

2017 Spring OSH

OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ISSUE REPORT

안전보건 이슈리포트

- 흡입독성 연구시설을 이용한 저 농도 장기노출 근로자의 건강장해 예방방안
- 4차 산업혁명을 대비한 산업용 로봇의 안전성 향상 방안
- 정전기 물성평가를 통한 안전인증기준 도입의 필요성
- 잠수작업 중대재해 사례의 원인분석 및 제도개선 방안
- 특수건강진단 분석 및 정도관리의 현황과 과제
- 가슴기 살균제 후속대책의 효과적인 이행방안



산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



ISSN 1976-345X



- 산업안전보건연구원은 안전보건 연구·개발을 통해 산업현장의 안전보건 문제와 정책이슈 해결, 미래 산업환경 변화를 선도하는 정책개발 지원을 통한 실질적 저해감소에 이바지 하기 위해 안전보건 이슈와 법·제도에 대한 지속적인 연구활동과 도전정신으로 근로자의 삶의 질을 향상시키고 양질의 노동력을 보존하여 사회경제적 이익을 창출하기 위해 노력하고 있습니다.
- 본 「안전보건 이슈리포트」는 산업안전보건과 관련된 시급하고 중요한 국내·외의 다양한 정보와 동향을 선제적으로 파악하여 정부, 학계 등의 안전보건정책 의사 결정자에게 알리고, 안전보건정책을 선도할 수 있는 선제적 연구과제를 발굴하여 단기 및 중·장기 안전보건 연구과제에 반영하기 위해 계간으로 발행하고 있습니다.

CONTENTS

ISSUE 01	흡입독성 연구시설을 이용한 저 농도 장기노출 근로자의 건강장해 예방방안	02
ISSUE 02	4차 산업혁명을 대비한 산업용 로봇의 안전성 향상 방안	12
ISSUE 03	정전기 물성평가를 통한 안전인증기준 도입의 필요성	18
ISSUE 04	잠수작업 중대재해 사례의 원인분석 및 제도개선 방안	28
ISSUE 05	특수건강진단 분석 및 정도관리의 현황과 과제	36
ISSUE 06	가습기 살균제 후속대책의 효과적인 이행방안	46



안전보건 연구동향 Vol.11 No.1(통권 74호)

발행일 | 2017년 3월 30일

발행처 | 산업안전보건연구원

발행인 | 김장호

편집인 | 김장호

문의처 | 052-703-0816

주 소 | 울산시 중구 종가로 400

홈페이지 | oshri.kosha.or.kr

인 쇄 | 한양애드(02-2279-0814)

- 본지에 게재된 내용은 필자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식 견해와 다를 수 있습니다.
- 본고는 <http://oshri.kosha.or.kr>에서 다운받아 보실 수 있습니다.

흡입독성 연구시설을 이용한 저 농도 장기노출 근로자의 건강장해 예방방안

김현영 소장

산업안전보건연구원 흡입독성연구센터

요약문

■ 배경 및 문제점

우리나라 산업현장에는 5만여 종의 화학물질이 유통, 사용되고 있으며, 매년 약 400여종의 신규 화학물질이 제조·수입되고 있으나 이를 취급하는 근로자 건강장해 예방을 위해 전신 노출을 통한 유해성평가 연구시설은 매우 부족한 실정에 있었다. 산업현장은 다양한 노출 농도와 노출기간의 환경이 존재하기에 저 농도 장기간 노출에 따른 만성흡입독성 및 암 발생의 관련성 유·무에 대한 건강장해 예측과 건강장해 발생 시 직업병 관련성의 인과관계를 과학적으로 명확히 밝히기 위한 만성흡입독성 연구시설이 필요하였고, 이에 안전보건공단 산업안전보건연구원에서는 지난 2015년 12월 14일 대전 대덕연구단지에 미국, 영국, 독일, 일본에 이어 세계 5번째, 국내 최초로 만성흡입독성 연구시설을 건립하여 고농도 단시간 급성 노출에 의한 유해성 평가뿐만 아니라 저농도, 장기간 노출되는 근로자의 인체에 미치는 영향 예측과 건강장해에 대한 원인 규명이 가능하게 되었다.

■ 목적

본 리포트에서는 근로자 건강보호를 위한 화학물질의 흡입독성 연구시설의 건립과 운영현황을 살펴보고, 이를 토대로 향후 저 농도 장기노출 근로자의 건강장해 예방을 위한 화학물질의 흡입독성 규명 및 발전 방안을 제시하고자 하였다.

■ 조사 및 분석내용

국제사회에서는 화학물질로부터 인류의 건강과 안전성 확보를 위해 UN, OECD, IARC 등 국제 기구와 선진국을 중심으로 많은 비용과 시간을 투자하며, 독성미확인 물질에 대한 안전성 평가 사업을 수행 중에 있다. 화학물질에 의한 근로자 건강장해 예방의 일환으로 건립된 연면적 7,294㎡(약 2,200평)에 지상 3층 규모의 만성흡입독성 연구동은 마우스(생쥐), 랫드(흰쥐) 등 실험동물을 이용한 비부노출형 급성독성시험용 흡입챔버 8대, 전신노출형의 반복 독성시험용 흡입챔버 28대, 만성·발암성 시험용 흡입챔버 24대 등 총 60대의 흡입챔버를 구비하고 있으며, 독성미확인 물질에 대해 흡입독성연구를 중심으로 한 산업독성연구를 수행하고 있다. 본 시험시설을 이용한 연구 중점 추진과제로는 첫째, 사용량이 많은 고 위험 화학물질을 중심으로 한 독성 규명에 있다. 둘째, 나노물질이나 희소금속, 대체물질, IT산업에서 사용되는 신소재 등에 대한 유해성 평가 및 안전성 확보에 있다. 셋째, 국내외 흡입독성연구 분야 허브기능 강화에 있다.

■ 정책제언

국내 최초의 만성흡입독성시험이 가능한 연구 시설로 최고의 역량과 전문성을 갖춘 흡입독성 연구 전문기관으로 발전하기 위해 1단계로 흡입 독성연구를 위한 시설 및 조직의 인프라 구성과 전문성 향상, 그리고 실제 신규 시설 및 조직의

운동을 통한 기술축적 등 연구기반을 조성하여 흡입독성시험을 위한 청정사육시설, 동물관리, 시험물질의 흡입노출 및 모니터링, 병리검사, 신뢰성 보증 등 각 분야에 대한 교육과 훈련, 운영실적을 통해 흡입독성연구 분야의 신뢰성을 확보해 나가야 할 것이다. 2단계로 만성, 발암성시험 등 유해성평가 활성화를 통하여 독성미확인 물질에 대한 건강 장해 문제 해결을 위한 노력과 예방적 차원에서 선택된 시험대상물질에 대하여 전문성과 신뢰성이 높은 급성·만성 및 발암성 독성시험을 수행하여 안전성 평가자료를 제공하는 등 활용성 높은 성과를 창출하고, 3단계로 운영의 활성화와 지속적이고 안정적인 연구실적의 창출을 바탕으로 국제수준의 흡입독성연구분야의 전문기관으로 도약해야 할 것이다. 🌸

흡입독성 연구시설을 이용한 저 농도 장기노출 근로자의 건강장해 예방방안

I

배경 및 문제점

우리나라 산업현장에는 5만여 종의 화학물질이 유통, 사용되고 있으며 매년 약 400여종의 신규 화학 물질이 제조·수입되고 있으나 이를 취급하는 근로자 건강장해 예방을 위한 호흡기 노출을 통한 유해성 평가연구시설은 매우 부족한 실정에 있다. 특히 산업현장에서 화학물질을 직접 제조하거나 대량으로 취급하는 근로자들은 지속적인 반복 노출로 인해 소량의 화학물질에 간헐적으로 노출되는 소비자들에 비해 건강장해 발생 위험성이 높다. 따라서 실험동물을 이용하여 이의 유해성을 규명하기 위해서는 근로자의 화학물질 노출의 경로와 노출농도, 노출기간 등을 고려한 독성시험이 수행되어야 한다. 하지만, 피부흡수나 호흡기 노출을 통한 흡입독성 연구는 매우 제한적이다. 특히 저 농도 장기 노출에 의한 유해성 평가를 위한 만성흡입독성 연구시설은 전무한 실정이었다. 이에 만성, 발암성 등 유해성이 충분히 밝혀지지 않은 상황에서 사용된 화학물질도 있으며, 유해성 평가 중에서도 미생물 또는 세포를 이용한 유전독성이나 실험동물을 이용 짧은 기간 고농도에 노출시켰을 때 나타나는 급성흡입독성시험이 중심이 되고 있다.

그러나 산업현장에서는 다양한 노출농도와 노출기간의 환경이 존재하기에 저 농도 장기간 노출에 따른 만성흡입독성 및 암 발생의 관련성 유·무에 대한 건강장해 예측과 건강장해 발생 시 직업병 관련성의 인과관계를 과학적으로 명확히 밝히기 위해서는 만성흡입독성 연구시설이 필요하였고, 안전보건공단 산업안전보건연구원(원장 김장호)에서는 지난 2015년 12월 14일 대전 대덕연구단지(대전광역시 유성구 엑스포로 339-30)에 국내 처음으로 만성흡입독성 연구시설을 건립하였다. 미국, 영국, 독일, 일본에 이어 세계에서 5번째로 만성흡입독성 시험설비를 보유로 국제수준의 만성흡입독성 시험 운영체계가 구축되었다. 본 시설은 흡입챔버와 실험동물인 흰쥐나 생쥐를 이용한 흡입독성시험을 중심으로 사용량이 많으며, 유해성이 강하게 예측되고 휘발이나 비산이 쉬운 독성미확인 물질에 대해 독성규명을 위한 연구 활동을 수행하게 된다. 이를 통해 고농도 단시간 급성 노출에 의한 유해성 평가뿐만 아니라 저 농도, 장기간 노출되는 근로자의 인체에 미치는 영향 예측과 건강장해에 대한 원인 규명이 가능하게 되었다.

또한 흡입노출을 통한 생식독성, 신경독성, 면역독성 등 다양한 연구방법으로 독성미확인 물질의

안전성평가 자료를 생산·제공하고, 법적 관리를 위한 화학물질의 유해성 분류, 작업환경 노출기준 설정의 기초자료 등으로 활용하게 될 것이며, 최근 문제가 되고 있는 가습기 살균제와 같은 살생물질(biocide)과 IT산업에 많이 사용되고 있는 희소금속류, 가소제 등 생식독성을 유발하는 내분비계 장애 물질, 그리고 나노물질이나 유기용제, 각종 대체물질 등과 같이 독성 미확인물질에 대한 유해성을 규명하고자 한다.

Ⅱ 목적

본 리포트에서는 근로자 건강보호를 위한 화학물질의 흡입독성 연구시설의 건립과 운영현황을 살펴 보고, 이를 토대로 향후 저 농도 장기노출 근로자의 건강장해 예방을 위한 화학물질의 흡입독성 규명 및 발전방안을 제시하고자 한다.

Ⅲ 조사 및 분석내용

1. 국제적 동향

국제사회에서는 화학물질로부터 인류의 건강과 안전성 확보를 위해 UN, OECD, IARC 등 국제기구와 선진국을 중심으로 많은 비용과 시간을 투자하며, 독성미확인 물질에 대한 안전성 평가 사업을 수행 중에 있다. OECD에서는 안전성평가(Screening Information Data Set; SIDS)사업으로 1987년부터 유통량 1,000톤/년 이상인 HPV(High production volume)물질을 우선으로 급성, 만성독성 등 안전성 평가 사업을 수행 중에 있으며, UN에서는 2003년부터 GHS(Globally Harmonized System)제도 시행에 따른 유해성·위험성 분류 및 표시가 통일화된 MSDS자료의 확보 필요성에 따른 유해성·위험성 정보를 생산하고 있다. 미국은 NTP(National Toxicology Program)를 중심으로 미국의 바텔(Battelle) 연구소 등을 통해 만성·발암성시험을 실시하고 있으며, 미국의 산업안전보건청(OSHA)에서는 물질 안전보건정보자료(MSDS) 제공의 의무화를 통한 근로자 알권리 보장을 강화하고 있다. 유럽에서는 '08년부터 REACH제도를 발효하여 유통량별로 안전성평가를 실시하고 있으며, 유통량 1,000톤/년 이상 물질은 발암성(만성)시험까지 자료 확보의 의무로 하고 있다. 또한 국제암연구소(IARC)에서는 각종 유해성 평가 자료를 통한 발암물질 지정 등 암 예방을 위한 지속적인 노력의 일환으로 발암물질

지정을 확대하고 있으며(1979년 54종, 1987년 624종, 2015년 980종 지정), 일본은 화학물질프로그램(Japan Challenge)에 따라 노동안전위생법 제58조 규정에 의한 독성미확인 물질의 만성·발암성 규명 작업을 수행하고 있다.

2. 만성흡입독성 연구시설 건립현황

산업안전보건법 제39조 “유해인자의 관리 등” 및 동법 시행규칙 제81조 “유해인자의 분류·관리”에 따른 화학물질에 의한 근로자 건강장해 예방의 일환으로 건립된 연면적 7,294㎡(약 2,200평)에 지상 3층 규모의 만성흡입독성 연구동은 마우스, 랫드 등 실험동물을 이용한 비부노출형 급성독성시험용 흡입챔버 8대, 전신노출형의 반복독성시험용 흡입챔버 28대, 만성·발암성 시험용 흡입챔버 24대 등 총 60대의 흡입챔버를 구비하고 있으며, 독성미확인 물질에 대해 흡입독성분야를 중심으로 한 산업독성 연구를 수행하고 있다. 연구 인력으로는 수의학, 약학, 산업보건학, 화학, 임상병리학, 생물학 등 50여명으로 유전독성시험을 포함하여 급성, 아만성, 만성 흡입독성과 발암성시험 등 연간 20여건의 연구를 수행하고 있으며, 이의 수행을 위한 주요시설은 표 1과 같다.

표 1 | 흡입독성 연구센터의 주요 시설 현황

구분	주요 시설
지상1층	전기실, 발전기실, 기계실, 공조실, 중앙제어실, 급수실, 소화전실 등
지상2층	만성·아만성·급성흡입실험실, 검역실, 세정실, 부검실, 혈액생화학실험실, 생체시료 보관창고, 시험물질 발생/분석실, 갱의실 등
지상3층	급배기처리실, 시험물질발생/분석실, 시험물질조제실, 염색실, 표본제작실, 검체보관실, 환경 감시실 등 연구원실, QAU실, 병리검사실, 데이터처리실, 회의실 등

건립된 연구시설의 기술축적과 시험결과의 신뢰성 확보를 위해 예비시험의 일환으로 2016년에는 실험동물을 도입 급성흡입독성시험 및 아만성흡입독성시험 등 단기간 노출시험을 중심으로 11건의 시험 실적을 확보하였으며, 이를 토대로 2017년도에 급성 및 아만성 흡입독성분야의 GLP(Good Laboratory Practice) 인증을 신청, 2017년도 상반기에 인증 획득을 목표로 하고 있다. 그리고 2016년도 하반기부터 실시되고 있는 만성흡입독성시험을 포함 4년 정도가 소요되는 발암성 시험이 추가될 계획이며, 2018년에는 국제 동물윤리기준인 AAALAC(Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care) 인증, 2020년에는 만성, 발암성시험분야를 포함 국제공인 신뢰성 확보와 시험수행 능력을 확대해 나가고자 한다.

3. 시험대상 물질 및 시험 수행방법

시험대상물질은 산업법 시행규칙 제81조의 3 “유해성·위험성 평가대상 선정 기준 등”에 의거 화학물질의 유해성분류를 위해 유해성·위험성 평가가 필요한 유해인자, 노출 시 변이원성, 흡입독성, 생식독성, 발암성 등 근로자의 건강장해 발생이 의심되는 유해인자, 그 밖에 사회적 물의를 일으키는 등 유해성·위험성 평가가 필요한 물질을 대상으로 하고, 이들 중에서도 미국국립의학도서관에서 제공하는 발암성 정보 데이터베이스, 유럽화학물질청(ECHA)에서 그 발암성을 결정하는데 있어 근거 자료가 없어서 결론을 내지 못하고 있는 물질, 일본의 화학물질 관리프로그램(Japan Challenge)에서 유해성을 평가하지 않은 물질을 선정하였다.

또한 시험대상 물질 중 시험의 우선순위는 국내 유통량 또는 취급 근로자 수가 많은 물질로 노출로 인한 건강장해가 높게 예측되는 물질, 물리적 특성(증기압, 끓는점, 비중 등)이 흡입 노출 위험을 가중시키는 물질, 국내·외 연구기관의 GLP 수준의 독성시험 결과가 없는 물질, 유해성·위험성시험 평가에 대한 사회적 요구도가 높은 물질들을 대상으로 하고 있다. 이러한 물질 중에서 “화학물질의 유해성시험 평가 업무 처리지침(산업안전보건연구원)”에 따라 시험물질 선정위원회를 통해 시험 물질을 선정하게 되며, 시험방법은 **그림 1**과 같이 GLP규정 및 산업화학연구실이 보유하고 있는 시험방법의 표준작업지침서(SOP) 및 GLP 독성시험 규정에 따라 흡입시험시설과 실험동물을 이용하여 시험목적에 맞게 일정기간 시험대상 물질의 흡입노출과 실험동물 임상관찰(**사진 1** 참조), 노출기간 완료 후 혈액 검사, 조직표본제작, 병리 조직검사(**사진 2, 3** 참조) 등을 통해 시험물질이 생체에 미치는 유해성을 규명하게 된다.

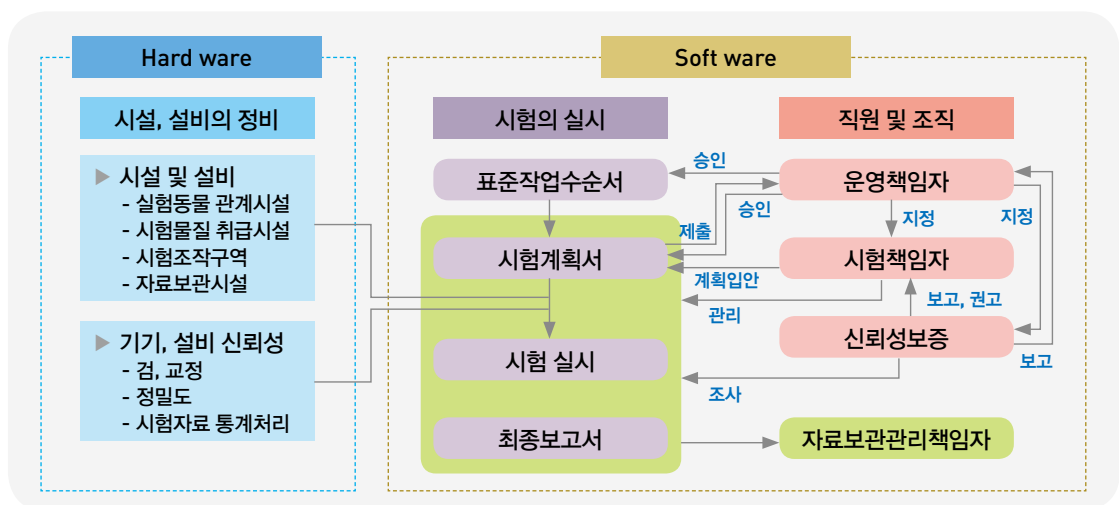


그림 1 | GLP(Good Laboratory Practice) 독성시험 수행 방법

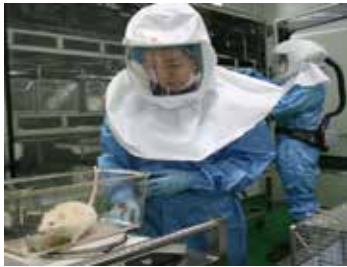


사진 1 | 흡입노출 챔버실 및 실험 동물 관찰 모습



사진 2 | 병리 조직표본 제작 전경

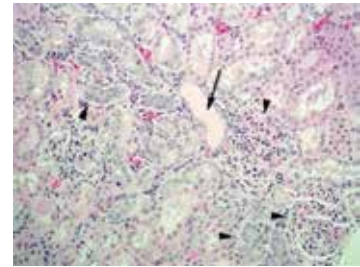


사진 3 | 병리조직(신장) 검경사진

4. 연구 중점 추진과제

최근 사회적으로 큰 이슈가 된 가습기살균제(PHMG 등)의 흡입노출에 의한 폐 손상, 메탄올에 의한 급성중독 사고 등 화학물질에 의한 다양한 건강장해 발생에 따른 예방대책이 요구되면서 “화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률(화평법)”과 “생활화학제품 및 살생물제 안전관리법(살생물제법)” 등의 시행으로 시험대상물질의 범위가 점차 확대되고 있다.

따라서 본 흡입독성연구시설을 이용한 중점 추진과제로는 첫째, 사용량이 많고 독성이 강하게 예측되는 고 위험 화학물질을 중심으로 한 독성 규명에 있다. 화학물질로부터 각종 건강장해 발생에 따른 문제 해결을 위해 발암성, 변이원성, 신경독성, 생식독성 등 유해성이 강하게 예측되는 CMR(Carcinogenic, Mutagenic, Reproductive toxic)물질을 우선으로 하여 산업현장의 작업환경 및 노출조건을 고려한 흡입노출을 통하여 유해성을 규명하는 등 독성미확인 물질의 안전성 평가 사업을 수행하고자 한다.

둘째, 나노물질이나 희소금속, 대체물질, IT산업에서 사용되는 신소재 등에 대한 유해성 평가 및 안전성 확보에 있다. 최근 호흡기 장해나 저 농도, 장기노출자의 만성독성, 직업성 암 등 새롭게 나타나는 건강장해 예측 및 근로자 건강보호를 위한 유해성 평가를 통한 화학물질의 안전성 확보와 살생화학제품(Biocide 등) 등 사회적 이슈 물질들의 건강장해 규명 및 유해성에 따른 관리방향 설정을 위한 정책적 자료 지원을 강화하고 있다.

셋째, 국내외 흡입독성연구 분야 허브기능 강화에 있다. 각종 가스, 증기, 미스트, 분진 등 다양한 형태의 화학물질에 대한 독성평가 역량을 구비하여 종합적 흡입독성연구 전문기관으로서의 기능을 수행하여 화학물질의 안전성 확보를 통한 근로자 건강 보호의 중추적 역할을 수행하고자 한다. 또한 전문성 확보와 운영의 활성화를 통하여 국내외 기관과의 기술교류 및 협업을 통하여 흡입독성연구 허브 기능을 강화하고, 국내 각 부처 및 산업현장, 필요시 ILO, OECD 등 국제기구 등과 화학물질의 안전성

확보에 일익을 담당하며, 화학물질의 사용으로 인한 근로자 건강장해 예방과 집단발병의 사회문제 원인규명 등 다양한 방법으로 흡입독성연구 분야의 전문성과 허브기능을 강화하고자 한다.

5. 흡입독성연구시설 활용 및 기대효과

본 연구시설은 사용량이 많고 발암성 등 유해성이 강하게 예측되는 화학물질에 대해 흡입챔버와 실험동물을 이용 급성 및 만성노출을 통하여 생체에 미치는 영향, 발암성의 유·무를 확인하고, 무·유해 영향농도(NOEL) 등의 독성영향을 평가하는 업무를 수행한다. 이를 통해 화학물질 관리를 위한 산안법 및 GHS 기준에 의한 유해성분류와 작업환경 노출기준 제·개정의 동물실험 기초자료를 제공하게 되며, 또한 독성시험 결과를 통해 치사농도(LC50), 노출농도와 기간에 따른 독성평가, 표적장기(target organ) 등에 대한 MSDS자료를 제공하게 된다. 또한 산업현장에서 화학물질 취급에 따른 건강장해 등 직업병 발생 시 역학조사와 더불어 실험동물을 이용한 독성시험을 통하여 과학적 판단의 규명자료를 제공할 수 있을 것이다. 그리고 저 농도 장기노출에 의한 원인미상의 직업성 암과 같이 역학조사를 통해 원인규명이 어려운 경우 실험동물을 이용 유해인자와 건강장해와의 양-반응관계(Dose-Response) 규명에 필요한 과학적 판단 자료로 활용할 수 있다. 또한 독성이 강한 물질의 경우 건강장해 예방대책의 수립을 위해 전문가 및 국내외 학회 등에 발표하고, 물질안전보건자료(MSDS)의 제공과 필요시 유해성분류 또는 작업환경 노출기준 제·개정을 건의하며, 발암이 확인될 경우 국제암연구소(IARC) 등을 통해 발암물질 지정 제안도 이루어지게 된다.

IV 정책제언

국내 최초의 만성흡입독성시험이 가능한 연구시설로 최고의 역량과 전문성을 갖춘 흡입독성연구 전문기관으로 발전하기 위해 연구시설의 운영 활성화 및 기술축적을 통하여 각종 독성미확인 물질의 유해성 규명을 통한 근로자 건강장해 예방에 기여하고, 또한 고용부, 환경부, 식약처, 농진청 등 화학물질 관련 부처 및 사업장과의 협업 및 지원 활성화 통한 화학물질의 안전성 확보에 적극 기여해야 한다. 그리고 장기적으로는 선진국과 함께 OECD 회원국으로서 대량생산물질(High Production Volume)에 대한 안전성 평가사업(SIDS 프로그램)에도 참여하는 등 국제적 역할을 수행하여야 한다.

이를 위해 **그림 2**와 같이 우선 1단계로 흡입독성연구를 위한 시설 및 조직의 인프라 구성과 전문성 향상, 그리고 실제 신규 시설 및 조직의 운영을 통한 시험결과의 신뢰성 확보 등의 연구기반을 조성

하여 흡입독성시험을 위한 청정사육시설, 동물관리, 시험물질의 흡입노출 및 모니터링, 병리검사, 신뢰성 보증 등 각 분야에 대한 교육과 훈련, 운영실적의 축적을 통해 기술의 전문성과 신뢰성을 향상시켜 나가야할 것이다. 이러한 실적들은 신규 시험시설에 대한 GLP 및 AAALAC 인증 신청의 기본 자료가 되며, 인증 획득을 통하여 국내 및 국제적으로 공인된 신뢰성 기관으로서의 위치를 확보하게 된다.

그리고 2단계로 발암성시험 등 유해성평가 활성화를 통하여 독성미확인 물질에 대한 근로자 건강장해 예방을 위한 문제 해결적 노력과 화학물질 안전성 확보 차원에서 선택된 시험대상물질에 대하여 체계적이고, 전문성과 신뢰성이 높은 급성 및 만성·발암성 독성시험을 수행하여 활용성 높은 성과를 창출하고자 한다.

마지막 3단계로 운영의 활성화와 지속적이고 안정적인 연구실적의 창출을 바탕으로 국제수준의 만성흡입독성 전문시설로 도약하고자 한다. 이를 위해 국내외 관련 전문기관과의 기술교류 및 협력을 통하여 흡입독성 전문시험기관으로서의 기능과 화학물질의 안전성 확보를 위한 세계적 흡입독성 전문 연구기관으로서의 선도적이고 중추적인 역할 수행을 통해 국제사회에 기여할 수 있을 것이다.

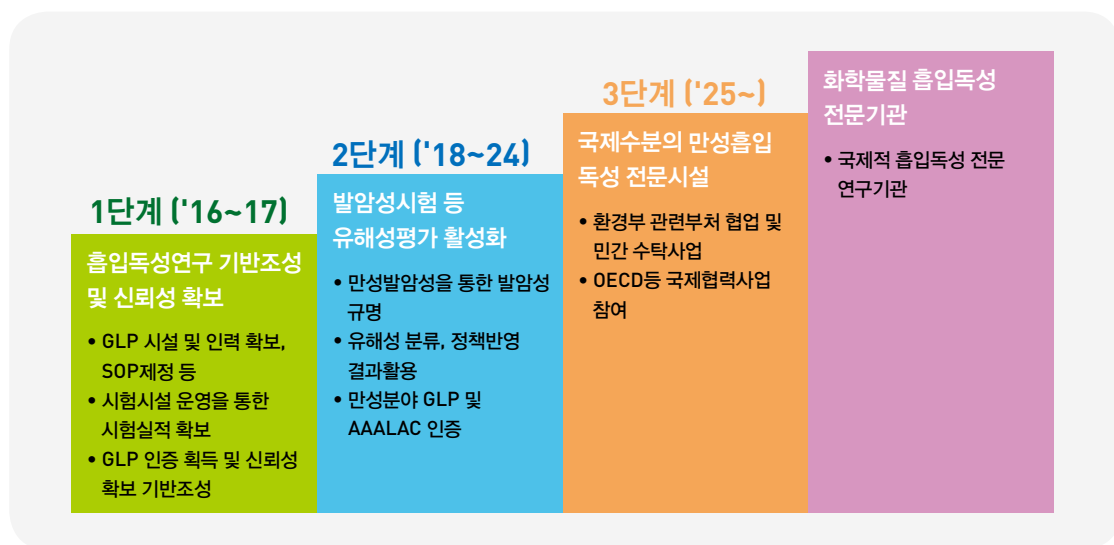


그림 2 | 단계별 흡입독성연구시설 운영전략

참고문헌

1. 고용노동부, 화학물질 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준, 2015.
2. 국립환경과학원, 우수실험실 운영규정(GLP) 국립환경과학원 고시 제2013 - 1호, 2013
3. 임경택, 임철홍, 안병준. 흡입노출에 의한 만성.발암성시험 대상물질 및 우선순위 선정 연구. 한국 보건학회지 24(4): 587-612, 2014.
4. EPA OPPTS 870.8355 Combined Chronic Toxicity/Carcinogenicity, 2013.
5. IARC Technical Publication No. 42: Identification of research needs to resolve the carcinogenicity of high-priority IARC carcinogens. 2009.
6. OECD, TG 453 Combined Chronic Toxicity/Carcinogenicity Study, 2013.
7. Shin et al. A chemical risk ranking and scoring method for the selection of harmful substances to be specially controlled in occupational environments. Int. J. Environ. Res. Public health 11:12001-12014, 2014.



4차 산업혁명을 대비한 산업용 로봇의 안전성 향상 방안

유현동 실장

산업안전보건연구원 안전연구실

여현욱 연구원

산업안전보건연구원 안전연구실

요약문

■ 배경 및 문제점

최근 우리 사회의 가장 큰 화두 중의 하나인 4차 산업혁명은 인간과 기계의 잠재력을 극대화시켜 발전의 속도, 범위에서 우리 사회에 큰 긍정적인 변화를 가져올 것으로 전망되고 있다. 산업현장의 4차 산업혁명 실현을 위한 중요한 구성요소중 하나가 산업용 로봇이지만 국내 제조업에서 최근 5년간 근로손실일수 기준으로 제조업 평균 재해보다 위험도가 2배 이상 높은 재해가 산업용 로봇에 의해 한해 평균 41.4건 발생하는 것으로 나타나 현 사용실태 및 향후 안전성에 대한 의구심을 들게 한다. 최근 들어 4차 산업혁명 적용 및 긍정적 변화에 대한 논의는 많이 이루어지고 있으나 관련 설비의 사용실태 및 안전성 향상 방안 등에 대한 논의는 미흡한 실정으로 산업용 로봇을 대상으로 현재 사용 실태와 안전조치 필요사항을 검토할 필요가 있다.

■ 목적

국내 산업현장의 4차 산업혁명 실현을 위한 구성 요소중 하나인 산업용 로봇을 대상으로 국내 산업현장에서의 사용실태 및 문제점 등을 살펴보고 이에 따른 정책적 제언을 목적으로 한다.

■ 조사 및 분석내용

산업용 로봇 점검용 체크리스트를 활용한 사용실태 점검결과 안전방책 미설치 또는 형식적 설치, 비상정지 장치 제어범위 불일치, 안전거리 미준수, 안전매트 미설치, 출입문 연동장치 미설치 또는 임의해제 등 많은 문제점들이

확인되었다. 또한 “산업용 로봇 설비” 항목의 적정과 부적정의 비율은 적정을 36.6%로 나타냈으며, 주요 항목 실태점검 현황의 적정과 부적정 비율은 154%로 나타났다. 이는 산업현장에서 부실한 산업용 로봇의 안전관리를 보여주는 예로 관련 제도의 보완 필요성을 보여주는 것이다. 또한 16년 4월 7일부터 개정 시행된 산업안전보건기준에 관한 규칙 제223조(운전 중 위험 방지) 단서조항과 관련해서 KS B ISO 10218-2 “로봇 및 로봇장치-산업용 로봇의 안전에 관한 요구사항-제2부:로봇 시스템 및 통합”에 따르면, 모든 산업용 로봇은 설치 시 위험성평가를 실시하고 도출된 위험을 제거하는 등의 안전조치를 취하도록 되어 있으므로 이에 대한 관리가 필요할 것이다.

■ 정책제언

현재 4차 산업혁명이 산업현장에 가져올 긍정적 변화에 대한 논의가 많이 이루어지고 있으나 현재 우리 산업현장의 현 실태를 직시하고 산업현장의 효율성과 안전성 향상을 위한 관련 설비 및 제도 보완이 병행되어야 할 것이다. 특히 산업현장에서 4차 산업혁명 실현을 위한 중요 구성요소인 산업용 로봇은 급속한 사용 증가가 예상되고, 국내 산업현장의 부실한 안전관리 실태나 산업재해 위험도 등을 고려할 때 산업용 로봇의 설계·제작·설치 단계에서 근원적인 안전대책이 확보될 수 있도록 안전인증 대상 기계·기구에 포함하는 방안을 검토할

필요가 있으며, 이는 위의 개정된 산업안전보건 기준에 관한 규칙 제223조(운전 중 위험 방지)의 단서에 대한 합리적 접근방법 중 하나가 될 것으로 판단된다.✚

4차 산업혁명을 대비한 산업용 로봇의 안전성 향상 방안

I 배경 및 문제점

2017년 현재 우리 사회의 가장 큰 화두중의 하나는 4차 산업혁명이고, 이는 인간과 기계의 잠재력을 극대화시켜 발전의 속도, 범위에서 우리 사회에 큰 긍정적인 변화를 가져올 것으로 전망되고 있다. 더욱이 산업현장은 4차 산업혁명과 관련하여 IoT(사물인터넷)을 기반으로 장비, 공정 간 정보와 데이터를 주고 받으면서 스스로 생산 및 관리하고 작업장 안전 등을 관리하는 스마트 팩토리(Smart Factory)로 전환되어 생산공정이 최적화되고 생산공정의 효율성과 안전성이 새로운 차원으로 향상될 것으로 기대하고 있다. 산업현장의 4차 산업혁명 실현을 위한 중요한 구성요소중 하나가 산업용 로봇이지만 국내 제조업에서 최근 5년간(2011년~2015년) 전체 재해자수는 사망자 15명을 포함하여 207명으로 한해 평균 41.4명의 재해자(사망자 3명 포함)가 발생한 것으로 나타났고, 재해자의 평균 근로손실일수는 707.5일로서 최근 5년간 제조업 재해자의 평균 근로손실일수 351.7일의 2.01배로 나타났다. 이는 근로손실일수 기준으로 제조업 평균 재해보다 위험도가 2배 이상 높은 재해가 산업용 로봇에 의해 한해 평균 41.4건 발생한 것으로 관련 재해의 심각성을 잘 나타내고 있으며 4차 산업혁명과 관련한 국내 산업현장의 준비상태 및 향후 안전성에 대한 의구심을 들게 한다.

또한, 최근 들어 산업현장에서의 4차 산업혁명 적용 및 긍정적 변화에 대한 논의는 많이 이루어지고 있으나 국내 산업현장에서 관련 설비의 사용실태 및 안전성 향상 방안 등에 대한 논의는 미흡한 실정으로 산업현장에서 4차 산업혁명 실현을 위한 중요 구성요소중 하나인 산업용 로봇을 대상으로 현재 사용실태와 안전조치 필요사항을 검토할 필요가 있다.

II 목적

본 보고서는 국내 산업현장의 4차 산업혁명 실현을 위한 구성요소중 하나인 산업용 로봇을 대상으로 국내 산업현장에서의 사용실태 및 문제점 등을 살펴보고 이에 따른 정책적 제언을 하는 것을 목적으로 한다.

Ⅲ 조사 및 분석내용

산업현장에서 4차 산업혁명을 실현하기 위한 구성요소로 스마트센서, 공장자동화, 산업용 로봇, 빅데이터 처리 등 많은 요소가 있어야 한다. 그중 가장 중요한 구성요소중 하나인 산업용 로봇을 대상으로 국내 산업현장의 현재 사용실태 및 문제점을 살펴보았다.



그림 1 | Industry 4.0에 필요한 구성요소

국내 제조업에서 최근 5년간(2011년~2015년) 산업용 로봇 관련 재해자의 64.7%(134명), 사망자의 60.0%(9명)가 산업안전보건기준에 관한 규칙 제222조(교시 등), 제224조(수리 등 작업 시의 조치 등)의 적용을 받는 수리·점검·준비·설치 작업 시 발생하였고, 해당 재해의 방책(fence) 내부·방책 외부 작업의 발생비율을 비교했을 때 방책 내부에서 90.7%, 방책 외부에서 9.3%가 발생한 것으로 나타났으며 이들 대부분은 산업용 로봇의 운전 중에 발생한 것으로 나타났다. 따라서 방책

내부에서 산업용 로봇의 운전 중 행하여지는 교시·수리·검사·조정·청소·급유 또는 결과에 대한 확인작업 등이 가장 큰 위험성을 가지는 것으로 사료된다.

산업용 로봇의 재해현황을 기준으로 산업안전보건법, 산업용 로봇의 안전에 관한 요구사항(KS B ISO 10218-1,2), 위험기계·기구 자율안전확인고시 등을 근거로 작성한 산업용 로봇 점검용 체크리스트를 활용한 근로자 50인 미만 제조업 실태점검을 실시하였다.



그림 2 | 산업용 로봇 관련 산업현장 실태점검

산업용 로봇 점검용 체크리스트를 활용한 사용실태 점검결과 안전방책(Fence) 미설치 또는 형식적 설치, 근로자 작업영역이 안전방책 내 위치, 충전부 노출, 비상정지장치의 제어범위 불일치, 기계적 보호의 안전거리 미준수, 안전매트 미설치, 출입문 연동장치 미설치 또는 임의해제, 비상정지 미설치,

부품 입·출구 작업자 진입가능성 등 많은 문제점들이 확인되었다. 또한 산업용 로봇 설비항목의 적정(45개)과 부적정(78개)의 비율은 적정을 36.6%로 나타냈으며, 주요 항목 실태점검 현황의 적정(8개)과 부적정(44개) 비율은 적정을 15.4%로 나타냈다. 이는 산업현장에서 부실한 산업용 로봇의 안전관리를 보여주는 예로 관련 제도의 보완 필요성을 보여주는 것이다.

※ 산업안전보건기준에 관한 규칙 제223조 개정내용(시행 2016.4.7)

개 정 전	현 행
제223조(운전 중 위험 방지) 사업주는 로봇을 운전하는 경우(교시 등을 위하여 로봇을 운전하는 경우와 제224조 단서에 따라 로봇을 운전하는 경우는 제외한다)에 근로자가 로봇에 부딪칠 위험이 있을 때에는 안전매트 및 높이 1.8미터 이상의 방책(로봇의 가동 범위 등을 고려하여 높이로 인한 위험성이 없는 경우에는 높이를 그 이하로 조절할 수 있다)을 설치하는 등 위험을 방지하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다. <단서 신설>	제223조(운전 중 위험 방지) 현행과 같음. 다만, 고용노동부장관이 해당 로봇의 안전기준이 「산업표준화법 제12조에 따른 한국산업표준에서 정하고 있는 안전기준 또는 국제적으로 통용되는 안전기준에 부합한다고 인정하는 경우에는 본문에 따른 조치를 하지 아니할 수 있다.

개정 전 산업안전보건기준에 관한 규칙 제223조(운전 중 위험 방지)에 따르면 산업현장에서 근로자와 산업용 로봇의 충돌을 예방하기 위하여 안전매트 및 높이 1.8m 이상의 안전방책(Fence)을 설치하고 근로자와 산업용 로봇의 작업공간을 분리하도록 되어 있었으나 2016년 4월 7일부터 개정 시행된 산업안전보건기준에 관한 규칙 제223조 단서에서는 고용노동부장관이 해당 로봇의 안전기준이 「산업표준화법」 제12조에 따른 한국산업표준에서 정하고 있는 안전기준 또는 국제적으로 통용되는 안전기준에 부합한다고 인정하는 경우에는 안전매트 및 방책을 설치하지 않을 수 있도록 하고 있으며, 이와 관련하여 현재 많은 국내 관계자들은 단서조항의 대상을 협동운전용으로 설계된 산업용 로봇으로 알고 있어 협동운전용 산업용 로봇의 경우 별도의 안전조치 없이 사용이 가능한 것으로 인식하고 있다.

하지만 협동운전용으로 설계된 산업용 로봇이라 하더라도 관련 한국산업표준은 산업용 로봇에 대한 본질적 안전설계 기준인 KS B ISO 10218-1 “로봇 및 로봇장치-산업용 로봇의 안전에 관한 요구사항-제1부:로봇”과 산업용 로봇 시스템의 설치, 운전 등에 대한 안전기준인 KS B ISO 10218-2 “로봇 및 로봇장치-산업용 로봇의 안전에 관한 요구사항-제2부:로봇 시스템 및 통합”의 적용을 함께 받는 것으로 되어있고, KS B ISO 10218-2 “로봇 및 로봇장치-산업용 로봇의 안전에 관한 요구사항-제2부:로봇 시스템 및 통합”에 근거하면 단순히 협동운전용으로 설계된 산업용 로봇이 근로자의 안전을 보장할 수 있는 것은 아니며, 위험성평가를 실시하고 도출된 위험을 제거하는 등의 안전조치를 취하도록 되어있다.

앞서 이야기한 국내 산업현장의 부실한 산업용 로봇의 안전관리 실태나 산업재해 위험도 등을 고려할 때 위험성평가 등에 의한 안전성 확보는 실효성에 대한 의문이 드는 실정이므로, 산업용 로봇의 설계·제작·설치 단계에서 근원적 안전대책이 확보될 수 있도록 산업용 로봇을 안전인증 대상 기계·기구에 포함하는 방안 등을 검토할 필요가 있다.

IV 정책제언

4차 산업혁명이 산업현장에 가져올 긍정적 변화에 대한 논의가 많이 이루어지고 있으나 현재 우리 산업현장의 현 실태를 직시하고 산업현장의 효율성과 안전성 향상을 위한 관련 설비 및 제도 보완이 병행되어야 할 것이다.

특히 산업현장에서 4차 산업혁명 실현을 위한 중요 구성요소인 산업용 로봇은 향후 급속한 사용증가가 예상되고, 국내 산업현장의 부실한 산업용 로봇 안전관리 실태나 산업재해 위험도 등을 고려할 때 위험성평가 등에 의한 안전성 확보는 실효성을 담보할 수 없을 것이다.

따라서, 산업용 로봇의 설계·제작·설치 단계에서 근원적인 안전대책이 확보될 수 있도록 안전인증 대상 기계·기구에 포함하는 방안을 검토할 필요가 있으며, 이는 위의 개정된 산업안전보건기준에 관한 규칙 제223조(운전 중 위험 방지)의 단서에 대한 합리적 접근방법 중 하나가 될 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 고용노동부 고시 “위험기계·기구 자율안전확인 고시”, 2015
2. KS B ISO 10218-1, “로봇 및 로봇장치-산업용 로봇의 안전에 관한 요구사항-제1부:로봇”, 2012
3. KS B ISO 10218-2, “로봇 및 로봇장치-산업용 로봇의 안전에 관한 요구사항 제2부:로봇 시스템 및 통합”, 2012
4. OSHA, Guideline for Robotics Safety [STD 01-12-002[PUB 8-1.3]]
5. ANSI/RIA R15.06-1999. Industrial Robot and Robot Systems-Safety Requirement. American National Standards Institute. New York. U.S.A
6. 최계영. 4차 산업혁명 시대의 변화상과 정책 시사점(16-04). 정보통신정책연구원. 2016.

정전기 물성평가를 통한 안전인증기준 도입의 필요성

최상원 연구위원

산업안전보건연구원 안전연구실

변정환 연구위원

산업안전보건연구원 안전연구실

제유리 연구원

산업안전보건연구원 안전연구실

요약문

■ 배경 및 문제점

현재의 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제325조 (정전기로 인한 화재 폭발 등 방지) 제2항에 따르면 사업주는 인체에 대전된 정전기에 의한 화재 또는 폭발 위험이 있는 경우에는 정전기 대전방지용 안전화 착용, 제전복 착용, 정전기 제전용구 사용 등의 조치를 하여야 한다고 규정되어 있으나, 정전기 대전방지용 보호구 및 제전용구 등의 성능 저하로 인한 재해 발생 가능성을 대비하기 위한 정전기 안전용품 성능의 안전기준은 명확히 규정하고 있지 않다.

■ 목적

본 리포트는 정전기 위험성 평가를 위한 통일된 IEC 규격 및 기술적 기준을 소개하여 정전기 물성평가를 통한 정전기 관련 개별 제품의 표준 시험방법을 마련하고, 화재·폭발 위험장소에서 정전기 위험성 평가를 위한 기술적 기준의 적용 및 정전기 안전용품의 안전성 확보를 위한 안전인증기준 도입 필요성을 강구하는 것을 목적으로 한다.

■ 조사 및 분석내용

폭발위험장소에서의 정전기 위험성에 대한 가이드는 대체적으로 전기기기를 구성하는 비금속성 외함에 대한 기술적 기준이다. 즉, 비금속 외함의 크기제한, 비금속 외함으로부터 발생하는 허용할 수 있는 전하량 및 커패시턴스의 제한 수준이다. 폭발위험장소에서의 정전기 위험성 평가를 위해서는 표면 저항, 표면 및

체적 저항률, 누설 저항, 신발 및 장갑 저항, 분체 저항률, 액체 도전율, 커패시턴스, 전달 전하, 점화 시험, 전하감쇄, 전달 전압을 시험하거나 측정을 실시한다. 폭발위험장소에서의 정전기 위험성 평가를 위한 주요 시험 및 측정방법은 다음과 같다.

경제적 파급 효과도 기대할 수 있다. 

- 전원인가 시험편을 이용한 표면저항 측정
- 측정용 셀을 이용한 분체 및 액체 저항률 측정
- 점화 시험용 프로브를 이용한 인화성 가스의 점화 시험
- 전하 감쇄도 측정치를 이용한 의류의 전하 감쇄 측정 시험

■ 정책제언

정전기 관련 기술적 가이드 및 시험방법을 통하여 정전기 안전용품의 표준 시험방법 및 안전 인증기준을 개발하고, 정전기 안전용품의 안전인증 사항을 산업안전보건법 제34조(안전인증) 제2항, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제325조(정전기로 인한 화재폭발 등 방지) 제2항 및 「안전인증·자율 안전확인신고의 절차에 관한 고시」에 반영하여 개정할 필요가 있다. 정전기 위험성 평가를 통한 정전기 안전용품의 안전성 향상 및 공신력 제고를 위하여 안전인증기준을 개발하여 정책·제도에 반영하고, 또한 안전인증 시험장비 개발보급에 따른 산업재해예방 기여 및 지적재산권 출원에 따른

정전기 물성평가를 통한 안전인증기준 도입의 필요성

I 배경 및 문제점

정전기는 물체의 마찰, 유동 등에 의해 발생하는 것으로, 인화성 물질(기체, 액체, 분체)을 취급하는 정도에 따라 프로세스에서 정전기 방전에 의한 화재·폭발을 발생시킬 가능성이 있다. 실제 1 mJ의 아주 작은 정전기 방전 에너지가 화학공정 등에서 화재·폭발을 일으켜 인적·물적 피해를 야기할 수 있으며, 반도체 제조회사는 제품불량으로 이어지는 정전기를 관리하기 위하여 가히 전쟁을 방불케 하는 엄격한 대책을 세우고 있다.

현재의 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제325조(정전기로 인한 화재 폭발 등 방지) 제2항에 따르면 사업주는 인체에 대전된 정전기에 의한 화재 또는 폭발 위험이 있는 경우에는 정전기 대전방지용 안전화 착용, 제전복 착용, 정전기 제전용구 사용 등의 조치를 하여야 한다고 규정되어 있으나, 정전기 대전방지용 보호구 및 제전용구 등의 성능 저하로 인한 재해 발생 가능성을 대비하기 위한 정전기 안전용품 성능의 안전기준은 명확히 규정하고 있지 않다. 정전기는 정전용량을 이용하는 복사기 등 긍정적인 측면에서 엄청난 기여를 하고 있으나, 안전측면에서는 실험·시험의 재현성 저하로 각 나라에서의 정전기의 대전과 방전에 관한 평가기술의 차이성 등의 문제점에 대한 개선이 필요하다.

II 목적

본 리포트는 정전기 위험성 평가를 위한 통일된 IEC 규격 및 기술적 기준을 소개하여 정전기 물성 평가를 통한 정전기 관련 개별 제품의 표준 시험방법을 마련하고, 화재·폭발 위험장소에서 정전기 위험성 평가를 위한 기술적 기준의 적용 및 정전기 안전용품의 안전성 확보를 위한 안전인증기준 도입 필요성을 강구하는 것을 목적으로 한다.

Ⅲ 조사 및 분석내용

1. 일반사항

폭발위험장소에서의 정전기 위험성에 대한 가이드는 대체적으로 전기기기를 구성하는 비금속성 외함에 대한 기술적 기준이다. 즉, 비금속 외함의 크기제한, 비금속 외함으로부터 발생하는 허용할 수 있는 전하량 및 커패시턴스의 제한 수준이다.

가. 고체 절연 재료의 크기 제한

표 1은 폭발위험장소에 사용되는 전기기기의 구성품에서의 고체 절연 재료의 크기(면적 및 두께)에 대한 제한 기준이다.

표 1 | 고체 절연 재료의 크기 제한

EPL	Unit	EPL Ga	EPL Gb	EPL Gc
Group I	Max area(mm ²)	1,000		
	Max width(mm)	30		
Group II A	Max area(mm ²)	5,000	10,000	No size limit
	Max width(mm)	3	30	
Group II B	Max area(mm ²)	2,500	10,000	No size limit
	Max width(mm)	3	30	
Group II C	Max area(mm ²)	400	2,000	No size limit
	Max width(mm)	1	20	

EPL : Equipment Protection Level

나. 최대 허용 이동 전하량

표 2는 폭발위험장소에서의 전기기기의 그룹 및 기기 보호수준에 따른 대전 물체로부터 최대 허용 이동 전하량(Transferred charge)을 나타낸 것이다.

표 2 | 최대 허용 이동 전하량

구분	Group I	Group II A	Group II B	Group II C	Group III
EPL Ma EPL Mb Mining	60 nC	-	-	-	-
EPL Ga Zone 0	-	60 nC	25 nC	10 nC	-
EPL Gb Zone 1	-	60 nC	25 nC	10 nC	-
EPL Gc Zone 2	-	60 nC	25 nC	10 nC	-
EPL Da Zone 20	-	-	-	-	200 nC
EPL Db Zone 21	-	-	-	-	200 nC
EPL Dc Zone 22	-	-	-	-	200 nC

다. 최대 허용 정전 용량

표 3은 폭발위험장소에서 전기기기의 보호수준에 따른 최대 허용 정전용량을 나타낸 것이다. 아울러 전기기기의 외부 도전성 부분은 1 MΩ 이하가 되도록 접지를 하여야 한다.

표 3 | 최대 허용 정전 용량

구분	Group I	Group II A	Group II B	Group II C	Group III
EPL M	10 pF	-	-	-	-
EPL Ga Zone 0	-	3 pF	3 pF	3 pF	-
EPL Gb Zone 1	-	10 pF	10 pF	10 pF	-
EPL Gc Zone 2	-	No requirements			-
EPL Da Zone 20	-	-	-	-	10 pF
EPL Db Zone 21	-	-	-	-	10 pF
EPL Dc Zone 22	-	-	-	-	No requirements

2. 시험 방법

폭발위험장소에서의 정전기 위험성 평가를 위한 주요 시험 및 측정방법은 다음과 같다.

가. 표면저항 측정

표면저항은 **그림 1**과 같이 전원이 인가되는 시험편을 사용하여 측정한다.

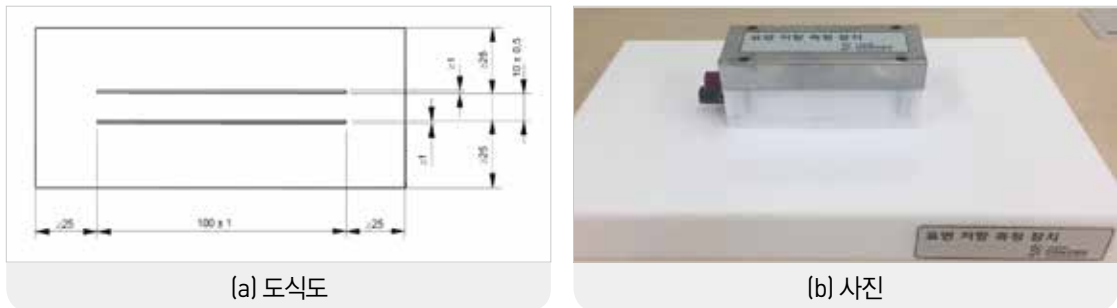


그림 1 | 전원인가 시험편

시험편을 전처리(24 시간 이상, 23 ± 2 °C, 25 ± 5 R.H.%)한 후에, 표면에 전극을 설치한 후 20 N으로 누른다. 이후 10 ± 0.5 V의 전압 인가하여 15 ± 5 s 동안 측정한다. 저항이 $1 \text{ M}\Omega \sim 10 \text{ M}\Omega$ 인 경우 15 ± 5 s 동안 100 ± 5 V로 증가시켜야 한다. $10 \text{ M}\Omega \sim 100 \text{ M}\Omega$ 인 경우 65 ± 5 s 동안 500 ± 25 V, $100 \text{ M}\Omega$ 을 초과 하는 경우는 65 ± 5 s 동안 적어도 500 ± 25 V(바람직하게는 1000 ± 50 V)를 인가한다. 동일 시험편에서 측정면을 서로 다르게 또는 별도의 시험편으로 9회 반복한다.

나. 분체 저항률 측정

분체 저항률은 **그림 2**와 같이 측정셀을 사용하여 측정한다(여기서 ①은 광택된 스테인리스 스틸바, ②는 절연 유리바, ③은 시료 분체용 셀, ④는 절연판).



그림 2 | 분체 저항률 측정용 셀

시험편을 전처리(24 시간 이상, 23 ± 2 °C, 25 ± 5 R.H.%)한 후에, 시료 분말을 **그림 2**의 시험 전극간에 부은 다음, 10 초 동안 DC 105 ± 10 V, 500 ± 25 V, $1,000 \pm 50$ V를 인가하여 셀의 저항 R을 측정한다. 저항률 ρ 는 다음 식을 사용하여 계산한다.

$$\rho = 0.001 \times R \times H \times \frac{W}{L}$$

ρ 는 저항률 $\Omega \cdot m$, H는 전극의 높이 mm, W는 전극의 길이 mm 및 L은 전극의 공간 길이 mm이다. 2회 측정하여 평균값으로 한다.

다. 액체 도전을 측정

액체 도전을 역시 **그림 3**과 같은 측정셀을 사용하여 측정한다.

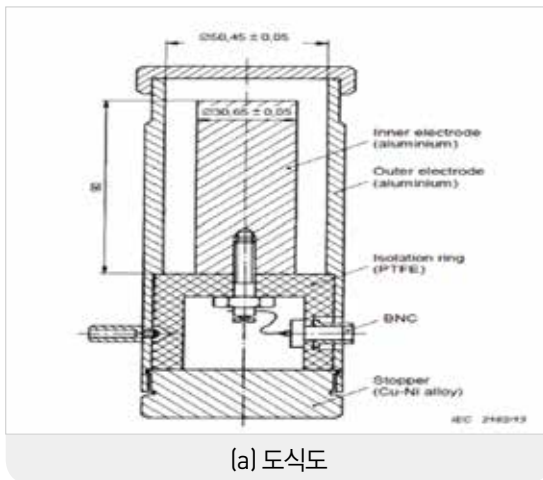


그림 3 | 분체 저항률 측정용 셀

100 ± 0.5 cm³의 측정 셀에 시료 액체를 채운 다음, picoammeter로 결합된 오실로스코프 또는 개인용 컴퓨터와 연결하여 시간 t에서 100 V에 인가된 전극 사이에 채워진 시료 셀의 전류 I를 측정한다(2회 반복). I의 기록 과정에서 t=0 시점의 I₀를 추정한다. 다음 식으로 도전을 σ (S/m)를 계산한다.

$$\sigma = K \times \frac{I_0}{U}, 1 \text{ pS/m} = 10^{-12} \text{ S/m} = 1 \text{ CU(도전을 단위)}$$

여기서, K는 셀 상수(단위, mm), U는 시험전압이다.

라. 점화 시험

점화 시험은 표 4의 시험가스와 그림 4의 점화 시험용 프로브를 사용한다. 그림 5는 점화확인을 위한 시험장치 구성도의 예를 나타낸 것이다.

표 4 | 인화성 가스 혼합물의 체적 조성

Test gas	Volume concentration	Minimum ignition energy	Group
Hydrogen	$21 \pm 2\%$ in air	0.016 mJ	IIC
Ethylene	$7.8 \pm 0.5 \%$ in air	0.082 mJ	IIB
Propane	$5.25 \pm 0.25 \%$ in air	0.25 mJ	IIA

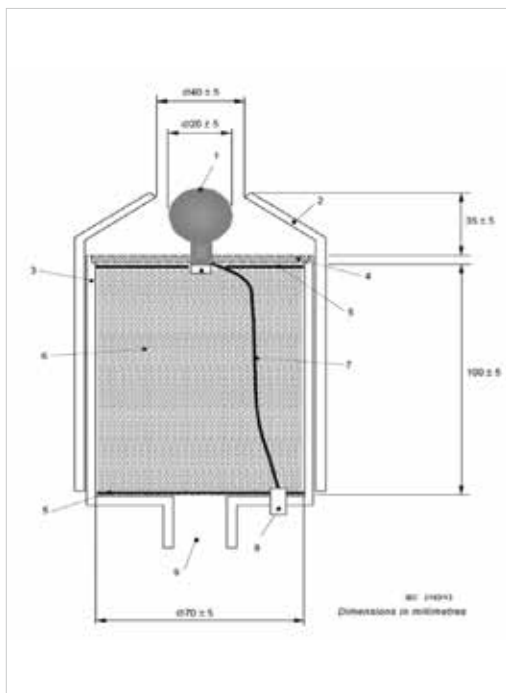


그림 4 | 점화용 프로브

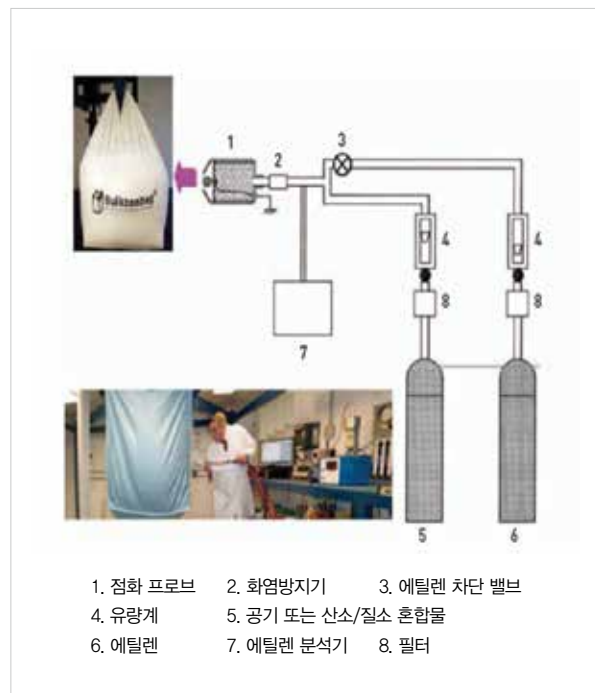
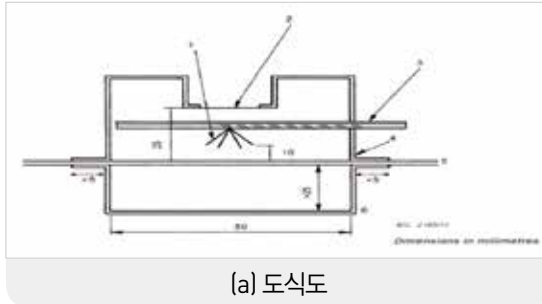


그림 5 | 점화확인을 위한 시험장치

대상물체로 부터의 정전기 방전에 의한 점화 유무는 프로브를 대상물체로 근접해 감으로서 쉽게 확인할 수 있다.

마. 전하 감쇄 측정

전하감쇄도 시험은 **그림 6**의 시험장치를 구성하여 측정한다.



(a) 도식도



(b) 사진

그림 6 | 전하 감쇄도 측정장치

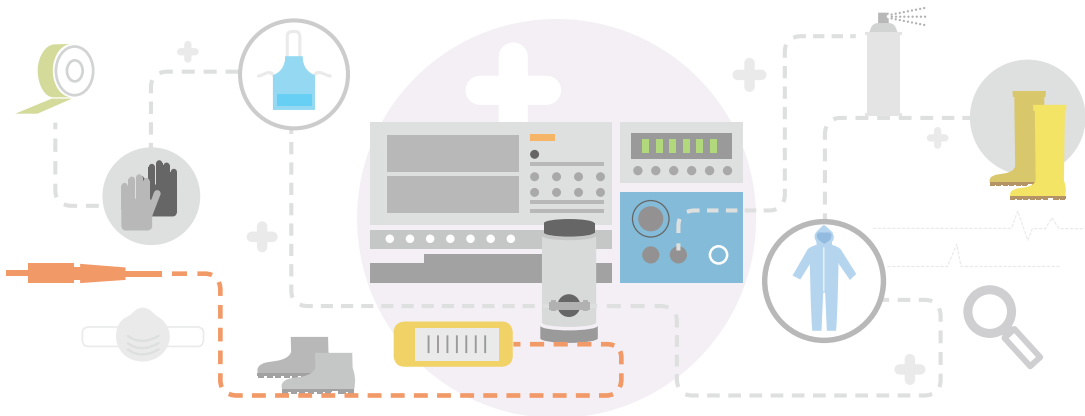
시험편을 전처리(48 시간 이상, 23 ± 2 °C, 25 ± 5 R.H.%)한 후에, 장치에 의류를 클램프한다. 코로나 부분이 효과적으로 미치도록 중간 판을 이동시킨 후 전계세기 측정기를 차폐시킨다. 전계세기 측정기가 프로브의 등가표면전위를 측정할 수 있도록 중간 판을 제거한 후, 초기 대전전압으로부터 허용할 만한 낮은 전압 수준까지 전하 감쇄 시간을 측정한다. 서로 다른 위치 및 극성을 바꾸어 측정한다.

IV 정책제언

폭발위험장소에서의 정전기 위험성 평가를 위한 IEC 60079-32(Explosive atmospheres)-1(Electrostatic hazards- guidance) 및 -2(Electrostatic hazards-tests)의 정전기 관련 기술적 가이드 및 시험방법을 통하여 정전기 안전용품의 표준 시험방법 및 안전인증기준을 개발하고, 정전기 안전용품의 안전인증 사항을 산업안전보건법 제34조(안전인증) 제2항, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제325조(정전기로 인한 화재폭발 등 방지) 제2항 및 「안전인증·자율안전확인신고의 절차에 관한 고시」에 반영하여 개정할 필요가 있다. 아주 작은 정전기 방전 에너지가 단 한 번에 화재·폭발을 일으켜 막대한 인적·물적 피해가 발생하는 정전기 재해 특성을 고려해 볼 때 정전기 위험성 평가가 필수적이며, 이 경우 참고하여야 할 정전기 안전용품의 대상·규격·표준을 도입하여 안전인증기준 및 시험장비를 구축하기 위한 기술적·제도적 장치를 마련하여야 한다. 정전기 위험성 평가를 통한 정전기 안전용품의 안전성 향상 및 공신력 제고를 위하여 안전인증기준을 개발하여 정책·제도에 반영하고, 또한 안전인증 시험장비 개발 보급에 따른 산업재해예방 기여 및 지적재산권 출원에 따른 경제적 파급 효과도 기대할 수 있다.

참고문헌

1. 최상원, “방전 에너지와 IEC TC 101(정전기학)의 현황 및 발전 방향”, 안전보건연구동향, 제6권, 제1호, pp.46-51, 2012. 1.
2. 최상원, 박희철, “한·일 정전기 재해에 대한 비교·분석”, 한국안전학회 춘계학술대회 초록집, p.8, 2012.
3. 최상원, “정전기로 인한 화재·폭발재해의 특성 및 연구활동”, 한국화재조학회 춘계학술대회, pp.76-82, 2014. 4.
4. 최상원, “재해분석을 통한 정전기로 인한 화재·폭발재해 특성 및 제언”, 안전보건 연구동향, 제8권 제1호, pp.54-57, 2014. 1.
5. 최상원, “정전기 재해방지에 관한 국제규격과의 부합화”, 한국안전학회 춘계학술대회 초록집, p 10, 2011.
6. KOSHA GUIDE E-89-2013, 정전기 재해예방에 관한 기술지침, 2013.
7. KOSHA GUIDE E-113-2013, 정전기 위험성평가 및 대책에 관한 기술지침, 2013.
8. 최상원, “정전기 재해방지를 위한 IEC TC 101(정전기학)의 기술적 기준”, 세이프티월드, 제7권, 제1호, pp.33-37, 2011.
9. Sang-Won Choi, “The outlook for global unity of hazardous area in Korea” Keynote speech of WISH2014, Oct. 2-3, Tokyo, Japan, 2014.
10. IEC 60079-32(Explosive atmospheres)-1(Electrostatic hazards- guidance)-2(Electrostatic hazards-tests), 2014.
11. 변정환, “폭발방지를 위한 정전기 물성평가 기준 및 장치 특성”, 한국안전학회 추계학술대회 초록집, p.74, 2016. 10.



잠수작업 중대재해 사례의 원인분석 및 제도개선 방안

강준혁 연구원

산업안전보건연구원 직업환경연구실

요약문

■ 배경 및 문제점

2003년부터 2016년까지 14건의 잠수작업 중대재해가 보고되었고 사인은 익사였다. 익사는 액체가 기도로 흡인되어 질식사망에 이르는 사인을 뜻하며, 잠수작업 재해의 사인으로 가장 많은 이유는 잠수작업을 수중에서 행하는 환경요인에서 기인하지만 선행요인을 밝히지 못했기 때문일 수 있다(Kim, 2014). 선행요인들을 밝히지 못하고 익사로 처리됨에 따라 잠수작업자의 안전 보건을 위한 예방조치는 답보상태이며 유사한 재해가 반복되고 있는 실정이다.

■ 목적

본 리포트에서는 잠수작업 중대재해사례 보고서를 순차분석(sequential analysis)하여 익사의 선행요인들을 파악하고 선행요인의 발생을 예방하기 위한 조치 및 제도 개선안을 제안하고자 한다.

■ 조사 및 분석내용

익사를 유발한 선행요인들은 심혈관 질환, 호흡기체 품질 불량, 호흡기체의 고갈, 호흡기체 공급중단으로 분류되었다. 호흡기체품질과 관련하여 잠수작업자들은 불활성기체와 산소의 분압에 집중하였으나, 일산화탄소 및 이산화탄소 관리에 소홀하였다. 일산화탄소에 오염된 기체를 호흡한 잠수작업자는 의식을 잃고 익사에 이른 것으로 추정된다. 호흡기체의 고갈은 한정된 용량의 기체용기를 휴대하는 스쿠버 잠수에서 발생하였고, 호흡기체 공급중단은 기체공급 호스의 파손, 기체공급의

일시 중단 등과 관련이 있었다. 호흡기가 탈락한 재해에서 스쿠버용 2단계 호흡기(2nd stage regulator)가 사용되었다. 호흡기체의 공급중단에 대비하여 비상용 기체를 휴대한 사례는 한 건에 불과하였고, 적절한 수중호흡장치, 비상용 호흡 기체, 수중통화 장치를 모두 사용한 사례는 한 건도 없었다.

■ 정책제언

현행 산업안전보건규칙에 관한 기준은 잠수 작업 시 사용해야 하는 호흡기의 종류, 비상용 기체 휴대, 수중 통화 장치 사용 및 의식을 잃은 잠수 작업자를 인양하기 위한 조치 등을 정하고 있지 않다. 따라서 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에 잠수작업자가 휴대하는 비상용 기체 휴대 및 기체의 용량에 대한 조항이 신설되어야 하며, 제539조에서 잠수작업의 통화장치를 누락함에 따라 수중 통화장치 사용을 강제할 규정이 없어 이에 대한 보완이 필요하다. 그리고 위험에 처한 잠수작업자를 구조할 수 있는 잠수사를 지정 운영할 수 있도록 제547조의 감시인의 의무에 추가하여 재해 인지와 구조 사이에 경과 시간을 최소화할 수 있도록 해야 한다. 이와 같이 해당 규칙 또는 하위 규정에 위에서 설명한 사항을 신설하여 반복되는 잠수작업재해를 예방할 수 있는 제도적 장치를 마련할 필요가 있다. 또한 중대재해사례분석에서 밝혀진 의사의 선행 요인을 예방할 수 있는 설비는 2008년 1월 이후

건설안전기본법에서 정한 수중공사업 면허 요건임에도 불구하고 현장에서 사용되지 않아 사고가 재발하고 있으므로, 설비의 불용, 불비에 대한 공단의 지원방안을 모색할 필요가 있다. ✚

잠수작업 중대재해 사례의 원인분석 및 제도개선 방안

I 배경 및 문제점

2016년 12월 부산·경남지역에서 계류 중인 선박을 육안 검사하던 잠수작업자가 사망하는 재해가 두 차례 발생하였다. 첫 번째 사례에서 잠수작업자는 외항에 닿을 내리고 계류한 선박을 조사하는 작업 중 강풍이 불어 생성된 해수의 흐름에 잠수작업자들이 휘말려 그 중 1인이 사망하였다. 두 번째 사례에서는 항구에 정박 중인 선박의 육안검사를 위해 잠수작업 중이었던 3인 중 1인이 작업 종료를 몇 분 앞두고 의식을 잃어 호흡기가 탈락되면서 사망하였다. 2016년 4월에도 잠수작업 중대재해로 보고된 사례가 있어 잠수작업 중대재해보고서 기록을 조사하였다. 잠수작업은 수중 고압력하에서 진행되며, 장기간 연속적인 작업이 아닌 단기간 비정기적으로 작업하는 특징이 있다. 이러한 이유로 다수의 잠수작업자들이 산업재해 발생위험에 노출되어 있다.

2003년부터 2016년까지 14건의 잠수작업 중대재해가 보고되었고 사인은 익사였다. 익사는 액체가 기도도로 흡인되어 질식해 사망에 이르는 사인을 뜻하며, 잠수작업재해의 사인으로 가장 많은 이유는 잠수작업을 수중에서 행하는 환경요인에서 기인하지만 선행요인을 밝히지 못했기 때문일 수 있다(Kim, 2014). 선행요인들을 밝히지 못하고 익사로 처리됨에 따라 잠수작업자의 안전보건을 위한 예방조치는 답보상태이며 유사한 재해가 반복되고 있는 실정이다.

II 목적

본 리포트에서는 잠수작업 중대재해사례 보고서를 순차분석(sequential analysis)하여 익사의 선행요인들을 파악하고 선행요인의 발생을 예방하기 위한 조치 및 제도 개선안을 제안하고자 한다.

Ⅲ 조사 및 분석내용

중대재해조사보고서에서 익수·잠김 및 이상기압에 의한 재해를 검색하여 잠수작업관련 재해를 분류하였다. 검색된 중대재해사례 중 잠수작업 중대재해는 14건이었으며 1건은 피재자의 질병에 의한 재해였다. 피재자의 연령은 27세 ~ 49세였고, 잠수작업 경력은 0 ~ 14년이었다. 재해가 발생한 수심은 1.5 ~ 67미터였다. 압축공기를 이용한 잠수는 13건이었으며, 헬륨, 질소, 산소를 혼합한 삼중혼합기체(trimix)를 사용한 사례가 있었다. 잠수방법은 선박이나 지면에서 공기압축기를 이용하여 잠수작업자에게 압축공기를 공급하는 표면공급식 잠수와 잠수용 알루미늄 합금 실린더에 압축공기를 저장한 후 이를 휴대하여 잠수하는 스쿠버 잠수였다. 6건의 재해에서 전면마스크(full face mask)가 사용되었고, 8건의 재해에서 잠수작업자가 입에 물고 호흡하는 스쿠버용 2단계 호흡기(2nd stage regulator)가 사용되었다. 통신기를 사용한 사례는 4건이었으며, 비상기체통을 사용한 사례는 1건이었으나, 전면마스크, 통신기, 비상기체통을 모두 사용한 사례는 없었다.

표 1 | 재해사례 중 잠수장비 사용 현황

사례	호흡장치	통신장치	비상기체	사례	호흡장치	통신장치	비상기체
1	후카(2nd)	×	○	8	스쿠버(2nd)	×	×
2	후카(2nd)	×	×	9	전면마스크	×	×
3	스쿠버(2nd)	×	×	10	전면마스크	○	×
4	전면마스크	×	×	11	전면마스크	○	×
5	전면마스크	○	×	12	후카(2nd)	×	×
6	후카(2nd)	×	×	13	스쿠버(2nd)	×	×
7	전면마스크	○	×	14	스쿠버(2nd)	×	×

중대재해조사보고서에 보고된 재해의 원인은 역사를 유발한 선행요인들과 규칙위반이 혼재되어 있었다. 역사의 선행요인들로는 심장병변 1건, 호흡기 탈락 5건, 호흡기체 고갈 3건, 호스 파손, 호흡기 고장 등에 의한 호흡기체 차단 5건이었고, 규칙위반 사례로는 무자격자의 잠수작업 수행 2건, 잠수작업자 휴대물(신호밧줄, 수중시계, 예리한 칼, 구명조끼) 미착용 5건, 상승속도 위반 1건, 잠수작업 설비 기록미비로 추정된 장비점검 미실시 2건, 감시인의 역할 미준수 5건, 감시인 미배치 1건 등이었고, 규정위반이 중복된 사례가 있었다.

1. 재해의 선행요인

익사의 선행요인을 분석함에 있어 잠수재해의 원인을 촉발요인(trigger), 불능요인(disabling agent), 불능손상요인(disabling injury), 사인(cause of death)의 4단계로 분류한 Denoble 등의 순차 분석법(sequential analysis)을 준용하였다(Denoble et al., 2008). 14건의 잠수작업 중대재해사례에서 익사의 4대 선행요인인 심장병변, 호흡기탈락, 호흡기체 고갈, 호흡기체 공급중단은 촉발요인이 아닌 불능요인이며 이로 인한 질식(disabling injury)이 익사(cause of death)로 이어진 것으로 추정하였다. 재해사례별 촉발요인들은 일산화탄소에 오염된 호흡기체, 강풍과 급류형성, 목적에 부적합한 장비 사용, 급기능력을 초과한 잠수, 호흡기 고장, 외력에 의한 호흡기 파손 등과 같이 다양하였다(그림 1).

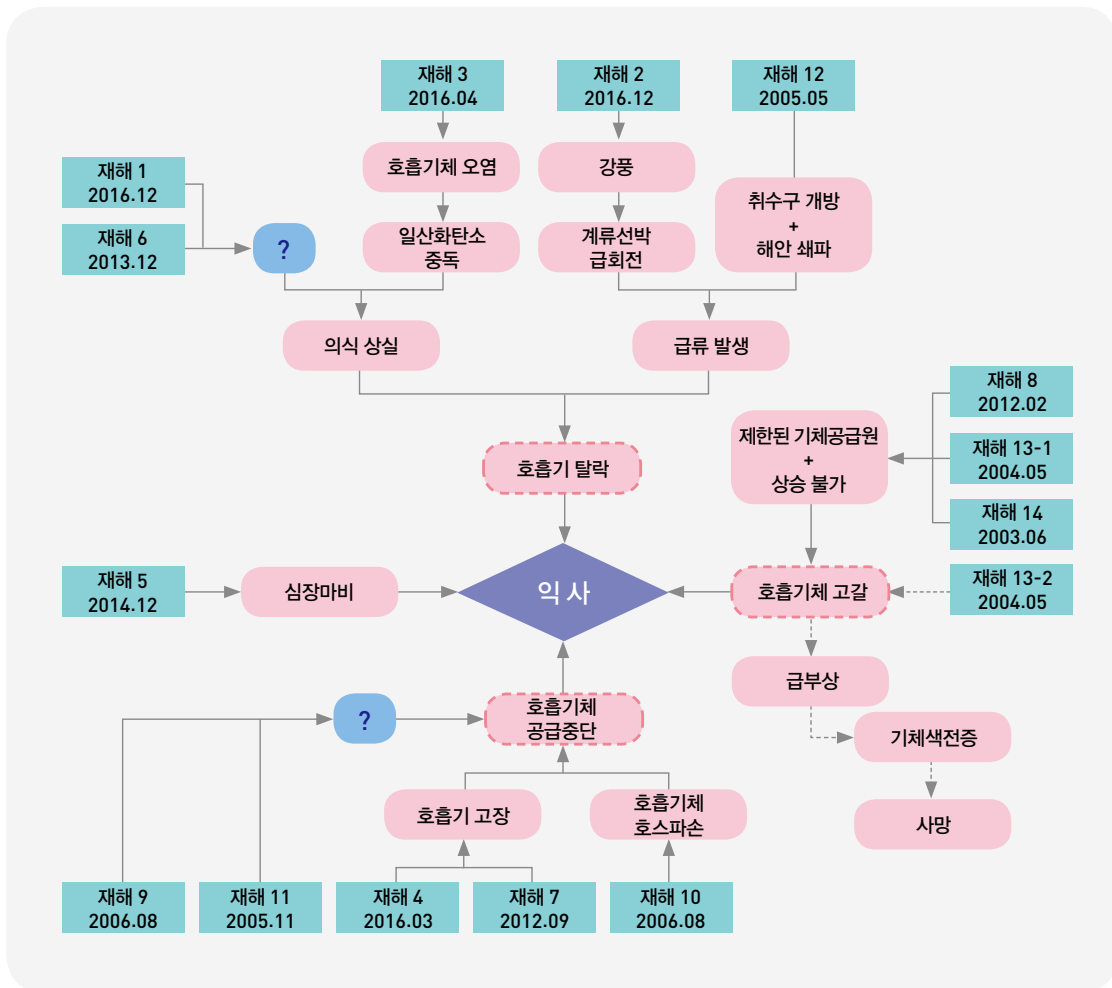


그림 1 | 잠수작업 재해사례별 원인

불능요인 추정이 불가능한 재해사례도 있었다. 수중에서 중작업(heavy work)을 수행하던 피재자가 비상용 호흡기체를 휴대하였고 호흡기 교환에 걸리는 시간도 수초이내임에도 불구하고 이를 사용하지 못하였는데, 피재자가 작업 중 의식을 잃은 것으로 추정되나 의식상실의 원인은 밝혀지지 않았다. Sundal 등의 보고에 따르면, 북해의 잠수작업자가 의식을 잃은 주요 요인은 기체공급의 중단과 혼합 기체의 조성 오류였으나, 중작업을 수행하던 잠수작업자가 의식을 상실한 사례도 있었다(Sundal et al., 2013). 재해사례 13의 경우 스쿠버 잠수장비를 이용하여 2인 1조로 잠수하던 중 1인은 수중 장애물에 걸려 상승하지 못하였으며, 1인은 급상승으로 폐가 과팽창되었고, 그 결과 폐가 손상되고 손상부위로 기체가 동맥으로 유입되어 동맥기체색전증(arterial gas embolism)으로 사망한 사례였다.

2. 잠수작업 재해예방을 위한 조치

보고서의 재해사례 중 일부는 산업안전보건기준에 관한 규칙을 위반한 사례가 있었으나, 위반사항이 촉발요인과 부합하지 않거나 근원적이거나 결정적인 요인이 아닌 사례도 있었다. 재해사례 13-2와 같이 매우 빠른 속도로 수면으로 상승하면 폐속의 기체가 과팽창하여 그 결과 폐가 손상되고 손상된 부위의 혈관으로 기체가 유입되어 혈류를 차단하는 기체색전증이 발병할 위험이 높은 것으로 알려져 있다. 기체색전증의 위험을 줄이기 위해 상승속도를 조절해야 하나 호흡기체부족으로 인한 공황발작(panic)은 상승속도조절을 어렵게 할 수 있다. 스쿠버 잠수방법을 이용하는 잠수작업자에게 신호밧줄을 휴대시키면 그의 위험을 감지할 수 있고, 잠수작업자의 상승 방향을 제시할 수 있으나, 잠수작업자가 의식을 잃으면 신호밧줄은 잠수작업자의 생명을 구하는 유용한 수단이 되지 못하며, 표면공급식 잠수방법을 사용하는 작업자들은 생명줄을 이용하여 신호를 교환할 수 있으므로, 신호밧줄은 유의미한 수단이 될 수 없다. 미국산업안전보건청(OSHA)에 따르면, 신호줄(line tending)은 스쿠버 장비를 사용하는 잠수에 사용할 것을 정하고 있다(OSHA Standards 29 CFR 1910 Subpart T 1910.424(a)-424(c)(2)).

호흡기 탈락 사례(재해 1, 2, 3, 6, 12)는 잠수작업자가 의식을 상실하거나 외력 등에 의해 호흡기가 탈락되어 회수가 불가능한 상태와 관련이 있었다. 이와 같은 사례들은 의식상실 또는 외력에 의한 비자발적 탈락이 불가능한 호흡기(전면마스크, 밴드마스크, 잠수헬멧)로 대체함으로써 예방이 가능할 것으로 판단된다. 호흡기체 고갈 사례(재해 8, 13-1, 13-2, 14)에서 호흡기체의 저장량이 한정된 스쿠버 잠수 장비를 이용한 잠수작업자가 잠수시간 예측에 실패하거나 호흡기체 저장용량을 초과하여 잠수작업을 수행한 것이 원인으로 추정되었다. 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 잠수시간과 관련하여 수중시계를 휴대할 것을 정하고 있으나, 잠수작업에 집중할 경우 수중시계나 잔압계를 확인하지 못할 수 있으므로 비상기체를 착용하여 호흡기체 고갈에 대비하여야 한다. 호흡기체 공급중단 사례(재해 4, 7, 9, 10, 11)는

공기압축기를 이용, 호흡기체를 공급하여 잠수작업을 수행하던 중 호흡기체가 운반되는 호스가 손상되거나 호흡기의 고장으로 인하여 발생한 재해였다. 호흡기체의 주공급원이 파손될 경우를 대비하여 잠수작업자에게 비상용 호흡기체를 휴대하게 하여야 한다. 호흡기체 고갈 및 공급중단에 대비한 비상용 기체는 주 공급라인에 다기관(manifold)에 연결되어 잠수작업자가 호흡기를 교환하지 않고 비상용 기체를 사용할 수 있는 방안을 마련하여 호흡기 교체 중 발생할 수 있는 사고를 예방할 수 있을 것으로 판단된다. 다기관을 사용할 때에는 주 공급라인이 연결된 곳에 기체의 역류를 방지하는 역지밸브(non-return valve or check valve)를 설치하여 압력차에 의한 재해의 가능성을 배제하여야 한다.

IV 정책제언

중대재해조사보고서에서 분석된 촉발요인을 예방하기 위하여 위험을 인지하고 개선하는 위험성 평가와 장비의 점검 등은 제도개선 없이 수행에 의해 개선될 수 있는 항목인 반면, 불능요인들 중 호흡기 탈락, 호흡기체 고갈, 호흡기체 공급중단 등은 산업안전보건기준에 관한 규칙 또는 이하 규정에서 정하고 있지 않은 항목이므로 제도개선이 선행되어야 한다. 잠수작업을 수행하기 위하여 잠수작업자가 입에 물고 호흡하는 스쿠버용 2단계 호흡기는 전면마스크, 밴드마스크, 또는 잠수헬멧으로 대체되어야 한다. 일반 전면마스크는 호흡기가 오작동하면 호흡이 불가하나, 밴드마스크나 잠수헬멧은 앞면창에 서린 습기를 제거할 목적으로 설치된 관(air train)으로 호흡기 오작동에 대비할 수 있으므로 더 안전한 것으로 판단된다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제530조(공기조)에서 예비공기조의 내용적과 최소압력을 규정하고 있으나, 해당 예비공기조는 잠수작업자가 휴대하는 비상용 기체용기가 아니라 수면 위에서 주 공기 공급원의 고장에 대비한 예비용이다. 따라서 잠수작업자가 휴대하는 비상용 기체 휴대 및 기체의 용량에 대한 조항이 신설되어야 한다. 미국산업안전보건청(OSHA)은 비상기체의 양을 잠수작업자가 수면위로 오를 때까지 충분한 양 또는 다른 비상기체에 접근할 때까지 충분한 양으로 정하고 있다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제539조(연락) 제2항에서 사업주는 고압작업자 및 공기압축기 운전자와 감시인이 서로 통화할 수 있도록 통화장치 설치를 의무화하고 있다. 제522조(정의)에서 고압작업과 잠수작업을 분리하여 정의하고, 제539조에서 잠수작업의 통화장치를 누락함에 따라 수중 통화장치 사용을 강제할 규정이 없는 실정이므로 이에 대한 보완이 필요하다. 수중 통화장치는 잠수작업자가 호흡

하는 소리를 전달함으로써 감시인 또는 동료잠수작업자의 재해 인지 시간을 단축시킬 수 있다. 위험에 처한 잠수작업자를 구조할 수 있는 잠수작업자(standby diver)를 지정 운영할 수 있도록 제547조의 감시인의 의무에 추가하여 재해 인지와 구조 사이에 경과 시간을 최소화할 수 있도록 해야 한다. 다수의 재해사례에서 의식을 잃은 잠수작업자를 구조할 때, 로프와 인력만으로 구조를 시도하여 피재자를 선상으로 인양하는데 5분 이상 걸린 사례도 있었다. 따라서 의식불명의 잠수작업자를 수면에서 선상으로 구조하는 방법 등도 강구되어야 한다.

2008년 1월 이후 밴드마스크, 잠수헬멧, 통신기, 비포화잠수 수심범위에서 비상기체통으로 사용할 수 있는 스쿠버용 고압실린더는 건설산업기본법 시행령(대통령령 제27440호, 2016.8.4.) 제13조(건설업의 등록기준) 제1항, 제1목에 따른 시설 및 장비에 해당하므로, 수중공사업 면허를 보유한 사업장은 해당 장비 등을 보유해야 한다. 그러나 2008년 이후의 잠수작업재해보고서에서 해당 장비가 사용된 사례는 없었다. 또한 면허를 위한 기본 장비 가운데 잠수작업자에게 호흡기체를 공급하고 수심을 관리하기 위한 잠수조정장치가 포함되지 않았다. 공기압축기의 공기조에 연결된 다기관(manifold)에 직접 연결하여 2인 이상이 잠수할 때 잠수작업자 1인의 호스가 절단되면 호흡기체의 소비가 심해 다른 잠수작업자들도 질식할 위험에 처하게 되므로, 기체 주공급원과 예비공급원을 적절히 연결한 잠수조정장치는 또 하나의 안전장치로 볼 수 있다. 건설산업기본법에서 정하지 않은 잠수조정장치와 불능요인을 예방할 수 있는 잠수장비의 보급을 위한 공단의 지원방안 등이 강구될 필요가 있다.

참고문헌

1. Kim YS, Technical Approach for the Postmortem Examination of SCUBA Diving Fatality, Korean J Leg Med 2014;38:1-7
2. Sundal E, Igrens A, Troland K et al., Prevalence and causes of loss of consciousness in former North Sea occupational divers, Int Marit Health 2013;64(3):142-147
3. Denoble PJ, Caruso JL, Dear GdeL, Pieper CF, Vann RD, Common cause of open-circuit recreational diving fatalities, Undersea Hyperb Med 2008;35(6):393-406
4. OSHA Standards - 29 CFR Part 1910 Occupational Safety and Health Standards Subpart T Commercial diving operation, 1910.424(a)-424(c)(2)
5. 산업안전보건기준에 관한 규칙 제5장 이상기압에 의한 건강장해의 예방
6. 건설산업기본법 시행령(대통령령 제27445호) 제13조 [별표2]

특수건강진단 분석 및 정도관리의 현황과 과제

이미영 부장

산업안전보건연구원 직업건강연구실

요약문

■ 배경 및 문제점

특수건강진단 분석정도관리는 23년간 국내 특수 건강진단기관의 분석 신뢰도 향상에 기여하여 2017년 현재 정도관리 적합 수준을 90% 이상으로 유지하고 있다. 정도관리 참가가 주요 필수 항목 소변 중 마뇨산 등 4개 항목에 집중되고, 그 외의 항목은 분석 신뢰도를 검증하지 않은 분석 결과를 특수건강진단 자료로 제공하는 문제가 발생한다.

특수건강진단 시료 분석 수탁기관의 역할이 커져 이에 대한 관리 강화가 요구된다.

■ 목적

국내 특수건강진단 분석 현황을 조사하고 이를 정도 관리 현황과 비교하여 특수건강진단 생물학적 노출 평가에 대한 관리 확대의 근거를 제공하고자 한다.

■ 조사 및 분석내용

국내 특수건강진단 통계 자료와 분석 실험실 분석 실적으로부터 주요 31개 항목의 분석 현황을 조사하였다. 소변 중 마뇨산 등 9개 항목의 분석 실적이 연간 44만 건에 달하나, 특수건강진단기관 중 정도관리를 통해 신뢰도를 검증하는 항목은 소변 중 마뇨산 등 4개 항목이며, 그 외는 일부만이 정도관리에 참가하여, 연간 6만건 이상의 2,5-핵산디온, 연간 15,000건 이상의 N-메틸아세트아미드와 N-메틸포름아미드 등 분석 빈도가 높은 항목의 공식적인 분석 신뢰도 확인이 저조하였다.

특수건강진단 시료 분석은 타기관에 분석 위탁이 가능하여 13개 기관이 분석을 수탁하였으며, 수탁 기관의 분석 실적은 연간 분석 실적의 45%를 차지하였다. 특수건강진단기관 필수장비 기준의 현실화를 통해 분석 업무의 효율화가 필요하다.

■ 정책제언 및 향후과제

정도관리 참가를 통한 실제 분석 항목의 신뢰도 확인을 위해 자율항목을 운영하고 자율항목 참가 결과를 특수건강진단 기관 평가에 반영을 제안하였다. 국내 분석 실적의 절반을 차지하는 수탁 분석의 신뢰도 확보를 위해서 수탁기관의 정도관리 강화를 반영하는 산업안전보건법 시행규칙 및 정도관리 고시 등의 개정이 필요하다. 연구원에서는 특수건강진단 신뢰도 확인을 위한 특수건강진단 정도관리 항목을 연차적으로 확대하고 있으며, 정도관리 관련 국제기준 ISO/IEC17043 수준에 부합되는 국내 정도관리 시스템 운영을 위한 연구원 조직 강화와 국내 정도관리 기관 인증 기구 및 제도 신설의 필요성을 제기하였다. 한편, 특수건강진단기관 분석을 위한 인력 및 설비의 현실화를 위한 기준 개정이 향후 진행되어야 함을 강조하였다. 🌸

특수건강진단 분석 및 정도관리의 현황과 과제

I 배경 및 문제점

특수건강진단 분석정도관리는 1995년부터 23년간 국내 특수건강진단기관의 분석 신뢰도 향상에 기여하여 2017년 현재 정도관리 적합률을 90% 이상으로 유지하고 있다.

분석정도관리는 유기분석 11항목, 무기분석 6항목 등 총 17 항목을 운영하고 있으나, 실제로 특수건강진단기관에서 정도관리에 참가하는 항목은 특수건강진단 1차 항목인 소변 중 마노산, 메틸마노산, 혈액 중 납, 카드뮴 등 4개 항목에 집중되고, 그 외의 항목은 일부만이 정도관리에 참가하고 있어, 정도관리 미 참가로 분석 신뢰도를 확인하지 않은 분석 결과가 특수건강진단 결과자료로 활용된다는 문제점이 있다.

한편, 특수건강진단기관에서는 필수 장비인 가스크로마토그래프와 원자흡광광도계, 광전광도계 등 3종을 보유하고 있는데, 총 33항목의 생물학적 노출 평가 물질을 분석하기 위해서는 이들 장비 외에도 액체크로마토그래프 또는 특정 분석장치나 검출기가 필요하다. 따라서 국내 특수건강진단기관은 자체 분석이 어려운 시료를 수탁기관에 의뢰하여 분석 결과를 제공받고 있어, 이들 수탁기관이 국내 특수건강진단 시료 분석에 기여하는 비중이 크므로, 수탁기관에 대한 관리 강화가 요구된다.

II 목적

본 보고에서는 국내 특수건강진단 분석 현황 조사 결과와 분석정도관리 현황을 비교하여 특수건강진단 생물학적 노출 평가에 대한 관리 확대의 근거를 제시하고자 하였다.

Ⅲ 조사 및 분석내용

1. 특수건강진단 생물학적 노출 평가 통계자료 조사

생물학적 노출평가 항목 중 2013-2014년 2년간 10만 건 이상 보고된 항목은 소변 중 마노산, 메틸마노산, 혈액 중 납, 혈액 중 카복시헤모글로빈이었고, 소변 중 2,5-헥산디온, N-메틸포름아미드, N-메틸아세트아미드, 총삼염화물과 삼염화초산, 혈액 중 카드뮴은 2년간 1만 건 이상이 보고된 항목으로, 이들 주요 항목에 대해서만 2013년 26만 건, 2014년 45만 건의 분석 실적을 집계하였다.

소변 중 마노산과 메틸마노산은 2014년에 180개 특수건강진단에서 분석 실적을 보고하였으며, 소변 중 2,5-헥산디온과 혈액 중 납은 171개 기관에서 분석 실적을 보고하였다. 소변 중 삼염화초산, N-메틸포름아미드, 혈액 중 카복시헤모글로빈, 혈액 중 카드뮴은 100개 이상의 기관에서 분석 실적을 보고한 항목이다. 2014년 특수건강진단 기관 중 실험실을 설치하여 분석을 수행한 기관은 100개소로, 분석 실적을 보고한 기관 중 44% 이상의 기관이 타 기관에 분석을 의뢰하여 분석 결과를 보고하였다.

표 1 | 생물학적 노출평가 항목별 통계자료 보고 실적

연번	시료	노출평가지표	계(건)	2013(건)	2014(건)
1	소변	마노산	152,924	55,235	97,689
2	혈액	카복시헤모글로빈	167,988	74,136	93,852
3	소변	메틸마노산	120,291	30,964	89,327
4	소변	2,5-헥산디온	73,855	11,812	62,043
5	혈액	납	105,716	55,340	50,376
6	소변	N-메틸포름아미드	34,695	10,228	24,467
7	소변	N-메틸아세트아미드	15,104	5,113	9,991
8	소변	총삼염화물	9,408	2,643	6,765
9	소변	삼염화초산	17,064	10,320	6,744
10	혈액	메트헤모글로빈	6,696	978	5,718
11	혈액	카드뮴	10,546	5,464	5,082
12	호기	일산화탄소	7,454	3,494	3,960
13	소변	만델산	4,211	561	3,650
14	소변	뮤콘산	4,655	1,337	3,318

연번	시료	노출평가지표	계(건)	2013(건)	2014(건)
15	소변	수은	4,656	1,553	3,103
16	소변	비소(총비소)	2,441	901	1,540
17	소변	총삼염화에탄올	1,498	245	1,253
18	소변	MIBK	1,038	195	843
19	혈액	징크프로토폴피린	906	102	804
20	소변	페놀	793	267	526
21	소변	니켈	187	54	133
22	소변	크롬	145	25	120
23	혈액	망간	176	61	115
24	혈액	β -마이크로글로부린	95	46	49
25	소변	1-하이드록시파이렌	34	2	32
26	소변	카드뮴	37	11	26
27	소변	아세톤	16	7	9
28	소변	MEK	10	3	7
29	혈액	수은	8	8	-
30	혈액	벤젠	3	3	-
31	소변	2-에톡시초산	2	2	-
		계	742,652	271,110	471,542

2. 특수건강진단기관 분석실험실 분석 실적 조사

소변 중 마노산, 메틸마노산, 2,5-헥산디온, N-메틸포름아미드, N-메틸아세트아미드, 삼염화초산, 총삼염화물, 혈액 중 납, 카드뮴, 카복시헤모글로빈이 주요 분석 항목이었다. 소변 중 마노산과 메틸마노산은 연간 10만 건 이상 분석을 수행하였고, 소변 중 2,5-헥산디온은 이들 두 주요 항목 다음으로 많은 분석이 이루어졌다.

13개 기관에서 수행한 수탁 분석은 2015년에 30만 건이었고, 65개 특수건강진단기관에서 자체 분석한 시료는 연간 38만 건으로, 총 조사건수의 45%가 수탁 분석이었다. 자체 분석보다 수탁 분석의 비중이 큰 항목은 혈액 중 카복시헤모글로빈, ZPP, 소변 중 소변 중 수은, N-메틸포름아미드, N-메틸아세트아미드, 페놀, 비소, 메탄올, 아세톤, MIBK 등으로 항목에 따라 전체 보고 건수의 90% 이상 또는 전체를 타 기관에 의뢰하여 분석하는 항목이 있었다.

표 2 | 2015년 특수건강진단기관 분석 실적(78개소 중 수탁기관 13개소)

연번	항목	계(건)	자체분석(건)	수탁분석(건)
1	소변중 마노산	192,631	139,490	53,141
2	소변중 메틸마노산	147,450	108,105	39,345
3	소변중 2,5-핵산디온	74,278	33,420	40,858
4	혈액중 납	68,571	41,827	26,744
5	혈액중 카복시헤모글로빈	58,765	6,585	52,180
6	혈액중 카드뮴	34,459	18,837	15,622
7	소변중 NMF	30,175	8,728	21,447
8	소변중 삼염화초산	27,398	5,657	21,741
9	소변중 NMAC	17,983	3,954	14,029
10	소변중 총삼염화물	10,524	2,108	8,416
11	소변중 만델산	4,990	4,086	904
12	소변중 수은	4,332	257	4,075
13	소변중 유콘산	2,390	1,975	415
14	소변중 페닐글리옥실산	2,365	1,923	442
15	혈액중 메트헤모글로빈	1,626	184	1,442
16	소변중 Phenol	1,571	108	1,463
17	혈액중 망간	1,062	650	412
18	소변중 비소	910	-	910
19	혈청중 아연	834	834	-
20	소변중 d-ALA	212	80	132
21	혈액중 ZPP	204	-	204
22	소변중 아세톤	392	-	392
23	소변중 카드뮴	383	1	382
24	소변중 MIBK	327	2	325
25	소변중 크롬	240	114	126
26	혈액중 수은	202	2	200
27	소변중 메탄올	75	-	75
28	소변중 니켈	12	-	12
29	소변중 납	55	25	30

연번	항목	계(건)	자체분석(건)	수탁분석(건)
30	혈청중 구리	61	61	-
31	소변중 망간	49	-	49
32	소변중 구리	20	20	-
33	소변중 불화물	10	10	-
34	혈액중 크롬	5	2	3
35	혈액중 비소	1	-	1
	계	684,562	379,045	305,517

3. 특수건강진단기관 분석정도관리 참가 현황

2014년과 2015년 정기분석정도관리에 참가한 기관 중 최소 참가항목인 2항목을 초과하여 분석정도관리에 참가한 기관은 총 102기관 중 26개 기관이었으며, 이 중 4개 이상의 선택항목을 신청한 기관은 7기관에 불과하였다.

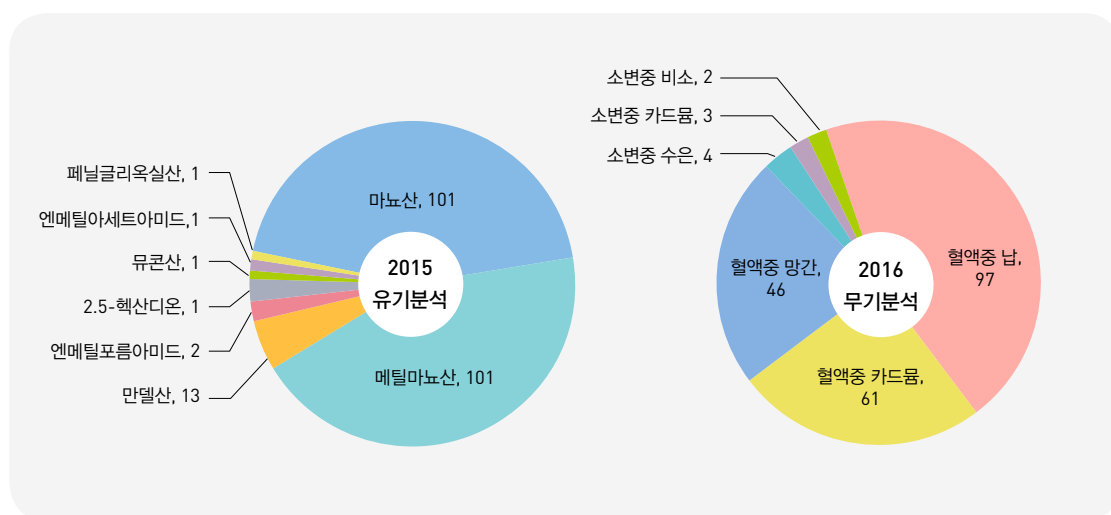


그림 1 | 특수건강진단 정도관리 2015년 유기분석 및 2016년 무기분석 참가 항목

최근 연간 6만 건 이상의 분석 실적으로 소변 중 마노산과 메틸마노산 다음으로 분석에서 큰 비중을 차지하는 2,5-핵산디온 정도관리를 신청한 기관은 2개소에 불과하여 분석 신뢰도 확인이 적절하게 이루어지지 않은 상태에서 분석 결과를 제공한다. 연간 15,000건이 넘는 분석을 실시하는 N-메틸아세트아미드와 N-메틸포름아미드 분석도 정도관리에 의한 분석 신뢰도 확인을 거치고 있지 않는 것이

문제점으로 나타난다.

근로자건강진단 실무지침에서 특수건강진단 생물학적 노출 평가를 위해 권장한 분석 장비 세부 조합은 13종으로, 산업안전보건법 시행규칙 별표 14에서 필수 장비로 제시한 가스크로마토그래프와 원자흡광광도계, 광전광도계 등 3종의 장비만으로는 특수건강진단 분석 수행에 있어 현실적이지 못하다. 실제로 분석정도관리에서 매년 모든 기관이 참가하는 소변 중 마노산과 메틸마노산 분석은 그 실용성으로 인해 85%의 기관에서 액체크로마토그래프-자외부검출기를 사용하고 있는데, 이러한 장비가 필수 장비로 지정되어 있지 않기 때문에 그 외의 기관은 장비 도입이 어려운 실정이다.

IV 정책제언 및 향후 과제

정도관리 참가를 통한 실제 분석 항목의 신뢰도 확인을 위해, 지정항목과 선택항목 외에 추가로 자율항목을 신설하고, 실제로 자체 분석을 하는 항목에 대한 자율항목 참가 실적을 특수건강진단 기관 평가에 반영함으로써 특수건강진단기관이 분석 신뢰도 향상에 자율적으로 참여하도록 할 수 있다.

수탁기관 분석의 질 확보는 이들 수탁기관으로부터 분석 결과를 제공받아 특수건강진단에 활용하는 기관들의 건강진단 신뢰도와 연결되므로, 수탁기관은 분석 의뢰를 받는 모든 항목에 대해 정도관리에 참여하도록 산업안전보건법 시행규칙 및 정도관리 고시에 수탁기관의 정도관리 강화를 반영하도록 관련 법 규정 개정이 필요하다. 정부 관련 부처와 협의하여 수탁기관에 대한 정도관리 강화 규정을 마련함으로써 국내 특수건강진단 분석에 상당한 비중을 차지하는 수탁 분석의 신뢰도를 확보하여 특수건강진단의 질을 향상시켜야 한다.

2015년부터 연구원에서는 특수건강진단 신뢰도 확인을 위한 정도관리 항목을 연차적으로 개발하여 매년 1 항목씩 정도관리 항목을 확대하고 있다. 이와 같이 특수건강진단 분석정도관리를 확대를 지속함으로써 다양한 항목에 대해 국내 고객의 요구를 충족시킴과 동시에 특수건강진단의 질을 향상시킬 필요가 있다.

국내 특수건강진단 분석정도관리는 국내 기관 특수건강진단 분석의 질 관리를 위해서는 큰 기여를 하였으나, 그 수준은 정도관리 관련 국제기준 ISO/IEC17043 수준에는 미치지 못하므로 국내 정도관리 시스템을 개선함으로써 국내 정도관리를 국제적 수준으로 상향시켜 생체시료 정도관리의 위상을 높일 필요가 있다. 이에 정도관리 관련 국제기준 ISO/IEC17043의 요구 사항인 국내 정도관리 기관에 의한 정도관리 수행기관 인증을 위해, 정도관리 수행기관 인증 기구 및 제도 구축 및 적용이 필요하다. 한편,

현재 분석정도관리 전담 인력은 1명에 불과하여, 국제기준에서 요구하는 바와 같이 매회 정도관리 시료 전 항목에 대한 신뢰도 확인을 가능하게 하려면 정도관리 주관 부서의 인력과 조직 강화가 필요하다.

현행 특수건강진단기관 장비 및 인력 기준을 정비하여 실무 활용도를 고려한 장비 기준의 삭제, 추가 및 분석 물량을 고려한 최소 분석 인력 확보 등 특수건강진단 정도관리와 관련된 기준 개선이 필요하다.

참고문헌

1. 근로자건강진단 실무지침. 한국산업안전보건공단(2016).
2. 특수건강진단 생물학적 노출평가 분석 현황 연구. 산업안전보건연구원(2016)
3. American Conference of Governemntal Industrial Hygienists(ACGIH). Arsenic, Documentation of the TLVs and BEIs, 7th ed. Cincinnati; 2016.
4. Biological Monitoring of Chemical Exposure in the Workplace. Vol 1. Geneva:World Health Organization. 1996.
5. American Association for Laboratory Accreditation(A2LA). R302 – General Requirements: Accreditation of ISO/IEC 17043 Proficiency Testing Providers, revised 2016.



가습기 살균제 후속대책의 효과적인 이행방안

이권섭 부장

산업안전보건연구원 화학물질연구센터

요약문

■ 배경 및 문제점

가습기살균제 원료물질의 불안정한 사용에 따른 사고의 경험으로 인해 국민들은 탈취제 및 방향제 등의 살생물질 생활화학제품에 대한 안전성을 의심하며, 해당 제품의 사용을 기피하고 있다. 고용노동부에서는 가습기살균제 특위관련 후속대책의 일환으로 신규 및 기존 화학물질 관리체계 개선대책을 수립하였지만, 허가 받은 살생물제품의 사용, 살생물처리제품의 표시기준의 준수, 살생물제 유해성 등에 대한 근로자 정보의 제공 등의 추가적인 안전보건관리 조치가 필요하며, 환경부에서는 「생활화학제품 및 살생물제 안전관리법(안)」을 입법 예고하여 살생물질의 실태조사, 살생물제품의 허가제도, 살생물처리제품에 대한 안전기준 및 표시기준 등을 마련하였다. 그럼에도 불구하고 살생물제 및 살생물처리 제품을 책임있게 관리할 수 있는 법령 체계 및 행정적 관리체계가 부족하여 적극적인 대처가 현실적으로 어려운 상황으로 동일한 사회문제의 발생 시 책임감을 갖고 효과적으로 대처할 수 있는 기반이 부족한 상황이다.

■ 목적

살생물질 안전관리 개선대책에 대한 관계 정부부처의 내용을 분석하여 산업체 근로자에 대한 안전보건관리와 관련된 우선적 개선 필요과제를 제시하고, 산업안전 보건법령의 범위 내에서 관리하여 허가 받은 살생물 제품의 사용, 살생물처리제품의 표시기준의 준수, 살생물제 유해성 등에 대한 정보전달의 내용에 대한 관리방안을 제안하고자 한다.

■ 조사 및 분석내용

고용노동부의 가습기 살균제 후속 대책으로 제시된 개선대책의 주요내용은 유해성·위험성 조사제도 개선을 통해 신규화학물질 유해성·위험성 조사 시 제출된 MSDS 기재항목에 대한 적정성의 검토 및 사후관리를 강화하고, MSDS 제도 운영 및 관리 측면에서는 MSDS 이행실태 감독 전락화, 영업비밀 제도 개선, 유통 MSDS의 신뢰성 강화 등이 있으며, 화학물질관리 개선 측면에서는 살생물제에 대한 노출기준 설정 및 허가대상 유해물질 지정 관리를 강화한다는 내용이다. 환경부 살생물제 등의 생활화학제품 안전관리 대책의 주요 내용은 시장 유통제품 조사 및 퇴출 강화, 생활화학제품 관리 체계의 전면 개편, 고위험물질 유해성 정보 확보 및 관리제도 이행기반 구축, 생활화학제품 제조·수입 기업의 역할 확대 등이다. 생활화학제품의 경우 2017년 6월까지 전수 조사하여 그 위해성을 평가하고, 조사결과를 공개하며, 현재의 허가·제한 금지물질을 현행 72종에서 향후 1,300여종까지 확대하는 등의 계획이 수립되었다. 또한 환경부는 2016년 12월 28일자로 「생활화학제품 및 살생물제 안전관리법」 제정(안)을 입법예고한 상태이다.

■ 정책제언

정부의 가습기 살균제 사고에 대한 후속적 살생물제 관리대책과 「생활화학제품 및 살생물제 안전관리법」의 제정 목적은 가습기 살균제와 같은

유사사고의 재발방지를 위해 사전에 안전성이 확인된 살생물제만을 사용하도록 하려는 것이다. 따라서 가습기 살균제 후속 대책에 대한 효과적인 이행과 사후관리를 위하여 고용노동부 및 산업안전보건공단(연구원 포함)의 조직 및 인력 인프라를 초기에 구축할 필요가 있다. 또한 환경부 「생활화학제품 및 살생물제 안전관리법」 제정(안)에 대한 내용 중에서 근로자 건강보호와 관계되는 살생물처리 제품의 안전 관리 내용인 생활화학제품 실태조사 결과의 정부 간 공유를 통하여 고독성 살생물제 취급 근로자의 철저한 노출관리 등과 관련된 내용은 향후 산업안전보건법령의 범위 내에 반영하여 합리적으로 관리하는 노력이 필요하다. ✚

가습기 살균제 후속대책의 효과적인 이행방안

I

배경 및 문제점

국내에서는 가습기살균제 피해사고와 관련하여 정부의 책임소재를 규명하고 화학물질 관리정책의 구조적 부실 등을 점검하기 위해 지난해 국회에서는 「가습기살균제 국정조사 특별위원회」를 구성하여 운영(‘16.7.7~10.4)하였다. PHMG¹⁾, PGH²⁾, CMIT³⁾, MIT⁴⁾ 등의 가습기살균제와 같은 살생물질(Biocide)⁵⁾을 소량만 제품에 첨가해도 효과와 위해가 나타날 수 있어 제조·수입량에 관계없이 관리가 필요하다. 호흡기질환인 신종플루 및 메르스 사태 등을 거치면서 항균제품이 증가하고 있으나, 안전성이 미 검증된 제품이 대다수이다. 하지만 현재 살생물질의 잠재적 위험성에도 불구하고 국내에서는 이것이 일반 공산품 수준으로 관리되고 있으며, 유럽화학물질청(European Chemicals Agency, ECHA)의 BPR(Biocidal Product Regulation, 2012), 미국 환경청(Environmental Protection Agency, EPA)의 FIFRA(Federal Insecticide, Fungicide, and Rodenticide Act, 1972) 등과 같은 살생물질의 안전한 관리 및 안전성 입증 화학제품 사전허가 제도 등의 법률적 기반이 마련되어 있지 않아 살생물질에 대한 대국민 안전성 확보 및 해당 화학물질 취급 근로자의 산업보건학적 관리가 부실한 상황이다.

가습기살균제 원료물질 관련 사고⁶⁾ 경험으로 인해 국민들은 현재까지도 탈취제 및 방향제 등의 살생물질 생활화학제품⁷⁾에 대한 안전성을 의심하며, 해당 제품의 사용을 기피하고 있다. 유럽연합의 자료에 의하면 살균제 특성을 가진 화학물질은 1,000종에 이르고 있으나, 국내 사업장에서 살균제 성분의 사용 현황이 파악되고 있지 않다. 이와 관련하여 고용노동부는 지난해 11월 가습기살균제 특위관련 후속

1) PHMG[Polyhexamethylene guanidine hydrochloride, 57028-96-3]

2) PGH[2,2'-[1,2-Ethanediybis(oxy)]bisethanamine polymer with guanidinemonohydrochloride, 374572-91-5]

3) CMIT[Methylchloroisothiazolinone (5-chloro-2-methyl-4-isothiazolin-3-one, 26172-55-4)]

4) MIT[2-Methyl-4-Isouthiazolin-3-one, 2682-20-4]

5) 살생물질 : 유해생물의 제거, 제어, 무해화(無害化), 억제하는 등(이하 ‘제거등’이라 한다)의 효과·효능을 가진 물질과 미생물을 말한다(PHMG, PGH, CMIT/MIT, OIT 등).

6) 인명피해 현황(‘16.11.25 기준) : 신청 5,215명, 판정 258명(생존 145명, 사망 113명)

7) 생활화학제품 : 가정, 사무실, 다중이용시설 등의 생활 공간에서 사용하는 제품으로서 사람이나 환경에 화학물질의 노출을 유발할 가능성이 있는 것을 말한다.

대책의 일환으로 신규 및 기존화학물질 관리체계 개선대책을 수립하였지만, 허가 받은 살생물제품의 사용, 살생물처리제품⁸⁾의 표시기준의 준수, 살생물제 유해성 등에 대한 근로자 정보의 제공 등의 추가적인 안전 보건관리 조치가 필요하다. 환경부에서는 지난 2016년 12월 입법예고한 「생활화학제품 및 살생물제 안전관리법(안)」을 통하여 살생물질의 실태조사, 살생물제품⁹⁾의 허가제도, 살생물처리제품에 대한 안전기준 및 표시기준 등을 마련하였다. 그럼에도 불구하고 살생물제 및 살생물처리제품을 관리할 수 있는 법령 체계 및 행정적 관리체계가 부족하여 적극적인 대처가 현실적으로 어려운 상황이며, 동일한 사회문제의 발생 시 책임감을 갖고 효과적으로 대처할 수 있는 기반이 부족한 상황이다. 따라서 살생물질 안전관리 개선대책에 대한 관계 정부부처의 내용을 이해하고 분석하여, 산업체 근로자에 대한 안전 보건관리와 관련된 우선적 개선 필요과제를 발굴하여 책임 있게 관리할 필요가 있다.

II 목적

살생물질 안전관리 개선대책에 대한 관계 정부부처의 내용을 분석하여 산업체 근로자에 대한 안전 보건관리와 관련된 우선적 개선 필요과제를 제시하고, 산업안전보건법령의 범위 내에서 관리하여 허가 받은 살생물제품의 사용, 살생물처리제품의 표시기준의 준수, 살생물제 유해성 등에 대한 정보전달의 내용에 대한 관리방안을 제안하고자 한다.

III 조사 및 분석내용

1. 관계 정부부처의 살생물질 안전관리 개선대책 내용 분석

가. 산업안전보건 영역의 주요 문제점 및 개선대책(고용노동부)

고용노동부는 가습기살균제 피해사고와 관련하여 국정조사 과정에서 도출된 현행 산업안전보건법상

8) 살생물처리제품 : 유해생물의 제거등을 위해 살생물제품을 사용하여 처리하거나 의도적으로 포함시킨 물질, 혼합물 또는 제품(유해 생물 제거등이 주요 목적인 경우에는 살생물제품으로 간주한다. 이하 같다)을 말한다(항균 에어컨필터, 모기퇴치 옷, 탈취 양말, 보존제가 함유된 세정제·방향제·탈취제 등).

9) 살생물제품 : 유해생물의 제거 등을 주 기능으로 하는 제품을 말한다(소독제, 방충제, 살충제, 방부제, 가습기살균제, 오존/이온 발생기 등).

신규화학물질 유해성·위험성 조사 및 물질안전보건자료제도 운영 및 관리 등의 화학물질 관리체계의 문제점을 파악하고 근본적 개선방안으로 가습기 살균제 후속 대책을 마련하였다. 국회「가습기살균제 국정조사 특별위원회」구성·운영기간(16.7.7~10.4) 동안 산업안전보건 업무 영역에서 도출된 주요 문제점은 다음과 같다.

신규화학물질 유해성·위험성 조사와 관련한 제조·수입자가 정보보호를 신청한 경우 물질명이 아닌 상품명으로 공표하여 관계부처 등이 해당 물질을 인지할 수 없었고, 정보보호 기간(3년) 만료 후 ‘실제 물질명’의 재공표해야 하나 이를 실시하지 않았다.

2012년에는 급성 및 유전독성자료의 제출을 의무화하였으나, 2016년에 유전독성 자료를 1톤 미만 수입·제조물질에 대하여 원칙적으로 면제(필요시 요구)하여 독성시험성적서 제출의무 완화됨으로서 조사보고서 유해성 정보의 규명 범위가 축소되었다. 또한 환경부는 2012년 가습기살균제 원료물질을 유독물로 지정하였으나, 고용노동부는 산업안전보건법상 법적 관리물질(금지물질, 허가물질, 노출기준·허용기준 설정물질, 작업환경측정대상물질 등)로 지정하지 않았으며, 공단 MSDS, 환경부 생활환경안전시스템, 식약처 독성정보제공시스템 등의 화학물질 관련 부처별 정보검색시스템에서 제공하는 유해성 정보가 부처마다 상이하였다.

가습기살균제 원료물질 제조업체가 제공한 MSDS의 부실작성이 다수 발견되었으나, 이에 대한 고용노동부의 지도감독이 미흡하였고, 일부 가습기살균제 제조업체는 시민단체 등의 제품 성분공개 요청에 대해 영업비밀을 이유로 MSDS의 해당내용을 공개하지 않았다. 그리고 작업장에서 소독·세척 등의 용도로 사용되는 살생물제에 대한 관리방안이 수립되지 않았으며, 신산업·신기술 도입에 따른 화학물질의 취급방식 및 용도변경 등으로 작업장 내 근로자의 노출양태가 변화하고 있으나, 화학물질 취급 실태 파악이 미흡하고 관리수준(허가·금지 등)이 적합하게 변경되지 않아 선제적인 근로자 보호조치가 불가하였다. 또한, MSDS 부실작성에 대한 처벌기준을 마련하였으나, MSDS 작성자(화학물질 제조·수입자)에 대한 교육이 미흡하였고, 공단 MSDS DB의 유해성 정보 최신화 및 신규 MSDS 확대 등의 인프라 부족하였다.

이들 신규화학물질 유해성·위험성 조사 및 물질안전보건자료제도 운영 및 관리에 관한 화학물질 관리체계의 문제점에 대한 근본적 개선방안으로 수립한 고용노동부의 가습기 살균제 후속 대책의 내용은 표 1과 같다. 신규화학물질 유해성·위험성 조사제도 개선과 관련한 개선대책의 세부내용으로는 정보보호 시 ‘총칭명’ 공표, 시험자료 제출요구 활성화, 신규화학물질 MSDS에 대한 기재항목의 적정성 검토 및 사후관리 강화 등의 내용이 있으며, 물질안전보건자료제도 운영 및 관리와 관련된 개선대책의 내용은 MSDS 이행실태 감독 전략화와 MSDS 기재항목에 대한 적정성 검토 및 사후관리를 통한 유통 MSDS의

신뢰성 강화, 영업비밀 제도개선, 화학물질 정보 개발·보급 및 화학물질 인식 실태조사, MSDS 작성 방법 전문화교육 신설·확대 등이다. 화학물질관리 개선과 관련된 내용은 살생물제 노출기준 설정, 허가 물질, 허용기준 설정물질, 관리대상 유해물질 등의 산안법 지정 관리 강화, 근로자 노출형태·특성 조사 실시 등의 내용이다.

표 1 | 살생물제 화학물질관리와 관련된 가습기 살균제 후속 대책(고용노동부)

구 분	주요 개선대책	세 부 내 용
신규화학물질 유해성·위험성 조사	• 유해성·위험성 조사제도 개선 • 유해성·위험성 조사제도 일원화 추진 • MSDS 적정성 검토 내실화	- 정보 보호시 '총칭명' 공표 - 시험자료 제출요구 활성화 - 조사과정 전산화 - 환경부 심사제도 일원화 - 신규화학물질 MSDS 기재항목의 적정성 검토 및 사후관리 강화
물질안전보건자료 (MSDS) 제도 운영 및 관리	• MSDS 관리 강화 • MSDS 적정성 검토 내실화 • 화학물질 유해성 정보전달 강화 • MSDS 교육과정 신설·확대	- 화학물질 정보제공 강화 - MSDS 이행실태 감독 전략화 - 유통 MSDS의 신뢰성 강화 - 영업비밀 제도개선 - MSDS 기재항목에 대한 적정성 검토 및 사후관리 - 화학물질 정보 개발·보급 및 화학물질 인식 실태조사 - MSDS 작성방법 전문화교육 신설·확대
화학물질관리 개선	• 산안법상 법적 관리물질 확대 • 화학물질 노출 실태조사 추진	- 살생물제 노출기준 설정 - 허가물질, 허용기준 설정물질, 관리대상 유해물질 등의 지정 관리 - 근로자 노출형태·특성 조사 및 DB관리

나. 살생물제 등의 생활화학제품 관리의 주요 문제점 및 개선대책(환경부)

가습기살균제 사고 재발방지를 위한 생활화학제품 안전관리 체계 등에 대한 전반적인 재검토 필요성이 대두됨에 따라 환경부는 생활화학제품 안전관리 대책에 관련된 살생물제 관리 개선대책을 마련하였다.

살생물제 등의 생활화학제품 안전관리에 따른 관리의 한계로 도출된 주요 문제점은 다음과 같다. 유통 제품 내 함유물질 파악이 미흡하고, 안전·표시기준 위반 살생물제 제품 등이 시장에서 유통되는 사례(문신용염료 기준위반) 등으로 소비자의 불안감이 가중되었고, 법적 관리대상이 아닌 새로운 유형의 살생물제 제품이 지속적으로 시장에 출시되는 등 화학물질관리의 사각지대가 지속적으로 발생되었다. 그러나

살생물질 함유 제품을 엄격하게 관리하는 법령 및 행정적 조직체계가 없으며, 발암성, 돌연변이성, 생식 독성, 고잔류성·고농축성, 잔류성·농축성·독성물질 등의 고위험물질(1,300여종 추정, EU기준)의 제품 사용을 사전에 차단하는 화평법 상의 허가·제한·금지물질 제도의 활용이 미흡하였다. 또한 국내 유통 중인 화학물질 16,000여종(2010년 기준) 중 약 15%만 유해성심사가 완료되는 등 화학물질 유해성 정보가 부족하여 화학제품 안전성 검증에 애로사항이 있으며, 위반사업자 처벌, 제품정보 제공 통합시스템 등의 이행수단이 부족하다. 그리고 화학제품 성분정보 공개와 소비자 소통, 유해화학제품의 제조·사용·폐기 전과정에서 안전성을 높이려는 기업의 노력이 전반적으로 부족하였다.

살생물제 등의 생활화학제품 안전관리 한계를 개선하기 위해 환경부에서 수립한 생활화학제품 안전관리 대책의 내용은 표 2와 같다.

표 2 | 가습기 살균제 등 생활화학제품 안전관리 대책(환경부)

구 분	주요 개선대책	세 부 내 용
시장 유통제품 조사 및 퇴출 강화	생활화학제품의 전소조사 및 유해성 평가	- 유해성 높은 제품의 전소조사 및 - 유해성 높은 제품의 안전기준 마련 및 즉각퇴출
생활화학제품 관리 체계 전면 개편	- 생활화학제품 관리 소관부처 정비 - 살생물제 안전관리 제도 도입 - 고위험물질의 제품 내 사용 제한	- 의약외품, 화장품, 위생용품 적용 제품 식약처 통합관리 - 생활화학제품 중 물질유출 가능성이 높은 제품 환경부 관리 - 생활화학제품 중 물질유출 가능성이 낮은 제품 산업부 관리(환경부 기준 준수) - 살생물제 관리법 제정('19.1월 시행 목표) - 살생물질 정부평가후사용가능제품종류를 정해 승인, 그 내용을 목록화하여 공개 - 살생물제품 안전성, 표시내용의 평가 후 허가하여 시장 출시 - 살생물처리제품 승인내용대로만 사용관리 - 고위험물질 제품 내 화학물질의 사전적 허가·제한·금지조치(허가·제한·금지물질 확대(현행 72종→향후 1,300여종)) - 선진국 지정 규제물질의 허가·제한·금지물질로 지정 - 고위험물질(함유 0.1%, 총량 1톤/년) 함유제품 제조·수입자는 제품에 함유된 모든 성분과 함량 정보의 정부 신고

구 분	주요 개선대책	세 부 내 용
고위험물질 유해성 정보 확보 및 관리제도 이행기반 구축	고위험물질의 유해성 정보 확보 및 제품 위해성 파악에 활용	- 고위험물질 유해성 정보를 조기에 확보해 제품의 위해성 파악에 활용 - 연평균 1톤 이상인 기존화학물질(7천 여종) 등록기한 설정 - 사업자의 제품위해성·결함 보고 의무 강화 - 생활환경안전정보시스템 고도화를 통한 부처별 분산된 제품정보 연계
기업의 역할 확대	- 위해우려제품 정보의 제품 포장에 표시 - 생활화학제품 제조·수입자 스스로 제품 내 성분 소비자 공개 및 기업의 책임성 강화	- 위해우려제품(유해화학물질, 살생물질)의 함량에 관계없이 성분명, 독성, 사용이유 등의 정보를 제품 포장에 표시 - 생활화학제품 제조·수입자 스스로 제품 내 모든 성분을 소비자에게 공개하고, 정부와 공유하는 등 기업의 책임성 강화
기업의 역할 확대	기업의 생활화학제품 안전성 관리 시스템 구축	- 제품 전과정 안전성 관리 시스템 구축 - 기업이 제품 안전을 경영의 최우선 원칙화 할 수 있도록 협약화

환경부 살생물제 등의 생활화학제품 안전관리 대책의 주요내용은 시장 유통제품 조사 및 퇴출 강화, 생활화학제품 관리 체계의 전면 개편, 고위험물질 유해성 정보 확보 및 관리제도 이행 기반 구축, 생활화학제품 제조·수입 기업의 역할 확대 등이다. 시장 유통제품 조사 및 퇴출 강화의 내용은 생활화학제품의 경우 2017년 6월까지 전수 조사하여 그 위해성을 평가하고, 조사결과를 공개하여 위해성이 높은 제품은 유통시장에서 즉각 퇴출할 수 있도록 조치하는 것이다.

생활화학제품 관리 체계의 전면 개편과 관련하여서는 생활화학제품의 안전기준을 마련하기 위한 「살생물제 관리법」의 제정을 추진하고, 살생물질에 대한 안전성과 효능을 정부가 평가한 후 그 물질을 사용할 수 있는 제품 종류를 정해 허가하여 시장 출시가 가능하도록 하며, 그 내용을 목록화하여 공개하는 것이다.

고위험물질(함유 0.1%, 총량 1톤/년)에 대한 유해성 정보 확보 및 관리제도 이행기반 구축에 관련된 내용은 고위험물질 함유제품 제조·수입자는 제품에 함유된 모든 성분과 함량 등의 정보를 정부에 신고하도록 하고, 정부적 관점에서 사전적으로 허가·제한·금지 조치하여 현재의 허가·제한·금지물질을 현행 72종에서 향후 1,300여종까지 확대하는 것이다.

생활화학제품 제조·수입 기업의 역할 확대와 관련해서는 제품 내 모든 성분을 스스로 소비자에게

공개하고, 관련된 정보내용을 정부와 공유하는 등 기업의 책임성을 강화하여 원료부터 최종제품에 이르는 전과정에서 제품 안전성을 관리하는 시스템 구축함으로써 제품 안전을 경영의 최우선 원칙으로 삼을 수 있도록 하는 것이다.

2. 「생활화학제품 및 살생물제 안전관리법(환경부 입법예고)」의 목적 및 주요 내용

환경부는 가습기살균제 유사사고 재발방지를 위하여 2016년 11월 29일 정부합동으로 생활화학제품 안전관리 대책을 마련하였으며, 그 후속조치로 「생활화학제품 및 살생물제 안전관리법」 제정(안) 입법을 예고('16.12.28)하였다.

「생활화학제품 및 살생물제 안전관리법」 제정의 목적은 생활화학제품의 위해성평가, 살생물질의 승인과 살생물제품의 허가, 살생물처리제품의 기준 등에 관한 사항을 규정함으로써 모든 국민의 건강과 환경을 보호하는 것이다. 즉, 유해생물의 제거, 제어, 무해화(無害化) 등의 효과를 가진 살균제, 살충제 등의 살생물제 사용의 건강상 위해(危害)에 대한 우려에 따라 유럽연합, 미국 등의 선진 살생물제 안전관리 제도를 도입하여 살생물제로 인한 안전사고를 사전에 예방하고 모든 국민이 안전하게 살생물제를 이용할 수 있도록 하려는 것이다.

「생활화학제품 및 살생물제 안전관리법」은 제1장 총칙, 제2장 생활화학제품의 위해성평가 등, 제3장 살생물제의 승인 및 허가 등, 제4장 생활화학제품 및 살생물제의 유통관리, 제5장 보칙, 제6장 벌칙 등의 제66조의 법 규장의 내용으로 구성되어 있으며, 주요 내용은 표 3과 같다. 입법 예고된 내용 중에서 제6조(실태조사)는 사람의 건강이나 환경에 위해가 우려되어 적합 확인 대상 생활화학제품으로 지정·관리가 필요할 것으로 판단되는 경우 자료제출 요구 등에 대한 실태조사와 관련된 규정이며, 제12조부터 제23조(살생물질의 승인 등)은 살생물질을 제조·수입·판매·유통시키려는 자는 살생물질의 안전성·효능에 관한 자료를 제출하여 정부의 평가·승인을 받거나 해당 자료를 이용할 수 있다는 정보이용 동의서를 소유하도록 의무화한 규정이다.

제24조부터 제33조(살생물제품의 허가 등)는 살충제 등 주 기능이 유해생물의 제거·퇴치 등인 살생물제품은 사전에 정부의 평가·허가를 받도록 의무화하고 있으며, 살생물제품은 승인받은 살생물질만 사용하고 해당 살생물제품의 정보를 소비자가 보기 쉬운 곳에 표기하도록 규정하고 있다. 제34조부터 제36조(살생물처리제품의 안전관리 등)에서는 살생물처리제품에는 허가받은 살생물제품만 사용하고 사용한 살생물질 명칭 등을 잘 보이도록 표기하도록 규정하고 있으며, 제40조부터 제43조, 제45조부터 제47조의 생활화학제품 및 살생물제의 유통관리 규정의 내용은 생활화학제품 및 살생물제의 시장감시 및 안전조치를 강화하고 사업자가 제품의 부작용 등을 발견 시 보고하도록 의무화한 규정이다.

제53조부터 제54조(시험·검사기관의 지정 및 취소 등)는 살생물질 및 살생물제품의 승인·허가 자료 평가, 시장 유통제품의 기준 준수여부 확인 등을 위한 시험·검사기관의 지정·취소에 관한 규정이다.

표 3 | 「생활화학제품 및 살생물제 안전관리법」의 주요 내용

구 분	주요 개선대책
실태조사(제6조)	생활화학제품의 성분, 용도 등 실태조사를 위해 필요한 자료제출 등의 의무 부과
살생물질의 승인 (제12조부터 제23조)	살생물질에 대한 승인 기준, 평가, 절차, 기존살생물질의 신고 및 승인유예, 승인변경·취소 등 살생물질 승인제도 마련
살생물제품의 허가 등 (제24조부터 제33조)	살생물제품에 대한 허가 기준, 평가 절차, 허가변경·취소, 표시기준 등 살생물제품 허가제도 마련
살생물처리 제품의 안전 관리 등 (제34조부터 제36조)	살생물처리제품에 대한 안전기준 및 표시기준, 정보제공 등 살생물 처리제품 안전관리제도 마련
자료의 공유 (제38조부터 제39조)	살생물질 및 살생물제품의 승인·허가 관련 정보 및 척추동물 시험 정보의 공유 절차 규정
생활화학제품 및 살생물제의 유통 관리 (제40조부터 제43조, 제45조 부터 제47조)	위법한 적합확인대상생활화학제품 및 살생물제에 대한 회수·폐기 등의 조치, 광고제한, 안전용기·포장의 사용, 부작용 등의 보고 의무 등 규정
시험·검사기관의 지정·취소 (제53조부터 제54조)	생활화학제품 및 살생물제의 안전성 검사, 평가 등의 공신력 제고를 위한 시험·검사기관의 지정·취소 규정
기록 및 보고(제56조)	적합확인대상생활화학제품 및 살생물제 제조·수입·판매·사용 정보의 보고·기록 의무 규정
출입·검사·수거 등(제57조)	생활화학제품 및 살생물제의 안전관리상 필요시 제조·수입·판매·사용자 및 그 밖의 관계자에 대해 조치하기 위한 규정 마련
수수료(제58조)	적합확인대상생활화학제품의 적합확인 검사 신청, 살생물질 승인 신청 등에 대한 수수료 규정
과태료(제66조)	실태조사를 위한 자료제출 명령 불응, 거짓 또는 부정하게 보고·기록한 자 등에 대한 과태료 부과·징수 규정

IV 정책제언

정부의 가슴기살균제 사고에 대한 후속적 살생물제 관리의 대책의 수립과 「생활화학제품 및 살생물제 안전관리법」의 제정 목적은 가슴기살균제와 같은 유사사고의 재발방지를 위해 사전에 안전성이 확인된 살생물제만을 사용하도록 하려는 것이다.

따라서 현행과 같은 살생물제의 시장자율 관리 체계는 긍정적 효과보다 인명피해와 비슷한 관련 산업의 위축과 같은 부정적 영향이 커 그 유해성과 위해성, 사용범위 등을 철저히 검토하는 사전적 관리 체계 구축이 필요하다. 유럽연합, 미국 등 선진외국에서 화학물질의 관리체계에서 강화되는 있는 살생물제에 대한 관리 추세를 고려하여 국내 관련 업계의 살생물제에 대한 유해성과 위해성 평가자료를 확보하도록 조치하여 해당 화학물질 또는 화학물질 제품에 대한 수출 등의 무역 경쟁력을 확보하여야 한다. 살생물제는 소량만 제품에 첨가해도 효능과 위해가 다르게 나타날 수 있어 제조량·수입량에 관계없이 철저한 관리가 필요하다. 제품 내 함유 살생물제 간 상호작용 등으로 안전성 평가 결과가 달라질 수 있으므로 유통 중인 생활화학제품에 대하여 시장조사 및 안전성 검사 등의 집행관리를 철저히 하여야 한다.

또한 허가받은 살생물제품만 사용하도록 하고, 사용 중인 살생물제의 명칭 등을 잘 보이도록 표기 하는 등의 살생물처리제품의 안전관리를 강화할 필요가 있다. 살생물제의 안전성과 효능 등을 철저히 검증하는 과정에서는 많은 사회적·경제적 비용과 시간이 소요되어 기업의 부담이 예상됨에 따라 이러한 부담을 완화하기 위한 자료의 공유체계를 구축하는 노력이 있어야 하며, 동물실험 윤리에 반하는 유사한 중복적 척추동물 시험이 최소화 할 수 있도록 관리하는 노력 또한 필요하다. 그리고 가슴기 살균제 후속 대책에 대한 효과적인 이행과 사후관리를 위하여 고용노동부 및 산업안전보건공단(연구원 포함)의 조직 및 인력 인프라를 조기에 구축할 필요가 있다.

「생활화학제품 및 살생물제 안전관리법(안)」의 내용 중에서 근로자 건강보호를 위해 산업안전보건 법령의 범위 내에서 도입 관리되어야하는 살생물제 관리대책을 다음과 같이 제시한다.

첫째, 생활화학제품의 현황 파악 등을 위하여 환경부장관이 실시한 성분, 배합비 등의 실태조사 결과의 정부 부처간 공유를 통하여 유해성 또는 위험성이 높은 화학물질 중에서 취급량이 많은 살생물제에 대한 산업체 근로자의 철저한 노출관리 방안 도입 및 시행 관리

둘째, 환경부의 생활화학제품에 대한 위해성 평가 결과 적합확인대상 생활화학제품에 대한 안전기준·표시기준에 해당되는 화학물질에 대한 표시관리 기준의 산업안전보건법령 내 도입 및 안전기준·표시

기준의 적합 여부에 대한 3년 주기의 시험·검사 실시여부의 확인 관리

셋째, 환경부 시행 살생물질의 승인 및 허가제도에 의한 산업체 살생물제품 사용관리의 이행 여부 확인 관리

넷째, 살생물처리제품 안전관리와 관련된 살생물질의 명칭, 기능에 대한 표시관리 제도 및 살생물 처리제품 양도자(제조자 또는 수입자 등)의 살생물질 정보 제공 및 양수자의 관련정보 비치·관리와 관련된 내용 등이다.

참고문헌

1. 고용노동부. 산업안전보건법(시행령, 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙). 2017.
2. 고용노동부. 신규 및 기존화학물질 관리체계 개선대책 - 가습기살균제 특위관련 후속대책. 2016.
3. 환경부. 생활화학제품 안전관리 대책. 2016.
4. 환경부. 생활화학제품 및 살생물제 안전관리법 제정(안). 2016.





일터안전을 위한 첫 단추, 작업 전 **안전점검** 으로 채우세요

한 해 산업재해 사망자 약 2천명, 재해자 9만여 명

일터에서 매일 5명이 목숨을 잃고 250명이 다치는 셈입니다.

산업재해는 기본적인 안전수칙만 준수한다면 충분히 예방할 수 있습니다.

일하기 전 보호구는 제대로 착용했는지? 위험장소에 안전보건표지는 부착되어 있는지?

안전교육은 실시했는지? 위험요소가 있는 공정에 안전작업절차는 마련되어 있는지?

꼼꼼한 확인이 필요합니다.

작업 전 안전점검이 안전한 일터, 건강한 근로자, 행복한 대한민국의 시작입니다.



OCCUPATIONAL SAFETY & HEALTH ISSUE REPORT

안전보건 이슈리포트



>> 안전보건 연구동향 Vol. 10 No. 4 통권 73호 내용 안내

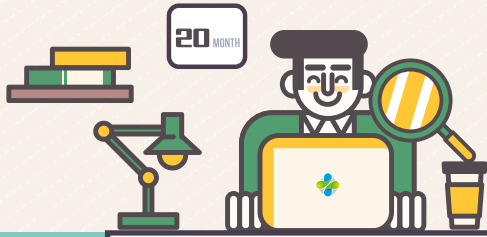


- 산업안전보건분야 기술규격의 표준화 추진방안
- 산업안전보건법의 위임입법 정비 필요성
- 안전보건 공시제도 도입의 선결조건
- 근로자의 정신건강 유해요인과 건강보호 방안
- 초고층 건설근로자의 안전보건을 위한 위험성평가 발전방안



2016년 4분기호 안전보건 이슈리포트는

연구원 홈페이지(<http://oshri.kosha.or.kr> - 안전보건이슈리포트)에서
다운받아 보실 수 있습니다.



안전보건 이슈리포트 원고를 모집합니다

산업안전보건과 관련된 시급하고 중요한 국·내외의 정책, 제도, 학술정보 등 다양한 정보와 동향을 선제적으로 파악하여 정부, 학계 등의 안전보건정책 의사결정자에게 알려드리고, 안전보건 연구과제에 반영하기 위한 목적으로 발간되는 안전보건 이슈리포트에서 정부, 학계, 관련기관 안전보건 관계자들의 원고를 기다립니다.

우리나라 산업안전보건 발전을 위해 여러 분야의 전문가들과 공유하고 싶은 최신의 안전보건 이슈내용이 있으시면 언제든지 원고를 보내주십시오.

보내주신 원고는 발간위원회의 심의를 거쳐 게재 여부를 결정하고, 게재된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 드립니다.

원고를 보내주실 때는 소속 및 연락처를 꼭 기입해 주시기 바랍니다.

세부 작성요령 및 작성 양식은 연구원 홈페이지(<http://oshri.kosha.or.kr>) 공지사항 192번을 참조하시기 바랍니다.

| 원고 모집 개요

- 원고 주제 : 시급성·중요성이 있는 산업안전보건 문제에 관한 Emerging Issue
- 발행일자 및 원고 모집기한

구분	발행일자	원고 모집기한
1분기호	03.30	02.20
2분기호	06.30	05.20
3분기호	09.30	08.20
4분기호	11.30	10.20

| 보내실 곳

- 주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400안전보건공단 산업안전보건연구원
안전보건정책연구실 연구기획부 안전보건 이슈리포트 담당자 앞
- E-mail : jaclyn@kosha.or.kr

| 문의처

원고 및 본문 내용과 관련한 문의사항은

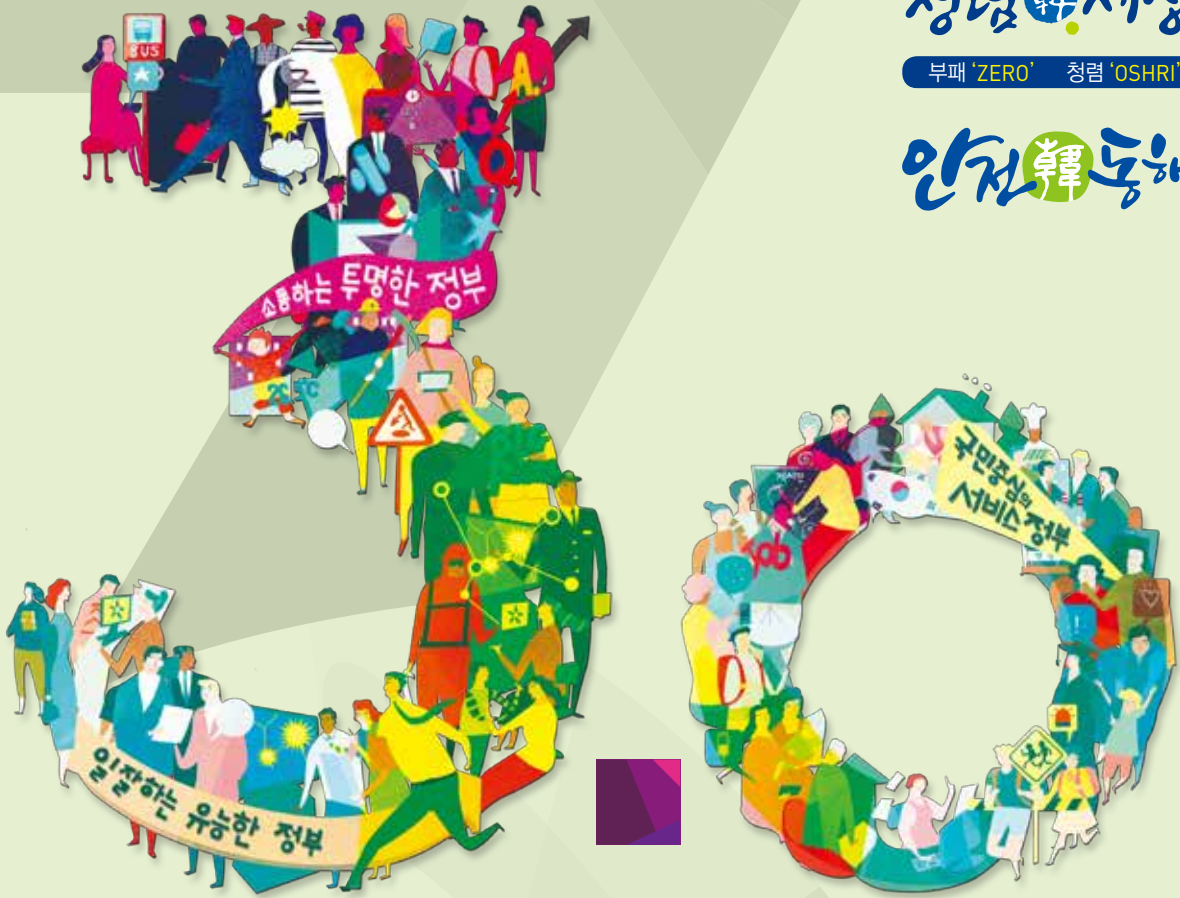
안전보건공단 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 연구기획부로 연락하시면 됩니다.

담당자 : 김보경 연구원 Tel. 052-703-0816

청렴^韓 세상

부패 'ZERO' 청렴 'OSHRI'

인전^韓 동행



국민행복시대를 열어갑니다!

투명한 정부! 유능한 정부! 서비스 정부!

공공정보를 공개하여 국민과 소통하겠습니다.

기관간 칸막이를 없애고 서로 협업하여

국민 한 분 한 분에게 맞춤형 서비스를 제공할 것입니다.

행복한
대한민국을 여는

정부 3.0



행정자치부
www.gov30.go.kr

