이드

이승희<sup>1\*</sup> · 김소연<sup>2\*</sup> · 조경이<sup>3,4</sup> · 황영우<sup>5</sup> · 이경희<sup>6</sup> · 정광재<sup>7</sup> · 박동욱<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>한국방송대학교 보건환경학과, <sup>2</sup>창원파티마병원, <sup>3</sup>서울대학교 보건대학원 환경보건학과,  
<sup>4</sup>국립암센터 암예방사업부, <sup>5</sup>LG 디스플레이 보건정책 Task, <sup>6</sup>주한미군, <sup>7</sup>산업안전보건연구원

## Development of an Occupational Safety and Health (OSH) Guide for Safely Cleaning Contaminated Machinery, Equipment, and Parts Used in the Electronics Manufacturing Process

Seunghye Lee<sup>1\*</sup> · Soyeon Kim<sup>2\*</sup> · Kyung Ehi Zoh<sup>3,4</sup> · Yeong Woo Hwang<sup>5</sup> ·  
Kyong-Hui Lee<sup>6</sup> · Kwang Jae Chung<sup>7</sup> · Dong-Uk Park<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>Department of Environmental Health, Korea National Open University

<sup>2</sup>Changwon Fatima Hospital, Changwon, Republic of Korea

<sup>3</sup>Department of Environmental Health, Graduate School of Public Health, Seoul National University

<sup>4</sup>National Cancer Control Institute, National Cancer Center

<sup>5</sup>LG Display, Health Care Policy Task

<sup>6</sup>US Army 65th Medical Brigade, Force Health Protection and Preventive Medicine Unit

<sup>7</sup>Occupational Safety and Health Research Institute

### ABSTRACT

**Objectives:** This study aims to develop an Occupational Safety and Health (OSH) guide for the safe cleaning of contaminated machinery, equipment, and parts used in the electronics manufacturing process.

**Methods:** A literature review, field investigations, and discussions were conducted. An initial draft of an OSH guide was developed and reviewed by experts with significant experience in maintenance work in the electronics manufacturing process in order to refine the guide.


**Results:** Workers involved in cleaning processes with chemicals, solvents, and abrasive blasting can face exposure to a wide range of chemicals, abrasives, and noise. Identifying potential risks associated with each cleaning technique was an essential first step toward enhancing safety measures. The OSH guide comprises approximately eleven to twelve sections spanning 20–25 pages. It includes engineering and administrative protocols systematically organized to address the necessary actions before, during, and after cleaning tasks, depending on the technique. It is recommended that airline respirator masks be used in conjunction with an air purification system to ensure adherence to air quality standard "D" for atmosphere level. The use of an oil-free air compressor is advised, preferably a stationary model that does not rely on fuel sources like diesel.


\*SL and SK contributed equally to this work.


†Corresponding author: Dong-Uk Park, Phone: +82-2-3668-4707, E-mail: pdw545@gmail.com


Department of Environmental Health, Korea National Open University, 86 Daehak-ro, Jongnogu, Seoul, 03087, Republic of Korea


Received: November 24, 2023, Revised: December 9, 2023, Accepted: December 29, 2023


 Seunghye Lee <https://orcid.org/0000-0003-4693-811X>


 Kyung Ehi Zoh <https://orcid.org/0000-0002-2821-070X>

 Kyong-Hui Lee <https://orcid.org/0000-0001-6709-0280>

 Dong-Uk Park <https://orcid.org/0000-0003-3847-7392>

 Soyeon Kim <https://orcid.org/0000-0001-8080-3126>

 Yeong Woo Hwang <https://orcid.org/0009-0007-7230-5486>

 Kwang Jae Chung <https://orcid.org/0009-0007-3754-3702>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Conclusions:** This OSH guide is designed to protect workers involved in maintenance activity in the electronics industry and aligns with global standards, such as those from the International Organization for Standardization (ISO) and Semiconductor Equipment and Material International, ensuring a higher level of safety and compliance.

**Key words:** abrasive blasting, cleaning, occupational safety and health (OSH) guide

## I. 서 론

모든 공정에는 표준작업절차서(standard operating procedures, SOP)가 있다. 이는 기업과 조직이 일상적인 업무를 일관되고 효과적으로 수행할 수 있도록 도와주는 일련의 단계별 업무 지침이다. SOP는 효율성, 품질, 성능의 균일성을 달성하는 것을 목표로 한다(Britannica, 2023). 이러한 SOP에 '안전 및 보건 프로토콜(이하 안전보건 가이드 또는 가이드)'을 통합하면 근로자는 물론 공정이나 작업의 안전을 보장할 수 있다. 안전한 작업 절차는 유무형의 좋은 제품을 생산하기 위한 SOP와 함께 동등한 수준으로 따라야 하는 지침이다(ISC, 2023).

세정 또는 세척 작업(cleaning, 이하 세정)은 유기용제, 산, 알칼리 등 화학물질이나 연마재 등을 사용하여 공정 설비, 장비, 기계 등의 표면에 붙은 산화물의 피막, 이물질, 녹, 먼지 등 오염물질을 제거하는 기술이다. 각종 연마재(모래, 금속, 강철 샷 또는 그릿, 유기물질 등)를 고속으로 분사하는 블라스팅(blasting)도 세정 기술이다. 전자산업 공정에서는 일정 기간 사용한 금속과 비금속 부품, 기계, 장비 등의 원래 기능을 회복하기 위해 세정 작업이 광범위하게 활용되고 있다. 그런데 세정 공정에서는 각종 화학물질, 먼지, 소음 등의 노출로 인한 안전사고와 질병 위험이 있다. 세정 작업자들이 사용하는 유기용제 등 화학물질 노출로 인한 급성중독 사례도 자주 보고되고 있다(Ogawa et al., 2008; Zhanget al., 2020; Kim, 2023).

본 연구의 대상은 전자산업 공정 설비에서 오염된 각종 금속과 비금속 부품, 기계, 장비 등을 해체하여 오염물질을 원청 밖 장소(기업)에서 세정하는 작업 전반에 대한 안전보건 가이드로 한정하였다. 본 연구의 목표는 세정 기술의 원리와 세정 기술별로 주요 안전보건 유해 인자를 고찰하고, 이를 바탕으로 안전보건 가이드의 주요 내용을 개발하는 것이다. 반도체 등 전자산업 제품(웨이퍼 등)을 클린룸(clean room) 안에서 세정하는 작업은 포함하지 않았다. 본 안전보건 가이드를 바탕으로 세정 기술, 세정 방법, 작업 특성에 따라 구체적인 안전보건

가이드를 추가로 개발할 수 있다.

## II. 조사 방법과 범위

### 1. 조사 방법

문헌 고찰, 현장 방문, 공정 및 안전보건 전문가 자문을 통해 안전보건 가이드를 개발하였다. 문헌 고찰 시 PubMed(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>)에서 주요어로 cleaning using chemical and solvent 또는 abrasive blasting을 입력하고 본 연구와 관련되는 문헌을 정리하였다. 또한 Bing(<https://www.bing.com/>)에서 영문으로 질문(예, please tell us literatures studying hazards cleaning using acid, alkaline and solvent)을 제시하고, 관련되는 문헌 중 본 연구와 연관된 문헌을 정리하였다. 이후 현장 공정 방문을 통해 문헌 고찰로 정리한 안전보건 위해 요인, 대책 등이 적절한지 확인하였다. 이런 방식으로 먼저 문헌 고찰을 통해 안전보건 가이드 초안을 개발하고, 현장 방문과 토론으로 수정한 후, 안전보건 전문가와 공정 전문가로부터 추가 교정 등 자문을 받아 완성하였다. 이후 최종 전문 교열을 통해 안전보건 가이드 전문을 이해하기 쉽게 교정하였다.

본 가이드는 주로 반도체와 디스플레이 등 전자산업 공정에서 사용한 금속과 비금속 부품, 기계, 장비 등의 공정에서 오염된 물질을 제거하는 세정 기술 내용을 다루었다. 본 논문에서는 세정 기술 배경과 목적, 절차, 주요 내용 등 핵심 내용만 제시하고 토론하였다. 안전보건 가이드 전문은 부록으로 제시하였다.

### 2. 조사 범위

본 연구의 안전보건 가이드에서 다룬 주요 세정 기술은 산, 알칼리, 유기용제, 연마 블라스팅이다. 스크러빙(scrubbing), 초음파, 고압 스팀, 플라즈마, 오존 등의 세정 기술은 제외하였다. 세정 대상은 전자산업 제조공정의 설비에서 해체한 금속과 비금속 부품, 기계, 장비 등에 붙은 각종 오염물질로 제한하였다. 그러나 본 연

구에서 개발한 세정 작업 안전보건 가이드는 제조업 등 다른 산업의 세정 기술에도 광범위하게 활용될 수 있도록 구성하였다.

### III. 조사 결과

#### 1. 세정 기술 기본 이론 고찰

세정 기술별로 주요 세정 이론과 세정 사례를 정리하였다(Table 1)(Sparks, 2008). 구체적인 세정 기술과 세정 방법에 따라 세정에 사용하는 물질, 도구 등은 달라질 수 있다. 세정 기술별로 산업안전보건 측면에서 주요 세정 원리와 방법을 설명하였다.

##### 1) 유기용제 탈지 세정

전자산업 공정에서 사용한 금속과 비금속 부품, 기계, 장비 등을 작동할 때 그리스, 윤활유 등이 묻을 수 있다. 이들을 녹이고 제거하기 위해 적절한 유기용제, 산, 알칼리 등 화학물질을 사용하여 탈지 작업을 수행한다(Sparks, 2008). 이는 유기용제 증기가 먼지, 기름, 얼룩과 상호작용하여 이들의 결합을 느슨하게 하는 특성을 이용하는 것이다. 유기용제를 추출하여 오염물질을 함께 제거하면 물품은 건조하거나 거의 건조한 상태로 남는다는 장점도 있다. 기름 얼룩을 제거하고 민감한 소재의 품질과 외관을 유지하는 데 적합하다.

##### 2) 산과 알칼리 등 세정

세정제로 사용하는 화학물질에는 부식성 산, 강알칼리, 유기용제 등 유해 물질이 포함되어 있다. 황산( $H_2SO_4$ ), 염산(HCl), 질산( $HNO_3$ ), 인산( $H_3PO_4$ )과 같은 산성 용액을 희석하여 금속과 비금속 부품에서 잘 지워지지 않는 오염물질이나 산화물 층을 제거할 수 있다. 수산화나트륨(NaOH), 수산화칼륨(KOH)과 같은 알칼리성 용액으로는 금속과 비금속 부품에서 유기 오염물질, 그리스, 플렉스 잔류물을 효과적으로 제거한다(Sparks, 2008; Admin, 2013).

##### 3) 연마 블라스팅

노즐을 통해 압축공기와 함께 연마 입자를 고속으로 뿜어 표면의 오염물질, 스케일, 코팅을 제거하는 기술이다. 금속과 비금속의 종류, 제거할 오염물질의 유형, 원하는 표면 마감에 따라 적절한 연마재 매체를 선택한다. 연마재로는 산화알루미늄(aluminum oxide), 탄화규소(silicon carbide), 구산염광물(garnet), 스틸 그릿(steel grit, 합금 주강), 스틸 샷(steel shot), 소다(soda) 등이 있다. 연마재 선택은 용도와 원하는 세정 또는 표면 준비 결과에 따라 달라진다(BlastOne International, 2017). 연마 블라스팅과 비드 블라스팅은 모두 표면 준비와 세정에 사용되는 에어 블라스팅이지만, 사용하는 연마재와 처리되는 표면에 미치는 영향 등이 다르다. 블라스팅 시 블

**Table 1.** Brief description of hazards and cleaning principle by cleaning type

Cleaning type	Acid cleaning	Alkali cleaning	Solvent cleaning	Abrasive blasting
Cleaning principle	To remove scale, rust, and mineral deposits from metal surfaces	To dissolve fats, oils, and greases from surfaces	To dissolve contaminants	Employs a high-pressure stream of abrasive material to physically abrade and to remove contaminants from surfaces
Examples*	Hydrochloric acid (HCl), sulfuric acid ( $H_2SO_4$ ), etc.	Sodium hydroxide (NaOH), potassium hydroxide (KOH) solutions, etc.	Toluene, acetone, alcohol, etc.	Sand, steel grit, glass beads, walnut shells, etc.
Type of hazards	Skin and eye burns		Inhalation of solvent vapor: dizziness, respiratory issues, or central nervous system effects, skin and eye irritation	Inhalation of blasting media dusts
	Inhalation of fumes		Fire risk	Eye injury by flying particles and noise
	Environmental pollution by spill, improper disposal, and leakage			

\*: The specific examples used vary based on the cleaning process and the materials being treated.

라스팅 캐비닛 또는 부스, 공기압축기, 블라스팅 건 또는 노즐, 집진 시스템 등 특수 장비가 필요하다.

## 2. 세정 기술별 안전보건 유해 위험 요인

세정 기술별로 발생하는 안전보건 주요 유해 인자를 정리하였다(Table 1)(Admin, 2013). 구체적인 세정 기술, 세정 방법, 세정에 사용하는 물질, 도구 등에 따라 발생하는 유해 인자는 달라질 수 있다. 건강위험, 환경위험 측면에서 주요 유해 인자를 정리하였다.

### 1) 화학물질 세정

탄화수소 기반 용제, 산과 알칼리 등을 사용하여 세정할 때 급성 및 만성 중독과 같은 건강위험이 있다. 적절한 배기 장치가 없거나 호흡보호구를 착용하지 않고 세정에 사용하는 화학물질 증기, 미스트 등에 일정 시간 노출되면 피부 자극, 호흡기의 급성 및 만성 독성 영향을 입을 수 있다. 또한 증기 세정용 유기용제는 인화성이나 가연성이 있으므로, 부적절하게 보관, 취급하거나 점화원 근처에서 사용하면 화재 또는 폭발로 이어질 수 있으며, 이는 심각한 안전 위험을 초래할 수 있다. 화학물질 사용과 관련된 위험 요인을 예방하기 위한 국소 배기 장치, 누출 차단을 위한 안전한 탱크 설계, 안전한 작업절차 등이 마련되어야 한다.

### 2) 연마 블라스팅

연마재와 파편이 주변 공간으로 흩어지는 것을 막기 위해 블라스팅 공정은 일반적으로 밀폐된 캐비닛이나 부스 등에서 진행된다(Enviro-Management & Research, 1976). 블라스팅 공정에서 주요 안전보건 위험인자는 여러 가지이다(MSU, 2007). 첫째, 블라스팅 먼지 흡입이다. 실리카, 금속, 철과 같은 유해 물질이 들어 있는 연마재가 고속으로 분사되면서 분출되는 연마재와 세정 대상 물품에서 떨어져 나온 오염물질이 포함된 먼지 등이 공기 중에 퍼진다. 이를 흡입하면 호흡기계 손상, 폐 손상 등 급성·만성 건강 영향을 입을 수 있다(NTP, 2020). 둘째, 높은 소음이다. 블라스팅은 고압을 사용하기 때문에 높은 수준의 소음을 일으켜 청력이 손상될 위험이 크다. 셋째, 날아다니는 파편과 연마재로 인해 눈, 피부 등 신체 조직에 찰과상, 베임, 타박상 등의 부상을 입을 수 있다. 넷째, 작업 시 서서 블라스팅 도구와 장비를 착용하고 작동하기 때문에 근골격계질환 위험이 있다. 다섯째, 미끄러운 표면에서 작업하는 경우가 많기 때문에 넘어지거나 미끄러질 위험이 있다. 여섯째, 블라스팅 장비 오작동 또는 사고의 위험이 있다. 압축 장비가 오작동하거나 근로자가 부적절한 개인보호장비를 착용하거나 블라스팅 장비를 부적절하게 취급하는 등 안전조치를 따르지 않을 경우 장비 고장, 폭발 또는

**Table 2.** Key safety and health precautions taken before cleaning task by cleaning type

Items	Chemical cleaning using alkali, acid, etc.	Degreasing by organic solvents	Blasting
Obtain work permit	Required	Required	Required
Isolate the cleaning workspace from the surrounding area and mark the work area	Required	Required	Required
Restrict access if necessary	Required	Required	Required
Isolation chamber required	Optional	Optional	Required
Check the performance of safety and health facilities (such as washing and rinsing facilities, exhausting systems, etc.)	Required	Required	Required
Ensure that equipment, machinery, tools, etc. used in cleaning operations are performing optimally	Required	Required	Required
Ensure that personnel are trained to perform cleaning tasks safely and understand the emergency actions to be taken in the event of an accident	Required	Required	Required
Wear the personal protective equipment required for cleaning operations	Full or half-face gas respirator and other PPE to protect skin and body	Full or half-face gas respirator and other PPE to protect skin and body	Airline mask*
Wear airline mask with an air quality of "D" (equal to atmospheric oxygen)	If necessary	If necessary	Required

기타 사고로 인해 심각한 부상이나 재산상의 손해가 발생할 수 있다. 마지막으로 일부 블라스팅 재료나 공정에는 인화성 물질이 포함될 수 있어 적절한 예방조치를 취하지 않을 경우 화재나 폭발 위험이 있다.

### 3. 세정 공정 안전보건 가이드

세정 공정에 대한 안전보건 가이드 전문은 부록으로

제시하였다. 안전보건 가이드의 목적, 적용 범위, 주요 용어, 세정 작업 전, 세정 작업 중, 세정 작업 후에 취해야 할 안전보건 내용과 절차를 모두 담았다. 본문에서는 세정 작업 전, 세정 작업 중, 세정 작업 후 따라야 할 안전보건 가이드 내용을 정리하였다(Table 2~4). 또 세정 작업 동안 착용할 송기 마스크 등 보호구를 그림으로 나타내었다(Figure 1). 연마 블라스팅 작업에서

**Table 3.** Key safety and health precautions taken during cleaning task by cleaning type

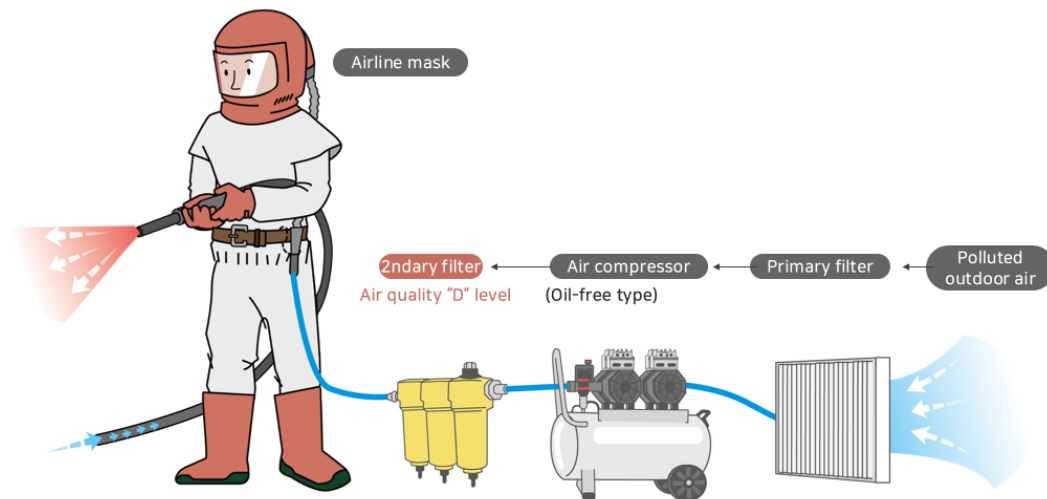
Items	Chemical cleaning using alkali, acid, etc.	Degreasing by organic solvents	Blasting
Place a coworker or supervisor near the cleaning work area to monitor cleaning operations and take action in case of an emergency	Optional	Optional	Required
Ensure that the cleaning worker can contact the worker supervising the cleaning work to take prompt action in the event of an emergency	Optional	Optional	Required

**Table 4.** Key safety and health precautions taken after cleaning task by cleaning type

Items	Chemical cleaning using alkali, acid, etc.	Degreasing by organic solvents	Blasting
After cleaning: thoroughly cleanse the work area while wearing PPE*	Required	Required	Required
Prompt disposal: categorizing and storing waste from the cleaning process based on its waste characteristics	Required	Required	Required
Document key OSH-related details of each cleaning task	Required	Required	Required
Regular exposure assessment to hazards for cleaning workers <sup>†</sup>	Required	Required	Required
Specialized medical exams for cleaning workers <sup>†</sup>	Required	Required	Required

\*PPE: Personal protective equipment

<sup>†</sup>In accordance with the provisions of the Industrial Safety and Health Act



**Figure 1.** Air supply systems in airline masks for clean room and blasting workers



는 필수로 송기 마스크를 착용해야 한다. 송기 마스크를 착용할 때는 외부 공기의 적정한 정화를 거쳐 공기질 “D” (대기 산소와 같은 수준) 달성, 오일을 사용하지 않는 공기압축기(air compressor) 활용, 디젤 등 연료를 사용하지 않은 고정식의 사용 등을 필수적으로 체크하여야 한다(Aulisa, 2017). 화학물질이나 유기용제 세정 작업에서는 필요한 경우 송기 마스크를 착용하는 것을 검토할 수 있다.

#### IV. 고 찰

전자산업 공정에서 사용하는 장비, 기계 부품 등을 세정하는 작업 중에는 산, 알칼리, 유기용제 등 각종 화학물질과 연마재 등에 작업자가 노출될 수 있다. 또한 화학물질의 누출, 폭발, 질식, 부상 등 잠재적 사고의 위험도 있다. 이와 같은 경우 부록에 제시한 안전보건 가이드를 바탕으로 세정 기술과 작업 방법 등에 따른 구체적인 조치 사항을 반영하여 사용할 것을 권장한다. 본 가이드는 전자산업뿐 아니라 세정 기술을 사용하는 다른 산업에서도 활용할 수 있는 안전보건 표준이다. 기업의 공정, 작업, 작업환경 등의 여건에 따라 일부 수정하고 추가, 요약 등 개정하여 사업장 안전보건 지침 또는 가이드로 직접 활용할 수 있다. 본 가이드의 활용을 높이기 위한 몇 가지 방안을 고찰하였다.

첫째, 세정 작업은 산업 안전보건 측면에서 가장 위험한 직무에 속한다. 대부분 하청 중소 규모 사업장이 담당하므로 위험이 커질 우려가 있다. 규모를 파악하고 세정에 따른 안전보건 위험을 통제하기 위한 대책이 마련되어야 한다. 전자산업에서 세정 기술에 따른 사업장, 근로자 등 분포에 대한 국가 자료는 아직 없다고 알고 있다. 고용노동부, 안전보건공단, 원청 기업과 협력 또는 다른 방안을 마련하여 전자산업 하청에서 이루어지고 있는 세정 작업 분포를 파악하는 것이 중요하다고 판단한다.

둘째, 세정을 담당하는 기업들에게 안전보건 관련 표준이나 지침 제공, 기술지원 등이 필요하다. 세정을 실행하는 중소 규모 기업에는 안전보건 규정은 물론 세정 작업을 안전하게 수행하기 위한 절차 등이 부족할 수 있다. 원청은 하청의 세정 공정을 잘 알고 상호 협력 관계에 있기 때문에, 산업 안전보건 기술이나 서비스를 가장 효과적으로 지원할 수 있는 위치에 있다. 그러나 이렇게 적극적으로 산업 안전보건 기술과 전문성을 지

원하고 공급하는 것이 경영개입 등 법적 책임이 될 수 있다는 부담이 있어 직접적 또는 적극적 안전보건 지원을 실행하는 것이 부담될 수 있다. 효과적으로 안전보건 가이드 제작, 보급, 교육 등의 서비스를 제공하거나 자체 개발할 수 있도록 동기를 부여하는 대책을 마련하는 것이 좋다.

셋째, 세정 작업 안전보건 가이드를 KOSHA 가이드로 통합하는 것을 고려할 필요가 있다. KOSHA 가이드에는 연마 블라스팅 등 세정 안전보건 가이드가 없다. 보건 관련 KOSHA 가이드는 대부분 시료 채취 및 분석 방법과 관련되는 것으로, 총 221종 중 대부분을 차지한다. 이 가이드들은 현장 근로자의 안전보건과는 직접적인 관련이 없다. KOSHA 가이드에 세정 작업 근로자를 보호하기 위한 가이드를 추가하는 것이 필요하다.

넷째, 전자산업 공정에서 사용한 장비, 기계, 부품 등에 묻어 있는 오염물질, 잔류물 등을 제거하기 위한 세정 작업의 안전보건 가이드는 따로 개발되어야 한다. 세정 작업의 안전보건 위험은 전자산업 공정 설비의 정비 작업에 비해 훨씬 다양하고 크다. 일정 기간 공정에서 부착되고 고착된 각종 오염물질을 제거하기 위해 산, 알칼리, 유기용제, 블라스팅 연마재 등의 화학물질이나 기술을 이용하기 때문이다. 특히 고압을 이용하는 경우도 있다. 본 연구에서 제시한 공정 설비 정비 작업과 세정 작업의 안전보건 가이드와는 구분되어야 한다.

다섯째, 안전보건 가이드에는 안전보건 위험을 관리하는 템플릿(template)을 포함할 것을 권고한다. 영국 보건 안전청(The Health and Safety Executive, HSE)이 개발한, 잠재적 안전보건 위험을 간단하게 기록하고 관리하는 위험성평가와 관리 템플릿을 활용하는 방안이다(HSE, 2023). 템플릿에는 피해를 입을 수 있는 대상과 사례(who might be harmed and how), 위험을 통제, 관리하기 위해 이미 하는 일(what you are already doing to control the risks), 위험을 통제하기 위해 추가로 취해야 할 조치(what further action you need to take to control the risks), 조치를 수행해야 하는 사람(who needs to carry out the action), 조치가 마련되어야 하는 시기(when the action is needed by) 등에 대한 내용이 들어가야 한다.

마지막으로 전자산업 세정 공정 안전보건 가이드는 다른 제조업, 건설업 등 세정 기술을 이용한 모든 공정에서 활용할 수 있는 내용으로 구성하였다. 세정 대상, 작업공간, 작업 특성을 고려하여 본 안전보건 가이드를

추가로 보강하면 폭넓게 활용할 수 있다. 특히 밀폐된 공간은 물론 건설, 조선소 등에서 수행하는 블라스팅 공정에서도 활용할 수 있을 것으로 판단한다.

본 세정 공정 안전보건 가이드는 전자산업 공정에서 설비에서 해체한 기계, 부품 등의 오염물질을 안전하게 제거(세정)하는 데 적용할 수 있다. 안전보건 가이드 목적, 적용 범위, 주요 용어, 세정 작업 전, 세정 작업 중, 세정 작업 후로 구분하여 주요 안전보건 내용과 절차를 담았다. 특히 산, 알칼리, 유기용제에 대한 안전한 취급과 블라스팅 안전 작업을 강조하였다. 송기 마스크를 착용할 때는 외부 공기의 적절한 정화를 거쳐 공기질 “D”(대기 중 산소와 같은 수준) 달성, 오일을 사용하지 않은 공기압축기(air compressor) 활용, 디젤 등 연료를 사용하지 않은 고정식 사용 등을 담았다.

## V. 결 론

본 연구에서는 전자산업 공정에서 사용한 각종 금속과 비금속 기계기구 등을 세정하는 공정 작업을 수행할 때 일반적으로 따라야 할 안전보건 가이드를 개발하였다. 안전보건 가이드의 주요 내용은 다음과 같다. 정비 작업 전에는 세정 작업 허가, 세정 작업공간 분리과 격리, 세정 작업 시 발생하는 유해·위험 요인 파악과 평가, 관리 방안 교육, 비상시 사용할 수 있는 안전보건 시설 확인, 개인보호장비 착용 등을 수행한다. 특히 연마 블라스팅 작업에서 사용하는 송기 마스크는 공기질이 “D”(대기 산소와 같은 수준)를 유지하도록 조치한다. 정비 작업 중에는 유해 인자 발생과 노출을 억제하기 위한 조치를 취하고, 비상시 조치를 취할 수 있도록 작업공간 근처에 동료 근로자나 감독자를 배치한다. 정비 작업 후에는 개인보호장비를 착용한 채로 작업공간을 깨끗하게 청소하고, 폐기물을 처리한다. 또한 세정 작업 시간, 빈도, 내용 등을 표준에 따라 기록하여 안전한 세정 작업 안전보건 가이드를 개정하는 근거로 활용한다.

## 감사의 글

본 연구는 2023년 안전보건공단 산업보건연구원 “전자산업 안전보건 가이드 개발” 학술용역에 따라 수행된 결과이며 이에 감사드립니다.

## 부 록

전자산업 일반 세정 작업 안전보건 가이드는 온라인 ([https://www.jksoeh.org/opensource/pdfjs/web/pdf\\_viewer.htm?code=J03304005S](https://www.jksoeh.org/opensource/pdfjs/web/pdf_viewer.htm?code=J03304005S))에서 열람 및 다운로드 가능합니다.

## References

- Admin BL. Basics of Alkaline Cleaning: Asterion, LLC.; 2013 [cited 2023 11 08]. Available from: <https://asterionstc.com/2013/12/the-basics-of-alkaline-cleaning/>. 2013
- Aulisa N. OSHA Standard 29 CFR 1910.134 Grade D Compressed Breathing Air Requirements 2017 [cited 2023 11 08]. Available from: <https://www.enmet.com/wp-content/uploads/2018/02/Compressed-Air-Best-Practices-Article-Grade-D-Breathing-Air-Requirements-May-2017-1.pdf#:~:text=Oxygen%20content%20%28v%2Fv%29%20of%2019.5%25%20-%2023.5%25%3B%20Hydrocarbon,ppm%20or%20less%3B%20and%20Lack%20of%20noticeable%20odor%E2%80%9D>
- BlastOne International. Abrasive selection guide: Your supplier of choice for all abrasives. 2017
- Britannica. Standard operating procedure 2023 [cited 2023 11 08]. Available from: <https://www.britannica.com/technology/standardization>
- Enviro-Management & Research. Abrasive blasting operations: engineering control and work practices manual. HEW Publication No. (NIOSH)76-179. Washington D.C.: DHEW publication; 1976
- HSE. Managing risks and risk assessment at work: Health and Safety Executive; 2023 [cited 2023 11 09]. Available from: <https://www.hse.gov.uk/simple-health-safety/risk/risk-assessment-template-and-examples.htm>
- ISC. Safe Operating Procedure (SOP) 2023 [cited 2023 11 08]. Available from: <https://www.internationalsafetyconsultants.com/safe-operating-procedure-sop/>
- Kim S. ‘Toxic chemical leak’ conglomerate executive gets 1-year prison sentence. New Daily Economy. 2023 02 10
- MSU. Health hazards of abrasive blasting: Michigan State University; 2007 [cited 2023 11 08]. Available from: [https://oem.msu.edu/images/abrasive\\_blasting/02%20Health%20hazards%20of%20abrasive%20bl](https://oem.msu.edu/images/abrasive_blasting/02%20Health%20hazards%20of%20abrasive%20bl)

asting%20in%20Wordrev1.pdf

NTP. NTP Technical report on the toxicity studies of abrasive blasting agents administered by inhalation to F344/NTac Rats and Sprague Dawley (Hsd: Sprague Dawley® SD®) rats. National Toxicology Program; 2020

Ogawa M, Nakajima Y, Kubota R, Endo Y. Two cases of acute lead poisoning due to occupational exposure to lead. Clinical toxicology. 2008;46(4): 332-5

Sparks J. The basics of alkaline in-process cleaning for

metal substrates. Oakite Products, Inc. 2008;8

Zhang M, Ren B, Zhao S, Wang B. Clinical analysis of 5 cases of occupational acute methanol poisoning. Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases. 2020;38(5):378-80

#### <저자정보>

이승희(석사수료), 김소연(석사), 조경이(박사수료), 황영우(선임), 이경희(박사), 정광재(부장), 박동욱(교수)