

간행물 등록 번호
2024-산업안전보건연구원-124

Occupational Safety & Health Research Institute

2023 산업안전보건연구 요약집

OSHRI

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원







안전보건 연구의 허브, 2023년 산업안전보건연구원의 연구 결과를 소개합니다.

산업안전보건연구원은 일하는 사람들의 생명 보호와 건강증진을 위해 매년 다양한 연구를 수행하고 있으며, 연구 결과는 안전보건 관계 법령 및 제도 개선, 안전 문화 정착, 근로자의 건강증진, 직업환경 개선 등에 활용되고 있습니다.

2023년 우리 연구원은 6개 분야의 70여 건의 연구를 수행하였습니다. 산업안전보건법의 정비 방안 및 안전보건 관계 법령 실태 파악을 통하여 법 적용의 명확성을 제고하였습니다. 또한 사망 사고 감축을 위한 심도 있는 조사로 기준을 정비하고, 산업재해 취약계층의 건강 보호를 위한 가이드를 개발하는 등 정책적·사회적으로 활용을 높이기 위한 연구를 수행하였습니다.

앞으로도 우리 연구원은 끊임없는 연구·개발을 통해 안전보건 이슈에 대응하고, 근거 중심 과학의 원칙 속에서 공익적 가치를 잃지 않는 안전보건 연구의 허브로 자리매김할 수 있도록 노력하겠습니다.

산업안전보건연구원의 활동에 많은 격려와 성원을 부탁드립니다.

산업안전보건연구원장

박승현

CONTENTS

1

1장 정책제도

| | | |
|----|--------------------------------------|----|
| 01 | 작업환경 실태조사 기초 설계 및 문항 개발 연구 | 10 |
| 02 | 「산업안전보건법」상 산재예방 책임주체 확대와 역할 분담 방안 | 13 |
| 03 | 산재예방이 제조업 생산성에 미치는 영향 분석 | 18 |
| 04 | 근로자 정신건강 보호방안 연구 | 22 |
| 05 | 「산업안전보건법」법령 정비 방안 연구 | 27 |
| 06 | 산업안전보건기준에 관한 규칙 정비방안 연구 | 30 |
| 07 | 산업안전보건지도사 제도 발전방안 연구 | 35 |
| 08 | 사업장 내 근로자 작업중지 운영에 관한 연구 | 39 |
| 09 | 숲 부처 안전보건관계 법령 실태 파악 | 43 |
| 10 | 중소규모 기업의 산재예방 역량 향상을 위한 인증 제도 연구 | 47 |
| 11 | 중소규모 기업의 위험성평가 실행력 제고를 위한 구체적인 방안 마련 | 49 |
| 12 | 특별교육 대상 작업별 사고재해 분석 및 제도 개선방안 마련 연구 | 52 |
| 13 | 특수형태근로종사자 보호를 위한 안전보건교육 활성화 방안 연구 | 55 |
| 14 | 중대재해사건에 대한 판례 법리 분석 | 58 |
| 15 | 안전보건산업 육성 전략 연구 | 63 |
| 16 | 명예산업안전감독관 제도의 현황과 모범사례 분석 | 67 |

2

2장 산업안전

| | |
|--|-----|
| 01 정전기 화재·폭발 원인분석을 통한 안전관리 방안 마련 (재해조사 의견서 중심) | 74 |
| 02 승강기 설치 전용 작업대의 현장 적용성 확대 방안 | 77 |
| 03 사고사망 다발 위험기계 사고원인 심층분석 (재해조사 의견서 중심) | 80 |
| 04 안전관리 인력 운영 가이드 마련을 위한 실태조사 | 83 |
| 05 도급사업 시 관계수급인 근로자 보호를 위한 도급인 및 관계수급인 사업주 간 안전관리 역할 명확화 방안 | 86 |
| 06 제조업 등 유해·위험방지계획서 제출 기준 개선방안 | 90 |
| 07 혼합기 및 파쇄기 등의 안전검사 대상 포함 방안 | 94 |
| 08 조선업 산업안전보건관리비 계상기준 마련 | 98 |
| 09 건설공사 발주자 안전보건대장 제도 개선방안 | 101 |
| 10 건설업 산업안전보건관리비 사용실태 조사 | 104 |
| 11 '23년 적정기술지도 대가 산정기준 개선 | 109 |
| 12 발파 및 터널작업 관련 안전기준 정비 | 113 |
| 13 사업장 안전관리 제도 개편 및 종합컨설팅기관 육성 방안 | 118 |
| 14 화학공장 정비보수 중 화재·폭발 사고의 사회기술적 원인분석 | 121 |
| 15 폐수 증발농축공정의 화재폭발 위험성 및 안전관리 방안 | 124 |
| 16 공정안전보고서 제출대상 및 이행상태평가의 합리적 개선방안 | 128 |
| 17 화학 안전보건 종합센터 설립운영 방안 | 133 |

CONTENTS

3 3장 직업건강

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 01 직업병 인과추론 가이드라인 및 통계분석법 개발(3) | 140 |
| 02 근로자의 혈중 납 노출수준과 관련 암 발병위험도 분석 | 143 |
| 03 폐활량검사의 정상의 아래한계치(LNN) 도입 가능성 탐색연구 | 147 |
| 04 수은의 생물학적 노출 평가 표준 시료 개발 | 151 |
| 05 산업보건지표개발 | 153 |
| 06 직업병 안심센터 운영 모니터링 및 성과평가 | 156 |
| 07 보건관리자 선임 및 전담기준 개선방안 연구 | 159 |
| 08 건강분야 위험성평가 가이드 개발 | 162 |
| 09 직무스트레스로 인한 건강장해 예방조치의 현장 중심 이행방안 | 165 |
| 10 휴게시설 설치의무 이행실태 및 제도개선 방안연구 | 168 |
| 11 소규모 협력업체의 보건관리 향상 방안 | 172 |
| 12 근골격계질환 유해요인조사제도 개선 방안 연구 | 175 |
| 13 고객응대 근로자(방문서비스 직종) 건강보호 매뉴얼 마련(2) | 179 |
| 14 산업보건 위험성평가(OHRA) 도구 개발 및 활용 | 183 |

4 4장 직업환경

| | |
|--|-----|
| 01 작업환경측정 DB를 통한 유해인자 노출감시 및 위험성평가 활용방안 | 188 |
| 02 결정형 산화규소의 표준시료 확보방안에 대한 연구 | 192 |
| 03 디브로모메탄 작업환경측정분석방법 개발 연구 | 194 |
| 04 포괄적 작업환경평가 도입을 위한 시범적용 및 절차서(안) 마련 연구 | 197 |
| 05 국소배기장치의 체계적 관리를 위한 설치·관리 기준 연구 | 199 |

| | |
|--|-----|
| 06 전자산업 안전보건 가이드 개발 | 203 |
| 07 중대재해처벌법에서 규정한 직업성 질병에 대한 자율안전보건 가이드 개발(Ⅰ) | 207 |
| 08 중대재해처벌법에서 규정한 직업성 질병에 대한 자율안전보건 가이드 개발(Ⅱ) | 210 |
| 09 질식재해예방을 위한 실태조사 | 212 |

5

5장 산업화학

| | |
|---|-----|
| 01 급성중독 사례 체계적 분석을 통해 예방 대책 도출 | 218 |
| 02 세척작업의 안전한 관리를 위한 결정요인 분석 및 구조화 | 221 |
| 03 가용성·불용성 니켈 화합물의 동시측정분석 방법의 적용 | 225 |
| 04 「산업안전보건법」의 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 지침 개발 | 229 |
| 05 화학물질관리제도 중장기 개선 및 지식 구축 방향 설정(Ⅰ) | 233 |
| 06 소규모 사업장 화학물질 관리 정부 지원 사업 모델 적용(Ⅱ) | 238 |
| 07 금속 및 그 화합물에 대한 화학물질 등록정보, 유해성 분류, 규제 연계 적용방안 | 243 |

6

6장 흡입독성

| | |
|---|-----|
| 01 3D 프린팅 입자 발생장치를 이용한 입자상 물질의 발암성 연구 | 250 |
| 02 페닐화합물류 노출에 의한 랫드와 마우스의 성별·장기별 발암성 고찰 | 253 |
| 03 조리흡의 유해성 확인을 위한 실험적 연구방향 도출 | 256 |
| 04 흡입독성시험 결과 활용도 제고를 위한 Benchmark Dose 도입 연구(Ⅱ) | 259 |
| 05 GST-P를 활용한 화학물질에 의한 전암 병변 조기 탐색 연구 | 262 |

2023
산업안전보건연구
요약집



Occupational Safety & Health Research Institute

1

정책제도

| | |
|--|----|
| 01 작업환경 실태조사 기초 설계 및 문항 개발 연구 | 10 |
| 02 「산업안전보건법」상 산재예방 책임주체 확대와 역할 분담 방안 | 13 |
| 03 산업재해가 제조업 생산성에 미치는 영향 분석 | 18 |
| 04 근로자 정신건강 보호방안 연구 | 22 |
| 05 「산업안전보건법」법령 정비 방안 연구 | 27 |
| 06 산업안전보건기준에 관한 규칙 정비방안 연구 | 30 |
| 07 산업안전보건지도사 제도 발전방안 연구 | 35 |
| 08 사업장 내 근로자 작업중지 운영에 관한 연구 | 39 |
| 09 쏘 부처 안전보건관계 법령 실태 파악 | 43 |
| 10 중소기업의 산재예방 역량 향상을 위한 인증 제도 연구 | 47 |
| 11 중소기업의 위험성평가 실행력 제고를 위한 구체적인 방안 마련 | 49 |
| 12 특별교육 대상 작업별 사고재해 분석 및 제도 개선방안 마련 연구 | 52 |
| 13 특수형태근로종사자 보호를 위한 안전보건교육 활성화 방안 연구 | 55 |
| 14 중대재해사건에 대한 판례 법리 분석 | 58 |
| 15 안전보건산업 육성 전략 연구 | 63 |
| 16 명예산업안전감독관 제도의 현황과 모범사례 분석 | 67 |

01

작업환경 실태조사 기초 설계 및 문항 개발 연구

- 🕒 연구기간 : 2023년 2월 ~ 2023년 11월
- 🔍 핵심단어 : 작업환경실태조사, 산업안전보건조사, 실태조사



Highlight

- ▶ 5년마다 제조업 전수 조사로 실시하던 작업환경 실태조사가 3년 주기, 표본 조사로 개편됨에 따라 2024년 작업환경 실태조사 시행을 사전에 준비하기 위해 수행한 연구로 제조업 2만 개 사업장에 대해 작업환경을 파악하는 문항 중심으로 문항을 구성하고, 안전보건에 대한 지식이 있는 조사원을 중심으로 조사를 수행하는 방안을 제시하였다.

1. 연구배경

- 안전보건공단에서 국가승인통계로 실시하는 3종의 조사(작업환경 실태조사, 산업안전보건 실태조사, 근로환경 조사)의 개편에 따라 2024년에 실시 예정인 「작업환경실태조사」의 시행을 위한 사전 준비 필요
 - 차기 조사를 대비하여 연구를 통해 조사 설계를 위한 조사 대상 업종 및 표본 수의 결정, 설문지 개발 및 조사 방법을 마련하고 조사원 교육을 위한 지침서 마련을 목적으로 수행

2. 주요연구내용

🔍 연구결과

❖ 조사 대상 업종 및 표본 수

- 제조업만을 대상으로 표본 수를 결정하기 위한 주요 변수로 기계 보유대수, 생산직 종사자 수, 지게차 보유 대수를 선정하여, 제조업 중분류 업종과 규모에 따른 상대표준오차(RSE)를 산출하여 적정 표본 수를 검토한 결과,

- 전 업종을 조사하는 것이 바람직하지만, 신뢰성 있는 자료 산출이라는 목적과 확보된 예산을 종합적으로 고려할 때 제조업 외의 업종까지 조사하는 것은 어려우며, 유해·위험요인 정보에 대한 활용성이 가장 높은 제조업을 중심으로 5인 미만 사업장까지 포함하여 대표성 있게 조사
- 통계 공표를 고려할 때 5인 미만 사업장을 포함한 전체 제조업을 대상으로 할 경우 적정 표본 수는 2만 개를 제시

❖ 조사 설문지 개선

- 조사 설문 내용의 기본 방향은 사업장에 대한 종합적인 정보 획득을 위하여 2024년 작업환경실태조사와 2025년 조사 예정인 산업안전보건 실태조사의 조사 대상 사업장을 동일하게 하여, 작업환경 실태조사는 유해·위험요인을, 산업안전보건 실태조사는 유해·위험요인의 관리적 사항을 조사하여 두 자료를 연계하고자 함
- 설문지 개선 작업은 기존 설문지를 기초로 TF에서 논의된 사항과 고용노동부, 전문가 등이 제안한 내용에 대한 검토를 통해 1차 초안을 마련. 설문지 초안에 대해 설문지 변경 시마다 예비조사를 3차로 나누어 사업장의 의견과 현장 적용 가능성을 확인. 또한, 고용노동부와 안전보건공단 업무 담당자의 의견 수렴과 전문가 회의를 거쳐 최종 설문지 안을 마련
- 조사 결과의 신뢰성을 높이는 것을 최우선 목표로 하여, 소음 등 작업환경 현황 조사 등 조사 항목을 최대한 단순화하고, 조사 대상 기계·기구를 활용성 측면에서 낮은 20종을 삭제
- 이와 함께 법 개정 및 사회적 변화에 따라 조사가 필요한 휴게시설 운영 실태, 세척제 사용, 기후 변화에 따른 폭염 노출되는 근로자, 협업 로봇 관련 문항을 신설하고, 활용성이 낮은 사내 도급 여부를 묻는 문항은 삭제
- 한편, 고용노동부에서 산업재해 감소를 위해 중점적으로 추진하고 있는 위험성 평가 관련 문항과 위험 기계·기구의 방호장치 작동 상태 등 기본적인 유해·위험요인의 관리 현황 추가

❖ 조사 방법 및 예산

- 조사 결과의 신뢰성 향상을 위해 조사 평균 소요시간, 1일 조사 건수 등을 고려하여 계산해 본 결과, 현장 조사 기간은 5개월 이상 확보하는 것이 가장 좋으며, 조사원은 질적 측면을 고려할 때 많은 인원보다는 50명 정도가 적정
- 조사 결과의 신뢰성 향상을 위해 가장 중요한 요소는 조사원이다. 조사 결과의 신뢰성 향상을 위해 작업환경 측정기관 등 전문기관과의 협업보다는 안전보건 업무를 30년 이상한 안전보건공단 퇴직자를 주축으로 조사원을 구성하고, 그 외 인원은 전문기관의 퇴직자나 종사 경험 3년 이상인 사람을 조사원으로 모집하는 방안 제시
- 조사의 신뢰성 향상을 위해 작업환경 측정자료, 특수건강진단 자료, 안전검사 자료 등 행정자료를 표본 사업장과 연계 가능한 사업장(전체 사업장의 15% 수준)은 현장 조사 및 자료 검증 시 연계된 자료를 활용하고, 행정 자료가 없는 사업장은 행정자료가 있는 사업장 정보의 여러 변수를 고려하여 결측치를 추정하는 연쇄방정식 기반 다중투입(multiple imputation by chained equations, MICE) 알고리즘을 적용하여 기계·기구와 화학물질 보유 현황에 대한 추정치를 만들어 조사에 활용할 것을 제시

🔍 시사점

- ❖ 연구를 통해 2024년 시행 예정인 「작업환경실태조사」의 계획 수립과 시행에 필요한 표본 수, 조사 방법 등 구체적인 시행 방안을 제시
 - 조사 결과가 정책 수립과 연구를 위한 기초 자료로 활용될 수 있도록 조사 목적을 명확히 하고 단기적으로는 차기 조사의 목적 달성을 위해 조사 결과의 신뢰성을 높일 수 있도록 하였으며, 장기적으로 향후 조사의 방향성을 제안

3. 연구활용방안

🔍 활용방안

- ❖ 2024년 수행할 「작업환경실태조사」의 계획 수립과 시행에 필요한 표본 수, 조사 방법 등 구체적인 시행 방안을 제시함으로써, 작업환경 실태조사의 조사 기획과 시행을 위한 참고 자료로 활용



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 조윤호 연구위원
(주)케이디앤리서치 이정열 대표
- 연락처 : 052-703-0843
- e-mail : bjh6918@kosha.or.kr

02

「산업안전보건법」상 산재예방 책임주체 확대와 역할 분담 방안

1장

정책 제 도

📅 연구기간 : 2023년 2월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 「산업안전보건법」, 산재예방, 자기규율, 역할분담, 책임주체



Highlight

- ▶ 「산업안전보건법」의 산재예방 주체와 책임구조를 개선하여 위험을 통제할 수 있는 주체에게 위험에 노출되는 자를 보편적으로 보호할 수 있도록 권한과 의무를 부여하고, 사업장의 안전보건관리체계가 효과적으로 작동할 수 있도록 구성원의 역할 분담과 참여를 위한 법·정책적 개선방안을 제시하였다.

1. 연구배경

- ▶ 중대재해를 효과적으로 감소시켜 중대재해감축로드맵의 목표를 달성하려면 위험을 관리할 수 있는 주체에게 산재예방을 위한 역할을 수행하도록 의무와 권한을 부여해야 함
 - 계약관계 중심의 책임구조에서 위험을 실질적으로 통제할 수 있는 자에게 위험에 노출되는 자를 보호하도록 산재예방 주체와 책임구조를 개선할 필요가 있음
 - 사업장에서 안전보건관리체계가 작동할 수 있도록 구성원에게 역할을 분담하고 안전보건활동을 촉진하기 위한 방안을 제시할 필요가 있음

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 산업안전보건법령의 산재예방 책임주체와 의무내용 분석

- 「산업안전보건법」의 변천과정을 통해 산업재해로부터 노무를 제공하는 자를 보편적으로 보호하기 위한 법의 역할과 규율방식 개선 필요성 확인
- 「산업안전보건법」의 산재예방 책임구조와 규율방식을 검토하고 계약관계를 중심으로 한 책임주체 설정방식의 문제점, 책임주체 유형과 의무의 포괄적 규정으로 인한 책임의 모호성, 대리인(행위자) 중심의 처벌로 인한 위하력 부족, 사업주 중심의 산재예방활동의 한계, 사내하도급 도급인의 관리·감독의 한계 등의 문제점 제시
- 사업장 산재예방의무 이행실태를 조사하여 법령상의 의무가 사업장에서 어떻게 이행되고 있는지 확인하고 효과적인 산재예방을 위한 구성원의 역할 분담 방안과 법·제도의 개선방안 수립
 - 안전보건관리부서의 역할 오인 및 권한 부족, 안전보건관리책임자와 관리감독자의 역할 갈등, 관리감독자의 역할 인식 및 전문성 부족, 사내 안전질서 형성 과정에서의 근로자 참여 부재, 도급인의 안전보건관리 범위와 수급인 근로자에 대한 직접적 조치 제약 등의 문제점 파악

❖ 주요 국가의 산재예방 책임주체와 의무내용 분석

- EU, 영국, 호주, 독일, 일본의 산재예방의 책임주체와 의무, 구성원의 역할분담에 관한 법령, 규칙, 제도 등을 조사
 - 사업장 내 구성원 간의 산재예방 역할분담 방식 및 하나의 사업장 내에서 다수의 사업주체가 함께 작업하는 경우의 역할분담 방식 조사
 - 「산업안전보건법」, 건설재해예방규칙, 위험성평가 가이드, 안전보건관리시스템(Occupational Safety and Health Management System, OSHMS)의 사내도급 가이드 분석
- 효과적인 산재예방을 위한 책임구조와 역할분담에 대한 시사점 제시
 - 실제로 위험을 제거하거나 통제할 수 있는 사람에게 권한에 부합하는 의무 부여
 - 노무제공자의 안전에 영향을 미치는 다양한 주체(직접적으로 노무를 제공받지 않지만 노무제공과정에서 위험을 예방할 수 있는 자 포함)에게 책임과 의무 부여
 - 산업재해 발생에 영향을 미칠 수 있는 임원, 근로자, 기타 자영업자 등에게도 역할과 의무를 부여
 - 각 책임주체들의 역할과 의무는 법령, 규정, 지침, 가이드 등을 통해 최대한 명확하게 제시
 - 각 책임주체들에게 자신들의 사업으로 인해 영향을 받는 노무제공자들의 재해발생의 위험을 고려할 의무와 책임주체 상호 간의 협력의무(호주 ‘사업 또는 사업체를 운영하는 자(A Person Conducting a Business or Undertaking, PCBU)’들의 협력의무, 독일 사업주체들의 협력의무 등)를 부여
 - 각 책임주체의 책임영역을 명확히 하고 상호 간 협력의무 외에는 서로를 간섭하는 규제를 두지 않음

❖ 산재예방의무 이행주체 확대와 역할분담 방안 제시

- 「산업안전보건법」의 책임주체와 책임구조 개선 방안
 - 「산업안전보건법」의 책임주체는 계약관계라는 외형이 아닌 실질적 노무제공관계에서 위험을 지배·관리하는 사업주에게 위험에 노출되는 자를 보호하게 하되, 노무제공자와 사용지휘관계 형성 유무에 따라 책임의 범위와 의무를 정할 것
 - 「산업안전보건법」의 책임주체를 확대하여 최근 플랫폼 등을 통해 증가하고 있는 노무제공을 중개하는 자와 자신의 사업과 관계없이 장소 등을 제공하는 자를 새로운 책임주체에 반영할 것
 - 「산업안전보건법」의 책임주체를 ① 노무를 제공받는 자의 의무, ② 노무제공을 중개하는 자의 의무, ③ 장소, 시설 등을 제공하는 자의 의무, ④ 유해·위험물을 생산, 사용, 제공하는 자의 의무, ⑤ 발주와 설계 등 제3자의 위험에 영향을 미치는 자의 의무로 유형화 할 것
 - 책임주체 상호 간의 위험의 평가, 예방조치, 정보제공 등 협력에 관한 의무를 규정할 것
- 사업장 구성원의 산재예방 역할분담과 권한 부여 방안
 - 사업장 내부 구성원의 역할과 의무는 사업주가 근로자등과 협의하여 사업장의 실태에 맞게 내규(안전보건 규정)를 통해 부여할 것
 - 구성원에 대한 권한의 위임과 의무 이행의 관리·감독에 대한 경영책임자의 책임을 「산업안전보건법」으로 일원화 할 것
 - 구성원이 산재예방 역할과 의무를 명확하게 인식할 수 있도록 안전보건관리규정 등 내규를 통해 구성원의 역할과 의무를 구체적으로 제시할 것
 - 관리감독자가 법령상 부담하는 역할을 인식하고 업무를 수행할 수 있도록 교육을 실시하고 안전관리 역량을 강화할 것
 - 안전보건관리부서의 산재예방점검 및 조치 권한을 강화하여 현장에서 발생하는 유해위험요인에 적극적으로 대응할 수 있도록 할 것
 - 안전보건활동에 대한 평가와 피드백을 반영하여 구성원이 사내 안전보건질서 준수하도록 유도할 것
- 사업장 구성원의 참여와 협력의무 강화 방안
 - 산재예방의 책임주체로서 근로자의 역할을 강화하고, 「산업안전보건법」의 근로자 의무를 구체화하여 ① 작업수행 시 다른 사람의 안전과 건강에 주의할 의무(주의의무), ② 안전한 작업에 관한 교육과 지시에 따를 의무(준수의무), ③ 급박한 위험을 발견한 즉시 신고할 의무(신고의무), ④ 위험을 파악하고 조치하는데 협력할 의무(협력의무)를 반영할 것
 - 근로자의 일반권리로서 안전보건 개선을 위한 참여권, 제안권, 개선요청권, 정보(교육)요구권을 반영하고, 위험성평가 개선조치의 효과평가 등에 근로자대표 등의 참여권을 보장할 것. 근로자 참여제도가 형식화되지 않도록 현장의 위험개선, 작업절차 의견 반영 등 피드백 의무와 인센티브를 제공할 것
 - 사업장에서 노무를 제공하는 자영업자에게 ① 자신의 작업수행으로 인한 위험에 노출되는 노무제공자에

대한 안전보건조치의무, ② 사업주의 사내 질서 유지를 위한 지시에 따를 의무, ③ 유해위험 작업 등에 대한 정보를 제공할 의무, ④ 사업주가 요청하는 안전보건조치에 협력할 의무를 부과할 것

• 도급과 발주의 개념 해석과 책임범위의 명확화 방안

- 도급인의 책임근거를 명확히 하여 ‘장소의 지배·관리 권한’이 아닌, ‘도급인의 사업 운영에 의한 위험’에 대한 책임으로 해석할 것
- 도급인의 책임의 범위를 구체화 하여 ① 도급인의 사업과 밀접하게 연결되어 수급인의 안전보건에 영향을 주는 경우, ② 도급사업의 특수성으로 인해 도급인의 도움이 없이는 수급인 혼자 안전보건을 확보할 수 없는 경우, ③ 도급인의 사업운영을 위해 도급인이 지배·관리하는 장소와 시설물을 수급인이 이용하는 경우, ④ 수급인의 사고 예방을 위해 도급인의 총괄적 관리가 필요한 경우, ⑤ 수급인이 독립적으로 작업을 수행할 역량이 없는 경우로 해석할 것
- 발주자(건설공사의 시공을 주도하여 총괄·관리할 지위) 판단에 있어서도 수급인의 작업이 도급인의 사업에 본질적이고 필수적인 부분이 아니어서 도급인이 수급인의 작업에 관여할 사정이 없고, 도급인이 수급인의 작업수행에 영향을 미치지 않으며, 해당 작업이 수급인에 의해 독립적으로 수행될 수 있으며, 수급인이 작업 시 발생하는 위험을 독자적으로 관리할 수 있다면 발주자로 해석할 것

• 도급인의 사내 안전보건질서유지 권한 강화 및 수급인의 역량 강화 방안

- 수급인 근로자에 대한 도급인의 직접적 지시와 조치에 대한 법적근거를 마련하여 도급인의 사내 안전질서 유지를 위한 직접적 관리 권한을 강화할 것
- 관계수급인에게 사업주로서 근로자를 보호하기 위한 법적 의무를 명확히 하고 도급인에게 협력할 의무를 부여할 것
- 수급인의 전문성이 높고, 안전보건관리 역량이 충분한 경우 해당 전문작업에 대한 도급인 의무를 제한할 것
- 도급인(발주자)과 수급인의 공동 산재예방활동을 촉진하는 방향으로 법을 해석할 것

 시사점

- ❖ 「산업안전보건법」의 책임구조는 실질적 노무제공관계에 기초하여 위험을 지배·관리하는 사업주에게 위험에 노출되는 노무제공자를 보편적으로 보호하도록 개선되어야 함
 - 책임주체를 확대(구체화)하여 위험을 관리할 수 있는 다양한 주체에게 권한에 부합하는 의무를 부여하되 각 주체가 상호 협력할 수 있도록 해야 함
- ❖ 사업주는 사내 규정 등을 통해 산재예방을 위한 구성원의 역할(권한과 의무)을 명확히 하고 구성원의 참여를 촉진하여 자율적인 안전보건관리가 정착되도록 유도해야 함

- ❖ 도급인(발주자)의 책임범위를 명확히 하고 도급인의 사내 안전보건질서유지를 위한 권한과 수급인의 안전보건 역량을 강화해야 함

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 「산업안전보건법」령 개정 또는 법령 및 지침의 해석 시 기초자료로 활용
- ❖ 정책 자료 및 가이드 작성 시 기초자료로 활용
- ❖ 학술논문 작성 및 후속 연구에 활용

연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 나민오 연구위원
한국노동연구원 양승엽 부연구위원
- 연락처 : 052-703-0822
- e-mail : mino05@kosha.or.kr

03

산업재해가 제조업 생산성에 미치는 영향 분석

📅 연구기간 : 2023년 2월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 산업재해, 생산성, 부가가치, 제조업, 패널회귀분석



Highlight

- ▶ 본 연구는 제조업 1,009개 상장기업 공시자료와 산재통계 자료를 활용하여 산업재해가 기업의 생산성에 미치는 부정적인 영향과 파급경로를 분석하였다. 대표본 실증연구로 대표성과 신뢰성을 향상시킨 본 연구의 결과는 기업의 자발적 산재예방 노력을 유도하고, 정책 및 사업의 수립·개선 등 의사결정의 기초자료로 활용될 것이다.

1. 연구배경

- ▶ 산업재해는 기업의 생산성(productivity) 악화 요인
 - 산업재해로 인한 인명피해는 가동 중단, 근로손실, 단기적 생산(production) 저하
 - 인적·기술적·환경적 영향경로를 거쳐 장기적으로 기업의 생산성 악화 가능성 존재
- ▶ 그러나, 기업 단위의 산업재해와 생산성 관련 실증연구 미흡
 - 산업재해와 기업의 재무적 성과(매출·영업이익 등) 간 관련성 분석 연구는 일부 존재
 - 장기적인 관점에서 부가가치를 고려한 생산성에 미치는 영향 분석 연구 필요
- ▶ 본 연구를 통해 기업의 자발적 산재예방 노력 중요성을 강조하는 근거를 확보하고자 함
 - 산업재해가 제조업 상장기업 생산성에 미치는 영향과 파급경로를 대표본을 활용하여 실증
 - 산재예방을 위한 사업장 지원방법 개선, 간접편의 산출 등 정책적 의사결정의 기초자료 확보

2. 주요연구내용

❖ 분석대상: 제조업 상장기업 1,009개사(상장기업 총 2,532개 중)

- 자본잠식제외, 12월 결산, 영업 5년 이상, 지주사제외, 결측값 제거(1개 결측 시 직선보간)
- 표본기간: 2015~2022년(8년)

❖ 변수와 출처

- 종속변수: 생산성(1인당 부가가치),
- 독립변수: 재해율, 일반특성(업력, 정규직 비중, 근속년수), 제품차별화(연구개발비, 광고비), 재무안정성(차입금 의존도), 자산구성(기계장비율, 노동장비율), 소유구조(외국인주식보유율)
- 자료출처: 각 사 공시보고서, 안전보건공단 산재통계 DB

연구결과

❖ 산업재해가 전체 제조업 상장기업의 생산성 감소에 미치는 영향

- 재해율 1% 증가는 기업의 생산성(1인당 부가가치) 약 383만원 감소
 - 이는 분석대상 기업의 생산성(1인당 부가가치) 평균 9,827만원의 약 3.9% 수준
- 연구개발 투자와 광고비 지출, 기계화(기계장비율), 자본집약도(노동장비율) 상승, 외국인 주식보유율이 높아 질수록 생산성은 증대

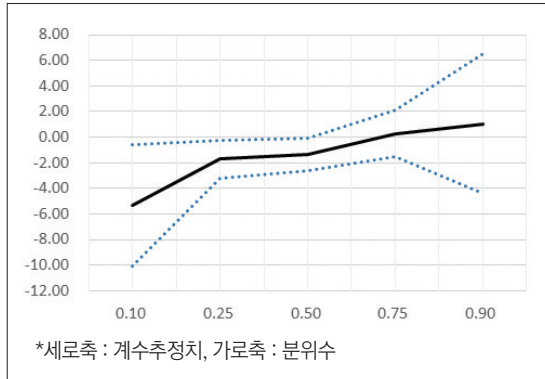
❖ 제조업 기술수준 차이에 따른 차이

- 한국은행 분류기준에 따라 기술군을 고위(전기전자, 정밀기기), 중고위(화학제품, 기계장비, 운송장비), 중저위(석탄석유, 비금속광물, 1차금속, 금속제품), 저위(음식료, 담배, 섬유가죽, 목재종이, 인쇄복제 등)로 구분
- 재해율 증가는 기술수준이 낮은 저위기술군과 높은 고위기술군의 생산성 감소
- 고용안정성(정규직 비중)의 증가는 상대적으로 기술수준이 높은 기업에서, 자본집약도(노동장비율) 상승은 모든 기술군에서 생산성 향상에 영향

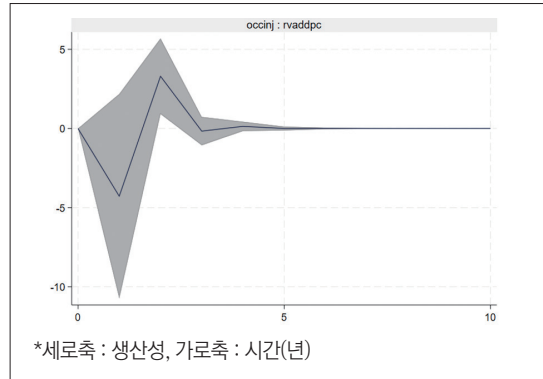
❖ 종사자 규모에 따른 차이

- 분석대상 기업을 종사자 수 기준으로 50인 미만, 50~100인 미만, 100~300인 미만, 300~1,000인 미만, 1,000인 이상의 5개 그룹으로 구분
- 소규모 기업에서 재해율 증가는 생산성을 매우 큰 폭으로 감소

- 재해율 1% 증가 시 50인 미만 기업에서 생산성(1인당 부가가치)은 약 3,138만원, 50~100인 기업에서는 약 325만원 감소



[그림 1] 계수추정치 변화(생산성←재해율)



[그림 2] 충격반응함수(생산성←재해율)

❖ 기업의 생산성 수준에 따른 차별적 영향

- 재해율 증가에 따른 생산성 악화 영향은 생산성 수준이 높은 기업에 비해 생산성 수준이 낮은 기업들에서 특히 더 크게 나타남([그림 1] 참조)
 - 생산성 수준이 낮은 기업의 특성(소규모, 낮은 매출, 대체 생산라인의 부재 등)에 기인하는 것으로 예상되나, 향후 추가적인 심층 연구를 통해 확인 필요
- 고용안정성(정규직 비중) 증가, 연구개발비 투자 등 큰 비용이 수반되는 변화는 생산성이 낮은(높은) 기업들에서 생산성을 더 악화(향상)시키는 요인으로 작용
- 생산성이 높은 기업들에서 자본집약도 상승과 기계화의 생산성 증대 효과가 큼

❖ 산업재해와 생산성 간 양방향 인과관계와 장·단기 파급효과

- 산업재해와 기업의 생산성 간에는 양방향 인과관계 존재
 - 생산성에 대해서는 생산성과 기계장비율, 정규직 비중의 1시차변수가 양(+)의 영향을, 재해율과 노동장비율의 1시차변수는 음(-)의 관계를 가짐
 - 한편, 재해율이 종속변수로 설정된 모형에서 생산성 증가와 정규직 비중 증가, 노동장비율상승은 재해율 감소 요인으로, 기계장비율 증가는 재해율을 증가 요인으로 작용
- 재해율 증가(1 표준편차 충격)는 1시차에 생산성을 약 427만원 감소시키나, 이후 330만원 증가하는 등 등락을 거쳐 4시차 이후에는 0으로 수렴하는 모습을 보임([그림 2] 참조)
 - 재해율 충격은 생산성 감소에 상당한 시간(4시차) 영향을 미치는 것으로 추정

- 재해발생 후 물적·인적 자원 및 손실된 생산물에 대한 복구 노력 등 회복탄력성이 작용하여 생산성 손실의 일부는 회복
- 생산에 직접 투입되는 물적(기계장비율) 및 인적(정규직 인력) 자본의 확충은 노동생산성 향상에 비교적 장기 간 영향

3. 연구활용방안

- ❖ 기업의 특성과 영업활동, 성과, 그리고 산업재해 사이의 관계를 규명하는 기초자료로 활용
 - 기업의 산재예방 활동으로 인한 재해감소가 산업생산성에 미치는 부정적인 효과와 영향, 파급경로와 기간, 기업 특성에 따른 차이 등을 부분적으로 규명
- ❖ 사업장 지원방법 개선, 산업재해예방의 사회경제적 편익(직·간접) 산출 등 산재예방사업의 효과성 제고를 위한 연구의 기반 자료로 활용
- ❖ 정부와 안전보건공단의 정책적 의사결정 및 산재예방의 주체로써 기업의 자발적인 산재 예방 노력을 유도하는 근거자료로 활용



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 박선영 연구위원
- 연락처 : 052-703-0824
- e-mail : psy0906@kosha.or.kr

04

근로자 정신건강 보호방안 연구

📅 연구기간 : 2023년 2월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 정신건강, 직장 내 괴롭힘, 직무스트레스, 과로사



Highlight

- ▶ 근로자 정신건강 보호는 국가차원에서 사회적 이슈로 여기고 관심을 갖는 것이 중요하며, 산업재해예방법인 산업안전보건법제에서 직무스트레스 등 예방을 위한 법제규정을 통한 의무화가 필요한 시점으로 여겨진다. 주요 선진국가의 경우 사업주의 스트레스체크제도의 의무화 또는 사회적·심리적 위험성 평가 등을 통한 법·정책을 통하여 근로자 정신건강 보호를 도모하고 있다.

1. 연구배경

- ▶ 직무스트레스 등 노동자의 정신건강 관련 사회적 문제 증가
 - 직장 내 괴롭힘, 번아웃증후군, 우울증, 직무 스트레스, 외상 후 스트레스 장애, 산재 트라우마, 과로사 등은 노동자의 정신건강 적 측면에서 산업재해를 야기하고 있음
 - 노동자의 정신건강 문제는 회사·조직 또는 동료, 업무 내용 및 근로환경, 산업재해 경험과 방치 등 다양한 요인으로 형성되고, 이러한 요인들은 노동자 개별마다 다른 영향을 미침
- ▶ 「산업안전보건법」(이하, ‘산안법’이라 함)상 관련 규정과 그 한계
 - 현행 산안법에서 규정하는 ‘정신적 스트레스’에 명확히 언급되고 있는 근로자 유형으로는 ‘고객응대근로자’가 유일하고, ‘그 외의 정신적 스트레스를 입는 근로자’는 ‘정신적 스트레스’ 또는 ‘직무 스트레스’라는 광범위한 용어의 카테고리에 포섭됨
 - 나아가 산안법에서는 ‘정신적·직무’스트레스 두 개 용어를 사용하고 있는바, 근로자의 “정신건강”범위는 광범위할 수 있으므로 법제상의 정의에 대한 명문화는 어렵다고 하더라도 정부 지침 또는 가이드라인에서

정신건강의 종류 및 내용을 분류하여 소개하는 등 국가차원에서 근로자 정신건강 문제를 인지하고 사업주 및 근로자에게 정책적으로 소개할 필요가 있음

- 산안법은 급변하는 고용형태 및 근로환경에 따라 꾸준한 개정을 통하여 산재예방에 발맞춰 나가고 있으며, 동시에 산업재해 예방을 위한 법제입. 산안법 상 ‘정신적 스트레스’ 예방이 사업주의 의무로 자리하고 있음에 따라, 근로자의 정신건강 예방과 대책을 위한 보다 구체적인 법제 방안 모색이 필요한 시점이라고 할 수 있음
- 주요 선진국의 근로자 정신건강 관련 법제 현황 및 특징 등 비교법 연구를 통하여 향후 우리 법·정책 등 변화를 위한 기초자료 마련 필요

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 우리나라 근로자 정신건강 관련 법·정책 특징

- 2019년, 「근로기준법(이하 ‘근기법’이라 함)」상 ‘직장 내 괴롭힘’ 정의 및 금지의무(제76조의2), 직장 내 괴롭힘 발생 시 사용자 조치의무(제76조의3), 직장 내 괴롭힘 조치에 관한 취업규칙 필수 기재의무(제93조)가 규정되면서 법제상 직장 내 괴롭힘에 대한 근로자 보호가 명문화 됨
- 산안법 상의 규정은 위 근기법 개정에 따라 정부의 직장 내 괴롭힘 예방 의무를 명시한 것 외에 고객의 폭언 등으로 인한 건강장해 예방조치 및 고객응대근로자에 대하여 초점을 두고 있음
- 「산업재해보상보험법」에서도 직장 내 괴롭힘으로 인한 업무상 정신적 스트레스가 원인이 되어 발생한 질병, 업무상 질병에 포함시키고 있으며, 업무상 재해 인정 기준으로 규정하고 있음(제37조 제1항 제2호 “다”)
- 직장 내 괴롭힘 등 인격적 이익에 대한 침해가 다양한 국면에서 발생됨에 따라 「민법」상 사람의 인격권과 권리 구제의 실효성 확보를 위한 인격권 방해배제 및 예방청구권을 규정하는 일부개정법률안이 입법예고안(2022.4.5.)된 바 있음

❖ 일본 근로자 정신건강 관련 법·정책 특징

- 「노동안전위생법(労働安全衛生法, 이하 ‘노위법’이라 함)」은 심리적인 부담의 정도를 파악하기 위한 검사 시행(제66조의10)규정을 두고 있으며, 위반 시 50만 엔 이하의 벌금에 처하고 있음
 - 노위법 및 「노동안전위생규칙(労働安全衛生規則)」은 사업주로 하여금 1년에 1회 이상 근로자에게 조사표를 배포하는 등 스트레스체크 의무 규정을 두고 있음
 - 스트레스체크제도의 의무대상은 상시 50인 이상 근로자가 근무하는 사업장이며, 50인 미만 사업장의 경우 적극적인 노력의무로 여겨지고 있음. 단, (의무대상의 여부는 별론으로 하고) 스트레스체크는 근로자의 건강 관리에 포함됨에 따라 스트레스체크를 하지 않은 경우에는 안전배려의무* 불이행이 될 가능성이 있음

* 안전배려의무란 「노동계약법(労働契約法)상의 사용자의 의무로 “사용자는 근로계약에 따라 근로자가 생명, 신체 등의 안전을 확보하면서 근로할 수 있도록 필요한 배려를 하여야 함”을 명문화 한 의무임(제5조)

- 「노동 시책의 종합적인 추진과 노동자의 고용 안정 및 직업 생활의 충실 등에 관한 법률(労働施策の総合的な推進並びに労働者の雇用の安全及び職業生活の充実等に関する法律)」 제9장은 “직장에서의 우월적인 관계를 배경으로 한 언동으로 인한 문제에 관해 사업주가 강구해야 할 조치”를 규정하고 있으며, 「사업주가 직장에서의 우월적인 관계를 배경으로 한 언동으로 인한 문제에 관해 고용관리상 강구해야 하는 조치 등에 대한 지침(事業主が職場における優越的な関係を背景とした言動に起因する問題に関して雇用管理上講ずべき措置等についての指針)」은 파워하레스먼트(パワーハラスメント, power+harassment)를 정의하고 있음
- 판례에서는 “안전배려의무” 위반으로 인한 파워하레스먼트가 인정되고 있음
 - 아카츠키산업 외 사건(暁産業ほか事件(福井裁判所平成26年11月28日判決)) 電通事件最高裁判決) : 상사로부터의 발언들은 강도 높은 심리적 부하, 인격부정, 협박에 해당하므로 전형적 파워하레스먼트라고 한 사건
 - 사이타마시(환경국직원)사건(さいたま市(環境局職員)事件(東京高裁, 平成29年10月26日判決)) : 괴롭힘 사실 유무에 대한 적극적 조사 및 신속한 선후책 중요(사후대응), 괴롭힘 방지를 위한 직장환경 조성 의무, 주치의 및 산업의와의 연계(확인 등) 의무를 논한 사건

❖ 독일 근로자 정신건강 관련 법·정책 특징

- 정신건강에 대한 논의는 2012년 금속노조로부터의 스트레스 예방 지침 수립 요구에 응하여 본격화 됨
- 산안법(ArbSchG) 제5조 개정을 통해 근로자의 정신적 부담(psychische Belastungen bei der Arbeit)에 대하여 제3항에서 별도로 규정하고 이에 대한 위험성 평가를 실시하도록 위험성 평가를 실시하도록 함
- 정부는 「사업장에서의 심리적 부하에 대한 관리·감독 기본 방침」 및 「심리적 부하의 위험성 평가를 위한 실천 방안」을 제시하고 또한 위험성 교육 실시 시, 교육 내용 및 대상이 정신건강을 포함될 때는 공동결정권의 대상이 됨

❖ 호주 근로자 정신건강 관련 법·정책 특징

- 2023년 「작업보건안전법(The model Work Health and Safety Act)」 시행규칙에서 사회적·심리적위험에 대하여 정의하고 있음
- 이에 따른 안전보건기준 수행을 위하여 실무적 가이드라인인 「행위지침(The model Code of Practice)」을 마련하고 행위지침에서 사회적·심리적 위험 통제를 위한 단계적 절차*를 소개함
 - * 사회적·심리적 위험 통제를 위한 4단계 : 위해인식, ① 위험평가, ② 위험통제, ③ 통제방법 검토
- 사업장에서 발생하는 일반적인 사회적·심리적 위험의 유형에는 작업요구, 역할의 명확성 부족, 조직의 변화관리 미흡, 열악한 물리적 환경, 폭력과 공격성, 따돌림, 괴롭힘, 성희롱, 갈등, 열악한 직장관계와 상호관계 등이 포함됨

❖ 핀란드 근로자 정신건강 관련 법·정책 특징

- 산업안전보건청은 ‘근로자의 건강에 유해한 영향을 미칠 수 있는 사업장 공동체의 사회적 역동성뿐만 아니라 업무내용 및 근무제와 관련된 요인’을 심리사회적 업무량 요인(Psychosocial workload factors)으로 정의하고, 이는 업무내용과 근무조건과 관련 있는 것으로 보고 있음
- 사용자의 의무로서 위험 평가 및 관리와 산업의료인과의 협력을 제시하고 있으며, 이에 따라 사용자는 유해한 업무량 방지를 위하여 위험평가 프로세스, 산업의료의 도움으로 업무에 대하여 압박(strain) 관리를 해야 함
 - 위험 평가 및 분석을 가장 중요한 도구로 여김
- 문제가 되기 전에 근로자의 건강에 위험을 초래할 수 있는 심리사회적 업무량 요인 해결하는데 있어서 역량을 갖춘 외부 전문가와 상의할 것을 강조함

❖ 덴마크 근로자 정신건강 관련 법·정책 특징

- EU의 “사회적·심리적 위험의 예방과 위험평가 및 위험관리조치를 위한 가이드라인(Guide for Assessing the Quality of Risk Assessments and Risk Management Measures with regard to Prevention of Psychosocial Risks)” 및 WHO와 EU의 PRIMA-EF 등에 의해 개발된 “심리사회적 관리에 대한 유럽 프레임워크에 대한 가이드라인(Guidance on the European Framework for Psychosocial Risk Management)” 등의 유형과 개념에 따라, “심리사회적 위험(psychosocial risk)”을 산업안전보건의 관점에서 예방하고자 함
- 「근로환경법(Working Environment Act)」제15조a는 PDCA(Plan, Do, Check, Action) 사이클을 구축하고 위험 평가와 개선을 실시하는 것을 사용자에게 의무화함
 - 이에 대한 이행확보는 근로환경청에 의한 감독(inspection)과 인증(certification)으로 도모(제13조)하고 있으며, 적극적인 감독 외에도 근로자들은 직장 내 괴롭힘이나 성희롱과 같은 고충을 근로환경당국에 제출할 수 있으며, 이에 따라 특정 감독이 있을 수 있음
 - 또한 정부는 심리사회적 근로환경(특히 「산업안전보건법」을 위반)에 대해 의심이 있는 경우, 공인 안전보건 컨설턴트의 의무조사를 통하여 심리사회적 근로환경을 조사하라는 명령을 내릴 수 있음

시사점

❖ 주요 선진국의 국가차원에서의 근로자 정신건강 보호 및 예방 대응

- 일본의 경우 사업장의 스트레스체크를 의무화하고 산업재해예방 중기계획에 근로자의 정신건강을 위한 대책 마련 등 의무를 마련하고 있음
- 독일은 산안법에서 위험성평가에 따른 심리적 부하를 진단하도록 하고, 이에 대한 관리감독 기본방침 및 위험성평가 실천방안 지침을 마련하고 있음

- 호주의 경우 국가정신건강전략수립 및 안전작업청 하에 따른 행위지침에서 사회적·심리적 위험관리를 하도록 제시하고 있음
- 핀란드 산업안전보건청에서는 심리사회적 업무량 요인을 정의하고 위험성 평가를 통한 예방조치의 필요성을 식별하는 등 안전보건 관련 사항을 기본적 국가전략으로 수립하고 있음
- 덴마크는 근로환경법에 따라 1차 예방시책과 위험성 평가의 대상이 되는 주요한 위험 요인(노동량, 속도, 감정 부담, 폭력·위협, 괴롭힘 등)에 대응하는 가이드스 툴을 마련함

3. 연구활용방안

활용방안

❖ 근로자 정신건강 보호를 위한 법·정책 연구 기초자료 마련

- 우리나라, 일본, 독일, 호주, 핀란드, 덴마크 등 법제 현황 및 특징 검토
- 주요 선진국의 국가차원에서 근로자 정신건강 관련 대응·대책 동향 검토



연락처

- **연구책임자** : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 송안미 연구위원
부산대학교 권혁 교수
- **연락처** : 052-703-0827
- **e-mail** : julie8818@kosha.or.kr

05

「산업안전보건법」법령 정비 방안 연구

1장

정책 제 도

📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 10월

🔍 핵심단어 : 「산업안전보건법」, 위험성평가, 근로자 의무, 작업중지, 도급인의 책임



Highlight

- ▶ 정부의 '중대재해 감축 로드맵'에 따라 "자기규율 예방체계" 확립을 위한 「산업안전보건법」의 법령 정비 과제(위험성 평가 의무화 및 법 체계 정비, 근로자 의무 명확화 등)와 중대재해의 실효적 예방을 위한 법령 정비 과제(선제적 작업 중지, 안전보건감독 설비 설치 등), 법 적용의 명확성 제고(사업장 및 도급 개념 등)를 위한 법령 정비 방안에 대한 전문가 의견을 제시하였다.

1. 연구배경

- ▶ 중대재해감축로드맵에서 제시된 위험성 평가 중심의 자기규율 예방체계를 도입하고, 중대재해를 실효적으로 예방하고, 법 적용의 명확성을 제고할 수 있도록 「산업안전보건법」의 법령정비 필요성 존재
 - 주제별로 다양한 분야의 전문가(법조인, 학자, 연구자, 행정가 등)가 참여하여 법령의 정비방안에 대한 의견을 제시

2. 주요연구내용

🔍 연구결과

❖ 근로자 역할 및 의무 명확화

- 산업안전보건에 대한 근로자의 역할을 명확히 하는 차원에서 근로자의 협력의무와 준수의무를 규정하는 방안을 검토

- 「산업안전보건법」에서 정하는 기준을 준수할 근로자의 의무로 보호구의 정확한 착용, 기계·기구 및 설비의 사용기준에 따른 사용, 방호장치의 임의 분리·변경 행위의 금지, 산업재해 발생 위험 상황에 대한 보고의무 등을 규정하는 방안 검토

❖ 위험성평가 의무화

- 자기규율 예방체계의 핵심수단이라 할 수 있는 위험성평가가 실질적으로 정착될 수 있도록 위험성평가 정의 규정 정비, 위험성평가에 대한 근로자 참여 명확화, 위험성평가 미 실시 또는 부적정 실시에 대한 시정명령 근거 규정, 위험성평가 미 실시 또는 부적정 실시에 대한 과태료 규정 신설 등 검토

❖ 작업중지 근거규정 및 해제절차 합리화

- 시정조치 기간 중 산업재해가 발생할 급박한 위험이 있다고 판단되는 경우 한시적 작업중지 명령이 가능하도록 규정 개정 검토
- 작업중지 명령 이후 사업주가 소재불명되거나 당해 작업이 포함된 공사나 사업 자체를 포기한 경우, 현장 실사를 통해 향후 해제 필요성이 인정된다고 판단되면 고용노동부장관이 직권으로 해제 결정을 내릴 수 있도록 「산업안전보건법」에 근거 규정 신설 검토

❖ 사업장 개념 및 업종별 구분 관련 개편

- 사업장 개념을 경영 지배력이 미치는 범위 내에서 「산업안전보건법」상 의무이행이 실효성을 가질 수 있는 범위를 단위로 하여 재구축하는 방안을 검토
- 공공부문 등에 대해서도 산안법의 안전보건체제를 적용하되, 공공질서 유지 등을 위해 개별 법률로 따로 정할 필요가 있는 경우 해당 법률에 따르도록 일부 적용 제외로 개선하는 방안을 검토

❖ 「산업안전보건법」상 근로자대표 개편

- 「산업안전보건법」과 「근로기준법」은 입법목적이 다르고, 이에 따라 장소 개념을 토대로 산업재해 위험의 예방을 위한 제반 의무를 규정한 「산업안전보건법」의 입법취지를 반영하여 해당 장소나 업무의 위험성을 단위로 하여 근로자대표 제도를 다원화하는 방안을 검토

❖ 안전보건 감시 기기 설비 설치

- 안전보건 감시 기기 설치에 현행 법령상의 근거 및 향후 법적 근거의 제도화 관련하여 그 근거를 검토

❖ 도급, 도급인의 책임, 발주자 개념

- 도급 개념 관련하여 수급사업주의 자체적 안전보건 확보가 가능한 부분은 도급에서 제외하는 방안을 검토하는

- 동시에 유해·위험도가 높은 작업에 대하여 집중적으로 책임을 부여하는 방안 검토
- 도급인의 책임을 합리적으로 조정하는 한편, 중층적 도급의 경우 중간수급인의 도급인으로서의 책임을 명확화 하는 방안 검토
 - 발주자의 개념을 규범적 판단이 가능한 기준으로 보완하는 방안을 검토

시사점

- ❖ 산업안전보건에 대한 근로자의 역할을 명확히 하고 협력의무와 준수의무 반영 필요
- ❖ 위험성평가 정의규정 정비, 위험성평가에 대한 근로자 참여 명확화, 위험성평가 미 실시 또는 부적정 실시에 대한 시정명령 근거 규정, 위험성평가 미 실시 또는 부정적 실시에 대한 과태료 규정 신설 필요
- ❖ 산업재해가 발생할 급박한 위험이 있다고 판단되는 경우 고용노동부의 한시적 작업중지 명령이 가능하도록 근거를 마련하고, 작업중지 명령 사업장에 대한 직권 해제가 가능하도록 근거 신설 필요

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 「산업안전보건법」령 개정 또는 법령 및 지침의 해석 시 기초자료로 활용
- ❖ 정책 자료 및 가이드 작성 시 기초자료로 활용
- ❖ 학술논문 작성 및 후속 연구에 활용



연락처

- 연구책임자 : 충남대학교 김기선 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 나민오 연구위원
- 연락처 : 052-703-0822
- e-mail : mino05@kosha.or.kr

06

산업안전보건기준에 관한 규칙 정비방안 연구

📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 산업안전보건기준규칙, 건설, 화재·폭발, 기계·전기, 보건



Highlight

- ▶ 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 현행화는 기술 및 산업구조의 변화에 대응하고 위험기계·기구별 안전기준의 현장 적합성을 고려하는데 있어서 필수적으로 진행되어야 할 사항이다. 동 규칙은 크게 건설, 화재·폭발, 기계·전기, 보건 분야로 이루어져 있으며, 본 연구에서는 각 분야 별 조문검토를 통하여 해당 규정의 명확화·현행화·체계정비에 필요한 선행연구로써 기초자료를 마련하고자 하였다.

1. 연구배경

- ▶ 중대재해 감축 로드맵 발표(2022.11.30.)에 따라 정책과제 4대 전략 이자 14개 핵심과제 중 하나인 「산업안전보건기준에 관한 규칙(이하, '기준규칙'이라함)」현행화 필요
 - 기술 및 산업구조의 변화, 위험기계·기구별 안전기준의 현장 적합성 등을 고려하여 기준규칙을 현실에 맞게 정비할 필요성이 제기됨
 - 현 상황에 맞지 않는 오래된 규정 현행화
 - 중복조항 정비 및 조문명·내용을 국민들이 알기 쉽도록 정비
 - 기준규칙 정비 및 현행화 마련을 위하여 조문별 검토 및 기초자료 마련 등 선행적·학술적 연구 필요

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 건설 분야

1) 비계 등 관련 조항

- 현행화를 위해 S.W.C.(Safety Working Cage) 등 新공법 규정 신설 필요
- 비계 구조·설치 방법·사용 시 일반적인 안전조치를 규정하고 비계 종류별 세부적 조치 방안은 고시로 규정
 - * 현행규정에 따른 비계 종류별 설치방법 등 규정과 관련하여 ① 비계 사용 시 일반적 조치의무 규정을 두거나, ② 「가설공사 표준안전지침(고용노동부고시)」, 「시스템비계 안전작업지침(공단 KOSHA-Guide)」 등을 함께 검토하여 개편방안 마련

2) 차량계 건설기계 분야

- 현장의 안전과 관련 없는 불필요한 규정을 검토·삭제하고, 불명확한 용어 및 모호한 규정 정비를 통한 실효성 확보
 - * 제199조(전도 등의 방지)의 경우 “건설기계를 ‘작업하는 경우’”로 규정하여 ‘이동 중’을 전제로 한 규정 적용 모호함에 따라 “건설기계를 ‘사용하는 작업’할 때 그 기계가 넘어지거나 굴러 떨어짐으로써”와 같이 이동을 포함할 수 있도록 ‘사용’할 때로 수정함이 적절함
- ‘위험해질 우려가 있는 경우’ 또는 ‘위험해질 우려가 없는 경우’에 따라 의무를 부과하는 현행규정을 위험성 평가를 통해 판단하도록 규정하여 자기규율 도모
- “차량계 하역운반기계”와 “건설기계”는 취해야 할 안전조치 등이 유사하므로, “이동식 작업기계”로 묶는 등 조문체계 정비 필요

3) 추락 및 굴착 관련

- 규정의 명확화와 관련하여 ‘높이 2미터 이상이 되는 굴착작업’하는 경우 사전조사 및 작업계획서 작성 등 의무를 부여하고 있으나 굴착 높이의 기준점이 굴착 바닥면 또는 지표면인지 불분명함에 따라 이를 ‘굴착 바닥면으로부터 높이 2미터 이상이 되는 굴착작업’으로 개정을 고려할 필요가 있음
- 전체 발파작업 중 일부 작업단계에 대한 조치만 지엽적·세부적으로 규정하고 있는 부분을 작업 단계별 필수적인 보호방법을 규정하고 세부 방법은 고시 등으로 규정할 것을 고려할 수 있음
 - * OSHA Regulations(우리나라의 기준규칙에 준하는 미국의 기준규칙으로 이해할 수 있음)를 참조할 수 있음

❖ 화재·폭발 분야

1) 위험물 등의 취급 등 관련

- 위험물질의 저장·보관, 취급 시 작업방법, 취급 장소의 안전성확보 등 위험물질 취급 사업장에서 이행하여야

할 화재·폭발 안전기준이 혼재(제226조, 제235조, 제237조, 제227조, 제228조, 제229조, 제233조, 제230조, 제231조, 제232조, 제311조), 중복(제227~제257조, 제237조, 제238조)하여 나열되고 있음

- 따라서 위험물질의 저장·보관, 작업방법, 취급 장소 등 목적별 조문 그룹화하는 등 조문체계를 정비하여 위험 물질에 의한 화재·폭발 위험 제거·감소조치를 명확히 규정하기 위한 조문체계 정비가 고려됨

〈조문체계 정비안〉



* 예컨대, 제237조(자연발화의 방지), 제238조(유류 등이 묻어 있는 걸레 등의 처리) 양 조문 모두 자연발화에 의한 화재 예방 조치로서 자연발화물질을 적절히 저장·보관하도록 규정한 조문이므로 이들 조문을 통합하고, 자연발화물질의 저장·보관방법 등 자연발화 방지조치에 대한 구체적 사항은 고사·가이드로 제시

❖ 기계·전기 분야

1) 기계·기구 종류, 정의 및 적용대상 등 명확화

- 「산업안전보건법」상 차량계 건설기계, 하역운반기계 분류체계가 건설기계관리법·KS와 차이가 있어 기계에 대한 정의 및 분류체계 등을 종합하여 재구성하는 방안 논의
- 기계·기구 등을 이용한 작업 중 노출될 수 있는 ‘위험점’을 기준으로 기계·기구류를 재분류하여 안전조치 사항 규정

| 현재 | 논의사항 |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 기계·기구별 안전조치 규정 <ul style="list-style-type: none"> - 회전축, 벨트, 연삭기, 분쇄기 등 → 덮개 설치 | <ul style="list-style-type: none"> • 위험점별 안전조치 규정 <ul style="list-style-type: none"> - 협착점·끼임점·절단점·물림점·회전말림점 등 → 덮개 또는 전자식 방호장치 등 위험방지 조치 |

2) 가공물·기계유형과 관련 조항의 분류체계 정비 등

- 기계·기구 등을 사용한 작업 중 노출될 수 있는 위험점을 기준으로 안전조치 사항 포괄적으로 규정하되, 프레스 등 사고다발 설비*에 대해서는 별도 조항으로 규정하는 방안 검토

* 절곡기 등 규칙에서 적용이 제외되고 있는 설비에 대해 규칙 포함 여부를 함께 검토할 필요가 있음(절곡기는 프레스·전단기와 유사한 위험요인이 있으나 규칙에는 별도 예방규정이 없음)

3) 위험에 상응하는 방호조치 규정

- 재해사례 등을 고려하여 사고예방에 적합한 안전조치* 규정
 - * 제121조의 사출성형기의 경우 ‘협착’에 의한 위험이 크에도, ‘말림’ 및 ‘감전’ 위험 방지를 규정있음에 따라 ‘협착에 의한 위험 방지조치를 규정할 필요가 있음(‘협착’ 위험을 방지하기 위하여 작동 중에는 게이트 가드가 열리지 않거나 열릴 경우 작동이 멈추도록 하여야 함)

❖ 보건 분야

1) 총칙 및 소음 관련 규정

- 조명 관련 규정은 위험을 예방하기 위해 사업주가 반드시 해야 할 내용으로 규정하고, 세부 조도기준은 고시에 기술할 필요가 있음
- 환기설비 구성요소별 설치 규정(제72조~제77조)은 고시로 규정하되, 향후 기술변화를 신속히 반영할 수 있도록 하여야 함
- 소음에 대해 체계적 관리를 유도하기 위해 위험성 평가 기본 탑재 및 조문 순서 재배치 검토가 필요함
 - * 영국의 경우 ① 위험성 평가, ② 평가결과에 따른 조치, ③ 보호구, ④ 유해성주지 등을 기본내용으로 하고 있음.

2) ‘온습도’ 및 ‘방사선’ 분야

- 현행규정은 성격이 다른 유해인자(고열, 한랭, 다습)에 대한 조치사항을 구분 없이 규정하고 있으나, 이를 유해인자별로 체계적으로 정비할 필요가 있음
 - * 예) 1절 정의, 2절 위험성평가, 3절 고열작업시 조치사항, 4절 한랭작업시 조치사항, 5절 다습작업시 조치사항, 6절 보호구 등 順으로 규정
 - * 폭염 등 기후변화 관련 규정도 별도 절(節)로 구분하여 조치사항 명확화
- 현행 고열·한랭작업 등 특정 인위적 상황에만 적용하는 예방조치기준과는 별도로 일반 작업장 온도관리 규정 신설(총칙)
 - * 총칙 외의 세부적 사항은 고시, 가이드에서 규정하는 것을 고려해 볼 수 있음

3) 병원체, 근골격계, 석면, 이상기압

- (질병명 정비) 사용하지 않거나 최근 10년간 발생사례 없는 질병명 정비
 - * 안) ▲인간면역결핍증 → 후천성면역결핍증, ▲탄저병(08년 이후 발생사례 없음) → 규열로 대체
- (감염 고위험작업 정비) 해당 조문은 수용자에 대한 감염관리 차원에서 접근할 사항에 관한 것으로 감염 고위험 작업에서 특성이 다른 ‘보육시설 등 집단수용시설에서의 작업’은 삭제검토를 할 필요가 있음
- (근골격계질환예방관리프로그램) 근골격계 부담작업 보유 시 상시 운영토록 하고 관련 질환자 발생, 설비 추가 시 기존 프로그램 수정·보완하는 체계로 개편. 단, 현행 제662조는 일종의 감독상의 조치인 점을 고려하여 해당 상황 발생 시, 안전보건개선계획 수립명령, 보건진단명령을 통해 조치하고, 규칙에서는 삭제하는 방향으로 검토할 필요가 있음

- (잠수·잠함 작업 자기규율 예방체계화) 잠수·잠함 작업을 하는 경우, 유해위험요소를 검토·평가하여 작업계획을 수립토록 규정

* 영국의 경우 전반적 유해위험요소에 대한 위험성 평가를 바탕으로 작업계획을 수립토록 규정(Diving Regulations 참조)

시사점

- ❖ 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 현행화 마련을 위한 기초 자료 마련
 - 기준규칙의 전반적 검토를 통하여 실효성 없는 규제 검토 및 개선방안 논의
 - 기술 및 산업구조 변화, 위험기계·기구별 안전기준의 현장 적합성 등을 고려하여 실효적 작동 방안 논의

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 기준규칙 정비를 위한 분야별 검토 의견 및 기초자료 마련
 - 건설, 화재·폭발, 기계·전기, 보건 각 분야 별 조문의 현행화를 위한 선행연구로써의 기초자료 제공



연락처

- 연구책임자 : 성균관대학교 전용일 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 송안미 연구위원
- 연락처 : 052-703-0827
- e-mail : julie8818@kosha.or.kr

07

산업안전보건지도사 제도 발전방안 연구

1장

정책
제도

📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 10월

🔍 핵심단어 : 산업안전보건, 산업안전지도사, 산업보건지도사, 지도사자격제도



Highlight

- ▶ 산업안전보건지도사 제도의 체계적 운영 및 관리를 위하여 다양한 환경변화에 대응되는 전략을 마련하고 체계적 자격 운영 및 관리 전략을 도출을 위한 기초를 구축하여 산업안전보건지도사 자격의 전략적 추진 방향을 수립하고 제도발전을 위한 비전과 핵심 추진사항을 제시하였다.

1. 연구배경

- ▶ 「중대재해처벌법」 시행 이후 고용노동부에서 ‘중대재해 감축 로드맵’을 잇따라 발표하면서 산업안전보건에 대한 공공 및 민간의 관심이 크게 증대된 상황에서, 산업안전보건지도사 자격제도의 내실화 및 활성화 방안마련에 대한 필요성 대두
 - 산업안전보건지도사 제도의 체계적 운영·관리를 위한 기초를 마련하기 위하여 다음 내용을 기초로 산업안전보건지도사 제도 발전방안을 모색하였음
 - 산업안전보건지도사 배출현황 및 합격자 특성 조사
 - 유사 국가기술자격, 타 국가전문자격제도와의 비교 수행
 - 국가기술자격과 국가전문자격이 공존하는 법령 사례 및 운영 특성 등 분석
 - 국가기술자격과 국가전문자격의 자격관리 사례

2. 주요연구내용

연구결과

- ❖ 산업안전보건지도사 자격은 국가전문자격으로, 사업장 내 안전 및 위생·보건상의 문제점 규명과 그에 따른 대책 수립을 위해 도입되었음
 - ※ 국가자격은 국가기술자격과 국가(전문)자격으로 구분되며 산업안전보건지도사는 국가전문자격으로 분류됨
 - 산업안전보건지도사의 활용은 「산업안전보건법」 및 동법 시행령에 의거하며, 공정상의 안전에 관한 평가·지도, 유해·위험의 방지대책에 관한 평가·지도, 위험성 평가의 지도, 작업환경의 평가 및 개선 지도 등의 직무를 수행
- ❖ 국가전문자격인 산업안전보건지도사와 ‘안전관리’분야 국가기술자격(건설안전기술사 등) 및 ‘보건관리’분야 국가기술자격(산업위생관리기술사 등) 간의 차이점을 비교한 결과,
 - 직무 : 지도사 업무는 안전보건에 대한 평가, 자문, 지도 및 조언을 중심으로 수행되고 안전보건관련 국가기술 자격의 경우 안전보건 지식과 기술을 기반으로 안전보건관리 프로세스에 따른 업무를 수행
 - 자격시험 : 안전보건관련 국가기술자격과 달리 지도사는 응시자격의 제한이 없으나 자격취득에 소요되는 최소 시간 등을 기준으로 판단할 때 지도사는 최소 기술사 또는 그 이상의 수준을 가진 자격으로 볼 수 있으며 양 자격분류의 시험과목은 유사하게 구성되어 있음
 - 선임요건 : 선임요건의 경우 지도사는 산안법 중심, 기타 관련자격의 경우 산안법에 더불어 「건설기계관리법」, 「화학물질관리법」 등 타 법령에서도 선임요건을 다루고 있음
- ❖ 안전보건 분야 외의 국가전문자격제도와 그 유사 자격이 공존하는 사례를 살펴본 결과,
 - 직무 : 국가전문자격은 개별법령을 통하여 자격취득자의 직무내용, 업무 영역 등을 규정하고, 국가기술자격은 국가기술자격법에 근거하여 직무의 내용과 범위가 포괄적으로 제시됨
 - 시장진입 : 국가전문자격은 자격취득에 여부에 따라 노동시장으로 진입할 수 있는 면허성 성격을 띠며, 국가 기술자격은 노동시장 진입에 제한이 없는 능력인정형 자격임
 - 자격시험 : 양 자격분류 상 자격검정내용은 노동시장에서 자격 취득자가 활동할 수 있는 일자리 및 업무 범위와 직결되어 구성상의 차이를 보이며 국가기술자격의 경우 국가전문자격에 비하여 검정내용이 포괄적임
 - 업무범위 : 국가기술자격의 경우 업무독점형 자격이 아니기 때문에 특정 일자리에서 요구되는 업무보다는 유관 분야의 다양한 일자리에서 활용가능한 업무를 설정하고 있어 업무범위가 폭넓게 설정되어 있다는 특징을 보임

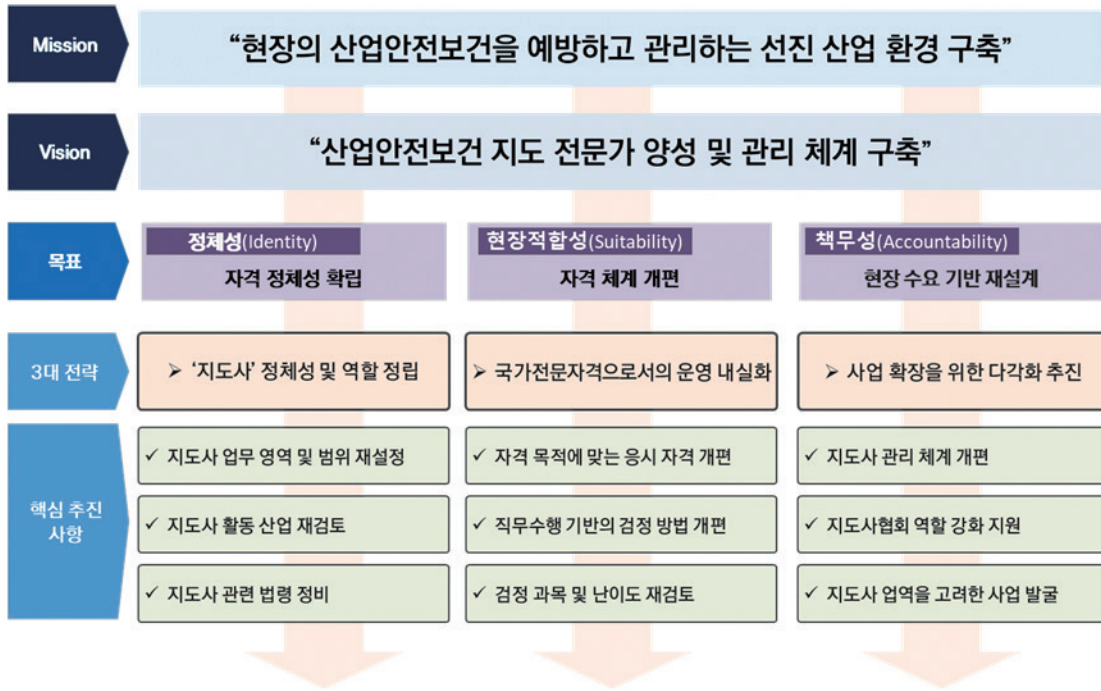
- ❖ 관계자 의견수렴을 통하여 산업안전보건 시장에 대한 인식, 산업안전보건지도사 자격 취득자 현황, 산업안전보건지도사 수행 직무에 대해 파악하고 자격 취득자 대상 설문조사 수행
 - 산업안전보건 시장은 법적인 안전보건관리 요건이 마련되어 있어 지속가능한 시장이 형성되어 있으나 산업안전보건지도사가 수행해야 하는 고유 업무가 별도로 지정·제시되어 있지 않고 자격취득자에 대한 혜택은 부재함
 - 지도사 자격 취득자는 산업안전보건 업무경험이 있는 공무원, 민간기업 관계자로 주로 구성되어 있으며 퇴직 이후의 활용을 위하여 관련 공무원 및 공공기관 직원들의 관심 증가
 - 응시요건 부재에 따라 자격취득 수요가 점차 증가하고 있는 동시에, 충분한 업무경력이 없는 응시자가 자격을 취득하는 사례가 발생함에 따라 동 자격의 노동시장 활용성을 제대로 담보하기 어려움
 - 국가기술자격 취득자는 산안법에 근거한 행정사항 중심으로 안전보건 업무를 수행하는 반면 지도사는 복합적인 원인이나 경험에 따른 위험성 파악 등 포괄적인 안전지도 역할 수행
 - 단 지도사의 기업진단 및 지도관련 역량 개발이 필요하다는 의견이 제시됨

3. 연구활용방안

🔍 개선방안

- ❖ 산업안전보건지도사 제도 발전을 위한 비전체계 및 주요 분석 결과를 바탕으로 핵심 추진사항별 주요 내용 도출
 - 지도사 정체성 및 역할 정립을 위하여 지도사 업무 영역 및 범위 재설정, 지도사 활동 산업 재검토, 지도사 관련 법령 정비
 - 국가전문자격으로서의 운영 내실화를 위하여 자격 목적에 맞는 응시 자격 개편, 직무수행 기반의 검정 방법 개편, 검정 과목 및 난이도 재검토
 - 사업 확장을 위한 다각화 추진을 위하여 지도사 관리체계 개편, 지도사 협회 역할 강화 지원, 지도사 업역을 고려한 사업 발굴

〈산업안전보건지도사 제도 발전을 위한 비전체계도〉



활용방안

- ❖ 지도사 시험제도 개선방안, 산안법상 적합한 역할 부여방안 등 제도개선을 위한 기초자료로 활용하고 인력수급 상황 등을 고려한 자격제도 운영방안 마련
 - 이를 토대로 내실 있는 자격제도를 운영하고 우수한 지도사 인력을 배출하여 국내 산업재해 예방에 기여

연락처

- 연구책임자 : 한국공학대학교 정동열 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 김유리 과장
- 연락처 : 052-703-0829
- e-mail : benefit@kosha.or.kr

08

사업장 내 근로자 작업중지 운영에 관한 연구

📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 10월

🔍 핵심단어 : 작업중지, 근로자, 운영매뉴얼, 위험성평가, 자기규율예방체계



Highlight

- ▶ 본 연구에서는 근로자 작업중지(산안법 제52조)의 운영현황과 쟁점, 국내·외 운영 우수사업장 사례조사, 통계분석, 노사단체 의견수렴 등을 통해 작업중지의 범위와 요건, 도입 절차, 우수 운영사례 등을 포함하는 매뉴얼을 개발하여 근로자의 자율적 안전보건 참여 확대를 독려하고자 하였다.

1. 연구배경

- ▶ 산업재해 예방을 위해 ‘작업중지’ 등 근로자의 적극적인 참여 필요
 - 「중대재해 감축 로드맵」에서 제시한 ‘자기규율 예방체계’의 효과적 작동을 위해서는 안전보건에 대한 근로자의 적극적인 참여가 요구됨
 - 무엇보다도 산업재해가 발생할 급박한 위험 상황에서 근로자 스스로 작업을 멈출 수 있도록 하는 ‘근로자 작업중지’ 제도가 올바르게 이루어질 필요가 있음
- ▶ 사업장 내 근로자 작업중지 제도 정착·운영 상 어려움 증대
 - 근로자 작업중지 행사요건(급박한 위험)의 해석상 이견 및 프로세스화 미비(규정, 매뉴얼화)로 인해 제도 정착에 현실적 어려움을 겪고 있음
- ▶ 근로자 작업중지 제도의 원활한 운영을 위해 매뉴얼 개발·보급 필요
 - 근로자 작업중지 활용 우수사례 조사 및 관련 문헌검토로 작업중지의 범위, 요건 및 절차 등을 포함하는 표준 매뉴얼을 개발하여, 근로자의 자발적 안전보건 참여확대를 독려하고자 함

2. 주요연구내용

연구결과

* 주요 선진국의 근로자 작업중지 관련제도 문헌조사

- 독일과 캐나다는 「산업안전보건법」에서 근로자 작업중지 규정, 일부 국가는 간접적 방식으로 운용
 - 영국은 고용권리법에서 일부 언급하고 있으며, 미국과 함께 작업중지 후 대피한 근로자에 대한 불이익 처분 금지 등 간접적인 방법으로 작업중지 운용
 - 일본은 근로자 작업중지 제도를 법으로 명시하지 않음
- 급박한 위험에 대한 정의는 국가별로 상이
 - 우리나라는 “산업재해가 발생할 급박한 위험”으로 정의하고 있음
 - 미국은 “사망이나 심각한 부상의 위험”, 독일은 “자신이나 다른 사람의 안전에 중대한 즉각적인 위험이 있는 경우”, 영국은 “심각하고 급박하다고 합리적으로 믿었고 근로자가 피할 수 없다고 합리적으로 예상할 수 없었던 상황”으로 규정
 - 캐나다는 안전보건법령을 위반하는 모든 사항을 근로자 작업중지의 대상으로 정의
 - 사업장 안전보건관리시스템 요소와 작업중지 운영 간 관계분석
- 산업안전보건실태조사 데이터 분석 결과, 모든 업종에서 공통적으로 위험성평가가 근로자 작업중지 운영 여부와 밀접한 관련성을 갖는 주된 요인으로 도출됨
 - 근로자 작업중지 현장 작동성 향상 방법으로 위험성평가를 활용하는 것이 가장 효과적

| 안전보건관리시스템 현황 | 검정방법 | 제조업 | 서비스업 | 건설업 |
|---------------|------|-----------|-----------|-----------|
| 산업안전보건업무 전담부서 | T | 1.087 | 1.500 | 4.544 ** |
| 산업안전보건위원회 운영 | A | 0.714 | 3.874 | 10.149 ** |
| 노동조합 | T | -8.770 | 5.092 ** | 3.569 ** |
| KOSHA-MS 인증 | T | 1.120 | 2.071 | 4.870 ** |
| ISO 45001 | T | 0.047 ** | 1.790 | 5.085 ** |
| 위험성평가 실시 | A | 14.026 ** | 35.960 ** | 16.768 ** |
| 위험성평가 근로자 참여 | T | 4.794 ** | 4.374 ** | 5.546 ** |
| 위험성평가 결과 관리노력 | C | 0.274 ** | 0.296 ** | 0.288 ** |
| 규모별 작업중지 분위기 | A | 1.358 | 1.114 | 4.793 ** |

※ T : T-검정, A : ANOVA 검정의 검정통계량, C : 상관분석의 상관계수, **은 통계적 유의수준 p<0.05를 나타냄

❖ 사업장 작업중지 운영 실태조사

- 총 17개 사업장(제조업 9, 건설업 2, 서비스업 2, 외국계 기업 4개소)을 방문하여 실태조사 수행
- 최근 3년 근로자에 의한 작업중지 사례가 있는 사업장은 6개소
- 대부분 사업장에서 산안법 제52조를 인용하여 안전보건관리규정에만 작업중지 내용 명시
 - 취업규칙이나 단체협약에 명시한 사업장은 1~2개 수준
- 급박한 위험에 대한 정의는 고용노동부에서 예시한 7가지 사례를 채택하는 수준
 - 소수의 일부 사업장에서 주요 안전보건기준 상 위반사항 추가
- 일부 우수사업장은 근로자 작업중지 선포식, 홍보, 교육 및 전산시스템을 통한 실적관리, 자체적 환류개선 시스템 마련 등 체계적으로 관리

❖ 근로자 작업중지 운영 매뉴얼 개발

- 근로자 작업중지 운영 매뉴얼 구성(총 4개 장과 부록으로 구성)
 - 제1장 : 작업중지 제도와 법적 개념, 작업중지의 주체(근로자, 사업주, 고용노동부 장관), 해외 작업중지 제도, 급박한 위험에 대한 기준, 사업주와 근로자의 역할, 작업중지 운영절차
 - 제2장 : 사내규정 반영, 인식개선활동, 협력업체 참여, 위험성평가에 반영 방법 등
 - 사내규정 반영 : 안전보건관리규정, 업무절차서, 위험성평가 지침서, 단체협약, 취업규칙 등
 - 인식개선 활동 : 선포식, 안내문 게시, 인센티브제도 운영, 교육, 작업 전 점검
 - 협력업체 참여 : 협의체 운영, 도급계회서에 작업중지 명시, 인센티브 지급, 포상 등
 - 위험성평가 반영 : 위험성평가서에 급박한 위험 구분, 작업재개를 위한 위험성평가 실시
 - 제3장 : 업종별(제조업, 건설업, 기타업종) 근로자 작업중지 운영 우수사례 소개
 - 제4장 : 근로자 작업중지 운영 참고자료 수록(체크리스트, 기록관리 양식, 홍보용 포스터 등)
 - 부록 : 사례를 통한 급박한 상황 예시와 작업중지 운영방법, Q&A



| CONTENTS | |
|------------|---------------------------------------|
| I | 1. 산업안전법령의 작업중지 제도 9 |
| | 2. 근로자 작업중지의 이해 14 |
| | 3. 근로자 작업중지의 운영 20 |
| II | 1. 사내규정에 반영 31 |
| | 2. 근로자 인식개선 활동방법 위한 안내 관련 활동 34 |
| | 3. 수급업체(협력업체) 등 협력업체 43 |
| | 4. 위험성평가를 활용한 방안 46 |
| III | 1. 제조업 87 |
| | 2. 건설업 96 |
| | 3. 기타업종 113 |



시사점

- ❖ 사업장 실태 조사 결과, 사업장에서는 근로자 작업중지의 요건과 절차, 도입방법, 예시 등을 포함하는 표준 매뉴얼의 보급 요구
- ❖ 위험성평가의 활성화가 근로자 작업중지 운영에도 긍정적 영향을 미칠 수 있음을 확인
- ❖ 국내 사업장 실태조사 결과 근로자 작업중지의 정착은 아직 미흡한 상황으로, 노사가 참여하는 위험성평가와 연계·운영이 필요함

3. 연구활용방안

- ❖ 근로자 작업중지 관련 법·제도 개선을 위한 근거자료로 활용
- ❖ 개발된 운영 매뉴얼을 사업장 내 근로자 작업중지 활성화를 위한 참고 자료로 보급
- ❖ 사업장 안전보건관리체계 구축, 근로자와 사업주의 인식 개선, 급박한 위험 발생 시 작업중지를 통한 산업재해 발생 방지에 기여



연락처

- 연구책임자 : 한국교통대학교 함병호 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 김명중 연구위원
- 연락처 : 052-703-0826
- e-mail : junkim@kosha.or.kr

09

소 부처 안전보건관계 법령 실태 파악

1장

정책 제도

 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 10월

 핵심단어 : 「산업안전보건법」, 안전보건관련법령, 안전보건조치, 안전보건관리체계



Highlight

- ▶ 종사자의 안전보건 확보를 위한 개별 법령의 개선을 위하여 「산업안전보건법」 일부를 적용하지 않는 사업의 종사자 안전보건 체계 개선(안전과 보건을 통합적으로 관리·감독하는 방안), 특수형태 근로종사자 안전보건 체계 개선 및 기타 종사자 안전보건체계 개선이 요구된다.

1. 연구배경

- ▶ 국정과제인 산업재해 예방의 효과적 달성 및 고용노동부의 중대재해감축로드맵 이행 촉진
 - 「산업안전보건법」 법령·기준 정비 및 타 부처 안전보건관계법령과 정합성 확보
 - 산업재해 예방 강화 및 기업 자율의 안전관리체계 구축

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 산업재해예방에 관한 기본법으로서의 「산업안전보건법」의 위상 정립 필요성

- 「산업안전보건법」은 안전보건관리체계, 안전보건교육, 유해·위험 방지조치, 도급 시 산업재해예방, 유해·위험 기계 등에 대한 조치, 유해·위험물질에 대한 조치, 근로자 보건관리, 산업안전지도사 및 산업보건지도사, 근로감독관 등으로 구성되어 있으며, 사업주의 종사자(노무를 제공하는 사람)에 대한 의무를 규정하여 모든

산업분야에서 재해예방에 관한 기본법의 역할을 하고 있음. 그러나 각 산업의 특수성을 고려, 개별법을 통하여 별도의 기준과 사업주의 의무를 규정하는 경우가 상당수 존재함

| 고려사항 | 법률명 |
|-------------------------------------|--|
| 고도의 전문성을 갖춘 별도의 안전보건기준이 필요한 경우 | ▶ 원자력안전법 |
| 사업장 특성상 별도의 안전보건관리체계가 필요한 경우 | ▶ 광산안전법 ▶ 선박안전법 ▶ 항공안전법 ▶ 선원법 ▶ 항만안전특별법 ▶ 생활주변방사선 안전관리법 |
| 고용관계의 특수성 고려하여 별도의 안전보건관리체계가 필요한 경우 | ▶ 생활물류서비스법 ▶ 화물자동차운수사업법 ▶ 공연법 ▶ 연구실안전법 |
| 산업의 특수성 고려하여 별도의 안전보건관리체계가 필요한 경우 | ▶ 여객자동차운수사업법 ▶ 도로교통법 ▶ 철도안전법 ▶ 고압가스안전관리 및 사업법 ▶ 송유관안전관리법 ▶ 전기공사사업법 ▶ 전기안전관리법 ▶ 건설기술진흥법 ▶ 액화석유가스의 안전관리 및 사업법 |
| 기타 | ▶ 에너지이용합리화법 ▶ 소음진동관리법 ▶ 화재의 예방 및 안전관리에 관한 법률 ▶ 교통안전법 ▶ 폐기물관리법 ▶ 교육시설 등의 안전 및 유지관리 등에 관한 법률 |

❖ 종사자의 안전보건 확보를 위한 개별 법령의 개선방안

- 「산업안전보건법」 일부를 적용하지 않는 사업의 종사자 안전보건 체계를 개선방안
 - 「산업안전보건법」 일부를 적용하지 않는 사업의 종사자 안전보건 체계를 개선하기 위하여 「선박안전법」 적용 사업 종사자의 안전보건 체계 개선, 「광산안전법」 및 「원자력안전법」 적용 사업의 ‘보건조치’ 관리 및 감독 개선이 필요함
 - 장소적·공간적 여건에 비추어 산업안전보건기준을 통한 안전보건 확보가 적절하지 아니한 사업 또는 고도의 전문성이 요구되는 분야에서는 특유의 별도 안전보건기준을 설정하고, 그러한 기준을 설정한 부처에서 직접 전문인력을 활용하여 안전보건 조치에 대한 관리 및 감독을 수행하는 방안이 타당함
 - 특히, 「광산안전법」 적용사업의 경우 광산안전관에게, 「선박안전법」 적용 사업의 경우 선원근로감독관에게 근로감독권한을 부여하는 법 개정이 요구되며, 「원자력안전법」 적용사업의 경우에도 이와 유사한 제도의 마련이 요구됨

- 「선원법」의 개선방안
 - 인적 적용대상에 있어 보호의 사각지대 해소를 위하여 「선원법」 제3조 제1항 제3호에서 명시하는 ‘총톤수 20톤 미만인 어선으로서 해양수산부령으로 정하는 선박’ 다음에 괄호를 넣어 ‘단, 제79조부터 제89조까지는 20톤 미만의 어선에도 적용한다.’는 예외 규정을 두는 방안을 제안함
- 특수형태 근로종사자 안전보건 체계 개선
 - 택배서비스 사업자의 택배서비스 종사자에 대한 안전보건조치 의무와 영업점에 대한 안전보건 관리 의무의 범위·내용 등의 구체적인 법령 개정이 필요함
 - 생활물류서비스사업자의 휴게시설 설치의무와 관련하여 그 세부기준에 관한 고시의 흠결이 있으므로 세부 기준의 법령 개정이 필요함
- 「공연법」의 개선방안
 - 공연장 안전관리의 실효성을 담보하기 위하여 현재 대통령령에 위임된 안전관리조직(안전총괄책임자, 안전관리담당자) 중 안전총괄책임자의 직무를 재해대처계획의 수립에 관한 사항, 사고조사의 대응 등으로 법률에 구체적으로 명시하는 개정이 필요함
- 「항만안전특별법」의 개선방안
 - 「항만안전특별법」 제4조 다른 법률과의 관계 규정 중 단서규정은 「산업안전보건법」에서 정하고 있는 사항은 「산업안전보건법」이 항만안전특별법에 우선 적용되며, 이에 따르면 항만안전특별법에 정하는 안전 관련 규정이 「산업안전보건법」상에 포함되는 경우 항만안전특별법 규정이 무의미해지거나 두개의 법령이 충돌할 수 있음
 - 수규자의 혼란을 방지하기 위해서 항만의 특수한 고용관계와 유해위험의 지배관리 주체를 고려한 안전관련 규정이 필요한 경우, 「항만안전특별법」에서 관련 내용을 정하고 “이 법에서 정하고 있는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」이 정하는 바에 따른다.”로 개정할 필요가 있음

시사점

❖ 「산업안전보건법」과 타 안전보건관계법령의 관계

- 다수의 정부 부처가 산업재해로부터 종사자를 보호하는 규정을 두거나 각 법령의 목적달성을 위해 별도의 안전보건기준을 두는 경우, 각 법령간의 적용에서 발생하는 문제점, 예컨대 중복규제 적용 기준의 차이, 법 적용의 사각지대 등을 최소화하고 각 법률의 목적을 달성할 수 있도록 법 적용의 정합성을 꾀할 필요가 있음.
- 특히 산업재해예방에 있어서 「산업안전보건법」의 적용이 제외되거나 기준에 미달되지 않는지 살펴볼 필요가 있음

- 특정한 개별 법률에 명시되어 있는 규정들이 당해 사업 분야에서 안전보건에 관한 규정을 모두 담고 있다고 보기는 힘들고, 따라서 개별 법률에 입법적 흠결이 발생하는 경우에는 그 흠결된 부분에 대해서는 보충적으로 「산업안전보건법」을 적용할 가능성이 확보되어야 함

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 「산업안전보건법」과 개별 안전보건 관련 법령을 비교분석을 통해 중복 규제를 개선하고, 법의 정합적 적용을 도모하여 법령간 보호의 사각지대 해소에 기여
- ❖ 수급자가 중대재해 예방을 위해 준수해야 하는 안전보건법령상 의무를 파악하고 이행하는 데 기여

연락처

- 연구책임자 : 아주대학교 법학전문대학원 이진국 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 김부관 부장
- 연락처 : 052-703-0821
- e-mail : kbg7826@kosha.or.kr

10

중소규모 기업의 산재예방 역량 향상을 위한
인증 제도 연구

📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 위험성평가, 산업재해, 중소기업 인증제도, 산재예방역량향상



Highlight

- ▶ 본 연구에서 개발된 ‘중소규모 사업장 안전보건인증’ 모델은 bizSAFE 프로그램과 유사하게 사업장의 안전보건 능력 향상 프로그램을 적용하였고, 중소사업장에서 안전보건에 대한 기본적인 인식 강화와 자율적 관리체계의 단계별 이행을 제시하였다. 최종적으로는 안전보건관계법령과 소규모 사업장 안전인증기준에 따라 안전보건경영시스템을 구축하여 사업장의 유해위험요소를 도출, 관리가 가능하도록 구성하는 등 중소기업의 안전관리에 대한 인증제도를 제시

1. 연구배경

- ▶ 정부는 2022. 11. 30 ‘중대재해 감축 로드맵’을 발표하였으며, 중소기업 등 중대재해 취약분야 집중 지원·관리 전략 중 하나로 위험성평가 인정제도를 개편하여 소규모기업의 안전수준 확인·향상을 위한 인증제도 신설을 제시함
- ▶ 중소기업의 안전관리에 대한 역량 자체의 부족함이 원인으로 전폭적인 지원으로 관리하고자 함으로 많은 중소기업이 자금이나 인력 면에서 취약하여 대기업보다 안전보건경영시스템을 취득하고 운영하기가 어려움
- ▶ 최근 공생협력프로그램에 따라 대기업의 지원을 받는 협력업체를 비롯한 소규모 사업장도 안전보건경영시스템을 도입하려는 사업장이 늘어나고 있어 ‘위험성평가 중심 안전보건 인증 모델’개발을 통해 소규모 사업장의 자발적 산재예방 역량 강화에 중요한 역할을 담당하게 될 것임

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 중소기업 사업장의 산업재해 특성 분석

- 국내외 안전보건인증 제도조사 및 분석
 - 국내 인증제도 : 조선업 안전보건수준평가, 공공기관 안전보건수준평가, 행안부 재해경감 우수기업 인증, 식약처 식품안전관리 인증, KOSHA MS, 연구실안전인증제도, 위험성평가 인정제도, 대중소기업 상생협력사업
 - 국외 인증제도 : 미국 VPP, 영국 HS65, ISO45001, ILO-Audit Matrix, 싱가포르, Bizsafe, 주요 국가별 안전보건경영시스템
- 중소기업 사업장 인증모델 개발 및 시범적용

시사점

- ❖ 중소기업 사업장을 대상으로 개발된 '위험성평가 중심 안전보건 인증'은 사업장이 스스로 이행 가능하고 기본적인 안전보건경영시스템의 구축으로도 충분히 접근이 가능하며, 사업장 구성원의 참여로 안전보건에 대한 스스로의 역량 강화를 위한 단계별 이행의 제시로 기존의 인증 또는 인정제도보다 중소기업에 맞도록 설계되었다는 점에서 가장 큰 차이가 있음
- ❖ 중소기업 사업장 안전보건인증 모델을 통해, 안전관리 역량이 부족한 중소기업에 대해 안전보건을 이행하고 관리할 수 있는 제도적인 보완점을 제시

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 안전보건이행에 대한 컨설팅 지원, 사업장 유해·위험요인에 대한 개선비용 지원, 재해율 감소 시 안전보건 고도화 컨설팅 지원, 원청 업체와의 계약 시 가산점 활용
- ❖ 정책도입을 위한 추가적인 적용 및 공청회를 통해 제도화 추진



연락처

- 연구책임자 : 한서대학교 최서연 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 김정섭 선임연구위원
- 연락처 : 052-703-0831
- e-mail : jsky2001@kosha.or.kr

11

중소규모 기업의 위험성평가 실행력 제고를 위한
구체적인 방안 마련

 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 11월

 핵심단어 : 중소기업, 위험성평가, 위험성평가 지원제도



Highlight

- ▶ 중소기업의 위험성평가 실행력을 강화하기 위해서는 사업장 내부에서 위험성평가의 실질적 필요성에 대한 욕구가 있어야 하며, 정부의 적절한 지원체계가 보다 강화될 필요가 있다. 특히, 사업장 내에서 위험성평가를 이끌어 갈 우수한 전파자를 양성하고, 참여유도를 위한 정부 지원책을 확대하고, 지원시스템을 효과적으로 구축하고, 지속적인 모니터링과 제도 개발이 필요하다.

1. 연구배경

- ▶ 위험성평가를 통한 자율규제 확립
 - ‘중대재해 감축 로드맵’에 따른 자율 예방체계 확립을 위해서는 위험성평가가 중요함
 - 그러나, 대체로 위험성평가 실행력이 부진함(2019년 작업환경실태조사 결과, 전체 위험성평가 경험 33.8%)
 - 위험성평가 제도가 현장에 정착하기 위해서는 중소기업의 위험성평가 실시 및 확산방안이 필요함
 - 선진국의 관련기관 방문을 통해 위험성평가 제도 법체계 및 감독방향, 중소기업에 대한 지원방안 및 성과, 실태 등 조사
 - 우리나라 중소기업의 위험성평가 현황 조사를 통한 문제점 및 개선사항 파악
 - 전문가 및 현장의견 수렴을 통해 중소기업의 위험성평가 실행력 제고를 위한 구체적인 방안 제안

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 독일의 위험성평가 제도 현장조사

- 사고사망만인율이 0.12(2020년 기준)으로 우리나라 대비 낮은 수준
- 감독은 주정부에서 연간 5만건, BG(Berufsgenossenschaften)에서 20만건 실시
- 1996년 산업안전보건법에 위험성평가 제도 도입한 이래, 정부정책 방향은 위험성평가를 기반으로 실시
- 사업장의 위험성평가 실시율은 79.6%(‘15년 기준), 수용도는 점점 높아짐
- 산재보험조합연합회(Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, DGUV)에서 20인 미만 소규모 사업장을 위한 온라인 지원센터 구축
- 소규모 사업장의 위험성평가 수용도를 높이기 위하여 KuG2 지원프로그램 운영
- 소규모 사업장을 위한 Quick Starter를 개발하여 시범사업으로 운용

❖ 중소기업의 위험성평가 수용도와 운영실태

- 50인 미만 제조업, 건설업 사업장 22개소를 대상으로 심층인터뷰
- 위험성평가 실시에 어려움이 있으며, 위험성평가 후 실질적 개선에도 재정적 어려움
- 위험성평가에 대한 이해도는 규모가 작아짐에 따라 낮아짐
- 위험성평가 담당자의 역할이 중요하나, 인력이 부족함
- 근로자 참여와 관련하여 생산현장의 경우 실제 참여하기 어려운 여건이 많음
- 정부에서 제공하는 자료는 많으나, 기업에서는 아직까지 부족하다고 생각함
- 중소기업 사업장이 쉽게 따라할 수 있도록 교육과 지도방법의 개발 및 보급을 요구함
- 특히, 클린사업장 지원, 산재보험요율 감면제도 등에 관심이 많음

❖ 중소기업 사업장 위험성평가 실행력 강화를 위한 필수요소

- 사업장 내부에서 위험성평가의 실질적 필요성에 대한 욕구 필요
- 정부의 적절한 지원체계 강화 필요

시사점

❖ 중소기업 사업장의 위험성평가 실행의 어려움

- 위험성평가 제도에 대한 인식, 자료, 교육 등 기본적인 요소 부족함

- 위험성평가 후 안전시설이나 장비의 개선에 대한 재정적 부담
- 위험성평가의 자발적 참여를 위해서는 정부의 촉진 정책과 재정지원이 요구됨

3. 연구활용방안

🔍 개선방안 또는 정책방안

- ❖ 사업장에서 위험성평가 활동을 적극적으로 추진할 전파자 양성
- ❖ 참여유도를 위한 지원책 확대
 - 위험성평가 결과 개선에 필요한 재정지원을 포함한 다양한 인센티브 개발 필요
- ❖ 지원시스템 구축 및 활성화
- ❖ 지속적인 모니터링과 제도개발 체계 구축

🔍 활용방안

- ❖ 중소기업 사업장의 위험성평가 실행력 강화 개선방안 마련 자료로 활용
 - 위험성평가 제도 개선 참고자료
 - 위험성평가 기준 정비 참고자료



연락처

- 연구책임자 : 미래안전문화포럼 신인재 이사장
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 김정섭 선임연구위원
- 연락처 : 052-703-0831
- e-mail : jsky2001@kosha.or.kr

12

특별교육 대상 작업별 사고재해 분석 및 제도 개선방안 마련 연구

- 📅 연구기간 : 2023년 5월 ~ 2023년 10월
- 🔍 핵심단어 : 특별교육, 제도개선, 특별교육 작업, 사고 재해



Highlight

- ▶ 제도 도입이 후 개선 방안에 대한 검토가 부족했던 특별교육 대상 39개 작업에 대해 재해 분석, 사업장 조사, 전문가 면담을 통해 현행 유지 27개 작업, 문구 수정 필요 작업 10개 작업, 2개의 작업을 합하여 규정할 필요가 있는 작업 1개, 제외 대상 작업 1개, 신규 추가작업 3개 작업을 제시하였다.

1. 연구배경

- ▶ 전문지식과 능력이 필요한 고위험 작업을 하는 근로자의 산업재해 예방을 위해 39개 작업에 대해 특별교육 제도를 마련하였으나, 1990년 제도의 도입 이후 큰 변화가 없어 시의성이 떨어짐
 - 특별교육 대상 작업의 기준이 기계의 수 등 위험성과 무관한 것이 있고, 대상 작업이 무엇인지 명확하지 않으며, 위험한 작업 여러 개를 동시에 하는 경우 교육시간이 과도하게 산정되는 등 제도상 미비한 점이 있음
 - 특별교육이 안전사고 예방하기 위한 실질적인 교육이 되기 위해서 현행 제도를 진단, 산재 발생 가능성이 크고 전문성이 필요한 작업을 특별교육 대상으로 재분류, 작업별 적절한 교육시간 산정 등의 제도개선 필요
 - 본 연구는 산업재해와 설문조사 분석을 통해 특별교육 대상 작업에 대한 제도 개선안을 체계적으로 마련하고자 함

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 산업재해 분석

재해개요를 사망자 재해인 사망재해개요와 사고자(180일 이상) 재해인 사고 재해개요를 종합 평가하기 위하여 사망자 재해개요 분석, 특별교육 대상 작업(총 39개)의 사망자 분석, 특별교육 대상 작업의 위험도 추정, 사고 재해자 재해 개요 분석 순으로 산재발생 현황 분석 실시

- 사망자 재해개요 분석 : 최근 5년(2018년~2022년) 발생한 사망재해 4,410건 자료 분석
 - 사망 발생의 원인 작업을 164개 작업으로 분류하여 분석 결과 이 중 16개 작업이 사망건수의 전체 50%를 차지
 - 사망 사고의 기인물을 337종으로 분류 후 분석 결과 23개 기인물이 사망건수의 전체 50%를 차지
- 사망재해와 사고재해자 분석을 통해 총 39개 특별교육 대상 작업의 위험도를 사망 재해건수 및 사고 재해건수 차이를 비교하여 총 5등급으로 분류함
 - 1~2등급은 수용할 수 없는 리스크로 각 8개, 17개 작업이 포함되며, 3~4등급은 실질적 리스크로 각 2개, 7개 작업을 포함, 5등급은 위험수준을 평가할 수 없으나 사망 및 부상 위험이 있는 작업으로 총 5개 작업이 해당함
- 설문조사 분석 : 779개 사업장을 대상으로 특별교육에 대한 ‘교육필요성’, ‘작업위험도’, ‘내용만족도’, ‘시간만족도’, ‘특별교육 방법’, ‘위험성평가를 통해 위험하다고 생각하는 작업’, ‘효과적이라고 생각하는 교육시간’ 조사
 - 설문조사를 바탕으로 현행 39개 특별교육의 ‘교육내용’, ‘교육시간’에 대해서 유지, 개선필요 작업을 분류하여 제시

❖ 특별교육 대상 작업에 대한 개선안

- 분석결과를 바탕으로 개선안 2종을 개발하고, 이를 전문가 의견을 수렴하여 개선안(종합)을 도출
 - 개선안(I)은 현행 39개 작업에 대한 위험도 및 순위를 제공하여 특별교육에서 제외할 수 있는 작업에 대한 정보제공에 초점을 두었고, 개선안(II)는 현행 39개 작업에 대한 위험도와 적정성으로 특별교육에서 포함되어야 하는 작업에 대한 정보제공에 초점을 둬
 - 개선안(I)과 개선안(II)는 정량적인 지표를 만들어 도출한 개선안이므로, 이를 전문가 의견을 반영하여 개선안(종합)을 도출
- 개선안(종합)에서 현행 유지(27개), 문구 수정(10개), 합침(1개), 제외(1개), 추가(3개) 방안 제시
 - ※ 추가(3개) : ‘승강기 보수 및 점검작업’, ‘지붕의 설치·해체 작업’, ‘비계를 사용한 건축물 외벽의 개축·보수 작업, 도장 작업(달비계만 해당한다.)’

시사점

- ❖ 현행 39개 작업의 특별교육에 대해 시의성이 떨어진다는 지적 등 여러 제도상의 미비한 점에 대한 개선 방안을 제시
 - 유해하거나 위험성이 큰 작업을 발굴하여 특별교육에 추가하여 산업현장에서 특별교육을 실시하여 중대재해를 예방하여 재해율 감소, 인적자원 보호, 그리고 재해로 인한 사회적인 비용을 크게 줄일 수 있을 것

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 안전보건 특별교육 제도 개선을 위해 「산업안전보건법 시행규칙」의 [별표 4]와 [별표 5]의 개정을 위한 기초 자료 제공
 - 연구 결과를 기초로 제도 개선을 위한 토론회 등 사회적 합의를 도출을 위한 자료로 활용



연락처

- 연구책임자 : 미래안전문화포럼 장서일 박사
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 조윤호 연구위원
- 연락처 : 052-703-0832
- e-mail : uno@kosha.or.kr

13

특수형태근로종사자 보호를 위한 안전보건교육 활성화 방안 연구

📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 10월

🔍 핵심단어 : 특수형태근로종사자, 안전보건교육, 중대재해, 실태조사



Highlight

- ▶ 특수형태근로종사자 보호를 위한 국내외 안전보건교육제도 분석, 규모 및 현황 파악, 안전보건교육 실태조사 등을 통한 안전보건교육 개선방향 및 활성화 방안을 제시하였다.

1. 연구배경

- ▶ 특수형태근로종사자(이하 '특고종사자') 중대재해는 최근 5년간 급격히 증가('17년 5명 → '21년 36명)하고 있으며, 정부도 산안법 시행령 개정 등을 통해 특고종사자 안전보건교육을 실시하고 있으나, 특고종사자 노무 제공 형태의 다양성, 쉬운 이직 등 직종 특성과 함께 교육 인프라 부족 등으로 인해 실제 교육의 효과가 미비함
 - 이에, 특고 전속성 요건 폐지 등 법령 개정사항, 특고종사자 직종 특성을 고려 시 안전보건교육의 실효성 강화를 위해 최초 입직 시 기초안전보건교육 이수 등과 같은 새로운 교육제도 도입 등 검토 필요
 - 특고종사자의 중대재해 예방을 위해 직종별 특고종사자 현황 및 실태조사를 통한 현 제도의 문제점 진단과 특고종사자의 산재예방 역량 제고를 위한 교육제도 활성화 방안 마련 필요

2. 주요연구내용

연구결과

- ❖ **(현황 분석)** 특고종사자 규모는 약 96만 명으로 추정되며, 지속적인 증가 추세에 있어 추후 직종 추가될 경우 안전보건교육을 이수해야 할 종사자의 수는 더욱 증가할 것으로 보임

 - 특고종사자의 직종별 산업 현황, 사업구조 및 체계, 전속성 파악 등을 통해 직종별 안전보건교육 활성화 방안 제시 위한 기초자료 마련
 - 국외: 해외의 경우 특고종사자를 대상으로 하는 안전보건 교육에 대한 규정은 마련되어 있지 않으며, 교육 의무를 사업주에게 부과하고 있음. 다만, 독일과 영국의 경우에는 안전보건교육 전문 강사 양성 혹은 안전관리체계 구축을 통해 기업에서 근로자의 안전관리를 자율적으로 운영되도록 하고 있음
 - 국내: 국내 타 법령에서는 일부 직종(건설기계조종사, 택배기사, 화물차주)에서 안전교육을 이수하도록 명시하고 있으나, 교육내용이 해당 직종에 국한됨. 「산업안전보건법」에서 명시하는 일반적인 안전보건교육의 내용과는 상이
 - 실태조사: 특고종사자 온라인 설문(6,388명) 및 직종별 면담조사(72명) 등을 통해 특고종사자 노무제공 형태, 안전보건교육 현황, 안전보건교육 효과 및 요구사항 등을 파악
 - 안전보건교육 실시율 및 특고종사자들의 안전보건교육 참여의지 저조, 안전보건교육의 직종별 전문성 미비 등이 지적됨

- ❖ **(활성화방안)** 직종별 상이한 특고종사자의 특성을 고려하여 특성이 유사한 직종을 그룹핑하여 공통 및 그룹별 개선 및 활성화 방안을 제시

 - 교육 전문성 확보를 위해 직종별 기관에서 해당 직종에 대한 단일 교육과정 운영 허용 검토
 - 사업주 및 특고종사자 대상 안전보건교육에 대한 홍보 활성화
 - 교육의 중복에 따른 부담 해소 등을 위해 타 법령에 따른 의무교육의 교차인정 고려
 - 자체 안전보건교육에 대한 강사지원 및 교육시행에 대한 지도·점검 강화
 - 전속성이 낮아 교육의 주체에 대한 판단이 어려운 특고종사자 대상 사전 기초안전보건교육제도 도입
 - 플랫폼 가입을 통해 업무를 수행하는 특고종사를 고려, 플랫폼 안전보건교육 이수 인증절차 검토
 - 특고종사자 안전보건교육 활성화를 위한 각 주체별(정부·공단·민간교육기관·관련 단체) 역할 강화 등

시사점

- ❖ 특고종사자에 대한 국내외 안전보건교육 제도 분석, 직종별 규모 및 특성을 파악
- ❖ 특고종사자의 안전보건교육 실태조사를 통해 현행 제도의 문제점 분석 및 개선방안 마련
- ❖ 특고종사자의 안전보건 역량 제고를 위한 다양한 안전보건교육 활성화 방안 제시 등

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 특고종사자 산재예방 역량강화를 위한 특고종사자 사전 기초안전보건교육제도 도입(중대재해 감축 로드맵 추진 과제) 법 개정 등을 위한 기초자료로 활용



연락처

- 연구책임자 : 한서대학교 김남균 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 최윤석 차장
- 연락처 : 052-703-0825
- e-mail : mrhunk@kosha.or.kr

14

중대재해사건에 대한 판례 법리 분석

📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 10월

🔍 핵심단어 : 「산업안전보건법」, 중대재해처벌법, 판결문 통계분석, 법리분석
도급인 책임강화



Highlight

- ▶ 중대재해를 수사하는 기관으로서는 「중대재해처벌법 시행과 산업안전보건법 개정의 파급효과», 「법리분석에 따른 범죄의 본질», 「통계분석에서 나타난 주요 쟁점」 등을 고려한 수사목표와 절차를 마련하여 불필요한 인권의 침해를 막으면서 수사의 효율성을 높여야 할 것이다.

1. 연구배경

- ▶ 2019년 「산업안전보건법」 전면 개정 이후 중대재해사건에 대한 법리 및 양형 변화 파악
 - 2020년 1월 16일 이후 「산업안전보건법」 위반사건에 대한 최근까지의 판례(2020년 1월~2023년 4월)를 조사하여 처벌유형과 양형의 변화를 분석
- ▶ 「산업안전보건법」 위반에 대한 최신 법리 분석을 통해 고용노동부 지방관서 수사의 효율성과 품질을 제고
 - 중대재해 사건을 중심으로 산안범죄의 구성요건 해당성 판단 요인과 범죄 성립에 대한 법원의 법리를 분석하여 수사상 함의를 도출

2. 주요연구내용

연구결과

1. 중대재해사건 판결문의 통계분석

❖ 「산업안전보건법」 위반사건 관련 판결문 수집·분석 대상 개요

| 판결문 수집 및 분석 대상 | 2020년 1월 1일 ~ 2023년 4월 30일까지 「산업안전보건법」 위반 사건 |
|----------------|--|
| 총판결문 수 | 총 781건(제1심 : 672건, 항소심 : 98건, 상고심 : 11건) |
| 중대재해 대상 사건 수 | 총 639건(제1심 : 545건, 항소심 : 85건, 상고심 : 9건) |
| 개정법 적용여부 | 산안법 개정 전 제1심 : 47건, 산안법 개정 후 제1심 : 498건 |
| 개정양형 기준 적용여부 | 양형기준 수정 전 제1심 : 421건, 양형기준 수정 후 제1심 : 113건 양형기준 2차 수정 후 제1심 : 11건 |

❖ 중대재해 사건의 자연인 피고인(최고책임자)의 형종

- 「산업안전보건법」 위반 사건에서 피고인에게 부과되는 형종의 일반적 비율은 벌금, 징역의 집행유예, 징역, 금고 등의 순으로 많은 비중을 차지함
- 2020년~2023년 중대재해 사건의 자연인 피고인에게는 징역의 집행유예가 63.9%, 벌금형이 29.2%를 차지함으로써 징역형의 집행유예가 지배적인 형종으로 활용됨

❖ 전부 개정 「산업안전보건법」 적용 전후의 형종 비율의 변화

- 구법 적용시의 형벌보다 신법이 적용된 판결에서 집행유예를 포함한 자유형의 선고비율이 7.8% 증가하고 벌금형도 4.0% 증가하는 등 선고형이 중하게 변하는 모습을 보임

❖ 도급 사건 관련 중대재해 사건 판결문 분석 결과

- 도급이 문제된 중대재해사건은 총 159건으로 전체 사건의 29.2%를 차지했고, 도급인인 자연인 피고인에 대한 형종은 징역 3.8%, 징역의 집행유예 49.1%, 벌금 39.0%로 나타남
- 대표에게는 징역과 집행유예 선고비율이 62%, 하위 책임자에게는 53.3%로 전자에게 부과된 형이 더 중했고, 벌금의 선고비율은 대표에게 부과된 비율이 32%, 그 하위 책임자에게는 43%가 선고되어 도급사의 대표에 대한 처벌이 보다 중했음
- 도급인에게 부과되는 자유형은 수급인에게 부과되는 자유형보다 0.83개월 높았고, 벌금형의 경우 오히려 수급인에게 부과되는 평균 벌금액이 26.82만원 많은 모습을 보임

❖ 도급인 양형인자의 특징

- 유리한 양형인자로 판결문에 가장 빈번하게 등장하는 것은 총 94.4%의 판결문에서 등장하는 ‘합의, 보상, 피해 회복’이다. ‘초범과 전과 없음’ 요소도 53.8%임
- 불리한 양형인자로로는 대표적으로 ‘피해자의 사망과 상해’라는 인자이지만, 중대재해라는 사건의 성격상 이미 범행의 불법과 책임에 포함된 요소라고 볼 수 있고, 그 다음으로 등장하는 것이 ‘동종 범죄 전력’이라는 요소임

❖ 법률 개정 전후 도급 사건 판결문에서 보이는 특징

- 도급인에게 부과된 형벌 중 징역형의 점유비율이 26.7%에서 52.6%로 대폭 늘어났으며, 수급인 소속 피고인들에게도 징역형의 선고 비율이 50.6%에서 67.2%로 증가함
- 여전히 자유형(집행유예포함) 선고 비율은 도급인 보다는 수급인에게서 더 높게 나타나고 있으며, 벌금은 개정 전 도급인과 수급인에게 부과된 비율에 비해 모두 감소함

❖ 양형기준 변화와 도급인에 대한 양형 변화

- 법률 개정 전후의 형종이나 형량 변화와는 달리 양형기준의 변화는 양형 실무에서 큰 변화를 가져오지 않은 것으로 나타남
- 도급인과 수급인에게 부과된 자유형이 형량에서도 양형기준 수정 후에는 9.69개월로 수정 전 8.79개월보다 0.9개월 더 늘어났고, 수급인의 경우 거의 변화가 없음

❖ 무죄사건 관련 특징

- 무죄 사유로는 발주자와 도급인의 구별이 문제되거나 사실상 고용관계의 존재나 관리감독의무가 존재하는가에 관련한 이른바 ‘의무의 주체’의 문제, 인과성의 문제, 증거불충분(입증부족) 등 의무위반과 중대결과 사이의 인과성의 문제에 대한 입증 노력 부족에 있음

2. 중대재해사건 판결문의 법리 분석

❖ 법리관련 통계분석

- 총 545건의 중대재해 사건 관련 판결문들 중에 법리를 포함하고 있는 판결은 9.4%에 해당하는 51건으로 법원에 기소된 사건의 경우 범죄성립여부를 중요 판단대상으로 다룬 경우는 약 10%정도라는 의미임
- 전체적으로 법리의 다툼의 빈도가 높은 사건은 도급을 포함하는 사건으로 의무자의 인정부터, 의무의 존재, 의무의 이행여부 등 다수의 쟁점이 등장하기 때문인 것으로 보임
- 법리적 다툼의 대상 중 가장 많은 부분이 주의의무위반여부(과실), 안전보건조치의무위반여부(부작위), 업무상 과실존부, 예견가능성 및 인과관계 인정 문제임

❖ 「산업안전보건법」 관련 대법원 판결의 주요 법리

(법리가 포함된 판결로 분류된 제1심 판결 총 52건 중, 총 31건의 항소가 있었고, 총 8건의 대법원 판결이 있었음)

- 수급인의 업무와 관련한 도급인의 예외적 예방조치 의무의 발생근거와 도급인과 발주자의 구별기준
- 안전보건조치의무위반(부작위)에 대한 고의인정 요건
- ‘같은 장소에서 행하여지는 사업’의 의미
- 안전조치의무를 지는 사업주의 범위와 실질적 고용관계
- 안전보건조치의무 위반 여부의 판단기준으로 실질적 안전조치
- 피해자의 과실·주의의무위반과 안전보건책임자의 주의의무위반의 인과관계 단절 여부(상당인과관계의 의미)
- ‘충분히 알려야 한다’라는 법 개념의 위헌성 여부(죄형법정주의 명확성 원칙의 해석)
- 안전보건규칙 제32조제1항 및 제63조제1항제10호의 해석

❖ 「산업안전보건법」 전면 개정 후 하급심법원 판례의 주요 법리

- 「산업안전보건법」상 작위의무 부작위에 대한 고의인정 방법
- 안전·보건조치의무 위반 여부 판단기준으로 규범 목적
- (작위)의무위반관련성과 인과관계
- 피해자의 과실과 인과관계
- 주의의무위반 관련성
- 규범적 판단기준으로 실질적인 안전조치

🔍 시사점

- ❖ 도급의 경우에는 종래보다 도급인의 책임을 중하게 묻겠다는 하급심 법원의 태도 변화가, 다소 미약해 보이더라도, 감지되고 있다고 평가할 수 있음
- ❖ 법인에게 부과되는 형벌은 개인에게 부과되는 벌금액과 거의 차이가 없다는 점에서 향후 입법적 보완책이 필요하다는 점을 다시 한 번 확인함
- ❖ 도급인과 발주자의 구분에 대한 하급심의 법리는 2개의 항소심에서도 그대로 인정되었다는 점에서 향후 대법원의 법리 형성에 그대로 반영될 가능성이 높음

3. 연구활용방안

🔍 제언

❖ 법리분석에 따른 범죄의 본질을 고려한 수사

- 「산업안전보건법」 제168조 이하의 의무위반법, 동법 제167조제1항의 안전보건조치의무위반치사죄, 그리고 중대재해처벌법 제6조 제1항과 제2항의 산업재해치사상죄라는 범죄의 본질이 무엇인지, 이들 범죄 사이의 관계는 어떠한 것인지 등에 대한 입장들이 하나씩 제시되고 있음
- 범죄성립요소의 증명에 필요한 증거를 확보하는 것이 수사 활동의 요체라고 하면, 범죄들의 성립요소, 특히 객관적·주관적 구성요건요소가 무엇이며 어떤 특징들을 가지고 있는가에 대한 정확한 인식이 필요함
- 「산업안전보건법」 제168조 이하의 다양한 의무위반, 즉 의무불이행죄는 형사법적으로 진정부작위범에 속하는 범죄이고, 이러한 범죄의 성립을 증명하기 위해서는 어떤 범죄적 결과발생도 필요로 하지 않으며, 특정한 의무를 진 자가 그 의무를 이행할 수 있었음에도 이를 이행하지 않았다는 것을 증명하는 것이 필요함
- 나아가 「산업안전보건법」의 안전보건조치의무 위반죄들은 원칙적으로 모두 고의범이라고 할 수 있으므로, 작위의무자에게 고의가 있었다는 것을 입증할 수 있는 자료를 확보하는 것이 관건임
- 산업재해치사상죄, 동 범죄가 성립한다는 판사의 판단을 이끌어 내기 위해서는 피고인이 사업주 또는 경영 책임자등에 속한다는 것을 입증할 수 있는 자료가 필수적으로 요구됨
- 형사재판에서 유죄판결은 판사에게 확신을 줄 수 있을 증거가 필요하고 직접 증거가 아닌 방식으로 증명해야 하는 것이 일반적인 범죄유형에서는 간접·정황증거의 확보는 수사와 공판의 승패를 좌우함

❖ 통계분석에서 나타난 주요 쟁점을 고려한 수사

- 중대재해가 발생한 사건에 대한 판결문 중에서 법리와 관련한 쟁점이 있는 판결문들을 분석한 결과, 도급과 비도급 중에서는 도급 관련 사건에서 법리 다툼의 비중이 더 높음
- 법리적 쟁점으로는 실질적 고용관계가 있는지, 행위주체인지 여부가 많았다는 것은 결국 그 부분의 증명이 부족한 경우 수사가 무위로 돌아갈 가능성이 높아진다는 점에서 행위주체·작위의무의 주체 입증에 수사의 비중을 두어야 함
- 행위주체, 즉 작위의무자인지 여부, 그리고 행위, 결과 그리고 그 인과성이 가장 많은 법적 쟁점으로 등장하는 것은 그 피고인이 의무자인지, 어떤 의무를 불이행한 것인지, 그 작위의무의 이행이 결과발생을 방지할 수 있었는지, 다른 원인은 없었는지, 그 피고인의 부작위가 사상의 결과에 원인이라고 할 수 있는지의 증명이 필요 불가결하기 때문임



연락처

- 연구책임자 : 경북대학교 김성룡 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 김부관 부장
- 연락처 : 052-703-0821
- e-mail : kbg7826@kosha.or.kr

15

안전보건산업 육성 전략 연구

1장

정책
제도

- 📅 연구기간 : 2023년 7월 ~ 2023년 11월
- 🔍 핵심단어 : 안전보건산업 현황, 산업육성 전략



Highlight

- ▶ 본 연구는 기업의 자기규율 예방체계 구축을 위한 안전보건산업 육성을 위해 실태조사를 실시하고 현황을 파악하여 국산 범용 안전보건제품 확산과 서비스 내실화, 안전보건융합 솔루션의 수출사업화 전략을 제안하였다.

1. 연구배경

- ▶ 기업 산업재해의 위험요인을 발굴 및 개선하고, 재발방지 노력이 포함된 자기규율 예방 체계 구축을 강조하는 중대재해 감축 로드맵이 수립되면서 안전보건 제품 및 서비스 수요는 대폭 확대될 것으로 예상
 - 기존 산업안전보건 분야는 사업장 점검, 안전보건에 대한 기준 설정 등 규제 중심의 정책 운영으로 관련 산업 현황 파악 및 육성 정책은 부족
 - 본 연구는 국내 안전보건산업의 현황을 분석하여 타부처, 국외 사례 등을 검토하여 육성 방향과 전략 수립을 통해 산재예방 정책의 효율성을 향상시키고자 함

2. 주요연구내용

🔍 연구결과

- ❖ 국내 안전보건산업의 정의와 산업적 범위
 - 국제노동기구(ILO)에 산업안전보건을 노동자 보호를 위한 과학행위로, 국제표준화 기구(ISO45001)는 사업장

에서 발생할 수 있는 각종 위험을 사전에 예측, 예방하여 궁극적으로 기업의 이윤창출에 기여하고, 조직의 안전 보건을 체계적으로 관리하는 것으로 정의

- 한국의 「산업안전보건법」에서 산업안전보건은 산업안전 및 보건 기준의 확립, 그 책임의 소재를 명확히 하여 산업재해 예방과 쾌적한 작업환경 조성을 통해 노무를 제공하는 사람의 안전 및 보건을 유지, 증진함을 목적으로 하는 활동으로 정의

• 본 연구에서는 안전보건산업은 제조업과 서비스업으로 나누어지며, 제조업에서는 다양한 업종을 포함하는 보호구, 방호장치, 안전장치/시스템, 의약품 및 의료기기를, 서비스업은 안전 및 보건관리, 교육, 검사, 컨설팅 등 다양한 서비스를 포함하는 것으로 정의

❖ 실태조사를 통한 국내 안전보건산업의 현황

- 국내 안전보건기업 204개(제조업 36개, 서비스업 168개)에 대해서 실태조사 실시
 - 제조업은 보호구 제조업체, 안전용품 및 시스템(설비) 제조업체 순, 서비스업은 보건관리서비스업, 안전관리서비스업, 안전보건 교육서비스업 순으로 비중이 높음
 - 대부분이 독립기업(95%)형태이며, 중소기업(89%)이 높은 비중을 차지
 - 평균 종사자 수는 129.1명이며, 그 중 안전보건사업부문 종사자 수는 평균 15.6명(12.1%)
 - 조사대상 기업의 매출액 평균은 213.7억 원이며, 그 중 안전보건 매출액 평균은 31.9억 원으로 전체 매출의 15% 수준
 - 경쟁력을 평가한 결과, 기술경쟁력은 최고 선진 기업 대비 61점이며, 가격 경쟁력은 63점에 불과하다고 평가하고 이를 경쟁 열위에 있는 상황을 극복하기 위해서는 제조업은 판로 확보, 핵심인력 확보, 자금 확보, 서비스업은 핵심인력 확보, 재산성 향상이 필요하다고 응답

❖ 타 부처 안전보건산업 육성정책의 특징

- 행정안전부는 재난안전산업을 중심으로 예방 중심의 선제적 안전관리(재난안전제품 인증제, 방재신기술 지정 제도, 안전산업박람회, 재난안전산업 진흥법)와 현장 중심의 신속한 재난 대응(재난분야 위기관리 매뉴얼 개선 및 디지털화) 추진
- 보건복지부는 보건산업 육성(제약산업, 의료기기산업, 보건복지부 역량강화)를 추진하며, 미래의료기반강화(보건의료기술 연구개발, 정밀의료 기술개발, 재생의료산업 육성), 의료정보 기반 구축(전자의무기록 시스템, ICT 기반 의료서비스), 보건의료 데이터 활용 진흥(의료데이터 중심병원, K-CURE 임상데이터 네트워크 등), 바이오헬스 생태계 조성을 추진

❖ 국내 안전보건산업 육성을 위한 정책방향

- 환경분석, 실태조사 등으로 현재 안전보건산업 육성 전략도출을 위한 SWOT 분석 결과,

〈 국내 안전보건산업 SWOT분석 결과(제조업) 〉

| | 강점 | 약점 |
|-----------|--|---|
| 기회 | <ul style="list-style-type: none"> • 수요 촉진 관련 정책 • 정부의 체계적 정책전달 시스템 • (제조업) 생산부문 기술경쟁력 • 낮은 해외조달 의존도 | <ul style="list-style-type: none"> • 만성적 (생산, R&D) 인력 부족 • 산업생태계 현황 파악 부족 • 판로 개척(미스 매치) • 자금 조달 |
| 위기 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전보건에 대한 사회적 관심 증가 • 기업의 사회적 책임(ESG) 대두 • 국내외 안전보건시장 성장세 • 맞춤형 수요 대응 신제품 출시 • 정부의 산업육성 의지(신규 규제) | <ul style="list-style-type: none"> • 안전보건산업 특수분류체계 • 안전보건기업 Death valley 극복 지원 • 범용 안전보건제품 공급 기업 적정 이윤 보장 |
| 위기 | <ul style="list-style-type: none"> • (중저가) 신흥국산 제품 수입으로 내수 잠식 • 글로벌 규제 수준 상향(공급망 실사지침) • 산업재해의 다양다종성, 피해규모 확대 추세 • 세계 경기 침체로 수요 및 투자 부진 장기화 | <ul style="list-style-type: none"> • (범용) 안전보건제품 국산화율 제고 • 안전보건제품 조달 및 생산 고도화 지원 • 전문인력(생산, R&D) 양성 및 고용안정성 확보 • 수요 증소기업 재정지원 |

〈 국내 안전보건산업 SWOT분석 결과(서비스업) 〉

| | 강점 | 약점 |
|-----------|--|---|
| 기회 | <ul style="list-style-type: none"> • 수요 촉진 관련 정책 • 정부의 체계적 정책전달 시스템 • 후방산업(ICT, 헬스케어, 안전 보건제품) 경쟁력 | <ul style="list-style-type: none"> • 만성적 (생산, R&D) 인력 부족 • 산업생태계 현황 파악 부족 • 낮은 인적자본 생산성 • 소규모 업체간 과당 경쟁 |
| 위기 | <ul style="list-style-type: none"> • 안전보건에 대한 사회적 관심 증가 • 기업의 사회적 책임(ESG) 대두 • 국내외 안전보건시장 성장세 • 맞춤형 디지털 헬스케어 기반 확대 • 정부의 산업육성 의지(신규 규제) | <ul style="list-style-type: none"> • 안전보건 서비스 품질 관리체계 개선 • 소규모 사업장의 서비스 접근성 강화 |
| 위기 | <ul style="list-style-type: none"> • 글로벌 규제 수준 상향(공급망 실사지침) • 산업재해의 다양다종성 확대 • 세계 경기 침체로 수요 및 투자 부진 장기화 | <ul style="list-style-type: none"> • 전문인력 확보를 위한 정주여건 개선 지원 • 안전보건 서비스 분야 민간 기업 실태조사 |

- 국내 안전보건산업은 해결해야 할 두 가지 정책적 의제는, ① 현재 소규모 영세 사업장에서 발생하고 있는 산업 재해의 저감과 ② 안전보건산업의 미래성장동력화임
 - 위 정책적 의제를 해결하기 위해 본 연구에서는 ‘국산 범용 안전보건제품 확산과 서비스의 내실화’와 ‘안전보건융합 솔루션의 수출사업화’를 정책 목표로 제안
 - 경제성 문제로 국내 범용 안전보건제품 시장 점유율이 하락하고 있는 국산 제품의 경제성을 회복하고, 안전보건서비스의 품질을 개선하여 소규모 영세 사업장 내 산재 저감에 기여
 - 안전보건제품과 서비스가 융합된 솔루션의 출시를 촉진하고, 기업들의 사업화 과정의 문제점을 해결하는 지원정책을 마련함으로써 국내 안전보건산업의 미래 성장동력으로 육성

시사점

- ✦ 본 연구는 국내 안전보건산업의 정의 및 범위를 설정하여 현황을 파악하여 정책수립 기초 자료를 제공한다는 점에서 의의가 있음
 - 기업의 자기규율체계 구축을 위해 안전산업육성은 필수적이며 이를 위해 실태조사, 전문가 인터뷰 등을 통해 현황을 파악하고 이에 맞는 육성전략을 제언함
 - 국산 범용 안전보건제품 확산과 서비스의 내실화를 위해서는 공급기업의 적정이윤 보장 방안을 강구하고 안전보건서비스 관련 전문인력 확보 방안, 안전보건융합솔루션 지원 정책 등을 수립해야 할 것
 - 또한, 산업육성을 위한 인프라 구축을 위해서는 안전보건산업 특수분류체계 운영을 검토하고, 정책발굴/인증평가/기업지원/인력양성 정책 등을 추진할 수 있는 조직 설립 고려

3. 연구활용방안

활용방안

- ✦ 효과적인 중대재해 감축을 위해 기업의 자기규율 체계 구축에 기여할 수 있는 안전보건산업 육성 정책 수립에 기초자료로 활용
 - 실태조사 등을 통해 국내 산업안전보건 관련 기업에 필요한 정책니즈를 파악하고 보완할 수 있는 정책수립에 근거 마련



연락처

- 연구책임자 : 산업연구원 조용원 연구위원
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 박선영 연구위원
- 연락처 : 052-703-0824
- e-mail : psy0906@kosha.or.kr

16

명예산업안전감독관 제도의 현황과 모범사례 분석

1장

정책
제도

 연구기간 : 2023년 8월 ~ 2023년 11월

 핵심단어 : 명예산업안전감독관, 위촉, 활동시간, 적정인력, 교육



Highlight

- ▶ 전체 사업장(130,348명, 0.84%)에 비해 명예산업안전감독관이 위촉되어 있는 사업장(7,523명, 0.65%)의 재해자 수가 확연하게 적게 나타났으며, 이를 통해 명예산업안전감독관의 활동이 직·간접적으로 산업재해 예방에 상당한 역할을 하고 있는 것을 알 수 있다. 따라서 현행 명예산업안전감독관 제도의 활성화를 위하여 활동시간의 보장, 적정 인력 확보, 업무 지원 방안, 전문화 교육 등의 제도적·정책적 제도 지원이 필요하다.

1. 연구배경

- ▶ 2023년 중대재해 감축 로드맵에 따라 노사참여에 필요한 명예산업안전감독관 활성화를 위하여 사업장의 능동적인 안전관리 활동이 중요하게 되었음
 - 정부의 지도·감독 등에 의한 수동적 안전관리 활동보다는 사업장 내 안전문화 저해요인을 개선하기 위하여 근로자의 입장에서 위험요인을 발굴 및 개선할 수 있는 명예산업안전감독관 제도의 활용방안 마련에 대한 필요성이 대두됨
- ▶ 이에 따라 사업장 내 자기규율 예방체계를 확립하기 위한 수단으로 명예산업안전감독관의 역량 및 직무에 관한 연구가 필요한 시점임
- ▶ 본 연구는 명예산업안전감독관의 현장 작동성을 파악하기 위하여 명예산업안전감독관의 운영실태 현황을 분석하는 한편, 모범 사례를 수집·분석하고, 이를 토대로 명예산업안전감독관의 업무수행 가이드라인을 마련하기 위하여 수행되었음

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 명예산업안전감독관 위촉 현황

- 국내 전체 사업장의 명예산업안전감독관 수는 총 2,445명으로 나타났으며, 그 중 전임은 8.7%(213명), 비전임 91.3%(2,232명)로 조사됨(고용노동부, 2023.9월 기준)
 - 비전임만의 직위별 분포를 살펴보면, “과장급 이상을 제외한 사원”이 41.6%(1,016명)으로 가장 높았으며, 그 다음으로 “평조합원” 23.6%(578명), “과장급이상 간부사원” 17.4%(426명), “산업안전보건부서장 및 간부” 8.7%(212명) 순으로 나타남
- 명예산업안전감독관 현황을 청별로 살펴보면, 부산청이 24.6%(602명)로 가장 많고, 중부청 22.4%(548명), 대전청 18.3%(448명), 광주청 13.3%(325명), 대구청 12.8%(312명), 서울청 8.6%(210명) 순으로 나타남

❖ 명예산업안전감독관 재해 현황

- 「산업안전보건법」 시행령 제32조제1항1호에 근거하여 산업안전보건위원회를 구성해야 하는 업종별·규모별 기준에 따라 전체 사업장, 위촉 대상 사업장, 명예산업안전감독관 위촉 사업장을 살펴봄
- 전체 사업장과 명예산업안전감독관이 위촉되어 있는 사업장의 재해 현황을 비교·분석해 본 결과, 2022년 기준 명예산업안전감독관이 위촉되어 있는 사업장의 재해율(0.57%)이 전체 사업장의 재해율(0.65%)에 비하여 낮게 나타남
- 또한 업종별로 살펴본 결과, 명예산업안전감독관이 위촉되어 있는 사업장의 재해율이 전체 사업장의 재해율 보다 비교적 낮게 나타남

❖ 명예산업안전감독관 실태 조사

- 고용노동부와 협의하여 2023년 9월 14일부터 11월 16일까지 응답자 341명 중 사내 명예산업안전감독관 332명을 대상으로 클라우드 문서 서버이를 이용하여 설문 조사를 실시하고 분석함
- 명예산업안전감독관의 응답자 특성을 살펴보면, 제조업 222명(66.8%), 서비스업 47명(14.2%), 기타업종 47명(14.2%), 건설업 16명(4.8%)으로 제조업(222명, 66.8%)이 대부분을 차지하고 있었으며, 규모별(상시근로자수)로 살펴본 결과, 100~299인 128명(38.5%), 300~999인 89명(26.8%)으로 분석됨
- 연령별로 살펴보면, 50대 153명(46.1%), 40대 128명(38.6%)으로 조사되어 50대와 40대가 281명(84.6%)으로 가장 많이 차지하는 것으로 나타났으며, 근속기간으로는 “15년 이상”이 223명(67.2%)으로 가장 높게 나타남
- 명예산업안전감독관에 위촉된 응답자의 직위는 노조원 52명(15.7%), 노조간부 167명(50.3%), 일반근로자 113명(34.0%)으로 나타났으며 “노조간부” 167명(50.3%)으로 가장 많이 차지함

- 응답자 중 명예산업안전감독관의 위촉된 기간에 관해 “2년 이내” 153명(46.1%), “2~4년 이내” 73명(22.0%), “8년 초과” 45명(13.6%), “4~6년 이내” 40명(12.0%), “6~8년 이내” 21명(6.3%) 순으로 조사됨.
- 사업장 내의 명예산업안전감독관의 위촉 수를 살펴보면, 대부분 사업장에서는 명예산업 안전감독관을 1명만 위촉(282명, 85.0%)한 것으로 나타남
 - 명예산업안전감독관의 위촉 인원의 바람직한 기준에 대하여 “사업장의 공정 종류와 특성에 따라”(123명, 37.1%), “근로자의 수에 따라”(112명, 33.7%) 명예산업안전감독관을 위촉하는 것이 바람직하다는 의견이 많았음
- 사업장 내 명예산업안전감독관으로서 안전보건활동에 참여하는 시간에 대해 “1주일에 1시간 이내”로 참여한다고 응답한 경우가 190명(57.2%)으로 가장 높았음
 - ‘명예산업 안전감독관의 사업장 내 안전보건활동이 1주일에 몇 시간이 적정한가’에 대해서는 “3시간 이상”이 적정하다는 응답이 100명(30.1%)으로 가장 높게 나타났음
- ‘명예산업안전감독관의 안전보건활동으로 사업장의 환경이 개선되었다고 생각하십니까?’에 대해 개선이 되었다는 긍정적인 응답이 215명(64.8%)으로 조사되었음
- ‘사업장 내에 따로 명예산업안전감독관 관련 규정이 있으십니까?’에 대해 “있음” 145명(43.7%), 있는지 모르거나 없는 경우가 187명(56.3%)으로 더 많이 차지하였음
- 명예산업안전감독관으로서 실시하는 업무 중 발생 빈도가 가장 높게 나타난 업무는 “근로자에 대한 안전수칙 준수 지도”(118명, 35.5%), 참여 수준이 가장 높은 업무로는 “사업장 자체점검 참여”(251명, 75.6%), 활동의 중요도가 가장 높은 것은 “위험요인이 있는 경우 사업주에 대한 개선 요청”(208명, 62.7%)으로 나타남
- 또한 명예산업안전감독관 활동 시 가장 어려운 점으로는 “근로자의 무관심 및 협조 부족”(216명, 65.1%)이라고 응답함

❖ 명예산업안전감독관 인터뷰 조사

- 명예산업안전감독관 모두 명예산업안전감독관 제도가 사업장 내 산업재해예방활동에 도움이 된다고 응답하였음
- 명예산업안전감독관의 활동 활성화를 위해서 사업장에서는 명예산업안전감독관 활동을 할 수 있는 권한 부여 및 보상체계가 필요하다고 응답하였으며 정부의 경우, 기업 평가 시 명예산업안전감독관 활동을 평가항목에 추가하여 가점을 부여하는 등 기업의 명예산업안전감독관 활동을 촉진 시켜야 한다고 지적함
- 또한 명예산업안전감독관 활동에 대한 적절한 활동 시간 보장, 교육지원, 위촉인원 등 제도적 개선이 필요하다고 응답함

❖ 명예산업안전감독관 우수 사례 분석

- 최근 3년간 명예산업안전감독관의 활동 우수사례를 중심으로 살펴본 결과, 총 18건의 우수사례가 있었음
- 안전문화 확산 사례, 작업장 개선사례, 자체점검 참여, 안전활동참여(위험성평가), 그 외에 안전보건예방 활동과 개선사례 등 크게 5가지로 나누어 볼 수 있으며 적극적인 활동을 통하여 기업 내에서 재해예방에 참여한 것을 알 수 있음

🔍 시사점

- ❖ 차후 해외 명예산업안전감독관 제도를 비교 연구할 필요가 있다고 봄. 이를 통해 효과적인 명예산업안전감독관 활성화 방안 마련을 위한 추가적인 연구수행이 필요함

3. 연구활용방안

🔍 개선방안 또는 정책방안

- ❖ 명예산업안전감독관 제도의 목적을 달성하기 위해서는 사업장의 특성과 위험요인에 따른 적절한 인력이 위촉되어야 효과를 달성할 수 있다고 보며, 사업장의 근로자수 규모별·위험요인에 대한 공정별 명예산업안전감독관을 위촉하는 방안이 필요하다고 봄
- ❖ 현재 대부분의 사업장에서 1주일에 1시간 정도 명예산업안전감독관 활동을 하고 있으나 효과적으로 활동이 이루어지기 위해서는 1주일에 3시간 정도의 시간 보장이 필요한 것으로 보임
- ❖ 명예산업안전감독관의 활성화를 위하여 사업장의 특성이 다르므로 지역별·업종별로 나누어 명예산업안전감독관이 필요한 교육(안전문화 교육, 위험성평가 교육 등)을 제공 받을 수 있도록 지원 방안이 필요함
- ❖ 또한 지역별 유사지역·업종별 명예산업안전감독관의 우수사례, 사망사고, 재해사례 등을 공유하기 위하여 신속한 정보 제공이 이루어져야 함
 - 특히 법령의 개정사항, 혹은 추가사항 정부의 정책 방향 등이 효과적으로 전달될 수 있도록 명예산업안전감독관의 네트워크를 마련하여 적극적인 홍보 방안 마련이 필요하다고 봄. 이를 위해서는 명예산업안전감독관 위촉 등록 등 제출 서류에 개인 휴대폰을 기입하고 개인정보 제공 동의 항목을 삽입할 필요가 있음

 **활용방안**

- ❖ 본 연구를 통하여 명예산업안전감독관 제도의 문제점을 파악하고 명예산업안전감독관 제도의 운영 실태(활동 시간, 적정인력 수 등)의 개선 및 정책적 지원 방안으로 차후 명예산업안전감독관 역할이 활성화될 수 있을 것으로 기대됨.

1장

정책
제도



연락처

- **연구책임자** : 인제대학교 조흥학 교수
- **연구상대역** : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 김부관 부장
- **연락처** : 052-703-0821
- **e-mail** : kbg7826@kosha.or.kr

2023
산업안전보건연구
요약집



Occupational Safety & Health Research Institute

2

산업안전

| | |
|--|-----|
| 01 정전기 화재·폭발 원인분석을 통한 안전관리 방안 마련 (재해조사 의견서 중심) | 74 |
| 02 승강기 설치 전용 작업대의 현장 적용성 확대 방안 | 77 |
| 03 사고사망 다발 위험기계 사고원인 심층분석(재해조사 의견서 중심) | 80 |
| 04 안전관리 인력 운영 가이드 마련을 위한 실태조사 | 83 |
| 05 도급사업 시 관계수급인 근로자 보호를 위한 도급인 및 관계수급인 사업주 간 안전관리 역할 명확화 방안 | 86 |
| 06 제조업 등 유해·위험방지계획서 제출 기준 개선방안 | 90 |
| 07 혼합기 및 파쇄기 등의 안전검사 대상 포함 방안 | 94 |
| 08 조선업 산업안전보건관리비 계상기준 마련 | 98 |
| 09 건설공사 발주자 안전보건대장 제도 개선방안 | 101 |
| 10 건설업 산업안전보건관리비 사용실태 조사 | 104 |
| 11 '23년 적정기술지도 대가 산정기준 개선 | 109 |
| 12 발파 및 터널작업 관련 안전기준 정비 | 113 |
| 13 사업장 안전관리 제도 개편 및 종합컨설팅기관 육성 방안 | 118 |
| 14 화학공장 정비보수 중 화재·폭발 사고의 사회기술적 원인분석 | 121 |
| 15 폐수 증발농축공정의 화재폭발 위험성 및 안전관리 방안 | 124 |
| 16 공정안전보고서 제출대상 및 이행상태평가의 합리적 개선방안 | 128 |
| 17 화학 안전보건 종합센터 설립운영 방안 | 133 |

01

정전기 화재·폭발 원인분석을 통한 안전관리 방안 마련(재해조사 의견서 중심)

📅 연구기간 : 2023년 2월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 정전기, 화재·폭발, 원인분석, 안전관리, 원인변수



Highlight

- ▶ 화재·폭발 위험장소에서의 정전기 안전관리 방안 마련을 위해 정전기 화재·폭발 통계분석, 재해·사고 관련 위험성 확인 및 주요 원인변수를 도출 하였으며, 정전기 화재·폭발 재해·사고 조사 시 필수 확인 항목, 화재·폭발 위험장소에서의 정전기 위험성평가 절차 및 방법 그리고 정전기 화재·폭발 예방을 위한 인화성 물질과 점화원의 안전한 통제방안을 각각 제시함

1. 연구배경

- ▶ 산업별 동향분석 결과에 따른 정전기적 위험물질 수요 확대 전망
 - 석유화학·정유·에너지산업, 반도체·전자산업의 동향분석 결과 신물질 취급사용 확대에 따른 정전기적 위험물질 수요는 확대 전망
 - 석유화학공장 및 생산설비의 노후화로 화재폭발 위험 공정 및 작업에서의 정전기 발생 가능성이 높아질 것으로 예상됨
- ▶ 정전기 화재·폭발 사고조사 방식의 개선 필요
 - 정전기 화재·폭발 특성상 현장 보존의 어려움, 물적 증거 부족 및 실증실험 관련 방법·절차 및 장비 등의 부재로 정전기 화재·폭발 사고조사는 대체로 추정적 방식이 적용되고 있음
 - 사고조사 결과의 신뢰성·객관성을 확보하기 위해서는 재해발생 원인변수, 원인분석 방법 및 절차 그리고 실증적 실험방법 등에 대한 고찰이 필요함

➤ 화재·폭발 위험장소에서의 정전기 안전관리 방안 마련 필요

- 정전기 화재·폭발 재해조사 의견서에 대한 발생원인의 재해석, 유해위험요인 재분류 및 개입지점의 상세화를 통해 화재·폭발 위험장소에서의 정전기 안전관리 방안 마련 필요

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 정전기 화재·폭발 관련 현황 및 원인분석

- 한국과 일본의 소방청 통계 및 산업재해 통계의 비교분석을 통해 양국 간 정전기 화재·폭발 재해·사고 발생 수준 확인을 통해 사고분석 관련 절차·방법 등에 대한 시사점 도출
- 2012년부터 2021년까지 정전기 중대재해·중대산업사고 발생 현황을 분석하여 업종, 장소, 공정, 작업, 기인물, 물질 및 대전종류 등 7개 항목으로 분류하여 교차분석을 통해 예방영역 설정

❖ 정전기 화재·폭발 관련 위험요인 및 주요 원인변수 도출

- 최근 10년간 정전기 화재·폭발 조사의견서의 심층 분석을 통해 위험요인을 파악하고 주요 원인변수 도출을 위한 분석모형을 제안
- 분석모형을 활용하여 재해·사고 사례별 분석을 통해 주요 원인변수를 정리 및 활용할 수 있는 변수카드 제시

❖ 정전기 화재·폭발 위험장소에서의 정전기 안전관리 방안 마련

- 화재·폭발 위험장소에서 정전기를 안전한 수준으로 관리할 수 있는 방안으로 인화성 위험분위기의 생성을 방지하고 점화능력을 가지는 정전기 방전 발생방지를 위한 기술적 사항 정리

시사점

❖ 정전기로 인한 인화성 물질의 화재·폭발 예방을 위한 실행대책 수립

- 정전기 관련 화재·폭발 재해·사고 조사 또는 예방대책 수립 시 필요한 필수 확인항목 제시, 화재·폭발 위험 장소에서의 재해·사고의 사전적 예방을 위한 정전기 위험성 평가 방법 그리고 화재·폭발 위험장소에서의 위험 물질과 점화원의 안전한 통제방안 제시함

3. 연구활용방안

제언

❖ 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제325조(정전기로 인한 화재·폭발 등 방지) 제1항에서는 정전기 발생의 사전적 예방조치인 정전기 측정 관련 기준은 부재한 상황임
- 이에 정전기 대전전압의 측정을 통해 정전기 발생 수준을 안전한계 이하로 억제 또는 제거될 수 있도록 안전 조치 구체화가 필요함

❖ 고용노동부 안전인증고시 개정

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제325조 제2항에서는 인체대전 정전기로 인해 화재·폭발 위험이 있는 경우 정전기 대전방지 보호구 및 제전용구 사용을 규정하고 있으나,
 - 성능저하로 인한 정전기 안전용품 성능에 대한 안전기준을 명확히 규정하고 있지 않고 있음
- KS C IEC 61340 시리즈 등의 성능평가 기준을 토대로 정전기 안전용품의 안전성능 보장을 위한 안전인증 기준 제정 및 시험장치와 기술항목의 제도화 필요가 있음

❖ 플랜트 산업분야 정전기 전문인력 양성

- 한국산업기술시험원에서는 반도체 분야에 한정하여 정전기 코디네이터 자격인증을 위한 연구 및 양성교육 과정을 운영중이며, 미국과 일본의 경우에도 정전기 관리 기술자 제도 운영 중임
 - 산업안전 영역에서도 반도체 분야와 이원화하여 화재폭발 위험성이 큰 플랜트 산업분야에 도입하여 전문가 양성을 위한 교육 인프라 구축도 필요함

❖ 소방청 화재통계 및 고용노동부 산업재해통계 분류체계 개선

- 정전기 화재·폭발 재해·사고 예방영역 설정을 위해서는 통계 분류체계 개선이 필요함
 - 정전기 화재폭발 재해·사고를 체계적으로 관리하고 효과적인 데이터 축적을 위해 분류항목에 정전기를 별도로 추가하여 재해원인분석 및 재발방지대책 수립에 활용이 필요함



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 변정환 연구위원
- 연락처 : 052-703-0843
- e-mail : bjh6918@kosha.or.kr

02

승강기 설치 전용 작업대의 현장 적용성 확대 방안

📅 연구기간 : 2023년 2월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 승강기, 엘리베이터, 작업대, 시스템 비계, 추락사고



2장

산업안전

Highlight

- ▶ 15인승 이하 승강기 전용 작업대의 현장 적용 확대를 위해 다양한 건축 구조 형식과 15인승 초과 승강기에도 적용 가능한 확장형 승강기 전용 작업대를 개발함으로써, 승강기 작업자 추락 사고 예방 효과를 극대화 할 수 있는 방안을 제시하고자 함

1. 연구배경

- ▶ 승강기 작업자의 연이은 추락사망사고로 인해 '19년 공단과 국내 승강기 4대 제조사는 '승강기 작업장 안전관리 강화'에 대한 업무 협약을 체결하고, 사고예방 대책의 일환으로 승강기 설치 전용 작업대를 개발하여 보급하고 있음
- ▶ 하지만 현재 보급중인 승강기 전용 작업대는 15인승 이하이면서 철근 콘크리트 구조물을 시공하는 현장에만 적용 가능한 제품으로, 구조 형식이 다양해지고 고층화·대형화 되고 있는 최근 건축물에 적용하는 것에는 한계가 있으므로, 승강기 작업자 추락사고를 예방하기 위해서는 승강기 전용 작업대 사용 범위를 확대할 필요가 있음
- ▶ 본 연구는 승강기 설치 작업자의 추락사고 예방 효과를 극대화하고 승강기 전용 작업대 사용자의 요구 사항을 반영하고자, 건축물의 다양한 구조 형식과 용도 및 인승(적재하중)의 적용 범위를 확대할 수 있는 확장형 승강기 설치 전용 작업대 개발 연구를 수행하여 승강기 작업자의 근원적 사고 예방 방안을 제시하고자 함

2. 주요연구내용

연구결과

- ❖ 승강기 설치 작업자 추락사고 예방을 위해 개발된 15인승 이하 승강기 설치 전용 작업대 및 강관 비계를 사용한 기존 작업대의 사용 실태를 조사하여 승강기 설치 작업의 위험요인, 공정상의 문제점, 확장형 승강기 작업대 개발방향 등을 위한 자료를 수집하여 분석함
- ❖ 보급중인 승강기 설치 전용 작업대의 현장 적용성 확대를 위해 15인승 초과 승강기, 철골 및 철골콘크리트 구조 건축물, 관통형(전망형) 승강기 등 다양한 승강기 설치 작업에 사용할 수 있는 확장형 승강기 설치 전용 작업대 설계안을 마련함
- ❖ 확장형 승강기 설치 전용 작업대의 구조 안전성을 확보하기 위해 구조 해석 프로그램을 사용하여 국토교통부 「비계 및 안전시설물 설계기준」 및 고용노동부 「방호장치 자율안전기준 고시」 상의 안전기준 준수 여부 등 관련 법규정의 부합 여부를 검토하였음

시사점

- ❖ 국내 승강기 작업장 실태조사를 통하여 보급중인 승강기 전용 작업대의 문제점과 개선방안을 도출하고 실효성 있는 대책을 마련함으로써, 승강기 작업자 추락사고 예방 효과를 극대화 함
- ❖ 확장형 승강기 작업대 개발 연구 사례는 고위험 작업장 환경 개선을 위한 안전신기술 연구개발 등에 적용 가능하며, 승강기 작업자 추락사고 예방에 특화된 신기술은 관련 중소기업에 무상 대여함으로써 수여 업체의 동반성장과 민간시장 활성화에 기여 가능함

3. 연구활용방안

제언

- ❖ 법·제도 개선에 활용
 - 「산업안전보건법」의 건설안전 관련 제도 개선
 - 국내 승강기 작업 관련 제도 개선을 위한 기초 자료로 활용

- 안전인증 관련 제도 개선을 위한 기초 자료로 활용
- ❖ **승강기 작업 관련 산업재해 예방을 위한 실효성 있는 대책 마련**
 - 고위험 작업 환경 개선을 위한 안전 신기술 연구개발 사례로 활용
 - 사망사고 고위험 개선사업의 재정지원 품목 선정 자료로 활용
- ❖ 기술 이전을 통한 중소기업의 동반성장 및 민간시장 활성화에 기여
- ❖ 관련 학회 논문 투고 및 학술대회 발표 등



연락처

- **연구책임자** : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 황종문 연구위원
- **연락처** : 052-703-0842
- **e-mail** : bm0722@kosha.or.kr

03

사고사망 다발 위험기계 사고원인 심층분석 (재해조사 의견서 중심)

- 📅 연구기간 : 2023년 2월 ~ 2023년 11월
- 🔍 핵심단어 : 위험기계, 크레인, 고소작업대, 시스템적 원인분석, AcciMap(Accident Map)



Highlight

- ▶ 운반·이동용 위험기계인 크레인의 끼임, 고소작업대의 떨어짐 재해에 대해서 재해조사 의견서를 기반으로 심층분석 및 시스템적 원인분석을 실시하였음. 해당 위험기계에서의 안전성 향상을 위해서 첫째, 중량물 취급 작업계획서 제도의 실효성 제고가 필요하며, 둘째, 안전난간대 임의 해체 예방을 위한 안전기준 개선 및 신기술 개발이 요구되며, 마지막으로 안전대(Harness) 적정 사용을 위해 관계자 위험도 인식 제고가 필요

1. 연구배경

- 2022년 식품 혼합기 끼임 사고사망으로 인해 회전체 끼임 위험기계 9종에 대한 원인 분석 및 관리기준 강화 등 다양한 시도가 계속되고 있음
- 또한 해당 사고를 계기로 사고유형이 유사한 위험기계 전반에 대한 관리기준 강화방안 마련을 위한 연구 필요성이 지속적으로 제기되어 왔음
- 이에, 사고유형이 유사한 위험기계의 사고사망 원인에 대한 심층분석을 통해 근본원인 도출 및 관리기준 강화 방안을 모색할 필요가 있음

2. 주요연구내용

🔍 연구결과

- ❖ 위험기계 중 2022년 분석 대상을 제외하고, 2017~2022년 동안 사고사망 재해가 가장 많이 발생한 크레인 끼임(28건), 고소작업대에서 떨어짐(24건) 재해를 연구·분석대상으로 선정

❖ 크레인 끼임 사고사망 재해(28건)에 대한 심층분석 결과

- 크레인 끼임 사고사망 재해의 특징은 발생장소, 재해 시 작업내용 등이 광범위하고 다양하여, 위험도가 높은 특정장소, 작업내용 등을 특정하기 어렵다는 경향성을 보임
- 제조업의 생산 활동 등 일상작업 중 일어난 사고가 전체의 71%(20/28건)를 차지하고 있음
- 중량물 취급 작업계획서 미작성 또는 내용 미흡 등 부적정한 경우가 95%(22/23건)를 차지
- 반면, 안전검사 합격 또는 자율검사프로그램을 운영하고 있는 경우는 95%(22/23건)에 육박

❖ 고소작업대 떨어짐 재해(24건)에 대한 심층분석 결과

- 주된 사고 유형은 작업대의 안전난간대를 해제한 상태에서 떨어짐 14건(58%), 안전장치를 해제한 상태에서 떨어짐 3건 등으로 나타남
- 고소작업대 종류별 사고사망 발생 건수는 고소작업대(차량탑재형) 17건, 고소작업대(시저형) 6건, 고소작업대(자주식) 1건으로 차량탑재형이 전체의 71%를 차지하고 있음
- 고소작업대(차량탑재형)은 5m 이상 높이에서 떨어진 사고가 전체의 76%(13/17건)를 차지
- 모든 고소작업대 떨어짐 사고사망 재해에서 추락방지용 안전대를 미착용하거나 미체결한 것으로 나타남 (23/23건)

시사점

❖ 재해 조사 등 시스템적 원인분석 기법의 확대 적용 검토

- AcciMap*을 활용한 시스템적 원인분석을 통해 사업장 외 사회, 정부, 규제기관 등에서의 문제점 및 개선 대책 등을 분석해 볼 수 있었음
- * AcciMap(Accident Map) : 사고 관련 정부·규제기관·기업·관리자·직원·작업의 상호작용 확인 분석기법
- 향후 재해 조사 시 보다 근원적인 사고원인에 대한 체계적 접근을 위해 AcciMap, STAMP, FRAM 등 다양한 시스템적 분석기법 적용을 고려할 필요가 있음

3. 연구활용방안

제언

❖ 작업지휘자 제도의 현장 작동성 제고를 위한 후속 연구 필요

- 크레인 사고사망 28건 중 작업지휘자* 미배치 16건(57%), 고소작업대 사고사망 23건 중 23건 모두에서 작업 계획서 미작성(16건) 또는 내용이 미흡(7건)한 것으로 나타났으며, 고소작업대를 사용하는 고소작업에서도

작업지휘자 배치가 미흡한 것으로 미루어 유추해 볼 수 있음

- * 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에 따라 크레인과 고소작업대 사용 작업 시 해당 작업계획서 작성 후 작업지휘자를 지정하고 작업계획서에 따라 해당 작업을 지휘하도록 하고 있음
- 심층분석 결과, 작업지휘자 제도의 현장 작동성이 매우 낮은 것으로 나타났으며, 해당 제도의 산업현장 작동성이 낮은 근본원인 확인을 위한 추가적인 후속 연구가 필요

🔍 개선방안 또는 정책방안

❖ 크레인 끼임 및 고소작업대 떨어짐 재해 감소를 위한 안전성 향상 방안

- 중량물 취급 작업계획서 제도의 실효성 제고
 - 제조업 등에서 일상작업 중 대부분의 끼임 사고사망 재해가 일어나고 있으므로, 제조업 사업장에서 건설현장, 1회성 등으로 인식할 수 있는 현행 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조에 대한 신중한 재검토가 필요
- 안전난간대 임의 해체 예방을 위한 안전기준 개선 및 신기술 개발
 - 현장 수용성이 높은 다양한 안전난간대 연구·개발을 위해, 안전인증 고시 상 고소작업대 제작기준의 안전난간대 세부항목 중 '분리되지 않는 일체형 구조'에 대한 추가적인 검토 필요
 - IoT 및 스마트 기술 등을 접목하여 안전대를 체결하지 않으면 동작이 되지 않는 등 사용성과 안전성이 동시에 확보된 안전난간대를 연구·개발하여 산업현장 보급 확대
- 안전대(Harness) 적정 사용을 위한 관계자 위험도 인식 제고 필요
 - 고소작업대, 특히 차량탑재형 소유자 또는 작업자 등을 대상으로 중대재해 사고사례 등을 활용하는 등 지속적인 안전의식 향상 교육, 홍보, 계도가 요구됨

🔍 활용방안

❖ 크레인 및 고소작업대 관련 안전기준, 제도 개선 시 참고자료로 활용

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」, 안전인증 및 안전검사 제도 개선 시 활용

연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 박장현 과장
- 연락처 : 052-703-0849
- e-mail : jhpark@kosha.or.kr

04

안전관리 인력 운영 가이드 마련을 위한
실태조사

- 📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 10월
- 🔍 핵심단어 : 안전관리인력, 안전관리업무, 인력운영, 가이드



2장

산업안전

Highlight

- ▶ 최초로 사업장에 안전관리자를 선임할 때 사업주를 위한 안전관리 인력 운영 가이드를 제안하고자 연구를 수행함. 가이드 마련을 위해 안전관리 인력 운영에 관한 실태조사 및 업종별 특성분석 등을 수행하여 안전관리 인력의 필요성 및 각 안전관리 인력의 역할을 중심으로 가이드를 제시

1. 연구배경

- ▶ 최근 안전에 대한 사회적 의무가 강화되고 안전관리자 직접 선임은 안전관리활동을 지속적으로 수행하고 안전관리역량을 내재화하고 향상하는데 선결조건이 될 수 있음
 - 안전관리 위탁사업장은 안전관리자에 대한 업무지시나 계획 등 초기 운영준비 과정을 알지 못해 전문기관에 위탁하고, 생산업무에 집중하는 운영 방법을 취하고 있음
- ▶ 특히, 인력운영에 여유가 부족한 중소기업에 대한 안전관리자의 구체적인 업무절차와 업무내용, 중소기업에 맞는 인력운영 방법에 대한 제시 필요
- ▶ 그리고 「산업안전보건법」에서 규정되어 있는 공통적인 안전관리자의 업무 이외에도, 업종에 따라 사용하는 설비와 공장구조, 자동화 정도, 사용물질, 노동집약 정도 등이 차이가 있기 때문에 업무내용과 범위, 절차 등이 차별화된 가이드를 제안 필요

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 업종별 산업재해 분석을 통한 안전조치 대상 확인

- 산업재해개요 자료를 자연어 처리하여, 업종별로 자주 발생하는 재해유형 및 패턴을 도출하여 유해위험기계기구, 기인물 등을 확인
 - 동시에 출현한 빈도가 높은 재해요인들을 도출하여, 관리대상을 명확히 제시

❖ 생산방식 및 공정에 따른 적합한 안전관리 방법과 절차 제시

- 생산방식에 따라 제조업과 서비스업의 위험성을 고려하고, 공정배치 유형에 따른 특징을 고려하여 유해위험기계기구 및 물질, 위험작업장소 등에 대한 안전관리 요소 구분
- 업종 특성에 따른 안전관리 고려 사항
 - 제조업종은 사업장 레이아웃에 대한 고려, 생산공정에 대한 고려, 기계기구 또는 사용물질에 대한 고려, 노동집약 또는 기술집약에 대한 안전관리 요소 필요
 - 서비스업종은 고객 접촉 정도에 따라 순수 서비스 영역(사람 중심 제공)과 제조 서비스 영역(기계, 물질 중심 제공)으로 구분하여 안전관리 요소 필요
 - 안전관리직무 및 「산업안전보건법」상 안전관리자의 역할의 기본 및 핵심업무 도출

❖ 제조업 및 서비스업종에 대한 인터뷰 수행

- 안전관리자의 직무, 작업방식, 사업장 내 고위험 요인, 안전관리 인력간의 협조, 위험성평가 수행 방식 등에 관해 인터뷰 수행
- 대부분 「산업안전보건법」상 안전관리자 활동을 주요업무로 수행하며, 협력업체 여부에 따라 작업허가, 도급인/수급인 합동점검 등 사항, 기계기구 및 물질에 대한 순회점검을 통해 상시 확인, 교대 시 관리감독자 지정 등 안전관리 공백 최소화에 대한 업무에 주력하고 있음
- 안전관리 인력에 대한 업무 협력과 교대, 공유가 필수적으로 요구됨

❖ 설문조사 수행결과

- 기계업종과 화학업종에 따라 안전관리 요인과 방법에 차이가 있음
- 기계업종은 단위 기계기구 사용과 운반 설비의 사용 위주인 공정배치와 유사하며 화학업종은 기계기구 설비가 연결되어 자동화된 제품배치와 유사한 특징을 지님에 따라 고위험으로 인식하는 설비와 요인이 다름

- 기계업종은 끼임요소가 있는 설비 외에도 크레인, 지게차 등 중간재를 운반하는 기계기구의 위험성을 강조하나, 화학업종은 설비 중심의 폭발, 누출에 대한 제어의 필요성을 강조함

❖ 가이드 주요 개발 방향

- 사업장에 안전관리자를 최초 선임하는 경우 사업주에 대한 안내서 성격
- 제반사항(규정, 표준, 체제 등) 마련부터 안전관리 인력인 안전보건관리책임자, 관리감독자, 안전관리자, 근로자의 인력운영 가이드 개발
- 안전관리 인력과 구성의 조건, 그 필요성부터 안전보건관리책임자의 역할, 관리감독자의 역할, 안전관리자의 역할을 중심으로 근로자의 안전관리를 위한 인력운영 방안을 제시

🔍 시사점

- ❖ 각 안전관리인력의 역할이 아닌, 서로 간의 역할이 어떻게 상호작용하는지 도식화하여 실제 사업주가 인력 운영할 수 있는 기반 마련
- ❖ 같은 업종이라도 생산제품의 차이, 생산규모의 차이에 따라서 위험요소가 다를 수 있는 부분을 명확히 하여, 업종보다도 세분화된 관점에서 위험요인을 발견하고 관리할 수 있는 기반 제공

3. 연구활용방안

🔍 활용방안

- ❖ 사업장 특성을 반영한 안전관리 인력 운영 가이드를 제안하여 중소기업의 안전관리 수준향상을 제고

🔍 연락처

- 연구책임자 : 부경대학교 장성록 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 백빛나 대리
- 연락처 : 052-703-0846
- e-mail : bitna93@kosha.or.kr

05

도급사업 시 관계수급인 근로자 보호를 위한 도급인 및 관계수급인 사업주 간 안전관리 역할 명확화 방안

- 📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 10월
- 🔍 핵심단어 : 도급사업, 도급인, 수급인, 안전관리, 역할과 책임



Highlight

- ▶ 도급자원, 도급목적, 도급관계 측면에서 도급인과 수급인 간의 역할, 전문성, 작업특성 등을 고려하여 역할을 분담할 수 있는 방법을 제안하여 가이드를 개발하였으며, 기존에는 없던 수급업체의 안전관리 역할에 대한 내용을 매뉴얼에 추가할 수 있도록 일반도급 상의 안전조치와 전문도급 상의 안전조치에 대한 내용을 가이드에 반영

1. 연구배경

- 도급인과 관계수급인 간의 「산업안전보건법」상 의무이행을 위한 역할분담 애로사항 상존
 - 도급사업 시 도급인은 관계수급인 근로자의 산업재해 예방을 위해 「산업안전보건법」에서 규정하는 도급인의 의무를 이행해야 하나,
 - 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 규정하는 안전보건조치 의무이행 주체는 사업주로만 규정되어 있어 도급인과 관계수급인 간의 역할 분담에 대한 별도의 규정은 없음
- 관계수급인 근로자에 대한 실질적인 보호 강화 방안 마련 필요
 - 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 등 산업안전보건 관련 법체계에서 도급인 및 관계수급인 간의 안전관리 역할 분담에 대한 기준을 명확히 제시할 필요가 있음

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 선행연구 분석 및 문헌 고찰

- 「산업안전보건법」에서 도급인과 관계수급인 간의 역할분담 관련 국내·외 제도를 분석하고, 국외 도급인과 수급인(사업주)의 구체적 안전보건조치 의무에 대한 규정에 대해 정리
- 영국(모든 관계자에게 책임 부여), 독일(협력의무 근거, 건설업·위험물질취급업 총괄자 선임 특별 의무), 일본(원방*, 특정원방, 주문자, 대여자 등 관계자 역할 및 중층도급 규정 정의), 싱가포르(점유자, 공급자, 대여자 등 관계자 역할 정의) 등 국내·외 도급 관련 자료 조사

* 원방: 우리나라에서와 같이 원청 또는 도급인 사업주를 지칭함

❖ 도급 관련 중대재해 사례분석

- 도급인과 수급인의 안전조치 의무사항에 대한 위반 등을 확인하고, 재해조사 의견서 자료를 통해 분석
- 작업계획서 관련 조치, 안전보호구 조치, 수급업체 간 의사소통, 수급업체 공동 컨소시엄에 따른 역할 책임, 재하도급처럼 보이는 수급업체 작업형태 등의 문제점 확인

❖ 판례 조사 및 분석

- 안전보건 법령의 입법(개정) 당시 자료, 도급 관계에 대한 판례 등 분석
- 판례에 기반하여 문제된 도급관계에서의 안전보건조치의 내용·유형을 도급자원(시설, 인력 등 자원 문제와 소유, 대여 등 실권한 문제), 도급목적(일반, 전문), 도급관계(중층, 혼재) 측면에서 유형화하고, 유형별 결정 요인 분석

❖ 실태조사

- 도급계약에 따른 관계수급인과의 이해관계 조사를 위해 건설, 철강, 자동차, 화학/소재, 조선, 물류 업종의 도급업체 및 수급업체 인터뷰 수행을 통한 검토 사항 도출

❖ 표준도급계약(안) 및 안전관리 역할 가이드라인(안) 개발

- 표준하도급계약서에 포함해야할 도급인과 관계수급인의 안전보건조치 역할 및 책임을 제시
- 도급사업 시 관계수급인 근로자 보호를 위한 각각의 역할 및 책임 제시를 위한 가이드라인(안) 마련

시사점

❖ 자원·인력·전문성 등 도급목적과 수급인 간 작업관계 측면에서 도급사업 분석기준 마련

- 모든 작업에 대해 도급인이 역할과 책임을 지는 것보다는 합리적이고 효율적인 기준에 따른 수급인 역할 역시 필요하다는 점을 제안
 - 도급인과 수급인의 사업장 종합적 안전관리를 위해 더 검토해 볼만한 활용가치가 있음

3. 연구활용방안

제언

❖ 도급의 대상과 목적

- 재해조사(재해조사의견서 및 판례)와 인터뷰를 통해, “자원” 측면에서 기준을 마련하였고, 결국 도급이란 일의 완성을 위해 장소·시설·장비·재료·기술의 자원이 필요하므로 도급인과 수급인의 자원 소유 정도에 따라 역할과 책임 범위가 달라짐을 정리하여 제안
 - 도급인과 수급인의 자원 소유 정도와 일의 완성의 전문성·기술성 정도, 수급인에게 주어진 도급 계약의 역할을 기준으로 각각의 역할과 책임 범위의 지정 방안을 제시하여, 현장의 안전관리 주체의 근거와 실효성을 마련

❖ 도급관계의 세분화

- 도급인-수급인 간의 관계뿐만 아니라 수급인 간의 관계에도 초점
 - 업무 관련성이 없는 수급인 관계를 포함한 컨소시엄 형태의 수급인 간 안전관리 역할 사례를 조사하고, 수급인 간의 안전관리 사항을 제안

❖ 가이드와 표준계약서의 활용

- 도급인과 수급인의 기본원칙과 그 원칙에 기반한 가이드라인을 개발하여 전 영역에서 공통으로 취급해야 할 내용을 개발
 - 도급인과 수급인 각각 수행해야 할 사항을 확인하고, 서로 협력해야 하는 안전관리 사항에 대해서는 협의체 등을 통해 사업장에 도입하는 절차를 제공

- 법령 기반으로 가이드에서 담기 어려운 부분은 표준계약서의 명시 사항으로 따로 두어 이상적인 도급인-수급인 간 안전관리 의무사항을 포함
 - 고위험 작업상황과 업종 차이에 따른 도급인과 수급인의 안전조치 사항 역시 차별적으로 제시함으로써 도급사업의 기술적·관리적·장소적 범위를 특정한 사업장 안전관리를 통해 도급인과 수급인 간의 안전관리 실효성을 향상하였음



연락처

- 연구책임자 : 동국대학교 서용윤 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 변정환 연구위원
- 연락처 : 052-703-0843
- e-mail : bjh6918@kosha.or.kr

06

제조업 등 유해 위험방지계획서 제출 기준 개선방안

- 📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 10월
- 🔍 핵심단어 : 유해·위험방지계획서, 제조업, 실태조사, 제출기준, 개선방안, 자기규율 예방체계



Highlight

- ▶ 제조업 유해·위험방지계획서 제도의 대상 및 변경제출 기준에 대해 관련 제도와 산업재해통계 분석, 이해관계자 설문 조사 및 심층면접 등을 통한 의견수렴 결과, 산업재해 발생현황 및 위험도 분석을 통한 대상 선정, 공정안전관리 제도와와의 일관성 유지 및 동일설비에 대한 변경 제출기준 추가, 안전관리 우수사업장에 자체심사 및 확인제도를 도입하는 등 자기규율 예방체계 운영을 위한 개선방향 검토가 필요

1. 연구배경

- ▶ 2022년 11월, 정부(고용노동부)는 「중대재해 감축 로드맵」을 발표, 위험성평가 중심의 ‘자기규율 예방체계’ 확립을 통한 산재예방 패러다임 전환을 추진하고 있음
 - 위험성평가 제도를 개편하여 자기규율 예방체계의 핵심수단으로 정착, 위험성평가 점검으로 정기감독 전환, 위험성평가 현장 정착 지원을 위한 법령·기준 체계 정비를 포함
- ▶ 한편, 제조업 등 유해·위험방지계획서 제도는 '09년 규정된 이후 그간의 산업현장 설비 발전 등을 반영하지 못하고 있다는 의견이 제기되고 있어, 제도의 현장 작동성 강화 및 위험성평가 제도와와의 정합성 등을 위해 추가제도 개선 연구가 필요
 - 이에, 위험성평가의 유사 제도인 제조업 등 유해·위험방지계획서의 제출 대상 및 목적, 제출·심사·확인절차 및 현황 등을 재검토하여,
 - 위험성평가 중심의 자기규율 예방체계 운영 시 중대재해를 감축하기 위한 제조업 등 유해·위험방지계획서 제출기준 개선방안을 제시할 필요가 있음

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 제조업 산업재해 현황 및 산업안전보건·작업환경실태조사 분석

- 최근 5년간 산업재해 통계분석을 통해 산업재해 다발 고위험업종, 기계기구 및 설비 분석
- 산업안전보건 실태조사 결과 분석을 통해 사업장의 산업안전보건 업무 현황과 유해위험요인 위험성평가 현황을 분석
- 작업환경실태조사를 통해 사업장 업종 및 규모별 전기계약용량과 위험기계·기구 및 설비의 실태를 확인

❖ 제조업 유해·위험방지계획서 제출 현황 분석

- 유해·위험방지계획서 제출 대상업종별 산업재해(재해자수, 재해율, 사고사망자수, 사고사망만인율 등) 현황 분석
- 유해·위험방지계획서 제출 실적 분석을 통해 대상업종, 대상설비, 변경제출, 사업장 규모, 사업장 전기계약 용량 등과 관련한 현황 도출

❖ 국내·외 유해·위험방지계획서 유사제도 및 산업안전보건정책 분석

- 국내 제조업과 건설업 유해·위험방지계획서 제도의 차이를 분석하고, 유사제도인 공정안전관리 제도와 사업장 위험성평가 제도의 특성을 분석
- 일본 「노동안전위생법」의 계획의 신고 제도의 개정 전·후 비교와 자율면제 및 인정제도의 적용범위 등 분석
- 국내 산업안전보건정책으로 중대재해 감축 로드맵의 핵심 전략과 세부 실행방안을 검토하여 유해·위험방지 계획서 제도의 개선방향 검토
- 해외 안전선진국(독일, 영국, 미국, 일본)의 기존 산업안전보건정책과 새로운 산업안전보건정책 방향 연구 및 국내 산업안전보건정책과 비교 검토

❖ 이해관계자 설문조사 및 심층면접, 고찰

- 이해관계자 설문조사를 통해 제도의 인식도, 제출대상 적합도, 변경제출 기준의 적절성, 산재예방의 효과성, | 정부정책과의 연계성 및 제도개선 의견조사
- 이해관계자 심층면접조사를 통해 제도 인식도, 제도의 제출기준, 제도의 효과성, 제도개선 의견 등의 측면에서 현장의 의견 수렴 및 고찰

❖ 전문가 회의 및 자문회의

- 사전 자문회의를 통해 연구과제 수행정도 및 중간보고, 보완사항 검토, 유해·위험방지계획서 제도 연구 방향성에 대한 자문 수행
- 전문가 회의를 통해 연구내용에 대한 추가 보완사항 검토, 이해관계자 심층면접 결과 토론, 전문가 그룹별 유해·위험방지계획서 제도의 구체적 개선의견 제시 및 실행방안 토론

🔍 시사점

- ❖ 제출대상 업종 적정성, 중소기업의 효율적 안전관리, 대상설비의 재검토 필요
- ❖ 전기정격용량 기준 변경, 동일설비 반복제출 개선방안, 자체 변경관리 제도 도입 개선방안 마련 필요
- ❖ 자기규율 예방체계 연계를 위한 사업장 자율적 관리방안, 자체심사 및 확인제도 도입방안 검토 필요

3. 연구활용방안

🔍 제언

- ❖ 향후 산재통계에 기반한 제출대상 업종 및 대상설비의 재검토를 위한 후속연구 필요
- ❖ 유사제도 간 중복규제 해소 및 제도의 현장 작동성 강화를 위한 후속연구 검토

🔍 개선방안 또는 정책방안

❖ 제출대상 업종에 대한 개선방안

- 산업재해 발생현황 재검토를 통해 산업재해율이나 사고 사망만인율이 동종업종보다 높은 업종에 대해서 대상 업종에 포함하는 방안을 고려
- 규모 면에서 위험도가 낮은 사업장은 서류적인 안전보다 현장의 안전관리를 충실히 할 수 있도록 일정부분 규제를 완화할 필요

❖ 변경제출 기준에 대한 개선방안

- 공정안전관리 제도의 변경 제출기준과 동일한 300kW 이상으로 조정하는 방안 필요

- 동일설비에 대한 변경 제출기준을 단위공장 내 심사 완료된 설비와 같은 제조사의 같은 모델등과 같이 합리적으로 조정할 필요
- 공정안전관리 제도의 적용을 받는 사업장의 경우 변경관리를 준용하여 계획서를 자체적으로 변경할 수 있도록 개선 필요

❖ 자기규율 예방체계 연계에 대한 개선방안

- 사업주가 직접 계획서 내용을 주기적으로 검토하고 수정·보완하는 경우 이를 위험성평가의 수시평가 또는 정기평가로 인정하는 방안 마련 필요
- 안전관리에 있어서 우수한 기업을 대상으로 자체심사 및 확인제도를 도입하여 사업장 스스로의 자율안전활동을 촉진하고 사업장의 산업재해 예방 동기부여를 할 수 있는 요건을 마련할 필요

🔍 활용방안

- ❖ 제조업 유해·위험방지계획서 관련 법령, 고시 등의 개정 시 기초·참고 자료로 활용
- ❖ 학술대회 발표 및 학술지 논문 게재 등을 통해 연구결과 환류



연락처

- 연구책임자 : 송실사이버대학교 정필훈 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 김정덕 부장
- 연락처 : 052-703-0841
- e-mail : sigduck@kosha.or.kr

07

혼합기 및 파쇄기 등의 안전검사 대상 포함 방안

- 📅 연구기간 : 2023년 3월 ~ 2023년 10월
- 🔍 핵심단어 : 혼합기, 파쇄기, 식품가공기계, 안전검사, 자율안전확인신고



Highlight

- ▶ 혼합기, 파쇄기, 식품가공기계(혼합기, 분쇄기)의 산업재해 현황 및 사고원인 분석, 이해관계자 심층면접 등을 통하여 회전체 위험기계의 안전검사 대상 포함의 필요성을 확인하였으며, 산업용로봇의 사례분석, 실태조사 및 전문가 자문 결과를 바탕으로 해당 위험기계의 안전검사 대상 포함 법제화를 위한 구체적인 적용범위와 검사기준(고시 안)을 마련하고 비용편익 분석을 실시함

1. 연구배경

- ▶ 지난 5년간('17년~'22.9월, 고용노동부 통계자료) 기계에 의한 사고사망자는 총 1,581명으로 이 중 끼임 사고가 493명으로 가장 많이 발생하였고, 떨어짐 283명, 부딪힘 194명, 날아오는 물체에 맞음 155명, 깔림·뒤집힘이 134명 등의 순으로 발생
- ▶ 특히, 회전체 위험기계(혼합기, 파쇄기 등)로 인한 끼임 사고의 대부분은 방호조치 미비로 인해 발생하고 있으나, 사용단계에서 안전성을 확보하는 안전검사 대상에서 제외되어 있는 등 안전 사각지대가 존재하는 실정
- ▶ 회전체 위험기계의 사고강도와 사고빈도 등 위험성에 따라 재해를 효과적으로 예방할 수 있는 위험기계의 관리 기준 및 방안을 마련할 필요성이 증가
- ▶ 따라서 혼합기, 파쇄기, 식품가공기계(혼합기, 분쇄기) 등 회전체 위험기계의 위험성을 다각적으로 분석하고 이해관계자 및 전문가의 의견수렴을 통해 해당 기계의 안전검사 대상 포함 방안을 구체적으로 제시하였음

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 국내·외 안전인증·안전검사·자율안전확인신고(이하 “안전인증등”) 유사제도 비교·분석

- 선진국으로 분류되는 영국이나 미국의 경우, 작업장에서 사용하는 모든 기계는 법적 필수 요구사항이나 포괄적 법의 적용을 받아 자율적으로 관리됨
- 한국, 일본을 제외한 대부분의 국가에서 안전검사 대상 기계는 4~8종 가량으로 적은 편이며, 미국과 영국의 경우 민간기관과 전문검사원 제도를 운영하고 있음
- 일본의 경우 2013년 식품가공용 회전체 기계 4종에 대한 노동안전위생규칙에 규정을 신설하여 해당 기계군에 대한 사고방지 대책을 강화

❖ 회전체 위험기계 산업재해 현황 및 원인 분석

- 지난 10년간의 재해자 수를 바탕으로 사망위험도(사망자 수/부상자 수)를 계산한 결과 자율안전확인 대상 품목 중 사망위험도가 가장 높은 기인물은 산업용로봇(11.6%)이었으며, 고정형목재가공기계(5.7%), 혼합기(3.6%), 분쇄기·파쇄기(3.5%) 순으로 나타났고, 식품가공용분쇄기와 혼합기는 각각 0.1%, 0.9%로 분석됨
 - 자율안전확인 대상 품목 중 안전검사 대상인 산업용로봇과 컨베이어를 제외하면 혼합기, 배합기 및 분쇄기, 파쇄기의 위험성은 매우 높은 수준
- 지난 10년간 위험기계 1,000대당 재해자 수(=사망자 수+부상자 수)는 자율안전확인 대상 품목 중 자동차 정비리프트(45.8명)가 가장 높았으며, 식품가공용분쇄기(25.5명), 식품가공용혼합기(19.0명), 고정형목재가공기계(10.4명) 순으로 나타났고, 분쇄기·파쇄기와 혼합기는 각각 6.1명, 2.6명으로 분석됨
 - 식품가공기계의 경우 사망위험도는 낮으나 단위기계당 재해자 수가 매우 높은 수준
- 지난 10년간 발생한 업무상 사망사고를 재해조사의견서 바탕으로 상세원인을 분석한 결과 미등재 자료를 제외한 혼합기, 분쇄기·파쇄기 사망자 53명 중 덮개를 미설치한 경우가 38%였으며, 덮개는 설치되었으나 연동장치가 미설치된 경우가 32%, 덮개나 연동장치를 해체하였거나 성능이 저하된 경우가 16%, 그 외 작업방식이 부적절하여 사고가 발생한 경우가 15%인 것으로 분석됨
 - 식품가공기계(혼합기, 분쇄기)의 경우 미등재 자료를 제외한 16명의 사망자 중 덮개는 설치되었으나 연동장치가 미설치된 경우가 38%, 덮개가 미설치된 경우가 36%, 덮개를 해체하고 사용한 경우가 6%인 것으로 분석됨

❖ 관련 법령(「산업안전보건법 시행령」 제77조 및 제78조, 관계 고시 등) 개정(안) 도출

- 안전검사의 적용 범위 및 검사 기준 마련을 위하여 기존에 시행되고 있는 산업용로봇의 법령 및 제도(자율안전 확인 및 안전검사)에 대해 비교 검토를 수행
- 산업현장의 이해관계자(제조사, 사업장, 검사기관 대상)를 대상으로 심층면접을 실시하여, 현행 회전체 위험 기계의 관리기준에 대한 문제점을 조사하고 회전체 위험기계 안전검사 방안을 마련
- 심층면접을 통해 마련된 혼합기, 파쇄기 및 식품가공기계(혼합기, 분쇄기)의 안전검사 포함 방안에 대해 제조사, 사업장, 검사기관을 대상으로 전문가 자문회의 실시 및 최종안 마련

❖ 법령 개정(안)에 대한 규제영향분석

- 비용과 편익의 비율(B/C Ratio)을 이용하여 경제성 분석을 수행한 결과 안전검사 제도의 신규 시행에 따른 산재예방 효과가 경제성이 있는 것으로 분석되었으며, 즉 안전검사에 따른 투입 비용보다 산재 감소 효과로 인한 편익이 더 크다고 판단됨
- 편익 산출 방법으로 제도 시행 전과 후의 산업재해 감소 효과를 고려하기 위하여 이중차분법(DID) 분석을 사용
- 비용 산출 방법으로 산업재해 보상금을 기반의 직접비용과 하인리히 및 ANSI 방법 기반의 간접비용을 사용

3. 연구활용방안

 개선방안 또는 정책방안

- ❖ 혼합기, 파쇄기, 식품가공기계(혼합기, 분쇄기)의 산업재해 현황 및 사고원인 분석, 이해관계자 심층면접 등을 통하여 회전기 위험기계의 안전검사 대상 포함의 필요성을 확인하였음
- ❖ 또한 산업용로봇의 사례분석, 실태조사 및 전문가 자문 결과를 바탕으로 해당 위험기계의 안전검사 대상 포함 법제화를 위한 구체적인 적용범위와 검사기준(고시 안)을 마련하였음
- ❖ 법령 개정(안)에 대한 경제성 분석을 수행한 결과 해당 위험기계 모두 안전검사 대상으로 포함되어 발생하는 비용 대비 산재예방 효과가 큰 것으로 분석되었음
- ❖ 따라서 혼합기, 파쇄기, 식품가공기계(혼합기, 분쇄기)을 안전검사 대상 품목으로 포함해 사용단계에서의 안전성을 확보하여 관련 재해를 효과적으로 예방할 것을 제안

 활용방안

- ❖ 혼합기, 파쇄기, 식품가공용기계(혼합기, 분쇄기)의 안전검사 및 자율안전확인 등의 제도 개선을 위한 기초자료로 활용 가능



연락처

- 연구책임자 : 동아대학교 신상문 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 전소영 과장
- 연락처 : 052-703-0848
- e-mail : syjeon@kosha.or.kr

08

조선업 산업안전보건관리비 계상기준 마련

- 📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 10월
- 🔍 핵심단어 : 조선업, 산업안전보건관리비, 실태조사, 산업재해예방



Highlight

- ▶ 조선업 완성배 및 블록사 사업장 대상 설문·실태조사와 각개 전문가 의견 수렴 결과, 조선업 산업안전보건관리비 계상 요율은 완성배사 전체는 2.8161~3.2395%, 완성배 BIG 3사는 3.6537~3.8140%, 6대 중형사는 1.9203~2.9798%로 사용 가능범위를 산출하였으며, 향후 보다 실효성 있는 산업안전보건관리비 계상기준 마련을 위해서 사업 규모, 수주 상황, 그리고 선종의 차이 등을 종합적으로 고려할 필요 있음

1. 연구배경

- ▶ 「산업안전보건법」에 따라 선박의 건조 또는 수리를 최초로 도급받은 조선업 사업주는 사업 계획 수립 시 산업 안전보건관리비를 사업비에 계상하여야 하나, 고시 등 구체적인 계상기준이 부재한 상황
 - 산업재해 예방을 위해 조선업 특성에 적합한 계상 및 사용기준 마련이 필요

2. 주요연구내용

🔍 연구결과

❖ 조선업 산업안전보건관리비 계상기준 적용 대상

- 완성배, 블록사 각 사업장의 작업 형태와 실태조사, 전문가 의견 등을 종합해 봤을 때, 산업안전보건관리비의 적용 대상은 최초 건조 또는 수리 등을 도급받는 완성배사로 한정하여 검토되어야 함

❖ 완성배 사업장의 산업안전보건관리비 계상요율

• 9대 조선사의 3년간(2020~2022년) 매출액 대비 실제 사용한 산업안전보건관리비를 중심경향치 이론*에 근거하여 이상치의 영향을 받지 않는 중앙값을 기준으로 완성배사 전체, BIG 3, 6대 중형사의 계상요율 범위를 다음과 같이 제시함

- 완성배사 전체 : 2.8161~3.2395%
- 완성배 BIG 3사 : 3.6537~3.8140%
- 6대 중형사 : 1.9203~2.9798%

* 중심경향치(대푯값) 이론: 자료 전체의 특징을 하나의 수(중앙값, 최빈값, 평균값 등)로 나타낸다는 이론

❖ 조선업 산업안전보건관리비 계상 시 사용 가능항목

- 설문·실태조사 및 심층면접 등을 통해 사용 가능 항목을 다음과 같이 도출함
 - 대분류 9개 항목: 인건비 및 각종 업무수당, 안전시설의 설비, 안전시설의 설치비 등
 - 중분류 21개 항목: 대분류의 세부항목으로 주요 항목은 안전·보건관계자 인건비 및 업무 수당, 근로자 보호용 안전시설, 안전용품 구입비 등
 - 소분류 32개 항목: 중분류의 세부항목으로 주요 항목은 안전·보건관리자 인건비, 추락방지용 안전시설비, 방호장치 구입·수리·관리 비용 등
 - 세부항목 103개 항목: 소분류의 세부 항목으로 주요 항목은 안전관리자 인건비, 안전용 로프 구매비, 교통요원 운영비, 안전검사비, 진단비 등

시사점

❖ 제도의 실효성 제고를 위해 조선업의 산업특성을 고려한 산업안전보건관리비 계상기준 마련 필요

- 계상기준 마련 시 사업 규모, 수주 상황, 그리고 선종의 차이 등을 종합적으로 고려하여야 함

3. 연구활용방안

제언

- ❖ 주로 해외 수주이기에 선박 단가의 변동성·비공개성, 선박 종류의 다양성, 기계 장비·부품 또한 매우 다양하여 이 요인들 간의 관계를 종합적으로 파악하기가 쉽지 않음
 - 현장에서 수용 가능한 산업안전보건관리비 계상기준 마련을 위해 제시된 요인들 간의 관계를 우선적으로 명확하게 파악해야 할 필요가 있음

- ❖ 완성배사, 블록사는 조선업 안전·보건 수준평가 대상에 해당하며, 동 제도에 산업안전보건관리비 항목도 포함되어 있어, 연계 운영 등의 방안도 고려해 볼 필요가 있음
 - 조선업 안전·보건 수준평가 제도는 수준평가 후 단계별로 관리 등급을 정하여, 관련 안전보건 행정 등에 있어 차등 관리가 이루어지고 있음
- ❖ 사업장별 실제 사용하는 안전관리비 확인 및 검증을 위해서, 건설업 사례와 같이, 적정 공사단가에 대한 주기적인 조사 및 연구가 필요함

활용방안

- ❖ 조선업 산업안전보건관리비 계상기준 마련을 위한 기초자료로 활용
 - 관련 정책·제도 마련 시 연구결과의 계상요율, 사용가능 항목 등을 참조

연락처

- 연구책임자 : 동의대학교 오순영 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 박장현 과장
- 연락처 : 052-703-0849
- e-mail : jhpark@kosha.or.kr

09

건설공사 발주자 안전보건대장 제도 개선방안

📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 10월

🔍 핵심단어 : 건설공사 발주자, 안전보건대장, 자기규율 예방체계, 건설안전제도



2장

산업안전

Highlight

- ▶ 건설사고 예방을 위한 발주자 및 설계자 등의 역할 및 책임 확립, 자기규율 예방체계 수립을 위한 안전보건대장 제도의 현장 작동성 및 실효성 향상 방안 마련, 건설공사 안전보건대장 작성에 관한 고시 개정안 등을 제시하고자 함

1. 연구배경

- ▶ 발주자 및 설계자 등은 안전보건대장에 대한 작성 및 이행여부 확인 의무가 있으나, 안전보건 전문지식 부족 등 안전보건관리 역량이 부족한 현장의 안전보건대장은 내용이 적절치 못하거나 형식적으로 작성되어, 건설현장 자기규율 예방체계 확립을 위한 안전보건관리 수단으로서의 실질적 활용이 어려운 실정임
- ▶ 따라서, 안전보건대장의 실제 현장과 부합하지 않은 내용의 형식적 작성, 이행여부 확인 업무 소홀 등의 문제를 개선하고 다른 안전보건관리 제도와의 연계 활용 방안 등을 모색하여 안전보건대장의 현장 작동성과 재해예방 실효성 향상 방안 마련이 필요함
- ▶ 본 연구는 국내·외 건설업 산업재해 예방 관련 법·제도 및 선행연구 분석, 건설공사 계획·설계 단계 등의 주요 위험요인 및 저감 조치 방안 분석, 안전보건대장 제도의 현장 작동성 및 실효성 검토, 안전보건대장 내용의 적정성 및 이행 확인 방안 검토 등을 통해 건설공사 발주자 및 설계자 등을 포함한 건설공사 참여자의 자기규율 예방체계 수립을 유도하고 건설현장의 산업재해 감축을 위한 대책을 마련하고자 함

2. 주요연구내용

연구결과

- ❖ 안전보건대장 제도는 산업재해 예방을 위하여 발주자를 중심으로 건설공사의 계획단계, 설계단계, 시공단계의 전 과정에서 유해·위험요인을 도출하고 저감조치를 마련하도록 하는 제도이나, 발주자 및 설계자 등의 낮은 안전보건관리 역량은 제도 이행에 장애물로 작용되고 있음. 따라서 건설공사 계획 및 설계단계에서 고려하여야 하는 주요 위험요인 및 저감조치 방안을 구체적으로 작성·제시하여 발주자 및 설계자의 안전보건관리 역량을 향상시킬 수 있는 방안을 제시함
- ❖ 안전보건대장은 현장과 부합하지 않은 내용 및 형식적 작성 등의 문제로 건설현장에서의 활용이 저조한 것으로 조사됨. 따라서 건설현장에서의 안전보건대장 운용 실태조사를 통해 문제점 및 개선방안을 도출하고 안전보건대장을 활용한 자기규율 예방체계 확립 방안과 관련 제도와의 연계 활용 등을 제시하여 안전보건대장의 현장 작동성과 실효성을 향상시키고자 함
- ❖ 안전보건대장의 항목별 작성 기준의 모호성과 적정성 검토 등의 이행 기준이 구체적이지 않은 문제점들이 제도 시행 후 지속적으로 제기되어 왔음. 따라서 건설현장에 안전보건대장 제도를 올바르게 정착시키기 위해 발주자·설계자 등의 역할을 명확화하고 관련 기준들을 구체화시킨 건설공사 안전보건대장의 작성 등에 관한 고시 개정(안)을 제시함

시사점

- ❖ 국내 건설현장의 안전보건대장 제도의 문제점과 개선방안을 도출하고 국내·외 건설현장의 자기규율 예방체계 확립을 위한 유사 제도와의 연계 또는 적용 방안을 검토하여 제시함으로써 발주자, 설계자 등 건설공사 참여자의 적극적인 안전보건 활동을 유도함
- ❖ 현행 건설현장 자기규율 예방체계 확립을 위한 안전보건대장 제도의 효과성을 분석하고 문제점 및 개선방안을 도출하여 발주자 및 설계자 등의 안전보건관리 역할 및 책임 확립, 안전보건대장 제도의 현장 실효성 향상을 위한 건설공사 안전보건대장의 작성 등에 관한 고시 개정(안)을 제시함

3. 연구활용방안

🔍 활용방안

❖ 법·제도 개선에 활용

- 산업안전보건법의 건설안전 관련 제도 개선
- 안전보건대장 유사 제도와의 연계 및 적용 방안 마련
- 건설공사 안전보건대장의 작성 등에 관한 고시 개정

❖ 건설현장 자기규율 예방체계 확립을 위한 수단으로 활용

- 안전보건대장 제도의 현장 작동성 및 실효성 향상
- 발주자, 설계자 등의 건설공사 참여자의 안전보건관리 역량 향상

❖ 관련 학회 논문 투고 및 학술대회 발표 등

2장

산업안전

🔍 연락처

- 연구책임자 : 충북대학교 원정훈 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 황종문 연구위원
- 연락처 : 052-703-0842
- e-mail : bm0722@kosha.or.kr

10

건설업 산업안전보건관리비 사용실태 조사

- 📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 10월
- 🔍 핵심단어 : 건설업, 산업안전보건관리비, 계상기준, 개선방안



Highlight

- ▶ 이 연구는 건설업 산업안전보건관리비의 항목별 사용 실태 분석을 통해 이를 근거로 스마트 안전장비 구입, 위험성 평가 등의 효율적 집행 방안과 그에 따른 적정 요율을 제시하는 것을 연구 목적으로 하였다. 본 연구의 결과로 산업 안전보건관리비 사용 기준(안)을 통해 안전관리비 활용성 증대 방안을 제시하고, 고시 개정(안)에서 안전관리비 적용 요율 등을 제시하였다.

1. 연구배경

- 건설업 산업안전보건관리비(이하 안전보건관리비)는 발주자로 하여금 공사종류 및 규모에 따라 일정금액을 원가계산서 상 별도로 책정하도록 하여 건설공사 중 현장 내 근로자에게 발생할 수 있는 산업재해 및 건강재해 예방을 목적으로 사용하는 법정경비임
- 안전보건관리비의 구체적인 계상 및 사용 기준은 「산업안전보건법」 제72조에 따라 ‘건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준’(고용노동부 고시 제2022-43호)에 별도로 마련되어 있으며, 이는 타 산업과 대비하여 옥외 현장작업 중심으로 생산과정이 수행되는 건설업에 있어 현장 내에 활동하는 근로자의 재해를 감소시키는데 상당한 기여를 하고 있다. 이와 같이 안전보건관리비는 발주자가 사업을 시행하고자 할 경우, 반드시 공사원가에 안전보건관리비를 적용하도록 의무화 되어 있음
- 안전보건관리비에 대해 8개의 사용 항목을 9개의 사용 항목으로 확대하여 보다 적극적인 안전관리 활동을 도모하도록 고시가 개정되었으며, 대표적인 안전관리 사용 항목에 대한 개선 사항으로서 ‘스마트 안전관리자 선임에

대한 안전관리비 인건비 허용, 현장 내 휴게시설 설치 의무화 등' 안전보건관리비 사용 항목 확대에 의해 기존 안전 관리비에 대한 지출 비용도 증가할 것으로 예상됨

- ▶ 고용노동부 고시에서는 건설현장에서 활동하는 근로자의 재해 및 건강장해 예방을 목적으로 하는 안전보건관리비 계상 및 사용항목별 기준이 마련되어 있으나 건설 산업의 대형화 및 다양화, 안전강화에 따른 법령 개정 등 국내 환경변화에 효율적으로 대처하고 있는지 여부를 현 시점에서 재검토가 필요한 것으로 분석됨
- ▶ 이에 본 연구는 건설 현장 내 안전보건관리비가 적시적소에 효율적으로 활용될 수 있도록 사용 항목별로 심층적 집행 현황을 분석하고 안전관리자의 사용 항목에 대한 의견을 청취하여 안전보건관리비 사용 항목에 대한 개선 기준과 적정 요율을 검토하는데 그 목적으로 함

2장

산업안전

2. 주요연구내용

연구결과

- ✦ 이 연구는 현실성이 확보된 안전보건관리비 계상기준 마련을 위해 ① 이론적 고찰, ② 주요 이해관계자 인터뷰, ③ 실태조사를 통한 데이터 수집 및 분석, ④ 현행 고시 개정(안) 마련 및 규제영향 분석 등을 수행하였음

1) 이론적 고찰

- 안전보건관리비 관련 고시 개정 변천사 및 최근 개정사항, 선행 연구에서 제시된 공사 재분류, 주요 사용항목 개정 배경 등을 분석하여 연구 수행을 위한 이론적 배경을 정립함

2) 이해관계자 인터뷰 및 현장조사

- 현행 기준에 따른 안전보건관리비 계상 요율의 적정성 및 고시 개정(2022년 06월)이후 반영된 주요 개정 항목 등에 대한 의견 수렴을 위해 주요 발주기관 4개, 유관협회 4개, 건설사 9개, 건축/토목 5개 건설현장 등 실무자 대상으로 인터뷰를 수행함

3) 실태조사를 통한 데이터 수집 및 분석

- 이론적 고찰, 이해관계자 인터뷰 결과 등을 토대로 실태조사 모형을 설계하였으며, 모형의 적합성 등을 검토 하기 위해 전문가 자문회의, 파일럿 테스트 등을 수행함

4) 실태조사 결과 분석

- 수집된 데이터(1,682건)에 대한 정제과정을 거쳐 유효성이 확보된 데이터(1,456건)를 대상으로 분석을 수행한 결과, 현행 공사종류 분류체계 기준으로 계상대비 평균 집행비율은 약 118.5%로서 산업안전관리비 법적 계상 대비 집행 비율이 95% 미만인 178건, 계상대비 집행비율이 ±5% 범위 내가 503건, 계상대비 105%를 초과가 775건으로 구성
- 1차 표본은 공정을 50% 이상의 유효 표본 1,456건에 대해 분석하였으며, 2차 표본은 공정이 커지면 안전 보건관리비 사용금액 비중이 커져 사용 예정금액의 불확실성이 축소된다는 이론을 전제로 공정을 80% 이상의 유효표본 921건에 대해 분석 비교하여 결과를 도출함
- 효율 개정방안은 표본 1과 표본 2로 구분한 두 개의 집단을 대상으로 ① 전체 평균 상승폭을 기존요율에 반영하는 방안, ② 공사종류별 평균 상승폭을 기존요율에 반영하는 방안, ③ 공사종류 및 규모별 평균 상승폭을 반영하는 방안, ④ 사용항목 개정 반영한 공사종류 및 규모별 상승폭을 반영하는 방안으로 제시

표1 효율 개정 방안 특징

| 구분 | 특징 |
|---------------------------------|---|
| ① 전체 평균 상승폭 반영 | <ul style="list-style-type: none"> • 모든 공사 및 규모별 조건이 동일하게 상향 하는 방안 • 건설산업 전체를 대상으로 효율 상향 당위성 제시 • 공사종류별 특성을 반영하는데 한계 존재 : 건축 및 토목공사에 비해 중건설, 특수 및 기타공사 효율 불리 |
| ② 공사종류별 평균 상승폭 반영 | <ul style="list-style-type: none"> • 공사종류별로 조건이 동일하게 상향하는 방안 • 공사종류별 특성을 일부 반영할 수 있으나 규모 반영에는 한계 존재 |
| ③ 공사종류/규모별 평균 상승폭 반영 | <ul style="list-style-type: none"> • 공사종류 및 규모별 조건에 따라 효율을 상향하는 방안 • 공사종류별 및 규모별 해당 사업의 특성을 반영 • 건축 및 토목공사에 비해 중건설, 특수 및 기타공사 효율 유리 • 소규모 공사에 비해 대규모 공사의 효율 상향폭 큼 |
| ④ 사용항목 개정 반영한 공사종류 및 규모별 상승폭 반영 | <ul style="list-style-type: none"> • 향후 개정된 사용항목의 융통성 확보를 감안하여 공사종류 및 규모별 조건에 따라 효율을 상향하는 방안 • 개정된 사용항목의 사용범위를 감안하여 공사종류별 및 규모별 해당 사업의 특성에 따라 효율 개정 방안 |

5) 고시 개정(안) 수립 및 적정성 검토

- 이 연구의 결과로서 제시한 안전보건관리비 계상요율의 상향은 규제가 될 수 있다는 점을 고려하여 규제영향 분석을 수행, 산업안전보건관리비 계상요율이 현행 기준 대비 약 15% 내외 상향 조정될 경우, 우선 '비용'으로는 현행 공사비에 있어 산업안전보건관리비가 요율 상향 조정 시 상승되는 공사비 증액비용은 약 3,410억 원 정도로 유추(건설협회에서 공표하고 있는 계약실적 기준). '편익' 비용으로는 산업안전보건관리비 투입 비용 증가에 따른 산업재해율 감소분에 따른 재해자 수 감소로 이에 대한 편익 비용은 근로복지공단의 산재보상 금액을 기준으로 하인리히의 법칙에 따른 재해손실비용으로 계상하여 약 3,666억 원을 도출
- '비용'의 개념은 안전관리비 요율 상승으로 추가 발생하는 비용으로 3,410억 원, '편익'의 개념인 안전관리 체계 강화에 따른 감소 기대 비용은 3,666억 원으로 편익-비용은 약 1.08배로서 효과가 있는 것으로 유추할 수 있으며 여기서 사망자 감소분을 반영하면 더 큰 효과를 낼 수 있을 것으로 기대

시사점

- ❖ 이 연구의 결과는 현실적인 안전보건관리비의 계상기준 마련을 통해 적정한 집행을 유도하고, 건설 사업장 내 근로자 재해예방에 기여할 수 있으며, 궁극적으로는 건설업의 안전 관련 패러다임을 효율적으로 제시할 수 있을 것으로 기대됨
- ❖ 건설산업의 다변화 속에 안전강화 정책에 따른 법령 개정 등 건설산업에 있어 산업안전보건관리비의 중요성이 증대되고 있는 현시점에서 점차적으로 해당 사용 항목의 확대가 예상되고 있으며 이에 따른 추가적인 여유분을 반영할 필요성이 있음

3. 연구활용방안

개선방안

❖ 고시 별표 1 공사종류 및 규모별 안전보건관리비 계상 기준표

- 이 연구의 결과로서 제시한 4개의 공사종류를 기준으로 실태조사를 통해 수집된 데이터의 가중 평균 값을 적용하여 개선 요율을 추정함

표2 별표 1(산업안전보건관리비 계상기준표) 개정(안)

| 현행 | | | | | |
|-----|-------|--------------|------------|--------|----------|
| 구분 | 5억 미만 | 5억 이상 50억 미만 | | 50억 이상 | 보건관리자 선임 |
| | | 적용비율 | 기초액 | | |
| 건축 | 2.93% | 1.86% | 5,349,000원 | 1.97% | 2.15% |
| 토목 | 3.09% | 1.99% | 5,449,000원 | 2.10% | 2.27% |
| 중건설 | 3.43% | 2.35% | 5,400,000원 | 2.44% | 2.66% |
| 특수 | 1.85% | 1.20% | 3,250,000원 | 1.27% | 1.38% |



| 개정(안) | | | | | |
|-------|-------|--------------|------------|--------|----------|
| 구분 | 5억 미만 | 5억 이상 50억 미만 | | 50억 이상 | 보건관리자 선임 |
| | | 적용비율 | 기초액 | | |
| 건축 | 3.39% | 2.43% | 4,900,000원 | 2.53% | 2.82% |
| 토목 | 3.40% | 2.70% | 3,500,000원 | 2.77% | 2.93% |
| 중건설 | 3.96% | 3.23% | 3,825,000원 | 3.31% | 3.61% |
| 특수 | 2.24% | 1.67% | 2,925,000원 | 1.73% | 1.88% |



연락처

- 연구책임자 : 재단법인 한국조달연구원 오세욱 선임연구위원
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 강성윤 과장
- 연락처 : 052-703-0852
- e-mail : sungyun81@kosha.or.kr

11

'23년 적정기술지도 대가 산정기준 개선

- 📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 10월
- 🔍 핵심단어 : 건설공사의 산업재해 예방 지도, 재해예방전문지도기관, 기술지도 대가



2장

산업안전

Highlight

- ▶ 재해예방전문지도기관이 실시하는 기술지도 1회당 적정단가의 산정 기준을 마련하기 위해 현행 계약단가 분석, 설문 조사, 이해관계자 면접조사 및 전문가 자문을 실시함. 이를 통해 「'23년 적정기술지도 대가 가이드라인」을 제시함

1. 연구배경

- ▶ 「산업안전보건법」 제73조 '건설공사의 산업재해 예방 지도' 규정이 개정(2022.8.16.) 되면서 기술지도 계약 의무 주체가 건설공사 도급인에서 발주자로 변경됨
- ▶ 이 때 건설공사 발주자와 지도기관이 자율적인 금액으로 계약을 체결하는 과정에서 발주자가 저가 입찰을 유도하거나 지도기관들이 지나치게 높은 가격으로 담합하여 기술지도의 품질을 떨어뜨리는 폐해가 발생할 우려가 있음
- ▶ 이에 기술지도 계약체결이 합리적인 금액으로 이루어져 지도기관에서 내실있는 기술지도 업무를 수행하도록 적정 기술지도 대가(기술지도 1회당 표준 단가)에 대한 산정기준을 마련하고자 함

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 현행 기술지도 대가 실태 조사

- 최근 1년간(2022.1.1.~2022.12.31.) 재해예방전문지도기관에서 작성한 기술지도 보고서 데이터를 통해 기술지도에 영향을 미치는 각종 요인을 파악하고 현행 대가를 분석함
 - 현행 기술지도 1회당 대가를 공사 규모(금액)별, 공사 종류별(건설, 전기·통신), 지도기관 평가등급별, 발주자(공공, 민간)별, 노동청별 등 각 요인별로 분석함

표1 현행 기술지도 1회당 대가(K2B 기준)

(단위: 원)

| 구분 | 3억 원 미만 | 3억 원~ 20억 원 미만 | 20억 원 ~ 40억 원 미만 | 40억 원 이상 |
|--------|---------|-------------------|---------------------|----------|
| 전체 | 192,018 | 184,673 | 199,025 | 244,231 |
| 법 개정 전 | 187,794 | 179,099 | 194,286 | 239,851 |
| 법 개정 후 | 206,313 | 210,010 | 231,767 | 287,782 |

❖ 재해예방 기술지도기관 설문 조사

- 기술지도기관의 사업주, 지도요원을 대상(52개사, 170명)으로 기술지도 영향 요소, 적정 대가 수준, 현행 제도의 문제점 등 전반적인 의견을 파악함
 - 설문 결과, 기술지도기관의 대가 산정기준은 엔지니어링 대가 기준, 실제소요비용, 건설사업관리기술인 기준, 예정가격작성기준 순으로 나타났고, 기술지도 대가에 가장 큰 영향을 미치는 요소로는 이동거리, 공사비, 발주기관 순으로 나타남

❖ 발주자·시공사·기술지도기관 면접 조사

- 재해예방 기술지도 제도와 관련되어 있는 이해관계자로서 발주자, 시공사, 지도기관을 대상으로 기술지도 대가 산정기준에 대한 의견을 청취함
 - 발주자: 지도기관 선정방식은 기존에 계약을 체결하였던 지도기관, 기술지도 수행 경험 등 다양한 방식으로 검토하며, 최저가 견적을 제시하는 지도기관을 선정하는 방식이 대다수임
 - 시공사: 적정 기술 등급을 보유하면서 업무 경력이 많은 지도요원의 투입이 필요함
 - 지도기관: 기술지도 1회당 평균 소요시간은 3억 미만 1시간, 3억 이상~40억 미만 2시간, 40억 이상 3시간 이고, 1일 기술지도 가능 횟수는 평균 3~4회(월 기준 가능횟수 60~70회)임

❖ 기술지도 대가 산정기준 제시

- 대가 산정기준 모델은 엔지니어링사업대가의 기준에 의거 실비정액가산방식을 적용하여 직접인건비, 직접 경비, 제경비, 기술료와 부가가치세를 합산하는 대가 산정기준을 제시함

표2 기술지도 1회당 대가 산정기준

| 구분 | 3억 원 미만 | 3억 원 이상~ 20억 원 미만 | 20억 원 이상~ 40억 원 미만 | 40억 원 이상 |
|------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 기술등급별 노임 (A1) | 중급기술자 | 중급기술자 | 고급기술자 | (기술사 1회+ 고급기술자 7회)÷8 |
| 직접인건비(A2) | A÷3.5회 | A÷3.0회 | A÷2.5회 | A÷2회 |
| 직접경비(B) | 유류비, 차량감가상각비, 장비감가상각비 | | | |
| 제경비(C) | C=A2×110~120% | | | |
| 기술료(D) | D=(A2+C)×20~40% | | | |
| 소계(E) | E=A2+B+C+D | | | |
| 부가가치세(F) | F=E×10% | | | |
| 합계(G) | G=E+F | | | |

2장

산업안전

❖ '23년 적정 기술지도 대가 산정 가이드라인

표3 건설공사 분야 기술지도 1회당 대가

(단위: 원)

| 구분 | 3억 원 미만 | 3억 원 이상~ 20억 원 미만 | 20억 원 이상~ 40억 원 미만 | 40억 원 이상 |
|-------|---------|----------------------|-----------------------|----------|
| 직접인건비 | 74,734 | 87,190 | 113,018 | 150,640 |
| 직접경비 | 22,418 | 23,633 | 25,334 | 27,885 |
| 제경비 | 85,944 | 100,268 | 129,970 | 173,236 |
| 기술료 | 48,203 | 56,237 | 72,896 | 97,162 |
| 소계 | 231,299 | 267,328 | 341,218 | 448,923 |
| 부가가치세 | 23,129 | 26,732 | 34,121 | 44,892 |
| 합계 | 254,428 | 294,060 | 375,339 | 493,815 |

주) 특수지역, 야간 및 휴일공사 현장의 경우 발주자와 지도기관 간 협의를 통해 제경비 및 기술료 최대 요율 범위 내에서 기술지도 대가 할증 가능

표4 전기·정보통신공사 분야 기술지도 1회당 대가

(단위: 원)

| 구분 | 3억 원 미만 | 3억 원 이상~ 20억 원 미만 | 20억 원 이상~ 40억 원 미만 | 40억 원 이상 |
|-------|---------|----------------------|-----------------------|----------|
| 직접인건비 | 76,679 | 89,459 | 114,328 | 152,043 |
| 직접경비 | 22,423 | 23,638 | 25,340 | 27,893 |
| 제경비 | 88,180 | 102,877 | 131,477 | 174,849 |
| 기술료 | 49,457 | 57,700 | 73,741 | 98,067 |
| 소계 | 236,739 | 273,674 | 344,886 | 452,852 |
| 부가가치세 | 23,673 | 27,367 | 34,488 | 45,285 |
| 합계 | 260,412 | 301,041 | 379,374 | 498,137 |

주) 특수지역, 야간 및 휴일공사 현장의 경우 발주자와 지도기관 간 협의를 통해 제경비 및 기술료 최대 요율 범위 내에서 기술지도 대가 할증 가능

시사점

- ❖ 공사종류별·금액별 기술지도 대가 구성 요소의 원가를 산정하여 외부 환경 변화에 따른 대가 변동을 합리적이고 용이하게 재산정할 수 있는 산정모형을 고안하여 '23년 적정기술지도 대가 가이드라인을 제시함
- ❖ 또한, 특수지역(군부대, 보안시설 등)에서 소요되는 이동 및 대기시간, 야간 및 휴일공사 등 기술지도 업무 여건을 고려하여 발주자와 지도기관과 협의를 통해 기술지도 대가를 요율 최대 범위 내에서 할증할 수 있도록 제안함

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 건설공사 발주자가 재해예방기술지도 계약 체결 시 지도기관의 내실 있는 업무 수행을 위한 기술지도 1회당 적정단가 산정 참고자료로 활용
- ❖ 재해예방기술지도 기관의 관할지역 제한 규정의 적정성 검토를 위한 기초자료 제공

연락처

- 연구책임자 : (재)한국산업관계연구원 백남중 연구위원
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 이은진 과장
- 연락처 : 052-703-0845
- e-mail : eunjin2@kosha.or.kr

12

발파 및 터널작업 관련 안전기준 정비

📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 10월

🔍 핵심단어 : 발파, 터널, 안전보건규칙, 발파작업표준안전작업지침

2장

산업안전



Highlight

- ▶ 발파 및 터널작업의 산재예방에 관한 안전기준을 규정하고 있는 안전보건규칙의 실효적 작동을 위한 개정안을 마련하기 위한 것을 연구 목적으로 함. 본 연구를 통해 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제38조(별표4 포함), 제325조 및 제348조-349조의 개정 및 「발파작업 표준안전작업지침」, 「터널공사 표준안전작업지침」의 개정(안) 제시함

1. 연구배경

- ▶ 각종 토목 및 자원개발 공사에서 주요 굴착공법으로 활용되고 있는 발파공법은 화약을 이용하여 폭발압에 의해 암반 및 토사를 굴착하는 방법으로 국내 화약류에 대한 전반적인 관리와 발파작업에 대한 규정은 총포·도검·화약류 등 단속법에 의하여 관리되고 있으나, 세부적인 취급과 사용법에 대한 지침은 「산업안전보건법」에 의거하여 「발파작업 표준안전작업지침」에 따라 발파작업에서의 재해예방을 위한 화약류의 취급, 운반, 저장, 사용 및 관리와 작업상의 안전에 관하여 사업자에게 지도·권고하고 있음
- ▶ 「산업안전보건기준에 대한 규칙」(이하 “안전보건규칙”) 제348~349조, 제350조~368조에는 발파 및 터널작업의 산재예방에 관한 구체적인 안전기준이 규정되어 있으나, 오랫동안 개정이 이루어지지 않아 현실을 반영하지 못하는 규정이 일부 있으며, 필요한 안전기준이 미비하여 사업장에서 해당 규정을 이행하는데 어려움이 있는 것으로 파악되고 있으며, 또한 발파 및 터널작업과 관련된 안전기준들은 안전보건규칙 뿐만 아니라 공사작업과 관련된 여러 기관(정부부처, 발주처, 관리기관 등)에서 별도로 제정하고 있는 기준들을 만족시켜야 하며,

각각의 법과 기준들은 각기 개정과 보완을 거쳐 서로 다른 내용들을 명시하고 있는 경우가 많아 사업장에서 안전 관리기준을 이행하는데 애로사항이 되고 있음

- ▶ 이에 그동안 기술·환경의 변화로 현실에 맞지 않는 불합리한 규정은 폐지·개선하거나, 작동성이 낮은 규정들을 국내 작업현장 여건에 맞도록 수정·보완하는 것을 목표로 하고 이를 위하여 국내·외에서 제정되어있는 법령, 정책, 제도의 통합적인 비교·검토를 수행하였으며, 이를 통해 국내 안전보건규칙에 보완이 필요한 부분을 도출하고자 함
- ▶ 본 과제를 통해 도출되는 안전보건규칙 개정안의 적용으로 국내·외 발파 및 터널작업 관련 최신 법제도의 도입으로 세계 수준의 안전보건규칙을 마련할 수 있을 것으로 기대되며, 국내 작업여건에 적합한 실효성 있는 안전보건규칙의 마련으로 발파를 적용한 각종 터널 및 공사현장에서의 안전사고 저감에 기여할 수 있을 것으로 판단됨
- ▶ 또한 국내 환경변화 및 작업여건이 반영된 안전보건 규칙의 개정으로 발파 및 터널현장에서의 발주, 설계, 시공 단계별 효율적인 안전사고 예방대책 마련에 기여할 수 있을 것으로 판단됨

2. 주요연구내용

연구결과

- ❖ 발파 및 터널작업의 산재예방에 관한 안전기준을 규정하고 있는 안전보건규칙의 실효적 작동을 위한 개정(안)을 마련하는 것으로 그동안 기술·환경의 변화로 현실에 맞지 않는 불합리한 규정은 폐지·개선하거나, 작동성이 낮은 규정들을 국내 작업현장 여건에 맞게 수정·보완하고자 함

1) 발파 및 터널작업의 안전기준 관련 국내·외 법령 및 제도 분석

- 국내 법령 및 제도의 개선방안을 도출하고 현실화시키기 위하여 현행 국내·외에서 제정되어 있는 법령, 정책, 제도의 통합적인 비교·검토를 수행함. 또한 국내 안전보건기준의 개선과 관련한 국내 선행연구의 현황에 대하여 조사하여 해당연구의 주요 내용에 대한 분석을 수행함
- 국내 및 해외(선진국 중심: 영국, 일본, 미국, EU 등) 발파, 사면안정화 및 터널작업 관련 안전기준 비교 분석을 통한 국내 법령 및 제도의 개선방안 도출
- 국내·외 발파 및 터널작업 중 사망사고 사례별 관례 분석 등을 통해 국내 관련 법령 및 제도의 현실화 방안 도출

2) 발파 및 터널작업 관련 중대재해 및 사회적 이슈 사고 분석

- 발파 및 터널 작업에서의 안전과 관련한 국내 환경변화를 적극 반영하기 위하여 최근 10년간 건설업 산업재해 통계와 발파 및 터널작업 관련 중대재해 조사의견서, 사회적 이슈 사고 국토부 사고조사위 조사 결과보고서 등을 상세히 분석하고자 하며, 이를 통해 안전보건규칙을 현실화하기 위한 개선방안을 도출하고자 함
- 국내·외 발파 및 터널작업 중 발생한 주요 중대재해 및 사회적으로 이슈가 되는 사고들을 분석하여 국내 환경 변화를 반영한 국내 관련 법령·제도의 개선방안 도출

3) 발파 및 터널작업 실태조사

- 현행 발파 및 터널작업에서의 안전보건규칙은 오랫동안 개정이 이루어지지 않아 현실을 반영하지 못하는 규정이 일부 있는 것으로 파악되며, 필요한 안전기준이 미비하여 사업장에서 해당 규정을 이행하는데 어려움이 있는 것으로 판단됨. 개선하고자 하는 안전보건규칙이 실제 현장에서 제대로 작동할 수 있도록 현장 관계자의 의견을 적극적으로 반영하고자 함
- 국내 발파 및 터널현장에서의 안전조치 의무 이행실태와 안전지침에 대한 실효성에 대하여 조사하고 이를 통해 현행 안전보건기준의 문제점과 개선방안 등을 도출
- 발파 및 터널공사에서의 발주, 설계, 시공 단계별 위험요인과 예방대책에 대하여 조사하고 현재 안전보건기준에서의 미비점 및 개선사항 체크

4) 발파 및 터널작업 관련 안전보건규칙 개정(안) 제시

- 안전보건규칙 제38조(별표4 포함), 제325조 및 제348조~제349조의 개정(안) 제시
- 개정(안)에 대한 규제영향 분석(규제영향 분석 근거와 기본가정, 비용편익 분석 내용 등 포함)

표1 안전보건규칙 개정(안)

| 조항 | 개정 내용 |
|---------------------------|---|
| 제38조(사전조사 및 작업계획서의 작성 등) | (신설) 14. 화약류 또는 파쇄제를 이용한 발파작업 |
| 제39조(작업지휘자의 지정) | (신설) ③ 사업주는 화약류 또는 파쇄제를 사용하여 발파작업을 하는 경우 작업지휘자를 지정하여 화약류와 파쇄제의 운반, 취급, 장약, 기폭, 불발공의 처리 등을 지휘·감독하도록 하여야 한다. |
| 제325조(정전기로 인한 화재 폭발 등 방지) | (변경) 9. 화약류 제조설비 → 화약류 제조·저장 설비 (삭제) 10. 발파공에 장전된 화약류를 점화시키는 경우에 사용하는 발파기 (발파공을 막는 재료로 물을 사용하거나 갱도 발파를 하는 경우는 제외한다) → 삭제 |
| 제348조(발파의 작업기준) | (변경) 사업주는 작업지휘자 및 발파작업에 종사하는 근로자에게 다음 각 호의 사항을 준수하도록 하여야 한다. (사업주가 발파 작업을 위해 필수적인 이행해야 할 사항을 명시함) (삭제) 1. 얼어붙은 다이내마이트는 화기에 접근시키거나 그 밖의 고열물체에 직접 접촉시키는 등 위험한 방법으로 용해되지 않도록 할 것 (사용 빈도 극히 낮음) (대부분의 조항 변경 및 삭제) |
| 제349조(작업중지 및 피난) | (변경) ① 사업주는 벼락이 떨어질 우려가 있는 경우 또는 화약류 인근에서 화재가 발생한 경우에는 화약 또는 폭약의 장전 작업을 중지하고 근로자들을 안전한 장소로 대피시켜야 한다. |

5) 발파 및 터널작업 관련 표준안전작업지침 개정 내용 제시

- 발파작업표준안전작업지침의 용어, 기준 등에 대한 해설서 작성

시사점

- ❖ 본 연구는 발파 및 터널 작업에서의 안전과 관련한 국내 환경변화를 적극 반영하기 위하여 발파 및 터널작업 관련 중대재해 조사의견서, 국토부 사고조사위 조사 결과보고서 등을 상세 분석하였으며, 안전보건규칙의 현장 작동성 향상을 위한 건설공사 이해당사자의 의견수렴 등 심층면접 수행하였고, 이를 통해 안전보건규칙을 현실화하기 위한 개선방안을 도출함
- ❖ 안전보건규칙 개정안의 규제영향을 분석하기 위한 법적차원에서의 다각도의 분석을 수행하였고 규제영향분석 근거와 기본가정, 비용편인 분석 등을 포함하여 개정안의 법·기술적 분석을 통해 국내 여건에 적합한 안전보건규칙을 제안함

- ❖ 본 연구를 통해 도출된 안전보건규칙 개정안의 적용으로 국내외 발파 및 터널작업 관련 최신 법제도의 도입으로 세계 수준의 안전보건규칙을 마련할 수 있을 것으로 기대되며, 국내 작업여건에 적합한 실효성 있는 안전보건규칙의 마련으로 발파를 적용한 각종 터널 및 공사현장에서의 안전사고 저감에 기여할 수 있을 것으로 판단됨
- ❖ 또한 국내 환경변화 및 작업여건이 반영된 안전보건 규칙의 개정으로 발파 및 터널현장에서의 발주, 설계, 시공 단계별 효율적인 안전사고 예방대책 마련에 기여할 수 있을 것으로 기대

3. 연구활용방안

🔍 개선방안 또는 정책방안

- ❖ 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 개정(안) 제시
 - 안전보건규칙 제38조(별표4 포함), 제325조 및 제348조~제349조의 개정(안) 제시



연락처

- 연구책임자 : 사단법인 대한화학발파공학회 김광염 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 강성윤 과장
- 연락처 : 052-703-0852
- e-mail : sungyun81@kosha.or.kr

13

사업장 안전관리 제도 개편 및 종합컨설팅기관 육성 방안

📅 연구기간 : 2023년 9월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 안전관리 제도, 안전관리자, 안전관리전문기관, 종합컨설팅기관



Highlight

- ▶ 중소기업 사업장의 자체 안전관리 역량 강화를 통해 위험성평가 중심 자기규율 예방체계를 확립하여 중대재해를 효과적으로 감축하고자, 국내·외 안전관리 제도 현황과 국내 안전관리 시장·인력을 조사·분석하고 전문가 자문과 제도 개편 포럼 등을 통해 사업장 안전관리 제도 개선방안과 민간재해예방기관의 질 제고 및 종합컨설팅 기관의 육성 방안을 제시

1. 연구배경

- ▶ 정부는 중대재해 감축을 위해 위험성평가 중심의 자기규율 예방체계 구축을 주요 내용으로 하는 「중대재해 감축 로드맵」을 2022년 11월에 관계부처 합동으로 발표
- ▶ 효과적인 중대재해 감축을 위한 위험성평가 중심의 자기규율 예방체계 확립을 위해서는 중소기업 사업장의 안전관리 역량강화가 매우 중요
 - 대부분의 중소기업 사업장은 스스로 안전관리를 할 수 있는 체계를 구축하기 위한 인적·경제적 여건을 갖추지 못하여 민간기관의 기술지원·진단·검사 등에 의존하고 있는 실정
 - 현재 민간 컨설팅 시장은 소규모 기관의 난립, 가격 덩핑 등으로 서비스 품질에 대한 의구심이 확대되고 있는 상황
- ▶ 「중대재해처벌법」 시행 이후 증가한 안전관리 전문인력에 대한 수요와 우수한 인력의 질 높은 컨설팅 서비스 공급이 선순환될 수 있도록 할 필요

- ▶ 따라서 중소기업 사업장의 안전관리 역량강화를 위하여 이해관계자 및 전문가 논의를 통해 현행 사업장 안전관리 제도의 개선방안을 제시하고 민간재해예방기관의 질 제고와 연계한 종합컨설팅기관의 육성방안을 제시할 필요

2. 주요연구내용

연구결과

- ❖ 사업장 안전관리 제도 개편 관련하여 안전관리자의 임무와 역할, 안전관리자의 선임제도, 안전관리 위탁제도, 안전관리자의 역량강화에 대한 개선방안을 제시
 - 「산업안전보건법」 등의 안전관리자 역할에 책임과 권한을 부여하여 효과적인 안전관리 업무 수행 및 중대재해 예방을 도모
 - 안전관리자 자격증 및 학력 기준의 명확화, 타법에 의한 안전관리자 인정 재검토, 5년 이상 실무경력을 가진 관리감독자를 안전관리자로 선임하는 방안 등 안전관리자의 선임 자격 완화
 - 안전관리자의 선임대상 사업장은 30인 이상, 전담선임대상은 100인 이상으로 강화하고, 겸직 금지, 고위험군에 대한 선임기준 강화, 공동선임 제도 개선 등 사업장 안전관리 제도 개편
 - 50인 미만 사업장의 컨설팅 의무화, 사업장과 위탁업체 간 직접 계약방식에서 제3자에 의한 중개방식에서의 전환, 위탁비용과 위탁업무의 표준화, 보조금 지원사업의 다각화, 전문기관의 지정요건 강화 등 위탁기관의 역량 강화
 - 안전관리자의 역량강화를 위해 보수교육 방법 개선, 실무중심의 맞춤형교육 실시, 전문인력 양성 프로그램 도입 등 교육제도를 개편·강화하고 직무중심에서 직능중심의 경력관리, 전국적인 네트워크 구성 및 지원 등을 위한 로드맵 마련 및 시행
- ❖ 민간재해예방기관의 질 제고 방안 관련하여 지정요건 강화 및 관리감독 방안 개선, 지도요원의 역량 강화, 종합컨설팅기관의 필요성 등을 제시
 - 무분별한 소규모 기관 난립 등으로 인해 발생하는 민간재해예방기관의 서비스 질 저하와 책임성 부족 등의 문제점을 개선하기 위해 지정요건을 강화하고 지도요원의 역량교육 확대, 기관에 대한 모니터링과 관리감독 강화 등의 개선
 - 고용노동부, 안전보건공단, 민간재해예방기관의 역할 명확화와 유기적인 협력체계 구축, 안전교육과 안전보건 진단은 민간기관에 위탁, 300명 미만의 사업장에 대한 정기적인 안전관리 이행상태 확인·점검 의무화, 수수료 고시, 기관의 대형화·전문화 등의 제도 개편

3. 연구활용방안

제언

- ❖ 안전관리자 역량강화 관련은 자체선임이나 업무위탁 제도를 개선하는 것만으로 해결하는 데 한계가 있으므로 이를 위해 안전관리자의 임무와 역할을 재정립하고, 교육제도를 개편하며 특히 경력관리 및 그에 따른 인정을 통한 처우 개선 등이 매우 중요하므로 이를 구체화하는 ‘사업장 안전관리자의 역량강화 방안 연구’의 추가 수행을 제안
- ❖ 본 연구에서 다루지 못한 종합건설팅기관 육성을 위한 소규모 민간기관의 합병 또는 관리체계 구축 등 매우 구체적이고 실제적인 방안 마련을 위해 전문가 포럼 등을 통한 ‘안전관리전문기관의 질 제고와 종합건설팅기관의 육성 방안’을 후속 연구로 추진할 것을 제안

활용방안

- ❖ 향후 사업장 안전관리 제도 개선 및 종합건설팅기관 육성 방안 관련 정책 마련 시 기초자료로 활용

연락처

- 연구책임자 : 재단법인 피플 미래일터안전보건연구원 김태욱 원장
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 전소영 과장
- 연락처 : 052-703-0848
- e-mail : syjeon@kosha.or.kr

14

화학공장 정비보수 중 화재·폭발 사고의 사회기술적 원인분석

📅 연구기간 : 2023년 2월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : AcciMap, STAMP, 화학공장 정비보수, 화재·폭발, 화학사고



2장

산업안전

Highlight

- ▶ 화학공장 정비보수 관련 규정 및 절차와 중대산업사고 현황을 조사·분석하였으며, 화학공장에서 정비보수작업 중 발생한 화재·폭발사고를 정비보수 업무처리절차, STAMP 모델, AcciMap을 이용하여 분석하고 사회기술시스템의 통합적 측면에서 사고기여요인 간의 연결 관계와 사고 모형을 위한 변수를 제시함

1. 연구배경

- ▶ 최근 17년(2005년~2021년) 동안 발생한 중대산업사고에서 83명의 사망자가 발생하였는데, 정비보수작업 중에 발생한 사망자가 36명으로 가장 많은 것으로 나타남
 - 사고 건수 기준으로 130건의 중대산업사고 중 33.8%(44건)가 정비보수작업 중 발생하였고, 정상운전 중 44.6%(58건)이 발생한 것으로 보고됨
 - 정비보수작업 중 발생한 사망자는 협력업체 소속 작업자의 비율이 더 높은 것으로 나타남
 - 협력업체가 정비보수 작업을 수행하는 중에 발생한 사고는 기술적, 관리적인 문제와 함께 원하청 구조에서 나타난 문제일 수 있으며, 이러한 문제는 협력업체 단독으로 해결하기에는 한계가 있음
- ▶ 화학공장의 정비보수 협력업체에서 발생한 사고에 대한 안전대책을 마련하기 위해서는 원청과 협력업체를 하나의 시스템 범위 안에 포함시켜 시스템 통합적인 측면에서 사고에 기여한 요인을 파악할 필요가 있음
 - 기술적인 측면과 함께 도급 관계와 같은 사회구조적인 측면에서도 사고와 관련된 요인(변수)과 문제점을 찾고 각 요인간의 연관성을 분석하여 사고예방대책을 마련할 필요가 있음

2. 주요연구내용

연구결과

- ❖ 「산업안전보건법」, 「중대재해 처벌법」, 공정안전보고서 제출·심사·확인 및 이행상태평가 관련 규정, 사업장 위험성평가에 관한 지침의 협력업체 정비보수 작업 관련 사항 분석
 - 「산업안전보건법」 및 「중대재해처벌법」의 화학공장의 정비보수 작업 관련 사업주의 의무사항 및 역할 등 정리 및 분석
 - 공정안전보고서 제출·심사·확인 및 이행상태평가 관련 규정, 사업장 위험성평가에 관한 지침의 화학공장 정비보수 관련 사항 정리 및 분석
- ❖ 2005년부터 2022년까지 18년간 발생한 중대산업사고 149건 분석
 - 149건의 중대산업사고에서 사망자 89명, 부상자 455명 발생
 - 작업상황을 기준으로 보면 정상운전(65건), 정비보수(54건) 순으로 발생한 것으로 나타났고, 정비보수작업 종류별로는 배관작업(18건), 밀폐공간작업(14건), 탱크정비작업(11건) 순으로 발생
 - 정비보수작업 중 사망자수와 부상자수는 협력업체에서 더 많이 발생한 것으로 나타나 협력업체 작업자가 상대적으로 위험에 많이 노출되어 있는 것으로 나타남
- ❖ 화학공장 정비보수 중 발생한 화학사고를 정비보수 업무처리절차, STAMP 모델을 활용하여 분석하고, AcciMap을 이용하여 사고 기여요인 간의 관계를 종합적으로 제시함
 - 원청의 사고기여요인은 적격 수급업체 선정절차 미이행, 협력업체에 안전보건정보 미제공 또는 제공 미흡, 설비 정비보수 주기 미준수, 작업계획서 부적정, 설비 변경관리 누락, 작업절차서 미작성 또는 미흡, 설비 제작·설치 미흡, 설비 정비 및 관리 미흡, 작업 위험성평가 부적정, 작업 전 안전조치 미흡, 작업허가서 승인 및 발급 부적정, 협력업체 작업 감독 부적정 등으로 나타남
 - 협력업체의 사고기여요인은 작업계획서 부적정, 작업절차서 미작성 또는 미흡, 위험성평가 부적정, 관리감독자 업무 수행 부적정, 안전보건교육 및 특별안전보건교육 미 실시 또는 미흡, 작업 전 안전조치 확인 미흡, 계획된 작업방법 변경 등으로 나타남

시사점

- ❖ 화학공장의 정비보수작업을 협력업체에서 수행하는 경우 다양한 요인들이 복합적으로 작용하여 사고 발생하고 있으며, 이러한 요인들의 관계와 기능을 고려하여 사고예방대책을 마련할 필요가 있음

3. 연구활용방안

제언

❖ 협력업체에 안전 및 보건에 관한 정보를 문서로 제공하는 시기의 조정 필요

- 현행 「산업안전보건법」에는 고용노동부령으로 정하는 화학물질 또는 그 화학물질을 포함한 혼합물을 취급하는 설비 관련 작업을 도급하는 자는 해당 작업을 시작하기 전에 수급인에게 안전 및 보건에 관한 정보를 문서로 제공하도록 하고 있음.
- 그러나 협력업체가 실제로 작업을 시작하기 전에 안전 및 보건에 관한 정보를 받는다면 그 정보를 작업표준(절차서) 작성, 위험성평가, 안전교육 등에 활용하기 어려우므로 도급의 계약 또는 계약 이전 단계에서 제공하도록 변경할 필요가 있음

❖ 정비보수작업 관련 작업표준(절차서) 작성 및 위험성평가 수행결과에 대한 공유 필요

- 화학설비에 대한 정비보수작업을 도급하는 경우 해당 작업에 대해 원청에서 작성한 작업표준(절차서)과 위험성평가 결과를 협력업체에 제공하도록 하는 제도적 방안 마련 필요
- 협력업체에서 정비보수작업에 대한 위험성평가 수행 시 원청에서 함께 참여하거나 지원하도록 하는 방안 마련 필요
- 작업표준(절차서) 및 위험성평가 결과에 따라 시행된 작업 전 안전조치를 원청과 협력업체가 공유하고, 협력업체에서도 확인할 수 있는 방안 마련 필요

❖ 정비보수 관련 안전보건기술지침에 원청과 협력업체의 역할 구분 필요

- 현재의 정비보수 관련 안전보건기술지침은 원청에서 직접 수행하는 경우를 중심으로 작성한 경우가 많으므로, 협력업체가 수행하는 경우를 포함하여 작성 필요(작업허가서, 작업 전 안전조치 등)

활용방안

- ❖ 「산업안전보건법」 및 안전보건기술지침 개정의 기초자료 활용
- ❖ 화학공장 정비보수작업 관련사고 예방을 위한 기술자료 활용



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 위험성시험부 서동현 연구위원
- 연락처 : 052-703-0332
- e-mail : seodh93@kosha.or.kr

15

폐수 증발농축공정의 화재폭발 위험성 및 안전관리 방안

📅 연구기간 : 2023년 7월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 폐수, 폐수수탁업, 증발농축, 증발건조, 화재폭발



Highlight

- ▶ 국내 폐수발생현황과 폐수수탁업 관련 재해발생 현황 및 사고사례를 분석하고 관련 법령을 검토하였으며, 증발농축 공정을 이용하여 폐수를 처리하는 사업장의 실태를 파악하고 생성되는 화학물질에 대한 화재·폭발 위험성 평가를 통해 사고예방을 위한 안전관리 방안을 제시함

1. 연구배경

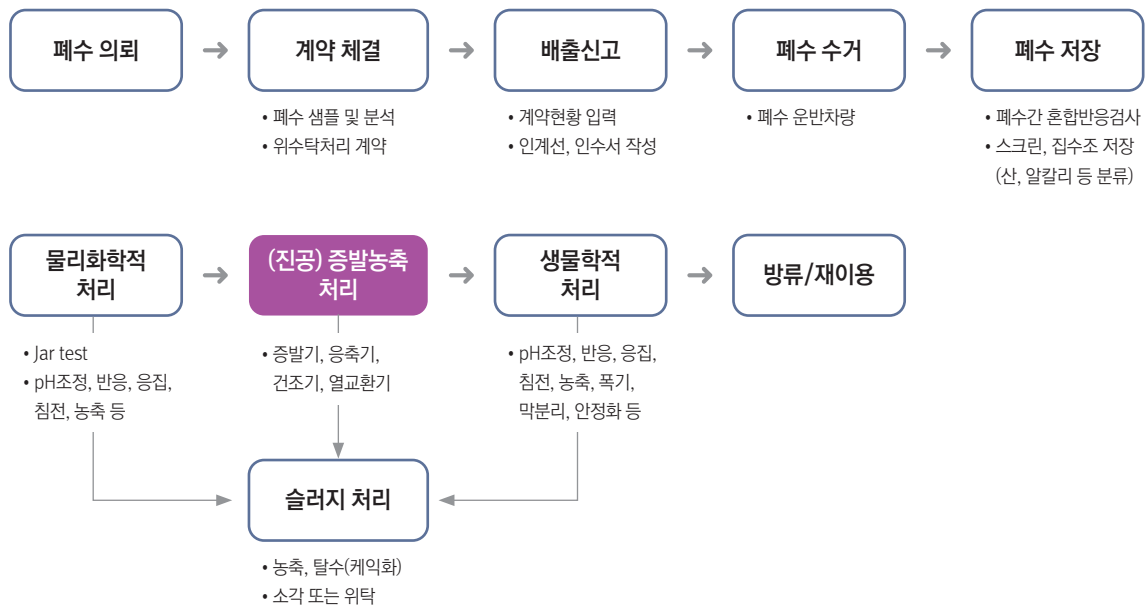
- ▶ 폐수처리공법 중 하나인 증발농축공정은 폐수를 증발농축장치에 유입하여 증발 및 농축한 후, 증발된 증기는 응축 과정을 거쳐 처리수로 배출하고 농축액은 증발건조기로 이송하여 건조과정을 거쳐 슬러지로 처리되는 공법임
- ▶ 증발농축공정의 주요 취급물질이 물이기 때문에 상대적으로 안전하다고 인식되고 있으나, 감압조건에서 진공이 깨지거나 온도조절에 실패할 경우 내부온도가 증가하면서 슬러지가 과건조되어 산화 및 분해 등에 의해 화재·폭발사고가 발생할 수 있음
- ▶ 2020년과 2023년, 각기 다른 폐수수탁업 사업장의 증발농축공정에서 화재사고가 발생했으며, 유사사고 방지를 위해 폐수수탁업 사업장의 안전관리에 대한 근본적인 대책이 필요함에 따라 증발농축공정을 사용하는 폐수수탁업 사업장의 실태를 파악하고, 관련 법규, 사고사례 분석 및 폐수의 증발농축공정에서 생성되는 물질에 대한 화재·폭발 위험성 평가를 통해 사고예방을 위한 안전관리 방안을 마련하고자 하였음

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 폐수 증발농축공정 현황

- 폐수처리업은 폐수의 수탁처리를 위한 영업으로 수탁처리업과 재이용업으로 구분하게 되며, 폐수배출량이 적은 사업장이나 수질오염방지시설 설치를 면제받은 사업장에서 발생된 폐수를 폐수처리업 사업장에 위탁 처리할 수 있음
- '23년 5월 기준 국내 85개의 사업장이 폐수를 수탁, 재이용하는 폐수처리업체로 등록되어 있고, 이 중 60여개 사업장에서 증발농축공정을 이용하여 폐수를 처리하고 있으며, 75개 사업장은 50인 미만의 소규모 사업장임



[그림 1] 폐수처리업의 폐수처리 과정

- 「산업안전보건법」에 따라 폐수처리업은 상시근로자 20명 이상 50명 미만일 경우 안전보건관리담당자 1명 이상을 선임하도록 하고 있으나 57%(48개소)에 달하는 20인 미만인 사업장은 선임의무가 없어 안전보건 관리 측면에서 여전히 사각지대에 머물러 있음
- 환경부는 2020년 「물환경보전법」 개정을 통해 폐수처리업의 안전관리기준을 강화하고자 등록제에서 허가제로 변경하고, 허가절차, 기술능력, 시설 및 장비 등의 허가기준을 마련함

- 수탁받은 폐수를 다른 폐수와 혼합하여 처리하려는 경우 사전에 부식성, 폭발성, 자연발화성, 유해성 확인을 통해 폐수 간 반응여부 등을 확인하고 있으나 실제 운전 조건에서의 반응위험성이나 과건조에 의한 분해 등에 의한 화재·폭발 위험성을 사전에 예방하는 데 있어 혼합확인으로는 한계가 있는 것으로 판단됨

❖ 폐수 증발농축공정 사업장 실태 조사

- 수탁폐수 간 혼합확인은 법적인 의무사항으로 항목별로 실시하고 있었으며, 압력계는 진공만 측정 가능한 상태로 판체크밸브, 파열판 등의 설비는 있으나 안전밸브는 미설치됨
- 정상운전조건 이탈시 경보장치는 1곳을 제외하고 모두 설치되어 있었으며, 스팀 공급차단과 냉각수 공급의 연동은 미설치됨
- 안전운전절차서는 설비의 운전 및 유지보수 관련 설명 위주이며, 정상운전조건 이탈시의 절차에 대해서는 포함되지 않았음
- 위탁자가 폐수의 성상 및 함유물질 등에 대한 정확한 정보를 주지 않는 경우, 계약 전 실험실에서 분석한 결과를 토대로 수탁가능여부를 확인하고 있음

❖ 폐수 처리업 사업장의 사고사례

- 2013년부터 2023년 8월까지 폐수처리업으로 등록된 사업장의 재해사례를 수집하여 분석한 결과, 사망 16명, 부상 158명이며 재해건수는 156건임
- 업종별로 구분한 재해자수는 수탁 및 수탁·재이용업 사업장의 재해자수가 전체 재해자수의 95.4%를 차지하였으며, 발생형태를 화재, 폭발, 이상온도 및 화학물질 누출·접촉으로 한정하여 업종별로 구분한 결과, 전체 54건 중 51건이 수탁 및 수탁·재이용 사업장에서 발생함.
- 폐수수탁업은 특성상 다양한 사업장에서 배출된 폐수 내에 오염물질의 양, 구성성분 등의 변동성이 클 수 있으며, 저장조에서 혼합하여 처리하는 경우가 많아 다양한 화학물질이 생성될 수 있어 화학사고의 위험성이 높은 것으로 판단됨
- 2020년과 2023년, 각기 다른 폐수수탁업 사업장에서 화재사고가 발생했으며, 두 사고 모두 증발농축(건조)기의 온도가 상승함에 따라 슬러지가 과건조되어 분해되면서 화재 및 폭발이 발생한 것으로 조사됨

❖ 폐수 증발농축공정 물질의 화재·폭발특성 평가

- 폐수 수탁업 사업장의 증발농축공정 후 채취한 슬러지 시료에 대한 열분석 결과, 이상반응에 의한 화재·폭발 특성에 영향을 미칠 수 있는 발열개시 온도범위는 시료마다 차이는 있으며 (143~171) °C 범위에 있음
- 일부 시료는 단열조건에서 125°C에 도달하면서 자기발열이 시작되었으며, 16시간 후 시료용기의 한계압력인 200bar를 초과하여 용기가 파열됨

- 화학물질의 기계적 에너지에 대한 민감도를 나타내는 마찰감도를 평가한 결과, 일정수준 이상의 마찰에너지에 의해 분해 및 착화 가능성이 있음

3. 연구활용방안

🔍 개선방안

- ❖ 증발농축공정의 증발건조기는 폐수 농축액 내 성상이 확인되지 않는 물질에 의해 반응폭주 등 이상 화학반응이 일어날 수 있기 때문에 특수화학설비 안전조치(계측장치, 자동경보장치, 긴급차단장치 등의 설치)에 준하는 조치를 실시하는 것을 고려해야 함
- ❖ 폐수 혼합확인 시 증발건조기의 공정과 유사한 환경에서 반응 여부를 확인할 수 있는 분석방법 도입이 필요함

🔍 활용방안

- ❖ 폐수 증발농축공정의 안전관리 기술자료로 활용
 - 학술지 게재를 통한 연구성과 전파
 - 사업장 교육 및 기술자료로 활용



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 위험성시험부 최이락 연구위원
- 연락처 : 042-869-0334
- e-mail : yirac@kosha.or.kr

16

공정안전보고서 제출대상 및 이행상태평가의 합리적 개선방안

📅 연구기간 : 2023년 5월 ~ 2023년 10월

🔍 핵심단어 : 공정안전관리(PSM), 공정안전보고서 제출 대상, 이행상태평가



Highlight

- ▶ 공정안전관리제도의 일률적인 제도 적용의 문제점을 파악하여 사업장의 위험수준을 고·중·저위험으로 구분하고, 이행상태평가 수준을 구분하여 적용할 것을 제시함. 또한, 신산업 사업장에도 적절한 제도 개선안을 제시하고, 비합리적인 중복규제를 완화하기 위하여 제출 제외 대상을 명료화함. 이행상태평가 시 달성이 어려운 평가항목을 가점으로 변경하고 그 외 자율적 안전관리 수행 활동 역시 가점을 부여 할 것을 제안함

1. 연구배경

- ▶ PSM 제도는 「산업안전보건법」 제44조부터 제46조까지 법률 규정에 따라 중대산업사고 발생 가능성이 큰 유해·위험 설비를 보유한 사업장이 공정안전보고서를 작성·제출, 심사, 이행하고, 안전보건공단과 고용노동부가 이를 심사(서류), 확인(현장), 평가(이행 수준) 및 점검(이행실태)하여 PSM 대상 사업장 스스로 자기규율적 예방체계를 구축·운영하도록 하는 제도임
 - PSM 제도는 「산업안전보건법」에 따라 공정안전정보, 공정위험성평가, 안전운전절차, 비상조치계획을 사업장 스스로 작성하고, 공정위험성평가를 통해 유해·위험요인을 발굴·제거하는 일련의 PDCA 활동임
 - PSM 제도는 2014년 5인 이상 사업장에서 전 사업장으로 규모 확대되고, 대상물질이 21종에서 51종으로 확대되는 등 규제가 강화되는 방향으로 변경되어 왔음
- ▶ PSM 제도의 문제점 및 개선 요구
 - ▶ 신산업의 적용의 어려움
 - 반도체·디스플레이산업, 이차전지산업 등 다양한 신산업이 등장하면서 기존 석유·화학 산업에 맞추어진

보고서 작성 기준으로 인해 적용 및 시행에 어려움을 겪고 있음

▶ 안전관리자의 행정 피로도 증가

- 산업 전반의 일률적인 제도 시행과 제도 강화로 인해 기업의 행정업무 및 피로도가 증가함에 따라 이를 두고 서류 중심으로 안전을 수행한다는 비판을 받고 있음

▶ 이행수준평가 결과 M등급의 증가

- 제도 도입 후 중대산업사고는 시행 이전에 비하여 줄어들었으나, 이행수준평가 등급 결과는 최근 20여 년간 하위 M(+, -)등급이 증가함(20.6% → 55.1%)

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 국내·외 관련 제도 비교·검토 결과

- 국내 PSM 제도 관련 14개의 선행연구를 검토하고, 해외의 자율안전관리체계에 따른 관리제도 조사
 - EU SEVESO III 지침, 영국, 미국, OECD의 PSM 제도를 조사하고, 이들 나라의 핵심 제도를 파악, 해외의 선행지표와 후행지표를 조사하여 제시
 - 해외의 제도와 국내 PSM 제도와 비교는 법규, 심사기관, 심사/확인, 이행평가, 평가등급, 지역사회 고지, 재제출, 시행 시기별로 분석하여 제시
 - 특히 미국은 표준 29 CFR 1910.119를 채택하여 유지되다가 2022년 9월 20일 총 27개 새로운 아이디어를 반영한 검토내용 제시

❖ 현행 공정안전관리 현황 파악에 따른 제도개선 시사점 도출

- 공정안전보고서 제출 대상 및 이행상태평가의 합리적 개선방안을 위해 중대산업사고 통계조사·분석과 PSM 제도개선 설문조사·분석을 수행하였고, PSM 사업장 현황 및 제도 운영현황 분석 결과를 바탕으로, 제도개선을 위한 시사점 도출
 - 2005년부터 2020년 발생한 중대산업사고는 115건
 - 연도별 PSM 대상 사업장 수 대 중대산업사고 사망자 수 비율을 분석하여 PSM 제도 도입으로 인한 중대 산업사고 감소를 통계적으로 확인. 화학물질 종합정보시스템의 화학사고를 분석하여 설비별 주요 누출사례 분석
 - 2020년 12월 현재 2,162개 사업장으로 업종 및 규정량 비율은 10%:90% 비율을 차지. 또한 50인 미만 사업장이 전체 PSM 대상 사업장 중 48.7%로 거의 절반 정도 차지

- 따라서 전체 PSM 대상 사업장 중 300인 미만이 80.9%를 차지하고 있어, 정책적 배려를 300인 미만의 사업장에 맞추어 추진하는 것이 타당할 것으로 판단함
- 노후화학설비 현황을 분석한 결과 화학 설비 및 부속 설비의 사용기간이 30년 이상인 사업장이 조사 대상 사업장의 24.8%를 차지
- PSM 제도개선 설문조사를 627명을 대상으로 수행하였고, 분석 결과를 제도개선에 반영함

❖ 공정안전보고서 제출 대상 및 내용의 합리적 조정

- 공정안전보고서 제출 대상의 조정
 - 유해·위험물질을 「산업안전보건법 시행령」 별표 13에서 정한 규정량의 10% 미만을 제조·취급·저장하는 설비(또는 공정)를 공정안전보고서 제출 대상 업종에서 제외하는 방안을 제안하였고, 화약 및 불꽃 제품 제조업 중 유해·위험물질을 별표 13에서 정한 규정량의 10% 미만을 제조·취급·저장하거나 「총포·도검·화약류 등의 안전관리에 관한 법률」의 “화약류”를 제조·취급·저장하지 않는 시설을 제외하는 방안을 제안함
 - 공정안전보고서 제출 대상에서 제외되는 시설의 개념을 명확히 정의함
- 공정안전보고서의 제출 대상 중 주요 구조부의 변경에 해당하는 사항을 제안
 - 소용량의 연구용 반응기 중 압력용기 안전 인증 대상이 아닌 경우와 용량 5L 미만의 반응기와 반응기란 용어를 사용하지만 제품생산과 관련되지 않는 반응기를 제외함
 - 현재도 공정안전보고서 제출 대상으로 적용하고 있는 규정량 이상을 저장하는 저장탱크의 설치를 주요 구조부의 변경으로 신설함
 - 고용노동부장관이 정하는 누출·화재·폭발 등의 사고가 있더라도 그에 따른 피해의 정도가 크지 않다고 인정하여 고시하는 설비의 대상을 변경 또는 추가할 것을 제안함
- 설비 내부에 위험물질을 「산업안전보건법 시행령」 별표 13의 규정량 대비 0.1배 미만을 취급 또는 저장하는 배관으로 연결된 옥외의 설비 또는 같은 건물 내의 설비 (다만, 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제271조의 안전거리를 만족하고, 일관 생산시설이 아니고, 위험물질의 연결 배관에 원격으로 차단할 수 있는 밸브가 설치된 경우에 한한다.)로 제안함
- 「산업안전보건법 시행령」 별표 13의 유해·위험물질 이외의 신규로 도입되는 독성물질, 산화성 물질 및 폭발성 물질에 대해서는 기준이 없으므로 적용할 수 없음. 따라서 화학물질의 특성(산화성, 인화성, 독성, 부식성, 폭발성 등)을 고려하여 인화성 액체 및 인화성 가스와 같이 물질 특성에 적합한 기준과 그에 따른 규정량을 마련하기 위한 연구가 추가적으로 필요함
- 반도체·디스플레이 등 전자산업의 PSM 제출 대상 적용은 2가지 안을 제시
 - (1안) FAB(3층 크린룸 지역)은 PSM 대상에서 제외하고, Infra(크린룸 이외 지역)는 PSM 제출 대상으로 포함하여 운영하는 방안

- (2안) 생산장비만 PSM 제출 대상에서 제외하고, 나머지는 PSM 제출 대상으로 포함하여 운영하는 방안

• 공정안전보고서 제출 내용에 대한 주요 제안 내용

- 공정안전보고서와 관련된 내용 중 “도급업체”라는 용어를 “수급업체”로 변경
- 30년 이상 장기 사용설비(노후 설비)에 대한 안전성 확보방안을 마련하기 위해 장기 사용설비에 대하여 안전보건공단이 현장을 확인하는 제도를 도입할 것을 제안
- 사업장의 필요에 따라 공정안전보고서 일부만 사전에 심사받을 수 있도록 하는 사전 심사제도를 도입할 것을 제안
- 공정안전보고서의 심사 시 부적정 판정 기준 및 확인 시 부적합 판정 기준 중 일부를 수정할 것을 제안
- 현재 대부분 사업장에서 공정안전보고서 관련 교육이 이루어진 상태로 작성자 자격 기준을 폐지하고 공단의 교육 이수 실적을 이행상태 평가 시 가점 요인으로 적용할 것을 제안
- 이행상태평가 시의 위험 수준을 결정하기 위한 공장별 기본적인 화학물질 제조·취급·저장량에 대한 정보와 설비 종류별 수량이 포함된 공정안전자료를 매년 안전보건공단에 제출하도록 하는 제도를 도입할 것을 제안
- 공정안전보고서 이행상태평가의 합리적 조정

• 이행상태평가와 관련된 주요 제안 사항

- 정기 평가 주기를 4년에서 5년으로 개정, 1차 재평가 후의 차기 재평가 시점을 최근 평가 시점부터 2년이 지난 후에 실시하도록 제안
- 이행상태평가 시에 사업장의 특성(업종 또는 유해·위험물질의 양)에 따라 사업장을 “고·중·저위험수준”으로 구분하기 위한 기준을 제시
- 위험 수준별로 평가항목을 다르게 적용하는 방안을 제시. 고위험의 경우 150개 항목을, 중위험의 경우에는 135개 항목을, 저위험의 경우에는 110개 항목을 적용. 또한 공정안전관리 제도의 이행 수준을 높이기 위해 평가항목에 PSM 12개 요소 및 현장확인 시에 각 요소에 최대 10점의 가점을 부여하는 방안을 제안
- 이행상태평가 결과에 대한 등급을 현재 4등급(P, S, M+, M-)에서 6등급(S, A, B, C, D, E)으로 구분하도록 최상위등급(S등급, 95점 이상)과 최하위등급(E등급, 60점 미만)에 대한 점수를 제시
- 이행상태평가 결과의 등급(6등급)에 따른 차등 관리방안을 4년 주기의 이행상태평가 시와 5년 주기의 이행상태평가 시를 구분하여 제안

3. 연구활용방안

- ❖ 화학사고예방 로드맵 수립에 기초자료로 활용
- ❖ PSM 유사 제도와의 중복성 해소에 활용
- ❖ 공정안전보고서 제출 대상, 내용, 심사·확인, 이행상태평가·점검, 제외 대상, 이행상태 등급 등의 합리적 개선을 위한 법령(고시 포함) 개정 활용
- ❖ 사업장 현실을 반영한 공정안전보고서의 이행상태평가 개선 방안 마련 활용



연락처

- 연구책임자 : (주)헤르스 김형석 대표이사
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 위험성시험부 정기혁 차장
- 연락처 : 042-869-0333
- e-mail : nicekihyuk@kosha.or.kr

17

화학 안전보건 종합센터 설립운영 방안

🕒 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 화학안전보건종합센터, 화학재난합동 방재센터, 화학물질안전원, 화학사고



2장

산업안전

Highlight

- ▶ 화학사고 위험으로부터 근로자를 보호하고 안전보건관리를 강화하기 위해 적극적인 중대산업사고 예방조치를 취할 수 있는 전문적인 화학안전보건종합센터 설립의 필요성과 차별성 및 타당성의 논거를 도출하고, 화학안전보건종합센터에 필요한 역할과 기능 및 조직, 그리고 인력과 예산 운영의 방안을 제시하고 있음

1. 연구배경

- ▶ 노후 화학산업단지에서의 대형 화학사고 위험으로부터 근로자를 보호하고 안전보건관리를 강화하기 위해 적극적인 중대산업사고 예방 조치가 필요한 상황임
- ▶ 아울러 중대산업사고의 위험성과 그에 따른 사회적·경제적 영향을 감안할 때, 중대산업사고 발생을 최소화하고 사고예방을 위해 안전과 보건 중심의 기관 설립의 필요성이 커지고 있음
- ▶ 화학산업단지의 노후화로 인한 사고를 예방하고, 사고발생 시 근로자뿐만 아니라 주민피해를 동반한 국가적 재난으로 발전할 수 있는 중대재해나 중대산업사고에 상대적으로 취약한 중소기업도 포함한 고위험 화학산업단지를 중심으로 전문적이고 종합적인 관리를 위한 화학안전보건종합센터 설립운영 방안을 도출하기 위함

2. 주요 연구내용

🔍 연구결과

❖ 화학안전보건종합센터 설립 관련 국내외 환경 분석

• 화학안전보건 관련 국내 환경 분석

- 노후 화학산업단지는 평균 30년 이상이 경과해 설비 부식, 피로 등 노후화가 심각하고, 누출차단시설 등 피해저감 시설이 취약해 화학사고 발생 시 대형사고로 확대되거나 연쇄적인 사고로 이어질 가능성이 높아서, 이를 전문적인 조직을 통해서 체계적·종합적인 관리가 필요함
- 그동안 중대산업사고예방센터는 중대산업사고조사 및 공정안전보고서(PSM) 심사·확인, 화학사고 위험 경보제 등에 초점을 두었음. 향후 화학안전보건종합센터는 현재까지 수행해 온 기능뿐만 아니라 기술지원, 현장안전지원, 보건분야 지원기능을 통한 근로자 건강관리를 종합적으로 수행할 수 있는 체계적인 조직을 설치해 운영할 필요가 있음

• 화학안전보건 관련 외국 사례 분석

- 미국의 화학사고조사위원회(CSB) 역할은 사고조사를 통한 처벌보다는 사고의 원인에 대한 과학적인 연구를 통해 사고예방을 위한 선제적 대응조치와 유관기관 협력을 통한 안전 확보를 목표로 함
- 영국 보건안전청(HSE)의 화학사고 위험예방을 위한 관리감독과 산업재해 조사는 화학안전보건종합센터의 공정안전보고서 심사·확인, 이행상태 평가·점검, 중대산업사고 조사·지원 등에 참고하여 활용할 수 있음
- 일본의 산업보건종합지원센터는 화학안전보건종합센터 내 보건지원팀의 기능(근로자 건강관리, 직업병 및 직업관련성 질환예방 등)과 관련되며, 지역산업보건센터는 우리나라의 근로자건강센터와 유사하기 때문에 화학안전보건종합센터 보건지원팀에 반영하여 참고할 수 있음

❖ 화학안전보건종합센터 설립의 필요성과 차별성 및 타당성 분석

• 화학안전보건종합센터 설립의 필요성 도출

- 국회입법조사처 연구(2015년) 분석 및 행정안전부 진단 결과(2023년)에서 화학재난합동방재센터의 관할 범위(환경팀, 산업안전팀)가 불일치해 화학재난을 공동으로 방재하겠다는 당초의 목적을 달성하기 위한 실질적인 합동업무 수행이 어렵고, 소관법률에 따른 처분권한이 각 부에 위임되어 있어 직제상으로 각 부에 편입되어 있으므로 화학재난합동방재센터가 당초 의도한 칸막이 제거와 협업을 통한 시너지 효과를 기대하기 어려움
- 여전히 각자 고유기능 수행에 몰두하고 있어 결과적으로 협업의 시너지가 높지 않고, 조직의 화학적 결합이 이루어질 수 없는 상황에서는 조직 분화가 오히려 합리적임

• 화학안전보건종합센터 설립의 차별성 도출

- 화학물질안전원이 '화학물질' 전반에 대한 지원업무에 초점을 둔 반면, 화학안전보건종합센터의 산업안전팀은 '공정안전' 업무를 중심으로 수행함. 또한, 화학물질안전원이 화학사고 예방 및 테러대응 관련 연구에 초점을 둔 반면, 화학안전보건종합센터는 고위험 노후 화학산업단지를 전문적·종합적으로 관리하기 위한 차원에서 차별성이 있음
- 근로자건강센터가 직종별 유해요인을 파악하여 전문적인 건강상담 등 다양한 건강서비스를 지원하는 반면에, 화학안전보건종합센터는 화학산업단지 근로자를 대상으로 건강관리 기술지도를 한다는 측면에서 건강관리 대상, 건강관리 프로그램, 건강관리 항목(예: 뇌심혈관질환, 질식재해 예방 등)에서 차이가 있음
- 직업병안심센터 기능 중 근로감독관의 질병재해 원인조사 시 자문·현장조사 등 필요한 지원을 하고 근로자의 건강을 보호·증진하기 위해 필요한 사항은 화학안전보건종합센터의 기능과는 중복되지 않음

• 화학안전보건종합센터 설립의 타당성 도출

- 화학안전보건종합센터는 화학안전보건에 대한 화학산업의 전반적인 인식 수준을 제고하고, 근로자의 건강에 대한 위험요소와 화학사고 발생위험을 감소시킬 수 있음
- 화학안전보건종합센터의 역할과 기능에 따른 사회적 편익으로는 설립 목적 이행에 따른 중대산업사고 예방, 종합적인 화학안전 기능수행에 따른 사고 예방, 근로자 건강관리에 따른 근로자의 안전 및 건강보호 기능이 제고될 것임

❖ 화학안전보건종합센터의 기능·조직, 인력·예산 및 위치

• 화학안전보건종합센터의 역할과 기능 및 조직

- 화학안전보건종합센터의 역할은 “공정안전관리 및 화학사고 위험경보제 관리, 그리고 안전교육, 기술기준 컨설팅, 근로자 건강과 작업환경 및 위험성 평가를 지원하여 노후 화학산업단지의 안전과 근로자 건강을 뒷받침한다.”로 정립하였음
- 화학안전보건종합센터의 증기능은 안전보건총괄, 기술지원, 현장안전지원, 보건지원, 공정위험성평가 기능을 의미함
- 화학안전보건종합센터의 조직설계로 센터장 아래 5개 팀으로 구성할 경우의 통솔범위 문제를 해결하기 위해서 공단 직원으로 구성된 4개 팀장(2급 부장)을 관리할 수 있는 1급 실장을 배치시킬 필요가 있음. 또한, 안전보건총괄팀과 4개 팀을 통솔하는 안전보건지원실을 구성할 수 있음

• 화학안전보건종합센터의 인력

- 권역별 인력을 산정하기 위해 권역별 석유화학업체 규모 파악과 주요 기능별 업무수행 시간을 산정함. 권역별 화학업체의 1/3에 팀별 업무수행 시간(MD)을 곱하여 권역별 업무량을 산정하고 1인당 연간 실근무일수를 나누어 인력을 산정함

- 화학안전보건종합센터의 총 정원은 296명이고, 화학안전보건종합센터장 7명, 안전보건지원실장(조직 설계 2안 기준) 1명, 현장안전지원팀 43명, 보건지원팀 60명, 공정위험성평가팀 48명이 증원되어 전체적으로 165명의 증원이 필요함

• 화학안전보건종합센터의 예산

- 부서별 사업 및 과제를 효과적으로 수행할 수 있도록 적합성 및 연계성을 고려하여 예산 항목을 도출함. 센터 5개 부서별로 주요 기능에 따른 사업과 과제를 정리한 후 사업과 과제수행에 필요한 예산을 항목별로 정리하였음
- 예산편성은 제한된 자원을 효율적으로 사용하여 사업 목표를 달성할 수 있도록 일정 기준을 설정하였음. 설립 기관의 역할과 기능을 고려하여 대상사업 검토, 우선순위 결정, 최적 예산배정 순으로 제시하였음

• 화학안전보건종합센터의 위치

- 위치선정은 국가산업단지의 화학업체 근로자와 입주업체를 기준으로 함. 화학안전보건종합센터가 근로자의 안전 및 보건을 위해 교육, 기술지도 등의 업무를 수행한다는 점, 화학업체에 종사하는 근로자의 보건에 중점을 둔다는 점에서 근로자 인원을 주요 기준으로 함. 또한 안전, 보건, 위험성평가 등의 사업수행 단위가 업체를 중심으로 이루어진다는 점에서 국가산업단지의 화학산업단지별 업체를 위치선정 기준으로 설정함
- 국가산업단지의 화학산업단지별 업체의 근로자 및 입주업체를 기준으로 한 권역별 센터 위치로 수도권은 반월, 경북권은 구미, 경남권은 울산동구, 전북권은 군산, 전남권은 여수, 충북권은 오송, 충남권은 아산으로 선정하였음

 시사점

- ❖ 정부운영 및 조직관리의 효율화 기조가 강조되는 시대적 맥락에서 화학안전보건종합센터 설립의 당위성과 필요성을 확보하려는 노력이 필요함
- ❖ 현행 조직에서 분리되어 새로운 기능과 융복합적인 조직으로 확대 개편되기 위해서는 기존 조직과의 차별성이 충분히 요구됨. 화학재난합동방재센터, 화학물질안전원, 근로자건강센터, 직업병안심센터 등과의 차별성이 크다는 점에서 새로운 조직으로 확대 개편해 화학안전보건 기능을 극대화할 수 있는 접근과 전략이 필요함
- ❖ 화학안전보건종합센터만의 업무 독자성과 차별성을 확보하는 것이 관건인 동시에 다른 유관기관과 유기적인 협업체계를 구축해 업무의 시너지를 도출하는 것이 필요함

- ❖ 화학안전보건종합센터는 국내외 화학안전보건 관련 환경 및 수요를 선제적으로 분석해 기능을 재조정하고 이에 정합성을 확보할 수 있는 조직운영 및 조직관리가 요구됨
- ❖ 화학안전보건종합센터가 효율적으로 운영·관리되기 위해서는 팀별 전문성과 역량을 갖춘 최적화된 인력을 확보하여 적시·적재·적소에 배치하는 등의 합리적인 인사관리가 필요함

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 화학안전보건종합센터의 설치 및 운영 등에 관한 규정 훈령(안) 제정 시 근거자료 제공

2장

산업안전



연락처

- 연구책임자 : 한국조직진단원 김윤권 대표
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 위험성시험부 이한희 차장
산업안전보건연구원 위험성시험부 최이락 연구위원
- 연락처 : 042) 869-0337
- e-mail : hhlee@kosha.or.kr

2023
산업안전보건연구
요약집



Occupational Safety & Health Research Institute

3

직업건강

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 01 직업병 인과추론 가이드라인 및 통계분석법 개발(3) | 140 |
| 02 근로자의 혈중 납 노출수준과 관련 암 발병위험도 분석 | 143 |
| 03 폐활량검사의 정상치 아래한계치(LNN) 도입 가능성 탐색연구 | 147 |
| 04 수은의 생물학적 노출 평가 표준 시료 개발 | 151 |
| 05 산업보건지표개발 | 153 |
| 06 직업병 안심센터 운영 모니터링 및 성과평가 | 156 |
| 07 보건관리자 선임 및 전담기준 개선방안 연구 | 159 |
| 08 건강분야 위험성평가 가이드 개발 | 162 |
| 09 직무스트레스로 인한 건강장해 예방조치의 현장 중심 이행방안 | 165 |
| 10 휴게시설 설치의무 이행실태 및 제도개선 방안연구 | 168 |
| 11 소규모 협력업체의 보건관리 향상 방안 | 172 |
| 12 근골격계질환 유해요인조사제도 개선 방안 연구 | 175 |
| 13 고객응대 근로자(방문서비스 직종) 건강보호 매뉴얼 마련(2) | 179 |
| 14 산업보건 위험성평가(OHRA) 도구 개발 및 활용 | 183 |

01

직업병 인과추론 가이드라인 및 통계분석법 개발(3)

- 인과추론과 복합노출 가이드라인의 활용 및 통계분석법 개발

📅 연구기간 : 2023년 2월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : g-formula, Bayesian kernel machine regression(BKMR),
통계분석법 개발, 가이드라인 개발



Highlight

- ▶ 인과추론을 위해 사용되는 g-formula의 제한점인 시각화 부재를 시각화 R 코드 개발을 통해 해결. 복합노출의 건강 영향을 평가하는데 사용되는 BKMR의 제한점을 해결하기 위해, 분석속도를 대폭 개선하고, 반복측정된 자료 분석 시 기술기에 랜덤 효과를 적용할 수 있고, 로지스틱 회귀 모델로 확장할 수 있는 'vBayesGP' R 패키지를 개발

1. 연구배경

- ▶ 인과추론에서 사용되는 통계방법 중 하나인 g-formula와 복합노출의 건강영향을 평가하는데 사용되는 통계방법 중 하나인 BKMR(Bayesian kernel machine regression)은 몇 가지 제한점들을 가지고 있음
- ▶ 작업환경에서의 유해물질 복합노출로 인해 발생하는 새로운 직업병을 발굴하기 위해 이러한 통계방법론의 제한점들을 개선하고, 개선한 통계방법을 국내 산업안전보건 역학 연구자들이 실제 현장에서 사용할 수 있도록 가이드라인을 제공하고자 함

2. 주요연구내용

연구결과

❖ g-formula의 통계 분석법 개선

- 용량 반응 곡선 시각화 코드 개발 : 근로자 종적 자료에서 단일 유해물질에 대한 노출의 건강 영향을 평가할 때, 노출 농도에 따른 건강 영향을 직관적으로 전달하기 위해 시각적인 그림을 제공하는 경우가 많음. 따라서 본 연구에서는 단일 유해물질의 노출 정도에 따른 건강 영향을 직관적으로 표현할 수 있게 하는 시각화 코드를 개발하였음
- 등고선 시각화 코드 개발 : 단일 유해물질의 경우, 농도에 따른 건강 영향을 2차원 그래프로 쉽게 표현이 가능하지만 두 유해물질의 농도에 따른 건강 영향의 경우 3차원 그래프를 통해 표현해야 하므로, 위의 코드를 곧바로 적용하기 어려움. 그러한 이유로 근로자 종적 자료에서 두 개의 유해물질에 대한 복합 노출의 건강 영향을 직관적으로 표현하기 위한 시각화 코드를 개발하였음
- 교호작용 시각화 코드 개발 : 2개 이상의 유해물질로 인한 복합 노출의 건강 영향을 평가할 때, 유해물질 간 교호작용 효과(또는 시너지 효과)를 파악하여 근로자의 건강을 악화시키는 유해물질 사이의 조합을 확인할 수 있음. 그 효과는 덧셈 교호작용(additive interaction), 곱셈 교호작용(multiplicative interaction) 그리고 교호작용으로 인한 상대 초과 위험(relative excess risk due to interaction, RERI)을 통해 계산이 가능하며, 계산된 덧셈 교호작용 값을 직관적으로 표현하기 위한 시각화 코드를 개발하였음

❖ BKMR의 통계 분석법 개선

- BKMR의 분석 속도 개선 : 기존 BKMR 방법에서 제안한 변수 선택 사전 분포가 아닌 말굽(horseshoe) 축소 사전 분포 및 변분 근사 알고리즘을 사용하여 사후 분포를 근사하여 계산 속도를 대폭 개선하였음
- 반복 측정된 자료에서 기울기에 랜덤 효과 적용 : 기존 BKMR 방법에서 랜덤 절편만 허용이 가능하였지만, 성김 구조의 출레스키 요인을 가정하여 사후 분포를 근사하고, 미니 배치(mini-batch) 확률적 경사법을 확장하여 랜덤 효과에 대한 분포의 공분산의 행렬식과 역행렬 계산에 필요한 계산량을 줄여 랜덤 기울기를 허용하는 BKMR 방법을 구축하였음
- BKMR의 로지스틱 회귀 모델로의 확장 : 기존 BKMR 방법의 경우, 이항 자료(binary data)를 다루기 위해 프로빗 회귀 모델을 사용하였지만, 본 연구에서는 중요도 추출 방법을 통해 중요도 함수를 추정 및 변분 분포를 정의하고 쿨백-라이블러 발산을 기준으로 확률적 경사 알고리즘을 적용하여 주변 가능도 함수를 근사하는 확대 사후 분포를 구성하여 BKMR에서 역학 연구자 및 의료 분야 연구자들이 많이 사용하는 로지스틱 회귀 모델을 사용할 수 있도록 하였음

시사점

- ❖ 다양한 산업 보건 역학 연구에서 알고자 하는 주된 관심사인 건강 결과와 유해물질 사이의 용량-반응 곡선 및 유해물질 사이의 교호 작용을 평가하고 이를 시각적으로 표현할 수 있는 그래프를 제공하여 g-formula로 추정된 여러 복합물질에 대한 위험을 다양한 지표 및 관점에서 평가할 수 있음
- ❖ 표본의 수가 큰 자료에서 수행하기 어려웠던 BKMR을 본 과제의 결과물을 통해 수행할 수 있게 되었으며, 분석 소요시간으로 인해 진행하지 못한 근로자의 반복 측정된 자료에 대한 분석 연구의 발전을 기대할 수 있음. 또한, 표본 수가 큰 빅데이터를 통해 보다 정확한 효과 추정치와 신뢰구간의 제공이 가능함. 기존 BKMR에서 사용되던 프로빗 모형의 사용으로 인한 결과 해석의 어려움을 역학 연구 및 의학 연구에서 주로 사용되는 로지스틱 회귀 모델을 기반으로 한 BKMR의 개발을 통해 해소할 수 있음

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 산업보건 연구를 진행하는 연구자들이 복합노출에 대한 건강 영향 평가 분석방법인 g-formula와 BKMR을 자료에 적용하는데 필요한 시간을 단축시키며, 올바르게 사용하도록 하여 근로자의 사망 또는 건강 지표에 대한 복합노출의 효과를 추정, 산출할 수 있도록 함
- ❖ 과학적 근거를 기반으로 복합 유해물질 노출에 대한 기준을 재정비하고, 직업성 질환에 대한 누적 발생률 또는 사망률 감소시키는 정책을 만드는 데 기여함

연락처

- **연구책임자** : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 중부권역학조사팀 예신희 팀장
서울대학교 보건대학원 이우주 교수
- **연락처** : 032-510-0754
- **e-mail** : herhand@kosha.or.kr

02

근로자의 혈중 납 노출수준과 관련
암 발병위험도 분석

📅 연구기간 : 2023년 2월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 혈중 납, 직업성 암, 발병위험도, 발암물질



Highlight

- ▶ 특수건강진단자료의 생체모니터링지표자료를 이용하여 작업환경에서 납 노출의 위험이 있는 근로자 집단에서 혈중 납 농도 수준에 따른 암 발병위험도를 분석한 결과, 혈중 납 농도가 4.59 μ g/dL이상인 집단은 4.59 μ g/dL 미만인 집단과 비교하여 폐암과 위암의 발병위험도가 각각 1.91배 (95%CI 1.26-2.78), 1.54 배 (95%CI 1.20-1.98) 높았음

3장

직업건강

1. 연구배경

➤ 무기 납과 그 화합물과 발암성

- 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer; IARC)에서는 2006년에 무기 납 화합물의 노출에 따른 발암성에 대한 역학적 근거수준을 고찰하였고, 동물실험에서 확인되는 충분한 수준의 발암성 연구결과와 결과 적용에 한계가 있는 인간을 대상으로 수행된 역학연구결과를 기초로 하여 무기 납과 그 화합물을 사람에게서 암을 일으킬 가능성이 있는 물질(Group 2A)로 분류하고 있음

국제암연구소(IARC)

1965년 세계보건기구가 암 퇴치를 위해 설립한 국제연구기관으로, 발암물질을 Group1(인체 발암성이 확인된 물질), Group2A(인체 발암 추정 물질), Group2B(인체 발암 가능 물질), Group3(인체 발암성 비분류 물질), Group4(인체 비발암성 추정 물질)로 분류

- 최근 기전연구를 통해 납 노출과 인간 DNA손상에 대한 연구 결과와 위암 외의 뇌종양, 폐암 등의 새로운 암 발병 부위에 대한 역학적 근거가 다양한 코호트 연구결과로 보고되고 있음에 따라 국제암연구소의 2020~2024년

우선순위 자문 그룹(Priorities Advisory Group)에서는 국가수준의 납 노출에 대한 생체 모니터링 정보의 통합 분석의 가용성과 분석 결과에 따라 우선순위의 재평가할 것을 권장하였음

- 그러나 인간을 대상으로 수행된 코호트 연구에서 여전히 흡연 및 관련 주요 발암요인의 혼란효과를 고려한 신뢰할만한 연구 결과가 많지 않은 실정으로 혈중 납 자료를 이용한 역학적 근거가 필요한 실정임

연구목적

- 이번 연구에서는 특수건강진단자료의 생체모니터링지표자료를 이용하여 직업적 납 노출의 위험이 있는 근로자에서의 혈중 납 농도 수준에 따른 암(위암, 신장암, 폐암)의 발병위험도를 분석하여 국가수준의 생체모니터링 지표를 활용한 역학적 근거를 마련하고자 함

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 납 노출 근로자 코호트 특성

- 대상자의 91.6%(17,140명)이 남자, 여자는 8.4%(1,574명). 전체 근로자의 99.6%(18,633명)가 내국인 근로자, 외국인 근로자의 비율은 0.4%(81명)로 낮았음
- 작업환경에서 납을 취급하거나 제조하는 동시에 위암, 폐암, 신장암의 위험요인을 같이 취급하고 있는 근로자는 7,060명으로 전체 대상자의 37.7% 규모였으며 세부 유해물질별로는 니켈을 취급하는 근로자의 수가 4,975명(26.6%)으로 가장 많았고 이어서 용접 흡에 동시 노출되는 근로자의 규모는 3,647명(19.5%)이었음

❖ 대상자 및 작업환경 특성에 따른 혈중 납 농도

- 남자의 혈중 납 농도는 기하평균 기준 $5.53(\pm 2.83)\mu\text{g/dL}$, 여자는 $3.12(\pm 2.48)\mu\text{g/dL}$ 남자의 혈중 납 농도가 통계적으로 유의하게 높았음. 근로자의 연령대별로는 40세 이상에서 혈중 납 농도가 40세 미만 집단 보다 높은 경향을 보였음. 내국인 근로자의 혈중 납 농도는 $5.27(\pm 2.84)\mu\text{g/dL}$ 이었고, 외국인 근로자는 $6.31(\pm 2.71)\mu\text{g/dL}$ 로 외국인 근로자의 혈중 납 농도가 통계적으로 유의하게 더 높은 것을 확인할 수 있었음
- 흡연상태에 따른 혈중 납 농도는 과거흡연 집단이 기하평균 기준 $5.84(\pm 3.26)\mu\text{g/dL}$, 현재흡연 집단이 $5.71(\pm 2.77)\mu\text{g/dL}$ 로 큰 차이를 보이지 않았지만 두 집단 모두 비흡연자 집단에 비해서는 혈중 납 농도가 높았음
- 혈중 납 농도의 수준은 기하평균을 기준으로 목재 및 나무제품 제조업(가구제외)이 $13.84\mu\text{g/dL}$ 로 가장 높았고 질환과 연관된 고위험 업종으로 고무제품 및 플라스틱제품 제조업에서의 혈중 납 농도의 기하평균은 $8.23\mu\text{g/dL}$, 1차 금속제조업은 $7.89\mu\text{g/dL}$ 이었음
- 납 단일 노출집단에서의 혈중 납 기하평균 수준은 $4.79\pm 2.40\mu\text{g/dL}$ 이었고 납과 동시에 비소, 카드뮴, 니켈과

노출되었던 집단에서의 혈중 납 농도 수준은 각각 $7.57 \pm 2.21 \mu\text{g/dL}$, $11.89 \pm 6.46 \mu\text{g/dL}$, $7.51 \pm 3.91 \mu\text{g/dL}$ 로 납 단일노출집단과 비교하여 통계적으로 유의하게 높았음

❖ 혈중 납 농도 수준에 따른 암 발병위험도

- 외국인 근로자 및 2014년 이전 암 발생자를 제외하고 혈중 납 농도 $4.59 \mu\text{g/dL}$ 미만 집단(N=9,329)을 참조 집단으로 하여 연령, 흡연상태, 암 관련 동반위험요인 노출 유무에 따라 표준화하여 암 유형별로 표준화발생비(Standardized Incidence Ratio ; SIR)¹⁾
- 혈중 납 농도 $4.59 \mu\text{g/dL}$ 이상 집단에서 폐암과 위암의 표준화발병비는 각각 1.91(95%CI 1.26-2.78), 1.54(95%CI 1.20-1.98)로 참조집단 대비 암 발병위험도가 통계적으로 유의하게 높았음²⁾
- 신장암은 $4.59 \mu\text{g/dL}$ 이상 집단에서의 표준화발병비가 $4.59 \mu\text{g/dL}$ 미만인 집단과 통계적으로 유의한 차이는 없었음(SIR = 0.95, 95%CI 0.46-1.75)

🔍 시사점

- ❖ 이번 연구 결과는 충분한 근거수준의 직업적 발암요인 노출 또는 흡연상태와 독립적으로 납 노출이 폐암과 위암의 발암위험도를 높일 수 있음을 보여줌
 - 혈중 납 농도가 $4.59 \mu\text{g/dL}$ 이상인 집단에서의 폐암과 위암의 표준화발병비는 흡연상태 및 직업적 발암요인 노출여부에 상관없이 $4.59 \mu\text{g/dL}$ 미만 집단 대비 높은 양상을 보임(표)

표 혈중 납 농도 $4.59 \mu\text{g/dL}$ 미만 대비 $4.59 \mu\text{g/dL}$ 이상인 근로자의 폐암 및 위암 표준화발병비

| 혈중납 $4.59 \mu\text{g/dL}$ 이상 | | 표준화발병비(95% CI) ^{가)} | |
|------------------------------|-------|------------------------------|------------------------|
| | | 폐암 | 폐암 |
| 전체 | | 1.91 (95%CI 1.26-2.78) | 1.54 (95%CI 1.18-1.98) |
| 흡연상태 | 비 흡연 | 2.12 (95%CI 0.53-5.48) | 1.73 (95%CI 1.05-2.65) |
| | 과거흡연 | 1.69 (95%CI 0.73-3.27) | 1.47 (95%CI 0.86-2.31) |
| | 현재흡연 | 1.99 (95%CI 1.19-3.09) | 1.47 (95%CI 0.98-2.10) |
| 납 이외 직업적 발암요인 | 노출 없음 | 2.59 (95%CI 1.39-4.34) | 1.36 (95%CI 1.02-1.78) |
| | 노출 있음 | 1.58 (95%CI 0.91-2.52) | - 나) |

가) 참조집단=혈중 납 $4.59 \mu\text{g/dL}$ 미만

나) 기대사례 0건으로 미 산출 (관찰사례 7건)

1) 간접 표준화발병비(SIR) : 표준집단의 성·연령 총화 발생률을 코호트 집단에 적용했을 때 기대되는 발생자 수 대비 실제로 코호트 집단에서 발생한 수의 비

2) 역학연구에서 발암위험도의 양적 표현방법에는 오즈비, (직접/간접)표준화발병비, 비교위험도 등의 여러 지표가 사용. 통상적으로 “참조집단 대비 노출집단의 질환 발병(사망) 위험도가 몇 배 높다.”로 해석됨

3. 연구활용방안

활용방안

- ✦ 근로자의 만성 건강영향에 대한 납 노출의 관리기준을 마련하고 납 노출에 따른 직업성 암 예방을 위한 역학적인 근거로 활용될 수 있을 것으로 기대
 - 주요 혼란변수에 대한 보정과 함께 생체감시지표인 혈중 납 농도를 이용하여 객관적인 노출정보 기반의 발암 위험도 평가한 결과로 특수건강진단 사후관리 기준 이하에서도 폐암과 위암의 발생위험이 증가할 수 있음을 보여줌



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 중부권역학조사팀 이경은 선임연구위원
- 연락처 : 032-510-0753
- e-mail : kyeong85@kosha.or.kr

03

폐활량검사의 정상의 아래한계치(LLN) 도입 가능성 탐색연구

📅 연구기간 : 2023년 2월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 폐활량검사, 정상의 아래한계치, 국민건강영양조사, 특수건강진단



Highlight

- ▶ 폐활량검사 판정을 위해 현재 사용되고 있는 고정기준보다 정상의 아래한계치(Lower limit of normal, LLN)는 더 객관적인 방법으로 특히 젊은 피험자에서 폐기능 이상을 민감하게 발견할 수 있을 것으로 기대. 미국, 유럽 등에서 정상의 아래한계치를 도입하고 있으며 우리나라에서도 도입이 필요하여 국민건강영양조사와 특수건강진단 자료를 활용할 수 있음

3장

직업건강

1. 연구배경

- ▶ 직업성 호흡기질환의 조기 발견을 위해 국내에서는 특수건강진단 시에 폐활량검사(spirometry)를 수행하고 있음. 근로자건강진단 실무지침에서 소개하는 폐활량검사 해석은 1초율 70%를 기준으로 정상(70% 이상)과 이상(70% 미만)으로 구분한 후 FVC(forced vital capacity, 노력성 폐활량)의 예측치 대비 관측치가 80% 이상이면 폐쇄 환기장애로 판단함. 하지만 FEV1(forced expiratory volume in one second, 1초간 노력성 호기량)/FVC 비율은 연령에 따라 감소하므로 이러한 고정기준을 사용하면 젊은 근로자에서 위양성 결과가, 나이가 많은 근로자에서는 위양성 결과가 발생하게 됨. 이에 ATS/ERS에서는 고정 기준 대신에 비정상으로부터 정상을 구분할 수 있도록 정상의 아래한계치(lower limit of normal, LLN)를 사용할 것을 권고함
- ▶ 국내에서도 KOSHA GUIDE(H-129-2021)에서 고정 기준과 함께 LLN의 개념을 포함하여 환기기능 장애의 유형을 제시하고 있음. 따라서 외국에서 LLN를 어떻게 활용하고 있는지에 대하여 고찰하고, 국내에서도 LLN 도입이 필요한지 여부에 대한 검토가 필요함

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 외국에서 LLN 활용 여부

- 미국 산업안전보건연구원 홈페이지에서는 미국국민건강영양조사 3기 자료를 기반으로 다중회귀분석 방법을 사용하여 자동으로 LLN을 계산해 주는 사이트를 운영하고 있었음. 유럽 호흡기학회에서는 한국과 중국의 일부 지역을 포함한 동북아시아인식을 사용하여 LLN을 계산해 주는 사이트가 있음. 일본에서도 일본호흡기학회 홈페이지에 제공되고 있는 엑셀 함수를 이용하여 LLN을 계산할 수 있었음

❖ 국내에서 LLN 도입 필요성

- LLN은 고정 기준과 달리 연령 등에 따라 달라지는 값이며, 매우 객관적인 방법으로 특히 젊은 피험자에서 폐기능 이상을 민감하게 발견할 수 있을 것으로 기대됨. 이에 우리나라에서도 LLN 도입은 매우 필요한 상황임. 다만 판정 시에는 폐활량 값을 직관적으로 보는 것이 능률적이므로 외국처럼 LLN을 자동으로 계산해 주는 프로그램 개발이 필요함

❖ 국내와 국외 각 자료원 별 계산 방법 및 장단점 비교

- 정상의 아래한계치는 예측식을 만들 때 별도의 통계처리에 의해 정해짐. 이에 미국, 유럽, 일본 및 국내에서 폐기능검사 예측식에 사용된 자료원의 장단점을 정리하였음

표 국내·외 각 예측식 산출 자료원의 장단점

| 저자 | 자료원 | 장점 | 단점 |
|-------------------------|----------------------------------|---|--|
| Hankinson et al. (1999) | NHANES III 1988~1994년 | <ul style="list-style-type: none"> • 소아와 성인 모두 자료 제공 가능 • 백인, 아프리카계 미국인, 멕시코계 미국인 인종 구분 가능 | <ul style="list-style-type: none"> • 미국인 대상, 출생 코호트 영향(birth cohort effect) |
| Choi et al. (2005) | 국민건강영양조사 (KNHANES) II 중 2001년 | <ul style="list-style-type: none"> 18세부터 자료 제공 국민건강영양조사와 동시에 진행되어 조사시에 필요한 정보를 추가로 얻을 수 있었음 | <ul style="list-style-type: none"> • 흉부 X-ray 이상자를 제외하여 실제보다 equation이 높게 나옴(예측값을 과대평가) 근로자는 잘 인정되지만 검진기관에서는 부담스러워함(현재 raw data의 일부 확보 불가능) 보정계수 0.92 적용에 대한 논란 • 체중 변수가 포함되었으나 이에 대한 논란 • 10년 이상 된 자료로 출생 코호트 영향 |

| 저자 | 자료원 | 장점 | 단점 |
|-----------------------|--|---|---|
| Quanjer et al. (2012) | Choi et al. (2005)의 연구에서 분석한 집단을 포함한 전세계 폐기능 예측식 연구 집단 | <ul style="list-style-type: none"> • 유럽호흡기학회(ERS)에서 발표한 대부분의 인종과 전 연령을 아우르는 예측식 • LMS 방법 | <ul style="list-style-type: none"> • 동북아시아인식에 한국인 이외에 중국의 일부 지역이 포함되어 우리나라 인구 고유의 대표성을 반영했다고 보기 어려움 • 출생 코호트 영향 • raw data 전체 확보 불가능 |
| Eom & Kim (2013) | 국민건강영양조사(KNHANES) 4기 (2007~2009) | <ul style="list-style-type: none"> • 19세부터 자료 제공 • 비교적 출생 코호트 영향에서 자유로움 | <ul style="list-style-type: none"> • 체중 변수 포함 • 고령 인구집단에서 과대진단, 젊은 집단에서 과소 진단의 위험 |
| Kubota et al. (2014) | 일본 전역 12개 센터 | <ul style="list-style-type: none"> • 2007~2010년의 최신 자료 수집 • 2001년 연구보다 많은 연구대상자 • LMS 방법 | <ul style="list-style-type: none"> • 전체 인구를 완전히 대표하지 못함 |
| 명준표 등 (2016) - 연구보고서 | 특수건강진단 2013~2014년 폐기능검사 수검자 | <ul style="list-style-type: none"> • 한국 근로자를 대표하는 자료원 • 40세 이전 근로자에 대한 자료 분석 가능 • LMS 방법 | <ul style="list-style-type: none"> • 근로자를 대표하는 자료원이나 건강근로자 효과로 일반인구 집단에 비해 LLN이 상대적으로 높을 것으로 추정 |
| Jo et al. (2018) | 국민건강영양조사 (KNHANES) 4기 (2007~2009)와 5기 (2010~2012) | <ul style="list-style-type: none"> • LMS 방법 | <ul style="list-style-type: none"> • 국민건강영양조사 5기에는 40세 이상만 포함됨 • 젊은 피험자 수가 적어 30대 미만의 피험자에 대한 예측값 해석에 주의가 필요 |

시사점

❖ 한국에서 LLN을 도입하기 위해 사용할 수 있는 자료원

- 기존에 한국인을 대상으로 예측식 개발에 사용되었던 자료원으로는 국민건강영양조사 자료와 특수건강진단 자료가 있음. 국민건강영양조사 자료는 한국인에 대한 대표성이 있는 자료원으로 다양한 연구에서 다양한 년도의 국민건강영양조사 자료를 활용한 예측식 개발에 사용되었음. 하지만 흡연자를 제외하고 나면 남성 대상자가 매우 적어 해석에 주의가 필요함. 반면에 특수건강진단 자료는 여성 근로자의 비율이 낮으며 대표성의 문제와 건강근로자 효과³⁾로 일반 인구집단에 비해 LLN이 상대적으로 높을 것으로 추정됨

3) 건강근로자 효과: 일반 인구와 비교할 때, 특정 직업을 가지는 인구 집단의 사망 수준이나 질병 수준이 훨씬 더 낮게 나타나는 것

- 그렇기 때문에 LLN 도입을 위해서 사용할 자료원과 년도에 대해서는 각각의 장단점을 고려하여 관계자 및 전문가의 충분한 논의를 거쳐 선정해야 함

3. 연구활용방안

활용방안

- ✦ 본 연구 결과를 폐기능검사 정상의 아래한계치 도입을 위한 후속 연구에 적용할 수 있음. 또한 특수건강진단 폐활량검사 관련 지침 개발 및 교육 자료로 활용 가능



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 역학조사부 이지혜 부장
- 연락처 : 052-703-0870
- e-mail : jhlee01@kosha.or.kr

04

수은의 생물학적 노출 평가 표준 시료 개발

- 📅 연구기간: 2023년 2월 ~ 2023년 11월
- 🔍 핵심단어: 수은의 생물학적 노출 평가 표준 시료 개발



Highlight

- ▶ 수은 노출 근로자의 생물학적 노출 평가 지표인 혈액 중 수은의 표준시료 조제와 그 유효성을 제시하여, 특수건강진단 기관에서 수은의 생물학적 노출평가에 활용할 수 있도록 한 실용적 연구를 수행함

3장

직업건강

1. 연구배경

- ▶ 산업안전보건연구원은 유해화학물질 노출 평가를 위한 생물학적 노출평가 항목의 분석에 활용할 수 있는 표준 시료 개발 연구를 2015년부터 추진하였고 연구 결과를 특수건강진단기관 분석정도관리 항목 확대에 활용함
- ▶ 「산업안전보건법 시행규칙」과 「근로자건강진단 실무지침」에 생물학적 노출평가 항목으로 규정한 분석 항목 중 금속류 2차 항목인 혈액 중 수은 분석을 위한 표준시료 제조 방법과 분석 신뢰도를 제시함을 목적으로 함

2. 주요연구내용

🔍 연구결과

❖ 표준시료 조제 및 분석 방법 확인

- 특수건강진단 분석정도관리 혈액 시료 조제용 중금속 미첨가 혈액에 수은 표준용액을 희석하여 혈액 중 수은 노출기준인 15 μ g/L를 포함한 3가지 농도(1/2, 1, 2배)의 표준시료를 조제함. 분석법의 신뢰도를 확인하기

위하여 분석 정밀도와 정확도를 확인하였고, 검출한계를 확인하여 노출기준의 혈액 중 수은을 분석이 가능함을 확인함

❖ 표준시료 신뢰도 확인

- 조제한 시료의 실용성을 검토하기 위하여 분석 시료의 균질성과 안정성을 조사함. 시료의 안정성은 시료를 상온, 냉장, 냉동, 초저온냉동의 4개 조건에서 7일, 1개월 경과 후의 농도를 환원기화수은분석법으로 분석하여 조사한 결과, 혈액 중 수은 표준 시료가 특수건강진단에서 혈액 중 수은 분석의 내, 외부 정도관리 시료로 활용 가능함을 확인함

❖ 혈액 중 수은의 생물학적 노출지표 유효성 관련 문헌 조사

- 「근로자건강진단 실무지침」 중 수은 노출 평가를 위한 1차 생물학적 노출지표인 소변 중 수은과 2차 생물학적 노출지표인 혈액 중 수은의 노출 평가 규정 현황과 유효성에 대하여 검토함. 혈액 중 수은은 농도 급성 수은 노출 근로자의 수은 노출 확인에는 활용할 수 있으나, 식품이나 환경에 의한 혈액 중 수은 농도의 영향이 커서 생물학적 노출지표로 사용하기에 어려움이 있으므로 특수건강진단 관련 규정에서 이 노출지표를 현행 2차 항목에서 권장 항목으로 변경할 것을 제안함

🔍 시사점

- ❖ 이 연구는 수은 노출 근로자의 생물학적 노출 평가 지표인 혈액 중 수은의 표준시료 조제와 그 유효성을 제시하여, 특수건강진단기관에서 수은의 생물학적 노출평가에 활용할 수 있도록 한 실용적 연구임

3. 연구활용방안

🔍 활용방안

- ❖ 특수건강진단기관에서 근로자의 수은 노출 평가를 위한 생물학적 노출평가 업무에 활용
- ❖ 연구원의 특수건강진단 분석정도관리 업무에 활용
- ❖ 산업보건 전문 학술지 발표를 통해 수은의 생물학적 노출평가 연구 및 제도 개선의 참고 자료 제공



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 이미영 선임연구위원
- 연락처 : 052-703-0861
- e-mail : cookmom@kosha.or.kr

05

산업보건지표개발

- 📅 연구기간 : 2023년 5월 ~ 2023년 11월
- 🔍 핵심단어 : 산업보건지표, 정책, 커버리지



Highlight

- ▶ 산업보건지표로 근로자건강진단, 산재통계, 작업환경측정 등이 활용가능하며, 특히 산재통계는 산업보건사업의 중요한 지표로 활용되고 있음. 작업환경측정이나 근로자건강진단의 변화가 정책변화와 더불어 보다 민감하게 작용할 것으로 판단되며 생물학적 노출지표의 정책적 활용을 제안. 아울러 지표확보를 위한 실태조사 및 데이터베이스관리체계, 보건 관련 타부처와의 자료 연계도 고려 필요

3장

직업건강

1. 연구배경

- 산업보건 분야에서 양적으로 성장을 해왔음에도 불구하고 산업보건 정책 성과를 설명하고 실제 활용하는 지표는 산재보상 질병재해자 및 특수건강진단에서의 직업병 유소견율, 작업환경측정결과에서의 측정 기준 초과율 등의 통계로 제한되어 있어 향후 지속적인 산업보건의 정책발전의 동력확보를 위해서 지표개발이 시급한 실정임

2. 주요연구내용

🔍 연구결과

❖ 산업보건지표 등의 선정기준과 원칙 선정

- 지표는 타당성, 측정가능성, 현실적합성, 비교가능성, 해석용이성 특성을 지니고 있어야 함
- 산업보건지표 선정을 위한 프레임으로 사회경제적 요인, 투입, 활동, 산출, 성과 및 영향 범주별로 문헌 및 가용한 지표를 파악하고 나열하였음

❖ 산업보건지표를 위해 고려해야 할 지표를 앞선 5가지 범주에 포함하여 한국산업보건학회, 직업환경의학회, 직업건강간호학회 등 3개 학계 전문가를 대상으로 델파이 조사를 수행함

- 과정결과 영역에서는 투입이 가장 중요도가 높은 지표로 선정되었고 산업보건서비스 영역에서는 질병복귀 및 재활이 중요도가 높은 것으로 나타남
- 전문가가 선정한 세부항목별 최상위 지표는 다음과 같음
 - 사회경제적 요인에서는 취업자 분포가 가장 중요한 지표로 선정되었음
 - 투입 범주에서의 세부 항목별 최상위 지표를 살펴보면 노동부 등 중앙정부 영역에서는 주요 산업보건법률 및 제도 구축과 GDP 대비 공적 영역 산업보건 예산 비중이, 산업보건기관 및 인력영역에서는 산업보건영역 전문가 인력이, 사업장에서는 보건관리자 선임률이 중요한 최상위 지표로 확인됨
 - 활동에서는 건강감시 활동영역이 중요도가 높게 나왔음
 - 산출에서는 유해인자 관리 영역이 가장 높게 나왔으며 성과영역에서는 질병복귀 및 재활영역의 중요도가 높은 것으로 나타남
- 각 학회에서 중요하다고 제안한 산업보건 지표에 차이 있었는데 이는 학회별 주로 중사하고 있는 산업보건 영역의 차이에 기인한 것으로 판단됨
 - 한국직업건강간호학회는 사업장 보건관리 조직 항목에서 중요도를 상대적으로 높게 평가하였고, 대한직업환경의학회와 통계적으로 유의한 차이가 관찰되었음
 - 질병 복귀 및 재활과 건강증진 사업 영역에서는 한국직업건강학회에서 상대적으로 중요도를 높게 평가하였고, 한국산업보건학회와 직업환경의학회에서는 이와 비교하여 그 중요도를 낮게 평가하였음
 - 원청 기업의 사회적 책무 노력에 대한 중요도는 한국산업보건학회에서는 이를 높게 평가하였고 대한직업환경의학회에서는 상대적으로 낮게 평가하였음

❖ 단기로 활용 가능한 지표와 모의 산출

- 작업환경측정이나 근로자건강진단(일반건강진단 포함)의 변화가 정책변화에 민감하게 반응
 - 근로자 모집단은 경제활동인구조사에서, 사업장수는 전국사업체 조사자를 기준으로 산출함
 - 제조업내의 작업환경측정실시 사업장 실시분율과 특수건강진단 사업장 실시분율은 2021년 자료 기준 8.5%와 10.0% 로 추정되었으며 산업보건 기초제도의 영향력을 평가하는 주요 지표로 활용할 수 있음
 - 특수건강진단 실시분율 즉 제조업 근로자 수 및 실시 분율을 산출한 경과 전체 실시율은 28.9~30.5%이나 50인 미만의 제조업에서 2017년에서 2021년까지 13.1%, 14%, 14.3%, 12.8%, 12.2%의 변동폭을 보인 반면 50인 이상의 규모에서는 50.1% 51.4%, 53.4%, 50.4%, 52.5%의 변동폭을 보여 규모별 주요편차를 보였음

❖ 지표 확보를 위한 선행되어야 할 제도 개선방향 및 지표 제안

- 지표 산출과 관련된 데이터 베이스 생산과 관리적 측면 개선 필요

- 보건복지부 등 타부처와의 협력을 통한 통계자료 확보
- 직업과 산업정보 표준화에 고용노동부의 주체적 노력 필요
- 작업환경실태조사와 근로환경조사 등의 실태조사 전 항목 검토 및 수정이 필요하며 3년 혹은 5년 주기의 단축도 고려되어야 함
- 생물학적 지표 등 개별지표의 활용
 - 자료획득이 용이하고 작업환경측정결과에 비해 상대적으로 노출수준에 대한 타당한 결과를 제공할 수 있으며 분석기관 중심의 노출감시체계를 구축 등의 발전가능성도 있음

시사점

- ❖ 현재 활용되고 있는 산업보건지표의 한계점 제시
- ❖ 산업보건지표 확보를 위한 현재 제도 개선 및 관련 데이터베이스 구축 방향을 제시
- ❖ 장단기로 활용할 수 있는 가용 산업보건지표 제시

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 산업보건지표의 정책적 활용을 위한 기초 자료



연락처

- 연구책임자 : 고신대학교 김정원 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 이유진 연구위원, 박영중 대리
- 연락처 : 052-703-0858
- e-mail : miummi@kosha.or.kr

06

직업병 안심센터 운영 모니터링 및 성과평가

📅 연구기간 : 2023년 5월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 직업병안심센터, 모니터링, 성과지표



Highlight

- ▶ 2023년 직업병 안심센터 현황을 분석하고, 2022년 직업병 안심센터에 보고된 사례를 분석하였으며, 직업병 안심센터 성과지표를 수정하여 2023년에 평가에 적용하였을 때, 불충분항목이 30% 이상인 센터는 없을 것으로 예상되나, 업무 매뉴얼의 구체성은 각 센터의 상황을 반영하여 개선할 필요가 있음

1. 연구배경

- 2022년 초 고용노동부는 직업성 질병 모니터링을 위해 직업병 안심센터 운영 위탁사업을 발주함
- 2023년 2년 차를 맞는 직업병 안심센터의 운영 현황을 관리하고 운영 과정 중 문제점 및 개선 사항, 법적·제도적 보완사항 등을 도출하여 운영을 안정화하고 질을 향상시킬 필요가 있음
- 직업병 안심센터의 운영 상황 및 자료 관리 현황을 검토하고 성과평가 지표를 수정·보완하여 향후 직업병 안심센터가 지속적으로 실효성 있게 운영되는 기틀을 마련하고자 함

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 2023년 직업병 안심센터 현황 분석

- 직업병 안심센터의 센터 당 총 인원은 7~17명, 평균 11.3명임
- 2023년 6월 현재 거점병원 타 임상과 위촉인력은 169명으로 전년도에 비해 41명 증가함
- 협력병원은 평균 10.4개, 상급종합병원 전국 45개 중 35개, 77.8%가 참여함

❖ 직업병 안심센터 2022년 보고 사례

- 2022년 직업병 안심센터에 보고되거나 원인조사·수사협조한 사례는 총 1,706건이었으며, 이 중 사례 보고가 1,673건으로 98.1%임
- 유해인자별로 보고 사례 분포를 보았을 때, 미상인 경우가 255건 15.2%, 기타 215건(12.8%), 유기화합물 205건(12.2%), 산 및 알칼리류 157건(9.4%), 가스상태물질류 154건(9.2%), 금속류 148건(8.8%), 고온 117건(7.0%), 광물성분진 113건(6.7%) 순이었음
- 질병별로는 손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타 결과(S00-T98) 522건(31.2%), 호흡계통의 질환(J00-J99) 364건(21.8%), 신생물(C00-D48) 142건(8.5%), 피부 및 피하조직의 질환(L00-L99) 135건(8.1%) 순이었음

❖ 직업병 안심센터 성과평가 지표 수정

- 자료 관리 체계와 목표 실적 달성 지표가 추가함
- 유인력 변동에 소요되는 기간을 고려하여, 1.1(인력)의 조건부 충분 기간을 1개월에서 3개월로 변경함
- 기존에 협력병원만 포함되었던 내용에 대해 협력기관도 추가함
- 3.2(조직), 7.1(사례보고체계), 7.2(사례보고체계) 항목에서 요구하는 매뉴얼에 보고받는 사례의 대상 질병 범위를 추가함
- 6.1(교육)에서 자체 직무교육은 안심센터 인력 전원을 대상으로 하도록 하였고, 월 1회를 분기별 2시간으로 변경함
- 6.2(교육)에서 협력병원 인력에 대한 외부 전문교육 시행은 실현 가능성이 매우 낮아 삭제하였고, 우수기준으로 관련 학회에 참석하여 안심센터 활동 및 성과를 발표하거나 학술지 게재 등 출판 활동을 하는 경우를 추가함
- 질병별 7.1(사례보고 체계), 7.2(사례보고 체계), 8.1(관계기관 협력체계)의 근거자료를 보다 구체화하여 명확하게 하고자 함

❖ 2023년 직업병 안심센터 평가결과 적용

- 예년에는 불충분 항목이 30% 이상인 센터가 10개소 중 2개소였으나, 올해에는 불충분 항목이 30% 이상인 센터는 없을 것으로 예상됨
- 연구에서 제시되고 있는 목표치의 90% 이상 달성은 가능한 것으로 보이며, 기본적인 업무매뉴얼 구비가 이루어졌지만, 업무매뉴얼의 구체성은 일부 미흡하여 각 센터의 상황을 반영하여 개선할 필요가 있음

🔍 시사점

❖ 직업병 안심센터를 향후 안정적으로 운영하고 발전시키기 위하여 다음을 제안함

- 중앙 직업병 안심센터 설치하여 지역 간 직업병안심센터의 협의·조정·기획 역할을 할 수 있어야 함
 - 직업병 안심센터 자료 관리
 - 정책 기반 자료 생산 및 기획안 마련
 - 홍보 및 협력사업
 - 직업병 안심센터 운영 지원
- 충분한 정보 수집을 위한 근거가 마련되기 위해서는 수동 보고 방식이 아닌 능동 보고 방식 체계 도입 및 의사의 직업병 신고 의무화를 적극 검토할 필요가 있음
 - 직업성 질병의 특성상 직업성 질병을 발굴하고 개입할 때 전문가의 숙련도 및 지역에 대한 이해도가 절대적으로 중요한 요인임으로 직업병 안심센터 직원의 고용 안정화 방안 마련이 필요함

3. 연구활용방안

🔍 활용방안

- ❖ 직업성 질병 현황에 대하여 정확한 통계 지표를 산출하고, 안정적인 직업병 안심센터 운영을 위한 가이드 축적 및 성과평가 결과에 따른 환류를 통해 직업병 감시체계 내실화하여 직업성 질병 확대를 예방하며, 정책 활용에 근거 자료로 활용



연락처

- 연구책임자 : 이화여자대학교 환경의학교실 정최경희 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 이화연 과장
- 연락처 : 052-703-0865
- e-mail : hylee2@kosha.or.kr

07

보건관리자 선임 및 전담기준 개선방안 연구

📅 연구기간 : 2023년 5월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 보건관리자, 비용편익분석, 콜센터, 정보통신업, 공공기관



Highlight

- ▶ 보건관리자 직무분석과 비용-편익분석 등을 통해 사업지원서비스업(콜센터), 정보통신업(IT), 공공기관에 신규로 보건관리자 선임이 필요함을 제안. 또한 현재 보건관리자 선임대상 업종 중 업무여건 등을 고려할 때 의료기관과 택배업은 추가 선임이 필요함을 제안

3장

직업건강

1. 연구배경

- ▶ 보건관리자 선임대상 업종 확대 필요
 - 보건관리자를 선임해야 하는 업종은 제조업을 중심으로 서비스업, 건설업 등으로 되어 있으며, 사회적 요구에 따라 선임대상 업종이 추가되고 있음
 - 최근에는 코로나19를 겪으면서 코로나19 집단감염이 발생한 콜센터(사회지원서비스업)를 보건관리자 선임대상 업종에 포함시켜야 한다는 요구가 높아졌으며, IT업종, 공공기관 등도 보건관리자 선임의 필요성이 높아짐
- ▶ 보건관리자 인력운영 가이드 필요
 - 보건관리자 선임의 필요성이 증대하면서 보건관리자 인력운영 가이드를 마련해야 한다는 요구도 높아짐
- ▶ 연구목적
 - 이에 보건관리자를 두어야 하는 업종, 상시근로자 수 등에 따른 선임 기준에 대한 개선 방안을 마련하고, 보건관리 인력 운영 가이드를 마련하고자 함

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 보건관리자 직무분석

- 보건관리자 직무를 명확히 구분하기 위하여 DACUM(Development A Curriculum) 직무분석*을 통해 직무(Duty)-일(Task)-일의 요소(Task Elements)를 확인함

* DACUM 직무분석 : 해당 분야에 대하여 가장 잘 알고 있는 현장의 전문가들이 패널로 참여하는 방법으로 본 연구에서는 보건관리자로 5년 이상 근무한 실무전문가를 중심으로 패널회의를 개최하여 직무분석 실시

- 보건관리자 직무(Duty)는 행정업무, 작업환경관리, 위험성평가, 근로자 건강진단, 근로자 건강관리, 근로자 건강증진, 작업관련성질병 예방, 직업병관리, 협력업체 관리, 점입업무 등의 10가지로 분류함

❖ 보건관리자 업무수행시간 분석

- 전담 보건관리자는 행정업무, 작업환경관리, 직업병관리 순으로 많은 시간을 수행함
- 겸임 보건관리자는 근로자 건강관리, 행정업무, 작업환경관리 순으로 많은 시간을 수행함

❖ 보건관리자 선임에 따른 비용-편익분석

- 보건관리자 선임이 필요한 업종에 대해 비용-편익분석을 실시함
- 사업지원서비스업(콜센터)은 편익이 비용보다 4.59배 높았으며, 정보통신업(IT)은 편익이 비용보다 3.36배 높았고, 공공기관은 편익이 비용보다 1.73배 높았음

시사점

❖ 보건관리자 선임 업종 추가 필요

- 보건관리자는 전 업종에 배치하는 것을 기본으로 하며, 우선적으로 요구도가 높은 사업지원서비스업(콜센터), 정보통신업(IT), 공공기관 등에 보건관리자를 선임하는 것이 필요함을 제안함

❖ 현재 보건관리자 선임대상 업종 중 추가 선임기준 확대 필요

- 감염, 중량물, 화학적인자, 야간작업, 감정노동 등 다양한 안전보건 위험요소와 대면하고 있는 의료기관의 보건관리자는 업무량이 과하게 많으므로 추가 선임 필요

- 택배업의 운영 시간은 새벽부터 밤까지로 외부로 나가 운송하기 때문에 보건관리 수행이 매우 어려움. 또한, 택배업은 Hub를 중심으로 운영하고 있어, 보건관리자 1인은 여러 지역의 Hub를 돌아다니며 근로자의 건강 관리를 수행해야 함. 따라서, 근로자 5,000명인 경우 보건관리자 1명이 추가로 필요

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 보건관리자 선임대상 업종 확대
 - 보건관리자 선임대상 업종을 확대하는 법안 마련 시 활용할 수 있음
- ❖ 보건관리자 역할 활성화
 - 본 연구에서 수행한 직무분석을 통해 보건관리자 역할을 활성화하고, 보건관리자 업무수행의 가이드로 활용함

연락처

- 연구책임자 : 가톨릭대학교 정혜선 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 원용림 연구위원
- 연락처 : 052-703-0862
- e-mail : herhand@kosha.or.kr

08

건강분야 위험성평가 가이드 개발

📅 연구기간 : 2023년 6월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 건강, 위험성평가, 위험성수준 3단계 판단법, 핵심요인기술법, 체크리스트법



Highlight

- ▶ 중소기업 사업장에서 직무스트레스, 감정노동, 뇌심혈관질환, 온열작업, 한랭작업 및 신체부담작업 등의 보건분야에서 활용할 수 있는 체크리스트법, 위험성수준 3단계 판단법, 핵심요인기술법(OPS) 3가지 위험성평가 모델 제시

1. 연구배경

- ▶ 최근 「중대재해처벌법」 제정 이후 위험성평가에 대한 제도를 개편하여 자기규율 예방체제로 전환되고 있으며, 개정되는 위험성평가는 사전준비, 위험요인파악, 위험성 추정, 결정(평가방식의 추가 및 다양화) 과정으로 변경되고 있음. 사업장에서는 위험성평가를 보건관리 문제보다는 안전관리 영역에 치중되어 진행되는 점이 있으며 위험성평가 자체가 복잡하거나 서류작업이 많아 번거롭다는 인식이 많으며, 근로자는 자신의 업무와 관련된 위험에 노출되어 있으나 위험성평가에 대한 인식이 부족하고 위험요인을 발굴하고 개선하는 활동에 익숙하지 않음
- ▶ 고령자, 장시간 근로, 야간작업 등 뇌심혈관질환 발생위험 사업장, 기후적 영향으로 열사병 등의 발생위험이 높은 옥내·외 사업장 등의 근로자 건강관리를 위해 보건분야 위험성평가가 필요함
- ▶ 중소기업 현장에서 작업환경의 유해·위험요인을 파악하고 근로자 건강보호를 위하여 보건관리자 뿐만 아니라 근로자도 참여할 수 있는 손쉬운 위험성평가 모델을 제시하고 위험요인별 평가방법에 대한 가이드를 제시하였음

2. 주요연구내용

연구결과

- ❖ 2018년부터 2022년까지 총 5년간 제조업, 서비스업, 건설업을 중심으로 55,211건의 업무상 질병 산재승인 데이터를 분석하였음. 분석 결과 직종은 단순노무 종사자가 42.1%로 가장 많았으며 소음성 난청이 13.9%로 가장 많이 발생한 직업병으로 나타났음. 작업관련성 질병 중에는 신체부담작업이 49.6%로 가장 높았으며 요양 기간은 6개월~1년 미만이 29.5%로 나타났음
- ❖ 위험성평가의 절차는 ① 사전준비, ② 유해·위험요인 파악, ③ 위험성 결정, ④ 위험성 감소대책 수립 및 실행, ⑤ 위험성평가의 공유, ⑥ 기록 및 보존으로 구분할 수 있음
- ❖ 건강분야 위험성평가는 뇌심혈관계질환, 직무스트레스, 감정노동, 온열·한랭작업, 신체부담작업 중심으로 체크리스트법, 위험성수준 3단계 판단법, 핵심요인 기술법(OPS) 등 3가지 모델을 제시하였음
 - 빈도·강도법: 위험성의 우선순위를 결정할 수 있고, 결정과정의 신뢰도가 높으나 빈도와 강도의 기준을 사전에 정의하여 적용하여야 하며 위험성평가에 대한 이해도가 없으면 진행하기는 어려운 부분이 있음
 - 체크리스트법: 간단하고 빠른 의사결정이 가능하며 신뢰성 및 일관성이 높은 장점이 있어 점검 항목의 적정성 확인은 소수의 인원이 수행가능하나 항목 작성 단계에서 업무경험 및 지식 등 전문적인 능력을 필요로 함
 - 위험성수준 3단계 판단법: 위험성 정도를 한눈에 이해하기 쉬우며 비교적 빠르게 위험의 우선순위를 결정할 수 있는 장점이 있으나 위험성의 3단계 구분에 대한 객관적 기준을 사전에 정의가 필요함
 - 핵심요인기술법(OPS): 근로자 의견을 청취하기 좋으며 현장의 위험성을 파악하기 용이한 장점이 있으나 위험성의 우선순위를 정하기 어려운 부분이 있음

3장

직업건강

3. 연구활용방안

제언

- ❖ 중소기업 현장에서 건강분야 위험성평가 실시는 위험성수준 3단계 판단법은 쉽고 간편하며 빠르게 위험의 순위를 정할 수 있어 한 번도 위험성평가를 해보지 않은 사업장에서 우선적으로 실시할 수 있음. 위험성수준 3단계 판단법으로 2~3회 정도 실시하다가 익숙해지면 체크리스트법 위험성평가 실시를 권장함. 체크리스트법은 점검항목의

적정성을 확인할 수 있으며 나열하는 방식에서 빠진 부분을 쉽게 파악할 수 있어 유해성·위험성 모두 확인하여 우선순위를 정하여 사업장 환경을 개선할 수 있음. 그 후 핵심요인기술법(OPS)을 사용하여 현장 근로자들의 의견을 청취하고 현장의 위험성을 더욱 세부적으로 파악하여 위험성평가 실시를 권장함

- ❖ 본 연구에서 제시하는 건강분야 위험성평가는 중소기업 사업장에서 위험성평가를 쉽게 실시할 수 있는 가이드로서, 사업장의 규모, 환경에 따라 적합한 위험성평가 항목들을 재조합하여 사업장의 특성에 맞는 위험성평가 방법을 적용하는 것이 바람직할 것임



연락처

- 연구책임자 : 가톨릭대학교 백은미 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 최준혁 연구위원
- 연락처 : 052-703-0864
- e-mail : radiod@kosha.or.kr

09

직무스트레스로 인한 건강장애 예방조치의 현장 중심 이행방안

 연구기간 : 2023년 5월 ~ 2023년 11월

 핵심단어 : 직무스트레스, 건강장애, 예방조치, 이행방안



Highlight

- ▶ 안전보건관리가 취약한 중소기업에서 직무스트레스에 의한 건강장애 예방조치를 충실히 이행할 수 있도록 구체적 이행방법 및 사례를 제공, 현장 중심의 가이드 마련

3장

직업건강

1. 연구배경

- ▶ 뇌심혈관질환은 작업관련성 질병 사망 원인의 80% 이상으로 그 위험성이 높으며, 업무상 정신적 스트레스는 뇌심혈관질환의 중요한 원인 중 하나임. 최근 국제적 산업보건 목표는 근로자의 정신건강과 회복탄력성 증대를 통한 산재예방 활동 고도화로, 국내 산업보건 정책도 이에 맞추어 업무로 인한 스트레스를 낮추기 위한 개선이 필요
- ▶ 안전보건관리가 취약한 중소기업에서 직무스트레스에 의한 건강장애 예방조치를 충실히 이행할 수 있도록 구체적 이행방법 및 사례를 제공하고, 현장 중심의 가이드를 마련하기 위하여 이 연구를 수행함

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 연구 결과 및 자료 분석

- 국내·외 연구 결과로부터 직무스트레스 고위험 업무로 운전, 장시간 근무, 교대 근무, 야간 근무, 정밀기계 조작작업 및 감시작업과 고강도의 물리적 요인(소음, 고온, 저온) 노출이나 감정노동 업무를 도출함

- 최근 10년간 업무상 질병으로 인정받은 뇌심혈관질환과 정신질환 관련 산업재해 자료 11,404건을 분석한 결과, 운수업, 제조업, 건설업 순으로 질환 발생률이 높게 나타났음. 직무스트레스 부담 업무는 총괄관리, 새로운 업무, 시차가 큰 출장 출장업무(관리자 및 전문가), 주방, 요양보호, 경비, 고객 대응(서비스), 옥외 시설물, 용접(기능원), 냉동, 산업폐기물(장치, 기계), 환경, 경비, 야외 업무, 혼자 하는 업무(단순노무종사자) 등이 있었음
- 근로환경조사 자료 분석 결과, 건강문제에 영향을 미치는 요인은 소음, 고온, 저온, 화가 난 고객 응대, 불안한 상황, 빠른 속도의 작업, 초과근무, 야간근무 등이었음. 건설업, 운수업, 금융 및 보험업의 건강 문제가 제조업 보다 높았으며, 직종에서는 관리자에 비하여 전문가 및 관련 종사자, 기능원 및 관련 종사자의 피로가 유의하게 높았음

❖ 국내 보건관리 현황 조사

- 보건관리 전문가의 협조로 국내 사업장의 직무스트레스 관리 현황을 조사함. 사전 진단지는 직무스트레스 설문도구(KOSS)를 이용하여 조사하며, 개인 및 집단 상담, 교육, 뇌심혈관 질환 관리, 건강증진 프로그램 진행, 연계, 장시간 근무·교대근무·야간근무에 대한 지침 관리 등으로 중재의 초점을 맞추어 관리하고 있었음. 또한, 중소기업 사업장에서는 근로자건강센터, EAP, 정신건강복지센터 등에 연계하여 관리하고 있으나, 교대근무자의 경우 외부 자원 연계가 쉽지 않음
- 보건관리자 설문조사를 통해 총 125명이 응답하여 결과를 분석했을 때, 작업환경, 작업내용 개선 방안으로는 사내 규정 명확화, 위원회를 통한 개선 방안 마련, 관리자를 지정하여 위험요인 취급자를 지정하여 개선, 타부서의 협조를 통한 개선이 있었음. 직무 개선 방법은 업무분장 재분배 혹은 개선, 업무 일정 사전 공지, 개인 적정량 업무 부과, 프로젝트성 업무의 외주 발주 등이 있었으며, 작업환경 개선 방법은 위험요인에 대한 작업 환경 개선이나 보호구 지급, 교육 등이 있었다. 휴식시간 확보, 건강증진, 힐링 프로그램을 운영은 전문기관 연계를 통해 진행하고 있었음

❖ 해외의 직무스트레스 관리 제도

- 국제노동기구는 직장의 스트레스는 특정 업종에서가 아니라 직무 요구가 높은 경우와 개인 제어력 부재의 조합이 원인이므로 각국에 이를 감소시키기 위한 지원을 요구함. 이에 따라 미국은 근로자에 대한 보상관련 법에 정신-신체 요구에 대한 정신적 조건 및 스트레스를 포함하여 관리하고 있음. 일본은 과로사 등 방지대책 추진법, 자살대책 기본법, 스트레스 검사 제도를 정부에서 적극적으로 운영하고 있으며, 독일 노동사회부는 노동조합과 사업주 연맹과 공동으로 정신 건강 프로젝트를 추진하고 있음. 영국은 근로자의 사회심리적 위험요소 관리를 ISO45001을 근거로 관리하며, 캐나다에서는 산업안전보건청에서 사업장 정신건강을 위한 온라인 교육을 제공하고 있음

❖ 직무스트레스 예방 가이드 작성

- 중소기업 사업장에서 직무스트레스에 의한 건강장해 예방을 위한 구체적인 방법과 사례를 가이드로 제공하고, 직무스트레스 예방에 필요한 업무 내용과 절차, 건강보호 필요 대상 범위, 관리 담당자의 역할을 자세히 안내함

❖ 직무스트레스에 의한 건강장해 예방조치 관련 규정 개선안 제시

- 국내·외 산업 환경 변화에 대응하고 직무스트레스를 예방하기 위하여 모든 상시 근로자에 대하여 주기적으로 직무스트레스를 관리하고 직무스트레스 예방 교육을 실시하며, 뇌심혈관계 고위험 근로자와 정신건강문제 고위험 근로자에 대해서는 관리 프로그램 시행 등을 제안한 「산업안전보건 시행규칙」 제669조 세부 내용 개선안을 제시함

🔍 시사점

- ❖ 안전보건관리가 취약한 중소기업 사업장에서 직무스트레스에 의한 건강장해 예방조치를 충실히 이행할 수 있도록 구체적 이행방법 및 사례를 제공하고, 현장 중심의 가이드를 마련하여 직업성 질환 예방 방안의 현장 적용성을 높임

3. 연구활용방안

🔍 활용방안

- ❖ 이 연구에서 제시한 ‘중소규모 사업장 직무스트레스 건강장해 예방 가이드’를 국내 사업장에 제공하여 근로자의 직무스트레스 예방을 위한 실무 개선에 활용
- ❖ 산업보건 전문 학술지에 발표하여 관련 연구 및 제도 개선의 참고 자료로 제공

🔍 연락처

- 연구책임자 : 을지대학교 최은희 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 이미영 선임연구위원
- 연락처 : 052-703-0861
- e-mail : cookmom@kosha.or.kr

10

휴게시설 설치의무 이행실태 및 제도개선 방안연구

📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 10월

🔍 핵심단어 : 휴게시설, 제조업, 비제조업, 건설업



Highlight

- ▶ 2023년 8월 18일부터 20인미만(건설업 20억 미만)의 소규모 사업장을 제외한 모든 사업장이 휴게시설 설치의무를 가지게 됨. 제조업 417개소, 비제조업 1,048개소, 건설업 401개소 등 총 1,866개소 사업장에 대한 사업장 휴게시설 운영실태를 파악함

1. 연구배경

- 휴게시설 설치 시행시기에 따라 2023년 8월 18일 부터는 20인 미만(건설업 20억 미만)의 소규모 사업장을 제외한 모든 사업장에 확대되므로 제도가 안착되도록 알리고, 현장의 제도 이행실태와 애로사항을 면밀히 파악한 후 제도개선 방안을 마련할 필요가 있음

2. 주요연구내용

🔍 연구결과

❖ 실태조사

- 휴게시설 미설치 비율
 - 업종별 휴게시설 미설치 비율은 건설업의 휴게시설 미설치 비율이 가장 높았음. 제조업, 비제조업, 건설업 모두 50인 미만(50억 미만) 사업장에서의 휴게시설 미설치 비율이 50인 이상(50억 이상) 사업장에 비해 높았음

• 휴게시설 관리기준 조사결과

- 제조업 휴게시설 설치 사업장 400개 중 사업장 휴게시설이 근무 위치에서 편리하고 가까운 곳 위치하는지에 대한 항목은 모든 사업장에서 준수하고 있었음
- 또한, “휴게시설 내 식수설비 구비”, “휴게시설 표지판 부착”, “휴게목적 외 다른 목적으로 사용” 3개 항목의 미준수 비율이 높았음
- 비제조업은 휴게시설 설치 사업장에서 1개 이상의 관리기준 미준수가 있었고, 이 중 “휴게목적 외 다른 목적으로 사용”, “소음노출”, “휴게시설 표지판 부착”, “담당자 지정” 4개 항목의 미준수 비율이 높았음
- 건설업은 휴게시설 설치 사업장에서 “휴게목적 외 다른 목적으로 사용”, “소음노출”, “냉방시설”, “유해물질 취급하는 장소와 격리”, “습도기준”, “휴게시설 표지판 부착”, “담당자 지정” 항목에서 미준수 비율이 높았음

3. 연구활용방안

제언

- ❖ 휴게시설 기준이 단일 규정이다 보니 일부 업종에서는 규정을 준수하기 어려운 경우가 있었고, 일부 업종에서는 현행 규정만으로는 근로자의 휴게 본연의 목적을 달성하기에 다소 부족하기도 하였음. 따라서 법 시행초기가 지나는 향후에는 일부 업종에서는 그 분야에 적합한 휴게시설 제도를 별도로 신설하거나 지침을 신설할 필요가 있다고 판단되었음
- ❖ 병원, 요양시설 등 보건업에서는 넓지 않은 공간에 많은 인력이 근무하고 있어 설치된 일부 휴게시설이 편안히 휴게하기에 충분치 않기도 하며 환자, 동료, 기타 업무 시 발생하는 소음에 노출되기도 하였음. 또한 이와는 반대로 휴게시설을 설치해도 간호직은 업무특성상 휴게시설을 잘 이용하지 않고 가뜰이나 부족한 공간에서 휴게시설 설치로 인해 공간 활용도에 더 큰 애로사항이 발생하고 휴게시설 관리를 위한 추가업무 부담이 발생한다는 의견도 있어, 보건업의 규모, 특성 등에 따라 추가적인 면밀한 조사가 필요하고 노사합의를 통해 개선안을 도출할 필요가 있다고 판단됨
- ❖ 구축 아파트에서는 공간적 제약으로 인해 모든 기준을 준수하는 휴게시설을 설치하기 어려운 경우가 있으며, 직종과 성별을 고려하여 주택관리업의 실정을 고려한 관리기준 개발이 필요하다고 판단됨
- ❖ 건설업의 경우에도 소규모 현장, 토목현장 및 이동하는 현장에 맞는 일부 제도개선이 필요하고, 착공 전 단계에서부터 휴게시설을 활성화하기 위한 근본적인 제도개선을 고민할 필요가 있다고 판단됨

- ❖ 이외 일반적인 제조업에서는 상대적으로 휴게시설 설치비율이 높고 관리기준 준수율도 높지만 소규모 사업장의 경우에는 비용지원과 홍보 및 교육의 활성화가 필요하다고 판단. 교육의 필요성 및 비용지원 관련 내용은 보고서 상에 기술함

🔍 개선방안 또는 정책방안

- ❖ 50인 미만 소규모 사업장 또는 소규모 건설현장, 도심지 건설 현장에서는 휴게시설을 설치할 공간이 부족하거나 예산이 부족하다고 하였고, 산업안전관리비에서 휴게시설 관련 비용 지출항목이 확대되었으면 하는 의견도 많았음
- ❖ 건설 관련 규정에 휴게시설 설치를 포함시켜야 휴게시설의 설치와 관리가 더욱 원활할 것이라는 의견도 많았음
- ❖ 토목현장 또는 이동하는 건설현장에서는 현행 휴게시설 규정이 적합하지 않아 개선을 요구하는 의견도 많았음
- ❖ 성별을 구분한 휴게시설 설치, 일부 업종에서는 휴게시설 이용의 실효성을 위해 정규직과 비정규직을 구분한 휴게시설 설치, 1인당 최소 휴게공간이 확보되도록 근로자 규모에 비례한 휴게시설을 설치해야 한다고 하였음
- ❖ 일부 업종에서는 현행 제도가 현장과 괴리가 있어 모든 관리기준을 준수하기 어려워 현장 여건에 맞도록 제도 개선을 원하는 경우가 있어, 향후 일부 업종에 대해서는 제도의 강화 또는 완화를 검토할 필요성이 있음
- ❖ 20인 미만 사업장은 휴게시설 설치가 강제사항이 아니지만, 향후 20인 미만 사업장으로 확대를 검토할 필요가 있다고 하였음
- ❖ 관리기준 이행실태를 바탕으로 제조업 휴게시설 내 식수구비, 비제조업 쾌적한 휴게공간 조성, 건설업 소음노출 저감하려는 노력 필요
- ❖ 공간 및 예산이 부족한 사업장에는 컨테이너 등을 이용한 휴게시설 설치가 필요하고, 정부 및 지자체 지원제도를 더욱 안내하여 제도의 빠른 현장 정착을 도모할 필요가 있음
- ❖ 건축법(건설업), 폐기물관리법(폐기물 관련 업체), 의료 관계법(병원, 요양시설 등) 등에 휴게시설 설치 및 관리 의무를 부여한다면 각 법률과 규정에 따라 휴게시설 제도가 더욱 원활히 운영될 것으로 판단됨

- ❖ 산업단지공단 등 관계기관과 협의하여 산업단지, 지식산업센터 등에서는 공동휴게시설을 적극적으로 설치하고 근로자에게 홍보하는 활동이 필요하다고 판단됨
- ❖ 렉스(lux)를 기준을 존치하고자 하는 경우에는 KOSHA Guide 「조도계 사용에 관한 기술 지침」에 따라 조도를 측정한다는 문구를 추가하는 것이 필요하다고 판단됨



연락처

- **연구책임자** : 대한산업보건협회 산업보건환경연구원 김부욱 팀장
- **연구상대역** : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 양동이 차장
- **연락처** : 052-703-0864
- **e-mail** : yangtony@kosha.or.kr

11

소규모 협력업체의 보건관리 향상 방안

📅 연구기간 : 2023년 6월 ~ 2023년 10월

🔍 핵심단어 : 협력업체, 모기업, 매뉴얼, 산업보건, 소규모 사업장



Highlight

- ▶ 안전보건관리가 취약한 소규모 협력업체가 자율적으로 산업보건관리를 할 수 있는 산업보건관리 매뉴얼 개발 및 모기업과 협력업체의 우수 협력 사례 발굴

1. 연구배경

- ▶ 정부는 모기업의 협력업체로 등록되어 있는 사업장 근로자의 산업안전보건관리 강화를 위해 2020년 1월 16일 부터 「산업안전보건법」을 개정하여 모기업(원청)의 책임을 확대하였고, 「중대재해처벌법」도 강화됨에 따라 모기업인 원청의 협력업체 관리에 대한 부담이 증가
- ▶ 소규모 사업장 중 모기업의 협력업체(도급사업장)에 대하여는 모기업에서 협력업체 산업보건관리를 지원하도록 하고 있으나, 도급에 관한 규정에서는 모기업인 도급사업장에서 수급사업장인 협력업체에 대하여 직접 지시는 하지 못하도록 되어 있어 모기업에서 효율적으로 협력업체의 산업안전보건 관리를 하는데 어려움이 있음. 이러한 상황을 고려하여 모기업의 협력업체에 대한 효과적 협력방안을 마련하는 것과 동시에 협력업체에도 산업안전보건 의식을 강화하고 자율적으로 수행할 수 있는 시스템 구축이 중요함
- ▶ 우리나라 및 외국의 협력업체 산업보건관리 관련 제도를 조사하고 소규모 협력업체가 자율적으로 산업보건관리를 할 수 있는 방안을 마련하고, 모기업과 상생할 수 있는 협력업체 보건관리에 활용하기 위한 매뉴얼을 개발하기 위하여 수행함

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 국내외 협력업체 산업보건관리 제도 조사

- 우리나라의 협력업체 산업보건 관리에 관한 법적 사항은 「산업안전보건법」, 「산업안전보건 시행령」, 「산업안전보건 시행규칙」을 중심으로 조사하였고 「협력업체 활동지원에 관한 지침」(KOSHA GUIDE Z-22-2022)과 고용노동부의 모기업-협력업체 지원 정책을 조사함. 외국의 사례는 영국, 미국, 일본의 제도를 중심으로 조사함

❖ 협력업체 산업보건 요구도 조사

- 산업보건 요구도는 모기업의 보건관리자와 협력업체 관계자에 대한 포커스그룹 인터뷰와 설문조사를 통해 조사함. 보건관리자 9명, 협력업체 관계자 3명 등 12명에 대한 포커스그룹 인터뷰 결과로부터 162개의 분석 대상 문항을 도출하고 이 문항에 대하여 115개의 하위개념을 도출함. 115개의 하위개념을 다시 유사한 개념을 합하여 총 24개의 협력업체 산업보건관리 요구 개념을 도출함
- 설문조사는 238명의 보건관리자와 협력업체 관계자에 대하여 협력업체의 산업보건활동 28개 항목에 대한 요구도를 조사한 결과 모기업과 협력업체 응답자 모두 가장 필요하다고 응답한 항목은 적합한 보호구 착용 상태 확인, 당일 업무 중 위험 작업 제시 및 주의사항 설명이었고, 다음으로 모기업 응답자는 배치 전 검진 실시 여부 및 유해 화학물질 취급 수칙 게시, 협력업체는 건강진단 실시 및 결과의 확인을 요구함

❖ 매뉴얼 개발

- 매뉴얼은 소규모 협력업체에서 산업보건관리를 위하여 수행해야 하는 항목을 43개의 항목으로 분류하여 제시함. 이는 매년 빠짐없이 시행하여야 하는 항목을 연 계획으로 관리할 수 있도록 체크리스트 형식으로 제시하였고, 협력업체의 연중 계획을 모기업과 협력하여 수행하도록 함. 이를 협력업체 담당자가 구체적으로 수행하기 수월하도록 매뉴얼로 개발
- 매뉴얼은 연중 실시해야 하는 43개 항목에 대하여 구체적이고 쉽게 수행이 가능하도록 구성하였으며 소규모 협력업체 특성에 적합하도록 개발한 10개 항목과 「산업안전보건법」 등에서 요구하는 10개 항목을 포함하여 총 20개의 매뉴얼을 제시함. 이는 모기업과 협력해야 하는 협력업체 특성에 따라 모기업에서 확인하고 협력해야 할 사항을 포함함. 매뉴얼 1쪽은 매뉴얼 활용목적과 내용, 작성주기 등을 제시하였고, 2쪽에는 해당 업무 수행을 단계적으로 할 수 있도록 체크리스트 형식으로 제시함. 다만 매뉴얼은 제조업 및 서비스업종을 중심으로 개발되었으므로 건설업 등 이외 업종에 적용하는 데는 다소 한계가 있음

❖ 모기업-협력업체 우수사례 개발

- 우수사례는 모기업과 협력업체가 상호 협력하여 수행한 산업보건 우수사례 6개 사업장에 대하여 제시함. 사례 사업장은 제조업 4개 사업장, 서비스업 2개 사업장이었다. 사례 개발은 기존 우수사례대회에서 발표하였던 사례나 안전보건 관련기관에서 추천한 사례를 중심으로 발굴

🔍 시사점

- ❖ 안전보건관리가 취약한 소규모 협력업체가 자율적으로 산업보건관리를 할 수 있는 산업보건관리 매뉴얼을 개발하고, 모기업과 협력업체의 우수 협력 사례를 발굴한 실용적 연구라 할 수 있음

3. 연구활용방안

🔍 활용방안

- ❖ 본 연구에서 제시한 매뉴얼을 활용하여 소규모 협력업체에서 자율 산업보건관리를 할 수 있을 것으로 기대됨
- ❖ 모기업에서는 협력업체 근로자의 안전과 건강관리를 위한 협력 사항을 확인하고 함께 개선하며 체계적이고 안정적인 안전보건관리를 하기 위한 기본 자료로 활용
- ❖ 산업보건 전문 학술지에 발표하여 협력업체 근로자가 안전한 환경에서 근무하기 위한 관련 연구 및 제도 개선의 참고 자료로 제공



연락처

- 연구책임자 : 가천대학교 김희걸 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 이미영 선임연구위원
- 연락처 : 052-703-0861
- e-mail : cookmom@kosha.or.kr

12

근골격계질환 유해요인조사제도 개선 방안 연구

📅 연구기간: 2023년 5월 ~ 2023년 10월

🔍 핵심단어: 근골격계질환, 근골격계부담작업, 유해요인조사, 단위작업



Highlight

- ▶ 업종별, 규모별 근골격계질환 유해요인조사 이행 실태, 유해요인조사 및 개선지원 사업의 효과분석, 민간의 근골격계질환 유해요인조사 기관의 실태를 파악하고, 근골격계질환 유해요인조사 제도의 개선 방안을 전문가, 이해관계자 및 정부 관련자로부터 제언을 받음

3장

직업건강

1. 연구배경

- 2000년대 초반 급증하는 근골격계질환을 예방하기 위하여 2003년 정부는 사업주의 근골격계질환 예방의무를 법제화하였음. 법제화 이후 근골격계질환 발생이 감소하다 2011년부터 2017년까지 5,000명대로 평균화 추세를 보였으며, 이후 급증하기 시작하여 2021년에는 최초로 10,000명을 초과하였음. 2015년 산업재해보상보험 보상급여에서 근골격계질환에 대한 총 지급액이 1,270억 정도로 진폐, 뇌혈관질환 다음으로 업무상질병 상위 세 번째로 경제적·사회적 손실이 큰 것으로 조사되었음
- 안전보건공단은 2021년부터 필수노동자 건강보호를 위하여 근골격계부담작업 유해요인조사 및 개선지원 사업을 시행하고 있으나, 사업 시행 후 그 효과 분석은 부족하여 시행 현황 분석을 기반으로 한 발전적 방안 제안이 필요함
- 기존 연구에서 약 40%의 기업이 유해요인조사를 외부 전문 기관에 의뢰하고 있는 것으로 조사되었고, ‘유해요인조사자의 자격을 제한하거나 전문조사기관 지정제도 도입’ 등이 연구에서 언급되고 있으나, 이러한 전문 기관 현황, 전문성 등에 대한 조사 연구는 수행된 적이 없음

- ▶ 근골격계질환 예방을 위한 유해요인조사 제도가 시행(03.7.12)된지 20년이 지났으나 여전히 보건관리가 취약한 소규모 사업장의 제도 이행력 부족, 조사의 복잡·어려움 등으로 형식적 조사가 이루어지는 등 유해요인조사 제도의 개선이 필요함. 본 연구에서는 그간 근골격계질환 유해요인조사 제도의 미비점을 보완하고, 현장 의견을 반영하여 산업 현장에서 근골격계질환 예방에 기여할 수 있는 유해요인조사 제도의 개선 방안을 마련하고자 함

2. 주요연구내용

🔍 연구결과

❖ 유해요인조사 이행 실태 조사

- 지난 3년 간 유해요인조사 이행 실태를 조사하기 위하여 134개 사업장을 대상으로, 유해요인조사 미이행 원인을 찾는데 초점을 맞추고, 이와 더불어 유해요인조사 관련 일반적 사항에 대한 설문조사를 실시하였음. 설문은 응답자 및 사업장 정보, 유해요인조사, 증상조사 등 유해요인조사 전반에 관한 총 39개 문항으로 구성되었음. 설문은 구글 설문 양식, 전화/이메일을 통하여 이루어졌으며, 주요 조사 내용은 다음과 같음
 - 유해요인조사 제도 규정을 88.8% 사업장이 인지하고 있었으며, 지난 3년 간 66.4% 사업장이 유해요인조사를 실시하였음
 - 유해요인조사 미실시 이유는 ‘유해요인조사 실시 제도를 몰랐음’이 32.6%, ‘제도는 알고 있었으나 회사 사정상 실시하지 못했음’이 30.2%로 높게 나타났음
 - 유해요인조사는 내부 인력 수행 53.9%, 외부 전문기관 위탁 46.1%로 조사되었음
 - 유해요인조사는 안전보건공단 제시 방법(KOSHA GUIDE H-9-2022) 73.0%, OWAS, RULA, REBA 등 인간 공학적 평가 방법 89.8%로 조사되어 (복수 응답 가능 문항), 대부분 사업장이 안전보건공단 제시 방법을 주로 사용하고 인간공학적 평가 기법은 필요할 경우 사용한 것으로 나타났음
 - 근골격계부담작업 판정은 ‘측정을 통한 자료를 바탕으로 판단’ 42.0%, ‘측정 없이 종합적 판단’ 34.1%였고, 유해요인조사 시 대부분 단위작업으로 분할하는 것으로 조사되었음 (78.7%)
 - 유해요인조사 시 겪는 어려움은 ‘근골격계부담작업 판정’이 36.0%로 가장 높았고, ‘적절한 조사 방법을 잘 몰랐음’ 30.3%, ‘조사방법의 어려움/복잡성’ 24.7%로 나타나, 조사 방법 관련 어려움을 겪고 있어 이에 대한 개선이 필요함을 보였음
 - 정기 유해요인조사 주기는 ‘현행 3년 주기 적절’이 38.1%로 가장 높았고, ‘최초 조사 후 수시조사만 실시’ 22.4%로 나타났음
 - 위험성평가와 통합은 ‘보통’ 수준 이상 적절이 84.3%로 대부분 동의하는 것으로 조사되었음
 - 근골격계부담작업 의미를 ‘근골격계질환 유발 가능 작업,’ 혹은 ‘개선 대상 작업’으로 잘못 이해하고 있는 비율이 91.7%로 매우 높았음(복수 응답 가능 문항)

❖ 유해요인조사 및 개선지원 사업 효과 분석

- 안전보건공단에서 지원한 유해요인조사 및 개선지원 사업 효과 분석은 사업을 지원받은 사업장 33개소, 사업 수행기관 12개 기관 및 담당자 13명을 대상으로 수행하였음. 안전보건공단에서 2022년 사업을 지원받은 사업장을 대상으로 사업에 대한 효과 분석을 실시하였으며, 본 연구에서는 이 결과를 본 연구 조사 결과와 병기함
 - 사업 신청 계기는 ‘작업환경 개선을 위하여’가 57.6%로 가장 많았고, 자발적으로 신청하지 않은 이유는 ‘작업개선에 도움이 될 것 같지 않아서’가 30.3%로 가장 높았음
 - 지원받고 싶은 항목은 ‘보호구 지급’이 75.8%, 비용 지원 희망 항목은 ‘운반하역장치’가 42.4%로 가장 많았음
 - 수행기관의 어려움은 ‘지원 대상 사업장 모집’ 및 ‘사업장 무관심 혹은 비협조’가 각각 83.3%로 가장 높고, 수행 담당자의 어려움은 ‘사업장 무관심 혹은 비협조’가 76.9%로 가장 높아 이에 대한 고용노동부, 안전보건공단 등의 지원이 필요함을 보였음

❖ 민간 유해요인조사 실태 파악

- 민간 유해요인조사 기관 실태는 54개 사업장이 조사에 응하였으나 38개소가 유해요인조사를 수행한 경험이 있다고 응답하여 이를 대상으로 파악하였음. 기관 형태는 안전보건 관련 협회가 40.5%로 가장 많았고, 안전보건 관련 전문기관 및 컨설팅 업체가 27.0%로 전체 응답자의 약 2/3를 차지하였음. 기관 인력 규모는 5명, 7명 그룹이 가장 많았고 10명 미만이 약 50.0%를 차지하였음. 기관의 유해요인조사 담당 인력 규모는 정규직은 2~5명 그룹이 가장 많았으며 10명 미만이 약 78.9%를 차지하였고, 비정규직이 없다고 한 기관이 67.6%로 나타났음. 전문 인력으로는 산업위생기사·기술사가 가장 많았음. 민간 조사기관 자격화에는 ‘보통’ 이상 수준의 동의가 약 73.7% 정도로 높게 나타났음

❖ 이해관계자, 정부 관련 기관 및 전문가 의견

- 이해관계자, 정부 관련 기관 및 전문가 의견은 주·객관식 문항의 설문조사, 주관식 문항의 의견조사 및 2차례 FGI(직업환경의학전문의, 대한인간공학회)를 통하여 구하였음. 근골격계부담작업 판정, 단위작업 분할, 증상조사, 유해요인조사 조사자, 유해요인조사 조사 주기, 근골격계질환 관련 법령 체계, 근골격계부담작업에 비정형 작업 포함 문제 등에 대해서는 제도의 개선을 요구하는 의견이 많았음. 그러나, 근골격계질환 관련 법령 적용 범위, 위험성평가와의 통합 등에 대해서는 현 방식 적절 또는 반대 의견이 높았음

❖ 유해요인조사 제도 개선 방안

- 유해요인조사 이행 실태 조사, 이해관계자, 정부 관련 기관 및 전문가 의견을 바탕으로 유해요인조사 제도 개선 방안을 제안하였음. 유해요인조사 제도에 관련된 가능한 개선 방안 즉, 적용 범위, 단위작업 분할, 근골격계 부담작업, 증상조사, 조사자, 조사 주기, 위험성평가와 통합, 조사 방법, 증상조사, 결과 보고제, 별칙, 수시조사 시기 및 사유, 인공학적 정밀평가 인정, 민간 유해요인조사 기관 자격화 등을 포함하여 제안하였음

3. 연구활용방안

제언

- ❖ 근골격계부담작업 유해요인조사 제도 개선 방안은 유해요인조사 이행실태 조사, 이해관계자, 정부 관련 기관 및 전문가 의견을 바탕으로 제안하였음. 개선 방안에는 근거 자료를 제시하여 객관성을 확보하려고 노력하였음. 또한, 개선 방안은 추상적이고 개괄적 안을 제시하기보다는 구체적 안을 제안하도록 하였음

개선방안 또는 정책방안

- ❖ 개선 방안은 유해요인조사에 관련된 전반적 사항 즉, 적용 범위, 근골격계부담작업, 단위작업 분할, 증상조사, 조사자, 조사 주기, 위험성평가와 통합, 조사 방법, 증상조사, 결과 보고제, 수시조사 시기 및 사유, 별칙, 인간공학적 정밀평가 인정, 민간 유해요인조사 기관 자격화 등을 포괄하였음. 모든 개선 방안에는 현황 및 문제점, 조사 결과, 개선 방안 (예상 문제점 및 쟁점, 관련 법령/지침 포함) 순으로 제시하여, 객관성 및 활용성을 제고하였음

연락처

- 연구책임자 : 계명대학교 기도형 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 양동이 차장
- 연락처 : 052-703-0864
- e-mail : yangtony@kosha.or.kr

13

고객응대 근로자(방문서비스 직종) 건강보호 매뉴얼 마련(2)

📅 연구기간 : 2023년 8월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 건강보호 매뉴얼, 가사관리사, 방문학습지교사, 장애인활동지원사
의료급여관리사



Highlight

- ▶ 고객응대 근로자(방문서비스 직종) 중 가사관리사, 장애인활동지원사, 방문학습지교사, 의료급여관리사의 심층면접을 통한 업무수행 과정에서 발생하는 직무스트레스를 파악하고 직종별 특성에 맞는 근로자 건강보호 매뉴얼 개발

3장

직업건강

1. 연구배경

- ▶ 고객응대업무는 '고객, 환자, 승객 등을 직접 대면하거나 정보통신망 등을 통하여 상대하면서 상품을 판매하거나 서비스를 제공하는 업무'로 정의할 수 있음. 고객응대 업무를 하는 과정에서 말투나 표정, 몸짓 등이 드러나는 감정표현을 직무의 한 부분으로 하여 자신의 감정을 절제하고 자신이 실제 느끼는 감정과는 다른 특정 감정을 표현하도록 업무상, 조직상 요구되는 노동을 '감정노동'이라고 함. 감정노동 근로자들은 고객응대의 과정에서 자신의 감정과 다른 표현을 해야 하거나 자신의 감정을 숨기는 노력을 요구받아 감정 부조화를 경험하게 되고 결국 근로자의 수용력에 한계를 느껴 감정소진을 경험하거나 감정적 고갈을 경험하게 됨. 감정노동 근로자들은 우울, 불면 등의 정신적 증상과 소화기 장애 및 근골격계증상 등의 신체적 증상을 호소함
- ▶ 2018년 10월 고객의 폭언 등으로부터 고객응대 근로자의 건강장해를 예방하기 위하여 사업주 조치의무를 담은 「산업안전보건법」 제41조(고객의 폭언 등으로 인한 건강장해 예방조치), 「산업안전보건법 시행령」 제41조(제3자의 폭언 등으로 인한 건강장해 발생 등에 대한 조치)가 제정되었으며 2019년 12월에는 산업안전보건법에 따른 고객응대 근로자 건강보호 가이드라인이 제작되고 「산업안전보건법 시행규칙」에 따라 간호사, 유치원

교사, 사회복지사, 버스운전사, 호텔종사자, 마트계산원, 항공기 객실승무원 아파트 경비원, 콜센터 상담원, 텔레마케터, 보험설계사, 골프 경기 보조원 등의 직종에 대한 감정노동 근로자 건강보호 매뉴얼이 마련되었음

- ▶ 고객응대 근로자 보호 규정에 발맞춰 고객응대근로자(방문서비스 직종) 중 가사관리사, 장애인활동지원사, 방문 학습지교사, 의료급여관리사의 맞춤형 건강관리방안 매뉴얼을 마련하고자 실시되었음

2. 주요연구내용

🔍 연구결과

❖ 가사관리사

- 고용된 가정을 방문하여 청소, 세탁, 요리 등 가사노동을 수행하거나 가정용품 구입을 전문적으로 대행하는 자로 정의할 수 있음
- 우리나라에서는 가사근로자가 모든 형태의 학대, 괴롭힘 및 폭력으로부터 효과적인 보호를 받을 수 있도록 2022년 6월 가사근로자의 고용개선 등에 관한 법률을 시행하고 있음
- 가사근로자의 노동실태 조사 결과 고객의 업무 외 무리한 요구, 막말 및 폭언, 폭행, 성추행, 심리적으로 위협적인 행동, 안전보건교육 및 건강장해 예방 교육 부재, 악성 고객으로부터 가사근로자를 보호하는 사업주의 관리 부재 등이 나타났음

❖ 장애인활동지원사

- 노인 및 장애인 돌봄서비스 종사원에 속하며 장애인의 거동을 돕거나 안전 또는 건강상태 등을 확인하고 보호하는 돌봄서비스를 제공하는 자로 정의됨
- 장애인활동지원사는 이용자 가족의 과도한 간섭과 개입, 제공기관의 소극적 지원, 강도가 높은 노동에 노출되어 있으며 친근, 헌신, 관심, 존중을 포함하는 정서적 관계 요구로 육체적 고단함과 상호관계에서 발생하는 스트레스로 인하여 감정소진이 되고 있었음

❖ 방문학습지교사

- 학습지를 받아보는 회원의 가정을 방문하여 국어, 영어 등 분야별 학습내용을 지도하는 자로 정의됨
- 신입교사 육성기간 동안 숙박교육, 학습과정 교육, 회원관리와 상담에 대한 교육을 이수하고 회원의 집을 방문하여 교재 점검 및 수업, 양육자 상담진행, 교재 채점 및 평가, 신규회원을 확보하기 위한 전단 배포, 무료 수업 등의 영업을 수행하고 있음

- 방문학습지 교사의 평균 나이는 48세, 대부분 여성근로자로 최저임금에도 미치지 못하는 급여체계와 실적 압박, 높은 수수료율 등 제도적인 문제와 학생들의 학업 수업관리 뿐만 아니라 학부모와의 상담에서 심리적인 압박과 초조함을 호소하는 근로자들이 많았음

❖ 의료급여관리사

- 의료급여 수급권자의 의료육수에 신속히 대응하기 위하여 다빈도 복합 상병을 가진 수급권자의 밀착 상담 및 관리, 건강관리 정보제공, 지역사회 보건복지자원 연계지원, 합리적 의료관행 유도 및 의료급여 재정의 효율적 관리 업무를 수행함. 의료급여관리사는 과도한 업무량과 실적부담, 수급권자의 폭언과 욕설, 성희롱, 상급자와의 갈등, 불안정한 고용형태 등의 직무스트레스를 호소하는 근로자들이 많았음
- ❖ 본 연구에서는 방문서비스 직종 고객응대근로자 건강보호를 위하여 건강보호에 대한 기본조치, 예방조치, 사후 조치 공통 적용 매뉴얼 및 가사관리사, 장애인활동지원사, 방문학습지교사, 의료급여 관리사 종사 근로자의 심층 면담을 통하여 드러난 문제점을 중심으로 각 직종 특성에 따른 매뉴얼 개발을 수행하였음

3. 연구활용방안

🔍 개선방안 또는 정책방안

❖ 방문서비스 근로자의 감정노동 관리를 위한 기관 체계 구축 필요

- 기관의 안전보건 경영방침에 방문서비스 근로자를 위한 감정노동 경영방침을 마련하여 전체 근로자 및 이해 관계자들에게 공포하는 것이 필요
- 노사협의회, 산업안전보건위원회, 고충처리위원회, 운영위원회 등 기관 협의체를 마련하고 주기적으로 감정 노동 근로자 건강보호 대책 수립 회의를 실시해야함

❖ 방문서비스 근로자 보호를 위한 예방조치 필요

- 근로자 안전보건 법정교육에 직무스트레스와 감정노동에 대한 안전보건 교육을 실시하고 근로자를 대상으로 직무스트레스 측정 도구와 감정노동 측정 도구를 사용하여 고 위험 근로자에 대한 상담 및 완화 프로그램을 지원한다. 또한 근로자가 위급 시 연락할 수 있는 휴대전화, 호루라기 등 개인 보호 장비 지급이 필요

❖ 방문서비스 근로자를 위한 사후관리 대책 필요

- 고객으로부터 폭언, 폭행 및 성희롱을 경험한 경우 즉시 보고할 수 있는 체계를 구축하고 피해 근로자에 대한

지원방안을 마련해야 할 것임. 또한 업무의 일시중단, 휴식시간 부여 등의 실질적 운영 지원방안 및 직무스트레스 완화 프로그램 및 문제고객 유형에 대한 기관의 대책 및 사례공유를 통하여 재발방지 마련에 힘써야 할 것임

❖ **고객응대 근로자 건강보호를 위한 직종별 관련 법령 조항 명시 필요**

- 가사근로자에 대한 가사근로자법, 장애인활동지원사에 대한 장애인활동지원에 관한 법률, 의료급여관리사에 대한 의료급여법 등에 감정노동 근로자 건강장해 예방조치 등에 관한 내용을 명시하여 법적으로 근로자를 보호하는 적극적인 방법이 필요



연락처

- **연구책임자** : 경동대학교 김정임 교수
- **연구상대역** : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 최준혁 연구위원
- **연락처** : 052-703-0864
- **e-mail** : radiod@kosha.or.kr

14

산업보건 위험성평가(OHRA) 도구 개발 및 활용

📅 연구기간 : 2023년 9월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 산업보건 위험성평가(OHRA), 산업보건체계, 작업환경관리, 건강관리
온라인 프로그램



Highlight

- ▶ 산업보건 위험성평가(OHRA) 도구의 산업보건체계, 작업환경관리, 건강관리 분야 항목의 신뢰성 및 타당성을 향상시키고, 온라인 프로그램을 구축하여 사업장에서 쉽게 활용할 수 있는 체계를 통해 근로자 보건관리 수준 향상을 도모하고자 함

3장

직업건강

1. 연구배경

- ▶ 미국 질병통제예방센터에는 근로자 직업건강보호를 위해 사업주가 사업장 내 위험성을 평가하여 산업보건 분야의 위험한 부분을 파악하고 위험성의 우선순위를 정하여 개선방향을 모색하는 도구가 있음. 이 도구를 이용하여 근로자 건강 위험도가 높은 사업장의 경우, 사업주가 의무적으로 산업보건 예방을 선제적으로 조치하고 산업재해로 인한 건강 피해를 줄이기 위해 사업장 위험도를 평가할 수 있는 척도를 개발하고 지원을 권장하고 있음
- ▶ 안전보건공단에서는 산업보건에 대한 위험도를 평가를 위하여 기업건강증진지수를 개발하였으며 기업건강증진지수는 사업장 스스로 직업건강 잠재위험도를 평가한 후, 어떤 부분을 집중적으로 투자해 근로자 건강증진에 도움을 줄 수 있을지 우선순위를 도출할 수 있음. 하지만 「중대재해처벌법」 등의 사회적인 변화와 사업장 전반을 평가하고, 사업장의 업종, 규모의 다양화로 더 체계적인 방법으로 고려한 평가방법이 필요
- ▶ 또한, 산업보건 위험성평가(OHRA : Occupational Health Risk Assessment) 도구를 통하여 사업장 규모·업종별 산업보건위험성평가를 실시하여 근로자 보건관리수준 향상을 도모하고 있음. 산업보건위험성평가(OHRA)의

산업보건체계, 작업환경관리, 건강관리 항목의 타당성 및 신뢰성 향상시키고 사업장에서 쉽게 활용할 수 있는 온라인 프로그램을 개발에 중점을 두었음

2. 주요연구내용

연구결과

- ❖ 산업보건 위험성평가(OHRA)는 ① 산업보건체계 수준평가, ② 작업환경관리 수준평가, ③ 건강관리 수준평가 3가지 분야에 요구도(위험수준 : 잠재유해요인 보유 수준) 및 활동도(예방활동수준 : 보건관리 능력수준) 체크 항목과 가·감점 항목으로 구분되어 있음
 - 산업보건체계 수준평가는 근로자수 현황(명), 보건관리인력 보유 및 지원현황, 사업장 보건관리를 위한 예산 투자 및 지원현황, 질병만인을 및 질식재해예방관리 항목과 보건관리제도 이행 수준의 감점 항목으로 구성 되어 있음
 - 작업환경관리 수준평가는 화학물질, 분진작업, 소음작업, 고열작업분야의 요구도와 활동도를 작성하며 법 준수여부가 가점 항목으로 구성되어 있음
 - 건강관리 수준평가는 직무스트레스, 근골격계질환, 뇌심혈관질환 분야에서 요구도 및 활동도를 평가하며 건강 관리주체, 건강관리 시설보유 등 건강관리 인프라 보유실태 항목이 가점으로 구성되어 있음
- ❖ 산업보건 위험성평가(OHRA)를 사업장 현장에서 쉽게 접근할 수 있도록 온라인 프로그램으로 구현을 하였음. 온라인 프로그램은 사업장 규모, 업종별 위험성을 구분하여 산업보건 체계 수준평가, 작업환경관리 수준평가, 건강관리 수준평가 도구를 반응형 웹페이지를 통해 모바일을 통한 편리한 산업보건체계 조사 시스템을 구축 하였음

3. 연구활용방안

제언

- ❖ 본 연구에서 제시하는 산업보건 위험성평가(OHRA)는 ① 산업보건체계 수준평가, ② 작업환경관리 수준평가, ③ 건강관리 수준평가 3가지 분야로 이루어져 있음. 각 분야별 항목을 참조하여 본인의 사업장 작업환경에 맞는 항목들을 도출하여 재조합 과정을 통하여 현장 맞춤형 위험성평가 도구를 만들어 활용하는 것이 바람직함

- ❖ 또한, 온라인 프로그램을 활용하여 형식상으로 실시하는 위험성평가에서 탈피하여 보건관리자 뿐만 아니라 근로자도 함께 참여하는 위험성평가 도구로 활용하기를 권장함

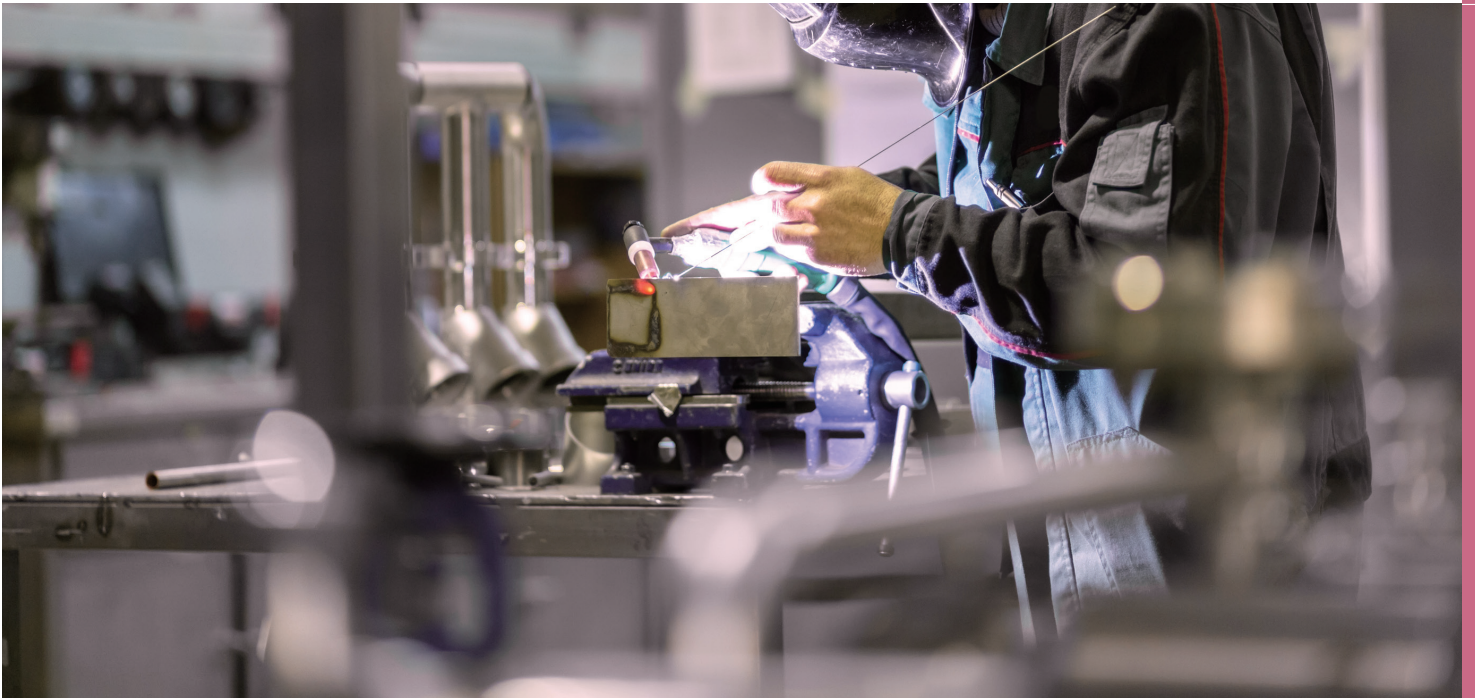
활용방안

- ❖ 산업보건 위험성평가(OHRA) 온라인 프로그램을 이용하여 시간적, 물리적 제약에서 벗어나 새로운 물질, 새로운 환경 등이 바뀌거나 근로자 건강예방을 위하여 주기적인 손쉬운 위험성평가 도구로 활용할 수 있음

연락처

- 연구책임자 : 맥스미니 김정민 대표
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업건강연구실 최준혁 연구위원
- 연락처 : 052-703-0864
- e-mail : radiod@kosha.or.kr

2023
산업안전보건연구
요약집



Occupational Safety & Health Research Institute

4

직업환경

| | |
|--|-----|
| 01 직업환경측정 DB를 통한 유해인자 노출감시 및 위험성평가 활용방안 | 188 |
| 02 결정형 산화규소의 표준시료 확보방안에 대한 연구 | 192 |
| 03 디브로모메탄 직업환경측정분석방법 개발 연구 | 194 |
| 04 포괄적 직업환경평가 도입을 위한 시범적용 및 절차서(안) 마련 연구 | 197 |
| 05 국소배기장치의 체계적 관리를 위한 설치·관리 기준 연구 | 199 |
| 06 전자산업 안전보건 가이드 개발 | 203 |
| 07 중대재해처벌법에서 규정한 직업성 질병에 대한 자율안전보건 가이드 개발(Ⅰ) | 207 |
| 08 중대재해처벌법에서 규정한 직업성 질병에 대한 자율안전보건 가이드 개발(Ⅱ) | 210 |
| 09 질식재해예방을 위한 실태조사 | 212 |

01

작업환경측정 DB를 통한 유해인자 노출감시 및 위험성평가 활용방안

📅 연구기간 : 2023년 2월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 작업환경측정, 위험성평가, 노출감시, 고위험 업종



Highlight

- ▶ 작업환경측정 DB와 실태조사 자료 등을 연계하여 측정 누락사업장에 대한 업종별 수준을 확인하고 산업보건커버리지 확대 방안 제시
- ▶ 작업환경측정 DB를 통계적으로 분석하여 유해인자별 고위험 업종 현황을 파악하고 우선관리가 필요한 공정, 작업 제한(특별관리물질 37종 대상) 및 위험성 평가 활용을 위한 시각화 정보 플랫폼 제공 방안 검토

1. 연구배경

- ▶ 국내 작업환경측정 결과는 2012년부터 전산(K2B)시스템을 통해 데이터베이스로 구축되어, 유해인자 노출감시에 활용 가능한 최대 자료임에도 매년 측정사업장 및 노출기준 초과사업장 현황 정도로만 활용되었음
 - 이번 연구는 작업환경측정 자료를 통해 건강유해도가 높은 물질을 중심으로 업종별 노출 실태 및 고위험 업종 등을 파악하여 위험성평가 등에 활용하고, 측정 누락업종에 대한 감시 및 개선방안 마련 등 정책적 활용을 제고하고자 함

2. 주요연구내용

🔍 연구결과

(1) 작업환경측정 현황 및 누락업종 감시

- 국내 작업환경측정 사업장 수(상·하반기 중복 포함)는 1990년 10,680개소에서 2020년 115,211개소로 증가

하였으나, 산재보험가입 사업장 수와 비교하면 측정 실시 비율은 1990년 8.24%에서 2020년 4.24%로 감소하였음

- 상·하반기 중복되는 사업장을 제외하면, 2021년 기준 산재보험가입 사업장 2,876,635개소 중 측정 사업장 75,377개소로 약 2.62% 수준이었음
- 최근 5년(2018-2022) 대업종별(상·하반기 중복 제외) 측정 실시 비율은 광업 23.2%, 제조업 16.3%, 수도, 하수 및 폐기물 처리업 12.6%, 전기·가스·수도업 8.89%, 협회 및 단체, 수리 및 기타서비스업 5.75%, 보건 및 사회복지 서비스업 1.40%, 건설업 0.99%, 운수 및 창고업 0.96% 등 순이었음
- 유해인자별 측정 분율은 소음 25.7%, 분진 15.8%, 유기화합물 16.0%, 산알칼리 6.2%, 금속 18.8%, 허가대상 물질 0.2%, 고열 1.6%, 금속가공유 6.9%, 가스상물질 2.9%, 기타 5.9%로 평가되었음
- 2017년 작업환경측정 대상 추정 연구(전문가 델파이조사, 소음기준)에서 전 산업의 추정 노출 비율은 23.6%로, 2021년 기준 실제 측정 실시 비율 2.62%와는 큰 차이를 보였고, 특히, 제조업의 일부업종(인쇄, 가구, 목재, 고무, 가죽, 화학물질, 금속가공 등)과 건설업, 출판업, 하·폐수업 등에서 차이가 크게 발생하였음
 - 제조업 작업환경실태조사 자료(2019)를 통해 소음, 고열, 분진흡 및 특별관리물질 보유 사업장에 대한 작업 환경측정 실시 여부를 살펴보면, 일치도가 약 50% 수준으로 작업자 노출여부 등에 대한 확인 요구되었음
- 국내 작업환경 유해인자 노출 현황 및 산업보건 커버리지 수준을 살펴본 결과, 작업환경측정 사업장 수가 꾸준히 증가하였음에도, 여전히 산업보건 사각지대에서 보호받지 못하는 작업자가 다수 있음을 확인하였음
 - 누락사업장에 대한 노출감시를 위해서 측정현황 정보공개, 유해인자 등록제도 마련, 작업환경실태조사 및 사업장 기술지원 사업 등을 통한 지속적인 정보 축적 시스템 구축 등의 감시체계 마련이 필요함

(2) 특별관리물질에 대한 고위험 업종 관리

- 국내 특별관리물질(44종) 중 작업환경측정 대상인 37종 중 측정 건수가 가장 많은 물질은 불용성 니켈, 황산, 납 및 그 무기화합물, 6가 크롬(불용성), 포름알데히드, 6가 크롬(수용성), 페놀, 디메틸포름아미드, 벤젠, 2-에톡시에틸아세테이트, 2-에톡시에탄올, 산화에틸렌, 트리클로로에틸렌 등 순이었음
 - 작업환경측정 건수가 가장 많은 업종(세세업종)은 도금업, 종합병원, 일반병원, 자동차 종합 수리업, 강선 건조업, 선박 구성 부분품 제조업, 합성수지 및 기타 플라스틱 물질 제조업, 완제 의약품 제조업 등 순이었음
- 특별관리물질 37종 중 22종에서 측정시료의 90%이상이 불검출이었으며, 노출기준 초과 시료는 트리클로로에틸렌에서 가장 많았고, 1,2-디클로로프로판, 퍼클로로에틸렌 등 순이었으나, 모든 특별관리물질에서 노출 기준 초과율은 전체 측정시료의 1%미만으로 매우 낮았음
- 특별관리물질별 측정농도의 산술평균을 살펴보면, 트리클로로에틸렌이 가장 높았으나 노출기준의 9.27% 수준이었고, 포름알데히드 4.79%, 1,2-디클로로프로판 4.58%, 1-브로모프로판 4.17% 등 순이었음
- 특별관리물질에 대한 세세업종별 95% 상위농도($X_{0.95}$)가 노출기준을 초과하는 업종 비율이 높은 물질은, 포름알데히드로 63.7%의 업종이 있었고, 황산 27.3%, 트리클로로에틸렌 22.8%, 납 및 그 무기화합물 16%,

1-브로모프로판 13.7% 등 순이었음. $X_{0.95}$ 가 노출기준을 초과하여 잠재적 고위험 노출우려가 있는 세세업종을 제시하였으며, 향후 우선적인 관리를 실시할 필요가 있음

- N,N-디메틸아세트아미드와 디메틸포름아미드의 고위험 업종은 합성피혁, 화학섬유 및 최근 수요가 증가하는 정수기 및 공기청정기 필터 제조업의 멤브레인 방사 작업 등에 대한 관리가 요구되었음
- 1,2-디클로로프로판의 측정 시료수는 78건('18년)에서 5,026건('22년)으로, 기계, 변압기, 광학 렌즈 등 제조에서 세척제로 사용이 크게 증가하였음
- 트리클로로에틸렌은 세세업종별 $X_{0.95}$ 가 노출기준을 초과하는 업종이 89개였으며, 이 중 노출기준 초과 시료도 보유한 전자 및 자동차 부품, 강관, 주형, 금형, 일반 목적용 기계 제조, 도금, 도장, 금속 열처리업 등에 대한 우선관리가 요구되었음.
- 퍼클로로에틸렌의 고위험 업종으로 호텔업 및 항공 운송지원 서비스업의 세탁 및 시트커버 정리작업에서 $X_{0.95}$ 가 노출기준을 초과하거나 노출기준 초과시료가 발생하여 관리가 요구되었음
- 포름알데히드의 고위험 업종으로 의료기관 및 의약품, 합성수지, 플라스틱, 도료 등 제조 및 의학 및 약학 연구개발업 등이 있었음. 다만, 적은 시료수로 통계적 유의성은 없었으나, 최근 혈액암이 발생한 양식 어업에서 높은 포름알데히드 기하평균을 보여 그 간 잘 알려지지 않은 직업병 발생 우려 업종에 대한 모니터링 자료로 활용 가능성을 확인하였음
- 납 및 그 무기화합물은 $X_{0.95}$ 가 노출기준을 초과하는 업종이 83개였으며, 이 중 측정 시료수가 280개 이상인 압연, 압출, 축전지, 제련, 시멘트 및 무기 및 총포탄 등 제조업에 대한 우선관리가 요구되었음
- 6가 크롬(수용성)은 도금업, 6가 크롬(불용성)은 기계·기구 제조업에서 많이 평가되었고, 노출기준 초과 시료도 발생하여 우선적인 관리가 요구되었음
- 황산은 도금, 도장, 인쇄회로기판 적층, 축전지 제조, 폐수처리업 등에서 우선적 관리가 요구되었고, 산화 에틸렌은 시료수가 많은 종합병원 등에서 농도는 낮았으나, 개인 간병 및 유사 서비스업 등 규모가 작은 의료기관 및 의료기기 제조업의 멸균공정에서 높은 농도를 나타내었음
- 2-메톡시에탄올, 2-메톡시에틸아세테이트, 1-브로모프로판, 포름알데히드, 6가 크롬의 경우 국외 노출기준이 국내보다 낮추어진 만큼, 해당 물질에 대해서는 노출기준 이하인 업종도 추가적인 관찰이 요구되었음

3. 연구활용방안

활용방안

❖ 작업환경관리가 필요한 사업장에 대한 산업보건서비스 커버리지 확대

- 작업환경실테조사 등 활용 가능한 유해인자 노출 정보와 측정 실시 현황 비교를 통한 작업환경측정 누락사업장 노출 감시 및 사각지대 해소

❖ **사업장 위험성평가 지원 및 작업환경개선 유도 활용**

- 자료의 통계적 분석을 통해 작업환경개선이 필요한 고위험 업종 선정 및 해당 업종에 대한 유해인자 노출모델 개발로 사업장 자기규율 관리 지원

❖ **산업환경 변화에 대한 모니터링 및 대국민 정보제공 활용**

- 작업환경측정 현황을 온라인을 통해 확인할 수 있는 플랫폼을 개발하여, 과거에서 현재에 이르는 작업환경 측정에 대한 정보를 쉽게 확인하고, 활용할 수 있도록 하여 누락사업장 및 고위험 업종 감시 기능 강화



연락처

- **연구책임자** : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박현희 선임연구위원
- **연락처** : 052-703-0881
- **e-mail** : bioaerosol@kosha.or.kr

02

결정형 산화규소의 표준시료 확보방안에 대한 연구

- 📅 연구기간 : 2023년 2월 ~ 2023년 11월
- 🔍 핵심단어 : 결정형 산화규소, 정도관리, 작업환경측정, 표준시료



Highlight

- ▶ 자율정도관리 분야 중 결정형 산화규소의 표준시료 자체 제조를 위하여 실시하였으며, 분말형태의 결정형 산화규소를 2-propanol에 분산시켜 PVC필터에 일정량을 분취하여 제조함
- ▶ 제조 시 분말의 크기 및 팁의 오염이 시료의 균질성에 영향을 미치는 것으로 판단됨
- ▶ 저농도에서 시료의 균질성 및 정도관리 시료로 사용가능성이 확인됨

1. 연구배경

- ▶ 자율정도관리 분야 중 하나인 결정형 산화규소는 2018년 5개소를 시작으로 매년 증가하여 2023년도에는 40개 기관이 신청함. 현재는 IHPAT(Industrial hygiene proficiency analytical testing) 시료를 이용하여 정도관리를 수행하고 있으나 신청기관이 점점 증가함에 따라 자체 제작의 필요성이 제기됨
- ▶ 표준시료 제조방법의 개발과 향후 자율정도관리에 적용 가능 여부를 확인하기 위하여 연구를 수행함

2. 주요연구내용

🔍 연구결과

- ❖ AIHA(American industrial hygiene association)에서 실시하는 IHPAT 결정형 산화규소 시료 2018년 ~2022년 자료 검토
 - 5년간 IHPAT 결정형 산화규소 시료를 분석한 결과, 20라운드가 실시되었으며 총 80개 시료가 배포됨. 80개

시료의 농도 범위는 0.0270~0.2051 mg/sample 이었음. 231라운드(2022년) 기준 실험실간 변이(RSD%)는 12.3~ 20.0%로 다른 시료(유기용제, 금속)보다 높은 변이를 보임. 20%가 넘는 변이에 대해서는 20%를 적용함

❖ 표준시료 제조 방법

- 시료 제조를 위하여 A, N, S사 시약을 검토하였음. A사는 액상형으로 PVC 필터에 분취하여 분석한 결과, 예상 농도의 10% 미만으로 검출되어 제외하였으며, N사는 현재 제작이 중단되어 제외함. 따라서 분말형태이며 지속적으로 사용이 가능한 S사가 가장 적합한 것으로 판단하였음
- 표준 시료는 S사 시약을 2-propanol에 넣고 균질화 장치로 분산 시킨 다음 피펫을 이용하여 PVC 필터에 일정량 분취한 후 적외선램프로 건조시키는 방식으로 제조함

❖ 표준시료 제조 결과

- S사 시약의 입자 크기 범위는 0.5~10.0 μm 로 IHPAT에서 사용한 N사 시약보다 범위가 넓음. 실험 결과 입자의 크기가 시료 균질성에 영향을 미치는 것으로 판단되며 시료를 제조할 때 무거운 입자는 가라앉히고 가벼운 입자만 취하여 제조함
- 시료의 균질성에 영향을 미치는 또 다른 사항은 시료 제조 시 사용하는 피펫 팁의 오염도임. PVC 필터에 분취할 때 사용하는 피펫 팁의 재사용 시 팁 내부에 결정형 산화규소가 남아있는지 여부를 확인함. 팁의 재사용 횟수별 잔여 농도는 1회 분취, 2회 분취, 5회 분취 시 각각 제조 농도의 9.81%, 8.13%, 9.89%가 검출됨. 따라서 피펫 팁 내부 잔여 결정형 산화규소가 다음 시료 제조에 영향을 미친 것으로 판단됨
- 시료의 균질성 확인은 KS Q ISO 13528 “시험소 간 비교 숙련도시험용 통계적 방법”에 있는 균질성 점검에 대한 평가 기준에 따랐으며, 0.0223~0.0431 mg/sample 사이의 농도가 균질성이 확인됨. 균질성이 확인된 농도의 시료 2개 레벨을 송부하여 작업환경측정기관을 대상으로 분석숙련도 평가함. 총 30개소에서 참가하였으며, 기관의 분석 결과 값과 연구원에서 분석한 결과 값을 서로 비교함. 비교결과 연구원의 평균값과 기관의 평균값의 농도비가 레벨 1은 1.17, 레벨 2는 1.03으로 연구원이 조금 더 높게 나왔으나 큰 차이를 보이지 않았음. 30개 기관의 적합률도 최근 3년간 적합률 94.0%와 유사한 93.3%가 나옴

3. 연구활용방안

🔍 제언

- ❖ 표준시료로 활용가능 여부에 대한 추가 연구가 필요함



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 황은송 과장
- 연락처 : 052-703-0892
- e-mail : envi773@kosha.or.kr

03

디브로모메탄 작업환경측정분석방법 개발 연구

📅 연구기간 : 2023년 2월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 디브로모메탄, 작업환경측정, 작업환경측정분석방법



Highlight

- ▶ 디브로모메탄의 작업환경측정분석방법을 개발하였으며 활성탄관으로 측정하여 가스크로마토그래프의 불꽃이온화 검출기로 분석하는 방법을 제안하였다. 실험을 통해 매체 및 포집량 선정, 작업환경측정분석 방법의 정밀도와 편향을 확인하였다.

1. 연구배경

- ▶ 2022년 2월, 세척공정에서 트리클로로메탄으로 인한 급성독성간염이 다발하였으며 환경부와 고용노동부의 세척제 전수조사 결과 디브로모메탄을 사용하는 사업장이 일부 발견됨
- ▶ 사업장에서는 법적 규제를 받지 않는 물질로 대체하여 사용하는 경향이 크기 때문에 「산업안전보건법」과 「화학물질관리법」의 제재를 받지 않는 디브로모메탄을 트리클로로메탄의 대체 세척제로서 사용할 가능성이 큼
- ▶ 디브로모메탄을 사용하는 공정의 작업환경관리를 위한 작업환경측정분석방법을 선제적으로 개발할 필요성이 제기됨

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 작업환경측정분석방법 검토

- 대표적인 할로겐화 탄화수소류의 작업환경측정분석방법으로 NMAM¹⁾ 1003, NMAM 1025, OSHA²⁾ 05, OSHA 1017 등이 있음
- 주로 이황화탄소로 탈착하여 가스크로마토그래프의 불꽃이온화검출기를 사용하는 방법을 제시하고 있으며 일부 작업환경측정분석방법에서는 벤젠이나 자일렌으로 탈착하고 전자포획검출기로 분석하는 방법이 권장됨

❖ 매체 선정

- 매체 선정 실험 결과, 활성탄관(100 mg/50 mg)이 적합 매체로 선정됨
- 디브로모메탄이 150~290 ppm 수준으로 발생하는 챔버에서 5개 종류의 흡착관으로 동시 포집하여 포집효율이 가장 높은 매체로 선정하고 이후 실험은 해당 매체로 진행함

❖ 매체 저장안정성 평가

- 저장안정성 평가 결과, 상온(21°C)과 냉장(4°C)에서 30일간 안정적(100±25%)이었음
- 노출기준을 10 ppm, 포집부피를 10 L로 가정하고 노출기준의 0.1, 0.5, 1.0, 2.0배의 농도를 활성탄관에 주입 후 1, 3, 7, 14, 21, 30일이 되는 일자마다 농도별 5개의 시료를 분석하였으며 탈착률은 95.5~110.1%를 유지함

❖ 파과 실험

- 파과 실험결과, 파과부피는 50 L였으며 그의 2/3인 33 L를 최대공기량으로 제안함
- 디브로모메탄이 140~150 ppm 수준으로 발생하는 챔버에서 활성탄관으로 포집하며 멀티가스모니토로 농도를 확인하였으며, 매체를 통과한 공기에서 약 5%의 농도가 검출될 때의 부피를 파과부피로 결정함

❖ 검출 및 정량한계

- 검출한계 0.18 ug/sample, 정량한계 0.54 ug/sample으로 계산됨
- 최소 공기량은 정량한계인 0.54 ug/sample 이상을 포집할 수 있는 0.1 L(1 ppm 일 때)로 제안함

1) Niosh Manual of Analytical Methods

2) Occupational Safety and Health Administration

- 예상 검출한계의 2, 5, 10배 농도를 활성탄관에 주입하여 시료를 만들고 분석하였으며 분석 시 사용된 선형 회귀식의 기울기, 표준오차를 수식에 대입함

❖ 정밀도와 편향

- 정밀도 0.108, 편향 0.303으로 계산됨
- 타겟 농도(10 ppm)의 0.1, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0배의 디브로모메탄을 활성탄관 앞 부분에 주입하면서 펌프로 포집하여 농도별 8개 시료를 분석함
- 평균 탈착률, 탈착률 변이계수, 상대표준불확도(3%)를 수식에 대입하여 편향을 계산함

🔍 제언

- ❖ 디브로모메탄과 유사 구조를 가진 할로겐화 탄화수소류의 작업환경측정분석방법을 검토하여 OSHA Salt Lake Technical Center의 가이드라인에 따른 측정 매체 및 분석방법 검증 실험에 따라 측정분석방법을 개발하였음
- ❖ 디브로모메탄은 국외에서 세척제로 사용된 사례가 없으며 발암성 연구가 제대로 이루어지지 않았고 근로자에게 노출될 경우 건강에 어떤 영향이 있을지 알 수 없기에 사업장에서 사용을 권장하지 않음

3. 연구활용방안

🔍 활용방안

- ❖ 실험 결과를 바탕으로 작성된 디브로모메탄의 시료채취 및 분석지침(안)을 이용하여 추후 해당 작업장의 시료 채취 및 분석에 활용될 것으로 기대됨



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 노지원 차장
- 연락처 : 052-703-0891
- e-mail : rojiwon@kosha.or.kr

04

포괄적 작업환경평가 도입을 위한
시범적용 및 절차서(안) 마련 연구

 연구기간 : 2023년 5월 ~ 2023년 11월

 핵심단어 : 작업환경측정, 위험성평가, 측정제도



Highlight

- ▶ 16개 사업장을 대상으로 포괄적 작업환경평가를 시범적용하였으며, 절차서의 수정안과 기본양식을 제안하였음
- ▶ 적정수수료 산정을 위한 2가지 안을 제안하며, 기존 측정비용에 비해서 모두 높게 평가됨

1. 연구배경

- ▶ 포괄적 작업환경평가는 기존의 작업환경측정에 위험성평가 전략을 접목하여 기존 제도가 지향하는 측정 개념을 유해인자의 평가와 관리로 확대하였음. 새로운 평가제도는 위험성 수준에 따라 탄력적으로 적용할 수 있음
 - 이번 연구는 새롭게 제안된 포괄적 작업환경평가의 실행 기술지침을 다수의 시범사업장에 적용한 후 문제점을 수정보완하고, 제도 실행에 필요한 기본 양식과 수수료 산정을 위한 방향을 제시하고자 하였음

2. 주요연구내용

 연구결과

✦ 포괄적 작업환경평가 기술지침의 시범적용

- 총 16개 시범사업장을 대상으로 포괄적 작업환경평가 절차서를 직접 적용하여 시행함
- 과거 작업환경측정 보고서를 분석한 결과 평균 노출지수는 3.6%였음
- MSDS를 바탕으로 총 287개 유효성분의 유해성을 평가한 결과 고독성물질은 총 39종(13.6%)이었음. 발암물질이

총 34종이나, 11종은 현행 작업환경측정대상에 해당하지 않음

- 유효성분 287종의 사전위험성평가결과 위험성 허용불가 물질은 총 114종임
- 시범사업장 중 특정 사업장은 기존 측정대상이 3종이나, 포괄평가에서 9종으로 확대됨

❖ 기술지침 수정 제안

- 제안된 8단계 적용 절차 중 측정전략 수립 단계를 1단계에서 3단계로 조정함
- 지속 가능한 정보관리를 위해 직종과 공정의 표준화를 제안함
- 기술지침의 절차에 따른 7종의 표준서식을 제안함
- 국제적 공정시험법을 참고하여 작업환경측정 가능여부를 판단하기 위한 데이터베이스를 구축함

❖ 적정수수료 산정방안

- 1안) 원가계산 적용방식 : 일반관리비=(인건비+직접경비)×6%, 이윤=(인건비+직접경비+일반관리비)×10%
※ 단, 인건비와 직접경비는 표준단가를 기준으로 한 직접비용 적용
- 2안) 표준원가 계산방식 : 일반관리비=직접인건비×110%, 이윤=(인건비+일반관리비)×20%
※ 단, 직접인건비는 표준단가를 기준으로 한 직접비용 적용
- 소규모 시범사업장 4개소의 수수료: 기존 측정방식에 비해 1안)은 2.1배, 2안)은 2.9배 증가함
- 사업장별 측정물질과 시료 수의 변화 및 측정주기 변경에 따른 비용이 추가적으로 고려되어야 함

3. 연구활용방안

🔍 제언

- ❖ 포괄적 작업환경평가 주기가 최대 3년인 점을 고려하여 시범사업 기간의 연장이 필요함
- ❖ 질적인 작업환경측정을 위하여 제안된 안을 참고하여 표준화된 측정비용 산정방식이 개발되어야 하며, 이를 고용노동부고시로 제정할 것을 제안함
- ❖ 새로운 제도에 대하여 작업환경측정 담당자들은 긍정적으로 인식하고 있으나, 참여 동기가 부족하므로 적극적 참여를 위한 방안 마련이 필요함

🔍 연락처

- 연구책임자 : 노동환경건강연구소 이윤근 소장
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박해동 연구위원
- 연락처 : 052-703-0883
- e-mail : workenv@kosha.or.kr

05

국소배기장치의 체계적 관리를 위한 설치·관리 기준 연구

📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 국소배기장치 설계, 국소배기장치 관리체계, 국소배기장치 성능 평가



Highlight

- ▶ 국소배기장치의 효율적인 운영을 위해서는 설치 대상 선정 - 설치 전 효율적인 설계 검토 - 설치 후 효율 평가 - 사용 중 주기적인 점검 등이 체계적으로 이루어져야 함
- ▶ 유해인자에 대한 위험성 평가 결과를 통해 국소배기장치 설치 대상 여부 결정
- ▶ 기류평가 및 후드의 배기유량과 정압 측정을 통해 성능을 평가하고, 사용 전, 주기적 점검 및 작업환경측정결과에 따른 수시 점검을 실시하여야 함

4장

직업환경

1. 연구배경

- ▶ 「산업안전보건법」에서 국소배기장치의 설계 및 성능 평가를 후드 제어유속으로만 적용함에 따라, 다양화된 작업 공정별 오염물질 발생 특성이 반영되지 못하고, 작업자 호흡영역에 대한 보호 여부를 확인할 수 없는 문제가 발생함
 - 또한, 밀폐형 후드, 전체환기 등 특수한 형태의 환기방안에 대한 설계 및 평가 방법이 없어 유해위험방지계획서 등 제출 의무가 있는 사업장에서 어려움이 있음
- ▶ 관리대상, 허가, 금지 등 물질별로 국소배기장치 설치 대상 및 설비 기준과 특례 및 적용 제외 등이 복잡하게 구성 되어 현장에서 관련내용은 이해하는데 어려움이 많음
 - 국소배기장치 설치 위치에 대한 명확한 규정, 적절한 설계 기준, 설치 후 환기 효율을 평가할 수 있는 합리적인 사용 전 점검 및 주기적인 평가 등에 대한 제도 개선이 필요함

- ▶ 본 연구를 통해 효율적인 국소배기장치 설치대상, 설계 및 평가 등 체계적인 관리를 위한 기준을 제시하고, 결과를 통해 제도 개선과 사업자용 가이드를 개발하고자 함

2. 주요연구내용

연구결과

(1) 국외 국소배기장치 관리체계 분석

- 미국 : 국소배기장치는 법적 규제를 갖는 것이 아닌 직무별 또는 업무별 근로자 보호를 위해 관련 단체와 협의하여 최적의 환기 방안을 제시하고 그 내용을 OSHA에서 매뉴얼로 제작하여 현장에서 참고하도록 하고 있음
 - OSHA 규정에 따르면 국소배기장치에 대한 조사는 노출 기준을 초과할 가능성이 있거나 화재폭발 위험이 있는 경우, 실내 공기질 문제가 있는 경우에 실시하고, 국소배기장치 검사 방법은 일일검사, 주간검사 및 월별 검사로 구분하여 점검항목을 제안하고 있음
 - ※ 제어유속은 국소배기장치 효율 평가 도구가 아니라 설계를 위한 참고 자료로 활용
- 영국 : 국소배기장치 설치의 위험성 평가를 시행하여 설치 유무를 평가하고, 근로자는 작업 지시대로 작업을 실시하여 유해물질의 노출을 최소화하도록 함
 - 설치 후 시운전과 최소 14개월 이내에 주기적인 국소배기장치 점검을 수행해야 하며, 유해물질 발생량을 고려하여 후드 형태를 선정하고, 후드 형태별 설계 방법을 제시하고 있음

(2) 국소배기장치 제어유속 범위, 성능평가 등 적정성 검토

- ACGIH의 산업환기 매뉴얼과 보건규칙 제어유속 비교
 - ACGIH의 산업환기 매뉴얼의 Specific operations에 공정별 유량 설계기준($m^3/s/m^2$)을 제어유속(m/s)으로 환산하여 보건규칙의 제어유속과 비교해보면, ACGIH의 제어유속이 1.5배 정도 높은 것으로 파악되었음
- 공단 국소배기장치 성능 평가 보고서 분석
 - 안전보건공단에서 실시한 국소배기장치 성능 평가 사업에서 성능 평가 완료된 67개 후드에 대한 국소배기 성능 평가 결과와 작업환경측정 노출 농도를 비교한 결과, 거의 비례하지 않았으며, 국소배기장치를 설치하기 전, 위험성 평가를 실시한 후 설치 여부를 결정하는 등 제도 개선이 필요함

- 공정별 후드 설계 및 평가 방법

- 밀폐형 후드 및 고열 발생공정, 작업자가 부스 내부에서 작업하는 work in 후드 등 10개 공정을 대상으로 설계 및 성능 평가를 실시하고, 설계 시 문제점 및 제어유속 이외의 평가 방법을 제안하였음

(3) 국소배기장치 관리제도 개정(안)

- 국소배기장치 설치 위치

- 유해물질을 취급하는 모든 공정에 국소배기장치를 설치하고, 허용소비량이하인 경우와 임시 및 단시간 작업이라도 위험성 평가 후, 예외규정을 두도록 제안 함

- 국소배기장치 평가 방법

- (정성 평가) 작업하는 상황과 동일한 조건에서 연기 발생기를 이용한 기류 평가를 실시하고 연기가 작업자 호흡영역 및 외부로 비산되지 않고 후드로 배출되는지 확인
- (정량 평가) 후드의 배기 유량 및 후드 정압을 측정하며, 측정된 배기 유량은 설계유량보다 많아야 함
- (공기질 측정) 특별관리물질을 취급하거나, 위험성 평가 결과 근로자 건강에 영향을 줄 수 있는 경우 후드 주변 공기질을 측정하여 농도 확인

- 국소배기장치 평가 주기

- (사용 전 점검) 사업주는 국소배기장치를 설치한 후 처음으로 사용하는 경우 또는 국소배기장치를 분해하여 개조하거나 수리(백필터 교체, 송풍기 수리 등)한 후 처음으로 사용할 때는 사용 전에 점검하여야 함
- (주기적인 점검) 특별관리물질, 허가대상물질 및 허용기준 물질(석면제외), 직업병 발생 물질을 취급하는 공정에 설치된 후드는 연 1회 이상 주기적인 점검을 하여야 함
- (수시 점검) 작업환경 측정 결과 노출기준 50%를 초과하는 공정에 설치된 후드에 대해서는 작업환경측정 결과를 인지한 지 30일 이내에 해당 후드에 대한 수시 점검하여야 함

시사점

- ❖ 국소배기장치 관리에 가장 효율적인 방법은 설치 위치에 대한 명확한 규정이 필요하고, 적절한 설계에 대한 평가와 설치 후 환기 효율을 평가할 수 있는 합리적인 사용 전 점검과 주기적인 평가 제도가 시행되어야 함
- 국소배기장치 설치 대상을 모든 화학물질(관리 대상, 허가 대상, 금지 유해물질 및 분진 작업과 제83조를 통합)에 대해서 적용하도록 하고, 전제환기 및 적용 제외(국소배기장치 미설치) 대상은 사전 “위험성 평가”를 실시하여 그 결과에 따라서 정할 필요가 있음

- 성능 평가는 제어 유속을 포함한 정량 평가와 기류 흐름 등을 포함하는 정성평가 그리고 독성이 높은 물질을 취급하거나 작업자 건강장해가 우려될 때는 후드 주변의 공기 질을 평가하는 방법 등으로 세분화하여 관리가 필요함
- 국소배기장치 점검 주기는 사용 전, 주기적, 수시 점검으로 구분하여 관리할 필요가 있음

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 국소배기장치 설계부터 유지, 관리까지 통합하여 관리할 수 있는 매뉴얼을 마련하여 적정 성능을 갖는 국소배기장치 설치 및 운영으로 직업병 예방에 기여
- ❖ 연구에서 제안된 후드 형태별 유량 설계 및 평가 방법에 관한 내용은 산업환기설비에 관한 기술 지침(W-1-2019)에 수록하여 사업장에서 활용 가능하도록 함

연락처

- 연구책임자 : (주)벤틱 하현철 대표이사
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박현희 선임연구위원
- 연락처 : 052-703-0881
- e-mail : bioaerosol@kosha.or.kr

06

전자산업 안전보건 가이드 개발

📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 전자산업, 반도체산업, 디스플레이, OLED, 정비, 세정, 연마 블라스팅



Highlight

- ▶ 전자산업 공정 설비 정비 작업 중에는 공정에 쓰인 각종 화학물질이 포함된 입자상 물질, 가스상 물질, 열, 전기에너지 등에 노출될 수 있으며 화학물질 누출, 폭발, 질식 등 잠재적 사고위험에 대응하기 위한 안전조치가 필요하다. 안전한 전자산업 공정 설비 정비 작업을 위해 구체적 작업 절차와 본 연구에서 제시한 안전보건가이드 준수를 권장한다.

1. 연구배경

- ▶ 전자산업 분야에서 안전보건에 관련된 위험한 정비 및 세정 작업은 주로 협력 업체에서 수행하고 있으며 고정된 설비 정비, 공정 정비, 세정 업무 등을 포함하고 있음
- ▶ 큰 규모의 전자산업 기업에서는 사내외에서의 정비 및 세정 작업이 분리되어 있어 이를 효과적으로 관리하기 위해서는 원청, 협력업체, 정부기관, 산업보건 기관 간 근로자 안전보건을 위한 책임, 협력, 감시 등이 체계적으로 이루어질 필요가 있음
- ▶ 현 정부에서는 전자산업 종사 근로자 보호를 위해 안전보건 가이드 개발 및 보급 정책을 펼치고 있으며 반도체, LCD, OLED 산업 등에서 발생하는 위험 직무에 중점을 둔 조사 및 연구의 필요성이 대두됨

4장

직업환경

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 주요 공정별 안전보건실태조사 및 유해인자 파악

- 반도체와 OLED 제조 공정은 유사한 첨단 공정으로, 독성이 있는 화학물질과 반응성이 높은 가스 등을 사용하며 발암성 물질과 화재, 폭발, 감전, 추락, 질식, 기계접촉 등 다양한 안전위험이 존재함
- 공정 부산물로는 발암성 물질이 발생할 수 있으며 감광액, 박리액 등은 화재 및 폭발의 위험이 있음
- 설비 정비 작업에서는 화재, 폭발, 감전, 노출 등의 위험이 있으며 반도체 이온주입 및 OLED 정전기 제거에 따른 방사선 노출이 우려됨
- 종합적인 유해·위험 평가 결과 핵심 공정인 증착, 이온주입, 포토, 식각 등의 안전보건 가이드의 개발이 우선적으로 필요함

❖ 전자산업 정비작업 협력관계 현황 등 생태계 조사

- 고용통계에 따르면 반도체 제조업은 1,356개 사업체에 100,015명이 종사하며 전자부품 제조업은 8,600개 사업체에 141,606명이 종사하고 있음(2023년 5월 기준)
- 작업환경실태조사 결과에 따르면 전자산업인 261/262 업종 중 응답 업체는 원청 14개소, 하청 16개소였음
- 초점 기업과의 회의에서 파악된 사내 하청 기업수는 최소 150개 이상으로 실제 하청업체의 수는 통계에 비해 상당히 낮게 나타나 작업환경실태조사의 한계로 인해 정확한 파악은 어려움

❖ 작업환경측정 결과 자료 분석

- 최근 3년간(2019-2022년) 반도체 및 디스플레이 초점 기업 5개소의 작업환경측정결과에 따르면 161개 유해인자 중 158,318건이 측정되었으며 검출률은 전체의 26.55%였음
- 가장 많이 측정된 물질은 불화수소였으며 대부분 불검출이었으며 검출률이 가장 높은 유해인자는 오존이었음

❖ 전자산업 산업재해 통계자료 분석

- 최근 10년간(2013-2022년) 반도체, 디스플레이 등 전자산업을 포함한 제조업과 서비스업의 산업재해보상자료에서 반도체 및 디스플레이 제조 공정 정비 업무에 관련한 1,402건의 사례를 추출하였으며 사례 분석으로 사고 주요 원인의 인과관계는 파악이 어려움
- 반도체, 디스플레이 제조 초점 기업 5개소의 공정설비 등 정비업무 중 산업재해보상자료 특성 분석 결과는 다음과 같음

- 성별은 남성 420명(60%), 여성 277명(40%)으로 발생
- 연령은 30대 50%, 20대 28% 순으로 높았음
- 사망자는 46명(6.6%)이며 이 중 질병 사망자는 40명임
- 발생형태는 체육행사 154건(22%), 넘어짐 145건(21%), 직업병 및 화학물질접촉 81건(12%) 순으로 높았음
- 최종적으로 직업병이 발생된 128건 중 직업성 암이 64건(50%)으로 가장 높았음
- 상병명 분석결과 손상 521건(S코드 75%), 압 60건(S코드 9%), 화상 및 중독 등 18건(T코드 3%), 뇌심혈관계 질환 11건(I코드 2%), 신경계질환 8건(G코드 1%) 순으로 높았음

❖ 전자산업 유해·위험 요인 관리 법적 규제 및 권고내용 고찰

- 미국산업안전보건청에서는 일반 사업장에 적용되는 법규를 반도체 공정에 동일하게 적용하고 있으며 SEMI와 NFPA의 표준을 국가공인표준으로 인정하고 있음
- 대만 산업안전보건청과 반도체산업협회에는 반도체사업에 별도 적용되는 안전보건규정이 없으며 반도체 산업체의 경쟁력을 유지하기 위한 지원을 목표로 하고 있음
- 일본 후생노동성은 1988년에“반도체 제조 공정의 안전보건 대책 지침”을 개발하여 반도체 공정의 안전보건에 대한 일반적인 지침을 제공하고 있음. 이에 대한 법적 구속력은 없으나 기업이 준수해야 할 통념으로 채택되고 있음

❖ 전자산업 공정 정비작업 안전보건가이드 개발(6개 작업)

- 전자산업 증착 공정 설비 작업 개발
- 전자산업 공정 설비 정비 작업
- 전자산업 일반 세정 작업
- 전자산업 이온주입 공정 설비 정비 작업
- 전자산업 식각공정 설비 정비 작업
- 전자산업 연마 블라스팅 세정 작업

❖ 영상 안전보건 가이드 개발 : 연마 블라스팅

- 근로자가 쉽게 볼 수 있는 영상(10분 내외)을 제작하였으며 주요 내용은 연마 블라스팅 작업의 위험과 관리 방법, 연마 블라스팅 작업자의 보호구 착용, 송기 마스크의 안전한 착용과 관리 방법 등임

❖ 안전보건 가이드 개발의 필요성 평가

- 원청 38명, 하청 13명, 학계 및 산업보건전문기관 28명, 시민단체 13명 등을 대상으로 가이드 개발 필요성과 활용성에 대해 평가함

- 전문가의 90%이상이 필요하다(24.5%), 매우 필요하다(72.3%)라 응답함

시사점

- ❖ 전자산업에 직접 활용 가능한 6종의 안전보건 가이드를 개발하였으며 공정의 특성에 따라 이를 수정, 보완하여 사용할 수 있음
- ❖ 전자산업에서 사용한 장비, 기계, 부품 등을 세정하는 블라스팅 작업은 현장의 공정을 생동감 있게 제작하여 근로자가 쉽게 볼 수 있도록 함
- ❖ 전자산업 공정 설비 및 공정지원 설비 정비에 대한 안전보건가이드 개발은 지속적으로 연구되어야 할 것으로 판단됨

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 전자산업 원하청 기업 내 안전보건 가이드 또는 지침으로 활용
- ❖ 반도체, 디스플레이 등 전자산업 안전보건 가이드의 국제 표준 개발에 활용



연락처

- 연구책임자 : 한국방송통신대학교 박동욱 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 정광재 부장
- 연락처 : 052-703-0890
- e-mail : kjchung@kosha.or.kr

07

중대재해처벌법에서 규정한 직업성 질병에 대한 자율안전보건 가이드 개발(I)

- 중대법 시행령 [별표 1] '직업성 질병'의 1호에서 16호까지

 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 11월

 핵심단어 : 중대재해처벌법, 직업성 질병, 급성중독, 자율안전보건 가이드



Highlight

- ▶ 직업성 질병 예방을 위해 중대재해처벌법 시행령 [별표 1] '직업성 질병'의 제1호에서 제16호 정한 직업성 질병 유발 인자에 대한 자율안전보건 가이드 개발
- ▶ 자율안전보건 가이드에는 가이드의 목적 및 필요성, 규제현황, 유해성, 주요 노출(또는 사고) 공정 및 업무내용, 국내·외 급성중독사고 사례, 공학적, 관리적, 개인적 대책을 제시함

4장

직업환경

1. 연구배경

- ▶ 「중대재해 처벌 등에 관한 법률」(이하 '중대재해처벌법')이 2022년 1월 27일 시행되었음에도 불구하고, 같은 법 시행령 [별표 1]에서 규정한 급성중독에 해당되는 사고와 이에 따른 직업성 질환자는 꾸준히 발생하고 있고 관련 정보는 미흡하거나 여러 곳에 산재되어 있어 쉽게 찾고 이해하기 어려운 실정임
 - 따라서 이를 보완하여 일선 현장에 「중대재해처벌법」이 원활하게 안착되는 데 도움이 될 수 있는 자율안전보건 가이드를 개발이 필요함

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 자율안전보건 가이드의 목적 및 필요성

- 직업성 질병을 유발할 수 있는 해당 유해인자를 기준으로 실제 사용하는 작업 공정 특성을 반영하여 중대재해를 예방하기 위한 주요한 내용을 중심으로 정리하였음
- 사업주 및 관리자는 해당 기업에서 근로자가 수행하는 작업을 확인하여 이에 따른 자율안전보건관리체계를 구축하고 이행하는 데 활용할 수 있음을 제시하였으며, 근로자는 스스로 근무하는 작업 과정에서 위험인자에 노출되는 순간이 있는지 확인하여 알맞게 관리할 수 있음을 제시하였음

❖ 규제 현황 및 국내·외 노출기준 비교 제시

- 국내 「중대재해처벌법」과 관련된 「산업안전보건법」, 「화학물질관리법」 및 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」(이하 ‘화학물질등록평가법」), 「폐기물관리법」 등 타 법령에서의 규제 현황을 제시함
- 국외 산업안전보건청(OSHA), 국립산업안전보건연구원(NIOSH), 산업위생전문가협회(ACGIH), 캘리포니아 산업안전보건청(CAL/OHSA) 등에서의 노출기준을 비교하여 제시함

❖ 유해인자별 특징 및 위험성 제시

- 해당 유해인자별 CAS Number, 화학식 및 화학구조, 동의어, 물리·화학적 특성 등 기본적인 내용과 위험한 상황이 발생할 수 있는 특징을 서술함
- 위험성의 경우 단기노출에 따른 주요 인체 내 작용기전, 나타나는 증상, 표적장기독성 등의 급성독성 및 건강 영향을 고찰하여 제시하였다. 이 때 만성독성이라도 중대할 경우 포함함

❖ 국내 주요 노출(또는 사고) 공정 및 업무내용 제시

- 해당 유해인자가 사용되거나 발생하여 근로자에게 영향을 미칠 가능성이 있는 국내 주요 노출(또는 사고) 공정과 업무내용을 조사하여 제시함
- 쉽게 이해할 수 있도록 주요 노출(또는 사고) 공정 흐름도를 그림으로 제시함

❖ 국내·외 급성중독사고 사례 제시

- 국내 사고사례는 가능한 모든 사례를 확인하고자 하였고, 국외 사고사례는 국내 사업장을 고려했을 때 적용 가능하다고 판단되는 주요 사례를 조사하여 제시함

❖ 재해예방 조치사항으로 공학적, 관리적, 개인적 대책 제시

- 각 유형별 작업환경에 따른 재해예방 조치사항을 공학적, 관리적, 개인적 대책으로 구분하여 제시함
- 공학적 대책으로는 올바른 환기장치를 설치하고 주기적으로 관리하는 것, 비상세척 및 세안설비를 마련하는 것, 자동공정 도입으로 직접 노출 가능성을 제거하는 것 등을 제시함
- 관리적 대책으로는 노출 환경으로부터 노출 시 즉시 대피시키거나 대피하는 것, 취급, 보관 및 비상조치를 확인하고 임무를 숙지하는 것, 근로자에게 안전보건 교육 및 정보제공을 해야 하는 것, 대체물질을 검토하는 것, 물질안전보건자료를 최신화 할 것 등을 제시함
- 개인적 대책으로는 적정 보호구를 선정하고 근로자가 올바르게 착용하도록 지도하거나 올바르게 착용하는 것, 보관 방법 및 작업 시 습관을 교육하거나 실천하는 것 등을 제시함

🔍 시사점

- ❖ 중대한 직업성 질병 예방에는 촘촘한 위험성 평가가 필요하며 위험의 확인을 위해 업종 간, 공정 간, 작업 간 사례가 공유되어 다양한 위험요소가 가능한 누락없이 평가되어야 함
 - 사업장 위험성 평가에는 각 구성요소별로 체계적인 접근이 필요하며, 다양한 사례 등 관련 정보가 수집되어 실제 사용 현장에 지속적으로 공유되어 사업장 위험요인이 종합적으로 관리될 필요가 있음

3. 연구활용방안

🔍 활용방안

- ❖ 「중대재해처벌법」에서 규정한 직업성 질병 예방을 위해 사업주 및 근로자에게 해당 기업에서 근로자가 수행하는 작업을 확인하여 자율안전보건관리체계를 구축하고 이행하는 데 활용될 수 있고 근로자에게는 스스로 근무하는 작업 과정에서 위험인자에 노출되는 순간이 있는지 확인하여 알맞게 관리하는 데 활용

🔍 연락처

- 연구책임자 : 대한산업보건협회 산업보건환경연구원 조기홍 실장
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 조지훈 연구위원
- 연락처 : 052-703-0884
- e-mail : lmalone@kosha.or.kr

08

중대재해처벌법에서 규정한 직업성 질병에 대한 자율안전보건 가이드 개발(II)

- 중대법 시행령 [별표 1] ‘직업성 질병’의 17호에서 24호까지

📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 중대재해처벌법, 직업성질병, 자율안전보건, 가이드



Highlight

- ▶ 직업성 질병 예방을 위해 중대재해처벌법 시행령 [별표 1] ‘직업성 질병’의 제17호에서 제24호 정한 직업성 질병 유발 인자에 대한 자율안전보건 가이드 개발
- ▶ 자율안전보건 가이드에는 가이드의 목적 및 필요성, 용어 정의, 위험 업종과 직종, 관련 법령, 각 직업성 질병의 산재 발생현황, 국내외 재해발생 사례, 유해위험요인, 역학 및 임상적 특성을 제시함. 또한, 각 직업성질병을 예방하기 위한 조치사항으로 작업환경관리, 작업관리, 건강관리, 안전보건교육, 보호구 착용 등을 제시함

1. 연구배경

- ▶ 「중대재해처벌법」 대상이 되는 직업성질병은 「중대재해처벌법 시행령」 [별표1]에 24종이 규정되었으나, 일선 현장에서는 직업성질병 예방을 위한 자율적인 안전보건체계 구축 및 조치방안에 대한 정보가 미흡한 상황임
 - 자율적인 안전보건 예방체계가 제대로 작동하기 위해서는 사업주, 관리자, 근로자 등 안전보건주체가 각자의 역할과 권한에 맞는 책임과 의무를 이행해야 함
 - 이에 사업장에서 안전보건주체들이 직업성질병을 유발할 수 있는 다양한 유형의 작업과 관련된 위험을 효과적으로 예방관리할 수 있도록 사업장 자율안전보건 가이드를 개발하여 관리자용과 근로자용으로 구분하여 사업장에 제공할 필요가 있음

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 관리자용 자율안전보건 가이드 개발

- 관리자가 체계적이고 효율적으로 근로자의 직업성질환을 예방관리 할 수 있도록 포괄적인 내용으로 구성함
 - 가이드의 필요성 및 목적, 용어 정의, 위험 업종과 직종, 관련 법령 등을 제시함
 - 각 직업성 질병의 산재발생현황, 국내외 재해발생 사례, 유해위험요인, 역학 및 임상적 특성을 제시함
 - 각 직업성질환을 예방하기 위한 조치사항으로 작업환경관리, 작업관리, 건강관리, 안전보건교육, 보호구 착용 등을 제시함
- ※ 각 가이드에 첨부자료로 관리자용 안전보건 체크리스트와 OPS(one page sheet)를 제시함

❖ 근로자용 자율안전보건 가이드 개발

- 근로자가 자율적이고 효율적으로 직업성질환을 예방관리 할 수 있도록 핵심내용을 중심으로 이해하기 쉽게 요약하여 제시함
 - 가이드의 필요성 및 목적, 위험 업종과 직종을 제시함
 - 각 직업성 질병의 역학 및 임상적 특성, 유해위험요인, 국내외 재해발생 사례 등을 제시함
 - 각 직업성질환을 예방하기 위한 조치사항으로 작업환경관리, 작업관리, 근로자 건강관리, 안전보건교육, 보호구 착용 등을 제시함
- ※ 각 가이드에 첨부자료로 근로자용 안전보건 체크리스트와 OPS(one page sheet)를 제시함

시사점

- ❖ 중대한 직업성 질병 예방에는 촘촘한 위험성 평가가 필요하며 위험의 확인을 위해 업종 간, 공정 간, 작업 간 사례가 공유되어 다양한 위험요소가 가능한 누락없이 평가되어야 함
 - 사업장 위험성 평가에는 각 구성요소별로 체계적인 접근이 필요하며, 다양한 사례 등 관련 정보가 수집되어 실제 사용 현장에 지속적으로 공유되어 사업장 위험요인이 종합적으로 관리될 필요가 있음

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 「중대재해처벌법」에서 규정한 직업성 질병 예방을 위해 사업주와 근로자는 이를 활용하여 안전보건주체로서 각자의 역할과 권한에 맞는 책임과 의무를 이행하며 자율적이며 효과적으로 각 직업성질환을 예방 관리

연락처

- 연구책임자 : 경북대학교 최은숙 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 조지훈 연구위원
- 연락처 : 052-703-0884
- e-mail : lmalone@kosha.or.kr

09

질식재해예방을 위한 실태조사

- 지자체 중심

📅 연구기간 : 2023년 4월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 질식재해, 밀폐공간, 지자체



Highlight

- ▶ 산소결핍으로 인한 중대재해 발생 및 책임소재 명확화를 위하여 「중대재해 예방 및 관리에 관한 조례」를 전국 지자체에 조속히 제정할 것을 제안
- ▶ 지자체 공사입찰공고 시 안전보건 확보 의무 부여 활성화
- ▶ 지자체 발주공사 관련 예방장비 미보유 업체는 안전보건공단의 질식재해예방 원-콜(One-Call) 서비스와 연계운영 권장

1. 연구배경

- ▶ 2012년부터 2021년까지 최근 10년간 총 196건의 밀폐공간 질식사고에서 348명이 죽거나 다쳤으며, 재해자의 47.4%가 사망하여 치명율이 일반 사고성 재해(1.1%)보다 약 44배 높은 수준
 - 이 중 지자체 관련 질식재해자는 33명(사망자 11명)으로 전체 재해자(348명)의 9.5%에 해당
- ▶ 고용노동부는 질식재해 예방을 위해 다발 시기별 경각심 제고를 위한 홍보 및 집중점검과 더불어 지자체 등 공공기관 협력하여 발주공사 관리감독을 강화하는 기조 유지
 - 그동안 국내 사업장에서 발생된 밀폐공간 질식재해와 관련하여 재해장소, 발생원인, 원인물질 및 발생 시기 등에 대한 분석은 다양하게 수행되어 왔지만 지자체의 질식재해 특성, 밀폐공간 보유 여부 등에 대한 조사는 없는 실정

2. 주요연구내용

연구결과

(1) 국내외 질식재해 규정 등 확인

- 재해예방과 관련하여 「산업재해 예방 및 노동안전보건 지원 조례」 등의 명칭으로 143개의 조례가, 「중대재해 예방 및 관리에 관한 조례」는 총 7개소의 지자체에서 제정
- 「지방자치법」에 따라 지자체의 정의, 범위, 종류(시 75개, 군 82개 구 69개 총 226개)를 구분하고, 「지방공기업법」에 따른 지방직영기업과 지방공사·공단 등의 경영형태를 파악하였으며 지방공기업은 총 410개로 확인

(2) 최근 10년간 밀폐공간 질식재해 발생 건수 및 질식재해자 수 분석

- 2013년부터 2022년까지 질식재해 발생 건수는 총 186건으로 일반 사업장은 78.0%(145건), 지자체는 22.0%(41건)로 조사
 - 연도별 질식재해 발생은 2013년이 28건으로 가장 많았고, 최근 질식재해 발생 건수는 다소 감소하는 경향.
 - 지역별 질식재해는 일반사업장 및 지자체 모두 경기도에서 가장 많이 발생
 - 질식재해 사망자 154명 중 외국인이 11.0%(17명)이며, 구조가 원인이 되어 발생한 경우도 14.9%(23명)를 차지
- 일반사업장의 경우 1, 4, 5, 7월, 지자체의 경우 3, 6, 7월에 질식재해가 상대적으로 많이 발생, 원인 가스로는 일반사업장은 황화수소, 지자체는 산소결핍이 가장 많은 것으로 확인
- 산업 대분류별 질식재해는 일반 사업장의 경우 제조업(35.2%), 지자체는 건설업(77.5%)이 가장 많았고, 소분류 별로는 지자체의 경우 기타건설공사(36.6%, 15건) 및 건축건설공사(31.7%, 13건)에서 집중적으로 발생

(3) 지자체 질식재해 발생위험 발주공사 현황

- 2023년 질식재해 발생위험 발주공사 건수는 총 639건이며 가장 발주공사가 많은 지역은 경기도(120건)로 조사
- 발주된 공사 중 밀폐공간인 경우가 86.5%(552건), 예방장비 보유율은 65.1%로 확인

(4) 밀폐공간 및 질식재해 인식도 조사

- 「중대재해처벌법」의 인식 점수는 5점 만점에 수급인 평균 3.82점, 발주자 3.68점으로 확인
- 밀폐공간 작업 특별교육의 평균 인식 점수는 수급인 4.54점으로 발주자 3.82점 보다 높았고, 특별교육 이수 경험은 발주자 60.7% 및 수급인 42.0% 수준
- 「산업안전보건법」에 대한 인식수준은 수급인과 발주자가 유사

- 밀폐공간 등 용어의 정의는 수급인과 발주자 각각 “유해가스” 및 “적정공기”에 대한 인식, 밀폐공간 작업 시 사업주의 조치사항의 경우 수급인과 발주자 모두 “밀폐공간 작업 프로그램 수립·시행”의 인식이 낮은 것으로 조사
- 밀폐공간 작업 시 관리 및 사고 시 조치는 수급인과 발주자 모두 “긴급구조훈련의 실시 등”의 인식점수가 가장 낮은 수준으로 확인
- 밀폐공간작업 프로그램 수립 및 시행에 관한 기술지침에 대하여 전혀 모르거나 잘 모르는 경우가 23.1%로 조사
- 질식재해예방 원-콜(One-Call) 서비스에 대한 인식 점수도 수급인 평균 2.62점, 발주자 평균 2.43점으로 낮은 수준
- 밀폐공간 등 질식재해 예방을 위한 대책으로 수급인의 경우 “질식재해 예방 교육”과 “발주자의 책임과 의무 강화”이었고, 발주자는 “수급인의 법령 준수”가 가장 중요한 것으로 조사

(5) 지자체 및 국가공기업 질식재해 위험작업 현장조사

- 지자체 질식재해 발생위험 발주공사 현장조사 결과 밀폐공간 작업 프로그램 수립 및 시행과 긴급구조 훈련 상태는 1개소를 제외하고 미흡한 것으로 확인
- 산소농도 측정결과 산소결핍 상태는 없었고, 출입금지 표지는 맨홀 점검과정에 세워놓은 공사 중 출입금지 표시를 포함하여 50%가 부착

(6) 지자체의 질식재해 예방방안 마련

- 산소결핍으로 인한 중대재해 발생 및 책임소재 명확화를 위하여 현재 7개 지자체에서 제정한 「중대재해 예방 및 관리에 관한 조례」를 타 지자체도 조속히 제정할 것을 제안
 - 143개의 지자체에서 제정된 「산업재해 예방 및 노동안전보건 지원 조례」도 총 지자체가 226개임을 감안할 때 확대가 필요
- 행정안전부의 「지방자치단체입찰및계약집행기준」 관련 계약 일반조건의 공사 계약문서의 종류에 밀폐공간 작업 특별교육 및 긴급구조훈련 실적 등이 포함된 근로자 안전관련 계획서로 확대
 - 지자체 공사입찰공고 시 안전보건 확보 의무 부여 활성화 기반 마련
- 지자체의 질식재해는 3월, 6월 및 7월에 다발하여 행정안전부는 해빙기 전에 집중적으로 질식재해 예방을 위한 집체교육과 훈련을 독려
- 안전보건공단은 밀폐공간 프로그램 관련 기술지침의 인식 수준 향상과 질식재해예방 원-콜 서비스를 통한 질식재해 감소를 위해 홈페이지·공문 등을 통해 지자체에 지속적 홍보
- 지자체 발주공사와 안전보건공단의 질식재해예방 원-콜(One-Call) 서비스의 연계운영 권장
 - 특히 2024년부터 발주공사 관련 질식재해 예방장비 미보유 업체는 질식재해예방 원-콜(One-Call) 서비스와 반드시 연계

- 외국인 노동자의 질식재해 예방을 위하여 외국어로 번역된 OPS 등을 우선 보급
- 질식재해 구조자의 사망 및 부상방지를 위하여 밀폐공간 재해자 구조 시 사망과 관련된 OPS 제작과, 밀폐공간에서 노동자 구출작업 시 송기마스크시 의무 착용에 대한 내용을 TV나 라디오 매체를 활용하여 홍보하는 등 특별관리가 필요

3. 연구활용방안

활용방안

- ✦ 정책적 기대효과 : 지자체의 밀폐공간에서 발생된 질식재해의 동향 및 수준을 확인하여 질식재해 예방과 관련된 정책에 근거자료로 활용이 가능
- ✦ 기술적 기대효과 : 지자체의 질식재해 및 밀폐공간에 대한 인식도 수준을 확인하여 취약한 분야를 개선하고, 질식재해 예방사업 안내 및 홍보방안 마련으로 질식재해자 감소에 기여

연락처

- 연구책임자 : 대구한의대학교 피영규 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 이광용 연구위원
- 연락처 : 052-703-0882
- e-mail : withyou123@kosha.or.kr

2023
산업안전보건연구
요약집



Occupational Safety & Health Research Institute

5

산업화학

| | |
|---|-----|
| 01 급성중독 사례 체계적 분석을 통해 예방 대책 도출 | 218 |
| 02 세척작업의 안전한 관리를 위한 결정요인 분석 및 구조화 | 221 |
| 03 가용성 · 불용성 니켈 화합물의 동시측정분석 방법의 적용 | 225 |
| 04 「산업안전보건법」의 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 지침 개발 | 229 |
| 05 화학물질관리제도 중장기 개선 및 지식 구축 방향 설정(Ⅰ) | 233 |
| 06 소규모 사업장 화학물질 관리 정부 지원 사업 모델 적용(Ⅱ) | 238 |
| 07 금속 및 그 화합물에 대한 화학물질 등록정보, 유해성 분류, 규제 연계 적용방안 | 243 |

01

급성중독 사례 체계적 분석을 통해 예방 대책 도출

📅 연구기간 : 2023년 1월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 화학물질, 급성중독, 밀폐 공간, 산업재해 통계, 화상



Highlight

- ▶ 화학물질 관련 산업재해의 특성, 원인 및 예방대책을 수립하고자 국내 산업재해 발생 자료를 수집하고, 상해 종류에 따라 분류하여 화학적 화상, 급성중독, 질식에 해당하는 사례를 표준화 및 분석하였음. 또한, 재해 사례를 체계적으로 분석한 결과를 활용하여 화학물질 관련 주요 재해 유형을 구분하고, 유형별 사건 개요, 가능한 원인, 예방대책, 키워드를 제시하였으며, 화학물질 관련 재해에 대응하는 체계를 제안하였음

1. 연구배경

- ▶ 산업재해 현황 분석에 의하면 매년 10만 건의 산재가 발생하며, 정부는 산재 감소를 위해 다양한 방식으로 사업장에 개입함
 - 정부가 사업장에 개입할 때, 산업재해 특성 및 원인을 파악하고 효과적인 예방 대책을 제시한다면 행정 자원을 효율적으로 사용하고, 궁극적으로 산재 감소에 기여할 수 있을 것임
- ▶ 본 연구는 화학물질 관련 산업재해의 특성, 원인 및 예방대책을 수립하고자 국내 산업재해 발생 자료를 수집·분석하였음

2. 주요연구내용

연구결과

- ❖ 산업재해 현황분석에 사용된 산재 보상 승인 및 사업주 산재발생보고 사례 중 발생형태가 ‘화학물질 누출·접촉’ 또는 ‘산소결핍’인 사례를 수집하고, 이를 상해 종류에 따라 분류하여 화학적 화상, 급성중독, 질식에 해당하는 사례를 표준화 및 분석에 활용하였음
 - 산재 보상 승인 : 1,036건(3년 누적) 중 1,019건 해당
 - 사업주 산재발생보고 : 1,152건(3년 누적) 중 820건 해당
- ❖ 화학물질로 인한 상해의 유형을 분석한 결과, 제조업·건설업·그 외 업종 모두에서 화상이 전체의 2/3 이상에 해당하는 것으로 나타나 가장 많이 발생하였으며,
 - 제조업·건설업·그 외 업종 모두에서 급성중독과 질식으로 인한 사망 사례가 있었고, 특히 급성 중독 및 질식 상해는 사망률이 매우 높았음
- ❖ 산재 보상 승인 사례의 상세 분석 결과, 3년 동안 화상은 809건이 발생하였으며, 화상으로 인한 사망은 4건 발생하였음
 - 눈에 화상이 발생한 경우가 약 20%였으며, 업종에 따라 화상 부위에 약간의 차이가 있었음
 - 화상은 일상적¹⁾/비일상적²⁾ 작업구역 모두에서 발생하였으며 다양한 작업 활동에 의해 발생하였으나, 특히 생산 활동, 굴착, 건설, 수리 및 철거 활동에서 가장 빈번하게 발생하였음
 - 주요 물질은 부식성·자극성 물질이었으며, 특히 건설 현장에서의 주요 원인은 시멘트였음
 - 급성 중독은 흡입, 피부 노출, 섭취를 통해 발생하였으며, 모두 사망 사례가 있었음
 - 피부 노출에 의한 사망의 원인은 배관 철거 작업에서 발생하였으며 사망의 원인은 배관 청소에 사용되는 물질인 수산화테트라메틸암모늄으로 나타남
 - 급성 중독은 일상적 작업구역뿐만 아니라 비일상적 작업구역에서도 발생하였으며, 특히 그 외 업종에서는 비일상적 작업구역에서 발생하는 비율이 높았음
 - 급성 중독의 직접적인 원인으로 볼 수 있는 이타 및 기인물은 매우 다양하였는데, 가장 많은 사례는 모터, 에너지 전송·저장 시스템에 의해 기화, 에어로졸 또는 가스가 새롭게 발생하여 형성된 것으로 예를 들어

1) 일상적 작업구역 : 항상 일반적인 지역 작업 단위에서 이루어지는 작업 (작업장, 상점, 사무실 등 고용주의 지역 단위 구내에서 이루어지는 작업)

2) 비일상적 작업구역 : 크게 두 가지의 유형으로 나뉨- 작업구역이 이동 가능한 직업 (차량 운전기사, 건설 노동자, 배관공, 수리공, 경찰관, 경비원, 환경미화원 등), 일반적으로 고정된 장소에서 일하는 작업자에게 비일상적으로 발생하는 상황 (출장, 다른 고용주의 관할 구역 내에서 이뤄지는 작업으로 설치, 하청 등)

내연기관에 의해 일산화탄소가 발생한 경우가 대표적이고, 유해물질로 인한 가스 등의 발생 사례는 휘발성이 있는 용매 사용으로 인해 증기가 발생한 경우도 있음

- 질식의 경우는 소화설비의 오작동으로 인해 가스가 형성되는 경우, 질소 등이 차있는 배관이나 탱크에 출입함으로 인해 질식이 발생하였음

❖ 아울러, 재해 사례를 체계적으로 분석한 결과를 활용하여 화학물질 관련 주요 재해 유형을 구분하여, 유형별 사건 개요, 가능한 원인, 예방대책, 키워드를 제시하고, 이러한 화학물질 관련 재해에 대응하는 체계를 제안하였음

🔍 시사점

❖ 산재 보상 승인 사례의 분석 결과, 화학물질로 인한 상해는 화상이 가장 빈번하게 발생하였으며, 급성중독 및 질식은 사망률이 매우 높았음. 또한, 산업재해분석표를 통해 사업장이 화학물질 관련 재해의 원인 및 재발 방지 대책을 정확히 알지 못한다는 사실을 확인하였음

- 따라서, 재해 사례를 분석하고 유형별 가이드라인을 만들어서 정확하고 동일한 내용으로 기술지원을 하도록 할 필요가 있음. 다만, 산업재해 현황 통계에 근거한 화학물질 관리 전략은 반복적인 노출에 의한 영향을 포함하지 않는다는 한계점이 있음

3. 연구활용방안

🔍 활용방안

❖ 화학물질 관련 산업재해가 발생한 사업장의 재해원인 분석 및 재발 방지대책 수립을 위한 기술지원 체계를 구축하는데 활용



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 산업화학연구실 이나루 실장
- 연락처 : 042-869-0301
- e-mail : naroolee@kosha.or.kr

02

세척작업의 안전한 관리를 위한 결정요인 분석 및 구조화

📅 연구기간 : 2023년 1월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 세척공정/작업, 할로겐화 유기용제, 노출 결정요인



Highlight

- ▶ 국내 세척작업 현황을 파악하고 데이터베이스화를 하기 위한 사전준비로, 산업용 세척의 유형과 특성, 화학물질 취급에 있어 일반적인 대체에 대한 개념과 고려사항을 확인하고, 시범 조사를 통하여 세척작업에 특화된 안전성을 결정하는 요인을 검토하였음

1. 연구배경

- ▶ 할로겐화 유기용제 세척제 급성중독 사고로 인하여 세척작업의 안전성과 대체 세척제에 대한 관심이 급증하였음. 그러나 최근 현장에서 유통되고 있는 친환경 세척제라는 개념은 그 의미가 잘못된 부분이 많음
 - 특정 이슈에의 대응을 위해서는 그 현황과 실태를 정확하게 파악할 필요가 있으나, 안전보건과 관련된 여러 보유 자료들은 개별 목적에 따라 설계되어 있어 활용하기에 충분하지 않은 측면이 있음
- ▶ 세척작업은 공정의 완성을 위해 필요한 요소이지만, 선택할 수 있는 활동이기도 하며, 세척제는 최종 제품에 남아 있는 것이 아니기 때문에 이러한 관점에서 변경의 여지가 상당히 많은 아이템임
 - 이와 같이 세척작업은 일반적인 공정과는 약간 차별점이 있으며, 그 범위와 개념이 광범위하고 다양해 개별 유형에 따라 안전성에 대한 고려사항이 달라질 수 있음
- ▶ ‘할로겐화 유기용제’를 사용한 ‘담금’ 세척 방식 또한 안전보건상 위험 우려로 인하여 외국에서는 지양하는 방식이나 국내에서는 별다른 유해위험 평가 없이 관행적으로 이러한 방식이 사용되고 있었음

5장

산업화학

- 따라서 동종 화학물질 사고의 근원적 예방과 대안 제시를 위하여 기존의 화학물질 중심 접근 방식에서 공정 혹은 작업 기반의 접근 방식으로 사고를 확장하는 한편, 세척작업의 목적과 이에 의한 기본 특성 구분에서부터 그 위험성을 결정하는 요인들을 도출하여 데이터베이스화할 수 있는 방안을 모색하고자 하였음

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 세척작업의 특성

- 세척이란 대상 제품을 변형시키지 않고, 제품의 표면에서 원하지 않는 물질을 제거하는 것으로 각 단계는 다음과 같음
 - 첫째, ‘세척’으로 제품의 표면에서 각종 오염을 제거하는 것
 - 둘째, ‘헹굼’으로 세척이 된 부분에서 남아있는 세척제를 제거하거나 혹은 제조 과정 중의 입자나 남아있는 오염을 제거하는 과정
 - 셋째, ‘건조’로 세척과 헹굼 단계에서 생긴 오염을 제거하는 단계
- 세척작업은 별도의 분리·독립된 과정으로 이해되기 보다는 전체적인 공정 내의 한 단계로 인식되는 경우가 많아서 ‘세척’이라는 공정 혹은 작업명 외에 특정 공정·작업의 전·중·후 과정에 포함되어 기계가공이나 절삭, 연삭 등의 명칭을 사용하여 가려지는 효과가 있음
- 세척작업의 주요한 기능적 요소는 ‘세척제’와 ‘세척설비’임
 - 세척제는 화학적 작용으로, 수계와 용제계로 크게 구분하고 하위의 세부 유형으로 구분하며 단일 혹은 혼합의 형태로 사용됨
 - 세척설비는 물리적 작용으로, 세척제와의 상호작용이 상당히 중요함. 크게 습식과 건식으로 구분하며, 국내 대표적인 습식 작업 형태는 초음파 세척, 증기세척, 담금, 수작업 등이 있음
- 이러한 세척작업에 있어 고려하는 요소는 생산성과 안전보건 측면에서 상당히 다양함

❖ 안전한 세척작업 평가를 위한 도구, 방법론 조사

- 최근 화학물질의 안전한 대체에 대한 국제적인 논의가 활발하게 진행되고 있음. 일반적인 대체에의 고려사항은 화학물질 위험성 평가에서 ‘유해성’과 ‘노출’의 개념을 중심으로 검토하는 것과 동일하나,
 - ‘유해하지 않은 화학물질은 없다’는 대원칙에서 가장 우선적인 것은 대체의 목적과 원칙, 결정 규칙을 이해 당사자 간에 상호 합의하는 것이며, 그 이후 상대적인 유해성 및 노출 평가를 진행하고, 결과에 따라 ‘더 안전한’ 대체물질을 선택하는 것임

- 그래서 ‘대체평가’란 유해성, 성능 및 경제적 실행 가능성을 기반으로, 우려되는 화학물질에 대한 더 안전한 대체 방안을 식별하고, 비교한 후, 선택하는 과정을 의미함
- 이 때 고려하는 사항은 급·만성 건강영향, 환경영향 및 거동/이동, 대기영향, 물리적 특성, 공정 요인, 생애주기 등임. 실제 국외 사례에 의하면 유해성 측면에서 할로겐화 유기용제를 대체하여 수계나 다른 용제계 세척제도 제안된 바가 있음

❖ 세척작업의 안전성 결정요인 구조화 및 조사양식(안) 설계

- 세척작업의 유형별 특성과 대체 방법론, 그리고 노출 평가 시 고려하는 사항들을 종합적으로 검토하여 1차 요인을 선정하고, 이에 따른 조사양식(안)을 설계하였음
- 조사양식은 크게 일반사항, 공정 및 작업특성, 사용조건, 추가 위험관리, 대체 고려항목으로 구분하여 하위 항목을 구성하였음
 - 주요한 ‘공정 및 작업특성’ 항목에서는 세척작업의 유형과 세척제의 범주를 확인하고, 세척의 이유인 피세척물과 오염제거대상을 포함하였음. 그리고 주요한 노출 변수인 세척설비와 추가 건조 필요 여부, 재생 여부 등 고정적인 형태로 노출에 영향을 미칠 수 있는 세척작업의 특이사항을 기술하도록 하였음
 - ‘사용조건’ 항목에서는 세척제 취급량과 물리적 상태, 작업자 수, 작업 시간 및 속도, 작업 온도, 작업장소, 환기수준, 보호장비 등 조건에 따라 변동 가능한 정보를 확인하도록 함

❖ 할로겐화 유기용제 세척작업 사업장 대상 시범 조사 및 분석

- 일차적으로 작업환경측정DB에서 국내 할로겐화 유기용제 세척작업의 특성을 간접적으로 추출(공정명/부서명/단위작업장소 중 특정 키워드 추출)하여 분석하였음
 - 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌의 측정 빈도가 압도적으로 가장 많았으나 점차 감소하는 추세이며, 1,2-디클로로프로판은 오히려 점차 증가하는 추세였음
 - 아울러, 일부 사업장을 대상으로 세척제 주요 성분의 변화 흐름을 확인한 결과, 화학물질 규제 시점과 어느 정도 관련이 있는 것으로 판단됨
- 다음으로 시범조사를 2-track(① 공단 기술보고서 정보 추출, ② 현장 조사)으로 진행하였음. 세척작업에 대한 작업환경정보와 노출수준 자료를 추출 혹은 직접 평가하고, 이를 표준화하여 노출평가 모델을 실행하여 결과를 비교분석하였음
 - 주요한 결과는 상당수의 세척작업에서 모델을 통해 추정된 값보다 실제 측정된 노출수준이 상대적으로 높았음. 이는 국내 할로겐화 용제를 사용하는 세척방식이 유럽 노출모델에서의 해당 PROC 내에서 충분히 노출량을 반영하지 못함을 보여줌
 - 그리고 세척작업의 사용 특성상 상당히 유동적이어서 실측의 경우에도 노출을 충분히 반영하지 못하는 경우도 있으리라 우려됨

- 따라서 근본적으로는 이러한 세척 방식의 개선 방향을 보다 적극적으로 논의할 필요가 있음

❖ 안전한 세척작업의 평가·관리를 위한 데이터베이스화 방안 제시

- 할로겐화 용제 세척작업의 노출평가 결과와 맥락적 정보들을 바탕으로 그 안전성을 평가 및 관리하기 위한 체크리스트를 정성적으로 결정, 제안하였음
 - 시범조사에서 활용한 조사표 항목에서 맥락에 부합하도록 항목들을 재배치하고, 불필요한 항목은 배제하고, 유해성·노출에 기반한 안전성 평가할 때 필요한 정보 위주(세척제, 세척설비, 작업형태 등)로 재구성하였음

🔍 시사점

- ❖ 국내 세척작업 현황을 파악하고 데이터베이스화를 하기 위한 사전준비로, 산업용 세척의 유형과 특성, 화학물질 취급에 있어 일반적인 대체에 대한 개념과 고려사항을 확인하고, 시범 조사를 통하여 세척작업에 특화된 안전성을 결정하는 요인을 검토할 수 있었음

3. 연구활용방안

🔍 활용방안

- ❖ 세척작업에 대한 안전성(위험성)을 평가하고, 세척작업에서 주요하게 고려하여 데이터베이스화를 해야 할 사항을 제안함으로써 세척작업에 대한 지속 가능한 안전관리의 토대 마련에 기여



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 산업화학연구실 이해진 연구위원
- 연락처 : 042-869-0351
- e-mail : hana1226@kosha.or.kr

03

가용성·불용성 니켈 화합물의 동시측정분석 방법의 적용

📅 연구기간 : 2023년 1월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 니켈, 노출기준, 가용성, 불용성, 유도결합플라즈마분광분석기 (ICP-OES)



Highlight

- ▶ 「산업안전보건법」상 니켈 및 니켈 화합물의 노출기준은 용해도에 따라 다르게 설정되어 있어 작업환경측정 및 분석 시 혼란을 줄 수 있음. 따라서 니켈의 용해도에 따른 시료의 동시측정분석 방법을 조사하고 실제 현장시료의 측정 및 분석에 적용하였음. 그 결과 가용성 니켈과 불용성 니켈을 분리하여 측정 및 분석할 수 있는 방법 및 실제 적용이 필요한 사업장 및 공정을 제시하여 니켈의 작업환경측정 가이드라인의 근거자료를 제공하였음

1. 연구배경

- ▶ 우리나라의 작업환경측정 대상 유해인자 중 니켈은 발암성 물질로 니켈을 함유하는 화합물은 용해도, 노출형태, 유해성에 따라 노출기준이 다르게 설정되어 있음
 - 니켈의 여러 화학적 형태는 물리화학적 특성과 생물학적 영향이 다른데 국내 노출기준은 미국 ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 미국산업위생전문가협회) 노출기준을 준용하여 다음과 같이 다양하게 설정되어 있어 실제 작업환경측정 시 많은 혼란이 있으며 실제 작업자의 노출환경을 파악하기 어려움

5장

산업화학

표 「산업안전보건법」상 니켈 및 니켈 화합물의 노출기준 및 유해성

| 물질명 | CAS No. | 노출기준 | 발암성 | 생식세포 변이원성 | 생식 독성 | 비고 |
|------------------|------------|-----------------------|-----|--------------|----------|-----|
| 니켈 (가용성화합물) | 7440-02-0 | 0.1 mg/m ³ | 1A | - | - | - |
| 니켈 (불용성무기화합물) | 7440-02-0 | 0.2 mg/m ³ | 1A | - | - | - |
| 니켈 (금속) | 7440-02-0 | 1 mg/m ³ | 2 | - | - | - |
| 아황화니켈 | 12035-72-2 | 0.1 mg/m ³ | 1A | 2 | - | 흡입성 |
| 황화니켈 (흙 및 분진) | 16812-54-7 | 1 mg/m ³ | 1A | 2 | - | - |
| 니켈카르보닐 | 13463-39-3 | 0.001 ppm | 1A | - | 1B | - |

- ▶ 니켈 및 니켈 화합물의 노출기준을 정할 때 대개 발암성 유무에 최대한 비중을 두는데 용해도에 따른 금속 이온의 독성농도가 체내에서의 발생하는지 여부가 중요함. 가용성화합물은 폐와 위에서 빠른 속도로 흡수되고 단시간에 뇨로 배출되며, 불용성화합물은 기도와 폐에 쌓여서 축적되거나 혈액으로 배출됨
- ▶ 용해도가 상이한 니켈 화합물이 동시에 근로자에게 노출될 경우 측정분석 단계에서 가용성 화합물과 불용성 화합물을 분리하여 평가해야 함. 따라서 니켈 화합물의 용해도에 따른 적절한 분석방법을 선정하고 실험을 통해 확인하여 시료 채취 및 분석 가이드라인을 작성할 필요가 있음

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 니켈 화합물의 분류 및 대상 화합물 선정

- 가용성 니켈 화합물과 불용성 니켈 화합물을 조사하여 가용성 니켈인 염화니켈, 초산니켈, 질산니켈, 황산니켈과 불용성 니켈인 산화니켈, 수산화니켈, 아황화니켈, 탄산니켈의 8종을 선정하여 니켈의 함량을 분석하였음. 그 결과 가용성 니켈은 대부분 탈이온수에 용해되었으며, 불용성 니켈은 거의 용해되지 않았음

❖ 가용성·불용성 니켈 화합물의 측정분석 방법 조사 및 유효성 확인

- 니켈을 용해도에 따라 추출할 수 있는 방법을 외국 기관과 문헌 등을 조사하여 몇 가지 전처리 방법을 선택한 후

표준 니켈 혼합물 시료를 사용하여 분석방법의 유효성을 검증하고 분석조건을 최적화하였음. 그 결과 가용성 니켈의 추출을 위한 전처리 조건은 큰 차이가 없어 비교적 간단한 37°C 탈이온수에 60분간 교반하는 ISO (International Organization for Standardization, 국제표준화기구)의 15202-2 전처리 방법을 선정하였음

❖ 가용성·불용성 니켈 화합물의 측정분석

- ISO 전처리 방법으로 가용성 니켈과 불용성 니켈을 분리한 후 작업현장에서 채취한 공기 중 측정시료를 분석한 결과 도금공정은 가용성 니켈뿐만 아니라 불용성니켈도 검출되었으며, 일부 공정은 오히려 불용성니켈을 더 많이 함유하고 있는 사업장도 있었음. 금속의 용해 및 선반가공 사업장은 가용성 니켈과 불용성 니켈을 모두 함유하고 있었으며 불용성 니켈을 더 많이 함유하고 있음. 그리고 용접 공정에서는 불용성 니켈만 검출 되었음.
- 본 연구에서 채취한 현장시료는 한 가지 종류의 니켈을 주로 사용하는 작업장으로 동시 측정하기에 적합하지 않았지만 미량이라도 가용성 니켈과 불용성 니켈이 동시에 검출될 수 있어 노출기준 적용에 영향을 줄 수도 있음을 알 수 있었음

❖ 가용성·불용성 니켈 화합물 측정분석방법의 적용방안 제시

- 작업환경측정 시에는 우선 니켈의 노출형태를 정확히 파악한 후 니켈의 종류에 따라 정확한 노출기준을 적용 하며, 가용성 니켈과 불용성 니켈의 동시 혼합노출 가능성을 확인한 후 측정함
- 분석은 노출형태에 따라 3가지 경우로 나누어 분석함. 첫째, 가용성 니켈만 분석하고자 하는 경우 가용성 니켈만 추출한 후 분석하거나 바로 질산으로 용해한 후 분석하여 가용성 니켈 노출기준과 비교함. 둘째, 불용성 니켈만 분석하고자 하는 경우 바로 질산으로 용해한 후 분석하여 불용성 니켈 노출기준과 비교함. 셋째, 가용성 니켈과 불용성 니켈이 혼합되어 노출되어 동시에 분석하고자 하는 경우 가용성 니켈을 추출한 여과액을 분석하여 가용성 니켈의 노출기준과 비교하고 잔여물을 질산으로 용해한 후 분석하여 불용성 니켈 노출기준과 비교함

시사점

❖ 니켈 및 니켈화합물의 측정분석 가이드라인이나 노출기준의 개정 필요

- 「산업안전보건법」상 노출기준은 ACGIH 노출기준을 준용하였으나 노출기준이 다양하여 실제 작업환경측정에 적용하는데 많은 어려움이 있음
- 니켈 및 니켈화합물의 측정분석에 대한 정확한 가이드라인을 제시하거나 노출기준의 통합 여부에 대한 검토가 필요함

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 가용성·불용성 니켈 화합물의 노출수준을 파악할 수 있는 측정분석 방법의 유효성을 확인함으로써 안전보건 기술지침 개발에 활용할 수 있음. 또한 적절한 분석방법을 제시함으로써 측정기관의 혼란을 감소시키고 작업자의 노출환경을 보다 정확히 파악할 수 있음



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 산업화학연구실 한정희 연구위원
- 연락처 : 042-863-0352
- e-mail : hanjh@kosha.or.kr

04

「산업안전보건법」의 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 지침 개발

📅 연구기간 : 2023년 5월 ~ 2023년 10월

🔍 핵심단어 : 화학물질 관리, 사회경제성 분석 지침, 비용편익분석



Highlight

- ▶ 그동안 「산업안전보건법」 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 기반을 구축하기 위한 선행연구의 결과를 반영하고, 최근 국내외 동향 및 사회후생적 근거를 갖춘 사회경제성 분석 지침(안)을 개발하기 위해 수행되었음. 국내·외 화학물질 관리의 사회경제성 분석 지침 검토 및 시사점 도출, 「산업안전보건법」 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석의 주요 내용 정리, 「산업안전보건법」 화학물질 관리의 사회경제성 분석 지침(안)을 제시하였음

1. 연구배경

- ▶ 국내·외 동향과 사회후생적 근거를 반영하여 「산업안전보건법」의 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 기반을 구축하기 위해 선행연구를 수행하였음
 - 「산업안전보건법」의 화학물질을 체계적으로 관리하기 위한 기반을 구축하기 위해서는 선행연구(신영철 등 (2021, 2022))에서 도출된 연구 결과 및 국내외 최근 동향을 반영한 사회경제성 분석 지침의 개발이 필요함
- ▶ 이에, 최근의 국내·외 동향 및 사회후생적 근거를 반영한 「산업안전보건법」의 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 지침(안)을 개발하고자 하였음

5장

산업화학

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 국내·외 화학물질 관리의 사회경제성 분석 지침 검토 및 시사점 도출

- 「산업안전보건법」 화학물질 관리 관련 사회경제성 분석 지침과 최근 보고서 사례 및 국내·외 동향을 검토한 결과, 화학물질 관리를 위한 제도가 마련되기 위해서는 사회후생적 관점에서 편익과 비용이 정의되고 측정될 필요가 있다는 시사점을 도출함
- 「산업안전보건법」 화학물질 관리는 작업장 환경이란 특성을 고려한 근로자의 건강 영향을 중심으로 건강 편익을 평가할 필요가 있으며, 이를 위해 근로자의 통계적생명가치(VSL) 및 산업재해 급여 정보를 활용한 건강 편익 산정 결과를 활용하였으면 함
- 「산업안전보건법」 화학물질 관리의 사회적 비용은 산업계의 준수비용을 정확히 계량하기 위해 주요 설치 시설 비용 및 운영비용의 최근 정보를 반영할 필요가 있으며, 그 외 정부규제비용, 사회적 후생손실비용, 이전비용 등의 직접비용과 간접비용의 발생 여부 및 정도를 평가할 필요 있음

❖ 「산업안전보건법」 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석의 주요 내용 정리

- 「산업안전보건법」 화학물질의 관리에 의한 주요 편익 산정 절차 및 예시에서는 우선, 선행연구(신영철 등 (2021, 2022))에서 도출한 근로자의 사망위험 감소의 편익 산정에 필요한 근로자의 통계적생명가치(VSL), 질병 감소의 사회경제적 편익, 작업장 환경에서 발생하는 산업재해 급여 분석에 근거한 건강 편익을 우선 순위를 고려하여 평가하도록 내용을 정리함
- 또 다른 건강 지표인 장애보정생존년수(DALY) 및 질보정생존년수(QALY)를 소개하고, 기존 연구에서 제시된 장애보정생존년수(DALY) 및 질보정생존년수(QALY)의 경제적 가치도 정리함
 - 관련된 주요 편익의 산정 절차에는 발암성 화학물질 및 비발암성 화학물질의 산정 예시를 통하여, 주요 편익의 산정 과정을 이해할 수 있도록 정리함
- 「산업안전보건법」 화학물질 관리의 주요 비용 산정 절차 및 예시에서는 사회적 비용 중 산업계의 준수비용을 시설 설치 및 운영비용으로 구분하여 우선적으로 평가하고, 그 외 정부 규제비용, 사회적 후생손실비용, 이전 비용 등의 직접비용과 간접비용도 발생 여부 및 정도를 파악하도록 함
 - 관련된 주요 비용의 산정 절차에는 준수비용을 산정하기 위해 정보를 수집하고 분석하는 절차를 예시를 통해 소개하였으며, 그 외의 비용 항목이 측정될 필요가 있다고 판단되는 경우 적용할 수 있는 산정 방법 및 절차를 정리함

- 「산업안전보건법」 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석의 종합방법 및 예시에서 일반적으로 이용되는 비용 편익분석(CBA) 방법을 예시를 통해 설명하고, 그 외 종합방법으로 고려될 수 있는 비용효과분석법(CEA) 및 다기준분석법(MCA)도 소개함

❖ 「산업안전보건법」 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 지침(안) 제시

- 「산업안전보건법」 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 지침(안)을 국내외 기존 지침 및 최근 동향을 반영하고, 선행연구에서의 도출한 결과를 활용한 주요 편익 및 주요 비용의 산정 절차를 정리함. 또한, 주요 편익 및 비용과 사회경제성 분석의 종합방법을 부록에 예시를 통하여 절차를 소개하여, 지침(안)의 이해도 및 활용도를 제고하고자 하였음

시사점

- ❖ 그동안 「산업안전보건법」 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 기반을 구축하기 위한 선행연구의 결과를 반영하고, 최근 국내외 동향 및 사회후생적 근거를 갖춘 사회경제성 분석 지침(안)을 개발하기 위해 수행되었음
 - 국내·외 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 지침 검토 및 시사점 도출, 「산업안전보건법」 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석의 주요 내용 정리, 「산업안전보건법」 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 지침(안) 제시로 과업을 구분하여 진행하였음
 - 특히, 본 연구에서는 사회후생적 관점에서 편익과 비용이 정의되고 측정될 필요가 있다는 시사점을 도출하였고, 「산업안전보건법」 화학물질 관리는 작업장 환경이란 특성을 고려한 편익 및 비용의 평가가 필요하다고 판단하였음
 - 따라서 근로자의 건강 편익은 근로자의 통계적생명가치(VSL) 및 산업재해 급여 정보를 활용한 건강 편익 산정도 활용하도록 하였음. 또한 산업계의 준수비용 산정을 위해 최신의 시설 설치비용 및 운영비용을 반영하고, 그 외 정부규제비용, 사회적 후생손실비용, 이전비용 등의 직접비용 항목과 간접비용의 발생 여부 및 정도를 평가할 필요가 있음
 - 본 연구의 결과는 「산업안전보건법」 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석에 활용할 수 있으며, 근로자의 건강 관련 정책의 평가 및 산업계의 준수비용을 포함한 사회적 비용 평가에도 활용할 수 있음
 - 본 연구에서 제시한 「산업안전보건법」 화학물질 관리를 위한 사회경제성 분석 지침(안)은 최근 동향 및 분석 사례를 고려하여 정리된 지침(안)으로, 이 사회경제성 분석 지침(안)은 향후 사례 분석 등과 검토 또는 개선이 필요한 영역에서 후속 연구를 진행하여 계속 개선되어야 함

3. 연구활용방안

활용방안

❖ 「산업안전보건법」 화학물질 관리(제도 개선 및 도입)의 사회경제성 분석에 활용

- 지침(안)에 제시된 주요 편익 및 주요 비용을 산정하고, 사회경제성 분석의 종합방법을 일관성 있는 분석에 활용할 수 있음

❖ 근로자의 건강 관련 정책의 평가에 활용

- 이 연구에서 정리한 근로자의 건강 편익 측, 근로자의 통계적생명가치(VSL) 및 산업재해 급여 분석에 의한 편익 산정 등은 근로자의 건강 관련 정책의 비용편익분석에도 이용할 수 있음

❖ 산업계의 준수비용을 포함한 사회적 비용 평가에 활용

- 이 연구에서 정리한 특정 규제의 사회적 비용 중 산업계의 준수비용 및 그 외 직접비용(정부규제비용, 사회적 후생손실비용, 이전비용)과 간접비용의 산정 절차는 유사한 정책 및 규제의 분석에도 활용할 수 있음



- 연구책임자 : 대진대학교 신영철 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업화학연구실 이도희 과장
- 연락처 : 042-869-0355
- e-mail : iamdohee24@kosha.or.kr

05

화학물질관리제도 중장기 개선 및 지식 구축 방향 설정(I)

📅 연구기간 : 2023년 5월 ~ 2023년 10월

🔍 핵심단어 : 화학물질, 산업보건, 위험성평가, 「산업안전보건법」



Highlight

- ▶ 사업주가 직업병 예방을 위해 스스로 자기 사업장의 건강 유해물질을 파악하여 제거하거나 또는 그 노출수준을 평가하여 감소대책을 수립·시행하는, ‘위험성평가’를 하도록 유도하기 위한 산업안전보건법령 개정 등 중장기 개선방향을 제시하고 이를 위해 필요한 지식구축 방향을 설정하였음

1. 연구배경

- ▶ 「중대재해처벌법」 제1호 기소 사건으로 일반에 더 많이 알려진 트리클로로메탄 급성 중독 사고는 세척용 화학물질에 의한 직업병 문제라는 오래된 산업안전보건의 과제가 여전히 풀리지 않았음을 시사함
- ▶ 연구진은 “사업주는 왜 「산업안전보건법」을 준수하지 않는가?”라는 오래된 질문과 더불어 “왜 사업주들은 사업장의 건강유해물질을 스스로 식별하고 위험성을 평가하여 근로자의 화학물질 노출농도를 낮추는 활동, 즉 ‘위험성평가’를 하지 않는가?”라는 새로운 질문에 답하기 위해 이 연구를 수행하였음
- ▶ 이 연구를 통해 사업주가 직업병 예방을 위해 스스로 자기 사업장의 건강 유해물질을 파악하여 제거하거나 또는 그 노출수준을 평가하여 감소대책을 수립·시행하는, ‘위험성평가’를 하도록 유도하기 위한 산업안전보건법령 개정 등 중장기 개선방향을 제시하고 이를 위해 필요한 지식구축 방향을 설정하고자 하였음

5장

산업화학

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 위험성평가와 「산업안전보건법」(이하 ‘산안법’)의 규범구조 파악

- 우리나라 산업안전보건법령은 사업주가 이행하여야 할 의무의 목록을 모두 법령화하여 명시하고, 각 의무를 위반한 것에 대하여 하나하나 처벌하는 방식으로 의무이행을 도모하는 반면,
 - 서구 국가는 1970년대 초부터 국가가 사업주에게 구체적인 이행 의무 목록을 일일이 제시하고 이를 이행을 하면 면책하고, 그렇지 않으면 처벌하는 방식이 산업재해 예방에 이제는 효과가 없다는 결론을 내리고 위험성평가를 사업장 안전보건체계의 구축과 관리의 기본 도구로 도입하였음
- 위험성평가에 따른 자기 규율(self-regulation)이란 정부가 표준적으로 제시한 유해·위험 관리방식과 동등하거나 그에 상회하는 수준의 관리방식을 사업주(기업)가 자율적으로 도입할 수 있도록 허용하는 것을 의미함
 - 즉, 법령에 제시된 관리방식만을 매뉴얼처럼 그대로 수행할 것을 요구하고, 그것을 이행한 것만을 법령상 의무이행으로 인정하는 것은 자기규제에 기초한 지도나 감독이 아님
- 이것이 가능해지려면 안전보건규칙에서 정한 기준과 적어도 동등한 수준의 관리방식을 사업주가 스스로 수립하여 실행할 수 있는 법적 근거가 있어야 함
 - 이것을 영국은 산안법 제16조에 규정하는데 내용은 행위규범(code of practice)의 승인을 통해서 자기규제를 수행하도록 한다는 것임. 즉, 독립되고 전문성이 있는 조직인 산업안전보건청이 행위규범을 제정하여 시행하고, 아울러 기왕에 산업계에 통용되는 행위규범도 승인하여 산업계의 자기규제를 촉진할 수 있도록 한 것임
 - 산업계의 행위규범은 물론 해당 분야의 전문적인 지식과 경험이 있는 사람들과의 협업으로 만들어진 것이며, 이러한 행위규범은 특히 형사재판에서 실질적으로 법령 위반의 기준이 됨
 - 영국 산안법 제17조는 행위규범의 준수는 법령의 준수라고 규정하여, 위반행위자는 행위규범이 요구하는 수준 이상의 다른(자기규제인) 안전보건 규범을 준수하였음을 반증하여야만 혐의를 벗을 수 있음

❖ 건강유해물질 관련 산안법의 구조 분석

- 산안법은 여느 행정법과 마찬가지로 총칙 규정, 실체 규정, 보칙 규정, 벌칙 규정 등으로 구성됨. 총칙 규정 중 목적 조문의 ‘산업안전보건기준의 확립’에 근거하여 실체 규정에서 화학물질 관련 규정은 주로 세세한 지시적 규정(prescriptive rule)의 형태로 존재함
 - 화학물질에 관한 규정은 주로 제4장, 제7장, 제8장에 있으며, 실체 규정에서의 화학물질 관련 내용은 크게 두 부분으로 나뉘는데, 유해물질의 평가·분류·지정과 정보제공에 관한 규정(제7장)과 유해물질을 취급하는 작업에 대한 보건규칙(제39조)과 위험성평가(제36조)에 관한 규정임(제4장)

- 「화학물질등록 및 평가 등에 관한 법률(이하 ‘화평법’)」에 따른 위해성평가 대상 화학물질 목록이 늘수록 화평법 제한물질, 금지물질이 늘어날 것이며, 화평법·「화학물질관리법(이하 ‘화관법’)」은 사업주와 사업장을 포함한 모든 사용단계에 영향을 미칠 것임
 - 이에 더하여 산안법의 금지물질과 허가물질의 지정은 화평법·화관법 이상으로 근로자를 보호하는 의미를 가질 수 있음. 화평법·화관법과는 구별되는 산안법의 금지물질, 허가대상물질의 분류기준을 명확하게 정하는 것이 타당함. 이는 화평법의 화학물질 분류와 지정에 근거한 화관법이 별도로 ‘사고대비물질’을 규정하는 것과 같은 맥락임
 - 덧붙여 화평법 위해성평가 과정에서 사업장 근로자 노출이 제대로 반영될 수 있도록 부처 간 협력을 통해 화평법에 명문화할 필요가 있음
- 관리대상 유해물질의 경우 유해성이 확인된 화학물질로 확대하여 관리하는 것이 EU를 비롯한 제도의 현황이며, 관리대상 유해물질의 지정과정은 화평법의 유독물질 지정과정과 비견할 수 있음
 - 화학물질 등록, 평가만을 위해 정치하게 만들어진 화평법이 있고 국립환경과학원이라는 전문기구가 이 법을 집행하고 있음에도 화학물질의 등록과 평가는 매우 더디게 이루어짐. 인력과 전문성, 예산 등이 부족한 산업안전보건연구원이 관리대상 물질을 현행 유해성·위험성평가 절차에 따라 수행한다는 것은 어려운 일임
 - 절충안으로 금지물질처럼 화평법에 따른 유독물질을 관리대상 유해물질로 지정하는 안을 검토할 수 있음. 관리대상 유해물질의 분류기준을 명확히 하는 차원에서 고려할 수 있는데 최근 환경부도 유독물질 지정이 급격히 늘어나면서 화관법 관리대상이 급격하게 늘어나는 등 어려움을 겪고 있으므로 이를 같이 고려해야 할 것임
 - 한편 물질안전보건자료(MSDS)의 작성 및 제출 제도를 통해 구축된 DB는 자기규율 위험성평가 체계를 위한 핵심적인 인프라의 기능을 할 것으로 기대됨
- 한편, 위험성평가 도입 후 14년이 지났지만 건강유해물질과 관련된 법령 또는 정책상의 변화는 없었음. 인터뷰 결과를 토대로 보면 종래 물질안전보건자료, 작업환경측정, 특검 등이 여전히 중심에 있음
 - 위험성평가는 노출 저감에 있어서는 안전보건규칙의 수준을 넘지 못하고 있음. 위험성평가 중심의 중대재해 감축 로드맵에 따른 당국과 사업주의 관심은 사고성 중대재해로 모아지면서 건강유해물질에 관한 관리가 상대적으로 소홀해졌음
 - 사업장 위험성평가에 관한 지침에 따라 건강유해물질에 대한 위험성평가를 수행하더라도 화학물질의 다양한 유해성을 단순한 방법으로 평가하고 비교적 장기를 요할 수도 있는 노출개선까지 이뤄지도록 하기는 어렵다는 것을 영국, 독일, 일본의 사례를 통해 알 수 있었음
 - 각 국은 건강유해물질이란 유해인자의 평가 및 관리의 특수성을 고려하여 위험성평가 지침을 별도로 제정·시행하고 있고 독일과 영국은 산재보험조합 등 사업주 단체가 법령을 대신할 수 있는 자기규율 위험성평가 규범을 인증하고 있음. 일본도 법령상으로는 업종 협회 등이 자기규율 위험성평가를 제정할 수 있도록 열어 놓았고 건강유해물질 위험성평가 활동의 제고를 위해 최근 근거 조문을 변경하는 등의 노력을 진행하고 있음

❖ 화학물질 관련 산안법의 기능 분석

- 트리클로로메탄 급성중독 집단발병사고에 대한 시스템 기반 사고분석모델인 Accimap 분석 결과, 사고의 원인은 다음과 같음
 - 직접적으로 사업주의 국소배기장치 미설치 또는 성능 미달로 인해 발생한 사고
 - 근본적으로는 사업주가 제품 등 변경 시 유해·위험요인을 파악하고 평가하여 노출수준 이하로 위험성을 감소시키는 위험성평가를 수행하지 않음
 - 산안법령과 고용노동부 정책이 사업주로 하여금 위험성평가를 수행하도록 독려하는데 실패함
 - 세척제 주성분의 갑작스런 변경은 화평법 시행으로 공급망에 유독물질이 대거 늘어나면서 생긴 변화에 산안법은 전혀 연동하지 않음
 - 화학물질 공급망내 특히 세척제 공급업체(윤활유 협회 등)의 자기규율 위험성평가시스템의 부재 등
- 근로감독관, 공단 전문가, 현장관계자 등을 대상으로 인터뷰하여 파악한 건강유해물질 관련 산안법의 기능 또는 실효성에 관한 주요한 대답은 다음과 같음
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 관리대상 유해물질의 범위를 벗어나는 건강유해의 문제 그리고 보호구 등 관련 규정이 미비함
 - 국소배기장치의 특레가 많고 시정 기간이 길어 몇 개월 단위 사업 내에 종결하기 어려운 문제 등으로 명령하기 어려움
 - 측정, 검진, MSDS 등은 노출통제를 위한 수단인데 목적이 된 것 같고 따라서 비효율이 큼
 - 위험성평가 특화 점검 등 사업에서 건강유해물질은 제외이며 사업체도 화학물질 위험성평가를 어려워함
 - 화학물질의 제거와 대체는 단위 사업장이 노력해서 가능한 일은 아님

시사점

❖ 건강유해물질 관리의 새로운 패러다임

- 한국 사업장에서 건강유해물질의 예측-인식-평가-통제-확인 절차가 온전히 작동하여 노출통제로 이어지기 위해서는 어떤 패러다임적 전환이 필요할 것인가?
 - UN GHS(Globally Harmonized System of Classification and domestic of Chemicals), EU REACH(Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals), 「화평법」 등 화학물질 규제의 일반원칙인 사전예방주의(Precautionary principle)를 적용하여 건강유해성이 있는 모든 물질을 보건규칙 등 산업안전보건법령 적용대상으로 분류 및 지정
 - 사업주 책임 하에 건강유해물질 노출통제가 가장 핵심임을 천명
 - 위험성평가 절차, 즉 위험성평가 3단계(유해물질 구별-노출위험성의 평가- 노출위험성 통제의 실행) 및 추가 2단계(실행 내용의 기록-노출위험성 통제 수단의 검토)를 보건 규칙에 반영

- 이런 전환을 이루기 위해 중장기적으로 개선하고 구축해야 할 것들은 다음과 같음
 - 관련 법률, 명령 및 행정규칙 등을 위험성평가와 병립할 수 있도록 만들어야 함
 - 화학물질 자기규율 위험성평가 관리체계를 만들기 위한 화학물질 공급망 포럼의 구성이 요구됨

3. 연구활용방안

활용방안

- ✦ 건강유해물질 등 모든 유해·위험요인에 대한 사업장 위험성평가와 병립하고, 향후 촉진할 수 있도록 하는 산업 안전보건법령의 개정에 활용이 가능하며, 화학제품 공급망의 이해관계자가 참여하여 법령을 대신할 수 있는 자기규율 위험성평가 관행을 만드는 시범사업에 활용 가능

연락처

- 연구책임자 : 서울사이버대학교 강태선 교수
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업화학연구실 이도희 과장
- 연락처 : 042-869-0355
- e-mail : iamdohee24@kosha.or.kr

06

소규모 사업장 화학물질 관리 정부 지원 사업 모델 적용(II)

📅 연구기간 : 2023년 5월 ~ 2023년 10월

🔍 핵심단어 : 소규모 사업장, 정부 지원 사업, 사업장 관점, 대화식 접근
화학물질 관리 역량



Highlight

▶ 선행연구에서 소규모 사업장 정부 지원 사업 모델로 제안한 RIEC(인지-구별-평가-조절 및 관리) 화학물질 관리 프로그램의 모델을 현장에서 적용 가능한 형태의 구체적인 활동내용으로 정리하였음. 2022년 선행 연구에서의 R-인지와 I-구별 단계에 이어 E-평가와 C-조절 및 관리에 대한 실행요건을 도출하고, 일부 소규모 사업장에서 시범사업을 실행하였음

1. 연구배경

- 50인 미만의 소규모 사업장은 산업재해의 76.6%, 업무상 질병의 44.8%를 차지하지만 자체적인 안전보건 역량의 부재로 정부 지원 사업이 중요함
 - 정부 지원 사업은 물량 중심의 공급자 위주의 진행 방식에서 위험성평가 체계에 입각한 자기 규율 체제 확립에 도움이 될 수 있는 소규모 사업장 관리 역량 강화의 방식으로의 전환이 필요함
 - 산업보건분야의 화학물질 관리 영역에서는 박미진 등(2021, 2022)에 의해 RIEC/인구평조 프로그램이 제안되어, R: 인지와 I: 구별 단계는 연구를 통해 지원사업의 구체적 매뉴얼이 만들어진 바 있음

2. 주요연구내용

🔍 연구결과

- ✦ 본 연구는 E: 평가 단계와 C: 조절 단계에 대한 활동가4) 매뉴얼을 만들어 10개 사업장에 시범 사업을 하는 것이며,

중간보고 단계 이전에는 문헌 고찰을 통해 개념을 정립하고, 한국에 맞는 활동가 매뉴얼과 피드백 정리를 위한 활동일지를 만들었음

- 이후 사업은 실제 시범 사업을 통해 시범 사업장들의 화학물질의 유해성과 노출을 기반으로 한 위험성평가를 진행하고, 주요 문제 공정들에 대한 조절과 개선 대책을 수립하는 활동을 하였음
 - 이 과정은 외부 활동가의 지원으로 내부 사업주나 담당자 등과 주기적인 소통으로 이루어짐
 - E: 평가 단계에서 사업장의 크기에 따라 활동가는 2번 방문을 하며, 활동가는 사업장의 유해 화학물질들과 공정에 대한 이론적 위험성 평가와 업무/ 공정 및 작업의 활동 내용을 사업장 방문을 통해 평가 하여, 개선이 필요한 고노출위험 작업을 선별하였음
 - C 단계에서는 고노출 위험 작업에 대한 개선안을 마련하여 사업장과 논의 하여 계획을 정하고, 작업자들과 대화를 통해 피드백을 받는 것으로 진행되었음

❖ 노출 위험성평가(E) 실행을 위한 R 단계와 I 단계의 중요성

- 사업장과 함께 하는 노출위험성 평가 단계를 제대로 행하기 위해서는 사업장에 있는 유해물질에 대한 제대로 된 파악이 선행되어야 함
 - 이것은 I 단계를 통해 사업장 내 사용하는 화학물질 목록에 대한 파악, GHS 기준의 유해성 구분에 대한 정리, 법적관리 대상 물질에 대한 과정으로서 가능하였음
 - 사업장 내에서 유해 물질들을 제대로 파악하는 것은 사업장의 협조가 없이는 불가능하며, 그것은 R 단계를 통한 사업장과의 신뢰 관계 형성과 화학물질 관리의 필요성을 사업장에서 느낄 때 제대로 이루어질 수 있음

❖ 노출 위험성평가(E)와 노출 통제(C)에 대한 활동 평가

- E1 단계의 활동가들의 평가는 진행이 잘 되었다가 40%, 보통이 30%, 어려움이 있었다가 30%를 보여 주었음
 - 좋은 점으로는 잘된점, 부족한점, 보완점을 사업장과 의논할 수 있어서 좋았고, 화학물질의 취급 상태를 재점검할 수 있는 기회가 되어서 지속적으로 진행된다면 사업장에 도움이 될 것으로 보았음
 - 어려움으로는 자료를 수집하는 것에 시간이 많이 걸리는 어려움을 보여 주어 E1 단계의 매뉴얼은 대폭 간소화 하는 방향이 타당한 것으로 판단됨
- E2 단계는 진행이 잘 되었다가 60%(40% 매우 잘 진행되었다, 20%는 잘 진행되었다)와 보통이었다 40%로 진행의 어려움을 표한 경우는 없었음
 - E 단계는 E2를 중심으로 재구성되는 경우 진행의 어려움은 없을 것으로 보임. E 단계를 통해 사업장에 막연하게 유해하다고 여겼던 화학제품 중에 무엇이 어떻게 위험한 것인지를 확인할 수 있어서 사업장과 활동가 모두 긍정적인 반응을 보였음
 - E 단계는 화학물질에 대한 정밀 작업들이 많이 필요한 단계로 활동 기관이나 활동가 편차를 보였으며, E 단계의 수행은 산업위생에 숙련된 자가 신속 정확하게 수행이 가능할 것으로 보임

- C1 단계는 건강 유해 노출 위험성 평가를 통해, 조절과 통제의 우선순위를 선별하여 개선 방안을 준비하고 사업장과 논의하는 단계임. 80%가 잘 진행되었다(매우 잘 진행 30%, 잘 진행 50%)로 진행 자체에는 무난했던 것으로 보임
- C2 단계는 작업자를 만나 화학물질의 유해성을 전해 주고, 사업장의 통제와 개선 계획을 공유하며 의견을 듣는 과정임. 전체적인 진행에 대한 평가는 잘 진행이상이 60%(매우 잘 진행 30%, 잘 진행 30%)의 긍정 반응이었고, 보통이다 20%와 진행이 어려운 곳도 20% 있었음
 - 작업자들이 좋은 반응을 보인 곳은, 외부의 간섭(고용노동부나 공단 등)을 통한 압력 때문인지 사업주가 실제 개선을 이룬 곳을 포함하며, 사업주의 노력을 이해하고 작업자가 동참할 수 있는 부분에 대해 참여 하겠다고 하였음
 - 보통인 경우는 작업자들이 일용직들이 많아 화학물질 노출 개선 작업에 관심이 없거나, 개인 보호구 착용에 부정적인 반응을 보인 곳이었음
 - 진행이 어려운 곳은 사업장에서 작업자를 만나는 것을 꺼려서 진행 자체가 어려운 경우였음. 작업자를 만나게 하지 못하는 이유는 작업자가 소수로 빠지면 백업할 사람이 없고, 한 사람이 여러 업무를 담당하여 빠지기 어렵다는 반응이었음

❖ 위험성평가 툴 : COSHH Essential, CHARM, Toxfree

- CHARM(Control of Substances Hazardous to Health)과 Toxfree 툴은 영국의 COSHH(Control of Substances Hazardous to Health) eTool를 기반으로 유해성과 노출 위험성의 로직을 세웠지만, COSHH Essential에서 제시되고 있는 통제와 관리 모델은 사용하지 않았음
 - 이것은 노출의 조절과 통제(Control)의 우선순위에 대한 합리적인 의사 결정의 수단으로 위험성평가가 존재 한다는 사실을 본래의 취지를 퇴색하게 하였음
- 시범사업에서 CHARM의 2가지 노출수준 평가에 의해 평가한 결과,
 - 작업환경측정 결과 50%를 초과한 5개의 사업장에서는 노출수준이 3으로 발암물질 등으로 인해 유해성이 4인 경우는 위험성평가 점수가 12로 비산성/휘발성 및 사용량에 따라 나온 결과보다 더 높았음(5곳 중 3곳). 유해성이 4가 아닌 경우는 둘의 평가 점수가 같거나(5곳 중 1곳) 작업환경측정 결과를 대입한 결과가 더 낮기도 하였음(5곳 중 1곳)
- 작업환경측정 결과 50%를 초과한 사업장의 공정에는 한 곳을 제외하고 모두 국소배기가 설치되어 있었음
 - 이곳들의 CHARM에 의한 이론적 위험성평가 노출 평가는, 작업환경측정 결과 50%를 대입한 경우 12가 나와서 허용불가능한 위험으로 즉시 개선이 필요했던 것에 비해, '8-중대한 위험'으로 가능한 빨리 개선으로 개선이 이뤄질 수 있음
- 실제 작업환경에서 작업자의 호흡기 노출은 이론적 위험성평가 결과나 국소배기 설치로는 알 수 없는 노출들이 많아 제대로 된 작업환경측정은 여전히 중요하지만, 현실에서의 작업환경측정 제도가 노출의 상황을 모두

반영하지 못하는 한계에서 측정되어 작업자의 고노출이 제대로 측정되지 못하는 경우가 많았음

- 따라서 이론적 평가를 통해 비산성/휘발성과 사용량으로 환산 시 허용불가능한 경우는 관리를 소홀히 해서는 안 됨
- Toxfree의 경우는 유해화학물질을 포함한 제품 관리에는 매우 신속하고 편리한 장점을 보였음. 제품 MSDS만 입력하면, 유해 화학물질 분류와 법적 관리 물질, 고독성 물질 목록을 바로 보여 주고, 금지물질에 등록하면, 제품 유입 시 금지물질을 확인하여 관리할 수 있도록 되어 있음
 - 이론적 위험성평가와 전문가적 위험성평가는 건강유해성물질의 통제 관점에서 많은 개선점이 있는 것으로 보임
- 결론적으로 위험성평가는 이론적 위험성평가와 함께 반드시 현장 작업형태 확인이 필요하여 포괄적으로 진행되어야 함. 포괄적 위험성평가만으로도 충분하지 않을 수 있기 때문에, 작업환경측정을 통해 고위험 작업자들의 노출을 정확하게 평가할 수 있도록 해야 함

❖ 노출 위험성 통제 조치

- 노출 위험성평가를 통해 허용불가능한 것으로 판명되거나 즉각적인 조치가 필요한 공정들에 대해서 노출 위험 통제 조치를 마련하여 사업장과 논의하였음. 논의의 순서는 통제의 위계에 맞게 [물질의 대체]-[국소배기와 밀폐]-[작업형태의 전환]-[개인 보호구 대책] 순이었음
 - 물질의 대체에 대해서 대책을 논의한 곳은 3곳(30%)이었음. 세척제(트리클로로에틸렌, TCE)를 사용하는 사업장은 그동안의 사회적 관심으로 많은 고민을 하고 있었음. 한 곳은 대체 물질을 정하여 작업형태와 함께 개선하였고, 다른 한 곳은 아직 개선하지 못했으나 계속 찾아보겠다고 하였음. 한 곳은 제형을 분진 형태에서 과립(granule) 형태로 전환하는 것을 고려하겠다고 하였음
 - 작업방법의 전환에 대한 필요성을 확인하고 개선 필요성을 인정한 곳도 4곳(40%)이었음
 - 국소배기는 9곳(90%)이 설치되어 있었으나, 작업자의 호흡기를 지키지 못한 경우가 많아 국소배기 설계 및 감리에 산업위생가가 참여할 필요가 있는 것으로 보임. 한 곳은 영세한 곳으로 설치를 하지 못하고 있었음. 소규모 사업장은 재정 투자에 한계가 크고, 최근에 쇠퇴하는 길목에 있어서 새로운 투자에 대한 적극성을 내기 어려웠음. 이 부분에서의 정부 지원이 효과적으로 이루어질 필요가 있음
 - 호흡보호구는 어디에나 있었으나(10곳 모두, 100%), 어느 한 곳도 제대로 관리 및 착용하는 곳은 없었음. 호흡보호구 프로그램이 모든 곳에서 필요했음
 - 본 연구에서 발견된 중요한 점 중 하나는 휘발성 유기용매를 사용하는 곳에서 여러 이유로 뚜껑을 닫지 않은 경우가 많고, 그 대부분은 국소배기가 없는 곳에 보관되어 있어서 사업장 전체 농도를 높이는 역할을 하였음. 이에 대한 캠페인과 홍보가 필요함

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 소규모 사업장 정부 지원 사업(산업보건 분야)에 적용 가능하게 활동가 매뉴얼, 사업장 매뉴얼, 활동일지 등을 통해 정부 지원 사업에 직접적인 활용이 가능

연락처

- 연구책임자 : 원진직업병관리재단 노동환경건강연구소 박미진 실장
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업화학연구실 이해진 연구위원
- 연락처 : 042-869-0351
- e-mail : hana1226@kosha.or.kr

07

금속 및 그 화합물에 대한 화학물질 등록정보, 유해성 분류, 규제 연계 적용방안

📅 연구기간 : 2023년 5월 ~ 2023년 10월

🔍 핵심단어 : 금속화합물, 화학물질 등록 정보, GHS 유해성 분류, 화평법



Highlight

- ▶ 국내·외 화학물질 등록 시 금속 및 그 화합물의 제출자료의 면제 및 생략 관련과 유해성 분류 및 평가 시 고려사항을 유형별(금속원소, 금속화합물, 금속 UVCB 등) 조사를 수행하였음. 또한, 다양한 금속 및 그 화합물의 특성을 고려하여 정보가 부족한 금속화합물의 정보 및 평가방법을 확인하였음. 이러한 결과를 기반으로 금속 및 그 화합물의 「산업안전보건법」에서의 효율적 관리 및 연계방안을 모색하여 제안하였음

1. 연구배경

- ▶ 화학물질의 노출 및 그에 따른 근로자 건강 보호를 목적으로 우리나라의 「산업안전보건법(이하 ‘산안법)」은 화학물질의 노출기준 및 관리대상 등을 규제하고 있음
 - 「산업안전보건법」에서 관리 및 규제하는 화학물질 중 금속 및 그 화합물에 대한 법적 기준 적용에서의 문제점은 여러 측면에서 직·간접적으로 발생하고 있음
 - 우리나라의 「산업안전보건법」에 따른 노출기준의 경우, 대부분 ACGIH TLV(American Conference of Governmental Industrial Hygienists Threshold Limit Values)를 준용하여 설정된 것으로 2018년 기존의 TLV가 통합 및 철회된 이후 추가 개정에 대한 필요성이 확인됨에 따라 선행 연구를 통해 여러 금속 및 그 화합물에 대한 재검토 및 개정에 대한 제안이 수행되어 왔으며, 실질적으로 물질에 따라서는 해당 관리 대상 기준에 속하지 않는다는 민원이 제기되고 있음
- ▶ 금속 및 그 화합물은 화학물질의 식별부터 유해성을 평가하는데 고려되는 사항, 평가를 위한 기준, 지침 등은 포괄적이면서도 상세하게 지속적으로 업데이트 되고 있음

5장

산업화학

- EU REACH(Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals) 및 국내 「화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률(이하 ‘화평법’)」에 따른 화학물질 등록 사례에 있어 금속 및 그 화합물의 경우 그 유형을 구분하고 유해성을 평가하는데 추가적인 고려(예: 비시험 자료 적용, 용해도, 생체이용률, 독성동태 등)가 필요한 것으로 제안됨
- 현재, EU, 미국 등에서도 금속화합물의 유해성 평가 시 금속 이온의 종류, 용해도, 이온 형태, 생체 내 생물학적 이용성 등을 활용하여 평가·분류하며, 이는 많은 물질을 단시간 동안 스크리닝할 수 있게 하고 동물시험을 줄이는 효과를 가져왔음

- 일반적으로 화학물질 규제는 유해성 평가를 기반으로 하고 있어 등록정보, 유해성 분류와 연관되어 있으며, 이는 금속 및 그 화합물도 동일함
 - 이에 본 연구에서는 금속 및 그 화합물의 등록과 유해성 분류 시 고려사항 및 법적 규제와 연관성을 분석함으로써 금속 및 그 화합물에 대한 정보와 규제의 연계적용 방안을 제시하였음

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 금속 및 금속화합물에 대한 화학물질 등록 시 유형별 고려사항 및 사례 조사

- 화평법의 톤수 범위에 따른 물질 유형별 요구자료 확인
 - 화학물질의 톤수 범위 및 물질 유형에 따라 최대 47개의 물리적·화학적 특성, 인체 및 환경 유해성에 관한 자료를 제출하도록 함
 - 물질 성상 및 특성에 따라 면제조건을 별도 고시하고 있으며 물질 유해성 등의 결과에 따라 시험자료 생략 사유를 과학적이고 객관적 자료를 기반으로 제출 가능
- EU REACH 규정에 따른 시험자료 요구
 - EU REACH 규정에 따른 물질 유형별 요구자료 확인 및 면제요건 검토 결과, 국내 화평법에 따른 면제조건과 유럽의 면제 요건이 유사함. 다만, EU REACH Guidance R.7A에 따라 자연발화성물질, 폭발성, 인화성 또는 자기반응성물질은 인체유해성 자료 및 환경유해성 시험자료 생략 가능, 물 또는 빛 접촉 시 분해 또는 반응하는 물질은 생태유해성 자료 생략 가능
- 화평법에 따른 등록신청 시 제출자료의 생략
 - 화평법 시행령 제13조(화학물질의 등록 신청 시 제출자료의 생략)에 따라 화학물질의 등록신청 시 자료의 일부를 제출하지 않고 생략 가능한 항목의 조사

- 물질별 특성에 따른 시험자료 면제요건 검토
 - 화학물질 구조 성상에 의한 시험항목 면제: 고체(점도), 액체(입도분석), 기체(끓는점, 밀도, 급성경구독성)
 - 화학물질 물리·화학적 특성에 의한 시험항목 면제: 용해도, pH, 폭발성, 물반응성 등 물리적 특성에 따라 시험 면제 가능
 - 화학물질 유형에 따른 면제: 무기물(옥탄올/물 분배계수, 이분해성, 본질적 분해성, 환경거동 및 동태에 대한 추가 정보)
 - 화학물질의 유해성 분류에 따른 면제: 부식성, 발암성, 생식독성 등에 따른 일반 면제 요건
 - 국내 화평법과 EU REACH 등록서류 제출 항목별 면제조건 비교
 - 금속 및 금속 화합물에 대한 GHS 유해성 분류 방법 분석(사례 포함) 및 최신 동향 조사
- UN GHS 지침에서의 금속 및 그 화합물 평가·분류방법 조사
 - 금속 및 그 화합물의 수생생태독성 평가 및 분류에 대해서 OECD를 비롯한 UN GHS 및 EU CLP (Classification and Labelling/Packaging Regulation)에 따라 카테고리/상관성관계(Read-across) 접근 수용
 - 금속 및 그 화합물의 분류 시 입자특성(분말, 덩어리), 용해도, 이온화 등을 고려하여 금속 화합물 및 UVCB(Unknown or Variable composition, Complex reaction products or Biological materials) 물질을 분류
- 금속 및 그 화합물에 대한 국내의 유해성 평가 사례조사 및 분석
 - OECD 지침, EU REACH 제13조(부속서 XI)에서는 금속 및 그 화합물 등 구조와 물리적·화학적 특성이 유사한 화학물질로부터 얻어진 결과에 대해 유해성자료로 활용하도록 규정
 - 복합금속화합물(UVCB 물질, 합금)의 유해성 분류를 위해 개발된 MECLAS(Metal Classification Tool)에서는 EU CLP, UN GHS, US OSHA(Occupational Safety and Health Administration)를 핵심 엔진에 포함되어 단계적 접근 방식을 기반으로 유해성 평가
 - 입자상 물질의 경우, 입자 크기 및 형태(결정구조 등) 또는 용해도가 생체 이용률에 영향을 미쳐 독성 수치에 변화 가능
 - 금속 및 그 화합물에 대한 화학물질 등록 정보, GHS 유해성 분류, 법적 규제 간 연계성 비교 분석 및 개선안 도출
- 선진국에서의 금속 및 그 화합물의 평가방법과 현행 「화평법」에서의 유독물질 분류기준(금속화합물의 카테고리화 등) 적용 시 고려사항 등을 확인하여 「산안법」에서의 금속 및 그 화합물의 특성을 고려한 규제 연계 적용 방안 제시
 - 국내·외 유해성 분류 및 방법의 고찰을 통해 전문가 의견을 수렴하여 금속 및 그 화합물의 관리 적용 방법 개선안을 제시
 - ① 안전보건공단에서 제공하는 MSDS 자료 및 관련 정보 제공 현황을 확인하고 정보가 확인되지 않은 자료에 대해 「화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준」에 맞게 용어 개선을 제안
 - ② 금속 이온의 원자가 상태와 화학종분화가 유해성 분류에 미치는 영향을 확인하였으며, 원자가에 따라

- 유해성의 차이가 발생하는 대표적인 물질인 크롬 및 그 화합물의 국내·외 유해성 분류를 토대로 원자기에 따른 접근 방식을 검토하고 규제 연계 방안을 제안
- ③ 금속화합물의 결정구조가 유해성 분류에 영향을 미치는 경우를 조사하고 이에 해당하는 대표적 물질인 Silicon dioxide(CAS No. 7631-86-9)를 예로 결정구조에 따른 접근방식을 검토하고 규제 연계 방안을 제안
 - ④ 유기 및 무기 화합물 여부에 따른 금속화합물의 유해성 분류 차이를 조사하고, 납, 수은, 비소 화합물을 대상으로 유기/무기 화합물 구분에 따른 유해성 분류를 확인 및 접근방식을 검토하여 규제 연계 방안을 제안
 - ⑤ 금속 및 그 화합물의 물리·화학적 특성에 따라 나타나는 유해성 분류의 차이를 조사하고 수용성과입자 크기에 따른 금속화합물의 그룹핑에 대한 접근방식을 검토하여 규제 연계 방안을 제안
 - ⑥ 금속함유 UVCB 및 복합금속 물질의 특성에 따른 단계별 평가 방법을 검토하였으며 물질 자체 정보가 없는 경우 구성성분의 유해성을 기반으로 관리방안을 제안
- 두 부처 간 동일 물질의 유해성 분류 결과 차이로 인한 혼란을 감소하고 화학물질 유해성 분류 정보의 지속적 업데이트 등을 위해 고용노동부 및 환경부의 자료 공유, 기업 의견 수렴 절차의 추가를 통한 화학물질 유해성 분류 결과 통일을 개선안으로 제시

🔍 시사점

- ❖ 금속 및 그 화합물의 규제관리 수준의 결정, 산업위생학적인 작업환경측정과 노출기준의 적용이 가능함. 또한, 물질안전보건자료의 정보 내용 관리 등에 많은 어려움을 초래하고 있는 정부기관 및 사업장의 금속 및 그 화합물의 관리수준 결정에 따른 문제점을 해결할 수 있을 것으로 기대됨
 - 금속 및 그 화합물의 카테고리 개념을 적용하면 시험자료가 제한적인 물질에 대해 물성 및 유해성 평가가 가능하며, 동물시험으로 인체 영향을 예측할 수 없는 많은 금속 화합물의 물성 및 유해성 평가에 유용할 수 있을 것으로 판단됨
- ❖ 또한, 환경부와 고용노동부의 자료 공유 및 기업 의견수렴 절차의 추가를 통한 화학물질 유해성 분류의 통일을 통해 체계적·지속적인 화학물질 정보 업데이트 및 「산안법」에 따른 유해성·위험성 평가 단계 개선이 가능할 것임

3. 연구활용방안

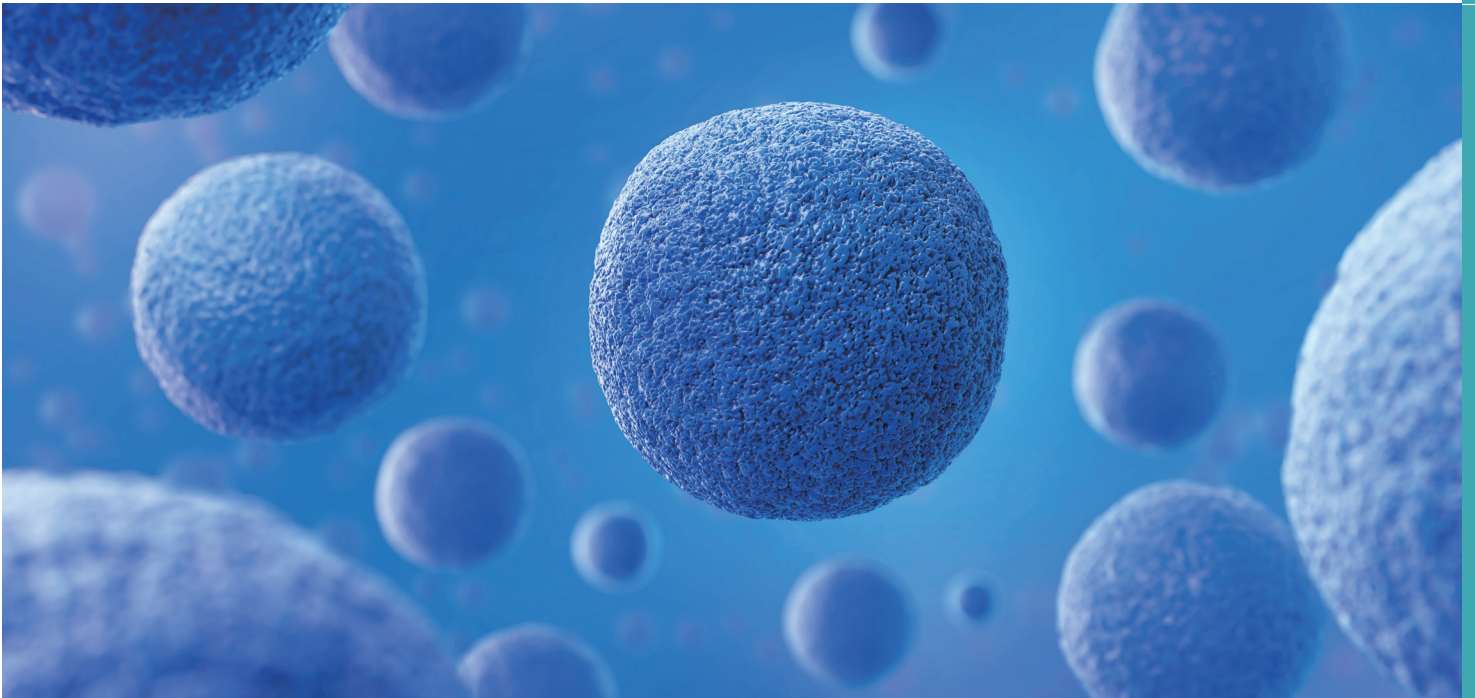
활용방안

- ❖ 금속 및 그 화합물의 분류 표시 방법에 대한 매뉴얼을 작성하여 기업에서의 이행이 용이하도록 지원이 가능함
- ❖ 또한, 금속 및 그 화합물의 시험자료와 예측자료 활용 기법을 적용하여 화학물질 분류표시 결과의 신뢰성 검토 후속 연구가 가능함
- ❖ 금속 및 그 화합물의 분류표시 업데이트를 통한 산안법 상 관리대상 유해물질 등 대상 여부 확인 시 활용 가능함

연락처

- 연구책임자 : 리켄프로(주) 이은정 대표
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업화학연구실 이해진 연구위원
- 연락처 : 042-869-0351
- e-mail : ana1226@kosha.or.kr

2023
산업안전보건연구
요약집



Occupational Safety & Health Research Institute

6

흡입독성

| | |
|--|-----|
| 01 3D 프린팅 입자 발생장치를 이용한 입자상 물질의 발암성 연구 | 250 |
| 02 페닐화합물류 노출에 의한 랫드와 마우스의 성별·장기별 발암성 고찰 | 253 |
| 03 조리흡의 유해성 확인을 위한 실험적 연구방향 도출 | 256 |
| 04 흡입독성시험 결과 활용도 제고를 위한 Benchmark Dose 도입 연구(II) | 259 |
| 05 GST-P를 활용한 화학물질에 의한 전암 병변 조기 탐색 연구 | 262 |

01

3D 프린팅 입자 발생장치를 이용한 입자상 물질의 발암성 연구

📅 연구기간 : 2023년 1월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 3D 프린팅, ABS, PLA



Highlight

- ▶ 3D 프린팅 기술은 인공지능과 결합하여 산업 전반에 걸쳐 더 다양하게 응용되고 있으나, 최근 3D 프린터 사용 교사에서 육종암이 보고되는 등 발암성이 우려되고 있음. FDM 방식의 3D 프린터를 사용하여 ABS와 PLA 필라멘트 소재로부터 미세입자를 발생시켜 발암 가능성을 확인하는 본 연구에서 ABS와 PLA 소재 모두에서 암과의 명확한 인과성은 확인하지는 못하였으나, 일부 제한적인 결과가 도출되어 ABS와 PLA의 발암성을 평가하기 위해서는 더 다양한 추가적 연구가 필요하다고 판단됨

1. 연구배경

- ▶ 사물을 3차원으로 형상화하는 3D 프린터가 교육현장에 폭넓게 보급되고 3D 프린팅을 전담하던 3명의 교사에게서 육종암이 보고되었으나,
 - 3D 프린팅과 암의 인과관계는 확인할 수 있는 자료가 부족하여, 육종암이 발생한 교사에 대한 공무상 재해가 인정되지 않고 있음
- ▶ 따라서 3D 프린팅과 육종암의 관련성을 포함하여 향후 발생할 수 있는 3D 프린팅과 암과의 인과성 평가를 위한 기초자료가 필요함
 - 특히, 육종암이 발생한 교사가 주로 사용한 FDM(Fused Deposition Modeling, 용융적층모델링) 방식의 3D 프린팅 기술을 적용한 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene)와 PLA(Polylactic acid) 소재로부터 발생된 입자상 물질에 대한 발암 가능성의 확인 연구가 필요함

2. 주요연구내용

연구결과

- ❖ 3D 프린팅 장치를 이용하여 ABS와 PLA를 각각 260°C 및 220°C에서 입자를 발생시킨 결과,
 - ABS는 MMAD(Mass Median Aerodynamic Diameter, 공기역학적질량중위입경)가 0.156 μm , PLA는 0.173 μm 로 미세/초미세 입자에 해당되었음

- ❖ Balb/c 3T3-1-1 세포를 이용하여 유전자 손상, 발암가능성 및 발암 기전 연구를 수행한 결과,
 - 유전자 손상을 확인하는 코멧시험에서 ABS와 PLA는 모두 음성이었음
 - 유전자 손상지표인 % tail intensity(% 꼬리 DNA 함량)가 음성대조군인 Mannitol에서는 3.05%, 양성대조군인 Ethyl methanesulfonate에서는 40.51%였고, ABS와 PLA는 모두 음성대조군보다 낮았음
 - 96 well plate에서 형질전환 초점수를 측정된 결과, 음성대조군에서는 0개, 양성대조군에서는 21개였음. ABS는 모든 처리 농도(2.5, 5, 10, 20 $\mu\text{g}/\text{ml}$)에서 형질전환 초점이 관찰되지 않았으나, PLA는 5와 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서 각각 1개로 발암가능성이 낮았음
 - 다수의 유전자를 동시에 측정하는 마이크로어레이를 실시하여 유전자 발현량의 변화를 확인한 결과, ABS와 PLA 처리군에서 양성대조군 대비 유전자 수 변화가 적었음
 - 양성대조군에서는 22,206개의 유전자 중 5,041개의 유전자에서 음성대조군 대비 2배 이상 증가 또는 감소하였고, 발암경로 유전자 147개로 한정하면 2배 이상 증가한 유전자수는 55개, 2배 이상 감소한 유전자수는 58개였음(발암촉진 1일차 기준, 8일차도 유사)
 - ABS는 2배 이상 증가한 유전자수가 양성대조군 대비 5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서는 10.9%, 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서는 41.7%였음. PLA는 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서는 1.8%, 20 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서 18.6%였음(발암촉진 1일차 기준, 8일차도 유사)
 - 8종의 발암관련 유전자(HMGA1, HMGA2, MPP6, RBM3, ZWINT, RAN, WT1, Aurora-A)를 대상으로 mRNA 변화를 측정된 결과, ABS와 PLA 모두 유의한 유전자 변화는 나타나지 않았음
 - HMGA1와 HMGA2는 양성대조군에서는 음성대조군 대비 각각 4.68배, 5.32배 높았으나, ABS와 PLA는 모두 음성대조군과의 차이를 보이지 않았음(발암촉진 1일차 기준, 7일차, 25일차는 1일차와 유사)
 - RBM3는 양성대조군에서는 음성대조군과 차이가 없었으나, ABS 5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서는 음성대조군 대비 3.66배 높았음. MPP6는 ABS 5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서 음성대조군 대비 0.33배 낮았음. Aurora-A, WT1, RAN, ZWINT는 음성대조군과 비교하여 양성대조군, ABS, PLA 모두 차이가 없었음
 - Glucose 소모량을 측정된 결과 양성대조군은 음성대조군 대비 155.2%였고, ABS는 2.5, 5, 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 각각 142.2, 136.9, 142.2%였고, PLA는 5, 10, 20 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서 각각 142.5, 128.0, 131.0이었음

- 이상의 결과, 본 연구조건에서 ABS와 PLA는 모두 유전자 손상 및 발암가능성에서 음성대조군과 유의한 차이를 보이지 않은 것으로 판단되었음
- 다만, 형태학적 변화 확인시험에서 PLA 5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 및 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 에서 세포형질전환 초점이 96 well 중 각각 1개씩 확인되었고,
- 마이크로어레이와 실시간 역전사중합효소 연쇄반응시험에서 양성대조군 대비 약하지만 유전자의 변화가 확인된 점 등을 고려하면 발암 가능성을 완전히 배제할 수는 없다고 판단되었음

🔍 시사점

- ❖ 최근 3D 프린팅 사용 교사에서 희귀 육종암이 보고되었으나, 인과성을 입증할 충분한 자료가 부족하여 공무상 재해로 불인정되었으며, 3D 프린팅 기술은 인공지능 기술과 결합하여 더 다양한 분야에서 대중화되고 있어 3D 프린팅과 발암성의 인과관계는 향후라도 평가될 필요가 있음
- 본 연구에서는 3D 프린팅과 발암성의 인과성을 확인하지는 못하였으나, 제한적이지만 완전히 배제할 수는 없는 결과가 도출되어 보다 다양한 시스템에서의 추가적인 연구가 필요하다고 판단됨

3. 연구활용방안

🔍 활용방안

- ❖ ABS 및 PLA 필라멘트 소재를 사용한 3D 프린팅 작업 시 발생하는 입자상 물질의 발암성 평가에 대한 기초정보 제공
- ❖ 3D 프린팅과 육종암의 관련성을 평가하기 위한 추가적인 연구의 기초자료로 활용



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 흡입독성연구센터 임철홍
- 연락처 : 042-869-8532
- e-mail : limch@kosha.or.kr

02

페닐화합물류 노출에 의한 랫드와 마우스의 성별·장기별 발암성 고찰

 연구기간 : 2023년 1월 ~ 2023년 11월

 핵심단어 : 페닐화합물, 랫드, 마우스, 성별, 장기별, 발암성



Highlight

- ▶ SD 랫드의 경우 수컷은 방광, 신장, 구강 등에, 암컷은 위, 간, 비강 등에 발암 확률이 높았으며, F344 랫드의 경우 수컷은 간, 신장, 위, 방광 등에, 암컷은 신장, 귀, 짐발선, 위, 간 등에 발암 확률이 높음을 보였음

1. 연구배경

- ▶ 암 발병률과 사망률의 성별 차이는 사람과 동물 모두에서 자주 발견됨
 - 생식기관 외에도 이런 성향은 자주 볼 수 있으며
 - 대부분의 암 부위에서 남성이 여성보다 암 발병률과 사망률이 높음
- ▶ 관찰된 차이의 근본적인 이유는 알려져 있지 않지만 부분적으로 발암원에 노출, 생활습관, 호르몬 및 신진대사의 차이와 같은 생물학적 요인의 차이로 설명될 수 있음
- ▶ 발암성 화학물질에 대한 노출은 암의 위험요소 중 하나이지만 발암물질 노출로 인한 성별 민감성에 대해서는 아직 알려진 바가 거의 없음
- ▶ 이 연구의 전반적인 목적은 화학적 발암물질 노출에 대한 민감성과 기전에 있어 성별의 차이를 조사하는 것임

2. 주요연구내용

연구결과

- ❖ 본 연구에서는 방향족 탄화수소(Aromatic hydrocarbon)로서 벤젠 독성의 기본을 이루는 폐닐화합물류(PAH 등)의 노출에 의한 각 암수 성별 및 장기별 독성 및 유전체 발현의 정도를 비교·고찰하여 향후 흡입독성시험 및 관련 발암성 시험·연구의 기초자료로 활용코자 하였음
- ❖ 수컷 SD 랫드의 경우, IL1B, TNF, NOS2, IL6, NGF의 유전자가 관련되어 있으며 방광, 신장, 구강 등에 발암 확률이 높음을 보였음. 암컷 SD 랫드의 경우, ADRB2, TNF, HMOX1, CYP1A1, PTGS2, ILB1, CASP3, POR, PRL, TSC22D1, ATEG, REG1, HRH2, NFE2L2, AKR1C2, ADRB2, NR3C1, IL6, ADRB1, ADRB3, LPO의 유전자가 관련되어 위, 간, 비강 등에 발암 확률이 높음을 보였음
- ❖ 수컷 F344 랫드의 경우, ACACA, ACSL1, ALB, ALCAM, CYP19A1, PPARA, CYP4A1, ACAA1, ACOX1의 유전자가 관련되어 있으며 간, 신장, 위, 방광 등에 발암 확률이 높음을 보였음. 암컷 F344 랫드의 경우, 관련된 유전자는 발견되지 않았지만 신장, 귀, 짐발선, 위, 간 등에 발암 확률이 높음을 보였음
- ❖ 수컷 ICR 마우스의 경우, 관련된 유전자와 발암 확률이 높은 장기가 발견되지 않았고, 암컷 ICR 마우스의 경우, KRAS, ACHE, CAT, CYP3A4, GPT의 유전자가 관련되어 있으며 위, 갑상선, 난소, 간 등에 발암 확률이 높음을 보였음
- ❖ 수컷 BALBc 마우스의 경우, 관련된 유전자와 발암 확률이 높은 장기가 발견되지 않았고, 암컷 BALBc 마우스의 경우, NR1I2, CYP3A4, ABCB1, CYP2B6, PRKDC, CYP2C9, NCOA1의 유전자가 관련되어 있으며 간 등에 발암 확률이 높음을 보였음
- ❖ 조리흙(Cooking Oil Fume) 성분 중 대표적 폐닐화합물인 디벤즈[a,h]안트라센(CAS No. 53-70-3)은 유기물의 불완전 연소에 의해 생성되는 다섯 개의 융합된 벤젠 고리로 구성된 결정성 발암성 방향족 탄화수소임. 디벤즈[a,h]안트라센은 주로 가솔린 배기가스, 담배연기, 콜타르, 그을음 및 특정 식품, 특히 훈제 및 바비큐 음식에서 발견됨. 이 물질은 중앙 발생을 유도하기 위한 연구 목적으로만 사용됨. 디벤즈[a,h]안트라센은 돌연변이 유발 물질이며 인체 발암물질로 예상됨. 국제암연구소(IARC) 분류는 2A로 인체에 발암성이 있을 수 있음에 해당됨
 - 이 화학물질과 관련된 유전자의 발현으로는, CYP1A1, AHR, CYP1A2, CYP1B1, EPHX1, AKR1B1, AR, NQO1, ACOX2, CLDN7 등이 있었으며, 암과 관련된 유전자들이 많이 포함되어있었음. 또한 수컷 성 호르몬인

테스토스테론에 의한 AR 유전자의 상향조절(up-regulation)을 통해 세포사 회피(Evading apoptosis)와 증식(Proliferation)을 확대하고 있는 것으로 나타났음

시사점

- ❖ 각종 자료의 정리 결과, 786종 2,536개 발암성 시험에 대해 정리되었으며, 해당되는 동물은 원숭이(Cynomolgus monkey, Rhesus monkey), 개, 햄스터(Syrian hamster 등), 마우스, 랫드 등이었음. 성별로는 암컷과 수컷이었고, 이하 각 동물의 해당 계통(Strains)도 정리하였음
- ❖ 화학물질이 투여되는 경로(Route)는 각각 피부(Dermal), 식이(Diet), 식수(Drink water), 위관(Gavage), 흡입(Inhalation), 복강(Intraperitoneal), 정맥(Intravenous), 다중경로(Multiple routes), 구강용 캡슐(Oral capsule) 등이었고, 투여결과들은 각각 부적절(Inadequate), 음성(Negative), 양성(Positive), 명시되지 않음(Not specified)으로 정리되었음
- ❖ 또한, 관련 생체 내(in vivo) 발암성시험에 대한 고찰로 조리흡 관련 발암 등 화학물질의 직업성 질환 관련성 및 예방안을 제시하였으며, 방향족 탄화수소로서 벤젠 독성의 기본을 이루는 폐닐화합물류(PAH 등)의 노출에 의한 각 암수 성별 및 장기별 독성 및 유전체 발현의 정도를 비교·고찰하였음

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 「흡입독성시험 및 평가」 사업에 활용
- ❖ 향후 흡입독성시험 및 발암성 시험·연구의 기초자료로 활용
- ❖ 발암성 후보물질 선정 및 조리흡 노출 노동자의 건강장해 예방에 관한 기초연구로 활용
- ❖ 만성·발암성 흡입독성시험 대상물질 선정의 새로운 frame으로 활용



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 흡입독성연구센터 임경택
- 연락처 : 042-869-8533
- e-mail : rim3249@kosha.or.kr

03

조리흡의 유해성 확인을 위한 실험적 연구방향 도출

📅 연구기간 : 2023년 1월 ~ 2023년 11월

🔍 핵심단어 : 조리흡, 유해성, 동물실험, 생체외 시험



Highlight

- ▶ 기존 실험적 연구의 문헌 검토를 통해 조리실의 실제 노출 상황을 반영하지 않았던 부분인 (조리흡의)에어로졸 형태 노출 필요성을 검토 및 제안하였고, 식용유 에어로졸 발생장치 개발 시 고려해야 할 사항과 개발 이후 실험적 접근을 통한 연구방향(안)을 제시하였음.

1. 연구배경

- ▶ 조리흡의 유해성에 관한 이슈에 비해 관련 연구는 상대적으로 부족함
 - 조리흡 노출의 증가 대비 폐암의 위험이 증가하는 용량-반응관계는 기존의 연구를 통해 알려져 있지만, 발암의 상관성은 아직 명확한 원인을 알 수 없음
 - 기존 수행된 연구는 역학연구(환자 대조군 연구, 코호트 연구 등)가 대부분을 이루고 있음
 - 연구가 수행된 지역은 중화권(중국, 대만, 홍콩)이 대부분을 차지하고 있어 국내 환경을 반영할 수 있는 연구 결과가 부족함
 - 인체 유해성에 영향을 주는 요인이나 발병 기전 등에 관한 연구는 부족함
- ▶ 조리흡의 유해성 연구를 위한 명확한 실험적 방법이 없음
 - 연료의 종류, 음식의 종류, 조리방법, 조리온도 등에 따라 구성성분 및 함량이 다르게 발생할 수 있음
 - 다양한 변수를 종합적으로 검토할 수 있는 실험적 방법이 없음

2. 주요연구내용

연구결과

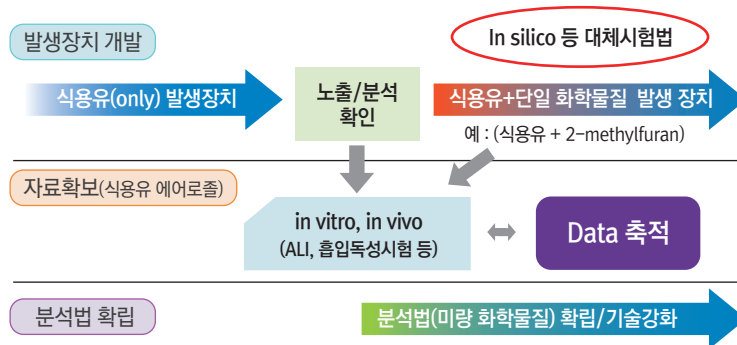
❖ 실험적 접근 방향 모색을 위한 기존 문헌 검토

- 기존 (실험)문헌의 조리흡 연구는 대부분 생체의 시험(in vitro)을 위해 시료를 추출 및 건조하는 방식으로 시험 물질을 준비
 - 주방 레인지 후드의 오일을 수집하거나, 솥 또는 플라스크에 기름을 가열하여 시료를 포집하는 방식 또는 음식을 직접 조리하여 시료를 포집
 - 포집된 시료(조리흡)를 용매로 추출 및 건조하여 시험물질로 만들어 사용
- 대부분 생체의 시험을 통해 독성기전으로 알려져 있는 스트레스 반응(산화적 손상, DNA 손상, 소포체 스트레스), 세포사멸 기전, 세포증식, 염증 등과 관련된 항목을 분석

❖ 전문가 자문 및 학술대회 발표 결과 등 의견수렴

- 조리흡은 다양한 화학물질이 복합적으로 구성되어 있어, 모든 성분에 관한 유해영향 평가를 해결하는 것은 현실적으로 불가능함
- 실제 접근 가능한 방법(또는 내용)부터 단계별로 연구를 진행하는 것이 현실적
- 기존 문헌의 포집 후 분리 및 건조하여 시험물질로 활용하는 방법은 초미세입자의 영향과 휘발될 수 있는 구성 성분에 대한 영향을 상당 부분 제외시킨 것으로 판단됨
- 시험물질(조리흡)을 실제 노출되는 형태와 가장 유사하게 만드는 것이 중요함
- 현재로서는 다른 화학물질보다 크기가 작은 입자, 특히 기름을 가열하여 형성된 입자의 특성에 관한 연구를 중점적으로 진행하는 것이 합리적이라고 판단됨

❖ 단계적 실험적 접근방법의 제안



- 식용유 에어로졸 발생장치 개발
 - 단계별로 수행 가능한 연구를 우선 진행하기 위해 기존 문헌에서 접근하지 않았던 초미세입자의 영향을 우선적으로 확인할 필요가 있음
 - 발생장치는 균일한 에어로졸의 발생이 가능하고, 시험계(세포, 실험동물)에 자극성 등 물리적인 영향이 최소화 되어야 하며, 농도조절이 용이하고, 유지·보수의 편리함 등이 고려되어야 함
- 개발된 발생장치를 세포시험(in vitro) 및 동물시험(in vivo)을 통해 관련 데이터의 축적
 - 식용유 에어로졸 발생장치를 통한 데이터 축적과 함께 복합물에 관한 발생장치를 추가로 개발하여 실험을 통한 데이터를 추가적으로 축적
- 분석기법 고도화를 통해 복합물로 노출되는 미량 화학물질들에 대한 분석능력 강화

시사점

- ❖ 단계적 연구 및 데이터 축적을 통한 유해성 평가 필요
 - 현재까지 실험적 방법을 통한 발암 상관관계를 해결할 수 있는 방법은 없음
 - 현실적으로 접근할 수 있는 방법을 단계별로 수행하고, 축적된 데이터를 통해 추가 연구방향 및 유해성평가 방안을 검토할 수 있음

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 조리흡의 유해성 확인을 위한 실험적 연구방향 설정을 위한 자료로 활용
 - 기존 실험관련 문헌 정리 및 검토 결과를 활용하여 연구방향 설정
 - 식용유 에어로졸의 영향을 확인하기 위한 발생장치 개발 등 후속연구에 활용
- ❖ 증기발생장치, 일반 나노입자 생성장치, 담배 발생 장치 등을 변형하여 활용하는 방안을 제시하였으며, 이를 참고하여 다양한 방식의 발생장치 개발



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 흡입독성연구센터 흡입독성시험부 김용순
- 연락처 : 042-869-8511
- e-mail : somays@kosha.or.kr

04

흡입독성시험 결과 활용도 제고를 위한 Benchmark Dose 도입 연구(II)

 연구기간 : 2023년 1월 ~ 2023년 11월

 핵심단어 : Benchmark dose, 흡입독성, 표준절차



Highlight

- ▶ 본 연구에서는 문헌조사와 실제 흡입독성데이터를 이용한 사례분석을 실시하여 benchmark dose 분석 절차 및 분석 방법을 제시하였음. 또한 표준작업절차의 제안을 통해 독성데이터의 생산자 입장에서 활용할 수 있는 benchmark dose 분석가이드를 제공하였음

1. 연구배경

- ▶ 사람의 독성평가 자료로 활용하기 위하여 수행하는 흡입독성시험결과의 활용성을 높일 필요성이 있음
- ▶ 화학물질의 사람에 대한 위해성 평가(risk assessment)시에 용량-반응 평가단계에서 동물실험 결과를 활용하고 있으며, 활용하는 결과 값의 형태는 NOAEL, LOAEL, Benchmark dose(BMD) 등이 있음
- ▶ 흡입독성시험결과의 활용성을 높일 수 있는 방안으로 미국 환경보호국(EPA), 유럽 식품안전청(EFSA), 세계보건기구(WHO) 등에서 NOAEL/LOAEL보다 유용한 것으로 평가받는 BMD를 흡입독성시험결과에 도입할 수 있는 방법을 모색하고자 하였음
 - ※ NOAEL(무독성량, No-observed-adverse-effect level): 독성이 관찰되지 않는 용량
 - ※ LOAEL(최저독성량, Lowest-observed-adverse-effect level): 독성이 관찰된 가장 낮은 용량
 - ※ Benchmark dose(BMD, 기준용량): 용량-반응 곡선을 이용하여 독성영향이 대조집단에 비해 일정비율 이상 증가했을 때 이에 해당되는 투여용량(노출농도)을 추정함

2. 주요연구내용

연구결과

❖ BMD 분석 절차 수립

- BMD 분석은 데이터에 대한 BMD 분석 가능성 평가 후에 BMR(benchmark response) 선택, 데이터 모델링, 결과의 리포팅 순으로 진행함. BMD 분석 가능성 평가 시에는 충분한 데이터가 있는가, 유의미한 경향이 있는가, 충분한 용량군이 있는가, 용량-반응 관계가 있는가 등을 확인함
- BMDs(benchmark dose software) 프로그램을 이용한 실무적 관점에서는 데이터의 평가, 데이터 입력, 분석 정보입력, BMR 선택, 리포팅 옵션 설정, 데이터 모델링, 리포팅으로 분석절차를 세분화할 수 있음

❖ BMD 분석

- 자체 수행한 흡입독성시험 결과 중 14개 물질, 19개 시험, 307개 변수에 대하여 분석을 수행하였음. BMD 분석 가능성 평가단계에서 아래의 기준을 적용하였음
 - 시험물질에 의한 영향이 관찰된 시험물질을 선택
 - 사망 등으로 인해 대조군을 제외한 용량군의 수가 3개가 되지 않는 시험은 제외
 - 각 시험에서 시험물질 영향이 관찰된 항목 중 용량의존성이 있다고 판단되는 변수에 대해 분석을 실시
- BMD 분석을 실시한 307개의 변수 중 235개의 변수(76.5%)에서 적절한 model fit을 도출하였음. 72개의 변수에서 적절한 model fit을 찾을 수 없었던 가장 큰 이유는 데이터 평가 단계에서 용량-반응 관계에 대한 평가가 부족했기 때문인 것으로 사료됨
- 각 변수는 연속형 또는 이분형 데이터로 분류되는데, 이분형 데이터를 분석할 때는 분석할 결과값의 형태를 결정해야 하며, 이 때 조직병리 등에서는 발생률(incidence)과 함께 정도(severity)도 반영할 것인지 고려해야 함
- BMD와 NOAEL의 연관성 평가 및 4주 시험결과를 이용한 13주 시험결과 예측에 BMD를 사용하고자 할 때는 독성변화를 보이는 모든 변수에 대한 분석은 오히려 노이즈(noise)가 될 수 있으므로 각 시험에서 독성판단의 가장 핵심이 되는 변화(변수)를 선택하여 이를 중심으로 평가하는 것이 적절하다고 사료됨

❖ BMD분석 표준작업수순서 제안

- 반복독성시험 결과에 적용할 수 있도록 BMD 분석 절차 및 방법에 대한 조사결과와 실제 BMD 분석 결과를 토대로 표준작업수순서를 제안하였음

의의

- ❖ BMD의 실제 분석방법과 절차에 대해 설명한 한글자료로, 유해성 평가자가 아닌 독성데이터의 생산자 입장에서 활용할 수 있는 BMD 분석 가이드를 제공함
- ❖ 연속형 데이터의 용량의존성 여부를 판단하는 통계학적 도구로도 활용 가능

3. 연구활용방안

활용방안

- ❖ 「흡입독성시험 및 평가」 사업에 활용
- ❖ 기술지침·매뉴얼 및 개발 등에 활용



연락처

- **연구책임자** : 산업안전보건연구원 흡입독성연구센터 흡입독성시험부 이미주
- **연락처** : 042-869-8512
- **e-mail** : mjlee@kosha.or.kr

05

GST-P를 활용한 화학물질에 의한 전암 병변 조기 탐색 연구 - 간을 중심으로

- 📅 연구기간: 2023년 1월 ~ 2023년 11월
- 🔍 핵심단어: 간, 전암 병변, GST-P, 발암성, 스크리닝



Highlight

- ▶ 발암성시험의 스크리닝을 위한 간의 전암 병변 탐색 마커로 면역염색법과 GST-P의 활용 여부를 분석한 결과 추후 시험을 위한 보조적 데이터로 활용 가능할 것으로 판단됨. 또한 발암원의 주요 특성을 고려하여 발암성시험 대상 물질의 3단계 구분을 제안하여 시험 진행 및 자료 분석 시 해당 구분법을 활용할 수 있을 것으로 기대됨

1. 연구배경

- ▶ 화학물질의 발암성을 확인하기 위해 기존에 실시해 왔던 동물을 이용한 발암성시험은 대규모, 장기간의 시험을 요구함. 따라서 동물 윤리 및 시험의 효율성을 고려해 동물을 사용하지 않거나 적게 사용하여 화학물질의 발암성을 탐색하기 위한 스크리닝 연구들이 계속되고 있음. 이와 더불어 관련 기전 정보 및 증거 가중치 등의 적용을 함께 고려하여 발암성 관련 연구사항에 대한 최신화가 필요함
- ▶ 최신 연구에서 전암성 병변을 확인함으로써 발암성의 탐색이 가능하다고 알려져 있으며, 실험동물의 간 조직에서 유전자 분석 및 면역조직화학 염색 등의 방법을 통해 간 대사 효소의 일종인 글루타치온 S-트랜스퍼라제 P-form (GST-P)를 마커로 이용하여 종양 이전의 전암 병변을 확인할 수 있다고 알려져 있음
- ▶ 이를 활용하여 기존의 염색 방법을 통해 확인하기 어려운 소규모나 초기 전암 병변에 대해 선제적으로 확인이

가능할 것으로 생각됨에 따라, 이번 연구에서 GST-P 마커를 이용해 면역조직화학 염색법을 실시하여 실험적 요건을 확립하고, 염색 부위의 정량적 분석을 실시하여 기존의 염색법에 의한 진단과 비교하고자 하였음

- ▶ 이 연구를 통해 흡입독성시험에서 발생할 수 있는 전암성 병변을 조기에 탐색하여 최종적으로 화학물질의 발암성 시험에 활용 가능하도록 기반을 마련하고자 함

2. 주요연구내용

연구결과

❖ 화학물질에 의한 발암성 관련 가이드라인 및 연구 사항의 최신화

- 국제암연구소(IARC)에서 발행하는 발암성 관련 보고서(Monograph)를 중심으로 문헌 탐색을 통해 발암성 탐색을 위해 고려되어야 할 유전적, 비유전적 지표(암 특성)를 확인하였음
- 발암성 및 발암가능성이 있는 1~2B 그룹으로 분류된 (직업관련)화학물질에 대해 관련 기전을 분석한 결과 유전독성 쪽의 특성이 가장 연관성이 높은 것으로 나타났으며, 그 외 세포 증식, 사멸 또는 세포 영양 공급의 변화 (대사적으로 활성화된)전자친화성 관련 특성이 주로 연관된 것으로 확인되었음

❖ 흡입독성시험 수행 실험동물의 시료를 활용한 전암 병변 관련 마커 분석

- 흡입독성연구센터에 보존된 실험동물(랫드, 마우스)의 간 조직을 이용해서 헤마톡실린 및 에오신 염색을 실시하여 기존 염색법을 통한 정상조직, 전암 병변 및 종양 조직을 확인하였고, 면역조직화학 염색을 실시해 전암 병변 마커(GST-P)와 세포 증식 마커(PCNA)를 염색하였음
- 마우스의 경우 2년 동안 발암성 화학물질인 테트라클로로에틸렌(Tetrachloroethylene)에 노출시켜 헤마톡실린 및 에오신 염색에서 종양, 변이소 또는 과다형성이 확인된 개체의 시료에서 GST-P 및 PCNA 마커가 다량 염색되었음. 동일 물질에 대해 90일간 노출시켰던 시료에서 기존 염색에서 정상으로 확인된 경우에서도 정상 시료보다 많은 양의 마커가 염색되었음
- 랫드의 경우 2년 동안 사육한 정상 동물의 간 시료에서 기존 염색에서 변이소 또는 과다형성이 확인된 경우 GST-P 염색이 증가하였음. 또한 유기용매 또는 향료로 이용되는 화학물질인 n-헵탄올(Heptan-1-ol)에 90일간 노출된 랫드의 간 시료에서 기존 염색을 통한 변이소가 확인되지 않았으나, 소규모로 GST-P 염색 부위가 증가하였음. 이를 통해 기존의 헤마톡실린 및 에오신 염색에서 확인하지 못한 초기 전암 병변의 파악 가능성을 확인하였음

❖ 화학물질의 발암성 관련 최신 연구를 고려하여 발암성시험의 스크리닝 방식 제고

- 흡입 발암성시험의 효율적 운용을 위해 시험물질 선정과 관련하여 스크리닝을 위한 적용 방식을 추가 탐색 하였음. 문헌 조사를 통해 유전독성 양성 결과 등의 발암원의 특성을 고려한 작용기전(MOA)와 효력을 함께 고려해 시험물질을 3단계로 추가 분류할 것을 제안하였음

🔍 시사점

- ❖ 산업현장에서 이용되는 화학물질 중 발암원으로 여겨지는 물질들의 문헌 분석을 실시하여 유전독성, 세포 증식/사멸 또는 영양 공급의 변화 등의 발암 관련 주요 특성(기전)을 확인하였음
- ❖ 전암 병변 마커로 알려진 GST-P의 면역 염색 및 분석을 실시한 결과, 실험동물의 간 시료에서 해당 마커의 발현 증가를 확인하였고 특정 화학물질 노출에 의한 비정상적 발현이 확인되었음. 이를 통해 간의 전암 병변에 대한 선제적 스크리닝이 가능할 것으로 사료됨.

3. 연구활용방안

🔍 활용방안

- ❖ 향후 흡입 발암성시험의 효과적인 시험물질 선정을 위한 자료로 활용
- ❖ 기존 독성시험의 잔여 시료를 활용하여 화학물질에 의한 독성관련 자료의 보조적 생산 및 응용



연락처

- 연구책임자 : 산업안전보건연구원 흡입독성연구센터 흡입독성시험부 조은상
- 연락처 : 052-703-0812
- e-mail : escho@kosha.or.kr



2023 산업안전보건연구 요약집

2024-산업안전보건연구원- 124

발행일 2024년 3월
발행인 산업안전보건연구원 원장 박승현
발행처 안전보건공단 산업안전보건연구원 연구기획부
주 소 44429 울산광역시 중구 종가로 400 (북정동)
연락처 전화 052-703-0815 / 팩스 052-703-0331
홈페이지 <http://oshri.kosha.or.kr>
인 쇄 맑은기업
ISBN 979-11-93642-60-3

* 본 책자 저작권은 안전보건공단 산업안전보건연구원에 있습니다.