

Research to Practice

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 전문 사업 수행결과가 기계·기구 및 설비, 작업환경 등 산업현장에 적용되거나 산업안전 보건 정책에 반영될 수 있도록 노력하고 있습니다.

우리 연구원에서는 연구실용화(Research To Practice, R2P) 사례를 지속적으로 발굴·홍보하여 연구결과의 현장 적용성을 강화하기 위해

「안전보건 연구실용화REPORT」를 연 2회 발간하고 있습니다.

안전보건

연구실용화 REPORT

2019 Vol.6 No.1(통권 11호)

- ▶ 2019년 5월 30일 발행
- ▶ 발행처: 산업안전보건연구원
- ▶ 발행인: 고재철
- ▶ 등 록 : 2019-연구원-312
- ▶ 주 소 : 울산광역시 중구 종가로 400(북정동)
- ▶ 전 화 : 052-703-0813
- ▶ 홈페이지 : oshri.kosha.or.kr
 - 발간물 → 연구실용화 REPORT
- ▶ 인 쇄 : 디자인애이블
- ▶ 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

정전기 방전 검지기술 개발 및 검지기 제작

| 4

변정환 연구위원, 이성주 실장/산업안전보건연구원 산업안전연구실

REPORT

2

물질안전보건자료의 일부 비공개 승인제도 신설

| 12

이권섭 선임연구위원*/산업안전보건연구원 산업화학연구실
조지훈 차장/산업안전보건연구원 산업화학연구실

REPORT

3

산업안전보건법의 보호대상 확대 - 위험의 외주화 방지와 도급인의 책임 강화

| 20

나민오 연구위원*/산업안전보건연구원 안전보건정책연구실
장유리 연구위원/산업안전보건연구원 안전보건정책연구실

REPORT

4

화학물질 중독사고 예방 분석자동화 프로그램 개발

| 28

노지원 연구원*/산업안전보건연구원 직업환경연구실
박승현 실 장/산업안전보건연구원 직업환경연구실

REPORT

5

이동식크레인 과부하방지장치 개선

| 36

박재석 연구위원, 이성주 실장/산업안전보건연구원 산업안전연구실

REPORT

6

노동자 건강진단 실무지침 개선

| 42

이지혜 팀장 / 산업안전보건연구원 직업건강연구실 역학조사부 중부권역학조사팀

정전기 방전 검지기술 개발 및 검지기 제작

[집필자]

변정환 연구위원, 이성주 실장/산업안전보건연구원 산업안전연구실

실용화 요약

정전기 관련 화재·폭발 사고는 정전기 대전 및 방전현상의 재현이 곤란하기 때문에 사전에 산업 설비 및 인체간의 시스템적 관점에서 정전기 발생수준을 안전한 상태로 관리하는 것이 중요하다. 이를 위한 화재·폭발위험장소에서의 정전기 관련 사전적 예방조치인 정전기 방전 예지를 위한 검지기술 및 검지기를 제작하였다. 또한, 정전기 방전 검지기를 국산화하여 국내 유관 기관·사업장 등에 보급 등 활용성 향상에 주안점을 두었다.



* 연락처 : TEL. 052-703-0843 / bjh6918@kosha.or.kr

개요 및 배경

1. 배경



잇단 폭발사고로 8명이 숨진 OO 대전사업장에 대한 특별근로감독 결과 사고가 발생한 작업장도 정전기에 대한 접지가 제대로 이뤄지지 않았던 것으로 확인되었습니다. 특히 스파크가 일어나지 않게 하는 정전기를 흘려보내는 접지 장치가 부실했습니다. [YTN, 2019.03.29]

실제로, 전기에너지 관련 화재·폭발 사고의 경우 발생 원인을 정전기라고 다수 추정하고 있으나 실제로 실증적 실험을 통한 과학적 원인규명이 되지 못하는 실정이다. 또한, 정전기 방전 관련 화재·폭발 사고의 특성은 피해가 크다는 것 외에도 **대전 및 방전 현상***의 재현이 곤란하다는 것이다.

* 서로 다른 두 물체가 접촉, 마찰, 박리, 유동, 분출 및 충돌 등에 의하여 전하를 띠는 현상을 대전이라고 하고, 대전으로 인하여 물체에 축적된 전하가 접지된 도체와 접촉하는 순간 빠져나가는 현상을 방전이라고 함.

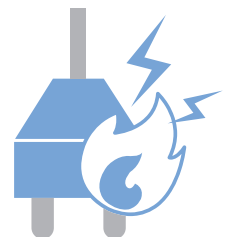
이에, 정전기 관련 화재·폭발 사고가 발생하지 않도록 사전에 산업설비 및 인체간의 시스템적 관점에서 정전기 발생수준을 안전한 상태로 관리하는 것이 중요하다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제325조 「정전기로 인한 화재·폭발 등 방지」에서는 정전기에 의한 화재·폭발 및 생산 공정상 정전기에 의한 재해위험을 예방하기 위하여 접지, 도전성 재료 사용, 기습 및 제전기 사용 등의 안전조치를 하여야 한다고 규정되어 있다. 이러한 조치를 위해서는 화재·폭발 위험장소에서의 정전기 관련 사전적 예방조치인 정전기 방전 예지를 위한 검지기술 및 검지기가 절대적으로 필요하지만, 우리나라의 경우 관련 기술, 기준 및 제도가 미흡한 현실이다. 따라서 국외 정전기 방전 검지기술과 연구동향 파악 및 관련 제품 실태조사를 바탕으로 정전기 방전 검지기를 국산화하여 국내 기관·사업장에 보급하는 것을 목적으로 개발하였다.

2. 주요 관련 정보

한국과 일본의 소방청 통계자료에 의하면, 정전기 관련 화재·폭발 발생건수가 각각 년 간 평균 약 70여건과 약 100여건 정도로 분석되었다. 물론, 산업설비 규모 또는 근로자 수 등의 상대적 비교가 필요하지만, 절대적 수치상으로 일본이 한국보다는 높다는 것이다. 또한, 전기화재 대비 정전기 발생원인 비중을 살펴보면 일본의 경우 평균적으로 약 1.4%를 차지하고 있는 반면, 한국은 약 0.7%로 일본보다는 발생 비중이 낮은 것으로 분석되었다.

이는 한국의 경우 전기화재 발생 건수가 일본보다 높음에도 불구하고 정전기를 점화원으로 결정하는 원인분석능력 또는 분석/분류 체계 등이 일본보다미흡하다는 반증이 될 수도 있다.



REPORT_1

REPORT_2

REPORT_3

REPORT_4

REPORT_5

REPORT_6



또한, 일본 소방청 통계의 경우 전기화재의 점화원별 분류에서 별도로 정전기 항목을 지정/분류하고 있어 정전기 관련 화재·폭발 발생현황을 지속적으로 국민들에게 제공하여 경각심을 일깨우고 있으나, 한국의 경우 전기화재의 점화원별 분류에서 별도의 정전기 관련 항목 및 분류체계가 없어 정전기 관련 화재·폭발 사고의 심각성이 널리 홍보되지 못하고 있는 실정이다.

정전기 대전으로 인한 공기 중의 방전은 분명히 정상적인 상황은 아니지만 일반적으로 작업자에게 해를 주지는 않는다. 그러나 이러한 방전현상이 넓은 주파수 영역에서 일시적으로 높은 전압과 전류 형태의 전자기파를 방출함으로써 전기회로를 교란하여 오동작을 유발할 수 있고, 반도체 소자 등이 내장된 기계설비의 고장을 유발하기도 한다. 특히, 화재·폭발 위험장소에서 정전기 대전으로 인한 방전현상이 발생할 경우 방전 에너지가 점화원으로 작용하여 심각한 인적·물적 피해를 야기할 수 있다.

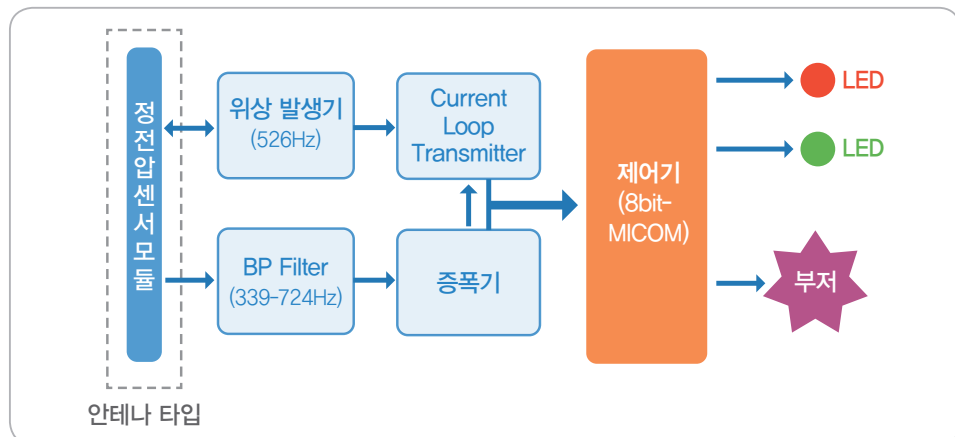
정전기 관련 사고를 예방하기 위해서는 화재·폭발 위험장소에서의 정전기 발생을 억제하고 안전한 수준으로 관리하는 것이 최우선이다. 산업설비 등에서 정전기 발생 여부 및 위험성을 판단하기 위하여 대전물체로부터의 정전전압을 측정하는 것이 일반적이거나, 화학공장 반응기 및 분체 등을 저장하는 사일로 내부에서 정전전압을 측정하는 것은 현실적으로 어려운 기술이다. 따라서 설비 내부에 정전기 방전 검지기를 설치/투입하여 정전기 방전 여부를 감지하고 모니터링하는 것이 가장 효율적인 방법으로 정전기를 안전한 수준으로 관리하기 위한 활용도는 상당히 높다고 판단된다.

실용화 내용

1. 개념과 설계 기준

가. 개념도

정전기 방전 검지기 개발을 위한 개념도는 **[그림 1]**과 같이 표현할 수 있다.



[그림 1] 개념도

나. 내용

국외 정전기 방전 검지기술 및 검지기 실태조사를 통하여 개발하고자 하는 정전기 방전 검지기의 개념 설계를 [표 1]과 같이 실시하였다.

[표 1] 설계기준

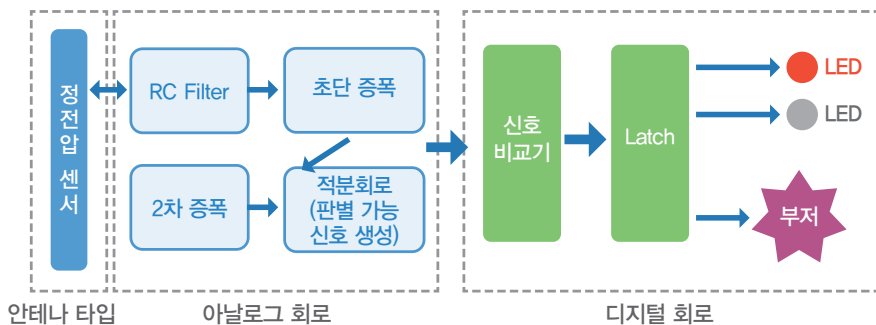
구분	기준
측정 전압	200V 이내
측정 거리	최대 10cm 이내
입력 전압	6 V(1.5 V, AA 배터리 4개)
출력 방법	LED 점등, 부저 출력
방폭 설계	IEC 60079-3(본질안전방폭구조) 및 -7(안전증방폭구조)
방폭 구조	Ex ib IIB T6 IP54
방폭 인증	방호장치 안전인증고시(고용부고시 제 2016-54호)

2. 개발 및 제작

가. 개발

구성도

개발·제작하고자 하는 정전기 방전 검지기의 구성도는 [그림 2]와 같이 표현할 수 있다.



[그림 2] 구성도

동작 설명

구성도를 바탕으로 주요 기능별 동작은 [표 2]와 같이 설명할 수 있다.

[표 2] 동작 설명

구분	내용
개요	- 정전기 방전에 의한 전자기파를 검출하기 위하여 수동 및 능동 안테나 사용 - 안테나를 통하여 수신된 ESD 이벤트 신호를 감지하여 전자기파 발생여부와 위치/강도를 추적
안테나	- 수동 안테나는 일반적인 안테나로 전자기파가 높은 경우 사용 가능 - 능동 안테나는 내부에 증폭기를 내장하여 낮은 강도의 전자기파를 증폭하여 수신부를 거쳐 전자기파 검출

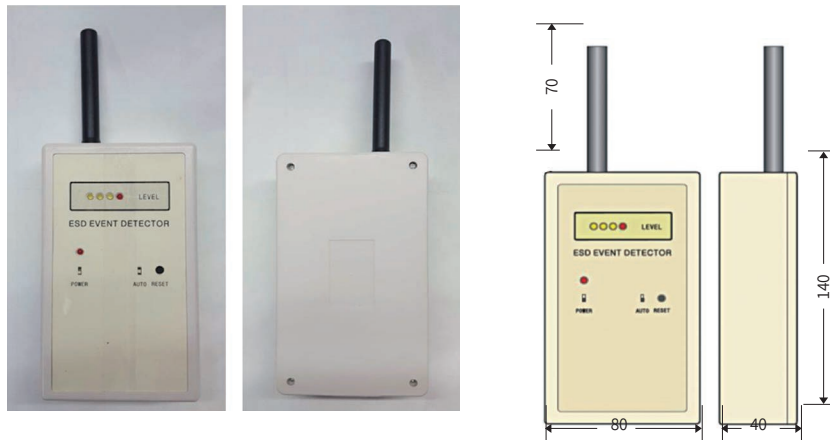
구분	내용
능동 안테나	- 패치 안테나 모듈에서 수신된 전자기파 신호를 초단 증폭기를 거쳐 각각 1차, 2차로 증폭 - High Speed OP Amp 소자 사용
증폭기	- 안테나 커넥터로 수신된 신호를 초단 증폭기로 기본 증폭 - High Speed Current Feedback OP Amp 소자 사용
판별기	- 신호와 부신호를 적분신호로 수신하여 비교기와 연결 - High Speed Comparator 소자 사용
신호처리 및 표시	- 비교기의 여러 신호를 Programmable Logic Device의 소자로 입력됨

나. 제작



▶ 외관

[그림 3]은 개발품의 외형도 및 치수를 나타낸 것이다.



[그림 3] 외형도 및 치수(단위 : mm)

▶ 명세

[표 3]은 개발품의 주요 기능의 명세를 나타낸 것이다.

[표 3] 명세

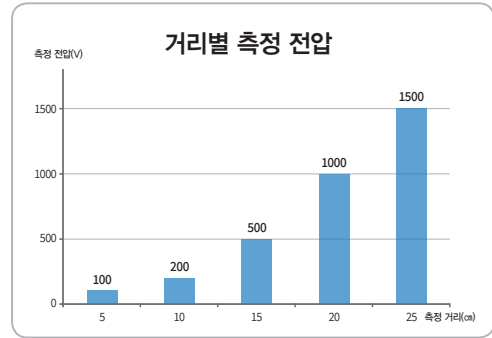
구분	명세
표시 방식	레벨 표시용 3단계 LED 표시
알람	방전 검지기 부저로 알람
전원	AA 배터리로 구동 (1.5V×4EA)
크기	80mm(W) × 140mm(H) × 40mm(D)
무게	500 g 이하

다. 평가

[그림 4]는 개발품의 정전기 방전 감지 성능평가를 위한 전자기파 측정 사진이며, [그림 5]는 측정거리별 측정전압을 나타낸 것이다.



[그림 4] 전자기파 측정 사진



[그림 5] 측정거리별 측정 전압

3. 방폭 기술 개발 및 적용

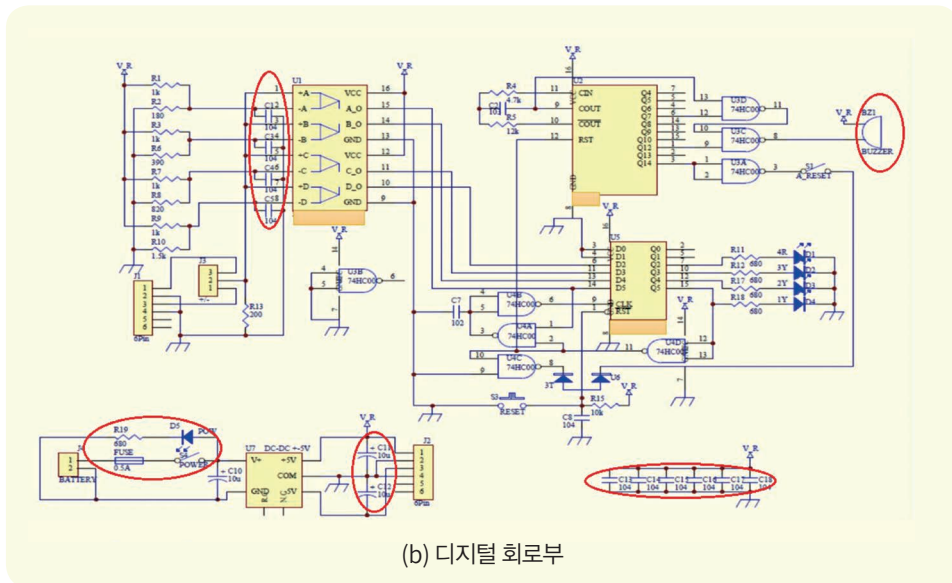
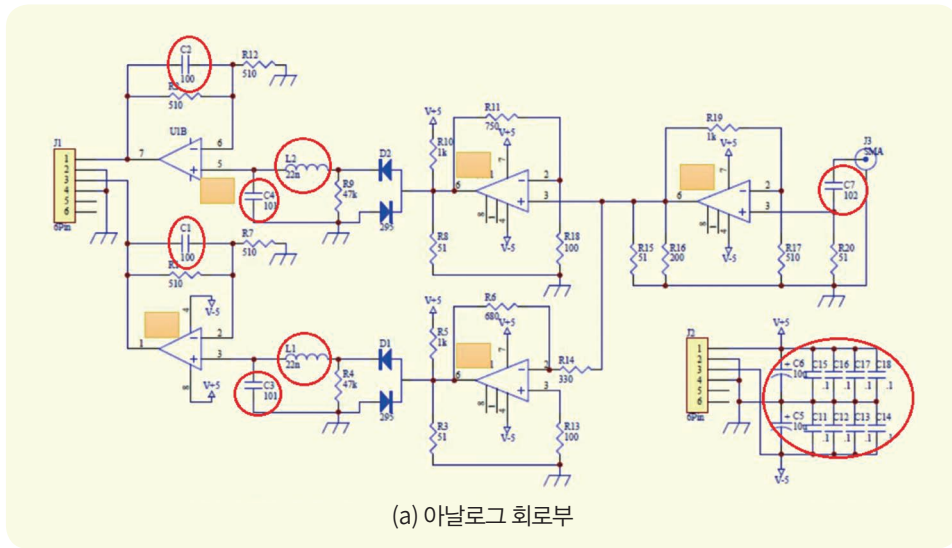
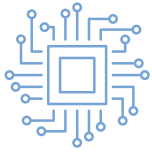
가. 기본 설계

정전기 방전 검지기는 화재·폭발 위험장소에서의 정전기 대전에 의한 방전현상을 감지하는 것으로 사용목적에 부합하기 위해서는 방폭 구조 및 성능을 만족하여야 한다. 따라서, 기본 설계는 방호장치 안전인증 고시(고용부고시 제2016호-54호) 및 KS C IEC 60079-11:2007, 방폭기가-제11부; 본질안전 방폭구조 “i” 등 기준/규격에 부합되어야 한다.

나. 타당성 검토

[그림 6]은 개발품의 회로도에서 본질안전 방폭기술 적용을 위한 가장 핵심적인 요소를 표시한 것이며, 주요 검토내용은 각 요소별 최소점화에너지(MIE)이다. MIE에 영향을 미치는 전압, 전류, 전력을 고려하여 다음의 주요사항 위주로 위험장소에서 취급되는 인화성 물질의 MIE와 비교·검토하였다.

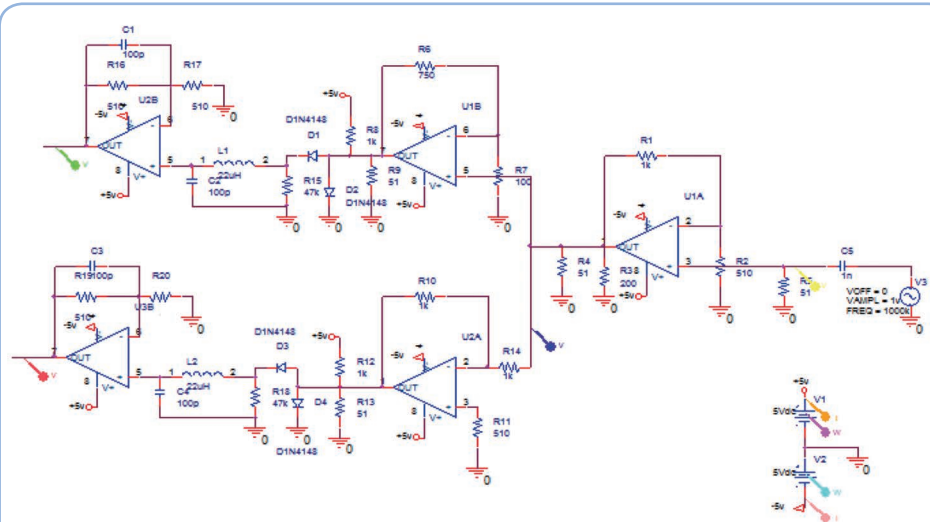
- ① 전원 출력부의 전압 제한을 위한 제너다이오드 필요성과 단락전류에 대한 휴즈 필요성
- ② 건전지의 역접속 방지를 위한 역극성 방지 다이오드 필요성
- ③ 인덕터(유도성)의 스위칭 시 발생하는 과도 역전압의 크기
- ④ 커패시터(용량성)의 돌입전류의 크기 및 내전압성 등



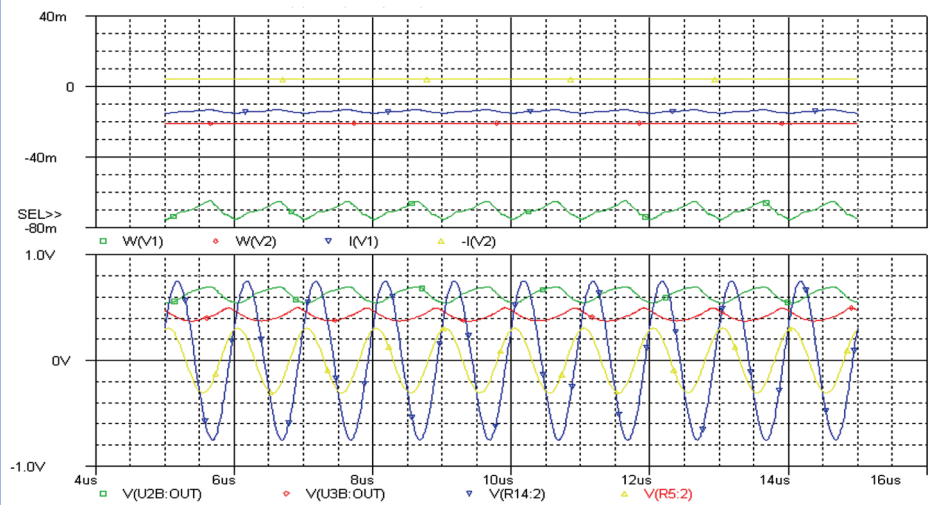
[그림 6] 개발품의 방폭성능 주요 검토부

다. 검토 결과

[그림 7]은 개발품의 방폭기술 적용의 타당성 검토를 위하여 프로그램을 통한 모의평가를 시도한 아날로그 회로부의 특성평가 결과이다. 단편적으로나마 본질안전 방폭구조에 영향을 미칠 수 있는 주요 요소에 대한 전압/전류 특성을 확인하였다. 그 결과 기본 개념설계에서 목표 수준인 본질안전 방폭구조 ib 등급은 가능함을 확인하였으며, 향후 추가적인 연구를 통한 방폭구조의 정전기 방전 검지기의 개발이 필요하다.



(a) 동작 전압/전류 측정 부위



(b) 모의평가 결과

[그림 7] 아날로그 회로부의 검토 결과



참고문헌

1. 산업재해현황(2000년~2017년), 한국산업안전보건공단
2. 최상원, “1 Millijoule 방전에너지와 IEC TC 101(정전기학)의 현황과 발전방향”, 안전보건연구동향, 산업안전보건연구원, pp.46-51, 2012. 1.
3. 변정환, 정전기 방전 검지기술 및 관련기기 방폭기술 개발 연구, 산업안전보건연구원, 2018.

물질안전보건자료의 일부 비공개 승인제도 신설

[집필자]

이권섭 선임연구위원* / 산업안전보건연구원 산업화학연구실

조지훈 차장 / 산업안전보건연구원 산업화학연구실

실용화 요약

산업안전보건연구원에서는 2014년 GHS MSDS 이행관리 및 영업비밀 적용실태 조사 연구와 2016년 선진국의 MSDS 제도 및 영업비밀 등록·심사제도 운영사례에 관한 연구 및 2회에 걸친 한국산업보건학회지 논문게재의 학술활동을 통하여 MSDS 영업비밀에 의한 일부 비공개 심사제도 도입의 필요성을 강조하였으며, 동 제도의 효율적인 운영방안에 대한 정책제안을 실시하였다.

위 내용은 금년 1월 15일에 공포된 산업안전보건법 개정 법률에 반영되었다(2020.1.16. 시행). 개정된 **산업안전보건법 제112조**(물질안전보건자료의 일부 비공개 승인 등)에 의거 화학물질의 명칭 및 함유량을 MSDS에 적지 아니하려는 자는 ‘영업비밀’로서 보호할 가치가 있다고 인정되는 화학물질 등에 대하여 고용노동부장관의 비공개 승인을 받아 그 화학물질의 명칭 및 함유량을 대체할 수 있는 자료를 적도록 한 제도를 신설하였다.

* 연락처 : TEL. 042-869-8541 / lks0620@kosha.or.kr

개요 및 배경

1. 배경



산업안전보건법 전부개정안이 28년만인 2018년 12월 27일 국회 본회의를 통과하여 개정되었으며, 2019년 1월 15일 공포되었다. 현재의 산업안전보건법에서는 화학물질 등을 양도하거나 제공하는 자는 영업비밀로서 보호할 가치가 있다고 인정되는 화학물질 등에 대하여 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheet, MSDS)에 스스로 판단하여 적지 아니할 수 있다. 그러나 개정된 산업안전보건법 제112조(물질안전보건자료의 일부 비공개 승인 등)에 의거 화학물질의 명칭 및 함유량을 MSDS에 적지 아니하려는 자는 ‘영업비밀(Trade secret)’로서 보호할 가치가 있다고 인정되는 화학물질 등에 대하여 고용노동부장관의 비공개 승인(Non-open to the public approval)을 받아 그 화학물질의 명칭 및 함유량을 대체할 수 있는 자료(Alternative information)를 적도록 하고 있다.

MSDS는 화학물질 정보공개 제도에 의해 화학물질을 취급하는 근로자나 관련자의 ‘알 권리(Right of known)’를 충족시켜주는 수단 중의 하나이다. MSDS는 화학물질을 취급하는 근로자로 하여금 MSDS에 기재된 해당 물질 관련 유해성·위험성을 올바르게 이해하고 안전하게 취급함으로써 화학물질 사용에 따른 직업병 발생과 화재·폭발 등의 사고를 예방하고 사고에 신속하게 대응하기 위한 목적을 가지고 작성되어야 한다. MSDS의 영업비밀 남용을 최소화하고, 산업계의 근로자 알 권리 보장을 위해 유럽화학물질청(European Chemicals Agency, EU ECHA)에서는 Classification, Labelling and Packaging Regulation(CLP Regulation)에 의한 MSDS 영업비밀(대체명칭 사용) 제도, 캐나다 보건부에서는 영업비밀 등록·심사제도 등을 시행하고 있다.

MSDS의 정보가 정확하지 않고 신뢰성이 낮은 이유는 화학물질 및 화학제품 제조자의 영업비밀의 남용, 사업주의 화학물질정보 및 유해성·위험성 정보전달(Hazard & risk communication)에 대한 인식 부족, 화학물질 및 화학제품에 대한 유해·위험성 정보의 부족에 의한 MSDS의 부실한 작성과 정보 제공의 기피 등을 들 수 있다. 즉, MSDS 정보를 정확하게 기록해야 할 화학물질의 제조자, 수입자, 사용 사업장의 사업주들이 그 의무를 방기(放棄)하거나 소홀히 하고 있는 것이다. 정확한 MSDS 작성을 위해서는 1차적으로 3항의 화학물질 구성성분 및 함유량이 정확히 기재되어야 한다. 구성성분 및 함유량의 정보가 잘못 작성되면 나머지 15개항의 정보내용이 잘못 작성되게 된다. 특별히 혼합물질 MSDS의 경우 구성성분에 대한 정보와 유해성·위험성에 관한 정보를 기업의 영업비밀이라는 이유로 정보내용을 누락시키거나 영업비밀이라고 기재하는 경우가 많이 있다. 이와 관련하여 화학물질을 사용하는 사업장 및 노동단체를 중심으로 국내 MSDS에 대한 현장 중심적 품질관리와 신뢰성 향상 및 화학물질 정보 전달 체계에 대한 개선의 필요성을 제기하고 있다.



이와 관련하여 산업안전보건연구원에서는 GHS MSDS 이행관리 및 영업비밀 적용실태 조사 연구(2014년), 선진국의 MSDS 제도 및 영업비밀 등록·심사제도 운영사례에 관한 연구(2016년) 및 관련 학회지 논문 게재(2건) 등의 장기적(2014년~2018년) 계획에 의한 적극적인 학술활동을 통하여 MSDS 일부 비공개 심사제도 도입의 필요성을 강조하였고, 동 제도의 운영방안에 대한 정책제안을 수시로 실시하였다.

2. 주요 관련 정보

산업안전보건법 제41조(물질안전보건자료의 작성비치 등) 규정에 의한 MSDS 제도는 1996년 7월 1일 시행되었다. MSDS 정보제공의 목적은 안전하고 쾌적한 작업환경을 조성, 근로자의 안전과 보건을 유지·증진, 응급대응 및 사고예방 등에 기여하고 있다. 산업안전보건법 개정에 의한 국내 MSDS 제도의 개선은 ❶ 2010년 7월 단일물질을 시작으로 2013년 7월 혼합물까지 국내에서 GHS MSDS 제도의 전면 시행, ❷ 2012년 MSDS 작성·제공의 의무주체는 화학물질 및 화학물질을 함유한 제제를 양도하거나 제공하는 자를 중심으로 변경, ❸ 2019년 1월 MSDS의 고용노동부 제출제도 및 MSDS 일부 비공개 승인제도의 신설 등 3차례 있었다.

고용노동부에서 2019년 1월 15일 전면 개정하여 공포한 산업안전보건법 제112조(물질안전보건자료의 일부 비공개 승인 등)의 주요내용은 [표 1]과 같다.

[표 1] 전면개정 산업안전보건법 MSDS 일부 비공개 승인제도의 주요내용

주요 법규 항목	MSDS에 대한 비공개 승인 정책의 내용
시행일자	2021년 1월 16일
비공개 정보의 범위	화학물질의 명칭 및 함유량을 대체할 수 있는 명칭 및 함유량(대체자료)
비공개 정보의 의사 결정자	고용노동부장관 (안전보건공단 또는 비영리법인 등의 관계 전문기관에 위탁할 수 있음)
비공개 승인의 유효 기간	승인일로부터 5년 (유효 기간의 연장승인을 신청하면 다음 날부터 5년 단위로 그 기간을 계속하여 연장승인 할 수 있음)
연장 승인 취소 조건	① 거짓 또는 부정한 방법으로 승인 또는 연장승인을 받은 경우 ② 승인 또는 연장승인을 받은 화학 물질이 근로자에게 중대한 건강장해를 초래할 우려가 있는 화학물질인 경우
비공개 승인 정보의 공개를 요청할 수 있는 범위	근로자의 안전 및 보건을 유지하거나 직업성 질환 발생 원인을 규명하기 위하여 근로자에게 중대한 건강장해가 발생한 경우 비공개 승인 정보의 공개를 요청할 수 있음 ① 근로자를 진료하는 「의료법」에 따른 의사 ② 보건관리자 및 보건관리전문기관 ③ 산업보건의 ④ 근로자대표 ⑤ 역학조사 실시 업무를 위탁받은 기관 ⑥ 「산업재해보상보험법」에 따른 업무상질병판정위원회

산업안전보건법에 의한 MSDS 일부 비공개 승인 제도의 내용은 다음과 같다.



1 화학물질의 명칭 및 함유량을 MSDS에 적지 아니하려는 자는 고용노동부령으로 정하는 바에 따라 고용노동부장관에게 신청하여 승인을 받아 해당 화학물질의 명칭 및 함유량을 대체할 수 있는 명칭 및 함유량(이하 대체자료)으로 적을 수 있다. 고용노동부에서는 비공개 승인 신청을 받은 경우 화학물질의 명칭 및 함유량의 대체 필요성, 대체자료의 적합성 및 MSDS의 적정성 등을 검토하여 승인 여부를 결정하고 신청인에게 그 결과를 통보하도록 되어있다.

2 MSDS 화학물질의 명칭 및 함유량에 대한 대체자료의 비공개 승인의 유효기간은 승인을 받은 날부터 5년으로 되어있다. 유효기간이 만료되는 경우에도 계속하여 대체자료로 적으려는 경우 그 유효기간의 연장승인을 신청하면 유효기간이 만료되는 다음 날부터 5년 단위로 그 기간을 계속하여 연장 승인할 수 있다. 또한 고용노동부장관은 MSDS 자료에 대한 비공개 승인 또는 연장승인을 취소할 수 있으며, 이에 해당하는 경우는 다음과 같다.

(1) 거짓이나 그 밖의 부정한 방법으로 비공개 승인 또는 연장승인을 받은 경우

(2) 비공개 승인 또는 연장승인을 받은 화학물질이 근로자에게 중대한 건강장해를 초래할 우려가 있어 고용부장관이 고시하는 화학물질에 해당하게 된 경우

(3) 신청인은 비공개 승인 또는 연장승인에 관한 결과에 대하여 고용노동부령으로 정하는 바에 따라 이의신청을 할 수 있다.

3 근로자의 안전 및 보건을 유지하거나 직업성 질환 발생 원인을 규명하기 위하여 근로자에게 중대한 건강장해가 발생하는 등의 경우에는 MSDS 대상물질을 제조하거나 수입한 자에게 대체자료로 적힌 화학물질의 명칭 및 함유량 정보를 제공할 것을 요구할 수 있다. 이 경우 정보 제공을 요구받은 자는 고용노동부장관이 정하여 고시하는 바에 따라 정보를 제공하여야 한다. MSDS 대상물질의 대체자료로 적힌 화학물질의 명칭 및 함유량 정보의 제공을 요구할 수 있는 범위는 근로자를 진료하는 「의료법」 제2조에 따른 의사, 보건관리자 및 보건관리전문기관, 산업보건의 및 근로자 대표 등이다.

실용화 내용

1. 사회적 이슈 연구를 통한 MSDS 일부 비공개 승인제도 도입의 사회적 분위기 조성

2014년 GHS MSDS 이행관리 및 영업비밀 적용실태 조사 연구를 실시하여 국내에서 유통되고 있는 MSDS 영업비밀 적용실태의 조사와 사업장 화학물질 정보전달 체계의 문제점을 도출하였으며, 조사결과에 의한 사업장 기술지원 및 영업비밀 제도개선 등의 관리방안을 제시하여 국내 MSDS 일부 비공개 승인제도 도입 등의 MSDS 화학물질 정보관리 수준의 향상에 활용하였다.

국내에서 유통되고 있는 화학물질 및 화학물질을 함유한 제제에 대한 MSDS 영업비밀 기재 비율에 의한 영업비밀 적용실태는 약 67.4%(단일물질 : 9.0%, 혼합물질 : 75.6%) 수준으로 조사 되었으며, 산업체 규모에 따른 MSDS의 영업비밀 기재 비율은 50인 미만 사업장 33%, 50인 이상 100인 미만 사업장 23.1%, 100인 이상 300인 미만 사업장 73%, 300인 이상 사업장 83.4% 수준으로 확인되었다.

동 연구에서 제안된 영업비밀 제도개선 등의 정책제안의 내용은 다음과 같다.



- 1 국내 MSDS 제도상의 영업비밀 등록 또는 심사제도 등 도입
- 2 「화학물질 등록 및 평가에 관한 법(이하 화평법이라 함)」에 의한 영업비밀 인정 제외범위 신설에 따른 「산업안전보건법」 개정
- 3 영업비밀 적용제외 화학물질의 포함여부를 집중적으로 점검할 수 있는 시스템의 조기 구축 등이다.

2016년 선진국의 MSDS 제도 및 영업비밀 등록·심사제도 운영사례에 관한 연구에서는 주요국가(EU, 미국, 캐나다)의 MSDS 제도와 영업비밀 제도를 면밀히 비교하였으며, 각 제도의 차이점과 이로부터 유래하는 운영상의 장·단점을 분석하여 향후 제도의 개선에 실질적 자료로 활용될 수 있도록 하였다. 또한 우리나라 MSDS 제도에 대하여 근본적으로 성찰하고, EU ECHA의 SDS 영업비밀(대체명칭 사용) 제도, 캐나다 보건부의 영업비밀 등록·심사제도 등의 주요 국가의 법 체계와 시사점 및 국내에서 대응할 수 있는 영업비밀 등록·승인제도 도입의 필요성과 발전 가능성을 타진하였다.

이러한 연구결과는 2016년과 2017년 국회의 산업안전보건법 제41조(물질안전보건자료의 작성 비치 등) 개정을 통한 영업비밀 등록·승인 제도 도입에 관한 의원입법 활동의 기초적 자료로 활용 되었으며, 2019년 2월 고용노동부 정부 법률 전면개정(안)에 의한 MSDS 일부 비공개 승인제도 도입의 사회적 분위기를 조성하는 근간이 되었다.

2. 유관 학회지 논문게재를 통한 MSDS 일부 비공개 승인제도 도입의 사회적 공감대 조성

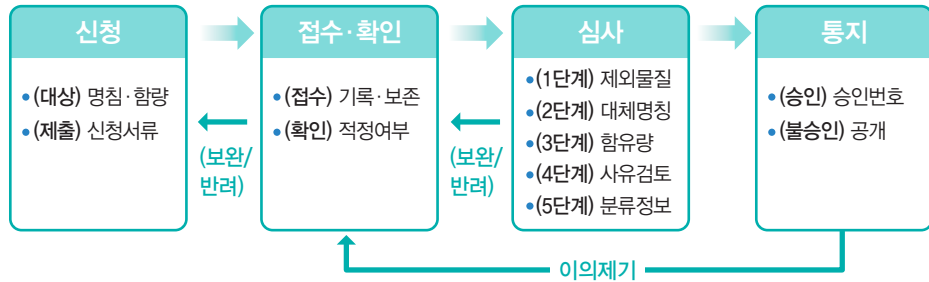
2016년 한국산업보건학회지 게재 논문(산업체 유통 GHS MSDS의 영업비밀 적용실태 및 개선 방안 연구)에서는 산업계의 근로자 알 권리 보장을 위한 합리적인 GHS MSDS 영업비밀 비밀 관리와 기업의 영업활동 보장을 위해 선진 외국에서 시행하고 있는 영업비밀 등록 또는 심사제도 즉 MSDS 일부 비공개 승인제도를 국내에 도입하는 방안을 적극적으로 검토할 필요가 있음을 강조하였다. 그리고 산업체 사용 화학물질에 대한 GHS MSDS 영업비밀 적용실태에 관하여 정기적으로 평가할 수 있는 시스템 도입의 필요성을 제안하였다. 이 논문은 국내 MSDS 영업비밀 적용 실태 조사 결과를 기반으로 MSDS 일부 비공개 승인제도의 도입을 강조하여 관련학회 전문가 및 산업계 관계자 등의 사회적 공감대를 조성하는 중요한 역할을 하였다.

이후 2018년 한국산업보건학회지 게재 논문(국내 물질안전보건자료 영업비밀 심사제도의 도입·운영에 대한 검토 및 제언)에서는 국내 산업체 유통 MSDS 영업비밀 심사제도 도입 시 고려되어야 하는 원칙, 국내 MSDS 영업비밀 심사제도 도입에 따른 선행적 개선 필요사항, MSDS 영업비밀 심사의 절차 및 내용에 대한 제언하였다. 특별히 이 논문에서는 **[그림 1]**에서와 같은 MSDS 영업비밀 심사의 절차 및 내용에 대한 제언 등을 체계적으로 제시하였으며,

MSDS 영업비밀 심사제도의 국내 도입에 따른 행정적 부담을 최소화 할 수 방안을 다음과 같이 제시하였다.



- 1 산업안전보건연구원 등에 심사업무 전담조직을 설치·운영하여 MSDS상 영업비밀 적용 사유의 타당성을 심사할 수 있는 전문 인력을 양성하여 배치하고, 신청이 있을 때마다 수시로 심사할 수 있도록 조치하여 심사의 전문성과 신뢰성을 확보하여야 한다.
- 2 MSDS 상 비공개할 수 있는 항목과 물질의 종류를 제한하여 행정 부담을 최소화하고, 자발적 공개토록 유도할 수 있어야 한다. 즉, 신청 항목은 현행과 같이 “구성성분의 명칭 및 함유량”으로 제한하고, 제품명, 유해성 정보 등은 반드시 공개하도록 하여야 하며, 비공개 사유가 타당할지라도 유해성이 높은 물질은 반드시 공개하도록 하여 비공개 신청 대상 물질을 제한하는 조치가 있어야 한다.
- 3 행정적·기술적 여건 등을 고려하였을 때 국내 유통 MSDS를 일괄 심사하는 것은 현실적으로 어려우므로, 심사 대상 화학물질을 취급량 기준으로 단계화하여 심사를 받을 수 있도록 하여야 한다.
- 4 심사 신청 시 수수료를 부과하여 무분별한 신청을 자제하도록 함으로써 행정적 부담을 최소화 하고, 자발적 정보공개를 유도할 수 있어야 한다.
- 5 MSDS 상 영업비밀 적용이 부적절한 경우에 과태료를 부과할 수 있는 금액을 상향하고, 영업비밀 심사 신청 및 비공개 승인 여부를 수시로 현장 확인하여 이를 위반한 사업주에 대해서는 적극적인 행정조치가 있어야 한다.



[그림 1] 제안된 MSDS 비공개 승인 심사의 절차

또한, 이 논문에서는 MSDS 영업비밀 심사의 단계별 절차와 내용을 다음과 같이 5단계로 제시하여 향후 진행되는 MSDS 일부 비공개 승인제도의 운영에 활용할 수 있도록 하였다.

1단계 (영업비밀 제외물질 해당여부)

화학물질이 고유해성(유해성이 낮지 않은) 물질로 분류되어 영업비밀 제외물질에 해당되는지 여부 검토

2단계 (대체 화학물질명의 적정성)

신청인이 제출한 대체화학물질명이 안전보건과 관련한 정보전달이 충분한지 여부를 평가하는 단계로 환경부「자료보호신청서의 작성방법 및 보호자료 관리방법 등에 관한 규정」의 별표 “총칭명의 명명방법” 또는 ECHA의 Lexicon guide(Annex VI, Part B of the dangerous preparations directive)에 따른 대체 화학물질명의 적용방법을 근거로 실시

3단계 (함유량 범위 적정성)

보호를 요청한 함유량 범위의 적정성에 대한 검토

4단계 (영업비밀 타당성)

「부정경쟁방지 및 영업비밀 보호에 관한 법률」 제2조제2호에 따른 비공지성, 비밀관리성, 경제성 및 유용성에 대한 입증자료 검토

5단계 (유해성 분류정보 반영의 타당성)

신청대상 화학물질 등 구성성분에 대한 유해성을 확인하여 혼합물(제품) 전체에 대한 유해성 분류 정보 검토

3. MSDS 일부 비공개 승인제도의 운영과 관련된 선행적 조치 필요내용

산안법의 MSDS 일부 비공개 승인제도는 2021년 1월 16일부터 시행될 예정이다. 동 제도에서는 화학물질의 명칭 및 함유량의 대체 필요성, 대체자료의 적합성 및 물질안전보건자료의 적정성 등을 검토하여 승인 여부를 결정하고 신청인에게 그 결과를 통보하여야 한다.

이와 같은 MSDS 일부 비공개 승인제도의 효율적인 운영과 관련된 우선 조치 필요내용을 다음과 같이 제안한다.

- 1 영업비밀 기재비율이 다른 업종에 비해 상대적으로 매우 높은 업종(잉크·페인트·코팅제 및 유사제품제조업과 석유정제품제조업)에 대한 차별화된 관리대책의 수립하여 시행할 필요가 있다.
- 2 MSDS 작성 대상물질을 제조하거나 수입하려는 자에 의한 MSDS 작성·제출, 화학물질 분류기준에 해당하지 아니하는 화학물질의 명칭 및 함유량 정보의 별도 제출, MSDS 비공개 승인 신청 등과 관련되어 그 대상 여부를 산업계에서 판단할 수 있도록 화학물질 유해성·위험성 분류기준을 표준화할 필요가 있다.
- 3 MSDS 작성·제출 및 MSDS 비공개 승인 신청 등과 관련된 국내·외 화학물질 분류정보 자료의 인정범위 및 그 판단기준을 구체화 할 필요가 있으며, 안전보건공단에서 제공하고 있는 MSDS database의 분류정보를 주기적으로 최신화 관리하여 산업체에 제공하여야 한다.
- 4 산업안전보건법 MSDS 일부 비공개 승인 제도와 유사한 환경부 화평법 제29조 및 동법 시행규칙 제35조의2(화학물질안전정보의 제공범위에 대한 승인) 규정(화학물질 구성 성분 및 함유량의 화학물질안전정보 제외대상에 대한 승인·신청 제도)의 시행과 운영에 대한 절차, 방법, 시행시기 등이 산업안전보건법과 조화될 수 있도록 정부부처 간 합의와 균형감 있는 제도관리가 요구된다.



참고문헌

1. 고용노동부. 산업안전보건법 전면개정법률(법률 제16272호). 2019.
2. 소병천, 현준원, 이준수 등. 선진국의 MSDS 제도 및 영업비밀 등록·심사제도 운영사례에 관한 연구. 산업안전보건연구원 2016년 연구보고서(2016-연구원-781). 2016.
3. 이권섭, 조지훈. 국내 물질안전보건자료 영업비밀 심사제도의 도입 · 운영에 대한 검토 및 제안. 한국산업보건학회지, 제28권 제1호(2018): 91-99
4. 이권섭, 이혜진, 홍문기. 산업체 유통 GHS MSDS의 영업비밀 적용실태 및 개선방안 연구. 한국산업보건학회지, 제26권 제3호(2016): 293-300
5. 이권섭, 홍문기, 조지훈. GHS MSDS 이행관리 및 영업비밀 적용실태 조사 연구. 산업안전보건연구원 2014년 연구보고서((2014-연구원- 593). 2014.
6. 환경부. 화학물질 등록 및 평가에 관한 법률 시행규칙. 2019.
7. GoC(Government of Canada). Technical guidance on the requirements of the hazardous products Act(HPA) and the hazardous products regulation(HPR) - WHMIS 2015 supplier requirements. 2015.
8. European Commission (EC). Commission Regulation(EC) No. 1272/2008 of the European Parliament and of the Council on classification, labelling and packaging of substances and mixtures (CLP). 2009.

산업안전보건법의 보호대상 확대

- 위험의 외주화 방지와 도급인의 책임 강화

[집필자]

나민오 연구위원*/산업안전보건연구원 안전보건정책연구실

장유리 연구위원/산업안전보건연구원 안전보건정책연구실

실용화 요약

최근 사회적 문제로 대두되고 있는 ‘위험의 외주화’를 방지하고, 기업 간의 분업 생산체계(사내 도급 등)가 증가하는 산업현장의 특성을 반영하여 산업재해로부터 하청 근로자를 보호하고 산업 재해 예방의 실효성을 확보하기 위해 「**2017년 사업주의 책임강화방안 마련 및 제도개선에 관한 연구**」를 실시하였다. 동 연구결과는 2019년 1월 15일에 공포(2020.1.16 시행)된 산업안전보건법 개정 법률에 반영되었다.

연구는 산업안전보건법의 보호대상을 근로기준법 상의 ‘근로자’ 이외에도 ‘노무를 제공하는 자’까지 확대하여 경제적 종속성을 가지고 노무를 제공하는 하청근로자, 특수고용형태근로종사자 등을 보호대상에 포함하는 방안을 제시하였다. 또한 도급인의 지배관리권이 인정되는 장소에서 수급인의 근로자가 일하는 경우에는 도급인에게 안전보건 조치의무를 부여하고 유해·위험 작업에 대한 도급금지, 안전·보건 정보제공 및 확인의무를 통해 도급인에 대한 안전보건 책임을 강화하는 방안을 제안하였다.

개정법의 시행을 통해 ‘위험을 창출하고 이를 통해 수익을 얻는 자’에게 산업재해 예방의무를 강화하여 위험의 외주화를 방지하고 산업재해 예방의 실효성을 높일 것으로 기대하고 있다.

* 연락처 : TEL. 052-703-0822 / mino05@kosha.or.kr

개요 및 배경

1. 배경



산업현장의 고도화와 함께 종래 기업 내에서 소속 근로자를 사용하여 수행하던 작업을 기업 간의 분업 생산체제로 전환하는 사례가 확산되고 있다. 이러한 생산형태의 변화는 작업 전문성의 향상, 비용절감, 인력운영의 불확실성 해소 등의 사유로 기업에서 선호되고 있다.

기업 간 분업 생산체계는 장점도 있지만 일각에서는 수급인의 전문성과 안전관리 능력을 고려하지 않은 채, 생산에 따르는 위험을 회피하거나 비용을 줄이기 위한 수단으로 활용되었고 그 결과 하청사업장 소속 근로자는 적절한 보호를 받지 못한 채 산업재해의 위험에 노출되었다.

고용노동부 자료에 따르면 2018년 조사대상 사고사망자 796명 중 309명(38.8%)이 하청업체 소속 근로자로 전체 사고사망자의 40% 가까이 된다. 특히 2018년 태안화력발전소 하청근로자의 컨베이어 벨트 협착 사망사고, 2016년 구의역 스크린도어 수리기사의 열차 충돌 사망사고, 2015년 스마트폰 제조 하청근로자의 집단 메탄올 중독사고 등은 위험의 외주화가 사회적 문제로 대두된 대표적 케이스이다.

[표 1] 하청업체 사고사망자(고용노동부 조사대상)

구분	2016년	2017년	2018년
전체 사고사망자 수	884명	854명	796명
하청업체 소속 사고사망자 수(비율)	355명(40.2%)	343명(40.2%)	309명(38.8%)

분업 생산체계를 통해 하청과 재하청 등 다단계 하도급 구조가 형성되었고 2차, 3차 하도급 업체 일수록 재정적으로 취약하고 안전·보건 관리능력이 부족한 상태로 예방조치 없이 자신의 사업장에서 위험한 작업을 수행하는 상황이 발생했다. 앞서 언급한 메탄올 실명사고의 경우 주로 2, 3차 하도급 업체의 소속 근로자가 피해를 입었으며, 조사과정에서 취급하는 화학물질의 성분이나 위험성에 대한 교육이나 안내를 받지 못한 것으로 밝혀졌다. 기존의 법령으로는 보호 필요성을 가진 근로자를 충분히 보호하지 못하는 상태가 발생한 것이다.

이에 2017년 「산업안전보건법상 사업주의 책임강화방안 마련 및 제도개선에 관한 연구」를 통해 도급인의 안전·보건 조치의무를 강화하여 위험의 외주화를 방지하는 방안을 제시하였다.

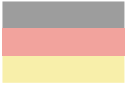


2. 주요 관련 정보

산업안전보건법은 1981년에 근로기준법 제6장(안전과 보건)을 분리하여 제정되었다. 그 과정에서 자연스럽게 산업안전보건법의 보호대상은 근로기준법 상의 근로자로 규정되었다. 따라서 도급인은 자신의 근로자가 아닌 수급인의 근로자에 대해서는 직접적인 산재예방 의무를 부담하지는 않았다. 다만 법은 유해·위험도가 높은 작업에 대한 도급금지와 도급인이 안전·보건 확보에 실질적 결정권을 가지고 있는 몇몇 상황에 대하여 도급인의 책임을 부여하였다. 예를 들면 도급인의 근로자와 수급인의 근로자가 같은 장소에서 작업하는 경우에 안전보건총괄책임자 선임 의무와 사업의 일부를 도급하거나 전문분야의 공사를 전부도급 할 경우 도급인에게 안전·보건 조치의무를 부여한 것이다.



해외의 사례



독일의 경우 산업안전보건법의 목적을 근로제공 시 취업자의 안전 및 건강을 확보하고 개선하는 것으로 규정하고 있다(법 제1조). 이때의 취업자는 근로자 외에도 노동법원법 제5조제2항의 근로자와 유사한 자까지 포함하여 규정하고 있다(법 제2조제2항). 또한 여러 사업주의 취업자가 한 작업장에서 업무를 수행할 경우 안전 및 건강보호 규정을 실행함에 있어 협력의무를 부여하고 있다(법 제8조제1항).



프랑스의 경우 노동법전 내 산업안전보건(Ⅳ 권)에서 사업주는 직접 고용관계를 맺고 있는 근로자뿐 아니라 파견근로자, 하청근로자 등 지위나 명칭에 상관없이 사업주의 지휘 명령을 받은 모든 근로자의 안전과 건강을 보장하기 위한 일반의무를 부담한다(법 4111-5조, 4121-1조). 도급인의 경우 수급인과 예방을 위해 공조하고(규칙 4511-5조), 정보를 제공하고(규칙 4511-10조, 4511-11조), 공동조사를 실시하여 예방조치를 수립(규칙 4512-6조)하도록 하고 있다. 2017년에는 모회사 및 원청업체의 감독의무에 관한 법률(2017-399호)을 제정하여 일정 규모 이상의 모회사와 원청업체에 대하여 자회사와 하청(또는 납품)회사에게 상업적 활동으로 인해 야기되는 인권, 건강, 안전 및 환경에 대한 침해 예방 감독의무를 규정하였다.



영국의 경우 산업안전보건법(1974 제정)에서는 근로자에 대한 사용자의 안전·보건 보장 의무(법 제2조), 근로자 이외의 자에 대한 사용자(또는 자연인)의 안전·보건 보장 의무(법 제3조)를 두고 있다. 복수의 사업주가 있는 경우 공동으로 안전·보건 상의 위험예방 조치를 해야 한다.

살펴본 바와 같이 국외에서는 산재예방의 실효성을 확보하기 위하여 직접 고용관계에 있는 근로자 외에도 유사근로자, 하청근로자, 파견근로자에 대해서도 안전·보건 조치를 실질적으로 취할 수 있는 자(모기업, 원청업체)에게 예방조치, 감독의무, 협력의무를 부여함을 알 수 있다.

실용화 내용

금년 1월 15일에 공포된 산업안전보건법 전부개정법률(2020년 1월 16일 시행)은 산업안전보건법의 보호대상을 확대하고 위험의 외주화를 방지하기 위한 도급인의 책임강화 내용이 반영되었다. 세부적인 내용은 아래와 같다.

1. 산업안전보건법의 근로자 개념 확대

개정법은 산업안전보건법의 보호대상을 근로기준법에 따른 “근로자”에서 “노무를 제공하는 자”로 확대하여 하청근로자, 특수형태근로종사자와 같이 노동력을 제공하고 댓가를 지불받는 경제적 종속성을 가진 자 중 사회적 보호필요성이 인정되는 자까지 보호범위를 확대하였다.

[표 2] 산업안전보건법 개정 전·후 대비표

현 행	개정 법률
제1조(목적) 이 법은 산업안전·보건에 관한 기준을 확립하고 그 책임의 소재를 명확하게 하여 산업재해를 예방하고 쾌적한 작업환경을 조성함으로써 근로자의 안전과 보건을 유지·증진함을 목적으로 한다.	제1조(목적) 이 법은 산업 안전 및 보건에 관한 기준을 확립하고 그 책임의 소재를 명확하게 하여 산업재해를 예방하고 쾌적한 작업환경을 조성함으로써 노무를 제공하는 자 의 안전 및 보건을 유지·증진함을 목적으로 한다.

2. 위험의 외주화 방지를 위한 도급제한

기존에는 유해·위험성이 높아 대통령령으로 정하는 작업¹⁾은 고용노동부장관의 인가를 받아 도급을 허용해 왔으나, 작업의 유해·위험성이 높고 단시간에 직업병을 발견하기 어려워 지속적인 관찰과 안전·보건 관리가 필요함에도 사내도급 시 수급자 변경 등으로 지속적 관리가 어려운 문제점이 있었다.

이에 유해한 작업에 대해서 원칙적으로 도급을 금지하되 예외적으로 상시 인력의 고용이 어려운 일시·간헐적 작업, 수급인의 전문적 기술을 활용하는 것이 필수불가결한 경우 고용노동부 장관의 승인(유효기간 3년)을 받는 경우에만 도급을 할 수 있도록 개정하였다.



1) 도급작업, 수은·납·카드뮴의 제련·주입·가공·가열작업, 허가물질 제조·사용 작업이 해당한다.

[표 3] 산업안전보건법 개정 전·후 대비표

현 행	개 정 법 률
제28조(유해작업 도급 금지) ① 안전·보건상 유해하거나 위험한 작업 중 대통령령으로 정하는 작업은 고용노동부장관의 인가를 받지 아니하면 그 작업만을 분리하여 도급(하도급을 포함한다)을 줄 수 없다.	제58조(유해한 작업의 도급금지) ① 사업주는 근로자의 안전 및 보건에 유해하거나 위험한 작업으로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 작업을 도급하여 자신의 사업장에서 수급인의 근로자가 그 작업을 하도록 해서는 아니 된다. 1. 도급작업 2. 수은, 납 또는 카드뮴의 제련, 주입, 가공 및 가열하는 작업 3. 제118조제1항에 따른 허가대상물질을 제조하거나 사용하는 작업 ② 사업주는 제1항에도 불구하고 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우에는 제1항 각 호에 따른 작업을 도급하여 자신의 사업장에서 수급인의 근로자가 그 작업을 하도록 할 수 있다. 1. 일시·간헐적으로 하는 작업을 도급하는 경우 2. 수급인이 보유한 기술이 전문적이고 사업주(수급인에게 도급을 한 도급인으로서의 사업주를 말한다)의 사업 운영에 필수 불가결한 경우로서 고용노동부장관의 승인을 받은 경우
(시행령) 제26조 (도급 금지 및 도급사업의 안전·보건 조치) ① 법 제28조제1항에서 "대통령령으로 정하는 작업"이란 같은 사업장 내에서 공정의 일부분을 도급하는 경우로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 작업을 말한다. 1. 도급작업 2. 수은, 납, 카드뮴 등 중금속을 제련, 주입, 가공 및 가열하는 작업 3. 법 제38조제1항에 따라 허가를 받아야 하는 물질을 제조하거나 사용하는 작업 4. 그 밖에 유해하거나 위험한 작업으로서 「산업재해보상보험법」 제8조제1항에 따른 산업재해보상보험및예방심의위원회(이하 “산업재해보상보험및예방심의위원회”라 한다)의 심의를 거쳐 고용노동부장관이 정하는 작업	

또한 승인 받은 도급작업은 하도급을 금지하고(법 제60조), 도급이 비용절감과 위험의 외주화 등의 목적에 악용되지 않도록 도급인은 산업재해 예방을 위해 필요한 안전·보건 조치를 이행할 능력이 충분한 수급인을 선정할 의무(법 제61조)를 부여하였다.

3. 도급인의 안전 및 보건조치 의무 강화

법 개정 전에는 산업재해 예방조치 의무를 부담하는 도급인의 범위를 ‘같은 장소에서 행하여지는 사업’의 장소적 개념을 전제로 사업의 일부를 분리하여 도급하거나 전문분야에 대한 공사의 전부를 도급하는 경우로 정하였다. 이에 도급인의 근로자와 수급인의 근로자가 같은 공간에서 일했는지 여부, 사업의 일부 또는 전부를 도급했는지에 따라 안전·보건 조치의무의 유무에 대한 다툼과 법 적용의 사각지대가 발생했다.

개정 법에서는 “도급인의 사업장(도급인이 제공하거나 지정한 경우로서 도급인이 지배·관리하는 대통령령으로 정하는 장소)”에서 작업하는 경우에 도급인이 수급인 근로자의 작업장소, 시설 등의 위험에 대하여 지배·관리권이 있다면 도급의 유형, 위험장소, 사업의 목적 여부 등에 관계 없이 수급인 근로자의 안전·보건 조치의무를 부담하도록 하였다.

[표 4] 산업안전보건법 개정 전·후 대비표

현 행	개 정 법 률
제9조의2(사업장의 산업재해 발생건수 등 공표) ① 생략 ② 고용노동부장관은 대통령령으로 정하는 사업장의 도급인이 사용하는 근로자와 수급인[하수급인(下受給人)을 포함한다. 이하 같다]이 사용하는 근로자가 같은 장소에서 작업을 하는 경우에 도급인의 산업재해 발생건수등에 수급인의 산업재해 발생건수등을 포함하여 제1항에 따라 공표하여야 한다.	제10조(산업재해 발생건수 등의 공표) ① 생략 ② 고용노동부장관은 도급인의 사업장(도급인이 제공하거나 지정한 경우로서 도급인이 지배·관리하는 대통령령으로 정하는 장소를 포함한다. 이하 같다) 중 대통령령으로 정하는 사업장에서 관계수급인 근로자가 작업을 하는 경우에 도급인의 산업재해발생건수등에 관계수급인의 산업재해발생건수등을 포함하여 제1항에 따라 공표하여야 한다.
제29조(도급사업 시의 안전·보건조치) ① 같은 장소에서 행하여지는 사업으로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사업 중 대통령령으로 정하는 사업의 사업주는 그가 사용하는 근로자와 그의 수급인이 사용하는 근로자가 같은 장소에서 작업을 할 때에 생기는 산업재해를 예방하기 위한 조치를 하여야 한다. 1. 사업의 일부를 분리하여 도급을 주어하는 사업 2. 사업이 전문분야의 공사로 이루어져 시행되는 경우 각 전문분야에 대한 공사의 전부를 도급을 주어하는 사업	제63조(도급인의 안전조치 및 보건조치) 도급인은 관계수급인 근로자가 도급인의 사업장에서 작업을 하는 경우에 자신의 근로자와 관계수급인 근로자의 산업재해를 예방하기 위하여 안전 및 보건 시설의 설치 등 필요한 안전조치 및 보건조치를 하여야 한다. 다만, 보호구 착용의 지시 등 관계수급인 근로자의 작업행동에 관한 직접적인 조치는 제외한다. 1. ~ 2. (삭 제)

또한, 수급인과 공동책임을 부담하는 안전·보건 조치와 도급인 고유의 책임²⁾을 구분하여 규정함으로써 도급인의 책임을 명확히 하고(법 제64조). 정보제공의 형식적 이행을 방지하고자 도급인이 안전·보건에 관한 정보를 문서로 제공하고 수급인의 근로자가 정보를 제공 받았는지 확인토록 의무를 부여하였다(법 제65조).

2) 안전보건협의체 구성, 작업장 순회점검, 안전보건교육을 위한 장소 및 자료 제공, 수급인이 실시한 교육의 실시확인, 경보체계 운영 및 대피훈련

4. 기타 보호 대상의 확대

연구에서는 산업안전보건법의 입법목적을 충실히 반영하고 헌법 제32조의 근로의 권리를 충분히 보호하기 위해 산업안전보건법의 근로자 개념을 광의로 재구성하는 것을 검토하였다. 노동력을 제공하고 그 대가로 생활하는 자 중 사회적 보호 필요성이 인정되는 경우 법의 보호를 받을 수 있도록 제안하였다. 입법 과정에서 직접적 고용관계에 있지 않더라도 경제적 종속성을 가지고 특정한 사업에 대해 직접 노무를 제공하는 자 중에 보호 필요성이 높은 자에 대하여 법의 적용이 확대되었다. 그 결과 특수형태근로종사자와 배달대행업을 기반으로 노무를 제공하는 배달종사자가 보호대상으로 편입되었다.

특수형태근로종사자³⁾는 근로자와 유사하게 노무를 제공하고 업무상 재해로부터 보호할 필요성이 있어 이미 산업재해보상보험법에서는 특례조항을 통해 업무상 재해에 대한 보상을 실시하고 있다. 비록 산재보험이 사회보장적 성격을 지니고 있는 점을 감안하더라도 특수형태근로종사자의 산업재해 예방을 위한 안전보건조치의 필요성은 높다고 볼 수 있다.



개정법 제77조는 특수형태근로종사자에 대한 안전보건조치를 규정하고, 계약의 형식에 관계 없이 근로자와 유사하게 노무를 제공하여 업무상의 재해로부터 보호할 필요가 있음에도 근로기준법이 적용되지 않는 자 중에

- ① 대통령령으로 정하는 직종에 종사하고
- ② 주로 하나의 사업에 노무를 상시적으로 제공하고 보수를 받아 생활하고
- ③ 노무를 제공할 때 타인을 사용하지 아니하는 자

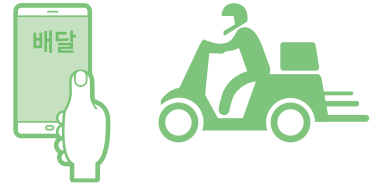
위의 3가지 요건을 모두 충족하는 사람에게 노무를 제공받는 경우에는 산업재해예방에 필요한 안전·보건 조치와 교육을 실시하도록 규정하였다. 또한 정부는 특수형태근로종사자의 안전 및 보건의 유지·증진에 필요한 비용을 지원할 수 있는 근거규정을 마련하였다.



올해 4월 22일에 입법예고된 산업안전보건법 시행규칙(제2019-187호) 제99조는 산재보상보험법 제125조에 따른 특수형태근로종사자(9개 직종) 중 대리운전자, 퀵서비스 배달원, 골프장 캐디, 택배원, 건설장비 운전자(5개 직종)에게 노무를 제공받는 자는 채용 시 교육(2시간 이상, 특별교육 시 면제), 특별교육(16시간 이상, 단기·간헐적 작업 시 2시간 이상)을 실시토록 하였다.

3) 특수형태근로종사자는 사업주에 대하여 경제적종속성을 가지고 있고 타인을 이용하지 않고 자신이 직접 노무를 제공하여 주로 특정한 1인의 사업주를 위하여 노무를 제공하지만, 근로기준법상 근로자와 달리 노무를 제공함에 있어 사업주의 특정한 지시나 지휘·감독에 구속되지 않는다. 말하자면 근로기준법상 근로자와 자영인의 중간적 위치에 있는 노무제공자라고 할 수 있다(헌법재판소 2016.11.24. 2015헌바413 결정)

한편 배달대행업 등 이동통신단말장치를 사용하는 배달종사자는 음식점에 고용된 근로자와 유사하게 이륜자동차를 사용하여 음식을 배달하는 업무를 수행하고 있으나 고용관계에 있지 않거나 특수형태근로종사자에 해당하지 않아 안전모 지급 등 법의 보호를 받지 못하고 위험에 노출되는 문제가 있었다. 이에 개정법 제78조는 이동통신단말장치로 물건의 수거·배달을 중개하는 자에게 이륜자동차로 물건을 배달하는 자의 산업재해 예방을 위한 안전보건조치 의무를 부여할 수 있는 근거규정을 마련하였다. 이를 통해 향후 안전보건규칙 등에 과속배달 예방조치, 앱 사용자 등록 시 면허와 안전모 소지여부 확인 등의 의무를 부여할 수 있을 것으로 보인다.



이번 산업안전보건법 전부개정은 근로계약상의 근로자 외에도 경제적 종속상태에서 노무를 제공하는 자를 법의 보호범위에 포함했다는 점에서 큰 의미를 갖는다. 특히 사업장과 근로계약이라는 틀을 벗어나 ‘사업을 통해 위험을 창출하고 이를 통해 수익을 얻는 자’에게 산업재해 예방의무를 부여하여 위험의 외주화를 방지하고 산업재해 예방의 실효성을 강화할 것으로 기대하고 있다.



참고문헌

1. 장유리 외 5인, 산업안전보건법상 사업주의 책임강화방안 마련 및 제도개선에 관한 연구 (연구원 2017-연구원-1030), 안전보건공단 산업안전보건연구원, 2017
2. 고용노동부, 산업안전보건법 전부개정법률 주요내용 설명자료, 고용노동부, 2019.1.
3. 영국 산업안전보건법(2012 개정판), 안전보건공단, 2014
4. 프랑스 모회사 및 원청업체의 감독의무에 관한 2017년 3월 27일 제2017-399호 법률(1), 국회도서관, 2018

화학물질 중독사고 예방 분석자동화 프로그램 개발

[집필자]

노지원 연구원* / 산업안전보건연구원 직업환경연구실

박승현 실 장 / 산업안전보건연구원 직업환경연구실

실용화 요약

안전보건공단에서는 화학물질로 인한 직업병 발생을 예방하기 위해 노동자에게 수동식시료 채취기를 제공하고 수거, 분석하여 결과를 알려주는 “자가측정지원” 사업을 계획하고 있다. 동 사업의 원활한 수행을 위해서는 다량의 시료를 정확하고 신속하게 분석하는 것이 필요하여 분석자동화 프로그램을 개발하였다. 수동식시료채취기는 벤젠, 톨루엔, 트리클로로에틸렌, 디메틸포름아미드와 같은 유기화합물을 포집하도록 제작된 시료채취기이다. 수동식시료채취기에 포집된 화학물질을 분석하기 위해 적합한 분석기기는 가스크로마토그래프-질량분석기(GC-MS)이다. 분석 자동화를 위해 GC-MS 분석을 통해 얻은 미지시료의 크로마토그램이나 질량스펙트럼 분석결과를 표준시료 분석결과와 비교 분석하여 정성, 정량 결과를 생성하는 프로그램을 개발하였다.

개발된 프로그램은 GC/MS의 소프트웨어와 연동시켜 분석의뢰서 업로드부터 결과통보서 출력까지의 모든 과정을 자동으로 처리할 수 있다. 이 프로그램을 사용하면 계산에서 발생하는 실수가 줄어들고 분석자마다 다른 방식으로 진행되던 농도 계산식을 통일할 수 있어 실험실에서 생산되는 데이터의 신뢰성을 높일 수 있다. 이번에 개발한 화학물질 중독사고 예방을 위한 분석 자동화 프로그램은 자가측정지원 사업에 적용하여 활용하는 것은 물론 산업위생실험실의 분석 자동화 모델로도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

* 연락처 : TEL. 052-703-0887 / rojiwon@kosha.or.kr

개요 및 배경

1. 배경



최근 몇 년간 화학물질로 인한 사고는 계속해서 발생하고 있다. 2017년도에는 메탄올을 사용하는 휴대폰 부품 제조공장에서 노동자들이 그 위험성을 모르고 사용하여 시신경이 손상되어 실명하였고 HCFC-123의 급성중독으로 인해 노동자 2명이 독성간염 증상을 보이고 그 중 한 명에게서 간부전, 신장부전이 발생하였다. 노동자들은 본인이 사용하는 화학물질이 얼마나 위험한지에 대해 모르고 있었다. 작업환경 측정을 해본 적 없는 물질이어서 농도에 대한 예측이 불가하거나 사용하는 물질의 유해위험성을 모르고 일하는 노동자들은 화학 물질 급성중독에 대한 위험에 처해있는 실정이다.



고용노동부에서 제공하는 산업재해통계자료에 의하면 2017년도 업무상질병 사망자는 총 993명 이고 그 원인 중 유기화합물 중독 6명, 금속 및 중금속 중독 1명, 기타 화학물질 중독 27명으로 총 사망자의 3.42%가 화학물질 중독으로 인한 것이다. 또한 같은 해 업무상 질병자 총 9,183명 중 1.13%인 104명이 화학물질 중독에서 기인한 것이었다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 공단에서는 노동자에게 수동식시료채취기를 제공하여 스스로 측정하도록 한 뒤 시료를 수거, 분석하고 결과를 제공해주는 자가측정지원 사업을 계획하고 있다. 노동자가 본인이 일하는 환경에서 어떤 유해물질이 나오고 그 농도가 어느 수준인지를 알 수 있게 하는 것이 목적이다. 이 때 대량으로 의뢰된 시료에 대하여 신속히 분석결과를 제공해주기 위해 분석 자동화 프로그램을 개발하였다.

2. 주요 관련 정보

1 자가측정지원 사업 대상 17개 화학물질 선정

자가측정지원 사업 초기부터 사업장에서 사용하고 있는 모든 화학물질을 대상으로 사업을 추진 하는 것보다는 우선순위를 정해서 단계적으로 사업을 확대해 나가는 것이 바람직하다. 이는 수동식시료채취기로 측정할 수 있는 물질에 한계가 있고, 모든 물질에 대해 일괄적으로 적용 가능한 분석조건을 설정한다는 것도 어렵기 때문이다. 사업시작 초기에는 화학물질로 인해 급성 중독 사고가 발생하였거나 직업병 발생 가능성이 있는 물질 등을 대상물질로 선정하는 것이 사업효과 측면에서 바람직할 것이다.



2005~2017년도에 화학물질로 인한 급성중독 발생 현황을 살펴본 결과 그 원인 물질은 디메틸포름아미드, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 메탄올, 브롬화메틸, 아크릴아미드, 톨루엔, 노말헥산 등이었고[표 1], 2015~2016년도 특수건강진단에서 화학물질 관련 직업병 요관찰자 및 유소견자 발생 원인이 되었던 상위 20가지 물질은 톨루엔, 디메틸포름아미드, 크실렌, 디메틸아세트아미드, 메틸이소부틸케톤, 2-부톡시에탄올, 아세톤, 메틸에틸케톤, 스티렌, 트리클로로에틸렌, 디클로로메탄, 이소프로필알콜, 노말헥산, 시클로헥사논, 벤젠 등이었다[표 2].

화학물질로 인한 급성중독 발생 원인물질과 최근 2년간 특수건강진단에서 직업병 요관찰자 및 유소견자 발생 원인이 되었던 상위 20가지 물질 가운데 수동식시료채취기를 사용하여 채취하기가 비교적 용이한 물질은 톨루엔, 디메틸포름아미드, 노말헥산, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 크실렌, 디메틸아세트아미드, 메틸이소부틸케톤, 2-부톡시에탄올, 아세톤, 메틸에틸케톤, 스티렌, 이소프로필알콜, 시클로헥사논, 벤젠, 퍼클로로에틸렌, 1,2-디클로로프로판 등 17가지 물질이었다.

[표 1] 화학물질(유기화합물)로 인한 급성중독 발생현황



화학물질명	발생년도(건수)	업종(건수)	공정
디메틸포름아미드	2006, 2007(3) 2008(3), 2009, 2012	인조피혁제조(5), 특수용장갑제조(2), 폴리우레탄필름제조, 화학제품제조	배합, 코팅, 권취, 디핑
디클로로메탄	2009, 2010, 2012, 2014(2), 2017	축전지용 필름제조, 금속제품제조, 전자 관 또는 반도체소자제조, 위생 및 유사서 비스, 유기화학제품제조, 자동차부분품 제조	세척, 코팅
트리클로로에틸렌	2006(3), 2007 2008(2), 2015	가구철재물제조, 전자부품제조(2), 고무 제품제조, LCD세정장비제조, 핸드폰부 품제조, 도장 및 피막처리	세척, 코팅, 청소
메탄올	2015(2) 2016(3)	기타 금속제품제조 또는 금속가공(4), 플라스틱가공제품제조	핸드폰 부품 가공 및 검사
브롬화메틸	2008, 2014	육상화물취급, 농업서비스	하역운반, 수입과일 방역
아크릴아미드	2014, 2015	기타 건설공사(2)	천장방수
톨루엔	2009, 2016	건설공사, 건축건설공사	터널방수, 방수작업
노말헥산	2005	전자부품제조	세척
*1,2-DCP	2017	자동차부분품제조	세척
*HCFC-123	2017	소화기 및 분사기제조업	충진

* 1,2-DCP: 1,2-디클로로프로판, HCFC-123: 2,2-디클로로-1,1,1-트리플루오로에탄.

[표 2] 화학물질 관련 직업병 요관찰자 및 유소견자 발생 상위 20가지 물질

화학물질명	요관찰자(C1)		유소견자(D1)	
	2015	2016	2015	2016
톨루엔	○	○	○	○
디메틸포름아미드	○	○	○	○
크실렌(오쏘,메타,파라 이성질체)	○	○	○	○
디메틸아세트아미드	○	○	○	○
메틸이소부틸케톤	○	○	○	○
2-부톡시에탄올	○	○	○	○
아세톤	○	○	○	-
메틸에틸케톤	○	○	○	-
스티렌	○	○	○	-
트리클로로에틸렌	○	○	○	-
디클로로메탄	○	○	-	-
이소프로필 알콜	○	○	○	-
노말헥산	○	○	-	-
시클로헥사논	○	○	○	○
메탄올	○	○	○	○
포름알데히드	○	○	○	-
벤젠	○	○	-	-
퍼클로로에틸렌	○	○	-	-
메틸렌 비스페닐 이소시아네이트	○	○	○	○
페놀	○	○	○	○

REPORT_1

REPORT_2

REPORT_3

REPORT_4

REPORT_5

REPORT_6

2 화학물질 분석조건 설정



17가지 화학물질을 분리해내기 위한 적절한 분석컬럼의 선정, 온도조건, 이동가스의 유량 조건의 설정 등 분석조건을 잘 설정해야 한다. 물질의 피크가 전부 분리되는 조건을 찾기 위해서 극성, 중간극성, 비극성의 3가지 컬럼으로 물질별 머무름 시간을 비교해보았다. 이 중 중간극성 및 극성 컬럼으로 실험했을 경우 두 가지 이상 물질의 머무름 시간이 겹쳐 비극성 컬럼으로 실험하도록 하였다. 가스크로마토그래프의 오븐은 **35℃**에서 시작하여 분당 **8℃**씩 승온시키면서 분석을 하였고 [표 3]과 같은 물질별 머무름 시간을 얻을 수 있었다.

[표 3] 물질별 가스크로마토그래프 머무름 시간

물질명	머무름 시간(min)
아세톤	7.10
이소프로필알콜	7.30
디클로로메탄	8.01
메틸에틸케톤	9.99
노말헥산	11.07
벤젠	13.41
1,2-디클로로프로판	14.73
트리클로로에틸렌	15.13
메틸이소부틸케톤	16.70
디메틸포름아미드	17.71
톨루엔	18.35
퍼클로로에틸렌	20.90
디메틸아세트아미드	23.04
크실렌(meta, para)	24.87
시클로헥사논	25.24
스티렌	26.22
*크실렌(ortho)	26.60
2-부톡시에탄올	27.14

* 크실렌은 3가지 이성질체가 존재하며 일반적으로 ortho 형태는 다른 2가지 형태와 머무름 시간이 다름

실용화 내용

1. 주요 과정

수동식시료채취기는 활성탄 알갱이나, 활성탄 패드 등을 이용하여 유기화합물을 포집하도록 제작된 시료채취기이다. 이러한 수동식시료채취기에 포집된 물질을 분석하기 위해 적합한 분석 기기는 가스크로마토그래프-질량분석기(GC-MS)이다. 분석 자동화를 위해 GC-MS를 통해 얻은 크로마토그램이나 질량스펙트럼 분석결과를 표준시료 분석결과와 비교 분석하여 정성, 정량 결과를 생성하는 프로그램을 개발하였다. 이번 연구를 통해 개발한 분석 자동화 프로그램은 분석 의뢰된 시료의 접수에서부터 최종 결과통보까지의 전 과정을 자동화하였다. 시료분석은 의뢰된 시료를 누가 어떠한 과정을 거쳐 분석을 하였고 어떻게 미지시료를 정성, 정량하였는지를 기록 관리할 필요가 있다. 그리고 시료가 현재 어떤 분석단계에 있는지, 분석은 타당한 방법으로 이루어졌는지 등을 추적 관리할 수 있어야 한다. 프로그램의 주요 과정은 다음과 같다.



1 사용자 등록

프로그램 사용자(분석자) 별 아이디와 패스워드로 로그인 하며 사용자별 사용하는 장비가 다를 경우 관리자가 이를 지정할 수 있다[그림 1].

2 화학물질 및 의뢰내역 관리

분석하고자 하는 화학물질의 이름, CAS번호, 분자량, 노출기준(TWA, STEL)의 정보를 입력, 수정할 수 있으며 이 정보는 프로그램에서 물질의 정량 계산 시 사용된다. 엑셀 형식으로 된 분석 의뢰서의 분석항목과[그림 2] 의뢰기관명, 시료명을 프로그램에서 그대로 읽을 수 있다[그림 3].

3 검량선을 위한 표준물질 및 탈착시료 농도계산

분석항목에 대한 노출기준의 0.1~2배 이내에서 검량선을 그릴 수 있도록 시약 원액의 주입량을 자동 계산해주며, 그에 맞추어 탈착시료 주입량 및 농도를 자동으로 계산해준다[그림 4].

[그림 1] 사용자등록

순번	물질명	Cas No	분자량	노출기준	단위	정량	정정	정정	정정	정정
1	9134 1,1,2-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	78-11-9								
2	9135 1,1,2-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	78-11-9								
3	21183 1,1,2-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	78-11-9								
4	9137 1,1,2-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	78-11-9								
5	21185 1,1,2-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	78-11-9								
6	9134 1,1-디클로로에탄-1,2-디클로로	78-11-9								
7	9135 1,1-디클로로에탄-1,2-디클로로	78-11-9								
8	21185 1,1-디클로로에탄-1,2-디클로로	78-11-9								
9	9136 1,1-디클로로에탄-1,2-디클로로	78-11-9								
10	9136 1,1-디클로로에탄-1,2-디클로로	78-11-9								
11	21187 1,2-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	96-19-4								
12	9136 1,2-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	120-82-1								
13	9139 1,2-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	108-68-4								
14	9145 1,2-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	107-15-3								
15	21362 1,2-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	107-15-3								
16	21361 1,2-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	107-15-3								
17	9171 1,2-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	78-11-9								
18	2147 1,2-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	78-11-9								
19	9182 1,3-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	118-50-5								
20	21079 1,3-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	108-68-4								
21	21023 1,4-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	123-91-1								
22	9118 1,4-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	108-68-4								
23	21085 1-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	108-68-4								
24	9132 1-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	800-25-8								
25	9134 1-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	108-68-4								
26	9173 2,2-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	78-11-9								
27	21145 2,2-트라이클로로에탄-1,2-디클로로	95-62-5								

[그림 2] 화학물질 관리

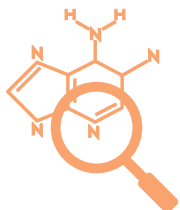
순번	날짜	분석자	분석명	분석량	분석단위	분석결과
1	2018-08-17	김길동	메탄올	25.0	mg/L	0.4741
2	2018-08-17	김길동	메탄올	25.0	mg/L	0.9483
3	2018-08-17	김길동	메탄올	25.0	mg/L	4.7413

[그림 3] 의뢰내역 관리

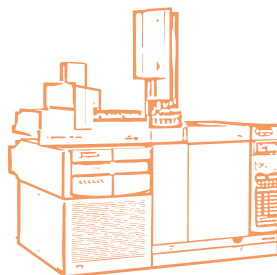
순번	물질명	검정주입량	총주입량	DE(spike량)		
				DE#1	DE#2	DE#3
1	Methanol	1	25.0	0.4741	0.9483	4.7413

[그림 4] 탈착시료의 농도 자동계산

4 분석물질의 정성 및 정량분석



가스크로마토그래프-질량분석기(GC-MS)는 GC와 MS가 결합된 구조의 장비이다. GC부분에서는 물질별 머무름 시간(Retention time, RT) 정보를 확인하고, MS부분에서는 미지시료의 질량스펙트럼 정보를 라이브러리(표준물질을 분석하여 얻은 질량스펙트럼 DB)내의 표준 질량스펙트럼 정보와 비교한다. 머무름 시간이란 GC에 도입된 물질들이 분석되어 검출기에 기록되는 시간을 말하는 것으로 동일한 조건에서 분석을 할 경우 물질별 머무름 시간은 동일하다. 따라서 GC에서의 머무름 시간 정보는 물질을 판단하는데 있어 매우 중요한 단서를 제공한다고 할 수 있다. 다만 혼합물의 경우 머무름 시간이 비슷한 물질들이 존재하는 경우가 있다.



이러한 경우 MS로부터 얻은 질량스펙트럼 정보는 물질을 정성하기 위한 또 다른 중요한 단서를 제공한다. 물질이 MS에 도입되면 에너지를 가하여 이온화 시키는 과정을 거치고 이때 생성된 이온을 질량별로 구분하여 이온화 패턴을 얻을 수 있는데 이것을 질량스펙트럼이라 한다. 시료 분석 후 질량스펙트럼 라이브러리 검색을 통해 미지시료의 질량스펙트럼이 표준 질량스펙트럼과 어느 정도 유사한 패턴을 가지고 있고 그 일치도는 어느 정도인지를 확인할 수 있다. 이렇게 해서 얻은 질량스펙트럼 정보를 GC에서의 머무름 시간 정보와 결합하여 해석하면 사실상 오류 없이 미지 성분을 분석할 수 있다.

[그림 5]는 미지시료를 GC-MS로 분석한 다음 이번에 개발한 프로그램을 이용하여 정리한 분석 결과 정보이다. 크로마토그램 상의 각각의 피크(성분)에 대한 머무름 시간(RT), 면적값(시료의 농도에 따른 기기 반응값, Area), 면적비(Area%), 표준 질량스펙트럼과의 일치도 및 추정되는 물질의 CAS 번호 등의 정보를 확인할 수 있다. 그림에서 “Cnt”, “Qual”로 표시된 컬럼이 있는데 이는 추정 물질에 대한 정성분석 정보를 나타내주는 것이다. 이번 연구에 사용한 GC-MS의 경우 3가지의 추정성분을 제시하도록 설정되어 있다. 따라서 “Cnt”는 추정성분으로 제시한 물질이 몇 개가 되는가를 나타내주는 것이다. 그리고 “Qual”은 표준물질의 질량스펙트럼과의 일치도를 나타내 주는 것으로 100에 가까울수록 그 물질일 가능성이 높다는 것이다. 따라서 Cnt 수가 많고 Qual가 100에 가까운 정도라면 그 물질일 가능성이 매우 높다고 볼 수 있으며 이러한 정보와 함께 머무름 시간(RT)까지 일치할 경우에는 사실상 그 물질로 추정할 수 있다.

그림에서 TCE의 경우는 RT가 같고, GC-MS에서 추정된 상위 3개의 성분이 모두 TCE이고, 표준 질량스펙트럼과의 일치도가 98%이다. 따라서 분석자는 미지시료 중에서 검출된 여러 성분 중에서 적어도 TCE에 대해서는 매우 높은 확률을 가지고 그 물질일 것으로 추정할 수 있게 되는 것이다.

분석자는 이러한 정성적인 정보를 가지고 물질의 존재를 확인한 다음 해당 물질의 농도를 정량(계산)하도록 명령하면 기 입력되어 있는 표준시료 검량선 정보를 이용하여 자동으로 물질의 농도를 정량한다. 검량선의 방정식에 대입하여 분석물질의 농도가 계산되며, 질량스펙트럼과 비교하여 일치도가 낮은 항목은 우측에 빨간색으로 표시되어 분석자가 추가로 확인할 수 있도록 하였다.

순번	시료명	검출	검출	물질명 (R.T)	물질명 (File)	R.T	Area	Area%	CAS No	Ch	Qual
1	3					1.924	20.036	0.01	616-38-6	1	43
2				n-Hexane		2.254	2,543,445	0.96	110-54-3	3	94
3						2.562	16,013	0.01	16250-70-7	1	50
4				Acetone		2.880		66.95	62-55-6	1	9
5				2-부탄올		3.966	1,521,151	0.57	67-64-1	3	97
6				M.C		5.841	1,953,251	0.74	78-93-3	3	96
7						6.564	2,598,410	0.98	75-09-2	3	96
8				IPA		6.578	1,610,650	0.61	67-63-0	3	96
9				Benzene		6.862	4,573,787	1.73	71-43-2	3	91
10				TCE		8.136	6,149,559	2.32	79-01-6	3	91
11				ADN		8.407	1,289,592	0.49	75-05-8	2	42
12				MEK		8.504	3,149,733	1.19	108-10-1	2	91
13				PCE-3I		8.812	10,816,816	4.09	127-18-4	3	93
14				2-Butanol		8.974	2,238,503	0.85	78-92-2	1	63
15				Toluene		9.200	5,652,953	2.14	108-98-3	3	94
16						11.124	13,786	0.01	62-58-6	1	47
17				p-Xylene		11.280	6,655,900	2.52	106-42-3	3	97
18				디메틸벤젠(오)		11.410	6,794,020	2.57	1330-20-7	1	47
19				p-Xylene		12.258	6,296,239	2.38	106-42-3	3	97
20				비닐벤젠		13.517	6,202,974	2.34	106-42-5	3	97
21				C-Hexanone		14.278	3,537,153	1.34	106-94-1	3	95
22				DMF		14.835	2,133,635	0.81	68-12-2	3	91

[그림 5] 물질 정성분석

이 프로그램을 분석장비 소프트웨어와 함께 설치함으로써 분석자는 매번 다른 분석항목이 의뢰될 때마다 표준물질 및 탈착시료의 농도를 계산해 줄 필요가 없으며, 서로 다른 분석자가 동일한 계산식을 사용함으로써 계산의 통일성을 가져오고 분석결과의 신뢰성을 높일 수 있다. 분석자는 분석 의뢰서의 업로드, 미지시료의 정성, 정량, 분석결과통보서 출력에 소모되는 불필요한 시간을 줄이고 분석결과의 질 향상을 가져올 수 있을 것이다. 결론적으로 이번에 개발한 화학물질 중독 사고 예방을 위한 분석자동화 프로그램은 자가측정지원 사업에 적용하여 활용하는 것은 물론 산업위생시험실의 분석 자동화 모델로도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.



참고문헌

1. 박승현, 박해동, 노지원, “급성중독사고 예방을 위한 분석자동화 시스템 구축”, 2018년 연구보고서, 산업안전보건연구원, 2018.
2. 고용노동부, 산업재해현황분석, 2017. http://www.moel.go.kr/info/public/publicDataView.do?bbs_seq=20181200731

이동식크레인 과부하방지장치 개선

[집필자]

박재석 연구위원, 이성주 실장/산업안전보건연구원 산업안전연구실

실용화 요약

2009년 이전에 생산되어 과부하방지장치가 없는 이동식크레인에 추가 장착하는 과부하방지 장치의 기술적 측면에서 문제점을 분석하고 이를 개선하기 위하여 기존의 관련기술과 국내·외 관련 기준을 고려하여 과부하방지장치를 추가적으로 장착해야 하는 이동식크레인에 대하여 기술적으로 가장 적합한 방식을 제안하고 이를 바탕으로 시제품을 제작하였으며 향후 관련 검사제도 개선방향을 제시하였다.

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

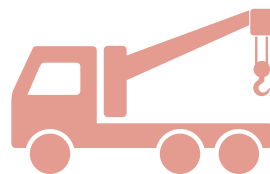
개요 및 배경

1. 배경



최근 3년간 산업재해현황 통계에 따르면 사망자 수가 가장 많이 발생했던 기인물 상위 20위 중 재해자 수 대비 사망률이 가장 높은 기인물은 달비계(29.7%), 철골·트러스(18.8%), 이동식크레인(14.3%) 순으로 나타났으며 이러한 기인물은 사고사망 재해 발생 빈도가 높고 사망률 또한 높은 기인물로 사고의 빈도와 강도 관점에서 위험성이 매우 높은 것으로 나타났다.

이 중 이동식크레인에 의한 중대재해의 주요 원인은 불법탑승설비 부착과 설비결함 등에 의한 사고가 가장 많이 발생하고 있어 고용노동부에서는 2009년부터 이동식크레인에 대한 안전인증 제도를 시행하고 있으며 2016년부터는 안전검사 대상에도 포함시켜 이동식크레인의 제작과 운용에 있어서의 안전성을 확보하려는 노력을 하고 있다.



그러나 2009년 이전에는 이동식크레인이 안전인증 대상이 아니어서 과부하방지장치와 같은 방호장치가 의무적으로 적용되지 않고 생산되어 산업현장에서 운용되었으며 이에 따른 안전성 확보에 대한 문제가 제기되어 왔고 설비결함을 유발시키는 직·간접적인 원인으로 작용하였다. 또한 2016년에는 이동식크레인을 안전검사 대상으로 포함시켜 과부하방지장치, 권과방지장치, 비상정지장치와 같은 방호장치 부착이 의무화 되었음에도 현재 유통되고 있는 방호장치의 기술적, 제도적인 이유로 부착을 기피하고 안전검사 불합격을 회피하기 위하여 안전검사 수검 자체를 기피하고 있는 실정이다.

따라서 이동식크레인의 과부하방지장치를 기술적, 제도적 측면에서 문제점을 분석하고 이를 개선하여 이동식크레인 사업주의 자발적인 설치를 유도하고 안전검사 수검을 통해 노후화된 이동식크레인의 안전성을 관리할 필요가 있다.

2. 과부하방지장치 국내 기술 동향

현재 국내에서 유통되고 있는 이동식크레인의 과부하방지장치는 대표적으로 유압방식(유압스위치, 유압센서)과 로드셀 방식(장력센서)이 있으며 일부 관련 특허도 등록되어 있어 그 기능을 구현하는 데는 기술적으로 어려움은 없다.

유압방식은 이동식크레인의 데릭실린더에 걸리는 압력을 체크하거나 측정하는 방식으로 동작 원리 및 구조가 상대적으로 단순하고 생산 단가가 낮은 장점이 있으나 배관 내 유체에 걸리는 기계적 특성 및 유압유의 특성상 중량물 하중과의 상관성이 떨어지는 단점이 있고 국내에서는 길이센서 및 각도센서와 연동시키지 않고 제작되고 있어 안전하중이 붐의 길이와 각도에 따라 변하는 이동식크레인의 안전성 확보에 문제점이 있다.

로드셀 방식은 중량물 인양 로프에 걸리는 직접적인 장력을 측정하는 방식이고 각도센서 및 길이 센서와 연동하여 제작되고 있어 그 신뢰도는 상대적으로 높다고 할 수 있지만 전체적인 부품 수가 증가함에 따라 생산단가도 높아진다는 단점이 있다.

이동식크레인 과부하방지장치 종류 및 특성

구분	유압 방식	로드셀 방식
구성	유압스위치+권과방지장치(중추식) +솔레노이드밸브+비상정지장치	로드셀+중앙처리장치+권과방지장치 +조작반 등
작동원리	과부하 작동 시 유압스위치가 작동하여 동작제한	로드셀이 무게 감지하여 동작제한
안전인증	안전인증 비대상 (크레인 고시 27조 ⇒ 유압장치 비대상)	안전인증 대상
보조금 지원여부	보조금 지원 비대상	보조금 지원 대상
설치비용	1.7 ~ 3백만 ※ 옵션장착비용에 따라 상이	4.6 ~ 7.2백만원 (보조금 70% 지원 가능)

이동식크레인 과부하방지장치 종류에 따른 장단점

구분	유압 방식	로드셀 방식
장점	설치가 단순하며 가격이 저렴	- 방호장치 안전인증을 받은 제품이므로 안전성 확보 - 전자식(로드셀) 방식이므로 과부하 설정이 쉬움 - 과부하방지장치 해제 시 이동식 크레인 작동중지
단점	- 과부하방지장치 해제하여도 이동식 크레인 작동 ※ 운전자가 쉽게 압력스위치를 제거 후 사용할 수 있음 - 화물인양 중 보조축이 주축의 권과방지 장치(중추식)를 작동 시켜 불시에 정지 될 경우 관성에 의한 크레인 전도, 붐 꺾임 등 발생 가능성 있음 ※ 유압식의 경우 안전검사를 받기위해 설치 하고 있음 - 유압으로 작동하기 때문에 주위특성 (온도, 습도 등)에 따라 과부하설정이 변동 될 수 있음 - 과부하설정이 매우 어려우며, 오동작 빈도가 높음	보조금 지원 없을 경우 설치비가 고가임

실용화 내용

1. 기술적 접근



현재 산업현장에서 유통되고 있는 과부하방지장치의 기술적 형식으로는 대표적으로 압력스위치를 이용한 과부하방지장치와 압력센서, 로드셀을 이용한 과부하방지장치가 유통되고 있다. 국외 관련기준 및 특허기술을 고찰한 결과 붐길이 인출과 데릭실린더에 의한 붐의 각도 조절 방식의 이동식 크레인은 붐의 길이와 각도에 따라서 허용하중이 달라지므로 기본적으로 과부하 신호를 검출하기 위해서는 길이센서, 각도센서 및 하중 감지센서가 필요하다.

길이, 각도, 하중에 대한 각각의 물리량을 검출하는 방식은 센서의 발달에 따라 다양한 방식이 적용될 수 있으며 특히, 하중의 검출방식은 이동식크레인의 기계적 구조 특성상 와이어로프의 장력을 측정하는 로드셀 방식, 붐의 각도 조절을 위한 데릭실린더에 작용되는 유압측정방식 외에도 붐의 굽힘 변형을 측정하는 방식, 붐 및 데릭실린더 고정 핀에 작용되는 반력을 측정하는 방식, 데릭실린더에 작용하는 반력을 로드셀로 측정하는 방식 등 다양한 방식이 적용될 수 있다.

그러나 이러한 방식들 중 현재 산업현장에서 유통되고 있는 이동식크레인에 현실적으로 적용하기에는 각각의 방식에 따라 장단점이 있다.

1 유압스위치 방식

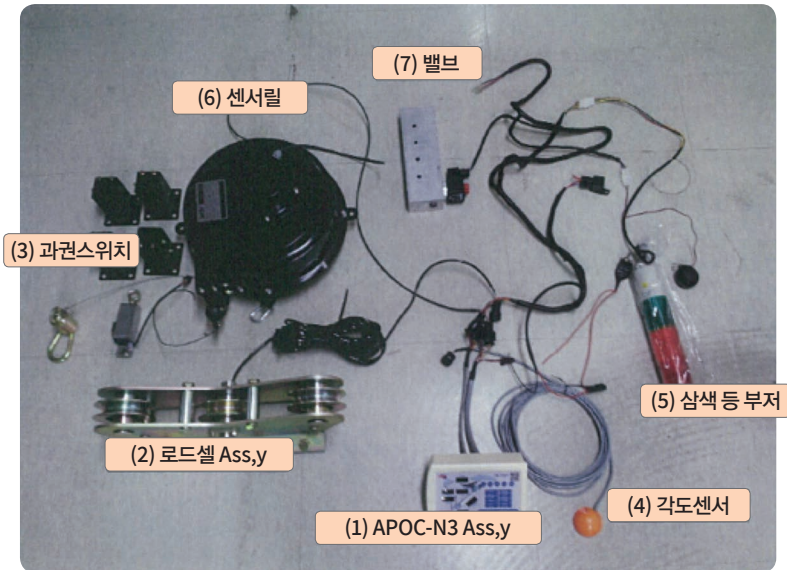
먼저 현재 유통되고 있는 유압스위치 방식은 단순히 데릭실린더의 유압을 체크하여 일정 압력 이상이 되면 기동을 멈추는 ON/OFF 방식이고 길이센서 및 각도센서와 연동시키지 않아 이론적으로나 실제적으로 과부하방지장치의 역할을 하지 못하는 방식이다. 따라서 이러한 방식은 안전성과 신뢰성 측면에서 적용되면 안되는 방식으로 판단된다.

2 유압센서 방식

다음으로 유압센서 방식은 길이 및 각도센서와 연동시킬 수가 있고 실제 크레인 훅에 걸리는 하중과 데릭실린더에 작용하는 압력과의 상관성을 실험적으로 보완하면 과부하방지장치로서 충분한 신뢰성을 얻을 수가 있다. 또한 이동식크레인에 따라 보조붐을 장착한 모델에 대하여 간단히 보조붐이 사용되고 있음을 감지하는 시스템을 추가한다면 가장 단순한 구조로 과부하를 검출할 수 있는 방식이다. 그러나 이러한 방식은 신뢰성을 얻기 위해 실험기반의 하중-압력 상관도를 확보해야하는 단점이 있어 2009년 이전 생산된 이동식크레인의 모델 및 형식이 다양함을 고려하면 모든 모델에 대한 하중-압력 상관도를 신뢰성 있게 작성하기에 어려움이 있다. 따라서 이러한 방식은 현재 생산되고 있는 모델이나 신규 설계된 모델에 생산단계에서 적용한다면 효율성을 확보할 수 있을 것이다.

3 로드셀 방식

와이어로프의 장력을 측정하는 로드셀 방식은 유압센서 방식과 같이 길이 및 각도센서와 연동하여 신뢰성 있는 과부하방지장치를 구성할 수 있다. 와이어로프의 장력을 측정하는 것은 다른 방식들과는 달리 훅에 걸리는 하중을 직접적으로 측정한다는 면에서 장점이 있으나 보조붐이 장착된 이동식크레인의 경우 추가적인 장력측정센서를 장착해야한다는 단점이 있다. 이는 과부하 방지장치 생산 시 단가상승의 요인이 되어 시장성이 떨어질 수 있다. 그러나 유압센서 방식은 하중-압력에 대한 상관데이터를 실험적으로 획득해야하는 반면 장력측정방식은 여러 모델의 제조사 제원표만을 가지고 정격하중을 데이터화하여 적용할 수 있는 장점이 있어 과부하방지 장치가 적용되지 않은 이동식크레인에 추가적으로 적용하기에는 가장 적합한 방식이다.



[사진 1] 로드셀을 이용한 과부하방지장치



[그림 1] 개선된 과부하방지장치 표시부

2. 제도적 접근

2016년 안전검사 대상으로 이동식크레인을 편입함에 따라 2009년 안전인증제도 시행 이전에 생산된 이동식크레인도 과부하방지장치를 장착해야 하는 의무가 발생하였다.

그러나 과부하방지장치에 대해서는 안전검사에 관한 특례에 따라 검사기준을 생략하고 있어 제 기능을 하지 못하는 유압스위치식 과부하방지장치를 부착하고 검사 이후 과부하방지장치 기능을 해제하고 사용하는 등 문제가 발생하고 있다.

2009년 이전 노후된 이동식크레인의 경우 붐 및 턴테이블 등의 구조적 안전성이 떨어질 수 있고 이러한 구조적 안전성을 확보하기 위해서는 과부하방지장치가 필수인 점을 고려하면 향후 압력 스위치식 과부하 방지장치는 더 이상 적용하지 못하도록 해야 하며 안전검사에 관한 특례 적용 대상에서 제외해야 한다.



참고문헌

1. 최승환. 크레인 과부하 방지장치. 특허등록 04-1004163950000. 2004년 1월 13일
2. 한동섭, 한근조. 이동식크레인의 과부하방지장치용 다각도 편형 로드셀의 창의적 설계. 대한기계학회 2009년도 CAE 및 응용역학부분 춘계학술대회 논문집 2009;54-59
3. 박재석, 정성춘, 변정환, 이동식크레인 안전성 향상을 위한 방호장치 개선 연구, 산업안전보건연구원, 2018.
4. Bernard DFH. Crane Safe Load Indicator. US Patent 3,870,160. issued Mar. 11, 1975
5. Brian GN, Ian WS. Safe Load Indicator for Jib Cranes. US Patent 4,098,410. issued Jul. 4, 1978
6. Gregory GG. Load Moment Indicator System. US patent 5,160,055. issued Nov. 3, 1992
7. John LG. Safe Load Control Device for Cranes. US Patent 3,371,800. issued Mar. 5, 1968
8. Kenneth HS. Electrical Safety Control Device for a Variable Radius Crane. US Patent 3,990,584. issued Nov. 9, 1976
9. Ludwig P. Overload Safety Device for Telescopic Cranes. US Patent 3,909,817. issued Sept. 30, 1975
10. Ludwig P, Overload Safety Device for Telescopic Cranes. US Patent 4,057,792. issued Nov. 8, 1977
11. Masamich U. Movable Range Indicating Apparatus for Mobile Crane Vehicle. US Patent 5,823,370. issued Oct. 20, 1998
12. Russell L. Safe Load Control System for Telescopic Crane Booms. US Patent 3,641,551. issued Feb. 8 1972

노동자 건강진단 실무지침 개선

[집필자]

이지혜 팀장 / 산업안전보건연구원 직업건강연구실

역학조사부 중부권역학조사팀

실용화 요약

2018년 「노동자 건강진단 실무지침」 연구 수행결과를 토대로 2019년에 근로자 건강진단 실무지침 개정이 이루어지고 있다. 주 개정사항은 톨루엔, 트리클로로에틸렌, 퍼클로로에틸렌, 노말헥산, 메틸알코올, 벤젠, 스티렌, 이황화탄소, 수은, 니켈, 비소의 생물학적 노출지표와 50개의 유해인자에 대하여 유해물질 건강장해 부분 업데이트이다. 그밖에 국내 및 해외 유관기관의 노출기준 표를 최신화하였다.

근로자 건강진단 실무지침 개선을 통해 유해물질 건강장해, 생물학적 노출평가, 노출기준의 최근 동향을 반영하여, 작업장 개선 및 직업병 조기발견 등 산업재해 예방에 기여할 것으로 기대된다.

* 연락처 : TEL. 032-510-0752 / jhlee01@kosha.or.kr

개요 및 배경

1. 배경



특수건강진단제도는 직업병 예방과 근로자의 건강보호·증진을 위한 중요한 수단 중 하나이며 우리나라의 산업보건의 발전과 함께 해 온 역사적 의미를 지니고 있다(산업안전보건연구원, 2017). 이후 1998년에 특수건강진단제도 개선 연구를 수행하여 1999년 근로자 건강진단 실무지침 제정이 이루어졌다. 이후로 관련 제도의 변화 및 최신지견의 습득에 발맞추어 학계와 산업안전보건연구원을 통하여 특수건강진단제도에 대한 고찰을 통하여 지속적으로 개정되어 왔으며, 현재 2013년 개정된 제 4판이 배포된 상태이다.

근로자 건강진단 실무지침 제 1권 「**생물학적 노출기준**」 부분에서 지난 개정 이후 작업환경측정에 대한 물질변경 및 기준이 강화되었지만, 근로자 건강진단 생물학적 노출평가가 정확히 반영되지 못하는 상황이 발생하였다. 즉 근로자를 위한 특수건강진단 대상으로 정해져 있는 물질 중에는 우리나라에만 생물학적 노출평가 지표물질이 제시되어 있거나, 외국에만 제시되어 있거나, 국내외 제시된 기준값들이 서로 다르거나, 우리나라의 고용노동부 작업환경측정 화학물질 및 물리적인자의 노출기준은 강화되었는데 생물학적 노출평가 노출기준값은 변경되지 않고 계속 과거의 노출수준 지표물질 노출지표값을 그대로 제안하는 물질들도 있다.

이에 따라 노출기준 제·개정 이후 신설되거나 강화된 부분 그리고 외국과 차이가 나는 부분들에 대하여 특수건강진단에 적용하고 있는 생물학적 노출지표를 검토해보고 변경된 생물학적 노출 지표에 대한 국내외 노출 현황을 반영하고 근거를 마련하여, 생물학적 노출평가의 검사항목과 노출기준에 대한 체계적인 관리와 검토를 수행하였다.

또한 근로자 건강진단 실무지침 제 3권 「유해인자별 건강장해」에서 179종의 유해인자에 대하여 제시하고 있는 건강영향과 관련해서 2012년 보완 작업이 이루어진 후, 최근 국내외에서 노출기준 개정사항, 새로운 최신지견, 새로운 직업병 발생 사례, 발암성 재평가 등에 대한 추가 연구에 대한 고찰 및 업데이트가 필요한 상황이다. 따라서 산업안전보건연구원은 2018년 「노동자 건강진단 실무지침 개선 - 생물학적 노출기준, 유해물질 건강장해」 연구를 수행하였고, 이에 기초하여 노동자의 건강보호를 위해 근로자건강진단 실무지침 내용을 개정하게 되었다.



2. 주요 관련 정보

생물학적 모니터링은 혈액, 소변, 모발 등 생체시료로부터 유해물질 그 자체, 또는 유해물질의 대사산물 또는 생화학적 변화산물 등 ‘생물학적노출지표(물질)’를 분석하여 유해물질 노출에 의한 체내 흡수정도 또는 건강영향 가능성 등을 평가하는 것을 말한다.

REPORT_1

REPORT_2

REPORT_3

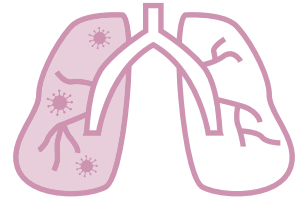
REPORT_4

REPORT_5

REPORT_6

노출기준에 대하여는 미국정부산업위생가 회의(the American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)의 기준이 광범위하게 사용되고 있다. 미국정부산업위생가 회의의 허용한계(threshold limit values, TLVs)와 생물학적 노출지수(biological exposure indices, BEIs)는 공중보건 및 관련 과학 분야 전문가 위원회에서 문헌 검토를 기반으로 한 과학적 견해로 법령이 아닌 권고사항이지만 널리 사용되고 있고, 본 연구에서 노출기준 표에 반영하였다.

발암성 분류기준에 대하여는 미국정부산업위생가 회의(ACGIH)와 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)의 기준이 광범위하게 사용되고 있다. ACGIH의 발암성 분류 기준은 A1(인간에게 발암성이 확인됨(Confirmed human carcinogen)), A2(인간에게 발암성이 의심됨(Suspected human carcinogen)), A3(동물에게는 발암성이 확인 되었으나, 인간에게는 관련성이 알려져 있지 않음(Confirmed animal carcinogen with unknown relevance to humans)), A4(인간에게는 발암성으로 분류할 수 없음(Not classifiable as a human carcinogen)), A5(인간에게는 발암성을 가지지 않은 것으로 짐작되는 물질(Not suspected as a Human Carcinogen))이다. 한편 IARC의 발암성 분류기준은 Group1(인체 발암성 물질(인간발암성에 대해 충분한 근거(sufficient evidence)가 있는 물질)), Group2A(인체 발암 추정 물질(인간발암성에 대한 제한된 근거(limited evidence)가 있고 실험동물에서 충분한 근거(sufficient evidence)가 있는 물질)), Group2B(인체 발암 가능 물질(인간발암성에 대한 제한된 근거(limited evidence)가 있고, 실험동물에서 근거가 충분(sufficient) 하지 않는 물질)), Group3(인체 발암성 비분류 물질), Group4(인체 비발암성 추정 물질)이다.



실용화 내용

1. 배경

2018년 「노동자 건강진단 실무지침 개선」 연구 수행결과를 토대로 근로자 건강진단 실무지침 제 1권 생물학적 노출기준 개선을 위하여 노출기준이 강화된 물질, 지표물질이 최신화되어 추가되는 물질, 노출평가에서 지표물질이 삭제된 물질 중 국내에 반영이 가능한 항목으로 톨루엔, 트리클로로에틸렌, 퍼클로로에틸렌, 노말헥산, 메틸알코올, 벤젠, 스티렌, 이황화탄소, 수은, 니켈, 비소에 대한 개선안을 제시하였다.

독성 물질 데이터베이스와 국내외 문헌 검색을 통해 실무지침 제 3권에 수록된 유해인자 179종에 대하여 유해인자별 건강장애 항목을 전반적으로 고찰하였고 국내외 사례를 추가하여 변경을 제안한 유해인자는 총 50개로 내용은 유해인자별 독성 및 건강장애 정보, 국내외 노출기준 변경 사항, 국내외 최신 직업병 사례 등이다. 그밖에 국내 및 해외 유관기관의 노출기준표를 업데이트 하여 실무지침 개선안을 제시하였다.



[그림 1] 근로자 건강진단 실무지침 책자

[표 1], [표 2], [표 3]은 생물학적 노출기준 개선 제안사항으로 주요 내용은 다음과 같다.

[표 1] 유기화합물 생물학적 노출지표 및 노출기준 변경(안)

번호*	유해 물질명	현재					변경안						
		구분	지표물질	시료채취		검사값 노출기준	구분	지표물질	시료채취		검사값 노출기준	상태	내용
				종류	시기				종류	시기			
88	톨루엔	1차	마노산	소변	당일	2.5g/g crea.	1차	마노산	소변	당일	1.6g/g crea.	변경	검사값 하향변경
88	톨루엔	권장	o-크레졸	소변	당일	0.8mg/ L	1차	o-크레졸	소변	당일	0.5mg/ L	변경	마노산의 낮은 농도를 대체하는 방법으로 1차 항목으로 변경
	톨루엔	권장	톨루엔	혈액	당일	1mg/ dL	권장	톨루엔	혈액	당일	0.05mg/ L	변경	검사값 하향변경
93	트리클로로 에틸렌	1차	총삼 염화물	소변	주말	300mg/ g crea.							산화제가 필요 없는 삼염화초산로 통일
		1차	삼염 화초산	소변	주말	100mg/ g crea.	1차	삼염 화초산	소변	주말	15mg/L	변경	검사값 하향변경
95	퍼클로로 에틸렌	1차	삼염 화초산	소변	주말	5mg/L	1차	삼염 화초산	소변	주말	3.5mg/ L	변경	검사값 하향변경
95	퍼클로로 에틸렌	권장	퍼클로로 에틸렌	혈액	주말	1mg/ dL	권장	퍼클로로 에틸렌	혈액	주말	0.5mg/ dL	변경	검사값 하향변경
105	헥산(n-헥산)	1차	2,5- 헥산디온	소변	당일	5mg/g crea	1차	2,5- 헥산디온	소변	당일	5mg/L	변경	crea. 보정값 제외로 변경
31	메틸 알코올	2차	메탄올	소변	당일	15mg/ L	2차	메탄올	소변	당일	15mg/L	유지	
	메틸 알코올	2차	에탄올	혈액	당일							삭제	근거자료 없음

번호*	유해 물질명	현재					변경안						
		구분	지표물질	시료채취		검사값 노출기준	구분	지표물질	시료채취		검사값 노출기준	상태	내용
				종류	시기				종류	시기			
36	벤젠	2차	뮤콘산	소변	당일	1mg/g crea	2차	뮤콘산	소변	당일	0.5mg/ g crea	변경	검사값 하향변경
	벤젠	2차	벤젠	혈액	당일	5μg/L						삭제	화학물질 노출 기준 강화로 상관성 없음
	벤젠	2차	페놀	소변	당일	50mg/ g crea						삭제	화학물질 노출 기준 강화로 상관성 없음
36	벤젠	권장	S-페닐머 캡토산	소변	당일	50μg/g crea	권장	S-페닐머 캡토산	소변	당일	25μg/g crea	변경	검사값 하향변경
48	스티렌	권장	만델릭산 + 페닐글 리옥실산	소변	당일	600mg/ g crea.	2차	만델릭산 + 페닐글 리옥실산	소변	당일	600mg/ g crea.	변경	2차 항목 변경
48	스티렌						권장	요중 스티 렌	소변	당일	40μg/L	추가	만델릭산 + 페닐 글리옥실산에 대한 비특이적 단점을 보완
76	이황화탄소	권장	TTCA	소변	당일	5mg/g crea	권장	TTCA	소변	당일	0.5mg/ g crea		검사값 하향변경

[표 2] 금속류 생물학적 노출지표 및 노출기준 변경(안)

번호*	유해 물질명	현재					변경안						
		구분	지표물질	시료채취		검사값 노출기준	구분	지표물질	시료채취		검사값 노출기준	상태	내용
				종류	시기				종류	시기			
8	수은과 그 화합물	1차	수은	소변	작업 전	200µg/L (0.1mg/㎡)	1차	수은	소변	작업 전	50mg/g crea	변경	검사값 하향 변경 crea. 보정값으로 변경
8	수은과 그 화합물	2차	수은	혈액	주말	15µg/L	2차	수은	혈액	주말	15µg/L	유지	
3	니켈과 그 화합물	2차	니켈	소변	주말	80µg/L	2차	니켈	소변	주말	50µg/L	변경	검사값 하향변경
7	삼산화비소	2차	비소	소변	주말	220µg/L	2차	비소	소변	주말	총비소 150µg/L 중분류 35µg/L	변경	검사값 하향변경
4	삼수산화비소	2차	비소	혈액	주말	ug/dL						삭제	비소 및 그 무기 화합물에 포함
4	삼수산화비소	2차	비소	소변	주말	µg/L						삭제	

[표 3] 허가대상 유해물질 생물학적 노출지표 및 노출기준 변경(안)

번호*	유해 물질명	현재					변경안						
		구분	지표물질	시료채취		검사값 노출기준	구분	지표물질	시료채취		검사값 노출기준	상태	내용
				종류	시기				종류	시기			
10	황화니켈		니켈	소변	주말	80µg/L	2차	니켈	소변	주말	50µg/L	변경	검사값 하향변경
7	비소 및 그 무기화합물	2차	비소	소변	주말	220µg/ L	2차	비소	소변	주말	총비소 150µg/L 중분류 35µg/L	변경	검사값 하향변경

* 근로자 건강진단 실무지침 물질 분류 번호



[표 4]와 [표 5]는 유해물질 건강장해 부분 중 주요 사항으로 직업환경의학회지(Annals of Occupational and Environmental Medicine, AOEM) 및 안전보건공단에서 발행하는 직업병발생 경보(KOSHA-Alert)내용 중 근로자 건강진단 실무지침에 반영한 사항이다. 그밖에 한국 고용노동부 화학물질 및 물리적 인자 노출 기준표(2018.7.30.), 유럽연합(European Commission)노출 기준표, Finland 노출 기준표(2016.12.22.), 독일 DFG 노출 기준표, 일본 노출 기준표, 미국 OSHA 노출 기준표, 미국 NIOSH 노출 기준표, 미국 ACGIH 노출기준표의 최신 지견을 반영하였다(표는 제시하지 않았음).

[표 4] 직업환경의학회지(Annals of occupational and environmental medicine, AOEM)
증례보고(2012.01-2018.06) 주요 내용

구분	지표물질
2012년 : 24(2)	납에 노출된 설비유지보수 근로자에서 발생한 근위축성척삭경화증 사례
2012년 : 24(2)	결정형 유리규산에 노출된 석공에서 발생한 사르코이드증
2012년 : 24(3)	염료 제조공정의 Dichlone과 3,3'-Dichlorobenzidine 노출 근로자에서 발생한 다형홍반 증례
2012년 : 24(4)	전자부품 사업장에서 발생한 급성 오존 노출에 의한 호흡기 증상 7례
2013년 09월 16일	실리카에 노출된 근로자의 폐암 2례
2013년 11월 01일	니트로벤젠과 아닐린에 노출된 근로자에서 발생한 메트모글로빈혈증 2례
2013년 11월 01일	자동차 수리 공장 근로자에서 크롬노출과 상악 부비동의 악성 섬유성 조직구 세포종
2014년 05월 15일	유리제조공장 근로자에서 실리카노출과 임상경과

구분	지표물질
2014년 10월 01일	염소가스에 노출된 근로자에서 발생한 급성건강영향 2례
2014년 11월 01일	포름알데히드에 노출된 농장근로자에서 발생한 다발성골수종
2014년 11월 04일	클로로포름에 노출된 청소업 근로자에서 발생한 급성간손상 2례
2014년 11월 28일	진단방사선 기사에서 발생한 만성골수성백혈병
2014년 12월 01일	청동 괴 제조 근로자에서 발생한 고농도 납 노출 2례
2015년 02월 19일	실리카노출 근로자에서 발생한 만성폐쇄성폐질환
2015년 03월 13일	석면공장 근로자에서 발생한 위암
2015년 04월 28일	숯 바베큐 레스토랑 근로자에서 발생한 일산화탄소 중독으로 인한 심근병증
2015년 08월 03일	TCE에 노출된 자동차공장 근로자에서 발생한 신장암
2016년 01월 15일	자외선 살균 램프에 노출되어 유발 된 가금류 도살업자의 각막염 26례
2016년 05월 14일	실리카에 노출된 근로자의 현미경적 다발혈관염
2016년 06월 02일	실리카에 노출된 철강공장 근로자에 발생한 쇼그렌증후군과 전신성경화증
2016년 08월 08일	석면에 노출된 건설현장 감독관에서 발생한 후두암
2016년 11월 15일	CNC 절단 작업 근로자에서 발생한 메탄올 중독 2례
2017년 06월 19일	보석가공 근로자의 결정형 실리카노출로 인한 전신성 경화증 2례
2017년 06월 20일	형광등 공장 철거 시수증 증기 노출로 인한 급성 수은 중독 사례
2017년 06월 27일	방사선 종양학자에서 발생한 급성 림프모구성 백혈병 1례
2017년 08월 10일	전리방사선 노출 비파괴검사 근로자의 무정자증 1례
2017년 10월 09일	grouting 작업자의 아크릴아마이드(acrylamide) 노출로 인한 피부 및 신경독성 1례

[표 5] 유해인자로 인한 직업병발생 경보(KOSHA-Alert) 발령 현황(2012.01.-2018.06.)
(직업성 질환 위주)

구분	발령일자	질환명	유해인자	비고
2013-2호	2013.04.15	신경계 질환발생	1-브로모프로판	근로자 3명 신경독성
2014-2호	2014.02.13	중독(화상)	디클로로메탄	2명 중독(화상)
2014-6호	2014.12.23	신장암	TCE	근로자 2명 신장암 진단

구분	발령일자	질환명	유해인자	비고
2015-3호	2015.03.23	독성뇌병증	메틸브로마이드	방역업체 근로자 4명 독성뇌병증
2015-5호	2015.06.09	중독	TCE	금속도장 근로자 2명 사망
2015-7호	2015.11.03	질식	일산화탄소	콘크리트 보온양생작업 근로자 3명 사망
2016-1호	2016.02.05	시력손상	메탄올	핸드폰 부품 공장 근로자 4명 시력손상
2016-4호	2016.07.11	말초신경병증	아크릴아미드	아파트 공사현장 근로자에게 발생
2017-1호	2017.02.03	신장손상	카드뮴	용접근로자 3명 신장손상
2017-2호	2017.04.25	재생불량성 빈혈	방사선	비파과검사 근로자 1명 재생불량성 빈혈 진단
2018-6호	2018.06.08	의식소실, 중증의 대사성 산증 및 저산소성 뇌손상(급성중독유소견)	시안화수소 (시안화합물)	도금(1명 사망)

본 연구를 통한 개선 제안사항은 2019년 근로자 건강진단 실무지침에 반영하였고, 이후에 관련 시행규칙 별표 등을 개정하여 지속적으로 개정을 추진할 예정이다. 근로자 건강진단 실무지침 개선을 통해 생물학적 노출평가, 유해물질 건강장해, 노출기준의 최근 동향을 반영하여, 작업장 개선 및 직업병 조기발견 등 산업재해 예방에 기여할 것으로 기대된다.



참고문헌

산업안전보건연구원. 근로자 건강진단 실무지침. 2017.1.

산업안전보건연구원. 노동자 건강진단 실무지침 개선. 2018.

2020년도 산업안전보건 연구과제 공모

안전보건공단 산업안전보건연구원은
산업재해예방 및 노동자의 안전과 건강증진·보호에 기여할 수 있는
수요자 중심의 연구과제를 공모하오니 많은 참여를 바랍니다.

공모기간 2019. 5. 16.(목) ~ 10. 31.(목)

제안분야 안전보건정책, 제도 및 산업안전보건 일반

공모대상 안전보건에 관심 있는 대한민국 국민(제한 없음)

공모방법 제안서를 다운받아 담당자에게 이메일 또는 fax, 우편 송부
제안서 : 연구원 홈페이지(<http://oshri.kosha.or.kr>) 공지사항에서 다운로드
이메일 : cronbach@kosha.or.kr
팩 스 : 052-703-0331
우 편 : (44429)울산시 중구 중가로 400 연구기획부 연구과제 공모 담당자

결과발표 2020년 1월중 홈페이지 공지

기타사항

- 접수된 연구과제는 11월 중 연구과제 선정위원회 심사를 거쳐 2020년 연구과제로 결정
- 선정된 연구과제의 제안자가 위탁연구 수행자 입찰 응모시 가산점 부여 예정
- 참가자 전원에게 소정의 사은품 증정

문의처 산업안전보건연구원 연구기획부 담당자

☎ 052-703-0813 ✉ cronbach@kosha.or.kr

※ 자세한 내용은 홈페이지 참조



안전보건 연구실용화 REPORT

Research to Practice

Research to Practice

Research to Practice

Research to Practice

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원



울산광역시 중구 중가로 400
www.kosha.or.kr
Tel. 052-7030-815
Fax. 052-7030-331