

Research to Practice

Research to Practice



안전보건 연구실용화 REPORT

Research
to Practice

Research to Practice

Research to Practice

Research to Practice



Research to Practice

산업안전보건연구원은

1989년 설립 이후 일하는 사람의 생명과 건강 보호를 위해 산업 현장 사고 예방과 직업병 예방 연구를 수행하는 등 공공 연구기관으로서의 역할을 충실히 수행했을 뿐만 아니라, 실효성 있는 정책과 연구개발을 강화하여 산업안전보건 연구 및 전문사업 수행결과가 기계·기구 및 설비, 작업환경 등 산업현장에 적용되거나 산업안전보건 정책에 반영될 수 있도록 노력하고 있습니다.

우리 연구원에서는 연구실용화(Research To Practice, R2P) 사례를 지속적으로 발굴·홍보하여 연구결과의 현장 적용성을 강화하기 위해 「안전보건 연구실용화 REPORT」를 연 2회 발간하고 있습니다.

안전보건 연구실용화 REPORT 2020 Vol.7 No.2(통권 14호)

- ▶ 2020년 9월 30일 발행
- ▶ 발행처 : 산업안전보건연구원
- ▶ 발행인 : 고재철
- ▶ 등 록 : 2020-산업안전보건연구원-577
- ▶ 주 소 : 울산광역시 중구 중가로 400(북정동)
- ▶ 전 화 : 052-703-0813
- ▶ 홈페이지 : oshri.kosha.or.kr
 - ➔ 발간물 ➔ 연구실용화 REPORT
- ▶ 인 쇄 : 디자인에이블
- ▶ ISSN 2671-759X(Print)
ISSN 2671-7603(Online)

「안전보건 연구실용화 REPORT」는
연구원 홈페이지 oshri.kosha.or.kr에서 다운 받으실 수 있습니다.

Contents

REPORT

1

사내벤처 운영을 통한 연구실용화 사례

| 4

박주동 차장/ 산업안전보건연구원 산업안전연구실

REPORT

2

나노입자 등 흡입 시 유해성 규명을 위한 나노입자다중발생장치 개발

| 12

이성배 연구위원/ 산업안전보건연구원 산업화학연구실

REPORT

3

전신흡입노출챔버용 케이스 개선모델 개발

| 20

서동석 연구위원/ 산업안전보건연구원 산업화학연구실

REPORT

4

석면분석 동영상 교육자료 개발 및 보급

| 26

권지운 연구위원, 장광명 대리/ 산업안전보건연구원 직업환경연구실

REPORT

5

간호사 직무스트레스 평가도구(K-NOSS) 개발

| 30

이화연 대리/ 산업안전보건연구원 직업건강연구실
백희정 교수/ 중앙대학교

REPORT

6

감염병 예방을 위한 의료기관 종사자 예방접종 가이드 개발

| 36

이미영 선임연구위원/ 산업안전보건연구원 직업건강연구실
허은희 교수/ 이화여자대학교

사내벤처 운영을 통한 연구 실용화 사례

[집필자]

박주동 차장/ 산업안전보건연구원 산업안전연구실

실용화 요약

사내벤처 운영을 통해 연구원에서 취득한 특허 기술 3종을 현장에 적용하여
시제품을 개발해 사업장에 보급하는 등 실용화 추진

2018년 정부는 공공기관 혁신성장 추진계획을 통해 공공기관의 사회적 가치 창출을 위한 방안을 발표하였다. 미래 성장동력 확보와 민간 일자리 창출 등 혁신성장 정책을 추진할 필요가 있으며, 이를 위해 공공기관이 보유한 자원을 공유하고 R&D를 활성화하도록 혁신 계획을 수립했다. 공공기관의 보유 자원을 시장에 개방하여 민, 관의 시너지 효과를 극대화 하는 것이 혁신성장 추진계획의 목표이다.

안전보건공단은 공공기관의 사회적 가치 창출 요구에 따라 지난 2019년 사내 벤처 운영에 관한 아이디어를 공모하였고, 접수된 12건의 아이디어 중 연구원에서 제출한 「건설안전 신기술 아이디어 실용화 사업」이 최종 선발되었다. 연구원의 아이디어는 그동안 연구 및 사업 수행과정에서 개발한 특허 기술 3종의 시제품을 현장에 시범 적용하는 것으로, 건설재해 예방은 물론 안전 시장 활성화와 일자리 창출 등 사회적 가치 실현에 기여할 것으로 기대된다.

* 연락처: TEL. 052-703-0844 / likeaceo99@kosha.or.kr

개요



지난 10년간(2008년~2018년) 우리나라 건설업 사고사망자는 535명에서 506명으로 5.4%가 감소하였으며, 같은 시기 일본은 430명에서 323명으로 24.9%가 감소하였다. 일본에서 건설업 사망자 수가 큰 폭으로 감소한 것은 편리성과 경제성이 향상된 「안전난간 선행 공법」과 같은 신기술을 적극 도입했기 때문이다. 우리나라도 기존의 안전점검과 기술지도만으로 건설업 사망재해를 감소하는 것에는 한계가 있다. 즉, 안전난간 선행공법 등 새로운 안전기술의 발굴, 개발 및 보급 시스템 등을 구축할 필요가 있다.

이러한 문제의식을 바탕으로 건설안전 신기술을 연구하였다. 특히 민간의 신기술 아이디어를 적극 발굴하고, 아이디어를 심화하여 시제품 생산 및 현장에서의 시범적용 등 연구를 수행하였다. 그 결과 특허를 취득하는 성과를 이루었다. 앞으로 연구를 통한 신기술의 특허 취득 및 현장 실용화를 통해 건설재해예방은 물론 안전보건 시장 활성화로 신규 일자리 창출 등 사회적 가치 실현에 기여할 것으로 기대된다.

실용화 내용

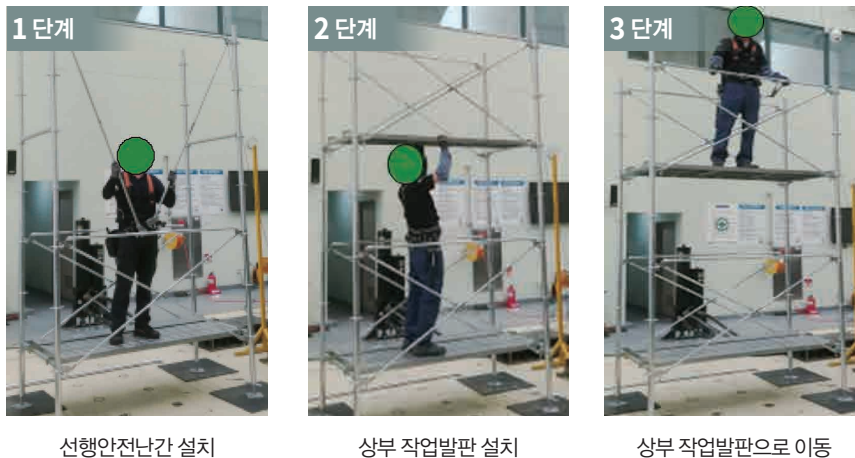
사내벤처를 통해 현장에 실용화 하고자 하는 기술은 연구원에서 출원한 [표 1]의 특허 3종이다. 각 기술이 현장에 적용될 수 있도록 시제품을 제작하고 건설현장에 직접 시범 적용하여 효과성을 검증 중에 있다. 향후 개발 제품을 사업장에 보급하고, 산업재산권 허여를 통해 공단의 기술을 민간 기업에 이전할 수 있도록 추진할 계획이다.

[표 1] 사내벤처를 통해 실용화를 추진하고 있는 기술 3종

연번	기술명	특허출원 (등록)일	특허현황	비고
1	가새형 선행 안전난간대의 수직 보강장치	2019.11.12.	국내 특허 출원	비계작업의 편리성, 경제성 향상 및 추락재해예방
2	휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘 앵커 장치	2019.12.09.	국내 특허 등록	클라이밍시스템 관리감독 편리
		2018.11.21.	독일 특허 출원	
3	띠장 국부좌굴 방지용 멀티스티프너	2018.05.24.	국내 특허 등록	흙막이가시시설 안전성 확보 편리성, 경제성 향상
		2018.11.20.	미국 특허 등록	

1. 교차가새형 선행 안전난간대

우리나라에서 사용하고 있는 강관과 시스템비계 설치·해체 작업의 가장 큰 문제는 안전난간이 없이 작업하는 작업방식에 있다. 즉, 비계 설치 시에는 작업발판 설치 후 안전난간을 설치하고, 비계 해체 시에는 안전난간 해체 후 작업발판 해체의 방식을 사용하기 때문이다. 안전난간 없이 작업하게 되어 늘 추락의 위험이 존재할 수밖에 없다. 이러한 문제를 해결하고자 비계에서 행하는 모든 작업에는 항상 안전난간이 있는 상태에서 작업할 수 있도록 하는 「안전난간 선행(先行)공법」을 제안하였다. 안전난간 선행공법을 사용하기 위해서는 작업 순서를 바꿀 선행 안전난간대가 필요하며, 연구를 통해 교차가새형 선행 안전난간대의 수직보강장치를 개발하였다. 안전난간 선행공법은 [그림 1]과 같이 안전난간과 작업발판이 설치된 하부 작업발판에서 상부의 안전난간을 미리 설치한 후 상부 작업발판을 설치하는 공법이다. 따라서 비계 위 모든 작업 시 항상 안전난간이 있는 상태에서 작업이 가능해 안전성이 높다.



[그림 1] 선행 안전난간대 설치 및 작업 방법

선행 안전난간대의 경제성에 대한 분석 결과 [표 2]와 같이 국내 기준 시스템비계 적용 시 안전난간 선행공법은 현행공법(후행공법) 대비 약 6.9%의 비용이 절감되는 것으로 분석되었다. 또한 안전난간 선행공법과 현행공법(후행공법)의 구조성능에 대해 비교분석을 실시했다. 조립체(높이 6.6m, 3단)에 대한 실물실험을 실시한 결과, [표 3]과 같이 안전난간 선행공법의 구조성능(최대압축하중)이 현행공법 대비 9.8% 더 우수한 것으로 평가되었다.

[표 2] 현행공법(후행공법)과 선행공법의 경제성 비교

(단위: 천원)

구분	현행공법(후행공법) (수평 안전난간 2단 설치)	교차가새형 선행공법	비고
기본료	1,905	1,662	※ 국내 제작사 2개사의 임대료 평균 - 설치규모: 가로 20m, 세로 20m, 높이 31m - 임대기간: 5개월
사용료	14,301	13,186	
인건비	20,063	18,990	
운반비	1,135	970	
합계	37,403	34,807	
			6.9% 비용 절감

[표 3] 현행공법(후행공법)과 선행공법의 조립체 실물 실험 결과

구분		현행 공법(후행 공법)	선행 공법
최대 압축하중	3회 평균	91.93kN	100.84kN
	증감	기준	9.7% 증가
설치도			
실험전			
실험후			

REPORT_1

REPORT_2

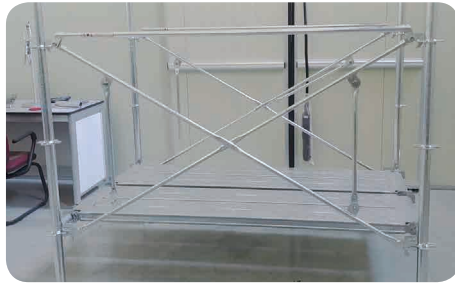
REPORT_3

REPORT_4

REPORT_5

REPORT_6

연구원에서 개발한 가새형 선행안전난간대는 일본의 선행안전난간대가 가진 단점인 삼각형 개구부로의 추락 방지를 위해 수직재 보강형 및 중간난간대를 추가하여 개발하였다. 시제품을 제작하여 실험실에서 설치 후 평가한 결과, 최종적으로는 [그림 2]의 (나)와 같이 가새형 선행 안전난간대에 중간난간대를 추가한 방식을 시제품으로 개발하게 되었다.



(가) 선행안전난간대+수직보강장치



(나) 선행안전난간대+중간난간대(최종선택)

[그림 2] 선행안전난간대 시제품

이상의 개발 내용은 2020년 한국안전학회 춘계 학술대회에 참여하여 교차가새형 선행안전 난간 설치 공법의 국내 건설현장 도입 방안에 대해 발표하였으며, 개발한 선행 안전난간대의 보급을 위해 관련 고시 개정을 추진하고 있다. 고시개정이 이루어지면, 선행 안전난간대에 대한 안전인증 및 제품심사를 추진하여 개발한 기술의 시장 보급 활성화를 위해 노력할 계획이다.

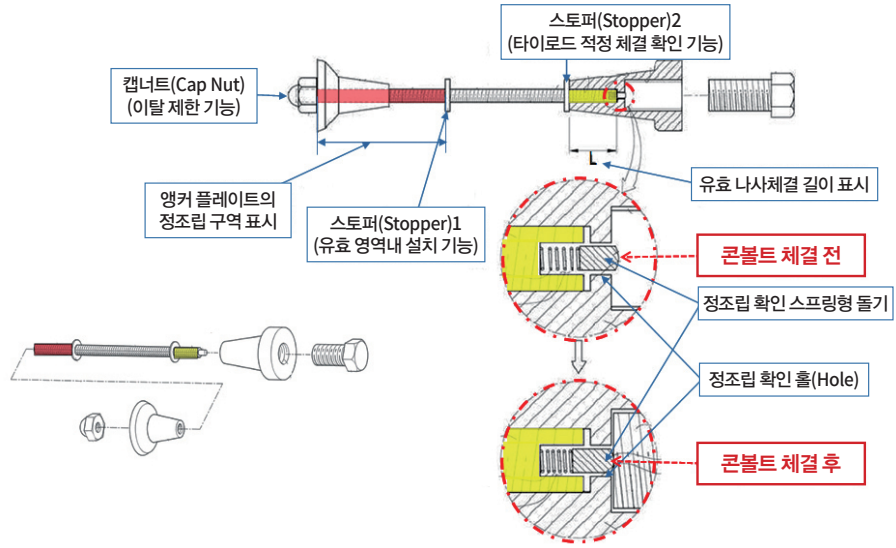
2. 휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘 앵커 장치



2018년 3월 부산 해운대 초고층 아파트 건설현장에서 클라이밍 시스템 작업대가 낙하하는 대형사고가 발생해 4명이 사망하고 4명이 부상을 입는 재해가 발생했다. 재해조사 결과, 사고의 원인은 작업자가 탑승하는 시스템 작업대를 건물 외벽에 고정하는 장치인 클라이밍 콘과 타이로드가 제대로 고정되지 않아 발생한 것으로 드러났다. 클라이밍 콘과 타이로드의 결합 깊이가 당초 설계대로라면 최소 55 mm 이상 되어야 하지만, 실제로는 20mm 이하의 길이로 체결 되어 작업대와 작업대에 타고 있는 근로자들의 무게를 지탱하지 못하고 55층 높이에서 추락한 것이다.

연구원은 위와 같은 휴먼에러에 의한 재해를 예방할 수 있는 안전장치를 개발하게 되었다 ([그림 3~4] 참조). 개발한 장치는 클라이밍 콘과 타이로드의 정상 체결 여부를 확인하기 쉽게 설계하였다. 즉, 타이로드를 클라이밍 콘에 정상 체결 시 타이로드의 스프링 돌기를 육안으로 확인할 수 있어 편리하며, 콘크리트 타설 이후에도 타이로드와 클라이밍 콘 정상 체결 여부 확인이 가능해 보다 안전한 장치이다.

Inventors : Ju Dong Park, Hyun Sub Lee et al.
(KOSHA, 2018)



휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘앵커 장치 개념도

[그림 3] 휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘앵커 장치 개념도



[그림 4] 휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘앵커 장치 시제품

본 장치는 시제품 개발과 안전성 확인의 과제가 남아 있다. 향후 클라이밍 시스템 제조사에 개발한 장치에 대한 안내를 실시하고, 제조사 관계자 간담회 및 시제품의 실증시험을 통해 안전성을 확인한 후 건설현장에 시범 적용할 계획이다.

3. 띠장 국부좌굴 방지용 멀티스티프너

굴착공사 중 흙막이가시설 띠장(Wale)의 국부좌굴(local buckling, [그림 5]참조) 방지를 위해 기존 용접 방식 스티프너(Stiffener, 보강재)의 단점을 개선하고자 비용접방식의 길이조절이 가능한 멀티-스티프너(Multi-Stiffener)를 개발하였다. 이 기술은 굴착공사현장의 특성과 작업자의 편의성 및 경제성을 고려하여 기존 용접방식의 스티프너를 길이 조절이 가능한 비(非) 용접방식으로 개선하여 자중에 의한 탈락방지를 위해 양측면에 자석(각각 4개)을 부착한 것이다. 이 기술은 설치 시간이 짧고, 설치비용도 적게 들며, 재사용이 가능하다는 장점을 갖고 있다.

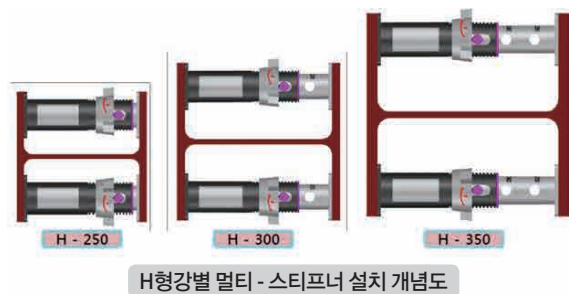


[그림 5] 띠장에 스티프너 미설치로 인한
띠장 좌굴 변형 사례

연구원에서 개발한 멀티스티프너([그림 6~7] 참조)는 기존 용접방식 스티프너(보강재) 대비 약 37%의 비용 절감 효과가 있는 것으로 분석되었다. 개발한 멀티스티프너의 현장 시범 적용 결과는 [그림 8]과 같다. 멀티스티프너를 적용한 건설현장 및 제조사 관계자들을 대상으로 의견 수렴을 거쳤으며, 시제품을 제작해 실물 실험을 실시하였다. 실험결과는 향후 제조사에 제공할 예정이며, 기술적 사항은 컨설팅도 실시할 계획이다.



[그림 6] 멀티스티프너 설치 개념도



[그림 7] 멀티스티프너 설치 상세도



Strut 공법의 띠장에 적용된 사례



Earth Anchor 공법의 띠장에 적용된 사례

[그림 8] 멀티스티프너 시범 적용 현장 사례

향후계획

연구원에서 개발한 선행안전난간대는 안전인증 고시 개정이 필요하여 전문가회의와 공청회를 거쳐 최종안을 고용노동부에 제출할 계획이다. 향후 개정된 안전인증고시가 공표되면 인증을 신청하여 건설현장에 적용하고, 필요시 안전보건공단의 클린사업과 연계하여 시장에 제공할 수 있도록 할 계획이다. 클라이밍 콘 앵커장치, 멀티스티프너는 실물실험 단계에 있으며, 이를 통해 시제품을 최종 제작하고, 건설현장에 적용할 수 있도록 할 계획이다.



참고문헌

1. 문성오 등, “추락재해예방을 위한 비계 안전난간 선행공법의 국내 건설현장 적용에 관한 연구”, 2019, 산업안전보건연구원
2. 박주동 등, “비계작업의 추락재해예방을 위한 선행 안전난간 공법의 도입 타당성 분석”, 한국안전학회, Vol. 35, No. 4, pp. 23-31, 2020.
3. 박주동 등, 특허등록 제10-1862655호, “띠장의 국부좌굴을 방지하기 위한 토건용 멀티 스티프너”, 2018.
4. 박주동 등, 특허등록 제10-2055604호, “휴먼 에러 예방을 위한 클라이밍 콘 앵커 장치”, 2019.
5. 박주동 등, 특허출원 제10-2019-0144214호, “가새형 선행 안전난간대의 수직 보강장치”, 2019.

나노입자 등 흡입 시 유해성 규명을 위한 나노입자다중발생장치 개발

[집필자]

이성배 연구위원/ 산업안전보건연구원 산업화학연구실

실용화 요약

**3D 프린팅 방법으로 발생하는 입자상 물질에 대한 생체독성의 영향을
직접적으로 평가하기 위해 나노입자다중발생장치 개발**

연구원에서 개발한 나노입자다중발생장치는 3D 프린터로 성형품을 제조하는 용융압출 방식과 동일하게 필라멘트를 가열, 용융, 압출하여 나노입자를 발생시킬 수 있는 장치로, 좁은 공간에서도 사용 가능하며 비용도 적게 소요된다는 특징을 갖고 있다. 또한 다수의 압출기를 사용하여 단일 재료뿐만 아니라 여러 종류의 혼합 재료를 동시에 사용하여 발생·포집·이송시킬 수 있기 때문에 활용 범위가 넓다. 즉 단순히 나노입자를 발생시키는 것이 아니라, 노즐의 토출온도, 토출속도 및 공기유량 등을 간단하게 조절하여 나노입자를 균일한 농도로 지속적으로 발생시킬 수 있는 장치이다.

나노입자다중발생장치 활용으로 나노입자 발생 작업환경에서 작업하는 노동자, 일반인들의 흡입노출로 인한 유해성 확인 및 평가를 할 수 있으며, 나노입자 발생 작업환경 노출기준 설정 및 법적 규제에 과학적 근거자료를 제공함으로써 관련 정책을 수립할 수 있다. 궁극적으로 노동자 건강장해 예방에 기여할 수 있을 것이다.

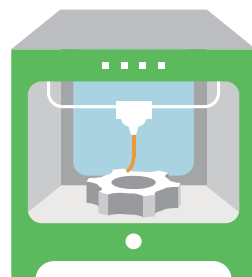
* 연락처: TEL. 042-869-8513 / sblee@kosha.or.kr

개요 및 배경

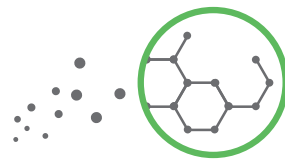
1. 배경

우리 일상생활에서 고분자 재료는 사업장의 압출 성형기, 사출 성형기에서 많이 사용되고 있다. 최근에는 사업장뿐만 아니라 일반 사무실, 가정에서 3D 프린터를 이용하여 산업용 시제품, 피규어나 각종 조형물을 제작하는 등 사용 사례가 증가하고 있다. 3D 프린터는 액체나 파우더 형태의 폴리머, 금속 등의 재료를 적층 방식으로 쌓아올려 입체 형상의 성형품을 제조한다. 3D 프린터를 이용하게 되면 제작비용과 제조시간을 대폭 단축할 수 있고, 개인 맞춤형 제조가 가능하며, 복잡한 입체 형상도 간편하게 제조할 수 있다는 장점이 있다. 위와 같은 장점을 갖는 3D 프린터는 자동차, 항공, 건축, 의료, 가전, 완구 등 다양한 산업 분야에 널리 이용되고 있다.

현재까지 유통·사용되고 있는 3D 프린터용 고분자 재료는 필라멘트, 레진, 비드, 파우더 형태이며, 제품 성형 가공 전 단계인 고분자 재료는 밀리미터 크기 이상으로 대부분 호흡성 분진크기($10\mu\text{m}$)보다 크다. 이 때문에 고분자 재료가 인체의 호흡기로 유입될 가능성은 매우 희박하며, 만약 작은 입자가 호흡기를 통하여 유입된다고 할지라도 코 점막의 점액에 포착되거나 기도와 기관지에 침착되어 가래로 배출되며 소화기로 들어가 대부분 제거된다. 결국 고분자 재료 자체는 폐포까지 도달하지 못하여 흡입 시험의 호흡기를 통한 유해성 평가가 불가하다.



실제로 고분자 재료가 생체에 호흡기로 유입되는 것은 이 재료를 가지고 3D 프린터 등으로 가공하는 단계이다. 이때 발생하는 나노입자 크기의 고체상 증기인 흠(fume)이 인체에 유입되어 유해성을 일으킬 수 있다. 그러나 3D 프린터 작업 시 발생하는 나노입자나 HAPs (Hazardous Air Pollutants : 유해대기오염물질)와 같은 물질들이 작업자의 호흡기를 통해 얼마나 유입되어 어떠한 영향을 미치는지에 대한 규명이 되지 못하고 있다. 최근에는 3D 프린터를 수업 등에 많이 활용해온 어느 과학고 교사들의 잇단 희귀암 육종에 걸린 것이 확인되어 공포에 휩싸였다는 보도가 있었다. 노출기준이나 규제 등이 없는 가운데, 안전 논란이 커지자 3D프린터 사용자제, 사람 상주장소에서 사용불가, 출입 제한 등의 형식적인 지침만 나오고 있고 안전관리 대책은 미흡한 실정이다. 이렇기 때문에 고분자 재료 가공에 따른 인체 유해성을 판단하는 기준 및 규제의 과학적 근거가 필요하다. 이에 연구를 통해 3D 프린터 작업 시 발생하는 나노입자 등이 유해성을 규명할 수 있도록 나노입자다중발생장치를 개발하여 특허로 출원하였다.



2. 주요 관련 정보

3D 프린터에 의한 성형품 제조방식으로는 필라멘트 재료를 가열하여 압출하는 FDM(Fused Deposition Modeling)방식, 광경화 수지에 레이저를 주사하여 주사된 부분이 경화되도록 하는 SLA(Stereo Lithography Apparatus)방식, 기능성 고분자 또는 금속분말을 사용하여 소결시키는 SLS(Selective Laser Sintering)방식, 고출력 레이저 빔으로 금속을 직접 성형하는 DMT(Laser-aid Direct Metal Tooling)방식, 기계접합 조형 방식인 LOM(Laminated Object Manufacturing)방식, 그리고 광경화성 수지가 저장된 저장조의 하부로 광을 조사하여 경화시키는 DLP(Digital Light Processing)방식 등이 있다.

국내 3D 프린팅 소재제조 제품별 시장규모를 살펴보면 [표 1]과 같이 시장 규모면에서 열가소성 필라멘트와 광경화성 레진이 가장 두드러지게 성장하고 있다. 연구진들은 3D 프린팅 소재 중에서도 저렴하고 사용하기 간단하여 사업장 및 일반 가정에게까지 널리 보급되어 있는 필라멘트를 사용하는 FDM 방식의 나노입자발생장치를 개발하였다.

[표 1] 국내 3D 프린팅 소재제조 제품별 시장규모(2018)

(단위: 백만원)

구분	열가소성		광경화성	금속	기타	합계	비율(%)	
	필라멘트	파우더	레진					
제조	국내	2,084	14	1,212	96	206	3,613	76.5%
	수출	782	0	311	16	0	1,108	23.5%
	합계	2,866	14	1,523	113	206	4,721	100.0%
유통		12,658	4,941	16,791	4,591	39	39,020	- 89.2%
합계		15,524	4,955	18,313	4,704	245	43,741	- 100.0%

※ 열가소성 플라스틱 : 용융 압출 조형 방식에서 쉽게 녹여 압출할 수 있도록 가느다란 실가닥처럼 만든 플라스틱류 3D프린팅 원료를 지칭

※ 광경화성플라스틱 : 광경화 조형 방식에서 사용되는 자외선(UV)에 굳는 성질을 가진 액체 상태의 플라스틱류로 3D 프린팅 원료를 지칭하며‘수지’라고도 지칭

[출처] 정보통신산업진흥원(2019) 2018 3D 프린팅 산업실태 및 동향분석 보고서

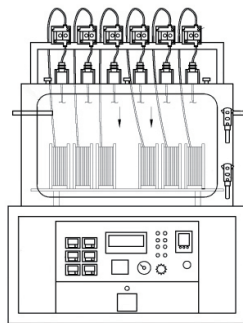


개발 내용

1. 차별성

3D 프린터는 프린터 내부에서 발생하는 입자 수 농도(Number Concentration)와 중량 농도(Mass Concentration)의 상하좌우 위치에 따라 농도편차가 크며 일정한 농도를 유지도 불가능하다. 발생하는 물질 또한 미량이기 때문에 유해성 평가에 활용하기에는 부적합하다. 또한 3D 프린터는 성형품 제작 자체가 목적이기 때문에 프린팅 작업 시 발생된 물질을 포집, 이송하기는 불가능하다.

이번에 개발한 나노입자다중발생장치는 3D 프린터에서 직접 나노물질을 측정할 때 발생하는 단점들을 보완하였으며, 성형품을 제조하는 방식과 동일하게 필라멘트를 가열·용융·압출하여 나노입자를 발생시킬 수 있다. 단순히 나노입자를 발생시키는 것이 아니라, 노즐의 토출온도, 토출속도 및 공기유량을 간단하게 조정하여 균일한 농도의 나노입자를 지속적으로 발생시킬 수 있다. 아울러 좁은 공간에서도 사용 가능하며 비용도 적게 소요된다. 다수의 압출기를 사용하여 나노입자다중발생장치 하나로 단일 재료뿐만 아니라 여러 종류의 혼합 재료를 동시에 사용하여 발생·포집·이송시킬 수 있기 때문에 활용 범위가 넓다. [그림 1]은 나노입자다중발생장치 도면과 발명품의 조건실험 전경이다.

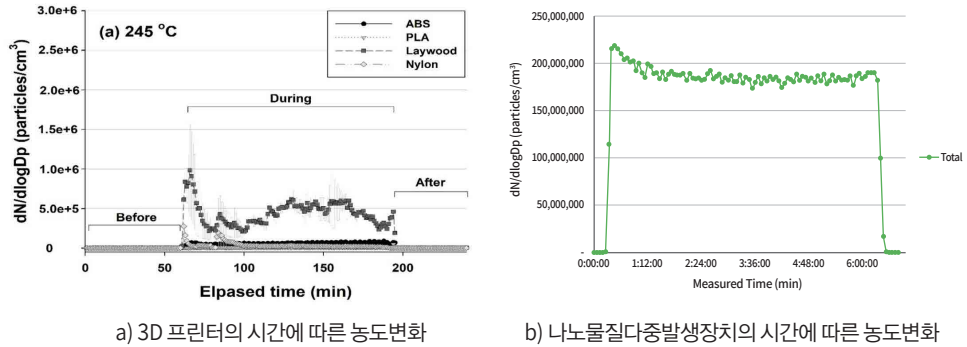


[그림 1] 나노입자다중발생장치

2. 개발 장비의 안정성 및 지속성 평가

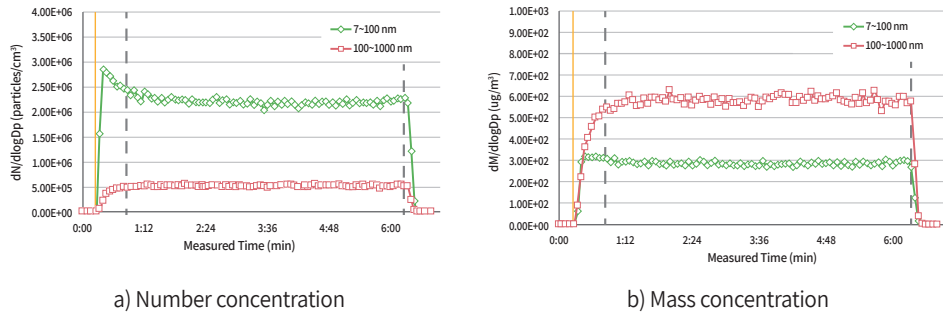
연구진들은 개발한 나노입자다중발생장치와 3D 프린터에서 직접 나노물질을 측정하는 방식을 비교해보았다. 나노물질의 측정, 분석을 위해서는 일정한 농도유지가 꼭 필요하다. [그림 2]는 3D 프린터와 나노입자다중발생장치의 시간에 따른 농도변화를 나타낸 것이다. [그림 2]의 a)는 3D 프린터를 사용하여 ABS, PLA, Laywood, Nylon 재료로 실험한 것으로, 가동초기에 가열코일의 온도 상승으로 급격하게 입자가 발생되었다가 시간이 지남에 따라 줄어들면서 상하 편차가 큰 경향을 보였다. 이는 대부분의 3D프린팅 작업 시에도 같은 경향을 나타내며, 일정한 농도 유지에는 한계가 있음을 보여준다.

[그림 2]의 b)는 연구진이 개발한 나노물질다중발생장치로 ABS물질을 사용하여 실험한 것으로, 가동초기에 역시 가열코일의 온도 상승으로 입자 발생량이 급격하게 증가하였으나 시간이 지남에 따라 안정되었고, 발생을 종료할 때까지 유지되는 양상을 보였다.



[그림 2] 시간에 따른 나노물질 발생의 안정성 비교

[그림 3]은 3D 프린터 및 필라멘트 제조사에서 권장하는 조건에서 나노입자다중발생장치로 실험한 입자 수 농도와 중량농도의 변화를 나타낸 것이다. 발생시작 20분전부터 측정 장비를 가동하여 발생 챔버 내 배경농도를 모니터링 하였다. 발생을 시작하면 농도가 전반적으로 증가하다가 약 30분 후부터 종료시점까지 6시간동안 큰 편차 없이 농도가 일정하게 유지되었다.



[그림 3] 제조사 권장 조건에서의 장시간 발생시 안정성

[표 2]는 나노입자다중발생장치의 발생시작 후 30분부터 종료시점 구간에서 기하학평균 입자 수 농도, 중량 농도, 그리고 표면적 농도 및 이들의 입자크기이다. 나노입자가 발생하는 동안 안정된 농도를 유지하였으며, 입자 크기도 큰 편차 없이 발생되었다. 입자 수 농도, 중량 농도와 표면적 농도에서의 결과적으로 나노물질다중발생장치는 나노입자를 균일한 농도로 지속적으로 발생시킬 수 있는 장치이며, 동물실험 등의 유해성 평가에 활용할 수 있음이 실험을 통하여 증명되었다.

[표 2] 제조사 권장 조건에서의 장시간 발생시 기하학 평균농도와 입자크기

Items	Concentration GM*(GSD †) (unit)	Particles conc. range (nm)	Median (nm)	Particle size GM*(GSD †) (nm)
Number Concentration	2,929,026(1.04) (1/m³)	2,717,558~ 3,425,397	58.39	56.69(1.68)
Mass Concentration	775.15(1.06) (µg/m³)	504.73~829.27	108.02	105.53(1.48)
Surface Concentration	47,829.86(1.04) (µm²/cm³)	38,110.37~ 50,188.79	92.67	89.21(1.54)

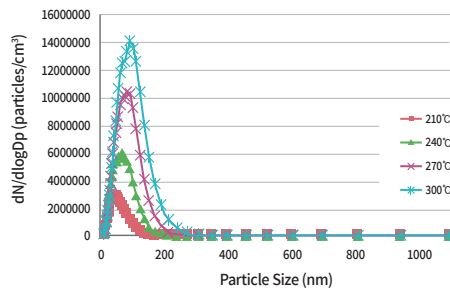
Analysis equipment : SMPS, Material : ABS filament, Nozzle Diameter : 0.4 mm, Nozzle Temp. : 240℃,
Inlet Air : 30 LPM, Nozzle Number : 6 Channel, Excluder Stepper : 10 Level, Generator operating time : 6 hours

*GM : Geometric Mean † GSD : Geometric Standard Deviation

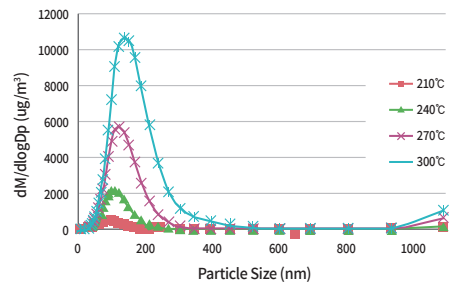
1) 발생 조건에 따른 입자크기 분포

나노입자다중발생장치에서 압출기 노즐의 토출온도가 올라감에 따라, 노즐의 토출속도가 증가함에 따라, 그리고 공기유량이 감소함에 따라 나노 입자의 크기 및 농도가 증가하며, 세 가지 조건을 상황에 맞게 조정하여 나노 입자의 크기 및 농도 조절이 가능하다.

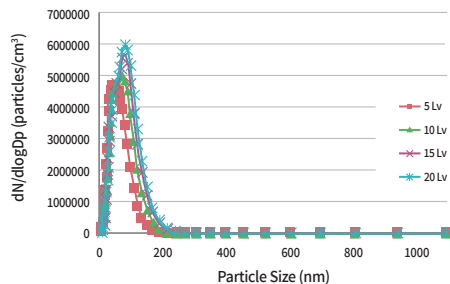
[그림 4]는 노즐의 토출온도, 토출속도, 공기유량 조건에 따른 평균 입자 수 농도와 평균 중량 농도의 입자크기 분포를 나타낸 그래프이다. 노즐의 토출온도가 올라감에 따라 평균 입자 수 농도와 평균 중량 농도는 증가하였으며 각각의 입자크기(a, b)도 증가하였다. 노즐의 토출 속도가 증가함에 따라 평균 입자 수 농도와 평균 중량 농도는 증가하였으며 각각의 입자크기(c, d)도 증가하였다. 다만, 공기유량이 증가함에 따라 평균 입자 수 농도는 증가하였으나 평균 중량 농도는 감소하였으며, 각각의 입자크기(e, f)는 감소하는 경향을 나타내었다.



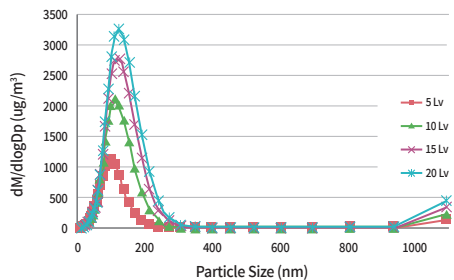
a) Excluder temp
(total number concentration)



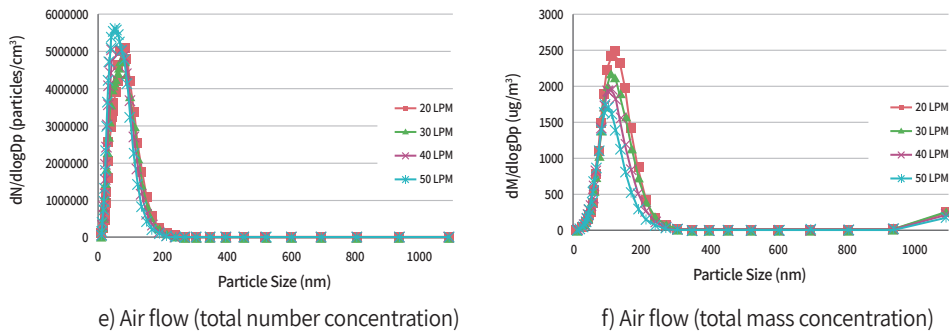
b) Excluder temp (total mass concentration)



c) Nozzle speed (total number concentration)



d) Nozzle speed (total mass concentration)



[그림 4] 노즐의 토출온도, 토출속도, 공기유량에 따른 입자 크기 분포

3. 발명의 실용성

1) 실용가치

나노입자다중발생장치는 산업현장에서 사용하는 다양한 종류의 플라스틱 등 고분자 재료를 가열·용융·압출의 방법으로 성형품 제작시 발생하는 나노 입자 및 HAPs에 대한 유해성 평가에 활용할 수 있을 뿐만 아니라, 건강장해 예측, 작업환경 노출기준 설정을 위한 자료제공을 할 수 있다.

나노입자다중발생장치의 가장 큰 특징은 발생하는 입자를 균일한 농도로 장시간 지속적으로 발생시켜서 실험동물 등에 노출하여 생체독성 영향 연구에 활용할 수 있다는 것이다. 또한 작은 공간에서도 사용 가능하며 비용이 적게 들고, 다수의 압출기를 사용할 수 있으며, 단일 재료뿐만 아니라 여러 종류의 재료를 동시에 발생시킬 수 있는 장점이 있다.

2) 활용 가능성

나노입자다중발생장치는 고분자재료 사용으로 발생하는 입자상 물질을 실험동물에게 노출하여 인체 유해성 규명 등에 활용이 가능하다. 또한, 나노안전성 예측을 위한 독성발현연구 (AOP : Adverse Outcome Pathway), 장기유사체(Organoid) 관련 연구에도 활용할 수 있다.

3) 근로자 건강장해 예방

나노입자다중발생장치를 활용한 연구를 통하여 작업장에서 발생하는 나노입자, HAPs 등이 인체에 미치는 영향을 예측·평가할 수 있으며, 더 나아가 작업환경 노출기준 설정 및 법적 규제의 과학적 근거자료를 제공함으로써 노동자의 건강장해 예방과 관련 정책을 수립하는데 기여할 것으로 기대된다.

활용 계획

이번에 개발한 나노입자다중발생장치를 활용하여 작업장에서 발생하는 나노입자, HAPs 등이 인체에 미치는 영향을 예측·평가하고, 더 나아가 작업환경 노출기준 설정 및 법적 규제의 과학적 근거자료를 제공함으로써 노동자의 건강장해 예방과 관련 정책을 수립하는데 활용할 수 있을 것이다.

궁극적으로 생체 독성 영향 파악 및 관련 업무에 종사하고 있는 노동자는 물론 3D 프린터를 사용하는 일반인의 건강장해 예방에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.



참고문헌

1. Stephens B, Azimi P, Orch ZE et al. Ultrafine particle emissions from desktop 3D printers. Atmospheric Environment 2013;79:334-339
2. Yu Zhou, Xiangri Kong, Ailu Chen, Shijie Cao. Investigation of Ultrafine Particle Emissions of Desktop 3D Printers in the Clean Room. Procedia Engineering, 2015;121:506-512
3. 박지훈, 전해준, 박경호, 윤충식. 3D 프린팅 가동 조건 별 발생 입자크기 분포와 흡입 노출량 추정. J. Environ Health Sci. 2018;44(6):524-538
4. 이성배. 3D 프린터 산업보건 관점에서 고민. 대한산업보건협회 산업보건 2018;365:21-29
5. 이용, 함완식, 2017 3D 프린팅 산업실태 및 동향분석 보고서. 정보통신산업진흥원 2018;p.36
6. A과학교 교사들 잇단 희귀암 육종...‘3D프린터 공포’ 확산 (2020.08.03.)
http://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002663757 &CMPT_CD=P0010&utm_source=naver&utm_medium=newsearch&utm_campaign=naver_news
7. ‘3D프린터’ 안전 논란에 교육청은 ‘사용자제’, 정부는 합동회의 (2020.08.25.)
http://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002670018 &CMPT_CD=P0010&utm_source=naver&utm_medium=newsearch&utm_campaign=naver_news
8. 이성배 등, 특허출원 제10-2020-0097259호, “나노입자다중발생장치”, 2020.

전신흡입노출챔버용 케이지 개선모델 개발

[집필자]

서동석 연구위원/ 산업안전보건연구원 산업화학연구실

실용화 요약

**연구자들의 근골격계 질환 예방과 실험동물 케이지의 소독, 보관 등을
용이하게 하기 위한 실험동물 사육케이지 개선 모델 개발**

실험동물의 호흡기를 통해 실험물질을 노출시켜 생체에 미치는 영향을 연구하는 흡입독성 시험에서 사용되는 실험동물 사육케이지를 개선한 모델을 개발했다. 와이어 케이지를 사육 챔버의 외부로 인출하지 않아도 배변판을 청소할 수 있도록 개선해 연구자들의 중량물 작업을 감소시켜 근골격계 질환 예방에 도움을 줄 수 있도록 하였다.

또한 와이어 케이지를 사육 챔버의 외부로 인출하는 과정에서 동물의 발이나 꼬리가 손상되는 것을 방지할 수 있도록 구조를 개선해 2차 감염을 예방할 수 있도록 하였으며, 하나의 케이지로 다양한 크기의 동물을 사육할 수 있도록 개선하여 케이지 소독과 보관을 용이하게 하였다.

사육케이지 개발을 통해 실험동물의 노출환경을 개선하여 실험동물이 받는 스트레스를 감소시켜 보다 신뢰성 있는 흡입독성시험 결과를 얻을 수 있도록 하였다.

* 연락처: TEL. 042-869-8514 / seeds@kosha.or.kr

개요 및 배경

1. 배경

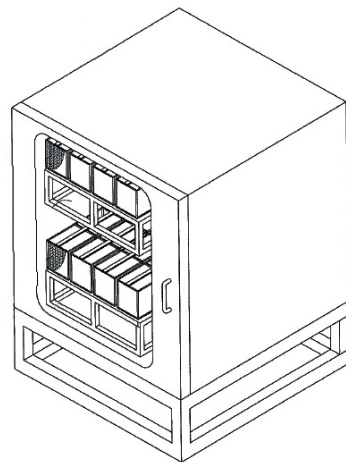
화학물질은 산업과 과학기술이 발전함에 따라 그 종류와 사용량이 증가하고 있다. 특히 산업 현장에서는 다양한 종류의 화학물질을 사용하는데, 유해 화학물질로부터 노동자의 건강을 보호하기 위해서는 그 유해성의 규명이 요구된다. 이를 위해 실험동물의 호흡기를 통해 실험 물질을 노출시켜 생체에 미치는 영향을 연구하는 ‘흡입독성시험’을 실시할 수 있다.

흡입독성시험은 신규 화학물질 평가, 대기오염 물질 등의 안전성 시험, 의약품 개발 시의 독성 시험, 약리실험 등 다양한 분야에서 적용되고 있다. 산업안전보건연구원은 2015년 12월 대전 산업화학연구실에 흡입독성연구센터를 설립해 독성 미확인 산업화학물질의 호흡기 노출에 의한 유해성·위험성 평가를 위한 흡입독성시험 수행하고 있다. 흡입독성시험의 결과는 산업 안전보건법 상의 관리대상 화학물질로 선정되는데 활용되고 있다.

2. 주요 관련 정보

흡입독성시험은 시험의 목적에 따라 단회투여독성시험과 반복투여독성시험으로 구분할 수 있으며, 반복투여독성시험은 아급성, 아만성, 만성 및 발암성시험으로 구분할 수 있다. 시험물질의 노출 형태에 따라 전신노출(Whole-body exposure)과 비부노출(Nose-only exposure) 흡입실험으로 구분할 수 있다. 흡입노출시험에는 마우스, 랫드 등 설치류 실험 동물이 주로 사용되고 있으며, 이러한 실험동물은 일정기간 사육 케이지에서 사육되어야 한다. 일례로 발암성 시험을 수행할 경우 실험동물을 약 2년간 사육해야 한다.

[그림 1]은 기존에 사용하던 실험동물 사육케이지 모형으로 실험동물이 수용되는 와이어 케이지와 하부의 배변판으로 구성되어 있다. 배변판은 와이어 케이지를 지지하는 프레임의 역할도 한다. 와이어 케이지와 배변판은 사육 챔버 내부에 구비된다.



[그림 1] 실험동물 사육 케이지 모형

REPORT_1

REPORT_2

REPORT_3

REPORT_4

REPORT_5

REPORT_6

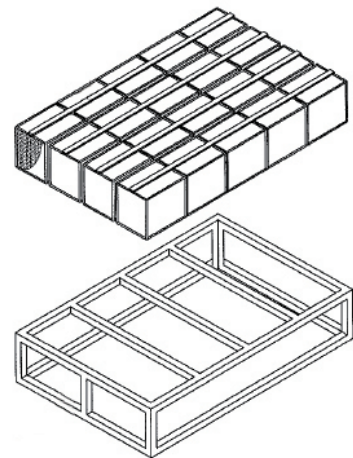
기존의 와이어 케이지는 [그림 2]와 같이, 4~5개 정도의 단위 케이지가 연결부재에 의해 서로 연결되어 있다. 연결부재에 의해 복수의 단위 케이지를 하나로 연결하여 사육 챔버 내부에 넣고 빼낼 수가 있다.

와이어 케이지 전체 무게는 단위 케이지가 5개일 경우 동물과 사료통 등의 무게를 합쳐 약 20~30 kg 정도가 된다. 그런데 실험동물의 건강상태를 확인하기 위해서는 주기적으로 와이어 케이지를 사육 챔버 외부로 빼내야 한다. 안쪽 케이지에 있는 동물은 챔버 밖에서 관찰하기가 어렵기 때문이다. 또한 실험동물이 배출하는 배설물 처리를 위해서는 배변판의 청소가 필요하다. 기존 실험동물 사육 케이지는 프레임 역할을 겸하는 배변판의 상부에 바로 와이어 케이지가 안착되는 구조로 되어있다.

따라서 실험동물의 일반상태를 관찰할 경우 20~30 kg에 달하는 와이어 케이지를 모두 챔버 밖으로 빼내야 한다. 특히 배변판은 자주 청소를 해야 하는데, 이럴 때마다 무거운 와이어 케이지를 챔버의 외부로 꺼내고 다시 집어넣는 작업을 반복해야 한다. 따라서 이를 취급하는 종사자가 근골격계 질환이 발생할 가능성이 높아지게 된다.

와이어 케이지를 구성하는 와이어는 직경 0.8mm 정도의 가는 와이어가 꼬여진 구조로 와이어 격자의 폭은 약 8mm로 넓다. 이로 인해 와이어 케이지를 챔버 외부로 빼고 다시 집어넣는 과정에서 동물의 발이나 꼬리가 손상되어 2차 감염을 일으킬 우려가 있으며, 동물의 앞니가 격자 사이에 끼여 사망에 이를 수도 있다. 또한 와이어 케이지에 장기간 실험동물을 사육할 경우 가는 와이어 및 넓은 격자로 인하여 실험동물이 스트레스를 받게 된다.

특히 발암성시험과 같이 사육기간이 2년씩 소요되는 경우 실험동물이 받는 스트레스가 더욱 가중된다. 뿐만 아니라 기존의 와이어 케이지는 육면체 형상의 단위 케이지 5개가 연결부재에 의해 서로 고정되어 있어 와이어 케이지를 보관하기 위해서는 넓은 공간이 필요하며, 와이어 케이지의 청소, 멸균 소독에도 어려움이 있다.



[그림 2] 와이어 케이지 구성 모형

개발내용

1. 차별성

본 발명은 기존 와이어 케이지의 문제점을 해결하기 위해 제안하는 것으로 다음의 내용을 목적으로 하였다.

- ① 와이어 케이지를 사육 챔버의 외부로 인출하지 않아도 배변판을 청소할 수 있어 실험 관련자 및 흡입독성시험 연구 관련자들의 중량물 작업을 감소시키도록 한다.
- ② 실험동물의 노출환경을 개선하여 실험동물이 받는 스트레스를 감소시킴으로써, 신뢰성 있는 흡입독성시험 결과를 얻을 수 있도록 한다.
- ③ 와이어 케이지를 사육 챔버의 외부로 인출하는 과정에서 동물의 발이나 꼬리가 손상되는 것을 방지하여 2차 감염을 예방할 수 있도록 한다.
- ④ 하나의 케이지로 다양한 크기의 동물을 사육할 수 있도록 한다.
- ⑤ 와이어 케이지를 용이하게 소독하고, 보관에 필요한 공간을 축소시킬 수 있도록 한다.

2. 발명의 세부내용

기존 와이어 케이지의 문제점을 해결하기 위해 [그림 3, 4]와 같이 여러 개의 와이어 케이지가 설치될 수 있도록 거치대를 추가하고, 배변판은 와이어 케이지가 거치대에 안착된 상태에서 사육 챔버 외부로 빼낼 수 있도록 설계하였다.

거치대는 좌우측 및 중간에 구비되는 제1 가이드부재와, 제1 가이드부재 사이에 구비되는 제2 가이드부재를 포함하여 구성되고, 제2 가이드부재는 배변판이 거치대의 하부로 넣고 빼는 것이 가능하도록 입구가 개방된 구조이다. 제2 가이드부재는 인접하는 와이어 케이지의 측면 하부를 지지한다. 배변판은 인접하는 와이어 케이지 2개당 하나씩 구비되는 것을 특징으로 한다.

REPORT_1

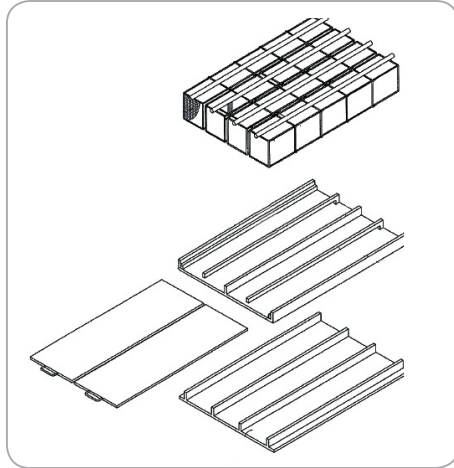
REPORT_2

REPORT_3

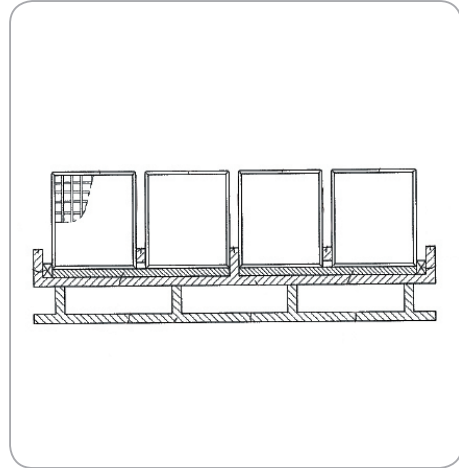
REPORT_4

REPORT_5

REPORT_6

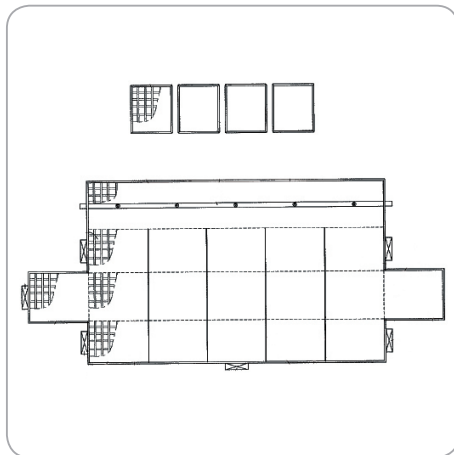


[그림 3] 거치대 모형

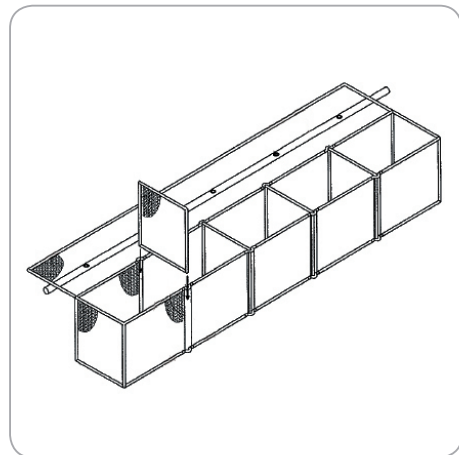


[그림 4] 가이드부재 및 배편판 구조

와이어 케이지의 바닥 재질은 와이어 직경이 2Φ 크기이며 격자의 간격은 4mm로 구성하였다. 와이어 케이지는 [그림 5]와 같이 평판 형상을 접어서 조립하는 접이식으로 구성하였다.



[그림 5] 접이식 구조 도면

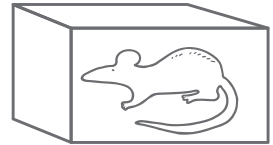


[그림 6] 구획판 모형

와이어 케이지의 내부는 [그림 6]과 같이 구획판이 삽입되어 실험동물의 크기에 따라 단위 케이지 크기의 변화를 줄 수 있도록 한 것이 특징이다. 또한 하면부, 전면부 및 후면부에 일정 간격으로 슬롯에 구획판을 끼울 수 있도록 하였다.

발명의 효과

본 발명은 전신흡입노출실험에 사용되는 실험동물 사육 케이지에 관한 것으로, 화학물질에 대한 흡입독성시험을 수행하기 위해 사용하는 마우스, 랫드 등 실험동물 사육용 와이어 케이지를 접이식으로 개선한 것이다. 케이지의 내부에 구획판을 조립하는 구조로 동물의 크기에 따라 단위 케이지의 공간을 조정하여 사용할 수 있으며, 와이어 케이지의 운반, 관리, 보관이 용이하다. 배변판 청소 시 와이어 케이지를 인출할 필요 없이 배변판만을 인출할 수 있도록 하여 청소와 보관을 용이하게 한 것도 특징이다. 이를 통해 작업자의 중량물 작업 부하를 감소하는데 도움을 줄 수 있다.



또한 와이어 케이지의 바닥 구조 및 격자 간의 간격을 개선함으로써 실험동물이 받는 스트레스를 감소시키는데 도움을 준다. 설치류의 앞니가 케이지 격자 사이에 끼여 사망하는 우발적 사고를 예방할 수 있어 실험결과와 신뢰성을 확보할 수 있는 효과가 있다. 와이어 케이지를 사육 챔버의 외부로 인출하는 과정에서 동물의 발이나 꼬리가 손상되는 것을 방지하는 효과도 기대할 수 있다.

이처럼 실험동물의 노출환경을 개선하여 실험동물이 환경으로부터 받는 스트레스를 최대한 감소시킴으로써 실험동물 생존율 향상에 도움을 줄 수 있다. 실험동물 사육 케이지 개선으로 보다 신뢰성 있는 흡입독성시험 결과 도출하는데 기여할 것으로 기대된다.



참고문헌

1. 특허문헌 1. 국내 공개특허 10-2016-0077534(2016. 07. 04. 공개)
2. 특허문헌 2. 국내 공개실용신안 20-2018-0000666(2018. 03. 08. 공개)

REPORT_1

REPORT_2

REPORT_3

REPORT_4

REPORT_5

REPORT_6

석면분석 동영상 교육자료 개발 및 보급

[집필자]

권지운 연구위원, 장광명 대리/ 산업안전보건연구원 직업환경연구실

실용화 요약

석면 분석을 위한 현미경 사용법과 분석 과정 등의 내용을 담은 2종의 석면분석 동영상 교육 자료를 개발해 분석기관에 배포하고 유튜브를 통해 공개

우리나라에서 석면은 수입, 제조, 양도 및 사용이 완전히 금지되었으나, 산업화시기 건축물 등에 광범위하게 사용되어 지금도 사업장과 우리 생활 주변에 흔하게 존재한다. 건축물 등에 함유된 석면을 관리하기 위해서는 석면이 어디에 얼마나 있는지를 조사하고 공기 중에 비산 되는 석면의 농도를 측정하여야 하므로, 정확한 석면분석 능력을 갖추는 것은 안전한 석면 관리를 위한 필수 요소이다.

석면의 분석 방법은 분석자가 현미경을 통해 시료를 관찰하는 방법이 사용되어 분석자에 따라 오차가 크게 발생할 수 있다. 즉, 분석자의 분석능력은 결과의 정확도와 정밀도에 큰 영향을 끼친다. 산업안전보건연구원은 석면 분석을 위한 현미경 사용법과 분석 과정 등의 내용을 담은 “위상차현미경을 이용한 공기 중 석면분석법” 및 “편광현미경을 이용한 고형 시료 중 석면분석법” 2종의 석면분석 동영상 교육 자료를 개발하여, 석면조사기관 분석자 및 석면 분석을 배우고자 하는 연구자들이 글이나 사진으로만 이해하기 어려운 분석과정을 쉽고 정확하게 배울 수 있도록 하였다.

* 연락처: TEL. 052-703-0894 / jkm1002@kosha.or.kr

개요



석면은 난연성, 내마모성 등 특유의 우수한 물리화학적 특성이 있어 단열재, 전기절연재, 난연재, 마찰재의 원료 등으로 다양하게 사용되어 왔다. 그러나 우수한 특성에도 불구하고 널리 알려진 발암물질로, 우리나라에서 석면은 화학물질 및 물리적인자의 노출기준(고용노동부 고시 2020-48호)에 따라 ‘사람에게 충분한 발암성 증거가 있는 물질(1A)’로 분류되어 있다. 근로자를 석면 노출로부터 보호하기 위한 석면 규제는 지속적으로 강화되어 2009년 1월부터 극소수의 예외적인 용도를 제외하고 석면이 함유된 물질의 제조, 수입, 양도, 제공 또는 사용이 금지되었으며, 2015년부터 용도에 관계없이 모든 종류의 석면과 석면을 1% 초과 함유하는 물질의 사용이 금지되었다.

그러나 석면은 이미 지난 수십 년간 생산되고 사용되어왔으며, 다양한 형태의 석면함유제품이 우리 생활환경에 아직 존재하고 있다. 특히 건축물이나 설비 등의 유지, 보수, 해체, 철거 등 작업 시 공기 중으로 방출되는 석면의 노출이 문제가 되고 있다. 건축물 또는 설비 등에 사용된 석면을 관리하기 위해 2009년 8월 7일부터 산업안전보건법에 따라 일정면적 이상의 건축물 또는 설비 해체·제거 시 고용노동부로부터 지정받은 석면조사기관을 통해 사전 석면조사를 실시하여야 하며, 등록된 석면의 해체·제거업체를 통해 석면을 제거하고, 작업완료 후 공기 중 석면농도 측정이 의무화되었다. 고용노동부로부터 석면조사기관으로 지정받기 위해서는 산업안전보건연구원(이하 ‘연구원’)이 매년 실시하는 석면분석에 대한 숙련도평가(‘정도관리’라 한다)에 참가하여 적합판정을 받아야 한다.

법 개정으로 건축물 중 석면조사와 공기 중 석면농도 측정이 의무화 되자 석면 분석 인력 양성의 필요성이 대두되었다. 연구원은 제도 시행 초기였던 2007년부터 2009년까지 석면분석전문가 양성 교육을 실시하였다. 석면의 분석의 정확도와 정밀도는 현미경을 이용하는 분석법의 특성으로 인해 분석자의 분석능력에 따라 크게 좌우되므로, 양질의 교육을 통한 능력 있는 분석자의 양성이 필요하다. 이에 연구원은 석면 분석을 위한 현미경 사용법과 분석과정 등의 내용을 담은 ‘위상차현미경을 이용한 공기 중 석면분석법’과 ‘편광현미경을 이용한 고형시료 중 석면분석법’ 총 2종의 석면분석 동영상 교육 자료를 개발하게 되었다.



REPORT_1

REPORT_2

REPORT_3

REPORT_4

REPORT_5

REPORT_6

실용화 내용

위상차현미경을 이용한 공기 중 석면분석법 동영상은 허용기준 대상 유해인자의 노출 농도 측정 및 분석을 위한 KOSHA Guide 내용을 바탕으로 하며, 편광현미경을 이용한 고형시료 중 석면분석법은 석면조사 및 안전성 평가 등에 관한 고시의 「편광현미경을 이용한 건축자재 등의 석면분석법」 내용을 바탕으로 제작하였다. 전체분량은 공기 중 석면분석법은 12분 47초, 고형시료 중 석면분석법이 31분 51초이다. 주요내용은 기구 및 시약, 시료 전처리, 시료 분석, 결과 처리, 공시료(공기 중 석면분석법 동영상에만 포함)의 목차로 구성하였다.

기구 및 시약 부분은 석면분석에 필요한 현미경 등 장비와 각종 시약 및 재료를 소개하고 각각이 갖춰야 하는 사양을 소개하였다. 시료 전처리에서는 시료의 전처리 과정을 단계별로 기술하여 분석자가 영상을 단계별로 따라하며 배울 수 있도록 하였다. 시료 분석에서는 현미경을 이용한 분석방법을 현미경의 각 부위별 조작과 현미경 렌즈를 통해 보이는 시편(분석에 사용할 수 있도록 만든 시료 조각)의 이미지를 동시에 구연하여 영상으로 보여줌으로써 시청자가 쉽게 이해할 수 있도록 하였다.

특히 시료를 분석하기에 앞서 현미경을 적절하게 조율하여 최상의 이미지를 관찰하는 방법을 단계별로 자세히 소개하였다. 결과 처리에서는 분석결과 계산에 활용되는 식을 단계별로 설명하였다. 공시료에서는 공시료의 종류와 공시료 분석결과와 활용방법을 설명하였다.



[그림 1] 석면분석법 동영상 교육자료 주요 화면



[그림 2] 공기 중 석면분석법 동영상 교육자료 DVD 표지

기대효과

석면분석은 석면 노출로 인한 위해성을 평가하고, 석면해체·제거작업의 안전한 관리를 위한 중요한 수단이다. 또한 정확한 석면조사는 건축물 등의 석면관리를 위한 출발점이다. 연구원은 석면 분석을 위한 현미경 사용법과 분석과정 등을 영상으로 구현하여 글로는 이해하기 어려운 실험 내용을 신규 분석자들도 쉽게 따라하며 배울 수 있도록 동영상 자료를 개발하였다.

특히 코로나19 바이러스 유행으로 인한 비대면 교육환경에서 이번 교육영상은 교육의 효과를 극대화 할 수 있는 좋은 수단으로 활용될 것이다. 연구원은 교육영상을 DVD로 제작하여 전국 고용노동부 지정 석면조사기관에 배포하였으며, 연구원 유튜브 채널에도 공개하여 분석자뿐만 아니라 석면에 관심도가 높은 일반 국민들도 쉽게 접할 수 있도록 하였다.



궁극적으로 분석자들이 이번 교육영상을 활용하여 분석능력을 향상시킨다면 전국적으로 200개소 이상 분포하는 석면조사기관들의 석면조사와 농도측정 결과의 신뢰성 향상에 기여할 수 있을 것이다. 연구원은 앞으로도 더 많은 사람들이 쉽게 유해물질의 정확한 분석법을 배울 수 있도록 다양한 물질의 분석법에 대한 동영상 교육자료를 개발·전파할 예정이다.



참고문헌

1. 이종한, 이광용, 정시정, 석면분석 정도관리용 표준시료 개발연구, 산업안전보건연구원 연구보고서, 연구원 2008-139-1476, 2008
2. 이인섭, 이광용, 권지운, 석면분석정도관리를 위한 석면시료은행 및 DB, 산업안전보건연구원 연구보고서, 연구원 2010-128-977, 2010
3. 김현욱, 정춘화, 피영규 등, 석면조사기관의 신뢰성 확보방안 및 석면제품실태 연구, 산업안전보건연구원 연구보고서, 2013-연구원-1195, 2013
4. 권지운, 국내 석면조사기관의 품질관리 수준에 대한 평가, 한국산업보건학회 논문, 2019:29(2):217-225
5. 산업안전보건연구원 유튜브 OSHRI KOSHA

REPORT_1

REPORT_2

REPORT_3

REPORT_4

REPORT_5

REPORT_6

간호사 직무스트레스 평가도구 (K-NOSS) 개발

[집필자]

이화연 대리/산업안전보건연구원 직업건강연구실

백희정 교수/ 중앙대학교

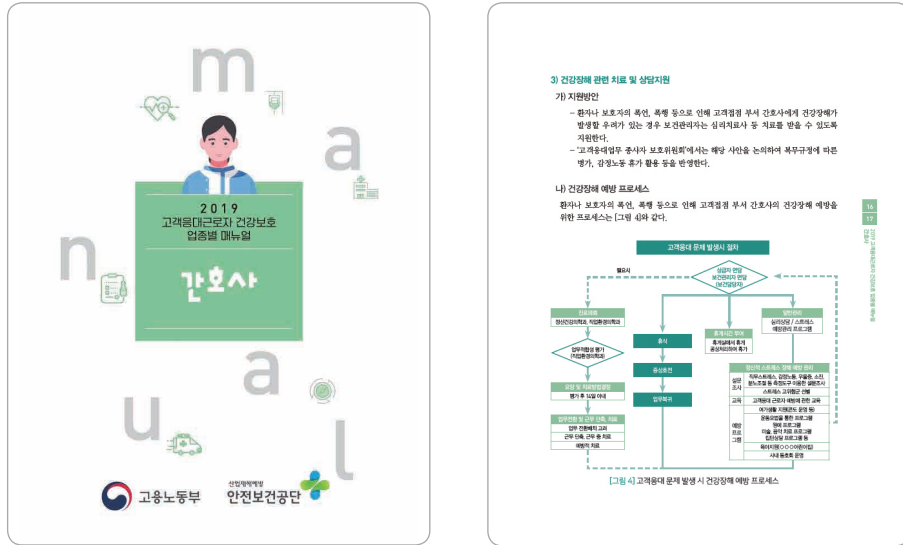
실용화 요약

간호사 직무스트레스 측정도구(K-NOSS) 개발 및 평가 활용을 위한
사용지침 개발

2018년 「간호사 직무스트레스 평가제도 마련에 관한 정책연구」를 통해 간호사의 직무스트레스를 측정하기 위한 한국 간호사 직무스트레스 측정도구(Korean Nurses' Occupational Stress Scale [K-NOSS])를 개발하였다. 이를 바탕으로 2019년 「의료기관 간호사 직무스트레스 도구 현장 적용」 연구를 통하여 도구의 구성타당도와 신뢰도를 검증하였으며 평가 기준을 마련하였다. 또한 직무스트레스를 측정하고, 평가할 수 있도록 '측정도구의 구성과 내용', '도구의 측정방법', '결과 해석방법' 및 '결과 활용방법'을 포함한 사용지침을 개발하였다.

K-NOSS는 총 45개 문항으로 '직무요구' 영역과 '직무자원' 영역으로 구성되어있으며, 의료기관 종사 간호사의 직무스트레스 요인을 파악할 수 있도록 설계되어 개인 및 조직차원에서 스트레스 완화 방안을 수립하는데 활용할 수 있다.

* 연락처: TEL. 052-703-0866 / hylee2@kosha.or.kr



[그림 2] 고객응대근로자 건강보호 간호사 직종 매뉴얼

직무스트레스는 노동자의 신체와 정신 및 행동에 부정적인 급성 반응을 일으키고 지속되면 신체적 질병으로 이환되어 결근, 이직, 생산성 감소 등의 결과로 이어진다. 의료기관에 근무하는 간호사들은 스트레스 수준이 타 직업에 비해 높으며, 과도한 업무 부담과 심한 감정노동 등을 경험하기도 한다. 직무스트레스는 노동자 스스로 교정할 가능성이 낮고, 피하기 어려우므로 예방적 차원에서 관리되어야 하며, 따라서 직무스트레스를 평가하는 것이 중요하다. 그러나 우리나라 직무스트레스 평가 도구로 한국인 직무스트레스 측정도구(KOSS)를 주로 사용하여 간호사의 업무 특성과 상황을 충분히 반영하지 못하고 있어 한계가 있었다. 이에 한국 간호사 직무스트레스 측정도구(Korean Nurses' Occupational Stress Scale [K-NOSS])를 개발하고 현장에 적용할 수 있도록 평가기준을 마련하였다.

실용화 내용

연구를 통해 개발한 의료기관 간호사 직무스트레스 측정도구(K-NOSS)는 '직무요구' 9개 요인, '직무자원' 5개 요인으로 구성하였으며, 총 45개 문항으로 구성되어 있다. '직무요구(Job Demands)' 영역은 근무 유해환경, 물리적 업무요구, 인지적 업무요구, 감정적 업무요구, 역할과 책임, 관계갈등, 교대근무, 일과 삶의 균형, 직장 폭력의 9개 소영역을 포함한다. 이 영역들은 주로 직무스트레스를 높이고 긴장과 소진을 가져오며 조직의 성과에 부정적인 영향을 미치는 요인들이다. '직무자원(Job Resources)'은 직무자율성, 사회적지지, 조직 지원, 보상의 적절성, 조직의 공정성의 5개 하부영역으로 구성된다.

전체 항목은 총 51개 문항으로 구성하였다. 본 도구는 병원에서 근무하는 간호사의 특수한 업무 특성을 반영하면서도 직무 스트레스를 야기할 수 있는 다양한 요인들을 직무요구와 직무 자원의 영역으로 범주화하여 측정함으로써, 병원 간호사의 직무스트레스를 포괄적으로 파악할 수 있는 도구가 될 수 있다.

또한 개발한 측정도구의 현장 활용을 위해 평가기준도 마련했다. 모집단을 대표하는 표본 집단에서 얻은 점수로 평가자의 상대적 위치를 설명하기 위한 기준(norms)을 만들어야 측정 결과로 집단의 일반적 경향을 확인하고 조사 대상자의 특성을 파악하며 진단할 수 있다. 이를 위해 간호사 직무스트레스 측정도구(K-NOSS)를 총 5,864명에게 적용하여 점수를 도출하였다. 측정도구는 직무스트레스 요인별, 전체점수에 대한 환산점수의 사분위수를 제시하였으며, 이를 기준으로 개인 또는 집단의 직무스트레스 점수를 평가할 수 있다. 직무스트레스 요인별 점수의 참고치는 성별, 의료기관별, 근무부서별, 근무경력별, 근무형태별, 직위별로 제시하였기 때문에 직무스트레스 측정 시 인구사회학적 특성을 고려하여 측정할 것을 권고하고 있다.

[표 1] 간호사 직무스트레스 측정도구의 요인별 환산 점수

영역	요인	가중 평균	가중 표준 편차	최소값	사분위수			최대값
					25	50	75	
직 무 요 구	근무유해환경	74.2	20.32	0.0	66.7	77.8	88.9	100.0
	물리적 업무요구	63.6	19.40	0.0	50.0	66.7	75.0	100.0
	인지적 업무요구	81.4	16.28	0.0	66.7	77.8	100.0	100.0
	감정적 업무요구	70.3	18.33	0.0	55.6	66.7	88.9	100.0
	역할과 책임	58.0	18.42	0.0	41.7	58.3	66.7	100.0
	관계갈등	42.5	17.11	0.0	33.3	41.7	50.0	100.0
	근무일정	56.4	21.44	0.0	33.3	50.0	66.7	100.0
	일과 삶의 균형	60.3	23.56	0.0	33.3	66.7	66.7	100.0
	직장 폭력	48.9	21.50	0.0	33.3	50.0	58.3	100.0
	직무요구 평균	61.7	12.74	0.0	53.1	61.4	69.8	100.0
직 무 자 원	직무자율성	47.1	18.65	0.0	33.3	50.0	66.7	100.0
	사회적 지지	35.6	13.82	0.0	33.3	33.3	44.4	100.0
	조직지원	57.1	18.28	0.0	46.7	53.3	66.7	100.0
	보상의 적절성	62.1	19.79	0.0	44.4	66.7	77.8	100.0
	조직의 공정성	56.2	19.57	0.0	44.4	55.6	66.7	100.0
	직무자원 평균	51.6	13.03	0.0	42.4	50.7	59.6	100.0
직무스트레스		58.1	11.31	15.1	50.7	57.0	65.5	100.0

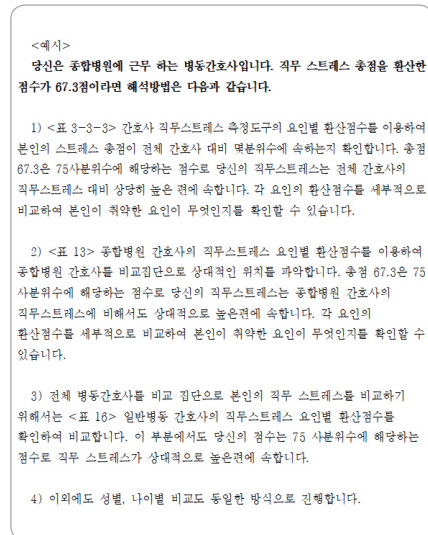


또한 간호사 직무스트레스 측정도구 (K-NOSS)를 이용하여 직무스트레스를 측정하고 평가할 수 있도록 사용지침을 개발하였다. 사용지침에는 측정도구와 측정 방법, 결과 해석 법과 결과 활용 방법을 포함하였다. 지침을 활용 하면 자신의 직무스트레스 정도를 직접 파악할 수 있으며, 조직차원에서도 이를 활용할 수 있다.

개인적 활용방안으로 개인의 인구학적 특성(성별, 나이, 학력, 결혼 상태)과 직업 특성(병원종별, 근무부서, 근무기간, 근무형태, 직급)을 고려하여 직무스트레스의 상대적 수준을 확인할 수 있으며, 개인적으로 가장 문제가 되는 직무스트레스 요인을 확인할 수 있다. 또한 스트레스 반응의 중증도 평가는 우울, 불안, 수면장애 등의 적절한 중재를 위한 기초자료로 활용할 수 있다. 조직적 활용방안으로는 기관 및 부서의 직무스트레스 수준의 상대적 위치를 파악할 수 있으며, 기관 및 부서에서 가장 문제가 되는 직무스트레스 요인을 확인하여 조직적 변화 및 중재전략을 제시할 수 있다. 또한 신체화 증상, 피로, 소진의 경우 사분위수를 기준으로 스트레스 반응의 중증도를 진단하여 조치가 필요한 개인을 조기에 선별하여 조치할 수 있는 자료로 활용할 수 있다.



[그림 3] 간호사 직무스트레스 측정도구 사용지침



[그림 4] 간호사 직무스트레스 측정결과 예시

기대효과

한국 간호사 직무스트레스 평가도구와 평가 기준 및 도구 사용 지침은 의료기관 간호사 개인 뿐만 아니라 조직의 직무스트레스 평가에 활용할 수 있으며, 평가와 더불어 완화를 위한 중재 전략 마련의 지침이 될 수 있다. 향후 본 연구를 토대로 하여 자가 평가가 가능하도록 프로그램 (어플리케이션)을 개발하여 보급하고 서버에 축적된 자료를 활용하면 더욱 정확한 평가가 가능할 것이다.



문	항	전 그렇지 않다	현 그렇지 않다	그렇다	매 우 그렇다
1	나는 인수인계 전에 일을 마치기가 어렵다.				
2	나에게 일이 예고 없이 한꺼번에 몰린다.				
3	내 업무수행 중에 많은 것들을 기억해야 한다.				
4	나는 감정을 표현하지 못하고 숨긴 채 일해야 한다.				
5	내 업무의 역할과 책임이 명확하지 않다.				
6	타부서는 내 업무에 협조적이지 않다.				
7	근무스케줄은 나의 사정에 맞게 조절이 가능하다.				
8	나의 근무스케줄은 변동이 잦아 예측이 어렵다.				
9	나는 야간근무에 적응하는데 어려움이 있다.				
10	나는 일과 가정생활의 균형을 이루기 어렵다.				
11	나는 일과 여가생활의 균형을 이루기 어렵다.				
.	.				
.	.				
.	.				



참고문헌

1. 백희정 등, 간호사 직무스트레스 평가제도 마련에 관한 정책연구, 2018, 산업안전보건연구원
2. 백희정 등, 의료기관 간호사 직무스트레스 도구 현장 적용, 2019, 산업안전보건연구원
3. 고객응대근로자 건강보호 업종별 매뉴얼(12종), 2019, 한국산업안전보건공단
4. 이종선 등, 2016년 보건의료노동자 실태조사, 2016, 민주노총 전국보건의료산업노동조합

REPORT_1

REPORT_2

REPORT_3

REPORT_4

REPORT_5

REPORT_6

감염병 예방을 위한 의료기관 종사자 예방접종 가이드 개발

[집필자]

이미영 선임연구위원/ 산업안전보건연구원 직업건강연구실
허은희 교수/ 이화여자대학교

실용화 요약

감염병 예방을 위한 의료기관 종사자의 감염경로별 예방접종 가이드라인 개발

의료기관 종사자는 직무특성상 다양한 감염원에 노출될 가능성이 높다. 감염병의 상당 부분은 접종을 통해 예방 가능한 질환이다. 그러나 의사, 간호사 등 의료직 이외 의료기관 내 다른 직종의 예방접종에 대한 연구가 부족하여, 국내 의료기관 종사자의 직무 특성을 고려한 예방접종 가이드라인을 개발하였다.

세부적으로는 감염경로별 위험도에 따라 예방접종 대상을 분류하고 감염경로별 가이드라인을 제시하였다. 감염경로는 혈액 및 체액 매개 감염, 공기 및 비말 매개 감염, 기타 감염병 노출로 분류하고, 예방접종 종류는 A형 간염, B형 간염, 수두, Tdap(디프테리아, 파상풍, 백일해), MMR(홍역, 유행성 이하선염, 풍진), 인플루엔자, 수막구균 등으로 구분했다. 각 감염경로별 예방접종 대상은 의료기관의 규모, 특성에 따라 차이가 있을 수 있어 대표적인 예를 기술하여 적용 가능성을 높였다.

* 연락처: TEL. 052-703-0855 / cookmom@kosha.or.kr

개요



의료기관 종사자는 직무특성상 다양한 감염원에 노출될 가능성이 높다. 이는 의료기관 종사자의 건강과 생명을 위협할 수 있는 직업적 위험요인 중 하나이며, 의료기관 종사자에게 발생하는 감염병은 의료기관 종사자 본인에게 피해를 입힐뿐만 아니라, 해당 의료기관에서 치료를 받는 환자들에게도 중대한 건강상의 위험요인이 될 수 있다. 감염원에 노출될 가능성이 있는 의료기관 종사자는 보건의료인 외에도 청소노동자, 요양보호사 등이 포함되며, 특정 검체를 다루는 인력도 함께 고려될 필요가 있다.

의료기관 종사자에게 직무에 따른 감염의 위험성이 있는 주요 질환은 A형 간염, B형 간염, C형 간염, 후천성면역결핍증(AIDS), 홍역, 유행성 이하선염, 풍진, 수두, 인플루엔자 등을 꼽을 수 있는데, 이 질환들 중 상당 부분이 접종을 통해 예방 가능한 질환(Vaccine preventable disease, VPD)이다.

[표 1] 예방접종으로 예방 가능한 감염병 종류

혈액 및 체액 매개	공기 및 비말 매개	기타
B형 간염	홍역 유행성 이하선염 풍진 수두 인플루엔자 백일해 디프테리아 수막구균 폐렴구균 결핵	A형 간염 파상풍

고용노동부령 제242호 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 제 594조 및 601조에서는 병원체에 의한 건강장해의 예방을 위해 사업주가 예방접종 등의 조치를 취해야 함을 명시하고 있으나 그 구체적인 대상과 방법에 대하여는 규정되어 있지 않다. 이에 따라 국내의 각 의료기관에서는 자체적인 기준에 따라 직원에 대한 예방접종을 시행하고 있으며, 직원 예방접종에 대한 규정 수립 및 수행은 병원급 이상 의료기관평가인증의 기준에 포함되기도 한다.

의료인에 대한 예방접종 권고안이 존재하고는 있으나, 병원 내 감염병 위험에 노출되는 청소노동자, 이송원 등을 포괄하는 예방접종에 대해서는 합의된 가이드라인이나 자료가 미비한 상황이다. 기존의 연구에서 의료직뿐만 아니라 의료기사나 청소노동자 등 의료기관에 소속된 다른 직군들에도 감염병의 위험 증가가 보고된 바 있다. 따라서 의료기관 종사자의 직무별 예방접종 가이드라인을 개발할 필요성이 있다. 이 가이드라인을 통해 의료기관 종사자 직무별로 감염병 예방을 위해 필요성이 확인되는 예방접종을 시행함으로써 직업보건·공중보건을 동시에 개선시키는 효과를 기대할 수 있다.

실용화 내용

감염경로별 위험도에 따라 예방접종 대상 의료기관 종사자를 혈액 및 체액 매개 감염병 노출 위험군, 공기 및 비말 매개 감염병 노출 위험군, 기타 감염병 노출 위험군으로 분류하고 감염 경로별 가이드라인을 제시하였다. 가이드라인에서 권고한 예방접종은 A형간염, B형간염, 수두, Tdap(디프테리아, 파상풍, 백일해), MMR(홍역, 유행성 이하선염, 풍진), 인플루엔자, 수막구균 등이다.

[표 2] 의료기관 종사자 예방접종 가이드라인 요약



구분	혈액 및 체액 매개	공기 및 비말 매개	기타
예방접종 종류	B형 간염	수두 Tdap MMR 인플루엔자 수막구균*	A형 간염
예방접종 대상	혈액 및 체액에 노출될 위험이 있는 의료기관 종사자	모든 의료기관 종사자	해당 감염원에 노출될 위험이 있는 의료기관 종사자
직종 예시	의사, 간호사, 간호조무사, 임상병리사, 치위생사, 응급구조사, 영양보호사, 청소노동자 등 혈액 및 체액에 노출될 위험이 있는 직무를 수행하는 경우	의료기관에서 근무하는 모든 종사자	의사, 간호사, 간호조무사, 실험실 직원 등 해당 감염원을 전파할 가능성이 있는 환자와 긴밀한 접촉을 하거나 해당 감염원을 다루는 직무를 수행하는 경우

* 수막구균성 수막염 의료기관 내 유행 시 또는 실험실 종사자 등 직무 특성 상 수막구균 노출 위험이 있을 시

예방접종 대상은 혈액 및 체액 매개 감염병의 경우 ‘혈액 및 체액에 노출될 위험이 있는 의료기관 종사자’를, 공기 및 비말 매개 감염병은 ‘모든 의료기관 종사자’를 기타 감염병은 ‘해당 감염원에 노출될 위험이 있는 의료기관 종사자’를 대상으로 하되, 각 감염경로별 예방접종 대상은 의료기관의 규모, 특성에 따라 차이가 있을 수 있으므로 대표적인 예를 기술하여 적용 가능성을 높였다.

예를 들어 혈액 및 체액에 노출될 위험이 있는 업무에는 주사, 채혈 및 관련 검사, 의료행위 후 정리, 침습적 처치 및 검사, 수술이나 봉합, 청소 및 세탁 등이 있으며, 그밖에 혈액 및 체액에 노출될 위험이 있다고 여겨지는 경우에도 해당 예방접종 대상으로 간주해야 한다. 대표적으로 의사, 간호사, 간호조무사 등이 여기에 해당하며, 이외에도 임상병리사, 치위생사, 응급구조사, 영양보호사, 청소노동자 등이 포함될 수 있다.

우리나라를 비롯한 대부분의 국가에서 의료기관 종사자 예방접종과 관련하여, 공기 및 비말 매개 감염병에 대해서는 위험군을 분류하지 않고 모든 의료기관 종사자에게 예방접종을 시행할 것을 권고하고 있는데, 이는 감염병을 일으키는 전파경로 중 공기 및 비말로 매개되는 감염병의 특수성에 기인한다. 의료기관에는 보건의료인 외에도 다양한 직종의 종사자가 존재한다. 여기는 환자와 직접 접촉하는 의료기사, 요양보호사, 이송요원 등의 직종 외에도 환자와 직접 접촉하지 않는 행정직원, 조리원, 청소노동자 등이 포함된다. 이들 모두 노출될 가능성이 있기 때문에 공기 및 비말 매개 감염 관련 예방접종을 받도록 하되, 수막구균의 경우 의료기관 내 유행 등 노출 위험이 있는 경우에 한해 예방접종을 받을 것을 권고하였다.

[표 3] 감염병 예방접종 권고 내용

종류	주기	시기
A형 간염	2회(0, 6개월)	항체검사 음성인 경우 접종 40세 미만은 항체검사 없이 접종
B형 간염	3회(0, 1, 6개월)	근무 시작 시 면역의 증거가 없는 경우 항체검사 없이 접종
수두	2회(0, 1개월)	1970년 이후 출생 대상 근무 시작 시 면역의 증거가 없는 경우 항체검사 후 음성일 때 접종
Tdap*	1회(이후 10년마다 1회 Td)	근무 시작 시 접종
MMR**	2회(0, 1개월)	근무 시작 시 면역의 증거가 없는 경우 2회 접종 면역의 증거가 있는 경우 접종 불필요
인플루엔자	1회 매년	근무 시작 시 미접종인 경우 접종
수막구균	1회	의료기관 내 유행하는 경우 수막구균 노출 위험이 있을 경우 (실험실 종사자 등)

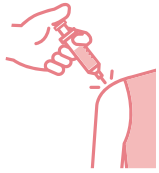
* Tdap: 성인용 흡착 디프테리아 독소이드, 파상풍 독소이드, 정제 백일해 혼합 백신

** MMR: 홍역, 유행성이하선염, 풍진 3종 혼합 백신

한편 우리나라를 포함한 영국, 호주 등 국가에서는 의료기관 종사자 중 A형 간염 바이러스 노출 고위험 직군에 대해서만 A형 간염 예방접종을 권고하고 있다. 일반 인구집단에서는 노출 가능성이 낮은 감염원이라 할지라도 의료기관 종사자들은 그 직무 특성상 해당 감염원에 노출될 가능성이 상대적으로 높다. 특히 해당 감염원을 다루는 업무를 수행하는 경우 노출 위험은 더욱 증가한다. 더욱이 우리나라는 A형 간염 환자가 꾸준히 증가하고 있는 상황으로, A형 간염 바이러스에 노출될 위험이 있는 의료기관 종사자에 대해 예방접종을 시행할 필요가 있다.

A형 간염 바이러스에 노출될 위험이 있는 의료기관 종사자로는 해당 감염원을 전파할 가능성이 있는 환자와 긴밀한 접촉을 하는 자, 해당 감염원을 다루는 실험실 종사자 등이 있으며, 이외에도 해당 감염원에 노출될 위험이 있는 업무를 수행하는 자 역시 직종과 상관없이 모두 예방접종 대상으로 고려될 수 있다.

기대효과



질병관리본부의 예방접종통합관리시스템(Korean immunization registry(IR))을 이용해 2009-2010년의 신종인플루엔자 백신(H1N1)의 접종률을 살펴본 결과, 의료기관 종사자 80만명 중 61만5천여명이 접종하여 76.9%의 접종률을 보인 것으로 나타났다. 이는 우리나라 전체 인구의 접종률 약 26.1%보다 높은 것이지만, 개별 병원을 상대로 조사한 선행연구들에 의하면 접종률은 직종에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다.

연구를 통해 개발한 가이드를 활용해 혈액 매개 감염병을 비롯한 감염 질환에 노출되어 있는 의료기관 종사자들에게 예방접종을 시행하게 되면 감염을 방지해 노동자 건강 유지, 결근 등의 손실 사전 예방 효과를 기대할 수 있으며, 경제적 측면에서도 비용 효과가 있을 것으로 기대된다.

본 연구를 통해 얻은 결과는 의료기관 내 감염병 고위험 직무에 대한 관리 방안 도출, 예방접종 현황에 대한 기초조사 자료로 활용이 가능할 것으로 생각되며, 의료기관 종사자의 감염병 예방과 환자 안전 향상에도 기여할 것으로 기대된다.



참고문헌

1. 강정옥, 국내 의료종사자의 직업성 감염병, 2011, Hanyang Medical Reviews
2. 정은경, 성인예방접종 안내서 제2판. 2012, 대한감염학회
3. 한복순 등, 병원체 감염 위험근로자 건강보호 강화 방안 연구, 2016, 산업안전보건연구원
4. 정기석, 예방접종대상 감염병의 역학과 관리: 예방접종 실시기준 및 방법, 2017, 질병관리본부
5. 허은희 외, 의료기관 종사자 예방접종 가이드 개발, 2019, 산업안전보건연구원

안전보건 연구실용화 REPORT 목차 색인

- 2014년 제1호(창간호)~2020년 제1호(제7권 제1호) -

연번	연도	제 목	저 자	비 고
1	2014년	미끄럼 방지 성능기준 제정 및 미끄럼 방지화의 보급	신운철 실장 (안전연구실) 김진현 부장대우 (연구기획팀)	제1권 제1호 (창간호)
2		산업안전보건법 특별관리물질 지정 확대 및 후보물질 권고방법의 체계화	이권섭 팀장 (화학물질센터)	
3		반도체 제조업 작업환경관리 매뉴얼 개발	박승현 연구위원 (직업환경연구실)	
4		생물학적 노출평가를 위한 생체시료 표준 분석방법 보급	이미영 연구위원 (직업건강연구실)	
5		산업재해 예방 통합정보시스템 구축	이경용 팀장 (정책제도연구팀) 김창호 팀장 (공단 정보시스템팀)	
6	2014년	석면분석 표준시료 개발 및 활용	송세욱 실장 (직업환경연구실)	제1권 제2호
7		한국형 감정노동 및 작업장 폭력 평가도구 개발 및 활용	이새롬 연구위 (직업건강연구실)	
8		휴대폰을 활용한 활선검지 및 경보기 보급	최상원 연구위원 (안전연구실)	
9		물질안전보건자료의 노출시나리오 제도 도입 및 적용	이권섭 팀장 (화학물질센터)	
10		사업장의 생물학적 유해인자 편람 및 병원체 안전보건 자료의 활용	임경택 연구위원 (화학물질센터)	
11	2014년	야간작업 종사자의 특수건강진단 항목 및 진단방법 개발 활용	강영중 연구위원 (직업건강연구실)	제2권 제1호
12		근로자 건강센터 기능 및 운영모델 적용	이경용 팀장 (정책제도연구팀)	
13		건설업 작업환경관리를 위한 노출 모델 및 도구 개발	송세욱 실장 (직업환경연구실)	
14		스마트폰을 이용한 근로자 안전활동 감지 및 경보장치 보급	최상원 연구위원 (안전연구실)	
15		용광로 사용 작업장의 래들 안전성 향상 방안 제시 및 활용	신운철 실장 (안전연구실)	
16	2015년	비파괴 검사작업에 대한 원도급업체의 안전보건조치 의무 부여 및 적용	정은교 연구위원 (직업환경연구실)	제2권 제2호
17		HDPE 분말의 화재·폭발 위험성평가 보고서 및 폭발특성 자료의 활용	한우섭 연구위원 (화학물질센터)	
18		고객중심의 협력적 화학물질 정보제공 시스템 구축 및 활용	이권섭 팀장 (화학물질센터)	
19		언론사 디지털 콘텐츠와 연계한 한국형 감정노동 평가도구의 활용	김은아 실장 (직업건강연구실)	
20		업무상질병 역학조사를 위한 벤젠의 과거노출 추정 JEM(Job-Exposure Matrics) 구축 및 활용	이상길 연구위원 (직업건강연구실)	
21	2020년	국제기준에 부합하는 만성흡입독성·발암성시험 표준작업지침서의 개발과 활용	임경택 연구위원 (화학물질센터)	제2권 제2호
22		스티렌의 생물학적 노출평가 지표 개선	이미영 연구위원 (직업건강연구실)	

안전보건 연구실용화 REPORT 목차 색인

- 2014년 제1호(창간호)~2020년 제1호(제7권 제1호) -

연번	연도	제 목	저 자	비 고
23	2016년	과전류 알림 기능을 갖는 멀티콘센트 제품 양산을 위한 기술이전(산업화)	최상원 실장 (안전연구실)	제3권 제1호
24		잠수작업 감압관리를 위한 감압프로그램 개발	송세욱 실장 (직업환경연구실)	
25		접지 연속성 확인 및 전원 차단장치의 개발	최상원 실장 (안전연구실)	
26		특수건강진단 정도관리 항목 ‘소변 중 비소’ 표준시료 개발 및 활용	이미영 연구위원 (직업건강연구실)	
27		만성발암성흡입독성시험 대상물질 선정 및 활용	임경택 연구위원 임철홍 부장 김현영 소장 (화학물질독성연구실)	
28		고온환경 옥외작업 근로자의 건강보호를 위한 온열질환 예방 지침 개발	박정근 연구위원 (직업건강연구실)	
29		감정노동 근로자를 위한 심신 힐링 동영상 개발 및 보급(산업화)	이새롬 연구위원 (직업건강연구실)	제3권 제2호
30		건설업 보건관리 매뉴얼 및 직종별 One Point Lesson 기술자료 개발·보급	박현희 연구위원 (직업환경연구실)	
31		탄소나노튜브 및 탄소나노섬유(원소탄소분석) 작업환경 측정·분석 기술 개발 및 활용	이나루 부장 (화학물질독성연구실)	
32		지하철 지하 작업 공간 라돈 측정 및 관리 가이드 개발·보급	정은교 연구위원 (직업환경연구실)	
33		방사선 노출에 의한 암 발생 인과확률 평가 프로그램 (KOSHA-PEPC)개발 및 활용	이상길 연구위원 (직업건강연구실)	
34		반도체 공정 저장캐비닛의 가스 실린더 보관에 관한 기술지침 제정 및 활용	이근원 소장 (화학물질독성연구실)	
35	2017년	원·하청 산업재해 통합 통계 산출과 공표제도 신설 및 적용	조윤호 연구위원 이경용 국장 (안전보건정책연구실)	제4권 제1호
36		재사용 가설기자재 자율점검기준과 자율시험장치 개발 및 활용	정성춘 연구위원 유현동 실장 (안전연구실)	
37		잠수용 기압조절실 점검·관리 기술지침 제정과 활용	강준혁 연구원, 김기웅 실장 (직업환경연구실)	
38		50인 미만 소규모 사업장 ‘안전보건관리담당자’제도 도입과 적용	조흥학 부장, 조윤호 연구위원 (안전보건정책연구실)	
39		특수건강진단 분석정도관리 신규 항목 ‘소변 중 페놀’ 개발과 활용	이미영 부장 (직업건강연구실)	
40		제조나노물질 취급 노동자 건강보호 가이드라인 개발 및 보급	이나루 부장, 박진우 연구위원 (산업화학연구실)	제4권 제2호
41		안전보건조정자 제도 신설 및 적용	정성춘 연구위원, 유현동 실장, 김동원 연구위원 (안전연구실)	
42		타워크레인 운전 작업종지 풍속기준 강화	여현욱 연구원, 변정환 연구위원 (안전연구실)	
43		하수슬러지 탄화공정의 안전작업에 관한 기술지침 제정 및 활용	이근원 소장 (산업화학연구실)	
44		한국형 발암물질 노출 인구 추정도구(CAREX) 개발	이상길 부장 (직업건강연구실)	

안전보건 연구실용화 REPORT 목차 색인

- 2014년 제1호(창간호)~2020년 제1호(제7권 제1호) -

연번	연도	제 목	저자	비고
45		LCD 제조사업장 작업환경관리 매뉴얼 개발 및 보급	정은교 연구위원 (직업환경연구실)	제5권 제1호
46		이상기압에 의한 건강장해예방 기준 강화	정은교 연구위원 (직업환경연구실) 강준혁 연구원 (안전보건정책연구실)	
47		근골격계질환 유해요인조사 감독매뉴얼 개발 및 보급	박정근 연구위원 (안전보건정책연구실)	
48		탄소나노튜브 취급 작업환경 노출농도 관리지침 개발 및 활용	이나루 부장 (산업화학연구실)	
49		‘소변 중 니켈’ 정도관리 표준 시료 개발로 중금속 생물학적 노출평가의 신뢰성 강화	이미영 부장 (직업건강연구실)	
50	2018년	작업장 라돈관리 가이드 개발 및 활용	정은교 연구위원 (직업환경연구실) 최성필 주무관 (고용노동부 산업보건과) 진찬호 부장 (안전보건공단 직업건강실)	제5권 제2호
51		고객응대업무 종사자 건강보호 법안 마련 및 적용	조윤호 연구위원 (안전보건정책연구실) 이경용 교수 (前안전보건정책연구실 국장)	
52		연구실험용 파일럿플랜트(pilot plant)의 안전에 관한 안전보건 기술지침 제정 및 활용	이근원 소장 (산업화학연구실)	
53		WHO ‘제노나노물질 노동자 보호 가이드라인’ 개발	이나루 부장, 임철홍 부장 (산업화학연구실)	
54		사업장 휴게시설 설치·운영 가이드 개발 및 활용	김은아 실장, 이지혜 팀장 (직업건강연구실)	
57	2019년	정전기 방전 검지기술 개발 및 검지기 제작	변정환 연구위원, 이성주실장 (산업안전연구실)	제6권 제1호
58		물질안전보건자료의 일부 비공개 승인제도 신설	이권섭 선임연구위원, 조지훈 차장 (산업화학연구실)	
59		사업안전보건법의 보호대상 확대 -위험의 외주화 방지와 도급인의 책임 강화	나민오 연구위원, 장유리 연구위원 (안전보건정책연구실)	
60		화학물질 중독사고 예방 분석자동화 프로그램 개발	노지원 연구원, 박승현 실장 (직업환경연구실)	
61		이동시크레인 과부하방지장치 개선	박재석 연구위원, 이성주 실장 (산업안전연구실)	
62		노동자 건강진단 실무지침 개선	이지혜 팀장 (직업건강연구실 역사조사부)	제6권 제2호
63		겨울철 한파로 인한 한랭질환 예방가이드 이행매뉴얼 개발	장궁화 연구위원 (직업환경연구실)	
64		특수형태근로종사자 등에 대한 안전보건 조치의무 신설	나민오 연구위원 (안전보건정책연구실)	
65		건설업 보건관리 위험성평가 모델 개발 - 토목공사중심	김수근 교수 (강북삼성병원) 박현희 연구위원 (직업환경연구실)	
66		톨루엔의 생물학적 노출평가지표 변경에 따른 ‘소변 중 o-크레졸’ 표준시료 개발	이미영 부장 (직업건강연구실)	
67		건설현장 비계작업안전 실무 안내서 개발	박주동 차장 (안전보건정책연구실) 이현섭 차장 (공단 본부 사업관리실)	

안전보건 연구실용화 REPORT 목차 색인

- 2014년 제1호(창간호)~2020년 제1호(제7권 제1호) -

연번	연도	제 목	저 자	비 고
68	2020년	고객응대근로자 건강보호 가이드 및 매뉴얼 개발	이미영 부장, 박재오 과장 (직업건강연구실)	제7권 제1호
69		용접·용단 작업 시 화재폭발예방 제도 개선	한우섭 부장 (산업화학연구실)	
70		라돈 노출 지하철 노동자의 보건관리 가이드 개발	박정근 선임연구위원 (직업환경연구실)	
71		유해인자 허용기준 관리대상 물질 확대	이권섭 부장 (산업화학연구실)	
72		학교 급식종사자 호흡기 건강 보호 계획 수립	이상길 부장, 이유진 차장, 서회경 차장, 최보화 과장, 최지형 과장 (직업건강연구실)	

급박한 위험상황 **NO**라고 외치세요!

근로자의 작업중지권

개정된

산업안전보건법

이것만은 꼭! 알아두세요

근로자의 **작업중지권**이 명확화됩니다!

이전

산업재해 발생 위험

↓
근로자 작업중지/긴급 대피 시
상급자에게 보고

↓
상급자의 조치

개정

산업재해 발생 위험

↓
STOP
근로자 즉시 작업중지



산업재해 발생 위험 시 근로자는 즉시 작업을 중지 할 수 있으며,
합리적인 근거가 있다면 사업주의 불이익 처우는 금지됩니다.

산업안전보건법 제52조

법령 요지

- 1 근로자는 산업재해가 발생할 급박한 위험이 있는 경우에는 작업을 중지하고 대피할 수 있다.
- 2 작업을 중지하고 대피한 근로자는 지체 없이 그 사실을 관리감독자 등에게 보고하여야 한다.
- 3 관리감독자 등은 보고를 받으면 안전 및 보건에 관하여 필요한 조치를 하여야 한다.
- 4 사업주는 산업재해가 발생할 급박한 위험이 있다고 근로자가 믿을 만한 합리적인 이유가 있을 때에는 작업을 중지하고 대피한 근로자에 대하여 해고나 그 밖의 불리한 처우를 해서는 아니 된다.



사망사고 발생(위험) 시,

이렇게 대처하세요!



사망사고
발생위험



중대재해/
중대산업사고 발생



작업중지



초기대응(필요 시)



긴급대피



관리감독자 또는
부서장 보고



신고 및 응급조치
(소방서, 고용노동지청 등)



위험상황
개선조치(사업주)



현장보존

사고 원인조사 및
대책수립(사업주)



고용노동부

산업재해예방

안전보건공단



MEMO



안전보건 연구실용화 REPORT

Research to Practice

Research to Practice

Research to Practice

Research to Practice

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원



울산광역시 중구 종가로 400
www.kosha.or.kr
Tel. 052-7030-813
Fax. 052-7030-331