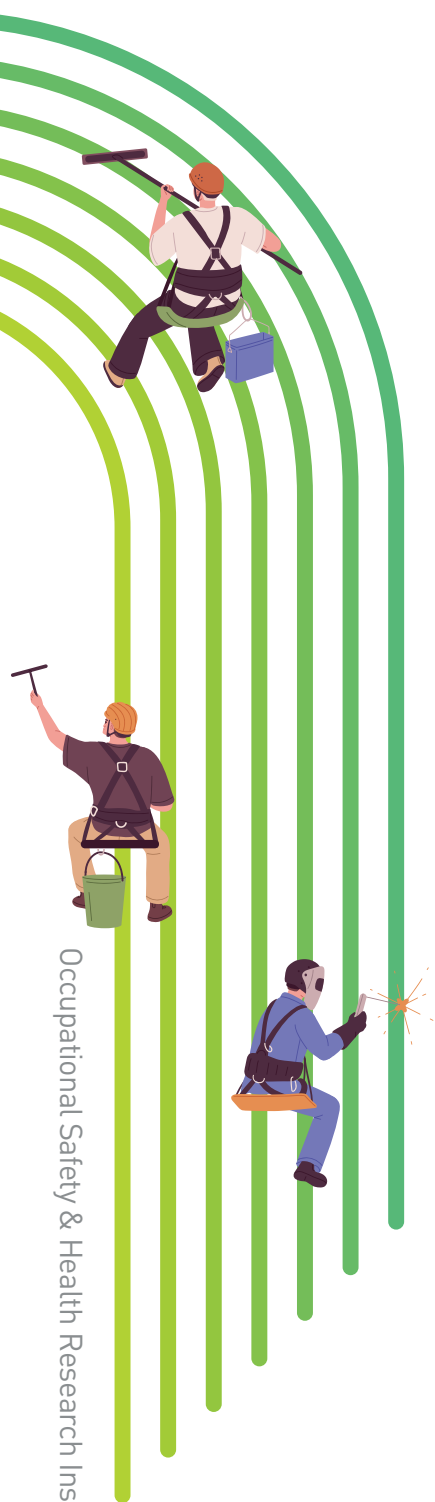


2022 산업안전 보건연구 요약집



Occupational Safety & Health Research Institute

산업재해예방

안전보건공단

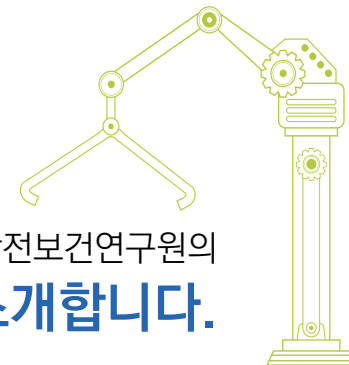
산업안전보건연구원





산업안전보건연구 요약집

Occupational Safety & Health Research Institute



2022년 산업안전보건연구원의 연구 결과를 소개합니다.

산업안전보건연구원은 노동자의 건강과 안전을 지키기 위하여 해마다 80여건 내외의 연구를 수행해 오고 있습니다. 그간 우리 연구원의 연구 결과는 작업장의 부상과 사망을 예방하기 위한 위험기구 개선, 노동자 건강을 위협하는 화학물질의 관리, 작업현장의 발암물질 저감, 직업병의 발견과 예방, 건강증진, 안전문화의 정착, 정부의 정책, 법과 제도의 개선에 활용되었습니다.

최근 변화하는 노동환경과 산업구조로 인해 안전보건 분야에 필요한 연구는 다양해졌고, 각계의 연구수요의 폭도 넓어졌습니다. 플랫폼 노동의 저변화, 서비스업 노동환경의 여러 문제들, 산업안전보건 분야의 주 무대로 등장하는 다양한 직업군들로 인해 보다 넓은 시각의 안전보건연구를 고민해야 할 시기가 되었습니다. 이러한 변화를 감안하고, 필요한 연구분야를 누락하지 않으면서도 연구의 우선순위를 잃지 않기 위하여 2022년 산업안전보건연구원은 「OSHRI 연구로드맵」을 구축하였고, 이에 충실한 연구를 수행 하였습니다.

산업안전보건연구원의 연구로드맵은 7개의 전략주제와 26개의 전략과제로 이루어져 있습니다. 7대 과제로는 여전히 선진국보다 높은 수준인 **사망재해의 감소**, 산업구조 변화에 따라 점점 중요해질 **산재취약계층 보호**, 노동인구 고령화와 함께 증가하고 다양화될 **직업성질병 모니터링**, 새로운 산업의 위험을 미리 감지하는 **미래 안전보건 이슈 선제 대응**, 직업건강을 넘어서, 일과 노동자의 삶을 돌아보는 **일하는 사람의 웰빙**, 여전히 중요한 **화학물질관리**, **안전보건수준과 역량 강화** 등으로 꾸려져 있습니다.

사망재해의 감소를 위한 연구 부문에서 주목할 연구결과가 많았습니다.

그간 사망재해의 중요한 원인 중 하나인 사다리 작업의 위험을 예방하기 위하여 『이동식 사다리 작업의 위험요인분석 및 대체품 개발에 관한 연구』, 『사다리식 통로의 구조에 대한 안전기준 검토』에서는 사망위험이 낮은 대체품 사다리를 제시하고, 사다리식 통로 구조의 안전기준을 검토했습니다. 추락의 원인이 되는 달비계를 개선하기 위해 『달비계 작업용 합성섬유로프의 사용 안전성 개선 연구』에서 로프의 강도를 판단할 기준을 제안했습니다.

중독질환이 걱정되는 사업장에서는 『중대재해처벌법 시행에 따른 급성중독 위험직무 예측』을 꼭 한번 권합니다. 이 연구는 「중대재해처벌법」 대상인 급성중독성질환을 예방하기 위해 스프레이작업, 밀폐작업 등 10대 작업을 정리했습니다.

위험기계·기구나 화학물질 등의 사망재해의 직접적 원인 뿐 아니라, 사망사고의 사회경제적 분석도 흥미롭습니다. 『기업의 재무자료를 활용한 사고사망 발생 기업의 특성 분석』 연구는, 기업의 규모, 종업원 수, 남직원 비중, 정규직 비중 등과 함께, 외국인주식보유율, 자기자본비율, 매출액, KIS신용평점, 기계장치비중, 노동장비율, 평균임금 등이 사망재해 발생에 중요한 변수라고 판단했습니다. 『사망사고 발생 사업장의 특성 분석』에서는 다양한 분석을 반복한 결과, 사고사망은 특별한 하나의 원인이 있는 것이 아니라 전체적인 안전보건시스템이 원인이라는 결과를 제시하여, 종합적인 안전관리의 필요성을 말하였습니다.

산재취약계층 보호를 위한 연구 부문은 그간 보지 못했던 직종을 돌아보았습니다.

이 연구분야에서는 화물운송종사자, 돌봄 종사자, 프랜차이즈, 수산물 양식업 등 그간 우리의 관심을 많이 받지 못한 직종에 눈을 돌렸습니다. 특히 아직도 사회적 이슈가 되고 있는 직종인 화물운송종사자들의 안전보건을 위해서 『화물운송종사자의 산업재해실태와 보호 방안』 연구는 실태를 개괄한 후 구체적인 법적 보완사항을 제안하였습니다.

여성 고령 노동자가 대부분인 돌봄 종사자를 위해 수행된 『돌봄 종사자의 안전보건실태 및 건강보호 방안 마련』 연구는 열악한 근무조건(불안정한 고용, 언어폭력, 감염 등 노출)을 살펴보고, 사회적 인식 개선과 함께 돌봄 현장별로 적용될 수 있는 맞춤형 돌봄 서비스 유형에 따른 업무지침이 필요함을 제시했습니다. 『프랜차이즈 가맹본부의 산재예방 조치 이행 실태조사 및 개선방안 마련』은 가맹점과 본부의 자율적인 안전보건 활동을 유도하기 위한 인증 프로그램의 방향성을 제시했습니다.

직업성질환 모니터링 주제에서는 산업안전보건연구원이 연간 수행하는 연구뿐 아니라, 직업성질환 역학조사와도 연계하여 수행하는 연구분야입니다.

2022년 연구에서 발견한 대표적인 결과는 『플라스틱제조업과 중추신경계암』 연구에서 볼 수 있습니다. 플라스틱제조업은 그간 우리 연구원이 운영해 온 빅데이터 중 하나인 ‘사업장기반 암 감시’ 체계에서 중추신경계암 발병률이 높은 업종이었습니다. 2022년의 이번 연구는 이를 보다 상세히 분석해 본 연구였는데, 1996년~2000년에 플라스틱제조업에 입사한 집단에서 중추신경계암의 표준화 발병비가 높았습니다. 특히 입사 후 약 5~11년의 경과된 2005년~2007년 시점에 전체업종 대비 1.81~1.88배의 중추신경계암 발생위험을 보였습니다. 우리 연구원은 다양한 노동자의 암에서 예방적 연구를 연속할 계획입니다.

미래안전보건이슈 선제대응 부문에서는 떠오르는 새로운 산업들, 변화하는 작업환경을 위한 안전보건의 방향을 연구했습니다.

미래의 안전보건의 중요한 방향 중 하나는 노동자 개인의 필요에 맞춘 안전보건의 개인화입니다. 『직독식장비의 활용을 통한 작업환경관리방안(Ⅰ)』 연구는 PID 직독식장비를 개발했는데, 이는 유기화합물의 농도를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 장비로 사업장의 자율적 예방활동에 큰 도움이 될 것입니다.

이차전지는 최근 떠오르는 새로운 산업분야 중 첫 번째로 꼽을 수 있는 중요 산업입니다. 『국내 이차전지 산업 현황 및 취급 화학물질 관리방안(Ⅰ)』 연구는 먼저, 일반 현황과 중요 화학물질 상황을 정리했습니다. 『3D 프린터에서 발생하는 ABS 나노물질의 흡입독성 연구(Ⅰ)』에서는 증가하는 3D 프린터에서 발생하는 화학물질의 독성을 검토했습니다. 『신재생에너지 관련 위험요인 예측 및 안전 기준 개선』에서는 태양광 및 풍력 관련 신기술 신공법에 대한 직무위험을 분석했습니다. 『건강한 재택근무 환경 조성을 위한 가이드 개발』 연구는 늘어나는 재택근무의 안전보건기준을 검토했습니다.

일하는 사람의 웰빙 부문에서는 노동자에서 가장 광범위한 질병 중 하나인 뇌심혈관계질환의 관리에 대해 고민하였습니다.

『국가보험 시스템을 활용한 뇌심혈관질환 발병위험 상관관계 분석』은 고령화 패널조사 자료를 분석 결과 장시간 근로, 휴식 부족, 근골격계 통증, 주관적 건강상태, 직무스트레스 등이 뇌심혈관계

발생위험을 높인다는 점을 확인했습니다. 『뇌심혈관질환 발생 고위험 직종 실태조사』의 보고서를 보면, 고위험 직종을 위한 실태조사표를 개발하고, 학교, 병원, 백화점 건물청소원에 대한 실태조사를 했습니다. 『유통업체별 입점업체 종사자 감정노동 보호방안 연구』를 통해, 유통업체 감정노동자 종사자 보호의 현 상황을 검토했습니다.

화학물질관리 부문 연구는 화학물질의 정책과 독성규명 양쪽 분야에서 보고서가 나왔습니다.

『산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식 개선』 연구는 2022년 연구 중 매우 중요한 성과라고 생각합니다. 이 연구는 「산업안전보건법」 화학물질 규제의 사회경제성 분석을 위한 기존 평가방식을 개선하여, 사회경제성 분석에서 핵심적 역할을 하는 주요 건강편익을 재산정 하였습니다. 향후 법제도 개선에 객관적 근거를 도출함에 있어 중요한 결과로 인용될 것으로 전망됩니다.

『물질안전보건자료(MSDS) 정보를 활용한 화학물질 관리 정책 도출』 연구는 국내 유통 물질안전 보건자료(MSDS)의 품질을 높이고, 활용도를 높일 수 있는 방안과 함께 구축된 방대한 데이터베이스 활용할 방법을 제안했습니다. 『소규모 사업장 화학물질관리 정부 지원 사업 모델 적용(Ⅰ)』은 소규모 사업장에서 화학물질 관리를 실제 수행할 수 있게 하는 정책의 현실성을 고민했습니다. 그 결과 RIEC(인지-구별-평가-조절) 프로그램을 제안했고 시범사업을 통해 실현 가능성을 보여주었습니다. 『금속제품 세척제 관련 화학물질 규제변화의 영향조사 및 개선방안 마련』은 2022년 세척제 급성중독 사고를 배경으로 수행된 연구입니다. 우리나라는 시장 내에 위험을 외부화하는 정책, 문화가 지배적 이어서 규제가 성공하기 어려운 상황이며, 세척제 사용 기업만 관리하는 것으로는 충분하지 않음을 역설하였습니다.

화학물질의 독성을 검토하고 시험하는 연구 역시 다수 수행되었으며, 특히 『화학물질 유해성 평가를 위한 디지털 독성병리 적용시스템 기반 구축 연구』는 동물실험을 통해 생산되는 병리결과를 디지털 시스템으로 구축하겠다는 연구입니다. 이는 흡입독성센터에서 실시한 흡입독성 시험의 자료를 이용한 전체슬라이드이미지 데이터를 전산으로 구축할 계획이며, 향후 국가적으로 자료를 공유함으로써 국가의 과학기반에 기여할 수 있습니다.

안전보건수준과 역량 강화 부문은 법적, 제도적 보완과 개선, 감독방안의 개선 등을 수행하였습니다.

먼저 『고용·노동 환경 변화에 따른 산업안전보건법 상 근로자 보호 방안』에서는 기존의 노동 관련 법령으로 보호받지 못하는 사각지대 노동자를 보호하기 위한 법적 고안, 지방자치단체의 역할 강화 등의 제안을 하였습니다.

도급과 수급은 여전히 우리나라 안전보건분야의 뜨거운 감자입니다. 『도급에 따른 산업재해 예방조치 효율적 이행 및 개선방안』 연구는 도급인 책임범위 확대에 대한 교육 및 홍보와 업종별 위험성평가 매뉴얼 구축의 필요성을 설명합니다. 『유해·위험작업 시 관계수급인 근로자의 실질적인 보호를 위한 도급금지 및 도급승인 제도의 효율적인 시행방안』 연구는 안전보건평가기관의 인력 및 설비 기준 제시 및 도급승인 절차의 합리화 방안 제시해 보았습니다.

고용노동부의 감독 방법은 산업안전보건의 현장작동성과 긴밀한 관계가 있습니다. 『사업장 점검·감독 연계 강화 방안』, 『해외 산업안전감독 제도 분석』, 『해외 중대재해 처벌에 관한 사례 분석』, 『산업재해 예방을 위한 합리적 제재방안 연구』 등은 산업안전 감독과 제제의 합리화를 위해 수행 되었습니다.

우리나라 산업보건서비스의 대표적 프로그램인 특수건강진단의 과학적·의학적 정합성을 높이기 위한 연구로 『근로자건강진단 청력검사 부적합사례 분석 및 문제해결 가이드 개발』이 수행되었습니다. 이를 통해 청력검사 검사자가 스스로 문제를 해결할 수 있도록 부적합 사례 및 해결방법을 제시 하였습니다. 또, 『특수건강진단 폐활량검사분야 정도관리 기준 개선』 연구는 폐활량검사의 적합성 기준을 모두 만족하는 그래프를 얻기 위한 방법과 판단을 구체적으로 설명했습니다. 산업보건서비스 중 다른 한 축인 작업환경평가제도는 3년 이상 제도개선의 로드맵을 착실히 따라가고 있는데, 『포괄적 작업환경 평가 시범사업 연구(Ⅲ)』에서는 시범사업 등 개선에 박차를 가했습니다.

산업안전보건연구원의 연구는 여러분의 관심을 통해서만 성장할 수 있습니다. 보다 과학적인 연구, 긴 안목의 연구로 사랑받는 산업안전보건연구원이 되겠습니다.

산업안전보건연구원장

김 은 아



C O N T E N T S

I

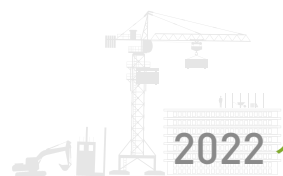
정책제도

01. 고용·노동 환경 변화에 따른 산업안전보건법 상 근로자 보호 방안	14
02. 사망사고 발생 사업장의 특성 분석	19
03. 기업의 재무자료를 활용한 사고사망 발생 기업의 특성 분석	23
04. 화물운송종사자의 산업재해실태와 보호 방안	27
05. 재택근무 근로자 보호를 위한 법제 방안	32
06. 산재예방사업 특성별 평가 프로세스 확립 방안	37
07. 노동·산업구조 변화 및 노동전환에 대비한 산업안전보건 개선 방안	41
08. 서비스업종의 산업재해 위험요인 분석	45
09. 업종 및 규모별 안전보건관리체계 구축 및 지원 방안	49
10. 산업안전보건교육에 대한 국내외 사업장의 이행실태 조사 및 현장작동성 제고 방안	52
11. 사업장 점검·감독 연계 강화 방안	55
12. 해외 산업안전감독 제도 분석	59
13. 해외 중대재해 처벌에 관한 사례 분석	63
14. 사업장 정량정보를 활용한 산재 고위험사업장 선별 효과성평가 및 개선방안 연구	66
15. 새로운 위험요인에 선제 대응을 위한 예방체계 구축방안	70
16. 노사 참여를 통한 안전문화 확산방안	73
17. 산업재해 예방을 위한 합리적 제재방안 연구	76
18. 안전보건체계 구축 지원을 위한 컨설턴트 양성 교육과정 개발	80
19. ESG 경영을 통한 자율안전보건시스템 확산방안	83

II

산업안전

01. 산업현장 소조직부문의 위험성평가 참여 방안 및 역할 검토	88
02. 제조업 유해위험방지계획서 변경 제출 기준 검토	93
03. 사다리식 통로의 구조에 대한 안전기준 검토	96
04. 신재생에너지 관련 위험요인 예측 및 안전기준 개선	100
05. 이동식 사다리 작업의 위험요인 분석 및 대체품(작업발판) 개발	103
06. 도급에 따른 산업재해 예방조치 효율적 이행 및 개선방안	106
07. 유해위험 작업 시 관계수급인 근로자 실질적인 보호를 위한 도급금지 및 도급승인제도의 효율적 시행방안	109
08. 안전관리자 자격기준 강화 방안 마련	112
09. 특수형태근로종사자 대상 안전조치 이행 실태조사 및 개선방안 도출과 효과적인 감독방안 검토	115
10. 건설업 산업안전보건관리비 계상기준 검토	118
11. 소규모 건설현장 안전보건 조치에 대한 매뉴얼 개발	123
12. 건설공사 중 붕괴로 인한 산업재해 예방을 위한 제도개선	126
13. 달비계 작업용 합성섬유로프의 사용 안전성 개선	130
14. 잠수작업 사고사망 원인분석과 안전방안 마련	133
15. 프랜차이즈 가맹본부의 산재 예방 조치 이행 실태조사 및 개선방안 마련	136
16. 폭발위험장소의 불균일 가스혼합기에 의한 화재폭발 위험성	140
17. 폐플라스틱 열분해 유화공정의 안전관리 방안	144
18. 안전밸브 설치대상 및 작동시험 주기의 적정성 검토 및 개선 방안 마련	148
19. 위험물 제조·취급작업장 비상구 설치기준 개선방안 마련	152



C O N T E N T S

III

직업건강

01. 직업병 인과추론 가이드라인 및 통계분석법 개발 (2)	158
02. 근로자건강진단 청력검사 부적합사례 분석 및 문제해결 가이드 개발	162
03. 특수건강진단 폐활량검사분야 정도관리 기준 개선	165
04. 돌봄 종사자의 안전보건실태 및 건강보호방안 마련	169
05. 플라스틱제조업과 중추신경계 암	172
06. 이황화탄소의 생물학적 노출 평가 표준 시료 개발	176
07. 뇌심혈관질환 발생 고위험 직종 실태조사	178
08. 국가보험 시스템을 활용한 뇌심혈관질환 발병 위험 상관관계 분석	182
09. 근골격계질환 예방을 위한 업종별 개선사례 연구	187
10. 산업보건환경 변화에 따른 대응방안 연구(정책포럼)	190
11. 유통업체별 입점업체 종사자 감정노동 보호방안 연구	195
12. 건강관리카드제도 정비 및 이용 활성화 방안 연구	199
13. 직업성 질병 모니터링 체계 사업 운영 현황 분석	203
14. 감염병 예방 및 확산방지 관련 사업주 조치 사항에 관한 연구	206
15. 보건관리전문기관 업무 매뉴얼 마련 및 보건관리자 업무 매뉴얼 최신화	210
16. 질병재해 분류기준 개편방안 연구	212

IV

직업환경

01. 직독식장비의 활용을 통한 작업환경관리방안(I)	218
02. 중대재해처벌법 시행에 따른 급성중독 위험직무 예측	221
03. 한국형 얼굴사이즈 DB 구축 및 호흡보호구 선정 기준(II)	224
04. 국내 이차전지 산업 현황 및 취급 화학물질 관리방안(I)	227
05. 포괄적 작업환경평가 시범사업(III)	230

06. 폭염·한파 건강장해 예방조치 개선방안 연구	233
07. 사업장 휴게시설 실태 및 지원방안 마련 연구	236
08. 건강한 재택 근무환경 조성을 위한 가이드 개발	239
09. 수산물 양식어업 종사자의 유해요인 노출실태 조사를 통한 작업 개선 방안	242
10. 근로자의 플라스틱가소제 노출과 건강영향	245

V

산업화학

01. 물질안전보건자료 정보를 활용한 화학물질 관리 정책 도출	250
02. 화학물질의 피부 노출을 통한 위험성 평가 접근 방안	254
03. 무기도로 내 금속분석을 통한 MSDS 개선 방안	258
04. 화학물질에 의한 직업성 질환 발생 시 체계적 대응을 위한 프로세스 구축	262
05. 소규모 사업장 화학물질 관리 정부 지원 사업 모델 적용 (I)	266
06. 산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석방식 개선	271
07. 금속제품 세척제 관련 화학물질 규제변화의 영향 조사 및 개선방안 마련 연구	274
08. 크롬 및 그 화합물의 노출기준 개정 방향	278

VI

흡입독성

01. 3D 프린터에서 발생하는 ABS 나노물질의 흡입독성 연구(I)	284
02. 메틸화 분석을 통한 산업화학물질의 후생유전학적 발암원성 연구	287
03. 발암잠재력(CSF)과 유전체 비교를 통한 발암가능 화학물질 고찰	291
04. 흡입독성시험 결과 활용도 제고를 위한 Benchmark dose 도입 연구	296
05. 화학물질 유해성 평가를 위한 디지털 독성병리 적용시스템 기반 구축 연구	299
06. 세포형질전환분석법을 이용한 단기발암 예측 연구	302
07. 실험동물의 윤리적 사용을 통한 발암성 흡입독성시험의 신뢰성 향상 연구(렛트)	306



정책제도

01. 고용·노동 환경 변화에 따른 산업안전보건법 상 근로자 보호 방안	14
02. 사망사고 발생 사업장의 특성 분석	19
03. 기업의 재무자료를 활용한 사고사망 발생 기업의 특성 분석	23
04. 화물운송종사자의 산업재해실태와 보호 방안	27
05. 재택근무 근로자 보호를 위한 법제 방안	32
06. 산재예방사업 특성별 평가 프로세스 확립 방안	37
07. 노동·산업구조 변화 및 노동전환에 대비한 산업안전보건 개선 방안	41
08. 서비스업종의 산업재해 위험요인 분석	45
09. 업종 및 규모별 안전보건관리체계 구축 및 지원 방안	49
10. 산업안전보건교육에 대한 국내외 사업장의 이행실태 조사 및 현장작동성 제고 방안	52
11. 사업장 점검·감독 연계 강화 방안	55
12. 해외 산업안전감독 제도 분석	59
13. 해외 중대재해 처벌에 관한 사례 분석	63
14. 사업장 정량정보를 활용한 산재 고위험사업장 선별 효과성평가 및 개선방안 연구	66
15. 새로운 위험요인에 선제 대응을 위한 예방체계 구축방안	70
16. 노사 참여를 통한 안전문화 확산방안	73
17. 산업재해 예방을 위한 합리적 제재방안 연구	76
18. 안전보건체계 구축 지원을 위한 컨설턴트 양성 교육과정 개발	80
19. ESG 경영을 통한 자율안전보건시스템 확산방안	83

01

고용·노동 환경 변화에 따른 산업안전보건법 상 근로자 보호 방안

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 도급인, 수급인, 고용·노동 환경 변화, 근로자성, 불법파견

Highlights

고용·노동 환경 변화로 산업구조가 바뀌면서 기존의 노동관련 법령으로는 보호받지 못하는 안전보건 사각지대 노동자를 실효성 있게 보호하기 위해서는 ① 「산업안전 보건법」상 근로자 개념 확대, ② 산안법과 근기법상의 근로자성 이분화, ③ 고용·노동 환경 변화에 대응하는 국가적 산업안전보건 거버넌스 구축, ④ 지방자치단체의 역할 강화, ⑤ 안전보건관리체계 구축 기준 상시근로자 등 문제점 개선 등 필요

01 연구배경

- 산업현장에서 일하는 근로자나 사업주를 규율하는 법령들의 대부분은 전통적인 제조업 기반의 고용 및 노동 형태에 기반을 두고 있어, 디지털 기술 발달에 따른 플랫폼을 기반으로 하는 고용·노동 형태는 1인 사업주 등 자영업자 비중이 높아지고, 노동의 실질은 사업장의 근로자와 동일하지만 형식은 사업주로 취급되어 근로자성을 인정받지 못해 안전보건의 사각지대로 전락하고 있음
- 1인 사업주 등에 대해서는 고용 형태의 형식적 표지만으로 판단할 것이 아니라 노동의 실질에 근거하여 근로자성 인정 범위를 확대하여 보호하는 것이 헌법에서 규정하고 있는 취지에도 부합함
- 기존 제조업 기반의 전통적인 근로자들도 「파견근로자 보호 등에 관한 법률」과 「산업안전보건법」(이하 '산안법') 제63조(도급인의 안전조치 및 보건조치)에 신설된 단서 규정(다만, 보호구 착용의 지시 등 관계수급인 근로자의 작업행동에 관한 직접적인 조치는 제외한다)에 의하여 도급인의 안전보건활동이 위축될 우려가 있으므로 대안 마련이 필요함
- 최근 근로자성 인정 관련 판례 분석을 통해 산업현장 근로자들을 보호하기 위한 국가적 차원에서 도급인의 안전보건활동이 위축되지 않고 산업현장에서 실효성 있게 도급인의 안전보건활동이 집행될 수 있는 방안을 모색하는 것은 국가의 중요한 책무라고 할 수 있음

02 주요연구내용

연구결과

산안법상 산업재해 예방 도급 규정

- 산안법이 1981년 12월 31일 제정된 이래로 제도개선이 42차례 이루어진 가운데, 산업현장의 안전과 보건을 확보하기 위한 수단으로 안전·보건조치를 위반하여 사고가 발생할 경우 해당 사업주 및 도급인에 대한 책임을 강화하는 방향으로 추진되어 왔음
- 지난 2020년 4월 경기도 이천시 화재사고로 38명이 목숨을 잃은 사건을 계기로 산업현장에서의 전통적인 도급뿐만 아니라 혼재작업으로 인한 위험성이 부각되면서 도급 사업장에서의 유해·위험한 상황은 계속 출현하는 상황에서 현장에서 실질적으로 작동할 수 있는 대안을 마련하는 것은 시급한 과제임
- 산업현장 사고사망의 절반 이상이 발생하는 건설현장의 경우 그 위험성은 더욱 높아지고 있음. 건설기술의 발전과 대형 중장비의 개발로 인해 건설현장은 더욱 고층화·대형화됨에 따라 건설장비 등에 의한 중대재해가 발생할 가능성은 그 만큼 높아지고 안전보건 사각지대 노동자들도 병행해서 증가할 것임
- 중·소규모 건설현장은 노동 강도가 높을 뿐만 아니라 여건이 열악하여 국내 젊은 청년층들이 취업을 기피함에 따라 그 자리를 고령 및 외국인 노동자로 대체하면서 고령으로 인한 인지능력 저하와 외국인들의 문화적 차이나 언어 장벽 등으로 안전사고 발생 가능성은 한층 더 높아질 것으로 예상됨
- 산안법상 도급인의 책임을 지속적으로 강화하고 별도의 정의규정을 두어 민법 제664조와는 다른 정의를 하고 있지만 고용·노동 환경의 변화로부터 보호받지 못하는 노동자는 여전히 존재하므로 산안법상 보호할 수 있는 실효적인 방안 마련은 시급한 과제임

도급계약과 근로자성

- 노동관계법령상의 근로자의 기준에 대해서는 각각의 법령에서 상이하게 정의하고 있음. 노동관계법령의 기본법이라고 하는 「근로기준법」(이하 '근기법')상의 근로자란, 직업의 종류와 관계없이 임금을 목적으로 사업이나 사업장에서 근로를 제공하는 사람이라고 정의하고 있어 통상 월급을 받는 노무제공자라면 근기법상 근로자성을 인정받는데 문제가 되지 않지만 도급계약을 통해 업무를 수행하는 경우 근로자성이 인정되는지 여부가 쟁점임

- 통상 근기법상 근로자 개념과 비교되는 것이 노동조합 및 「노동조합 및 노동관계조정법」(이하 '노조법')에서 정의하고 있는 근로자 개념임. 노조법에서는 근로자란 직업의 종류를 불문하고 임금, 급료 기타 이에 준하는 수입에 의하여 생활하는 자를 말한다고 규정하고 있어 근기법상 근로자 개념보다 포괄적임. 따라서 근기법상 근로자는 인적종속성이 강하고 노조법상 근로자는 경제적 종속성이 강하다고 볼 수 있음

- 최근 근로자성 인정 관련하여 쟁점이 되고 있는 도급계약의 경우 도급인과 수급인 사이에서 지시·감독관계 여부가 있는지 불분명하여 일반적인 임금 근로자라고 판단하기에 불분명한 측면이 존재함. 최근 도급계약 형태와 관련하여 근로자성 인정여부가 쟁점이 된 사안들에 대한 판례 동향을 분석하여 산안법상 근로자 보호와의 관계를 고찰하여 문제점을 도출해 보고자 함

❖ 도급인의 의무이행과 불법파견

- 2019년 산안법 전부개정으로 도급인의 책임이 강화되었고, 「중대재해처벌법」(이하 '중대법')이 2021년 1월 26일 제정되어 2022년 1월 27일부터 상시근로자 수 등의 조건에 따라 단계적으로 시행되고 있음. 중대법상 보호대상인 종사자에는 근로자에 대한 수급인의 직접적인 안전보건 확보의무를 규정하고 있어 산안법 보다 직접적인 규율이 가능하게 하고 있음
- 반면, 「파견근로자 보호 등에 관한 법률」은 법령에 정한 파견대상 직종 외에 사업주가 제3자의 근로자에게 지휘·명령을 하는 것을 위법한 근로자 파견으로 규정하고 있어 양 법률 사이에는 항상 애매한 영역이 존재함. 그 결과 양 법률 사이에서 서로 모순되지 않는 해석이 필요하여, 이는 산업현장에서는 가장 큰 고민거리인 것으로 각종 실태조사에서 확인되었음
- 따라서, 본 연구에서는 종전의 산안법에 따른 조치와 불법파견의 관계에 관한 판례와 행정해석 등을 참고하여 기존의 산안법이나 2022년 1월 27일부터 시행되는 중대법 준수에 따른 도급인의 의무 이행과 불법파견의 문제가 될 수 있는 상황에 대해 고찰해 보았음

❖ 사업장 등 안전보건관계자 실태조사

- 도급인과 관계수급인이 혼재하여 작업하는 대형 사업장에는 직접 고용된 근로자, 하청 근로자, 용역 근로자, 파견 근로자, 1인 자영업자, 특수형태종사자 등 다양한 형태의 사람들이 노무를 제공하고 있지만 그들을 보호해야 할 보호주체는 다른 경우가 대부분이고 1인 사업주라도 노동의 실질은 하청 근로자와 동일하지만 그들을 보호해야 할 주체는 존재하지 않음. 이러한 상황에 대해 원청인 도급인의 역할에 대해 면담과 설문을 통해 의견을 수집하여 정리하였음
- 특히, 산안법 제63조 단서조항의 신설로 도급인이 관계수급인 근로자를 대상으로 보호구 착용 등의

작업행동에 관한 직접적인 조치를 제외하는 규정을 둠으로써 과거보다 도급인이 수급인이나 수급인 소속 근로자를 대상으로 하는 안전보건활동을 추진하는 것을 꺼려지게 만들고 있는 요소인 것으로 나타남

- 대형 사업장에서 도급 등 혼재작업이 진행되는 상황에서는 원청인 도급사업주가 1인 사업주를 포함한 모든 노무제공자를 실질적으로 보호할 수밖에 없다는 사실에 대체로 동의했고, 정부에서는 도급인이 관계수급인뿐만 아니라 중대법상 종사자들을 대상으로 하는 안전보건활동을 적극적으로 추진할 수 있도록 제도개선이 필요하다는 의견을 제시하였음

🔍 시사점

- ❖ 산안법 제63조 단서 조항 신설은 조선소 등 혼재작업인 경우 도급인이 관계수급인 근로자를 대상으로 하는 안전보건활동을 위촉시키는 규정으로 시급한 제도개선이 필요하다는 의견이 다수였고, 정부차원의 해결방안 마련을 희망하였음
- ❖ 대형 사업장 안전보건관계자 면담 및 안전전문기관 종사자 대상 설문에서도 혼재작업인 경우에는 원청인 도급인이 같은 작업장에서 일하는 사람들의 안전과 보건을 책임질 수밖에 없다고 답변하였고, 가장 큰 걸림돌은 불법파견 문제라고 답변하였음
- ❖ 국가에서는 대기업에 대해서는 자율에 맡기고 가능한 모든 역량을 중·소규모 사업장 안전보건활동 지원에 투입하는 것이 가장 적절하다는 의견도 제시하였음

03 연구활용방안

💡 개선방안

- ❖ 산안법상 근로자 개념 확대 제도개선 추진
 - 전통적인 제조업 기반의 근기법상 근로자 개념에서 탈피하여 확대해야만 고용·노동 환경 변화에 따른 다양한 형태의 노무제공자를 보호할 수 있는 가장 확실한 방안임
- ❖ 산안법과 근기법상 근로자성 이분화
 - 산안법과 근기법 및 「산재보상보험법」의 제정 목적과 보호대상이 다르기 때문에 근로자성 인정범위를 제정 목적 등을 감안하여 근로자성 인정범위를 이분화하는 것도 필요함. 산안법상 근로자를 보호하기 위해서는 원청인 도급인의 역할이 가장 중요하다고 하면서 도급인의 안전보건활동을 위촉하게 하는

조치가 존재하면 안 되고 보호 주체를 확대하는 것이 필요함

고용·노동 환경 변화에 대응하는 국가적 산업안전보건 거버넌스 구축

- 사업장에는 법령의 규정보다 법원의 판결 결과에 관심이 높기 때문에 법령의 규정 취지와 법원의 판결 내용이 모순되거나 일치되지 않는다면 해당 법령의 준수도가 떨어질 것임. 따라서 행정부·입법부·사업부 간의 국가적 차원의 거버넌스를 구축하여 노동자 보호를 위한 제도개선을 추진하는 것이 필요함

지방자치단체의 역할 강화

- 2021년 5월 18일자로 산안법에 지방자치단체가 산안법상 노동자 보호의 주체로 들어 왔지만 중대법에서 규정하고 있는 지자체의 역할과 위상에는 미치지 못하는 측면이 있기 때문에 지자체의 위상을 높이는 제도개선도 필요함

안전보건관리체계 구축 기준 상시근로자 등 문제점 개선

- 고용·노동 환경과 산업구조가 변하면서 과거 제조업 기반의 인적종속성에 중점을 둔 근기법상의 상시근로자수에 의존하는 체계 구축 기준보다 위험성에 노출되는 정도에 비례하는 노동자 보호에 중점을 두는 대안 모색도 필요함. 업종에 따라 노동집약과 시설 집약 등 형태가 다양하기 때문에 과거의 기준에만 집착하는 것은 다양한 고용과 노동형태에 대응하는 기준으로는 한계점이 있으므로 대안 마련을 고민해야 함



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 김명준
- 연락처: 052-703-0821
- e-mail: kmj1111@kosha.or.kr

02

사망사고 발생 사업장의 특성 분석 (실효적 감독방향 제시를 중심으로)

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 산업재해, 사고사망, 사고예방, 사고원인, 효과적 감독

Highlights

사고사망 재해의 취약부분(3대 재래형 재해, 고령, 외국인, 3대 위험 직종, 비정규직), 중북 사고사망 발생 사업장과 신규 사업장에 감독을 집중할 필요가 있으며, 현장 감독 시에는 위험성평가의 작동성과 관리감독자의 역할 강화에 집중하고, 안전보건대표자 제도를 신설하여 현장에서 관리감독자와 안전보건대표자를 중심으로 전체 노동자의 의식을 변화시켜 나가는 전략 필요

01 연구배경

- 제조업의 사고사망 재해에 대한 전체적인 데이터 분석과 함께 현장을 중심으로 사고사망 재해 발생의 직접 원인을 야기한 사업장의 시스템, 간접 원인인 법제도의 문제점 등을 찾아 사고사망 재해예방을 위한 효과적인 감독 방향 및 사업체와 정부의 접근방향을 제시하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 사고사망 재해가 발생하는 사업장은 사고사망이 발생하는 특정한 성질이 있는 것이 아니라 전체적인 안전보건시스템 문제의 결과임
- 사고사망 재해 데이터 분석 결과
 - 재해발생일 기준의 산재통계 활용 정책수립과 감독대상 선정을 목적으로 할 때는 공식통계인 '요양결정일' 기준보다는 '재해발생일' 기준을 사용하는 것이 바람직
 - 취약부분에 집중 필요 사고사망 발생의 취약부분(3대 재래형 재해, 고령, 외국인, 3대 위험 직종, 비정규직)이 노동력 변화에 따라 더 취약해지고 있음
 - 떨어짐, 끼임, 부딪힘 사고사망 비율 : (2002년) 53.7% ▶ (2021년) 63.6%

- 고령 노동자(55세 이상) 사고사망 비율 : (2002년) 13.0% ▶ (2021년) 59.3%
- 외국인 노동자 사고사망 비율 : (2002년) 4.9% ▶ (2021년) 11.3%
- 기능원 및 관련 기능 종사자·단순노무 종사자·장치, 기계 조작 및 조립종사자 사고사망 비율 : (2002년) 61.2% ▶ (2021년) 84.4%
- 비정규직 노동자 : (2012년) 45.3% ▶ (2021년) 56.6%

- ◆ **사고사망 재해 발생 후 1년 이내 감독 집중** 사고사망 재해(2001년~2021년: 20,527개소, 22,362명)의 8.1%*(712개소, 1,811명)가 사고사망이 발생했던 사업장에서 발생
* 2020년 전체 사업장 수(2,719,308개소)에서 사고사망 발생 사업장 비율 : 0.03%

- 중복 사고사망 발생 사업장(712개소)에 대한 재해예방은 제조업(277개소, 38.9%), 운수·창고 및 통신업(131개소, 18.4%)에 집중하는 것이 효율적
- 중복 사고사망 발생 사업장 중 37.9%(412개소)가 1년 내 다시 사고사망 재해가 발생하므로 사고사망 발생 후 1년 내 감독 필요

- ◆ **신규 사업장에 대한 감독 집중** 산재보험 성립일 이후 건설업은 6개월 이내, 제조업은 2년 이내, 그 외 업종은 1년 이내 감독을 하는 것이 사고사망 예방에 효율적

- 산재보험 성립일 이후 사고사망 발생 비율 : 건설업 6개월 이내 22.1%, 제조업 2년 이내 21.6%, 서비스업 1년 이내 19.0%, 기타 업종 1년 이내 20.6%

- ◆ **근무형태에 따른 안전관리 필요** 토요일, 일요일과 밤 10시부터 새벽 5시 사이에 사고사망 재해 발생 확률이 높은 편이므로 사업장 근무형태에 따라 안전관리자 선임 방법을 규정할 필요가 있음

사업장 면담 조사 결과

- ◆ 사고사망 재해의 근본 원인(간접 원인)은 6가지 범주(사회적 문제, 정부의 문제, 경영진의 문제, 안전관리 시스템의 문제, 관리자의 문제, 노동자의 문제)로 구분(본문 표 IV-3 참조)
- ◆ 모든 문제는 결국 경제적인 문제(수익)와 연관되었고, 문제 해결의 핵심에는 경영진의 의지가 있음
- ◆ 사회적 문제 중 가장 큰 문제는 국민의 낮은 안전의식이고, 정부는 경영진의 의지를 높일 수 있는 강제수단(감독과 처벌, 자율관리 등)과 유인책(경제적 인센티브 등)을 어떻게 효과적으로 적용할 것이냐가 중요
- ◆ 사업장 문제의 가장 핵심은 경영진의 의지를 높일 수 있는 방안이며, 형식적인 위험성평가를 실효성있는 위험성평가로 전환하거나 현장이 안전관리의 주체가 되고 안전관리부서는 지원을 하는 체제로의 전환이 필요

- ◆ 인적 문제로는 노동자와 함께 일하는 관리감독자의 역할과 역량 부족이 가장 큰 문제임. 또한 안전 관리자들은 노동자들의 낮은 안전의식에 대해 많은 지적과 변화가 필요함을 지적

시사점

- ◆ 데이터 분석 결과에 기초하여 감독을 집중해야 할 위험 집단 및 감독 시기 등에 대한 감독 전략이 필요
- ◆ 사업장 면담조사를 통해 밝혀진 현장의 문제에 대해 아래의 제언에서 제시하는 방안을 통한 감독 전략과 제도 개선 필요

03 연구활용방안

제언

- ◆ **사업장의 안전보건 투자확대를 위한 경제적 지원 정책 개선**
 - ◆ 「조세특례제한법」 개정(“안전·보건상의 조치”에 필요한 시설이란 정의 구체화)을 통한 50인 이상 사업장의 세액공제제도 활성화
* 다수의 사업체를 대상으로 하는 경제적 지원 정책은 보험요율 또는 세금을 기반으로 한 인센티브 제도가 가장 효과적
 - ◆ 경제적 지원제도는 위험성평가 제도와 연계하되, 법적 요구사항 이상을 행할 때 혜택 지원
- ◆ **“위험성 평가”와 “관리감독자”에 중점을 둔 감독 수행**
 - ◆ 위험성평가의 본질(위험성 파악과 개선활동)을 쉽게 전달할 수 있도록 영국의 HSE 위험성평가 양식을 참고하여 KRAS의 양식 변경(위험성추정 삭제)
 - ◆ 위험성평가에 따른 산재보험요율 인하 대신 위험성평가 후 개선에 필요한 사항을 지원
 - ◆ 사업장 감독 시 관리감독자 중심의 사업장 점검 수행
- ◆ **근로자 참여를 통한 사업장 안전문화 조성**
 - ◆ 형식적인 현재의 명예산업안전보건감독관 제도를 영국의 안전보건대표자* 제도로 변경
* 노동자 대표와 별도로 안전보건대표자를 지정하여 교육을 통해 안전보건 지식을 높이고, 사업장의 안전보건문 제에 대한 협의 및 사업장 조사 권한 부여
 - ◆ ‘관리감독자’와 ‘안전보건대표자’ 부터 변화시켜 전체 노동자를 변화시키는 전략 필요
 - ◆ 법에 노동자 의무를 명확히 규정하고, 안전수칙 미 준수 노동자에 대해 제재 수단 마련

안전보건교육을 위한 동영상 자료 지원

- 교육의 효과성 증대 및 안전관리자 부담 감소를 위해 다양한 10분 이내 동영상 교육 자료를 배포하고 자료를 쉽게 접근할 수 있도록공단 사이트 개편

국민의 안전문화 확산

- 초등교육부터 고등교육에 걸쳐 교육과정에 산업안전보건 교육 시간을 확대해 나가고, 직업훈련 기관에서도 산업안전보건 내용을 필수 사항으로 교육



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 조윤희
경남대학교 김도우 교수(부분위탁 연구책임자)
- 연락처: 052-703-0832
- e-mail: uno@kosha.or.kr

03

기업의 재무자료를 활용한 사고사망 발생 기업의 특성 분석

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 산업재해, 사고재해, 사고사망, 재무자료, 패널회귀분석

Highlights

2022년 KOSPI, KOSDAQ에 상장되어 있는 1,274개사를 대상으로 기업의 사고재해자, 사고사망자에 영향을 주는 요인은 중소기업 여부, 종업원 수, 남직원 비중, 정규직 비중, 근속년수, 외국인주식보유율, 자기 자본비율, 매출액, KIS신용평점, 기계장치비중, 노동장비율, 평균임금 등으로 분석되었음

01 연구배경

- 한국의 산업재해는 산재보험 적용 범위와 산업재해 인정 범위가 지속적으로 확대되면서 전체 재해자 수가 2012년 약 92,256명 수준(재해율 0.59%)에서 2021년 122,713명(0.63%)으로 증가하는 추세를 보이는 한편, 정부 정책 및 지속적인 예방사업 수행 등으로 사고사망자 수는 2012년 1,134명(사고사망만인율 0.73%)에서 감소하여 2021년 828명(사고사망만인율 0.43%) 수준을 나타냄
- 업종별로 살펴보면, 전체 사고사망자중에서 건설업과 제조업이 차지하는 비중이 약 73% 수준을 유지하고 있고 사업장 규모별로는 5인 미만의 사업장의 재해율이 1.16%, 사고사망만인율은 0.99%로 가장 높은 수준을 나타내고 있음
 - 업종별 또는 규모별로 산업재해 발생 정도가 다른 원인은 사업장 기계설비, 물리적·화학적 위험요인, 작업 방식, 근로자 특성, 안전 관련 조직 및 설비 등이 사업장의 업종 또는 규모별로 다르기 때문
- 산재 예방사업의 효과를 높이고 효율적으로 산업재해를 감소하는 정책집행을 위해서는 사고사망을 포함한 산업재해가 사업장 또는 기업에서 발생하는 현황, 사업장 및 기업 특성 등을 파악하는 것이 중요
- 본 연구는 KOSPI, KOSDAQ에 상장된 기업을 대상으로 사고사망을 포함한 산업재해 현황 및 추이에 대해서 살펴보고, 공시된 재무제표에서 산업재해에 영향을 줄 수 있는 요인을 추출하여 그 특성을 분석하고자 함

- 또한 연구결과를 통해, 기업의 안전보건투자 확대의 필요성을 확인하고 산업재해와 재무적 특성의 연관성을 분석하여 안전보건투자를 확대하는 근거로 제시하고 산재예방정책 및 사업 집행기관의 사업 대상을 선정하는 기준 설정에 활용하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

분석대상인 KOSPI, KOSDAQ 등 상장된 1,274개 기업의 산업재해 현황을 살펴보면,

- 산업별로 제조업 820개, 출판,영상,방송통신및정보서비스업 124개, 도매 및 소매업 122개,전문,과학 및 기술서비스업 75개 순으로 포함
 - 대기업 810개, 중소기업 수는 437개이며, 평균 종업원 수는 772명, 평균 업력은 약 32년임
- 분석기간인 2011~2021년 기간동안 산업재해는 재해자 42,366명, 사고재해자 31,720명, 사고사망자 591명 발생
 - 종업원 수를 고려한 재해율은 0.36%(’11) → 0.64%(’21), 사고재해율은 0.29%(’11) → 0.44%(’21)로 증가하는 추세
 - 사고사망만인율은 0.72%(’11) → 0.32%(’21)로 급감
 - 대기업 재해자는 39,732명, 중소기업에서는 2,634명 발생, 사고재해의 경우 대기업 30,308명, 중소기업 1,412명, 사고사망자재해자는 대기업, 중소기업에서 각각 572명, 19명 발생
 - 사고사망만인율 평균(’21)은 5,000~9,999인이 1.23%으로 가장 높고, 50~99인 1.00%, 1,000~2,999인 0.81% 순

기업의 재무자료와 산업재해 발생과의 실증분석 결과는,

- 분석에 활용한 변수는 공시되어 있는 자료를 바탕으로 재무적 특성이외에 종사자 구성 등산업재해에 영향을 줄 수 있는 요인 추출
 - 종사자 구성 관련해서는 종사자 수, 남직원 비중, 정규직 비중, 평균 근속연수, 재무상태는외국인주식보유율, 자기자본비율, 매출액, KIS신용 평점, 설비구성 특성 관련해서는 기계 장치비중, 노동장비율, 임금수준에 관하여는 종사자 연평균임금을 활용

- 최종분석모형은

산업재해(사고재해자 또는 사고사망자) β_t

$$= \beta_0 + \beta_1 \text{업력} + \beta_2 \text{중소기업 여부} + \beta_3 \text{종업원 수} + \beta_4 \text{남직원 비중} + \beta_5 \text{정규직 비중} + \beta_6 \text{근속연수} + \beta_7 \text{외국인주식보유율} + \beta_8 \text{자기자본비율} + \beta_9 \ln(\text{매출액}) - \beta_{10} \text{KIS신용평점} + \beta_{11} \text{기계장치비중} + \beta_{12} \text{노동장비율} + \beta_{13} \text{평균임금} + \varepsilon_t$$

- 전산업 및 산업별 회귀분석 결과를 표로 정리하면,

변수명	전산업		제조업		건설업		기타산업	
	사고 재해자	사고 사망자	사고 재해자	사고 사망자	사고 재해자	사고 사망자	사고 재해자	사고 사망자
업력	(+)**	(+)**	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)**	(+)**
중소기업 여부	(+)**	(+)**	(-)**	(+)	(+)**	(+)**	(+)**	(+)*
종업원수	(+)**	(+)**	(+)**	(+)**	(+)**	(+)**	(+)**	(+)**
남직원비중	(+)**	(+)**	(+)**	(+)**	(-)*	(+)	(+)**	(+)**
정규직비중	(-)**	(-)**	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)**
근속연수	(+)**	(+)*	(+)**	(+)	(+)*	(-)	(-)*	(+)
외국인주식보유율	(-)**	(+)	(-)**	(-)**	(+)	(-)	(+)**	(+)**
자기자본비율	(-)**	(-)	(-)**	(+)	(-)**	(-)	(-)	(+)
ln(매출액)	(+)**	(+)**	(-)**	(+)**	(+)**	(+)**	(+)**	(+)**
KIS신용평점	(-)	(+)**	(-)*	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)**
기계장치비중	(-)**	(-)**	(+)**	(+)	(+)	(+)*	(+)	(+)*
노동장비율	(-)**	(-)**	(-)**	(+)**	(-)	(-)	(-)**	(-)**
평균임금	(+)**	(+)**	(-)*	(-)**	(+)**	(-)	(-)**	(-)

주: ** 1%, * 5%, * 10% 유의수준

시사점

KOSPI, KOSDAQ 상장사 1,274개에 대해 산업재해와 기업의 다양한 특성과 분석한 결과,

- 모든 산업에서 사고재해자, 사고사망자 수를 증가시키는 요인은 종업원 수와 매출액이었음.
 - 남직원 비중 증가는 건설업을 제외하고 산업재해를 증가시키는 요인으로 작용
 - 정규직 비중 증가는 모든 모형에서 산업재해에 음(-)의 영향을 주는 것으로 분석되나, 제조업/건설업에서는 통계적 유의성을 확보하지 못함

- 전산업/제조업에서 산재를 감소시킨 요인은 외국인 주식보유율 증가인 것으로 분석되었는데, 이는 외국인 주주가 안전에 대한 감시자 역할을 할 가능성 확인
- 자기자본비율은 전산업, 제조업, 건설업 사고재해자 감소요인 → 재무 안정성이 안전투자 등에 영향을 주어, 기업 내 안전수준 결정할 가능성 존재
- 기계장치비중과 노동장비율은 산업 특성에 따라 산재에 미치는 영향이 다르게 나타났는데 이는 산업에 따라 위험요인을 제거해주는 자동화 설비인 경우이거나 재해원인이 되는 위험기계기구를 보유했을 경우로 해석됨
- 임금 수준의 분석결과는 제조업과 건설업이 상이하게 도출되었는데 이는 임금에 대한 소득효과와 대체효과 크기 차이로 발생

03 연구활용방안

💡 활용방안

- 🔗 **상장 기업의 산업재해 현황 및 추이를 살펴보고, 공시되어 있는 자료를 바탕으로 산업재해에 영향을 주는 요인과 그 영향도를 분석하여 정책 기초자료 제공**
- 🔗 **분석결과를 활용하여 기업이 산재발생에 대한 위험요인을 파악한 후 자발적 예방활동을 유도하고 산재예방 정책 및 사업 대상 선정에 활용**



연락처

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

04

화물운송종사자의 산업재해실태와 보호방안

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 화물운송종사자, 화물차주, 화물운수사업, 특수형태근로종사자, 안전보건, 산업재해, 사망사고, 실태조사, 산업안전보건법

Highlights

화물운송종사자 보호의 사각지대를 해소하고 실질적인 안전보건조치가 이루어질 수 있도록 현행 「산업안전보건법」의 개선방안을 제시하고 화물운송 시장의 노동환경 개선을 위한 정책 방향을 제시함

01 연구배경

- 🔗 **현행 「산업안전보건법」(이하 ‘산안법’)상의 화물차주 특고종사자 보호규정은 적용대상 운송물의 범위가 협소하고, 전속성 요건으로 인한 법 적용의 사각지대가 발생하고 있으며, 노무를 제공하는 자가 운송회사인 경우 안전을 확보할 수 있는 실질적 권한을 가지고 있지 않아 화물차주를 보호하는데 한계를 보임**
- 🔗 **①위험도를 고려한 법 적용범위 확대, ②화물운송구조와 계약의 특성을 고려한 전속성 요건 개선, ③실질적 권한을 가진 자에게 산안법령상 보호의무를 부과할 필요가 있음**

02 주요연구내용

🔍 연구결과

🔗 화물운송종사자의 재해현황 및 안전보건실태

- 🔗 **국내 화물운송시장 동향 분석**
 - 법 적용 대상에서 제외되는 카고형 차량(5톤 이상)에 대한 안전관리 필요성이 높음
 - 개인운송사업자의 증톤 허용에 따른 위험도 증가 예상
 - 노후차량(10년 이상)에 대한 관리 필요
 - 운전자의 연령이 높고 장시간 근로 수행
 - 미숙련 화물종사자에 대한 교육 필요

◆ 산재통계 재해자 분석('20~'21년, 185건)

- 종사자 재해가 차주보다 2배 많으나 사망사고는 차주의 발생비율이 높음. 향후 특고범위 확대로 차주의 산재처리가 늘어나면 재해자와 사망자가 증가할 것으로 예측됨
- 재해발생 작업은 차량 내 적재(46.5%), 작업 후 정리정돈(25.9%), 교통사고(21.6%) 순이고, 재해발생 원인은 떨어짐(36.8%), 교통사고(21.1%) 순으로 나타남. 사망발생 원인은 교통사고가 77.8%로 가장 많음
- 전체 재해자 대비 50세 이상의 중장년층 79.4%, 6개월 미만 경력자 55.7%, 일용직과 임시직이 20%를 차지하여 신규 작업자와 단기근로자의 안전보건교육 및 작업훈련(선임이 탑승자로 동승하는 등)이 필요

◆ 화물종사자 및 관계자 실태조사(설문 200명, 면접 20명)

- 화물종사자는 산업재해 발생의 위험성이 높고 보호가 필요하다는 공감대가 존재함
- 화물종사자는 주로 교통사고와 상하차 및 고정 작업에서 재해발생 위험이 높으며, 운송 업무 시 적절한 휴게시간의 부여와 추가 작업에 대한 안전관리 강화 필요
- 안전보건관리의 주체와 의무에 관한 법령상 규정들은 현실과 괴리가 있으며 화주와 운송회사에게 화물운송종사자 보호를 위한 책임과 권한을 분배할 필요가 있음
- 운송업무와 차량점검 업무는 화물차주의 재량과 전속 아래 이루어지는 작업이나, 상하차 작업은 사업장의 감독자가 작업을 총괄하는 주체가 되기 때문에 화주가 안전관리의 주체가 되어야 함
- 차량 적재물의 고정작업을 위한 고소작업대와 작업발판 등의 제공은 작업장소 관리자가 제공하고 작업지휘자의 확인 아래 작업이 이루어져야 함
- 사업장의 안전보건 질서를 유지하고 작업장소의 위험요인 노출에서 종사자를 보호하기 위하여 사업장에서 작업이 이루어지는 경우 안전에 대한 지식을 갖춘 작업관리자를 지정하여 배치해야 함
- 적정 운송시간 보장 등을 통해 무리한 운행을 제한하고, 휴게권의 보장을 위한 휴게시설 확충이 필요하며, 건강권 보호를 위해 주요 거점(유타 등)에 건강관리(검진)센터를 운영하여 건강검진 및 사후관리를 유도해야 함
- 산재보험은 화주와 운수사업자의 연 단위 계약 시 의무적으로 가입하도록 해야 한다는 의견이 많았으며, 개인차주에 대해서는 정부의 지원이 필요
- 적정임금 보장을 위한 제도 마련이 필요

◆ 화물운송종사자의 보호현황(법령 및 판례분석)

◆ 운송회사의 사업주로서 보호의무에 관한 사례(소극)

- 운송회사의 상시적인 관리 아래 자유로운 운송사업의 영위가 제약되는 지입차주들에 대해서 제한적으로 근로자성을 인정하고 있으나, 다수의 사업장에 노무를 제공하거나, 사업운영 결과의 위험을 직접 부담하는 경우 화물차주의 근로자성을 부정하고 있음

* 산안법령 시행 후 화물차주 특고종사자가 전속한 운송회사에 대하여 보호의무를 다툰 판례는 아직 확인된 것이 없어 지속적 모니터링 필요함

◆ 화주(수화인)의 사업주로서 보호의무에 관한 사례(적극)

- 산안법이 목적으로 하는 산업재해의 예방과 근로자의 안전보건을 달성하기 위해서 사업주의 사업장에 편입되어 업무를 수행하는 자라면 사업주와 근로계약을 체결한 근로자가 아닐지라도 그와 상관없이 원칙적으로 산안법의 보호객체로 포섭하는 것이 입법취지에 부합(대구지법 안동지원 2021고정 79 판결)

* 특고 화물차주(철강재)에게 노무를 제공받은 건설업체의 보호의무를 인정한 사례

- 사업장 내에서 작업이 이루어지더라도 차량 또는 운송물의 특성상 차주의 관리 아래 수행되는 작업(탱크로리 차량 부속 주입설비 등)에 대해서는 차주가 안전보건조치 의무를 부담하고, 작업장소에 대한 안전보건(작업감독, 접지 등)은 장소관리자 또는 작업감독자가 안전을 확보할 의무를 부담(울산지법 2015노1499 판결)

◆ 운송주선회사의 화물정보 제공의무에 관한 사례(적극)

- 운송주선회사(운송인)의 운송화물의 정보 허위고지로 인해 과적이 발생하고 사고로 이어진 경우 멸실된 운송물에 대하여 운송인과 화물차주가 연대하여 배상할 책임이 있음(서울고법 2021나2008581 판결)

◆ 법원은 계약의 외형이 아닌 노무제공의 실질에 따라 노동보호법의 보호가 필요한 근로자에 해당하는지를 판단하고 있음

- 사업주의 사업장에 편입되어 업무를 수행하는 자라면 근로자가 아닐지라도 원칙적으로 산안법의 보호객체로 포섭

◆ 화물운송종사자 보호방안

◆ 산안법령상 화물차주 보호규정의 개선방향

- 계약의 외형이 아닌 근로조건의 실질적 결정자가 누구인지 파악하여 책임을 부과

- 화물운송계약을 통해 노무를 제공받는 자는 화물의 운송을 의뢰하고 그로 인해 사업상의 이익을 얻는 화주로 해석되어야 하며, 계약 건마다 화주에 대한 전속성을 판단하여 현실에 부합하게 노무를 제공받는 자의 해석기준을 마련해야 함
- 화주를 대신하여 화물차주에게 물건을 인도(인수)하는 송하인과 수하인은 노무를 제공받는 자(화주)의 이행보조자(대리인)로서 화물운송계약상 업무수행에 필요한 안전보건조치 의무를 이행할 지위에 있음
- 운송회사는 소속 화물차주의 사무를 대리하는 자로 업무수행에 있어 화물차주에게 위험이 발생하지 않도록 사무를 관리할 의무를 부과하고, 주선회사와 정보망 가맹사업자에게도 화물운송계약의 중개 또는 대리자로서 의무를 부과해야 함
- 화물운송업무의 수행 주체인 특고 화물차주에게 산안법령 준수 의무를 부과
- 위험도를 고려한 법령 적용범위 확대
 - **단기** 5톤 이상 카고트럭 화물차주에 대한 법 적용 확대
 - **장기** 화물차의 적재 중량, 차량 또는 작업의 위험성 등을 고려한 보편적 보호로의 확대
- 화물차주 특고종사자 보호 적용 기준(안) 제시
 - 법이 개정되기 전까지는 노무를 제공받는 자, 전속성 판단 기준에 대한 해석지침을 마련하여 특고 화물차주 보호의 사각지대를 해소해야 함
 - 보고서에는 화물차주 특고종사자 보호 주체인 노무를 제공받는 자의 해석 기준, 전속성 요건 완화, 이행보조자(송수하인) 의무를 반영한 해석 지침(안)을 제시하고, 안전보건조치 내용 개선(안), 안전보건교육 내용 개선(안)을 제시함
- 운수사업자의 보호의무 반영
 - 산안법 제77조 제3항에 특고 종사자를 대신하여 노무를 제공하는 계약을 체결하거나 노무의 제공을 중개, 대리, 알선하는 자의 의무를 신설
 - 화물정보를 사전에 제공받을 수 있도록 노무를 제공받는 자의 정보제공 의무를 반영
 - 안전운행을 위해서 적정 운송시간의 보장
 - 산재보험료 징수 시 일정비율을 특고종사자 산재예방을 위한 안전보건 기금으로 편성
 - 운송회사에 소속회사로서 일부 안전보건에 관한 사항을 관리할 계약상 의무부과 방안
- 화물차주 건강권 보호를 위한 지원방안
 - 안전보건기금으로 주요 도로에 쉼터를 조성하고 지자체에 공영차고지 건설을 지원하여 화물차주가 법령상 보장된 휴게시간을 준수할 수 있도록 기반 조성

- 주요 거점에 이동식 검진센터와 상담센터를 운영
- 민간 협업방식의 건강증진활동 지원

✚ 화물차주의 안전보건환경 개선을 위한 정책 시사점

- ILO 운송부문 양질의 일자리와 도로 안전 증진을 위한 가이드라인 소개
- 운송계약 특성을 반영한 책임사슬 구조 반영, 화물종사자의 노무제공 거절권 보장, 비임금 운전자의 소득 예측 보장, 사회적 대화 협의체 운영 및 안전보건 디지털화 촉진, 화물운임 조정 및 근로조건의 개선을 위한 노동3권의 보장을 정책과제로 제시

🔍 시사점

- ✚ 화물운송종사자 보호에 관한 법령의 개선(안)을 제시하여 법 적용의 사각지대를 해소하고 실질적인 안전보건확보가 이루어지도록 제언

03 연구활용방안

💡 활용방안

- ✚ 「산업안전보건법령」 개정에 활용
- ✚ 화물운송종사자의 안전보건 정책 수립의 기초자료로 활용



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 나민오
한서대학교 최서연 교수(부분위탁 연구책임자)
- 연락처: 052-703-0822
- e-mail: mino05@kosha.or.kr

05

재택근무 근로자 보호를 위한 법제 방안

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 재택근무, 코로나19, 재택근로자, 원격근무

Highlights

코로나19 팬데믹과 더불어 변하는 산업구조와 고용형태 및 저출산 등의 사회문제로 인하여 재택근무는 향후에도 활용가치가 있는 업무형태로서 채택가능성이 높다는 점을 고려할 때, 재택근무 관련 용어·개념 정립 및 노동법·산안법제상 재택근무 시행을 위한 기본 사항 및 사업주의 안전보건조치 의무 이행 범위 및 방식 등에 대한 근거 정립의 필요성을 제기함

01 연구배경

연구 목적

- ▶ 코로나19 이후 재택근무가 새로운 근로형태로 확산되고 있음에 따라 재택근로자에 대한 신체·정신 보호가 새로운 과제로 대두될 수 있음
- ▶ 그러나 현행 「산업안전보건법」(이하 '산안법')은 재택근무 시 사업주의 안전보건조치의무에 관한 규정을 두고 있지 않아 해외 주요국의 법·정책 현황 등 비교법적 연구를 통하여 재택근무 근로자를 위한 보호방안을 검토하고자 함
- 비교법 검토 대상 국가는 우리나라 외 일본, 독일, 프랑스, 영국, 미국 총 6개 국가로 함

연구 필요성

- ▶ 코로나19로 인한 콜센터 집단감염 발생과 세계적 팬데믹 상황 속에서 감염병 확산을 방지하고 방역수칙을 극대화 하고자 재택근무가 확산되어 시행되어 오고 있음
- ▶ 우리나라도 IT기업을 시작으로 콜센터 등에서 재택근무가 확산되고 있으며, 재택근무를 실시한 기업은 68.5%로 나타났고(『2021, 주요 대기업 단체교섭 현황 및 노동현안 조사』, 한국경제연구원 조사), 고용노동부에서는 2020년 재택근무 종합 매뉴얼을 제시하여 재택근무 시행을 장려함

- ▶ 그러나 산안법상 재택근무 근로자에 대한 안전보건 의무 관련 특례 및 일반 규정이 존재하지 않음. 또한 현행 노동법령 또한 재택근무에 대한 정의나 법적 의무가 규정되어 있지 않으며, 다만 「근로기준법」(이하 '근기법')상 제58조(근로시간의 특례)에서 '출장이나 그 밖의 사유로 근로시간의 전부 또는 일부를 사업장 밖에서 근로'하는 것, '업무 수행 방법을 근로자의 재량에 위임할 필요가 있는 업무'로 서술하여 재택근무와 유사한 재량근무에 대한 유사 규정만 존재함
- ▶ 코로나19로 인한 팬데믹 상황에서 뿐만 아니라 변하는 산업구조와 고용형태 및 저출산 등의 사회문제로 인하여 향후에도 재택근무는 활용가치와 업무형태로서 채택가능성이 높다는 점을 고려할 때, 재택근무 수행 시에 따른 사업주의 안전보건조치 등에 대한 산안법상 의무 이행 범위 및 이행방식 등에 대한 법적 검토가 필요함

02 주요연구내용

연구결과

우리나라 재택근로자 관련 법·정책 및 특징

- ▶ 고용노동부 재택근무 가이드라인 및 재택근무 종합 매뉴얼에서 “재택근무” 용어 활용
- ▶ 재택근무 관련 직접 근거법은 없으나 단체협약, 취업규칙, 근로계약 등에 근거규정이 있는 경우 실시 가능
- ▶ **주요 근거법령** 근기법, 산안법, 「산업재해보상보험법」 등

일본 재택근로자 관련 법·정책 및 특징

- ▶ '텔레워크협회'에서 “텔레워크” 개념 정립 및 활용
- ▶ 국가차원에서 2000년대부터 ICT 인프라 구축 및 디지털화사회 구축 노력
- ▶ 판례는 「노동안전위생법」(이하 '안위법') 규정은 사업주의 국가에 대한 공법상의 의무이며 안전배려 의무는 사법상의 의무임에 따라, 사업주가 안전배려의무를 다하기 위해서는 근로자의 안전보건확보를 위한 최저한의 기준인 안위법 상의 사업주의 의무 이행 조치를 다 하여야 한다고 언급한 바 있음 (大阪地判成16年3月22日労判883号58頁.)
- 이 판례는 사업주가 재택근무를 실시함에 있어서 안위법 상의 사업주의 의무는 물론이며, 민법상의 안전배려의무 또한 다 하여야 함을 강조한 것으로 이해할 수 있음

- ▶ (주요 근거법령) 노동기준법, 노동안전위생법, 노동자재해보상보험법 등

독일 재택근로자 관련 법·정책 및 특징

- ▶ 산안법 영역인「작업장 시행령」은 재택근무 관련 법적 근거를 마련한 최초의 법으로 평가됨
- ▶ 홈오피스 = 재택근무 < 원격근무 < 모바일근무의 개념으로 활용
- ▶ 현재「모바일 노동법(안)」제정에 대한 논의가 이루어지고 있음
- ▶ 「산재보험법」개정으로 자택에서 부수적 행위도 사업장에서와 동일한 정도로 보험 보호가 이루어지도록 (제8조 제1항 3문 신설)하고, 재택근무 중 보육기관 방문 이동경로를 우회로로 인정하여 출퇴근 재해를 인정(제8조 제2a항 신설)함
- ▶ **주요 근거법령** ① [직접근거] 작업장 시행령, 산재법, 사업장조직법, ② [간접근거] 산안법, 노동의학적 예방에 관한 시행령, 근로시간법 등

프랑스 재택근로자 관련 법·정책 및 특징

- ▶ 노동법전에서 “텔레워크”를 정의하고 법률 및 단체협약을 근거로 시행
- ▶ 근로자의 재택근무권과 거부권 부여(노동법전, 전국직업간협약)
- ▶ 텔레워크의 성공적 실시를 위하여 ‘텔레워크에 관한 직업간 전국협약’ 체결(2005.7., 2020.11.)
 - 2005년 텔레워크 전국협약은 2002년에 체결된 텔레워크 관련 EU기본협약을 국내로 전환하기 위해 체결된 것으로 프랑스 최초의 텔레워크를 규율한 노사규범임
- ▶ **주요 근거법령** 노동법전, 텔레워크 전국직업간협약, 노사 산업·업종별 단체협약

미국 재택근로자 관련 법·정책 및 특징

- ▶ 「재택근무촉진법(2010)」제정으로 다양한 용어 통일 후 공식적으로 재택근무 정의
- ▶ 재택근무의 유형으로 하이브리드 재택근무와 원격근무가 있음
 - 재택근무·원격근무에 관한 기술적 지침 및 재택근무 교육 프로그램 등 별도 마련
- ▶ **주요 근거법령** 공정근로기준법(민간부문), 텔레워크촉진법(공공부문)
 - 민간부분과 공공부분을 구분한 이원화된 법제마련

영국 재택근로자 관련 법·정책 및 특징

- ▶ “사업에너지 산업전략부”에서 재택근무와 하이브리드 용어 활용

- ▶ 2021.12.1. 유연근무법안 범위 확대 관련 협의 ▶ ‘유연근무기본설정’에서 현행 입사 후 26주 대신 입사와 동시에 유연근무가 가능하도록 함
 - 향후 영국의 유연근무에 대한 법적 권리가 확대될 것으로 예상
- ▶ **주요 근거법령** 고용권법(유연근무청구권), 산안법 외 일반 노동관계법령 적용

시사점

재택근무 관련 용어·개념 정립 필요

- ▶ 주요 국가들은 텔레워크, 모바일워크, 하이브리드 근무 등의 용어를 사용하며, 재택근무를 해당 근무 유형의 하나로 속하는 것으로 정립하고 있음
- ▶ 재택근무 외 스마트 워크, 원격근무 등 다양한 근무지 외 근로형태가 있으므로 이들에 대한 개념 제시 및 정립 필요

노동법 및 산안법제상 재택근무 실시와 안전보건에 관한 기준 정립 필요

03 연구활용방안

개선방안 또는 정책방안

법제 개선 필요

- ▶ 근로기준법 등 노동법제 상 재택근무 등 시행을 위한 취업규칙의 기본적 기준 및 내용 정립 필요
- ▶ 산안법상 재택근무 등 통상의 장소 외 근무 시에도 산재예방 및 안전·보건 향상·유지를 위한 기본 내용이 언급될 필요가 있음
 - 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 “사무실에서의 건강장해 예방(제11장)”, “근골격계부담작업으로 인한 건강장해 예방(제12장)”, “그 밖의 유해인자에 의한 건강장해의 예방(제13장)” 등은 재택근무 시 적용될 수 있음. 이 기준규칙은 근로가 행하여지는 현장에서의 안전보건을 위한 세부 기준을 마련한 것이며, 근로자의 건강권은 근로장소의 변경 여부에 국한되는 것이 아니므로 재택근무 등 실시 시 안전보건기준을 마련할 수 있는 근거가 됨

활용방안

재택근무 관련 사회적 이슈 법·정책적 대응

- 코로나19로 인해 대책 없이 시행된 재택근무로 인한 근로자의 안전·보건 관련 다양한 이슈 및 다양한 고용형태를 마주하고 있는 현실에 대응하여 향후 법·정책적 개선 논의 시 기초자료로써 활용



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 송안미
창원대학교 오상호 교수(부분위탁 연구책임자)
- 연락처: 052-703-0827
- e-mail: julie8818@kosha.or.kr

06

산재예방사업 특성별 평가 프로세스 확립 방안

연구기간_ 2022년 01월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 산재예방사업, 사업평가, 평가프로세스, 평가지표

Highlights

본 연구에서는 공공부문의 사업평가 선행연구 및 관련 평가체계 검토를 통해 현행 산재예방사업의 특성별 심층평가를 위한 평가지표 제작과 더불어 평가 기획-구성-수행-검토-환류 과정과 제도화 운영 및 활성화 방안을 포함하는 사업평가프로세스를 제시하였음

01 연구배경

- 구의역 스크린도어 사망사고('16년), 태안화력발전소 사고('18년), 이천 물류센터 공사장 화재('20년), 평택항 청년 노동자 사망사고('21년), 광주 아파트 붕괴사고('22년) 등 잇달아 대형 산재사망사고가 발생함에 따라 산업재해 예방에 대한 국민적 관심은 더욱 높아지고 있음
- 정부와 안전보건공단은 적극적 산재예방을 위해 관련 인력과 예산을 크게 확대하였음
- 「사고사망만인을 절반 줄이기」 정책목표 달성이 사실상 어려워짐에 따라 사업의 효과성 검토를 위해 국회와 기획재정부 등에서 고용노동부 및 공단이 수행하고 있는 산재예방사업의 적절성과 효과성 등에 대한 과학적 검증 및 분석을 지속 요구하고 있음
- 그러나 현행 정부 및 공공기관의 정책평가는 주로 정책의 결과(중·장기적 성과와 영향)보다는 주로 집행현황(단기적 산출)에 집중되어있는 경향을 보이고 있어 적극적 개선이 필요한 시점임
- 본 연구는 체계적이고 신뢰성 있는 산재예방사업의 평가를 위해 사업의 목적 및 질적 특성에 따라 적합한 평가 방법을 세분화하고, 사업평가 과정에 적용 가능성을 검토하여 보다 과학적이고 효과적인 사업평가 방법론을 제시하고자 함
- 또한 산재예방사업 평가제도의 추진체계, 수행절차, 평가 결과의 활용 및 제도화방안 모색 등 전반적인 평가 프로세스를 제시함으로써 산재예방사업의 일관성과 체계성을 확보하고 사업의 효과성과 효율성을 향상 시키는데 기여하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

공공부문 사업평가 선행연구 및 관련 평가체계 검토

- 경영평가와 구별되는 사업평가체계 구축의 목적·필요성 구체화
 - 사업부서 개별로 수행되는 단위사업평가의 규격화·체계화 방안 검토
 - 심층사업평가의 개념, 목적, 성격, 유형, 절차, 방법론 등 포괄 검토
- 상위·유관기관 사업평가체계 및 유사선행연구 벤치마킹
 - 국가건강검진사업(국회예정처, 2021), 재난안전사업(한국행정연구원, 2020), 산재예방사업 심층평가 I (산업안전보건연구원, 2012) 등 선행연구 체계 및 특성 분석

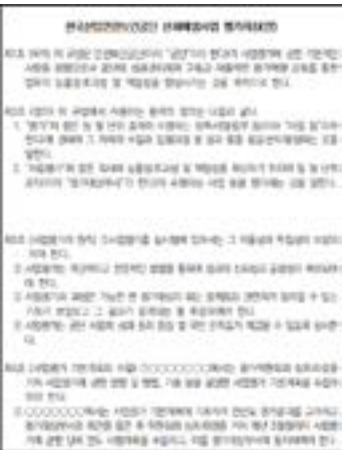
산재예방사업 심층평가를 위한 평가지표 제안

- 선행연구 검토결과를 기반으로 대분류 평가지표 구성
 - 계획-집행-성과-영향의 4단계 대분류 및 10대 구성요소 설정
- 사업특성에 따른 구성요소별 세부기준 대입 및 최종 평가지표 도출
 - 사업기능(5), 공급서비스(2), 성과목표(7), 대상(3), 최종공급자(2)로 분류
 - 단계별 세부평가기준(사업 기능, 공급서비스 유형, 성과목표 기준, 사업 대상, 최종공급자)을 기준으로 사업 특성에 따라 세부 평가지표 산출(보고서 부록 참조)

대분류(4)	구성요소(10)	세부기준
계획(3)	①사업필요성	목적합당성, 적시성, 중복·유사성
	②목표-성과 적절성	목표구체성, 성과적정성
	③기획의 합리성	사업대상, 시행사업자선정, 예산·지원규모, 지원요건 적절성
집행(2)	④사업의 인지·접근성	사업인지도, 신청-선정-수혜의 접근성
	⑤물량·예산 집행 계획성	사업기간, 예산집행률, 사업내용 효과성, 물량달성도
성과(3)	⑥사업의 효과성(정량)	성과목표 달성도, 재해감소효과
	⑦수혜자 만족도	지원금액·절차, 산재예방효과, 안전수준향상, 재참여의사 등
	⑧지속가능성	사업효과 지속성, 장기적 수요
영향(2)	⑨단기적 영향	수혜사업장의 고용, 매출, 생산성 증가
	⑩장기적 영향	비용대비 편익, 경제적 파급효과(산업, 지역, 국가)

산재예방사업 평가제도 운영방안 마련

- 산재예방사업 평가의 설계 및 과정* 구성
- 평가결과와 활용도 향상방안 제시
 - 10개 기준**의 결과활용 체크리스트 구성
 - 사업평가보고서 (공통)목차 구성(안) 제안
- 사업평가의 제도화를 위한 평가규정(안) 제안
 - 평가목적, 정의, 원칙, 계획수립, 위원회 구성, 관계부서 협조사항, 결과공개, 시정조치 등 포함
 - * 과정 : [준비] 후보선정▶예비평가▶내용정리▶계획수립, [실행] 평가설계▶자료분석▶문제파악▶결과작성▶정책제언
 - ** 10개 기준 : 적실성, 신뢰성, 타당성, 적시성, 실현 가능성과 의사소통, 평가방법, 이용자저항, 악용가능성, 개인적 요인
- 제도화 운영방안 및 연구원 역할에 관한 제언
 - ①규정 제·정비→②예산확보→③위원회구성→④평가수행→⑤결과환류
 - 연구원: ④단계에서 평가수행, 인센티브 설계, 사례집 발간, 전문인력 확보, 담당자 교육, ⑤단계에서 활용도 제고·지침개발·방법론 고도화 연구수행 필요



시사점

산재예방사업 특성별 평가지표 제시

- 표준화 및 차별화된 산재예방사업 평가지표 도입으로 사업평가의 체계성과 일관성 및 결과의 비교 가능성 확보

사업평가제도 운영의 기반 구상 및 제안

- 사업평가의 설계·과정, 구성, 수행, 결과 활용, 제도화 운영방안 등 적용

03 연구활용방안

💡 활용방안

- ❖ 산재예방사업 평가의 규격화 및 체계화로 사업의 성과를 개선하고 새로운 산재예방사업 발굴 등 정책 지원의 참고 자료로 활용
- ❖ 산재예방사업 심층평가 수행을 위한 평가 규정, 지침, 및 매뉴얼 마련의 기초자료로 활용
- ❖ 향후 사업평가 전담조직 구성 및 운영 등 평가프로세스 구축을 위한 기초자료로 활용

💡 개선방안

- ❖ 향후 단위사업 심층평가 연구와 연계한 사업평가 지표의 작동성 검증연구 수행을 통해 사업평가 체계의 고도화 필요
- ❖ 사업평가의 규정·지침·매뉴얼 개발 및 보급 등 실용화 연구 지속 수행으로 사업평가 체계의 효과성 및 효율성 확보 가능



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 김명중
안동대학교 최돈승 부교수(부분위탁 책임자)
- 연락처: 052-703-0826
- e-mail: junkim@kosha.or.kr

07

노동산업구조 변화 및 노동전환에 대비한 산업안전보건 개선 방안

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 노동환경변화, 산업안전보건, 산업구조변화, 4차 산업혁명 신기술

Highlights

국내 주요 산업동향, 산업구조 변화 및 노동전환에 따라 「산업안전보건법」 등을 통해 보호가 필요한 대상을 발굴하고, 새롭게 발생하는 유해·위험요인을 전망하여 이를 선제적으로 예방하기 위한 방안에 대한 각 분야별 전문가 의견을 수렴함

01 연구배경

- ❖ 국내 주요 산업동향, 산업구조 변화 및 노동전환에 따라 「산업안전보건법」(이하 ‘산안법’) 등을 통해 보호가 필요한 대상을 발굴하고, 새롭게 발생하는 유해·위험요인을 전망하여 이를 선제적으로 예방하기 위한 방안 모색 필요
- ➡ AI, 스마트공장, 신재생·수소에너지, 저탄소·디지털 경제 등 미래의 주요 산업분야에서 발생 가능한 유해위험물질 및 기계기구로 인한 위험 등을 분석 및 전망
- ➡ 미래 산업현장의 생산방식 및 고용형태의 변화를 전망하여 향후 발생가능한 안전보건 이슈와 보호의 사각지대 등을 진단하여 법 기준 등의 개선방안 모색

02 주요연구내용

연구결과

포럼 운영 : 5개 분야 12개 소주제에 대한 전문가 포럼을 개최

일정	분야	세션1	세션2
4월	국내 산업구조 및 노동환경의 변화와 향후 산재예방정책 추진 방향	새로운 고용형태 확산(디지털·비대면 경제 등)에 따른 노동시장의 변화와 안전보건관리체계 변화 방향 조명	미래 산업구조의 전환과 인구구조의 변화에 따른 새로운 산업안전보건 이슈 조명
5월	주요산업 동향과 산업재해에 미치는 영향요인 분석	4차 산업구조 전환에 따른 산업재해 변화 전망	스마트공장 안전이슈 진단 및 새로운 유해위험요인과 관리방안 등
6월	고용형태 다변화에 따른 취약계층 보호	서비스노동자의 정신건강 보호방안	플랫폼 노동 종사자의 안전보건 실태와 보호방안
7월		중소규모 사업장 보호방안	미래 산업현장 노동인력 전망과 지속 가능한 노동력 보호를 위한 과제
8월	인구변화에 따른 노동시장 변화 전망과 대응	지속가능한 노동을 위한 취약계층(고령, 청년)별 보호방안	지속가능한 노동을 위한 취약계층(여성, 외국인 노동자)별 보호방안
9월	산재예방 현장작동성 강화를 위한 법정정책 과제	고용형태의 다변화와 법정정책 과제	유관기관 협업을 통한 예방감독우수 사례와 시사점 사업장 자율안전보건관리 운영우수 사례와 시사점

- 포럼은 각 분야의 전문가를 초청하여 의견을 수렴하되, 포럼에 참석한 발제자, 토론자가 각 주제별 논의 필요성, 현황, 문제점, 향후 정책방향(단기, 중기, 장기)을 정리하여 부록으로 반영

주요 내용

- 산업구조와 노동환경 변화의 거시적 전망
 - ① 기술변화와 노동의 조화로운 발전(독일 노동 4.0 등 정책 수립 시사점), ② 인구구조의 변화와 지속 가능한 노동(고령화로 인한 노동인력 감소 및 변화에 선제적 대응 필요), ③ 고용형태 및 노동방식의 변화와 대응(산업재해 위험이 가중되는 계층의 안전보건관리강화 필요), ④ 소규모사업장의 안전보건 역량 강화, ⑤ 국가적 산업안전보건 거버넌스 구축 및 협력 강화

산업현장의 신기술 활용 현황과 전망

- 기술개발 및 도입과정에서의 정부역할과 개발된 기술의 시장 적용방안, 협동로봇의 확산과 인증 제도 개선, 신기술과 스마트안전에 대한 안전보건 문제점과 수용도를 높이기 위한 방안 등

새로운 산업안전보건 이슈와 시사점

- 새로운 고용형태의 특고, 플랫폼 종사자 보호를 위한 시사점
- 서비스업종 정신건강 실태와 보호를 위한 시사점
- 중소기업 사업장 산재예방을 위한 실효적 접근 방안

산업재해 취약계층 보호

- 고령화에 따른 직업군별 산업재해 대응 방안 모색
- 외국인 노동자 증가에 대비한 실효적 산업재해 예방대책 수립
- 여성 노동자 산재예방을 위한 성인지적 기준 도입 필요성
- 청년 노동자 입직경로별 안전보건격차 해소 방안

산재예방 효과성 향상을 위한 사례

- 지자체 및 유관기관 협업을 통한 예방감독 강화 방안
- 사업장 자율안전관리체계 운영 사례와 시사점

미래 노동인력 전망 및 지속가능한 노동을 위한 정책 방향

- 주요 업종의 노동인력 전망과 일하는 방식의 유연화 및 기술혁신에 따른 새로운 안전보건 이슈 전망
- 3D에서 양질의 일자리 육성을 위한 정부 역할, 사회안전망 강화, 직업군 이동을 위한 직업능력 개발, 4차 산업 변화에 따른 종사자 재교육 및 신규 인력 양성 필요 등

시사점

- 4차 산업 및 신기술 발달, 노동인구 감소 및 고용시장 변화, 안전보건 취약계층 보호, 사업장의 자율 안전보건관리 촉진, 예방감독 활성화를 위한 유관기관의 협업 방안 모색 등의 미래 변화에 대한 정책적 시사점 제공

03 연구활용방안

💡 활용방안

- 4차 산업시대 도래에 따른 노동보호 로드맵 수립(한국형 노동 4.0) 기초자료 활용
- 4차 산업 및 신기술 발달에 따른 정책 및 사업수립 기초자료 활용
 - 정부부처 합동 신기술 개발 표준규격 제시 및 규제완화, 산재예방 신기술 현장 활용 지원방안(소규모 사업장 시설개선 등), 협동로봇 인증기준 마련 등
- 노동인구 변화에 따른 외국인, 고령 노동자 보호정책 수립 시 기초자료 활용
- 플랫폼 등 다양한 고용형태 종사자 보호를 위한 법·정책 개선방향 제공



연락처

- 연구책임자: (사)한국안전경제교육연구원 전용일 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 나민오
- 연락처: 052-703-0822
- e-mail: mino05@kosha.or.kr

08

서비스업종의 산업재해 위험요인 분석

연구기간_ 2022년 3월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 서비스업종, 재해율, 위험요인, 배달라이더, 조리종사자, 택배기사, 요양보호사

Highlights

서비스종사자의 위험도를 근로손실일수를 기준으로 살펴보면, 고 위험군 종사자는 폐기물 수집, 운반, 처리 및 원료 재생업, 육상 운송 및 파이프라인 운송업, 환경 정화 및 복원업, 사업시설 관리 및 조경 서비스업에 속해있고, 배달라이더, 조리사, 택배기사, 요양보호사 관련 이해관계자 인터뷰를 통해 산업재해 보호방안을 제시함

01 연구배경

- 한국의 서비스업이 꾸준히 성장하면서 서비스업 종사자도 함께 증가하는 한편, 향후 서비스업은 지속적으로 확대될 것이며, 관련한 근로자 규모는 커지고 다양한 근로형태가 나타날 것
- 현재, 서비스업이 진화하면서 기존의 근로계약이 새로운 유형의 서비스제공 계약으로 변화하는 사례들이 나타나고 있고, 서비스업종의 부가가치가 상대적으로 낮은 상황에서 서비스업 종사자들의 근무환경 개선 및 산업재해 예방을 위한 방안에 대한 고민들이 간과되었음
- 본 연구에서는 서비스업종의 산업재해 위험요인의 일반적인 특성을 확인하고 일부 서비스업종 종사자의 이해관계자 인터뷰를 통해 체계적인 대응방안을 제시하고자 함

02 주요연구내용

🔍 연구결과

- 서비스업 조사(통계청), 근로환경조사(산업안전보건연구원)의 자료를 바탕으로 서비스업종 현황 및 근로환경을 살펴보면,
 - 통계청 조사에 따르면 '20년 기준, 서비스업 사업체 수 4,074,492개로 이 중 도소매업, 음식숙박업 60%, 5인 미만 종사자를 보유한 사업체가 80%를 차지

- 총 서비스업 종사자수 13,630,527명이며, 도소매 368만, 보건사회복지 225만, 음식숙박 209만 등이 포함

- 평균 인건비 비중은 약 15.2%이며, 업종별로는 보건 및 사회복지 45.7%, 시설관리업 43.1% 수준

◆ 근로환경조사('20년)에 의한 서비스종사자 근로환경 수준은,

- 여성종사자 비율 50.3% (비서비스업 25%보다 25.3%p 높음), 임시/일용직 비율 52.6% (비서비스업 49.3%보다 3.3%p 높음), 월평균 소득 256만원(비서비스업 307만원보다 51만원 낮음), 근속년수 7.4년(비서비스업 13.5년보다 6.1년 낮음), 기업 내 노동조합 18.1% (비서비스업 25.9%보다 7.8%p 적음)임

◆ 근로환경조사에서 나타난 각 위험요일별 노출이 많이 되어 있는 서비스업 직종은,

유해위험요인	주요 직종
물리적	▲배달원, ▲계기자판기 및 주차관리 종사자, ▲청소원 및 환경미화원 順
인간공학적	▲음식관련 단순종사자, ▲판매관련 단순종사자, ▲미용관련 서비스종사자 順
심리적	▲운송서비스 종사자, ▲혼례 및 장례 종사자, ▲돌봄 및 보건서비스 종사자, ▲식음료 서비스 종사자 順
종합 (18개위험요인)	▲운송서비스 종사자, ▲배달원, ▲미용관련 서비스종사자, ▲판매관련 단순 종사자, ▲조리사 順

◆ 산업재해통계 자료를 활용하여 분석한 서비스업의 산업재해 추이 및 유형화 결과는,

	2017	2018	2019	2020	2021	5년 평균
재해율(%)	0.19	0.26	0.28	0.29	0.32	0.27
사망만인율(%)	0.24	0.36	0.34	0.36	0.36	0.33

◆ '21년 기준 재해율 상위 산업 및 직종은,

순위	산업 소분류	재해율	순위	산업 소분류	재해율
1	소화물 전문 운송업	3.07	1	소화물 전문 운송업	3.07
2	도로 화물 운송업	2	2	도로 화물 운송업	2
3	산업용 농축산물 및 동식물 도매업	1.59	3	산업용 농축산물 및 동식물 도매업	1.59
4	폐기물수집 운반업	1.52	4	폐기물수집 운반업	1.52
5	환경정화 및 복원업	1.35	5	환경정화 및 복원업	1.35
6	해체선별 및 원료재생업	1.32	6	해체선별 및 원료재생업	1.32
7	상품종합 도매업	1.17	7	상품종합 도매업	1.17
8	건물산업 설비청소 및 방제서비스업	1.1	8	건물산업 설비청소 및 방제서비스업	1.1
9	무점포소매업	1.07	9	무점포소매업	1.07
10	거주복지시설운영업	0.95	10	거주복지시설운영업	0.95

◆ 근로손실일수를 분석하여 위험도를 살펴보면,

- 근로손실일수를 활용한 위험도는 근로손실일수 합계+산업별 임금근로자 수로 산출, 위험수준은 (저) 0.0~0.19, (중저) 0.20~0.29, (중) 0.30~0.49, (중고) 0.5~0.99, (고) 1.00이상로 구분

위험도 구분	대상 업종
고위험산업	▲폐기물 수집/운반/처리 및 원료 재생업, ▲육상 운송 및 파이프라인 운송업, ▲사업시설 관리 및 조경 서비스업, ▲부동산업, ▲창고 및 운송관련 서비스업, ▲환경 정화 및 복원업, ▲개인 및 소비용품 수리업, ▲도매 및 상품 중개업, ▲스포츠 및 오락관련 서비스업, ▲숙박업
중고위험산업	▲음식점 및 주점업, ▲하수, 폐수 및 분뇨 처리업, ▲기타 개인 서비스업, ▲건축 기술, 엔지니어링 및 기타 과학기술 서비스업, ▲사업 지원 서비스업, ▲소매업(자동차 제외)
중위험산업	▲자동차 및 부품 판매업, ▲협회 및 단체, ▲사회복지 서비스업, ▲공공행정, 국방 및 사회보장 행정, ▲항공운송업, ▲임대업(부동산업제외), ▲보건업, ▲영상, 오디오 기록물 제작 및 배급업

시사점

◆ 연구결과를 바탕으로 단기적으로는 고위험 서비스업종, 그리고 종사자수가 증가하고 있는 서비스업 종을 중심으로 산재예방 사업을 진행할 필요성 확인

◆ 특히 1인 자영업자 비율이 높은 서비스업종의 산재발생 위험도가 높다는 점에 주목하면서 임금노동자 만이 아니라 자영업자 및 특수형태근로종사자들의 산재예방에 더 많은 관심을 기울여야 할 것

03 연구활용방안

제언

◆ **배달라이더** 사용자 단체가 불명확하여 산재예방 대책수립 시 장애요소로 작용하고 있음

◆ 단기적으로는 ▲산업안전 관련 교육 점검·개선, ▲유해위험요인 관리 체계 수립, ▲배달라이더 산업안전 보건 매뉴얼 개발 등이 필요하며, 중장기적으로는 ▲물리적 배달환경(이동선퍼 등) 개선, ▲휴업급여 현실화, ▲배달대행사업자 등록제 도입, ▲배달라이더 관련 부처간 협의·협력 필요

◆ **학교 급식조리원** 전교조, 안전보건업무 및 책임을 영양사에게 전가한다며 반발하는 내부 갈등 발생

- 단기적으로는 ▲실효성 있는 교육, ▲조리사 산업안전보건 매뉴얼 개발, ▲「산업안전보건법」 준수 여부 관리감독 강화, ▲산재 유해·위험요인 조사 시 근로자 참여 방안 제고, ▲급식조리사 대체인력 제도 개선이 필요하고, 중장기적으로는 ▲적정 인력배치 기준 마련, ▲환기시설 개선 및 정기 점검, ▲정기 폐암검진 실시, ▲상시 전일제 전환

요양보호사 국가인권위원회, 노인돌봄서비스의 공공성 강화 및 관련 노동자 처우개선이 지속적으로 요구

- ▲근골격계위험에 대한 교육·홍보, ▲근골격계 부담을 줄이는 보조기구 보급(장기적으로 “No Lift” 정책 도입을 위한 기술 및 수가지원), ▲1인당 돌봄 기준인원 하향조정, ▲부당한 대우 시 대처방안 마련 및 교육

택배기사 배송 건당 수수료 받는 임금구조로 장시간 노동 문제 심각

- ▲11시간 휴식 보장, ▲주5일제 보장, ▲예비인력 확보, ▲안전보건교육 정례화, ▲택배터미널 위험성 평가, ▲택배업체 이해당사자 참여 산업안전보건위원회 구성, ▲택배 대리점 공동 안전보건관리자 선임 등의 정책 수립이 필요함



연락처

- 연구책임자: 한국노동연구원 박종식 박사
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 박선영
- 연락처: 052-703-0824
- e-mail: psy0906@kosha.or.kr

09

업종 및 규모별 안전보건관리체계 구축 및 지원 방안

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 중대재해처벌법, 안전보건관리체계, 중소기업, 업종별, 가이드

Highlights

국내 「중대재해처벌법」 및 노동부 가이드, 영국(HSE) 안전보건경영 가이드 분석을 통해 50인 미만 소규모 위험업종(20개 선정) 특성에 맞는 안전보건 관리체계 가이드북 개발

01 연구배경

- 2021년 「중대재해처벌법」(이하 ‘중대법’)이 시행된 이후 상시 근로자 50인 이상인 사업 또는 사업장에 중대법이 적용되고 있으나, 2024년부터는 5인 이상에서 50인 미만의 기업까지 확대됨에 따라 산업현장의 안전보건관리체계 확산을 위한 신속한 지원 필요
- 안전보건관리체계 확산을 위하여 「안전보건관리체계 가이드북」과 「중소기업을 위한 안전보건관리 자율점검표」를 개발·배포하였으나
 - 사업장에서 자체적으로 적용하기 어려워 사례 중심의 쉬운 설명과 특히, 소규모 사업장의 특성에 맞는 매뉴얼 역시 필요하다는 지적
- 본 연구에서는 50인 미만 소규모 기업을 대상으로 주요 업종별 특성에 맞는 안전보건관리체계 구축을 위한 가이드를 개발하여 기업들에서 쉽게 활용할 수 있도록 지원토록 함

02 주요연구내용

연구결과

안전보건관리체계 구축 관련 조사

- ◆ 국내 중대법 및 고용노동부 가이드 분석
 - 안전보건관리 체계 구축의 성공여부는 조직의 리더십, 의지표명 및 모든 계층과 기능의 참여가 중요함
 - 안전보건관리는 반복적으로 수행되는 것이며, 위험성평가의 관리, 의사결정, 목표설정 및 성과개선을 통해 조직에서 가치를 창출하고 안전을 확보하는 것
- ◆ 영국(HSE) 안전보건경영 가이드 조사
 - 건강과 안전을 관리하는 POPMAR(정책, 조직, 계획, 성과측정, 감사 및 검토) 모델에서 “계획-실행-확인-점검(PDCA)” 접근방식 적용
 - 안전보건경영의 핵심요소로 “리더십 및 관리”, “훈련된/숙련된 인력”, “사람들이 신뢰하고 참여하는 환경” 주장
 - 영국의 안전보건경영가이드(매뉴얼)은 현행 중대법상 안전보건관리체계구축과 유사하며 유해위험관리를 체계화하도록 요구하고 있음

업종 특성에 맞는 안전보건관리체계 가이드북 제작

- ◆ 정량 및 정성분석을 통한 20개* 위험업종 선정
 - 최근 5년간 재해통계를 통해 사고사망자 및 사망만인율, 사망재해자 및 60일, 90일 이상의 중상해 다발업종 대상으로 고용노동부·안전보건공단, 노사단체 및 중소기업중앙회 등 의견 수렴
- * 표준산업분류기준 20개 업종 : 금속주조업(주물업), 식료품 제조업, 육상화물취급업, 섬유제품 염색·정리 및 마무리 가공업, 구조용 금속제품 제조업, 사업시설 유지 관리 서비스업, 인쇄업, 자동차 부품 제조업, 플라스틱 제품 제조업, 펄프·종이 및 종이제품 제조업, 자동차 및 모터사이클 수리업, 하수 및 폐기물 처리·원료 재생업, 벌목업, 섬유제품 제조업, 강선 건조업, 숙박 및 음식점업, 일반 목적용 기계 제조업, 도금업, 전기장비 제조업, 목재 가구 제조업

50인 미만 소규모 사업장을 위한 가이드 개발(20종)

- ◆ 안전보건관리체계 구축 시 기업이 고려할 사항 및 우수사례
- ◆ 업종 개요 및 중대재해 사례
- ◆ 안전보건관리체계 구축 방법, 유해·위험요인 확인·통제·개선 방법

- ◆ 안전보건 예산수립 및 관리감독자에 대한 지원방법
- ◆ 급박한 위험 시 작업 중지, 대피 절차 등 매뉴얼
- ◆ 주기적인 안전보건상태 점검 및 개선방법 등

시사점

- ◆ 50인 미만 소규모 위험업종(20종)에 대한 가이드 개발·배포를 통해 사업장의 유해위험요인의 개선 및 관리와 함께 안전보건관리체계 구축 기틀 마련에 기여

03 연구활용방안

활용방안

- ◆ 2023년도 안전보건관리체계 구축 컨설팅 사업 수행 시 동 연구를 통해 제작·개발한 가이드북(20종)을 컨설턴트에 배부하여 해당 사업장 체계 구축 자료로 안내·활용 예정



연락처

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

10

산업안전보건교육에 대한 국내외 사업장의 이행실태 조사 및 현장작동성 제고 방안

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월
핵심단어_ 산업안전보건교육체계, 민간교육기관, 강사역량, 교육방법

Highlights

안전보건교육 관련 선행연구 분석, 국내외 안전보건교육제도 비교, 소규모 사업장 및 민간안전보건교육기관 교육운영 실태조사 등을 바탕으로 교육방법 다양화 및 기준완화, 업종별 관리감독자 교육 내실화, 민간교육기관의 서비스 질 제고, 안전보건교육 시장 활성화 방안 등 안전보건교육 현장작동성 강화를 위한 개선방안 제시

01 연구배경

- ❖ 「중대재해처벌법」(이하 '중대법') 제정으로 산업안전보건교육에 대한 관심과 중요성이 커졌을 뿐만 아니라, 산업재해 예방에 있어 교육의 중요성이 널리 인식됨에도 불구하고 현장에서 산업안전보건교육이 형식적으로 이루어지고 있다는 지적이 많음
- ❖ 산업안전보건교육의 목적은 노동자가 자신이 하는 일에 대해 유해·위험요인을 알고 유해·위험성을 인식함으로써 재해가 발생하지 않는 방식으로 일을 하는 것으로,
 - ❖ 교육의 명칭, 교육 시간, 형식, 방법, 법적 요구사항의 충족 등 형식적인 면보다는 궁극적인 교육의 목적 달성이 중요
- ❖ 본 연구는 현장에서 교육의 궁극적 목적 달성을 위해 필요한 개선방안 제시 및 정부의 정책과 제도, 고용노동부-안전보건공단-민간교육기관의 역할 정립 등 국가의 교육 시스템 구축을 위한 집행 체계를 마련하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

❖ 안전보건교육 관련 선행연구 분석

- ❖ 교육과정별 맞춤형 교재개발 및 양질의 강사 확보 필요
- ❖ 민간안전보건교육기관의 운영 실태
 - **근로자교육** 사업장 특성을 고려한 교육내용 구성 미비
 - **직무교육** 신규 및 보수교육 내용의 차별성을 찾기 어려움
- ❖ 안전보건교육을 통해 7.1 ~ 35.5%의 산업재해 감소 효과 추정
- ❖ 현장 안전보건교육 강화를 위해 50인 미만 사업장에 대한 지원 강화, 교육 기관별 역할에 대해 현행 정책 및 제도를 반영, 재정립 필요

❖ 국내·외 안전보건교육제도 비교 및 실태조사 분석

- ❖ 영국·독일처럼 안전보건교육 이수 의무는 부여하되 교육내용에 대해서는 사업장에서 자율적으로 선정할 수 있도록 추진 필요
- ❖ 획일적인 교육과정보다는 사업장 재해감소에 필요한 현장 적합형 과정 개설 및 단계적인 교육과정을 통한 전문화된 인력양성 필요
- ❖ 다양한 교육과정 개설 및 타 교육기관과의 파트너십 체결을 통한 교육과정 연계 운영 필요
 - 강의식 교육 외에도 워크숍, 사례활용 교육, 토의식 교육 등의 방법 활용 검토 필요 및 교육기관 간 연계를 통한 우수 교육콘텐츠 상호연계 운영 필요
- ❖ **소규모 사업장 교육 실태** 관리자보다는 근로자에서 교육의 필요성에 대해 높게 평가했으나, 교육의 효과성은 관리자가 근로자보다 높게 평가되었음
- ❖ **민간안전보건교육기관 운영 실태** 교육강사 부족, 교육방법·내용의 정형화 문제 대두, 인터넷 교육 보다는 집체교육 실시 선호

❖ 안전보건교육 현장작동성 강화를 위한 개선방안 제시

- ❖ 산업안전보건위원회 유무 및 사업장 규모를 고려하여 근로자 안전보건교육에 대한 자율성 부여, 세미나·토론회·컨설팅 강령 등에 대한 교육시간 인정 및 사업주를 강사기준에 추가하는 등 교육방법 다양화 및 기준완화 검토 필요

- 업종별 관리감독자 핵심역량 관련 실무형 교육과정, 콘텐츠 개발, 안전보건관계자 이직 시의 보수교육 도입 등을 통한 교육 내실화
- 민간교육기관의 서비스 질 제고를 위해 교육원과 연계한 강사역량 강화, 직무교육 수수료 상향, 자율성 확대, 교육과정 중심의 기관 평가 추진
- 안전보건교육시장 활성화를 위한 교육과정 민간이양, 광역교육센터를 통한 민간교육기관 관리·지원, 안전보건교육 종합플랫폼 구축 등

시사점

- ✚ 사업장 내 안전보건교육의 자율성 부여 및 단계적 차등 적용방안, 교육방법의 다양성 및 사업장 특성을 반영한 교육 실시 방안 제시
- ✚ 민간교육기관의 질 제고를 위한 강사역량 강화방안, 교육방법의 다양화 및 교육내용의 내실화 방안 마련
- ✚ 산업안전보건교육 각 주체별 역할 및 현장 안전보건교육 모니터링 방안 제시

03 연구활용방안

활용방안

- ✚ 산업안전보건교육 실효성 및 현장 작동성 강화를 위해 사업장 내 교육 자율성 확대 등 제도 개선방안 마련에 활용



연락처

- 연구책임자: **인제대학교 박민수 교수**
- 연구상대역: **산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 최윤석**
- 연락처: **052-703-0825**
- e-mail: **mrhunk@kosha.or.kr**

11

사업장 점검·감독 연계 강화 방안

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 사업장, 점검·감독, 중복점검, 지방자치단체, 산업안전지도관

Highlights

산업안전보건 활동에 참여하는 고용노동부와 지방노동관서, 중앙정부 및 지방자치단체, 안전보건공단, 그 밖의 민간재해예방기관 등의 협력을 통한 효과적인 점검·감독의 연계 강화 방안과 체계적인 사업장 관리를 추진하기 위한 방안을 모색하고 산업안전지도관 제도 도입을 위한 세부 사항을 검토함

01 연구배경

산재예방을 위한 점검과 감독의 행정력 강화 및 효율성 제고 필요

- 산업재해 예방활동을 전개하는 각 주체의 행정력을 효과적으로 연계 필요
- 고용노동부, 안전보건공단, 민간재해예방기관, 정부부처와 지방자치단체의 산업재해예방 조직, 인력, 활동을 파악하여 상호 협력방안 모색
- 지방자치단체의 관할 지역에 있는 사업장에 대한 일차적 안전관리권을 부여하는 산업안전지도관 제도의 입법(안)이 발의되어 제도의 도입 효과에 대한 인식 및 제도 도입을 위한 구체적 실천방안 검토 필요

02 주요연구내용

연구결과

산입재해 예방을 위한 점검감독 현황과 협력체계 구축 필요성

- 산재예방을 위해 사업장 점검, 지도, 지원 등의 예방감독은 중요하나, 현재의 예방감독은 i) 감독 인력 부족, ii) 급격한 증원 등에 의한 경력 부족, iii) 사후처벌 감독 물량 과다* 등으로 인한 예방감독 수행의 한계가 있음

* 선진국 대비 산업재해 발생 사업장이 많음

- 효과적인 산재감소를 위해 사업장의 사전적 점검, 지도, 지원을 수행할 수 있는 예방감독 행정력의 확보가 필요함
- 국내 산업재해 예방감독 수행 가능 조직, 역할 등을 조사하여 감독 행정의 효율적 운영방안을 모색해야 함

산업재해 예방업무 수행 조직에 대한 실태조사

- 고용노동부 및 고용노동부와 협업하고 있는 중앙부처, 안전보건공단, 민간재해예방기관(안전, 건설분야), 광역 및 기초 지방자치단체 소속 실무자 150명을 대상으로 실태조사 실시
- 각 주체별로 실무자의 전문성 및 업무수행 도구의 구비 정도 등에서 차이가 존재하며, 인력 부족, 전문성 부족, 법적 근거의 부재 등이 애로사항으로 나타남
- 지도에 불응하는 사업장 관리를 위해서 점검·감독의 연계 필요성은 체감하고 있으나, 지방자치 단체에는 고용노동부와 연계하는 절차가 없거나 활용하지 않는 것으로 나타났고, 민간재해예방기관의 경우에도 절차가 있지만 연계 정도는 보통 수준에서 활용되는 것으로 나타남
- 점검 주체들 간의 연계나 협력이 원활하게 이루어지지 않는 이유에 대해서는 주기적으로 정보를 교류하고 주체별 역할을 논의할 수 있는 협력 시스템의 부재로 인해 어려움을 느끼는 것으로 나타남
- 협력 강화를 위해 각 점검 주체별 수행해야 하는 역할로 ①고용노동부는 총괄기구로서 법해석 지침 및 매뉴얼 배포, 주체별 업무 가이드라인 제시, 신고시스템 강화 등의 적극적 역할을 수행해주기를 기대 하였고, ② 그 외 관련 중앙부처는 소관업무와 연계한 산재예방 지원 체계 마련, ③ 안전보건공단은 각 주체와 협력하여 사업장 기술지원 및 자료 제공 시 사업수행 및 전문성 향상을 촉진하는 매개조직의 역할을 기대하는 것으로 나타남. ④ 민간재해예방기관은 사업장 점검을 위한 전문성 강화가 필요하고 정부의 지원을 받는 구조가 되어야 협력이 가능하다고 보았으며, ⑤ 광역 및 기초 지방자치단체의 경우 점검 주체로서 적극적으로 개입할 필요가 있다는 의견이 가장 높았음
- 산업안전지도관 제도의 필요성에 대해서는 안전보건공단, 광역 및 기초 지방자치단체는 필요하다는 의견이 더 높았으며, 중앙부처, 민간재해예방기관의 경우 필요하지 않다는 의견이 더 높게 나타남. 산업안전지도관 운영의 효과성에 대해서는 소규모 사업장의 상시점검 안전관리 체계화와 부족한 전문인력을 충원하는 것이라고 응답하였음

산업재해 예방업무 수행 조직에 대한 면담조사

- 고용노동부, 그 외 관련 중앙부처, 안전보건공단, 민간재해예방기관(안전, 건설분야), 광역 및 기초 지방자치단체 소속 실무자 20명을 대상으로 심층조사 실시

- 각 주체별로 사업장 점검으로 예방 효과를 보고 있으나 불응하는 사업장에 대한 관리의 어려움, 복잡한 행정처리, 부족한 인력 등에 대한 애로사항을 개진하였음
- 고용노동부와 안전보건공단은 타 주체들에 비해 역할분담에 따른 연계가 잘 되고 있으나 지방자치 단체의 경우 각 지역내 산업별 특성, 조직 규모의 차이, 구체적인 역할이 미비하여 감독 연계의 지역별 편차가 큰 것으로 나타났으며, 민간재해예방기관의 경우 사업장에서 수수료를 받는 상황에서 미개선 사업장에게 강력하게 개선을 요구하거나 처벌감독으로 연계하는 것이 현실적으로 어렵다는 의견을 제시함
- 산업안전지도관 제도에 대해서는 지방자치단체에 전문인력을 보급하고 소규모 사업장을 대응한다는 점에서 기대가 되며, 점검·감독의 효과성 향상을 위해서는 전문성 있는 인력을 확보하고, 정기적인 점검 주체 간 협의체 운영을 바탕으로 주체별 역할 및 정보공유를 활성화하여 상시 점검체계를 구축 하는 것이 필요하다고 응답함

산업안전 관련 점검 주체들 간의 연계 강화 방안

- 산업안전보건분야의 법제도 및 실무집행에 관한 대응능력을 향상하기 위하여 점검 주체들 간의 협의체 운영을 정례화하고 협의체 운영의 근거를 법령 등에 마련해야 함
- 역할을 분담하기 위해 각 기관의 목적, 조직과 인력, 전문성이 고려되어야 하며 국가와 지방자치 단체간의 구체적인 점검-감독 연계모델이 제시되어야 함
- 협의체 구성·운영을 위해서는 지방자치단체에 정부(고용노동부)의 일정한 가이드라인을 제시하고, 지방자치단체의 전문성을 제고하기 위한 교육, 훈련 및 예산 지원이 필요함
 - 감독연계 절차와 법령에 관한 해석의 전문성은 고용노동부에서, 점검 및 지원사항의 전문성은 안전보건 공단에서 이에 관한 구체적인 교육프로그램 마련
- 점검 및 지원의 예방감독의 대상, 내용, 시기 등의 조율을 통하여 중복 점검을 예방하고 행정력의 효율성을 높여야 함
- 산업안전보건 예방사업을 확대하고, 안전문화 확산에 따른 인식개선 활동을 강화하며, 장기적 관점에서 산업재해예방 연구를 강화할 필요가 있음

산업안전지도관 제도에 대한 검토

- 산업안전지도관 제도를 설계할 때는 법안에서 언급한 자격과 업무 범위에 보태어 ① 전반적인 운영체계, ② 위촉과 해촉과 관련한 관리체계, ③ 교육 및 활동지원 체계를 고려하여야 함

- 고용노동부의 산업안전근로감독관, 안전보건공단, 지방자치단체의 역할이 분담되고 상호 효과성을 높이기 위한 방안이 충분히 고려되어야 함
- 지방자치단체들의 조직, 예산, 역량의 차이가 큰 점을 고려하여 일률적인 업무부와 형태보다는 각 단체의 지역별 산업특성을 고려하여 자율적으로 지도관 제도를 도입·운영하되 중앙정부에서 지자체의 활동을 지원하고 인센티브를 부여하는 형태로 활성화를 유도할 필요가 있음
- 산업안전지도관의 업무 내용은 감독 및 수사권이 없다는 점에서 명예산업안전감독관과 유사한 지위에 있어 명예산업안전감독관의 업무 내용을 참조하여 설계할 수 있으나 지방정부의 공무원이라는 지위도 겸하므로 이에 대한 고려가 필요함

시사점

- 산업재해예방을 위한 다양한 주체의 예방활동과 감독을 연계하는 협력방안을 제시하여 산재예방을 위한 행정력 강화방안 제시
 - 고용노동부, 안전보건공단, 민간 재해예방기관의 활동 연계 방안
 - 중앙정부, 지방자치단체의 산재예방 참여 및 협력방안 모색
 - 지방자치단체의 관할 사업장에 대한 산업안전지도관제도 활용을 위한 세부 실행 방안 제시

03 연구활용방안

활용방안

- 산재예방 점검 주체들 간의 연계 및 업무 효율성 제고를 위한 정책 자료로 활용
- 지방자치단체의 산업재해 예방 활동을 위한 정책 자료로 활용
- 지자체의 안전보건활동 촉진을 위한 산업안전보건지도관 제도의 실행방안 제공



연락처

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

12

해외 산업안전감독 제도 분석

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 산업안전보건, 산업안전감독, 산업안전감독제도, 산업안전보건감독관

Highlights

주요 선진국(일본, 영국, 미국, 독일)의 산업안전 근로감독 시스템을 비교 분석하여 감독대상 확대를 위한 중장기적 계획수립의 필요성, 고위험 사업장 감독대상 선정 필요 등 우리나라 산업안전감독의 선제적 예방감독 정책 수립에 반영하기 위한 시사점을 도출하고자 함

01 연구배경

해외 산업안전감독제도의 검토를 통한 현행 산업안전감독제도의 개선 및 고도화

- 최근 정부는 산업안전보건 감독의 품질 및 감독결과 활용도의 제고, 업무 프로세스 과학화, 감독관 역량 강화의 필요성을 제시하고 있음
- 이에 영국, 미국, 독일, 일본 등 주요 선진국의 산업안전 감독시스템을 분석하여 우리 산업안전감독 및 산업안전 감독 시스템의 혁신에 반영할 사항이 있는지를 검토할 필요성이 시급히 제기되고 있음
- 그간 외국의 산업안전보건 관련 법제 및 법령, 산업안전보건 감독기관의 구성 및 역할 등에 대한 연구는 이루어진 바가 있으나, 외국의 산업안전감독 시스템의 구체적인 사항에 대하여는 연구가 이루어진 바가 없다고 판단됨
 - 산업안전감독 시스템의 구체적인 사항 : 산업재해 예방 점검 및 감독을 위한 사업장 선정 기준, 점검·감독의 주요 내용 등을 말함
- 본 연구는 해외 산업안전감독 체계를 검토함으로써 우리 산업안전보건감독 계획 수립 시, 수용 가능한 사항을 검토하고, 우리 산업안전 감독시스템의 혁신을 위해 감독결과의 활용도 등을 파악함으로써 우리 산업안전 감독시스템의 혁신을 위해 도모하여야 할 사항에 대해 검토하는 것을 목표로 함

02 주요연구내용

연구결과

우리나라 산업안전감독제도

- **근로감독관 직무규정** 사업장 감독의 종류, 감독계획 수립, 감독반 편성, 감독의 범위·실시 등 감독 실시 및 감독 결과 등 감독 수행 시 절차에 관한 사항 규정
- **'22년도 산업안전감독 종합계획** 중대재해처벌법 적용 고위험 사업장외 건설업 등에 대한 밀착관리 등 특별관리 예정
 - **정기감독** 사망사고 다발 건설업체 본사·전국 시공현장 동시 감독 진행 및 건설현장 맞춤형 관리, 화학사고 예방, 건강권 보호, 취약계층 보호 대상 현장 위험요인 중심 예방감독 강화 예정
 - **수시감독** 재해발생 사업장에 예방기획 부여 후 충분한 기간 경과 후 불시감독 실시 등 사후감독이 역할 재정립 도모
 - **특별감독** 대상을 중대재해 발생 사업장으로 함을 명확화 하고 원칙적으로 특별감독 이후 이행여부에 대한 주기적 현장점검 실시 및 사후 모니터링 강화

일본 산업안전감독 제도

- 후생노동성 노동기준국 산하에 각 도도부현 노동국에서 산업안전감독을 수행하고 있으며, 실질적 감독은 각 노동기준감독서에서 노동기준감독관에 의해 집행됨
- 행정적 감독에 의한 노동안전위생법 위반 사항 발견 및 감독결과에 따른 시정을 시행하기 위해 사업장 출입 감독 권한 및 사법경찰관의 직무를 수행할 수 있음
- 감독계획은 후생노동성 노동기준국에서 매년 각 도도부현 노동국에 행정 통달로 지시하고 있는 지방노동행정운영방침을 기반으로 각 사업장의 업종·규모 등 실태에 맞게 감독행정 운영
- 감독 종류로써 정기감독, 재감독, 신고감독, 재해 시 감독이 있음. 재해 발생 시 수사 중 법 위반이 발견된 경우 시정조치를 취하고 법령위반 사실이 중대·악질인 경우에는 사법처분함

영국 산업안전감독 제도

- 산업안전보건청과 지방정부가 나누어 산업안전감독을 실시하고, 중대산업재해가 발생할 우려가 있는 산업은 중앙정부의 산업안전보건청이 담당
- 감독대상 사업장은 산업안전보건청 내 현장담당부의 사업계획과 고위험사업을 우선순위로 함

- 사업장 감독은 특정 유해·위험요인의 적절한 관리 여부, 안전보건경영체계의 운영 여부를 중심으로 이루어짐
- 감독과정에서는 반드시 안전대표자 등 해당 사업장의 노무제공자를 대표할 수 있는 사람과 소통하고 이들이 제공하는 정보를 감독에 반영 및 감독 후 결과 공유
- 법령 위반사항이 있는 경우 감독에 소요되는 비용을 사업주에게 청구, 위반 사항의 내용 및 정도·사업 주의 상황 등 요인을 고려하여 행정지도·행정처분 실시
- 감독보고서 작성 시 사업장의 유해위험요인 관리에 대한 평정 부여

미국 산업안전감독 제도

- 연방노동부 산하 산업안전보건청(OSHA)에서 관장하며 산하에 전국 20개 지역사무소를 두고 감독 부서를 운영하며, OSHA 감독관이 OSHA 사업장 점검기준에 따라 실시
- 감독의 종류는 비계획적(특정한 사업장이 유해한 작업조건을 가지고 있을 가능성이 높은 경우에 실시하는 특별점검), 계획적(특히 유해성이 높은 업종 및 그 물질을 대상으로 OSHA에서 계획적으로 실시하는 점검)으로 나뉨
- 감독의 우선순위는 ① 급박한 위험 상황, ② 심각한 부상 및 질병, ③ 근로자의 진정, ④ 회부, ⑤ 기획 감독, ⑥ 사후감독으로 구성됨
- OSHA 규정에 대한 대부분의 위반사항은 민사상 벌칙으로 해결됨

독일 산업안전감독 제도

- 행정기관에 의한 산업안전감독, 재해보험조합의 산업안전감독으로 구분되며, 행정관청과 재해보험기관 간의 협업에 의해 이루어짐
- 연방 공공부분에서는 각 관할 행정관청이 안전보건감독의 관할 행정관청으로 역할을 수행하고 있다는 것이 특징임
- 산업안전감독의 기본원칙은 산업안전 및 안전공학위원회가 제정한 “원칙과 표준”에 정해져 있으며, 위험성에 기반하여 감독의 우선순위를 설정하고 있음
- 사업은 ① 기계적 효과, ② 원료적 효과, ③ 물리적 부담, ④ 정신적 부담을 고려하여 연방 산업안전감독 행정관청에 의해 행하여짐
- 관할관청은 위 4가지 요소에 대하여 0. 심각한 위험 없음, 1. 낮은 위험, 2. 중간위험, 3. 높은 위험으로 각 사업의 위험성을 평가 후 사업장을 선택함

- 2020년 12월 「산업안전보건법」 개정에서는 독일 전체에 적용되는 산업안전보건감독의 최소감독 비율이 규정되었음
- 관할 주 행정관청은 최소 사업장 수가 감독될 수 있도록 보장하여야 함
- 2026년부터는 1년간 해당 주에 소재하는 사업장의 최소 5%가 감독되어야 함(최소감독비율)

시사점

- 산업안전감독 대상 사업장 확대를 위한 중장기적 계획 수립 필요
 - 산업안전감독은 예방을 목적으로 함에 따라 사후처벌을 목적으로 하는 「중대재해처벌법」에 따른 수사와 구별된다는 점에서 향후 산업안전감독 사업장의 중장기적 확대 계획을 수립하는 경우 이에 수반하여 산업안전감독관의 증원이 이루어질 필요가 있음
- 사망사고 및 재해발생 원인 분석을 통한 고위험 사업장 감독대상 선정 필요
- 연간 산업안전감독 실적 및 분석 결과 공개를 통한 산업안전보건 인식 확산 필요
- 산업안전감독의 효과성 제고를 위한 사망사고 유해·위험요인 중심 점검 필요

03 연구활용방안

활용방안

- 근로감독관 직무규정(산업안전보건감독관) 개선
- 산업안전감독 종합계획에 반영



연락처

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

13

해외 중대재해 처벌에 관한 사례 분석

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 중대재해처벌법, 산업안전보건법, 기업과실치사죄, 작업장 과실치사죄

Highlights

우리나라 「중대재해처벌법」과 유사한 법제를 가진 국가(영국, 독일, 캐나다, 호주)의 「중대재해처벌법제」 현황(입법례) 및 처벌방식, 관련 판례를 통한 법적 조치 현황 등을 비교·분석하여 우리나라 「중대재해처벌법」 운영을 위한 시사점을 확인하고자 함

01 연구배경

연구 목적

- 「중대재해 처벌 등에 관한 법률(이하 '중대법」)이 '22.1.27부터 시행됨에 따라 해외 주요국가의 유사 법제도 및 사례조사를 통해 법의 실효성을 강화하기 위한 방안을 검토하고자 함

연구 필요성

- 중대재해 발생 시 기업과 경영책임자에 대한 처벌 사례를 조사하여 실제 법제 운영상의 시사점을 확인하고 중대재해처벌법의 효과적 운영 도모

02 주요연구내용

연구결과

영국 중대재해 처벌에 관한 입법례 특징 및 비교

- 2016.2.1. 양형위원회의 최종 선고지침을 발표하여 기업살인 및 과실치사에 대한 양형기준을 정비함
 - 형벌로는 상한 없는 벌금을 입법화함에 따라 양형위원회 역시 구체적·합리적 기준을 제시한 것임
- 법인처벌** 「기업과실치사법」 제2조(의무), 「산업안전보건법」(이하 '산안법') 제2조 및 제3조(의무규정) 및 위반에 대한 처벌규정으로 제33조 적용

독일 중대재해 처벌에 관한 입법례 특징 및 비교

- ▶ 산재로 인한 사망·상해사고가 발생한 경우 형법상 과실치사죄 및 과실치상죄가 적용되며, 산안법상의 사업주 조치의무 및 보호의무는 사업주의 형사책임을 결정하는 중요한 인자로 작용
 - 독일 「형법」 제14조는 산업안전보건 분야 외 배임, 횡령 등 일반적 범죄에서도 경영책임자 등을 처벌할 수 있도록 규정함
- ▶ **법인처벌** 법인에 대한 형사처벌 규정은 없고 질서위반법을 통한 행정질서벌(과태료) 처벌

캐나다 중대재해 처벌에 관한 입법례 특징 및 비교

- ▶ '웨스트레이 광산 폭발 사건'으로 우리나라 중대법에 해당하는 웨스트레이 빌(Westray Bill) 제정 및 형법 개정
- ▶ 양형법원은 조직·기업에 대한 특별선고원칙으로서 벌금형 결정 시 형법 상 규정된 4개 양형인자(도덕적 책임, 공익, 재활의 전망, 피해회복 관련 요소)를 고려함
- ▶ **법인처벌** ① 과실범죄에 대한 기업의 법적 책임(형법 제22.1조), ② 고의범죄에 대한 기업의 법적 책임(형법 제22.2조), ③ 타인의 업무수행 방법을 지시하거나 지시할 권한(형법 제217.1조)

호주 중대재해 처벌에 관한 입법례 특징 및 비교

- ▶ 각 주에서 산안법 개정을 통하여 '작업장 과실치사죄'를 도입 및 입법화 하였으며 일부 주에서도 계속하고 있음
 - 입법이 최근 성립되었고 정착초기에 있다는 점에서 우리나라와 유사함
- ▶ 법인의 범죄능력 인정 및 유죄인정 제도 운영(영국과 유사)
- ▶ **법인처벌** '작업장 과실치사죄'에서 법인을 처벌대상으로 함

※ 호주의 경우 과실치사를 각 주의 산업안전보건법에 따라 'workplace manslaughter' 또는 'industrial manslaughter'로 언급하고 있음. 본 요약문에서는 'workplace manslaughter'를 번역하여 사용함

시사점

기업 처벌과 개인 처벌 분리 및 인과성 판단과 결과 귀속의 문제

- ▶ 영국·호주·캐나다 등의 경우 개인의 처벌 여부와 분리하여 법인을 직접적으로 처벌할 수 있는 법 체계를 갖추고 있음
- ▶ 중대재해에 대한 책임회피 및 인과성 판단의 부정적 요인으로서 해당 의무규정의 정치(精緻)적 해석 필요

03 연구활용방안

활용방안

법인 처벌 및 중대법 실효성 강화를 위한 비교법 연구

- ▶ 해외 유사법령 사례 연구를 통해, 영국·호주·캐나다 등 관련 국가들은 '법인에 대한 독자적이고 직접적인 제재'를 부과할 수 있는 법 체계를 갖추고 있다는 시사점 도출
- ▶ 중대법의 실효성 강화 및 현장 안착을 위하여 '23년 「산업안전보건법령 개선 TF」를 구성·운영할 계획으로 개선 TF 논의 시 '해외 유사법령 사례'의 기초 자료로 활용



연락처

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

14

사업장 정량정보를 활용한 산재 고위험사업장 선별 효과성 평가 및 개선방안 연구

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 고위험 사업장, 고위험 사업장 선별, 정량 정보, 빅데이터, 점검 대상

Highlights

산재예방 사업 대상 선정을 위한 빅데이터 기반 고위험사업장 선별 모델의 효과성을 평가하기 위해 실시한 연구결과 재해관련 지표, 점검 후 고용노동부 감독 연계율, 사업장의 안전보건수준 평가 등 점검표를 통한 평가와 사업 수행 직원들에 대한 설문조사 결과 빅데이터 기반의 선별 모델이 기존의 사업장 선별 방식보다는 우수한 것으로 나타나 빅데이터 기반 선별 모델을 지속 발전시켜 나갈 것을 제안

01 연구배경

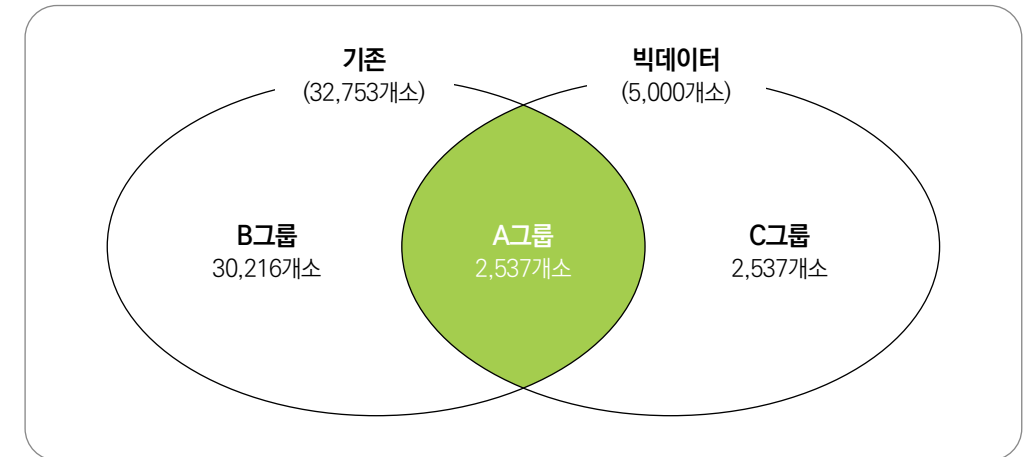
- 안전보건공단에서는 산재예방 사업 대상 선정을 과학적·선제적으로 수행하기 위하여 빅데이터 기반 산재 예방 시스템을 5개년(2019년~2023년) 계획으로 개발 중으로 2023년 고위험사업장 선별 모델을 개발하여 활용할 예정이며, 2021년 시범 모델을 완성
- 현재 개발 중인 ‘고위험사업장 선별 모델’의 시범 적용을 위하여, 5~49인 제조업 사업장 중 ‘고위험사업장 선별 모델’이 평가한 위험도 상위 5,000개소를 대상으로 패트를 점검을 시범적으로 실시
- 빅데이터 기반 산재예방 시스템 개발 완료를 위해 ‘고위험사업장 선별 모델’이 선정한 사업장이 산재예방 사업을 위해 효과적인지를 사전에 평가해 보고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 2대 중업종(기계·기구·금속·비금속광물 제품 제조업, 화학 및 고무제품 제조업), 5대 위험설비 보유 사업장(크레인, 컨베이어, 리프트·승강기, 사출기, 산업용로봇) 중심으로 선정한 기존 방식의 패트를

점검 선정 대상 사업장 32,753개소(이하 ‘기존 방식’)와 빅데이터 기반으로 선정한 사업장 5,000개소(이하 ‘빅데이터 방식’)를 대상으로 그룹별 위험도를 비교



● 그룹별 재해관련 지표 비교 결과

- 사고 사망자수는 빅데이터 방식 사업장(C그룹)이 가장 높고, 그 외의 재해관련 지표는 사고, 질병 모두 기존 방식과 빅데이터 방식에 동시에 포함되어 있는 공통그룹(A그룹)이 높았으며, 그 다음으로 빅데이터 방식 선정사업장(C그룹)이 높게 나타남

▶ [표] 그룹별 재해관련 지표 비교(2021년 산재통계 기준)

구 분	사고 사망자수	사망자수	사고 재해자수	60일이상 사고 부상자수	90일이상 사고 부상자수	질병 재해자수	질병 이환자수	질병 사망자수
전 체	0.0029	0.0320	0.2185	0.1850	0.1520	0.1243	0.0334	0.0015
공통부분(A)	0.0038	0.0519	0.3344	0.2809	0.2396	0.1956	0.0536	0.0022
기존방식(B)	0.0022	0.0258	0.1829	0.1561	0.1272	0.1041	0.0268	0.0012
빅데이터(C)	0.0056	0.0444	0.2871	0.2392	0.1923	0.1573	0.0478	0.0022

- 2022년 패트를 점검 실시사업장(‘22.9.13. 기준)의 점검결과를 통해 기존 방식과 빅데이터 방식 선정 사업장의 점검 결과를 비교한 결과
 - 감독 후 위험도가 높으나 지적 사항에 대해 개선이 되지 않아 고용노동부로 연계한 사업장 비율은 빅데이터 방식 사업장이 4.69%로 기존 방식 사업장의 감독 연계율 2.82% 대비 1.7배 높으며,
 - 점검 시 점검 양식을 통해 사업수행 직원들이 사업장을 평가한 항목(경영자 마인드, 안전보건관리 및

개선노력도, 안전보건수준평가 종합)에서 빅데이터 방식 선정 사업장의 안전보건 수준이 기존 방식 사업장보다 낮은 것으로 나타남

▶ [표] 점검 결과를 통한 비교(2022. 9.13. 기준)

구 분	기존 방식 (A)	빅데이터 방식 (B)	비교(A-B)
점검 실시 사업장수	10,892	1,771	
감독연계 사업장수	307	83	
감독 연계율(%)	2.82	4.69	1.87
경영자 마인드(5점 만점)	3.74	3.66	-0.08
안전보건관리 및 개선노력도(5점 만점)	3.72	3.64	-0.08
안전보건수준평가 종합(5점 만점)	3.54	3.44	-0.10

- 패트를 점검을 수행한공단직원 90명을 대상으로 아래의 사업장 중 어느 사업장의 위험도가 가장 높다고 평가하는지에 대한 설문조사 결과

- 위험도가 가장 높은 것으로 A(39명, 43.3%), B(34명, 37.8%), C(17명, 18.9%)로 나타남

A : 빅데이터로 선정한 5,000개 사업장 명단에서 사업을 수행한 사업장

B : 기존 방식으로 선정한 산업안전본부에서 보내준 명단에서 패트를 점검을 수행한 사업장

C : 지역본부(지사)에서 자체 선정하여 점검한 사업장

- 그 외 설문조사 주요의견으로공단 직원은 점검대상 사업장 명단을 본부에서 제공하는 것에 긍정적으로 평가(77명, 85.6%)하고 있으며, 본부 제공 명단에서 사업수행과 자체선정 비율을 50:50으로 하는 것을 가장 선호(25명, 27.8%)

시사점

- 2022년 사업 수행 결과를 당해 연도에 평가하는 것은 한계가 있으나, 산재통계 자료, 점검 결과와 사업수행 직원을 대상으로 한 설문조사를 통해 기존의 사업 대상 사업장과 비교해 본 결과
- 기존 방식의 사업대상 선정에 비해 빅데이터 방식으로 선정한 사업 대상이 보다 효과적일 수 있다고 판단되며, 이에 따라 기존 빅데이터 기반 사업 대상 선정 사업을 발전시킬 필요가 있음

03 연구활용방안

💡 제안

- 사망사고 발생과 같이 발생확률이 낮은 경우의 예측을 위해서는 현재의 알고리즘보다는 딥러닝기법을 활용하여 많은 우수한 결과를 보이고 있는 이상징후탐지(Anomaly Detection) 모델을 추천
- 고위험 사업장 선정을 위해서는 현재의 위험기계 설비 대수보다는 기계의 노후도, 지도·감독 시 지적 건수, 현장상황, 경영자 마인드, 외국인 근로자수, 성별·연령별 구성 비율, 교육이수 여부 등을 고려할 수 있도록 사업장 DB를 구축하는 등 자료에 대한 데이터원의 확보 및 관리 필요
- 고위험 사업장 선별 모델 개선을 위하여 소방청의 소방용수 시설, 구조 활동을 위한 지역분류 및 건물 정보와 같이 행정안전부, 환경부, 소방청 등이 보유한 타기관의 자료를 확보하여 활용할 필요가 있음
- 사업장 위험도를 등급별로 관리하고, 본부에서 사업대상 명단을 지사에 제공할 때, 사업장 위험도 등급을 상, 중, 하로 구분하여 제공하는 것이 사업 수행에 효과적



연락처

- 연구책임자: 한국안전경제교육연구원 양종수 고문
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 조윤호
- 연락처: 052-703-0832
- e-mail: uno@kosha.or.kr

15

새로운 위험요인에 선제 대응을 위한
예방체계 구축방안

연구기간_ 2022년 8월 ~ 2022년 9월

핵심단어_ 새로운 산업재해 위험, 고령 근로자, 외국인 근로자, 비정규직 근로자,
협력업체 근로자, 새로운 고용형태 취업자

Highlights

산업구조, 노동인구의 변화에 따라 취업자 집단의 취업 상황의 변화를 전망하고 비정규직 및 협력업체 근로자, 고령 근로자 및 외국인 근로자, 새로운 고용형태의 취업자와 같이 새롭게 대두될 안전보건 취약계층의 위험을 분석하여 이에 선제적으로 대응하는 예방체계 및 전략을 제시함

01 연구배경

산업구조와 노동인구 변화, 새로운 고용형태로 인한 고용시장의 변화를 전망하고 새롭게 대두될 안전보건 취약계층에 대한 선제적인 산재예방 방안을 모색하고자 함

- 노동인구 고령화에 따른 고령 근로자 보호 방안 필요
- 외국인 근로자 취업 확대 및 사고사망재해 증가에 따른 대응 필요
- 비표준 고용, 중층적 고용관계의 확대에 인한 비정규직 및 하청근로자 보호 필요
- 특고, 플랫폼 등 새로운 형태의 취업자 보호 방안 필요

02 주요연구내용

연구결과

산업구조의 변화, 노동인구 고령화로 인한 산업재해 취약계층 및 안전보건 위험요인 확인

- 분석대상 취업자 집단을 ① 산업현장 노동력 공급구조에 따른 비정규직 및 협력업체 근로자, ② 노동인구 고령화 및 대체인력 채용에 따른 고령 근로자 및 외국인 근로자, ③ 특수형태근로 및 플랫폼 종사자와 같은 새로운 고용형태의 취업자로 구분

- 취업자 집단별 중대재해 발생유형, 발생원인 등 분석
- 취업자 집단별 현행 법제도 적용의 한계와 문제점 파악
- 취업자 집단별 안전보건 대응 방안 제시

비정규직 및 협력업체 근로자 보호방안

- 노동시장 내 이직이 잦은 노동자들의 흐름(flow)을 파악하여 교육 등 안전보건의 공백을 방지하고 안전보건시스템이 작동할 수 있도록 제도적 장치 마련
- 사업장 경계 밖에서 발생하는 위험 관리를 위한 주요 산단 등 안전보건관리 거점(post)을 확보하거나 또는 이동 거점을 마련하여 유연한 지원방안(공동안전관리자 등) 모색
- 원청 사업장의 안전보건시스템을 활용한 협력업체 근로자 보호 강화

고령 근로자 보호방안

- 고령자의 중대재해예방을 위한 관리 기준 반영 및 중대재해에 대한 관리·분석 필요
- 고령자 특성을 고려한 작업지침서 및 안전보건 프로그램
- 연령의 위험도를 반영한 위험성평가, 고령친화적 작업환경 및 작업관리 매뉴얼 제시
- 고령 근로자 특화 위험요인(근골격계 질환 등)을 모두 포함한 적절한 인간공학적 사업장 설계 지침 제시
 - * 신기술을 활용한 시설개선, 자동화공정, 스마트 안전장비 등 반영
- 업무의 순환 및 재설계(job redesign or rotation) 촉진 : 휴식 시간 부여 방식 개선 및 휴게 공간 마련, 교대근무 스케줄의 개선, 적절한 조도 및 소음관리 등

외국인 근로자 보호방안

- 위험을 알 권리를 보장하고 준수할 수 있도록 지도·감독 필요
- 위험사업장에 대한 외국인의 취업 사업장 변경사유 확대 및 작업중지권의 행사가 가능하도록 실효성 부여
- 언어의 차이에 의한 소통장애 등 인적요인을 위험성 평가의 위험요인에 반영
- 언어장벽에 의한 안전보건교육 및 정보제공의 실효성 문제 해소(외국인 안전강사 육성 등)

특고 및 플랫폼 종사자

- 다양한 취업형태의 노무제공자 증가 추세를 반영하여 일하는 사람을 보편적으로 보호하도록 「산업 안전보건법령」을 개선하는 방안 제시
- 보편적 보호로서 인적 보호범위 확대와 보호수준의 차등화

- ◆ 특고 종사자의 작업중지권 보장 및 안전보건 준수 의무 도입
- ◆ 플랫폼 노무제공 관계 당사자의 안전보건 조치 강화

시사점

- ◆ 산업구조, 노동인력 변화 등에 의해 대두되는 위험요인을 전망하고 대응방안 모색
- ◆ 고령화에 의한 노동인구 감소 및 산업구조와 고용형태 다변화로 인해 대두될 새로운 위험요인을 분석하고 안전보건 취약계층 보호를 위한 대응 방안 제시

03 연구활용방안

활용방안

- ◆ 취약계층 보호를 위한 정책 및 사업계획 수립에 기초자료로 활용
- ◆ 고령 근로자 보호를 위한 정책 및 가이드 제작에 활용
- ◆ 새로운 형태의 취업자 보호를 위한 산업안전보건법령 등의 개정 시 기초자료로 활용



연락처

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

16

노사 참여를 통한 안전문화 확산 방안

연구기간_ 2022년 8월 ~ 2022년 9월

핵심단어_ 안전문화, 노사참여, 노사협력, 근로자참여

Highlights

산업재해 감소를 위해서 우리 사회와 사업장의 안전문화 수준을 향상 시킬 필요가 있으며 연구에서는 안전문화를 확산하기 위한 전략적 방안으로 사업장의 노사가 참여하여 자율적으로 산업안전을 예방할 수 있는 노사협력 및 근로자 참여 강화 방안을 모색하고, 대국민 안전문화 확산을 위한 홍보 전략을 제시함.

01 연구배경

- ◆ 우리나라의 산업재해를 선진국 수준으로 낮추기 위해서는 안전문화가 정착되어야 함

- ◆ 노사의 참여와 협력을 통한 사업장의 자율적 산재예방활동 활성화 및 안전문화 정착 방안 모색 필요
- ◆ 사업장 구성원(사업주, 관리자, 근로자)과 국민이 공감하고 참여할 수 있는 대국민 안전문화 확산 홍보 전략 수립 필요

02 주요연구내용

연구결과

◆ 노사 협력을 통한 안전문화 개선 방안

- ◆ 노사 합의를 통한 사업장 내 작업중지권 활용 규정(내규) 마련
 - 사업주는 작업중지권 활용 데이터 축적 및 활용을 통한 작업중지 프로세스 개발 및 개선
 - 정부는 업종별 작업중지권 활용 매뉴얼(가이드라인) 개발 및 배포
- ◆ 안전문화 확산 및 고취를 위한 노사정의 사회적 대화 활성화
 - 경제사회노동위원회 내 상설기구로 산업안전위원회 설치·운영
- ◆ 노사 주도의 소규모 사업장 안전문화 확산 및 활동 촉진 방안

- 원·하청 협의체 등 안전보건활동에서 하청 노동자의 참여 보장 및 제도 운영 내실화
- 주요 산업단지 내 소규모 사업장의 공동산업안전보건위원회 제도 도입
- 일터 혁신 사업과 연계한 소규모 사업장 안전문화 컨설팅 확대

※ 5인 미만 사업장의 경우 직접 지원 사업 강화

◆ 노동조합 간부, 근로자 대표, 명예산업안전감독관의 전문성 강화 교육 지원

◆ 노사 공동 사고조사보고서 작성

- 정부는 사업장 안전교육 활성화를 위한 업종별 사고사례집 제작·보급

◆ 경영진의 안전의식 고취를 위한 사업주 안전포럼, 우수 사업장 정부 포상(인센티브) 강화

◆ 노사자치 및 근로자 참여제도 활성화 방안

◆ 산업안전보건위원회의 근로자 위원 선출방식을 직접, 비밀, 무기명 투표로 보완하여 민주성을 제고하고, 근로자 대표의 선정 단위에서 부분대표를 인정할 법적 근거 마련

◆ 근로자 대표의 통지요청권(「산업안전보건법」 제35조)에 개별 근로자 또는 일정 수 이상의 근로자가 근로자 대표에게 통지요청권의 행사를 요구할 권리를 반영하고, 사업주는 정당한 사유가 없으면 해당 정보를 공지하도록 하여 근로자의 알권리 강화

◆ 「산업안전보건법」(이하 '산안법')에서 안전보건관리규정에 명시하도록 한 사항에 한하여 산업안전보건위원회 의결을 거친 근로자에게 유리한 안전보건관리규정의 효력은 단체협약, 취업규칙에 반한다 하더라도 제한적으로 인정하도록 해석 필요(산안법 제25조 제2항 보완)

◆ 안전 및 보건에 관한 협의체(산안법 제64조 제1항 제1호)는 도급인과 수급인의 근로자가 참여할 권한이 없으므로 근로자 참여권을 강화하기 위해 의견을 제출할 수 있도록 보완

◆ 건설업 노사협의체(산안법 제75조 제1항)는 20억 미만 소규모 공사의 근로자가 배제되므로 유사한 업무를 수행하는 소규모 관계수급인의 근로자를 대표하는 자가 참여할 수 있도록 보완

◆ 명예산업안전감독관 제도 활성화를 위해 일정 규모 이상의 사업장은 산업안전보건위에서 명예산업안전감독관을 선출하게 하거나 고용노동부 장관이 후보자를 추천할 수 있도록 보완

- 사업주는 정당한 사유가 없으면 명예산업안전감독관의 사업장 출입권을 승인할 의무를 부여하고, 명예산업안전감독관의 활동시간 보장 및 전문성 향상을 위한 지원을 보장

◆ 홍보 및 캠페인 추진 방안

◆ 산업재해가 산업현장에 국한된 것이 아닌 국민안전과 연결된 사회적 문제로 인식 유도

◆ 안전문화 확산을 위한 핵심 메시지를 선정하고, 이해관계자별(국민, 사업주, 관리자, 근로자 등) 맞춤형 세부메시지를 통해 공감과 참여를 유도

- 메시지 전달형 캠페인보다 이해관계자의 참여형 캠페인 확대

◆ 메시지 확산 및 참여를 유도하기 위해 이해관계자의 범위를 넓히고 참여 채널을 확장

- 삼중 미디어 채널(Owned-Earned-Paid Media)을 유기적으로 활용하여 콘텐츠의 효과적 확산 도모

시사점

◆ 우리 사회와 사업장의 안전문화 확산을 위한 다양한 실행방안을 제시

◆ 노사협력을 통한 안전문화 정착 활동 방안, 노사자치 및 근로자 참여제도 개선 방안, 대국민 안전문화 확산 홍보전략 제시

03 연구활용방안

활용방안

◆ 노사협력을 통한 다양한 안전문화 확산 활동 방안 제공

◆ 현행 법령의 노사자치 및 근로자 참여제도 개선에 반영

◆ 안전문화 확산을 위한 홍보 캠페인 전략 수립에 활용



연락처

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

17

산업재해 예방을 위한 합리적 제재방안 연구

연구기간_ 2022년 9월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 산업안전보건법, 산업재해, 과징금, 제재방안

Highlights

중대재해 발생 시 형벌 외 다양한 제재 수단을 검토하고 안전·보건 의무이행 확보를 유도하기 위한 방안으로써 산업재해 예방을 위한 실질적 압박 수단 모색의 필요성을 검토하고 「산업안전보건법」상 과징금 부과 규정 신설 방안, 중대재해처벌법상 과징금 부과 방안을 제시함

01 연구배경

비용절감 및 이윤극대화에 따른 위험의 고도화

- ▶ 산업재해의 발생은 최소비용으로부터 최대이익을 지향하는 기업의 경영적 속성에서 비롯되는 부작용으로 평가될 수 있음
- ▶ 신속하고 추가 비용 투입 없이 기존 설비를 재활용하여 업무를 수행하도록 함으로써 기업의 경영이윤을 극대화하려는 시도가 이루어지고 있음

안전경영을 통한 안전의 경영핵심영역으로의 전환

- ▶ 기업의 경쟁력 강화를 위한 생산비용 절감의 필요성과 당위성에 의문이 있을 수는 없으나 안전을 희생하는 방식으로 경영적 이익을 극대화하려는 시도는 「산업안전보건법령」을 통해 제어되어야 함
- ▶ 「중대재해 처벌 등에 관한 법률」(이하 ‘중대법’)과 「산업안전보건법」(이하 ‘산안법’)에서 강조되고 있는 이른바 안전경영체계의 구축은 안전의 필요성과 경영적 필요성이 상호 충돌하는 경우에 기업이 취해야 할 선택과 판단의 합리적 체계를 말함

산업재해 예방을 위한 제반 의무 이행과 제재 수단의 다변화 필요성

- ▶ 산업재해예방을 위하여 산안법과 동 시행령 등은 사업체의 산업재해 예방을 위한 세부적인 의무들을 규정해 두고 있으며, 이를 위반하는 경우 다양한 제재가 법정화 되어 있음

- ▶ 현행 산안법상 제반 의무의 위반에 대한 제재는 주로 형벌로써 설계되어 있음. 형벌의 특성상 실제 산업재해를 유발하더라도 형벌의 부과 사례가 드물고, 가사 형벌이 부과되더라도 그 형의 정도가 상대적으로 낮다는 문제가 오랫동안 제기되어 왔음
- ▶ 따라서 현행법상 형벌 외에 산업재해 예방을 위한 효과적인 제재방안을 연구하여 안전 및 보건 확보의무 준수율을 높일 수 있는 방안의 연구가 필요함

02 주요연구내용

연구결과

산업재해 예방을 위한 실질적 압박 수단 모색의 필요성과 산안법 제재수단으로써 형벌제도의 한계

- ▶ 산안법상 의무위반행위에 대하여 원칙적으로 형벌이 부과되나, 의무이행 강제에 있어서 실효성이 떨어짐
- ▶ 특히 하도급 관계에서 산재 위험이 고도화 되고 있는바, 비용절감차원에서 하도급화가 심화되고 산재 발생이 높아지는 것이라면, 이를 제어하는 방식으로 경제적 불이익 부과를 생각할 수 있음

산안법상 과징금 부과 규정 신설 방안으로써 과징금 부과 대상 범위의 확대

- ▶ 현행 산안법 제161조 상의 과징금 부과 규정에 추가하여 산안법 제38조, 제39조 제1항 위반에 따른 제161조의 형사 처벌과는 별개로 과징금 부과 필요
- ▶ 산안법 제63조(도급인의 안전보건조치 의무)를 위반한 경우 법 제169조 제1호 위반 죄로 3년 이하의 징역 또는 5천만 원 이하의 벌금을 부과하고 있으나 이와 별도로 이 규정에 대한 과징금 부과 필요
- ▶ 산안법 제53조 제1항 또는 제3항 상의 고용노동부장관의 시정조치 등 명령위반에 대하여 제169조 제2호 상의 3년 이하 징역 또는 3천만 원 이하의 벌금 등을 부과하고 있으나 이와 별개로 과징금 부과 필요
- ▶ 법 제61조 상의 수급적격성 판단에 관한 의무위반 사실상의 제재로서 과징금 부과 필요
 - 다만 사실상 경제적 제재를 새로이 규정하는 만큼 명확하고 구체적 부과 기준 마련이 후속 조치로써 마련되어야 함

중대법상 과징금 부과 방안 - 중대산업재해예방위원회 설치

- ▶ ‘웨스트레이 광산 폭발 사건’으로 우리나라 중대법에 해당하는 웨스트레이 빌(Westray Bill) 제정 및 형법 개정

- ▶ 양형법원은 조직·기업에 대한 특별선고원칙으로서 벌금형 결정 시 형법 상 규정된 4개 양형인자(도덕적 책임, 공익, 재활의 전망, 피해회복 관련 요소)를 고려함
- ▶ **법인처벌** ① 과실범죄에 대한 기업의 법적 책임(형법 제22.1조), ② 고의범죄에 대한 기업의 법적 책임(형법 제22.2조), ③ 타인의 업무수행방법을 지시하거나 지시할 권한(형법 제217.1조)
- ▶ **중대법상 과징금 부과 방안 - 과징금 부과**
 - ▶ 중대재해예방위원회가 '불안전노무이용행위'로 판단하면 동 위원회는 해당 사업체가 과징금 부과(이의 제기 절차 등에 대한 규정 필요)
 - ▶ 과징금 산정 시 원칙적으로 상한 방식을 취하되, 생명안전에 관한 규율임을 고려하여 상한을 매우 높일 필요가 있음
 - ▶ 개별 중대법 시행령상의 안전보건확보의무 불이행의 내용 및 경위, 원인, 그 횟수 및 기간 등을 고려하여 과징금 액수를 달리 산정하여 부과되는 시스템의 법정화 필요

시사점

- ▶ **안전보건 확보의무 불이행에 대한 과징금 부과 방안**
 - ▶ 신속성, 법인 등 기업에 대한 실질적 제재기능을 한다는 점에서 장점이 있음
 - 영국의 「중대재해기업처벌법」은 개인으로서 경영책임자가 아니라 기업에 대한 본질적인 제재를 지향함
 - ▶ 인과관계 입증 등의 부담 완화
 - 안전보건 확보의무 이행 여부에 대한 판단은 법령 상 명시된 세부적 행위자(경영책임자)의 개별 의무의 불이행 행위에 대한 것이라기보다 제반 불이행 행위들을 종합적으로 고려하여 안전경영체계의 본질적 흠결이라는 법적 평가가 원인이 되고, 그 결과가 중대재해 발생으로 귀속됨
 - '안전경영체계 흠결상태'라는 법적 평가는 불공정거래 또는 불건전영업행위라는 법적 평가 개념과 같이 별도의 법적 평가 절차를 통해 판단 가능함

03 연구활용방안

활용방안

중대재해처벌법 실효성 제고 방안

- ▶ 중대법의 처벌과 관련하여 형사처벌 강화, 경제벌 도입, 산안법과 일원화 등 노사와 전문가들 사이에서도 다양한 의견이 있음
- ▶ 중대법의 실효성 강화 및 현장 안착을 위하여 '23년 「산업안전보건법령 개선 TF」를 구성·운영할 계획으로 중대법의 실효성 제고 방안을 위한 TF 논의 시 기초 자료로 활용



연락처

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

18

안전보건체계 구축 지원을 위한
컨설턴트 양성과정 개발

연구기간_ 2022년 9월 ~ 2022년 12월

핵심단어_ 안전보건체계구축, 전문가양성, 직원교육체계

Highlights

안전보건 전문성 강화를 위해 중장기 관점에서의 직원교육 체계를 수립하고, 특히 「중대재해처벌법」 도입 이후 산업안전보건 전문가로서 요구되는 경력 개발을 위해 안전보건체계 구축 지원 컨설턴트 양성과정 개선안을 개발하여, 직원교육에 활용하고자 함

01 연구배경

- 정부는 「중대재해처벌법」의 현장안착과 사망사고의 감축을 핵심목표로 다양한 안전관리 주체들의 역량을 활용하여, 안전보건감독의 예방 효과성을 높이는데 역량을 집중하고 있음
- 안전보건공단은 안전보건체계 구축 및 실행의 중심적인 역할을 수행하는 국내유일 안전보건연구기관으로서, 안전보건감독 전문성 강화를 위한 교육체계 필요성이 요구됨
- 본 연구는 중장기 관점의 직원 교육체계를 수립, 산업안전보건 전문가로서 요구되는 경력개발 및 전문가 양성과정개발, 교육플랫폼 구축 방안 및 미래 교육훈련체계를 마련하기 위한 목적으로 연구를 수행함

02 주요연구내용

연구결과

안전보건체계구축 환경분석 및 설계 방향성

- 외부환경 및 트렌드 분석 결과, 산업재해 예방을 위한 안전관리 및 감독 역량 강화가 중요하며, 전문 인력 양성이 요구되고 있음. HRD 트렌드는 다양한 형태를 혼합한 블렌디드 러닝이 효과적임

- 내부 환경분석 결과, HRD Alignment(조직의 전략방향과 HRD 방향의 정합성), HRD System(직무 HRD 운영 체계성), HRD Operation(HRD 제도 및 운영 효율성), HRD Performance(성과창출을 위한 HRD/M 연계성)의 4가지 방향을 설정하고, 컨설턴트 양성 교육과정 고도화를 위한 필요 사항을 도출함
- 핵심이해관계자 7명의 인터뷰를 통해 컨설턴트 양성 교육과정 개발 연구의 니즈를 파악함. 종합 서비스기관을 위한 전문적인 안전보건체계구축 컨설턴트 양성을 위한 인재육성체계가 필요하며, 경영/간부 직렬의 체계적 교육 로드맵 및 내부교육 강화가 필요한 것으로 파악함. 또한 현재는 법규 중심으로 구성되어 있어 실습내용 보완이 필요하며, 교육운영 인력이 적어 보다 효율적으로 운영할 수 있는 방안이 필요함
- 진단 및 개선방향성으로 총 4가지 전략을 설정함. 첫째 산업안전보건 HRD 체계 구축, 둘째, 맞춤형 핵심 직무 역량 강화 방안 고도화, 셋째, 교육운영 효율화 및 관리방안 고도화, 넷째 선순환적 교육 성과 관리 방안 정교화임

안전보건체계 인재육성 체계 개선과제 정의

- 인재상은 책임감 있는 인재, 소통하는 인재, 전문적인 인재로 설정하고, 공통, 리더십, 직무 역량모델 개선과제를 제시함. 총 2가지 교육체계도를 제안하였으며, 교육운영방안으로 온·오프라인 교육 방식과 인프라 개선을 위한 LMS 도입 및 활용방안 등을 제안함

안전보건체계 컨설턴트 양성과정 개선

- 과정설계 개선안 검토를 위해 총 10명의 SME 인터뷰를 실시하였으며, 컨설팅 업무 관련 교육과정을 신규 개발하고, 이를 콘텐츠 개선방안에 제안함. 상세 설계서와 별도 교안 11종을 파일로 제공함

시사점

- 안전보건체계 전문가 양성을 위한 중장기 체계와 실행과제 도출 및 내부 구성원들을 위한 전문가 양성 교육과정 개발 수행을 통해, 안전보건 특성을 반영한 인재육성 인프라 확보 및 전문가 양성을 위한 역량기반 교육과 중장기 비전 및 계획 수립에 반영함

03 연구활용방안

💡 제언

- 우리나라의 안전보건관리체계는 다양한 규모와 업종에 적합하도록 분야별 전문가에 의해 충실히 구축, 관리, 실행될 필요가 있음
 - ▶ 각 분야별 전문가가 보유하고 있는 전문성 및 역량을 적재적소에 발휘하고, 구현할 수 있는 인프라가 중요
- 본 연구는 안전보건관리체계를 충실히 개선하고 실행할 수 있는 전문가를 양성하도록 하는 핵심 가이드와 로드맵을 제시함
- 본 연구를 기반으로 안전보건관리체계의 전문가를 양성, 관리할 수 있는 기본 과제들을 구현하고, 중장기적으로 목표한 성과를 효율적으로 관리한다면 더 안정적으로 안전보건관리체계를 관리하고 실행할 수 있을 것임

💡 활용방안

- 본 연구에서 제시된 안전보건관리체계 인재양성 중장기 체계구축 로드맵과 전문가 양성 과정을 통해 내부 구성원들의 역량을 효율적으로 향상시킬 수 있으며, 도출된 과제를 실행하는 과제정의서를 통해 향후 더욱 고도화된 프로그램 및 체계 마련 등 실행연구에 활용될 수 있을 것으로 기대함



연락처

- 연구책임자: (주)에스티엠 문용경 컨설턴트
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 김정섭
안전보건공단 경영지원실 김혜민
- 연락처: 052-703-0831
- e-mail: jsky2001@kosha.or.kr

19

ESG 경영을 통한 자율안전보건시스템 확산방안

연구기간_ 2022년 8월 ~ 2022년 9월

핵심단어_ ESG 경영, 자율안전보건시스템, 산업안전보건 지표 평가 및 공시, 책임투자, 원-하청업체 산업생태계, Safety in ESG

Highlights

ESG 경영의 평가, 공시, 투자 지표와 산업안전보건 지표와의 연계성을 검토하고 ESG 산업안전보건 생태계 구축 등 “Safety in ESG” 경영의 주요 실천 방안 검토함. ESG 경영을 통한 국내 기업들의 자율안전보건시스템 도입에 대한 정책 제언을 도출함

01 연구배경

- 중대재해 감축을 위한 사회적 관심과 노력은 어느 때보다 높으나, 그간 정부 및 규제기관의 노력은 고위험 사업장의 점검 및 감독, 영세사업장에 대한 재정지원 등에 집중되어 왔음
 - ▶ 이러한 감독 및 규제 중심 접근은 기업들이 산업안전을 추가적인 비용, 혹은 위험 관리 (risk management)의 일부로만 여기게 하여, 기업에서의 안전에 대한 실질적 변화를 이끌어내기 힘들. 기업의 자발적 안전보건 투자 확대를 유도하는 정책적 노력이 절실함
- 최근 기업경영에서 환경보전, 이해관계자 중시, 지배구조 개선 등을 목표로 하는 ESG 경영에 대한 관심이 커지고 있어 이를 활용한 기업의 자율적 안전보건시스템 도입 및 확산을 위한 정책 실행이 가능함. ESG 경영은 환경, 사회, 기업지배구조의 세 축을 중심으로 기업경영을 평가·공시하며, 정부 및 민간에서 이를 기반으로 투자하는 것으로 시장 메커니즘을 통해 기업의 자발적·실질적 변화를 이끌어 낼 수 있음. 특히 ESG의 S는 인권 및 노동 문제 외에도 작업장 보건 및 안전의 개념을 포함하고 있으므로 이를 적극적으로 활용하여 “Safety in ESG”경영으로 확장한 정책 구상이 가능함
 - ▶ 고용노동부와 산업안전보건공단은 자율 안전보건관리 시스템 및 산업안전보건 혁신을 위한 「중대재해 감축 로드맵」을 발표하였으며, 규제 및 감독 중심의 산업안전관리시스템을 기업 자율 예방시스템으로 전환하는 것은 「중대재해 감축 로드맵」의 중요한 요소임

02 주요연구내용

연구결과

- ESG 경영의 역사적 배경과 국내·외 현황을 살피고, 그 주요한 방법론으로 “평가-공시-투자”를 제시함. ESG 경영의 평가-공시-투자 지표와 산업안전보건 지표와의 연계를 검토하고, ESG 경영에 대한 정부와 규제기관의 역할이 기업, 평가/공시기관, 투자자들이 보다 효율적으로 의사 결정할 수 있도록 투명한 정보를 제공하며, 대기업, 중소기업, 스타트업 기업들이 모두 ESG 경영의 혜택을 누릴 수 있도록 지원하는 데 있음을 논의
- ESG 평가기관의 평가지표와 ESG 관련 시장공시, 산업안전 관련 규제공시, ESG 관련 기관투자와 기업 스타트업 투자, 대/중소기업, 원/하청 기업을 아우르는 ESG 산업안전 보건 생태계 구축 (5장)의 네 분야에서 “Safety in ESG” 경영의 주요 실천 방안을 검토함
- 관련 국내·외 학술문헌과 전문보고서를 검토하고, ESG 평가기관(한국기업지배구조원), 시장공시기관(한국거래소), 국내 대/중소기업 ESG 담당자(서비스업, 반도체 제조업, 건설업, 스마트 안전 스타트업), ESG 관련 전문서비스 기관(컴플라이언스 컨설턴트), 국내 ESG 관련 투자업계(자산운용사, 대기업 ESG 스타트업 투자 담당자) 전문가를 인터뷰하여 연구주제의 학술 및 실무적 측면을 모두 검토하여 Safety in ESG 경영을 논의하여 ESG 경영을 통한 국내 기업들의 자율안전보건시스템 도입에 대한 정책제언을 도출함

시사점

- ESG 평가 및 공시에 산업안전보건지표 도입
 - 정부의 사업체별 산업 재해율 공시를 통해 ESG 평가, 공시, 감사기관과 공유
 - 주 업체의 협력업체에 대한 산업 재해율 및 안전보건 관리 및 지원 현황을 평가 및 공시에 포함
 - 산재서사의 언론을 통한 공유와 홍보를 통한 사회의식 제고
- 산업안전보건 제고를 위한 ESG 투자 활성화
 - 연기금의 산업안전보건 지표를 활용한 책임 투자 확대 (대기업)
 - 산업안전보건 우수기업에 대한 정책금융 확대 (중소/ 영세기업)
 - 민간 ESG 책임투자 부분에 대한 지원 (산업안전관련 스타트업)

- ESG 산업안전경영을 산업생태계로 확산
 - 원청-하청 산업안전 평가 및 관리시스템: 협업 플랫폼 표준화
 - 협력기업 및 영세업체 안전보건 관련 규제 및 감독 강화
 - 대기업의 ESG 경영을 통한 협력업체 안전보건 역량 강화 지원

03 연구활용방안

활용방안

- ESG 경영과 안전보건관리시스템을 접목하여 기업의 자율 안전보건시스템의 수용성을 높이고, 궁극적으로는 중대재해 감축로드맵의 정책목표 실현을 도움
- 산업안전보건에 대한 기존 연구를 사업장의 효율적 관리 (산업/안전공학), 근로자 보건, 복지 (사회복지학)의 관점에서 기업, 투자자 및 경영자 의사결정 (경영학) 관점으로 확대하여 관련연구에 기여
- Safety in ESG 경영에 관한 본 연구는 1) 기업의 내부 통제 및 교육 시스템과의 연계 및 실천 방안 모색 2) 산업안전보건 관련 사업장별, 직무별, 직능별 빅데이터 분석 등 후속 연구로 확대 가능



연락처

- 연구책임자: 서울대학교 경영대학 박선현 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 강민호
- 연락처: 052-703-0813
- e-mail: brilliant@kosha.or.kr



산업안전

01. 산업현장 소조직부문의 위험성평가 참여 방안 및 역할 검토	88
02. 제조업 유해·위험방지계획서 변경 제출 기준 검토	93
03. 사다리식 통로의 구조에 대한 안전기준 검토	96
04. 신재생에너지 관련 위험요인 예측 및 안전기준 개선	100
05. 이동식 사다리 작업의 위험요인분석 및 대체품 개발에 관한 연구	103
06. 도급에 따른 산업재해 예방조치의 효율적 이행 및 개선방안	106
07. 유해위험 작업 시 관계수급인 근로자 실질적인 보호를 위한 도급금지 및 도급승인제도의 효율적 시행방안.....	109
08. 안전관리자 자격기준 강화 방안 마련	112
09. 특수형태근로종사자 대상 안전조치 이행 실태조사 및 개선방안 도출과 효과적인 감독방안 검토	115
10. 건설업 산업안전보건관리비 계상기준 검토	118
11. 소규모 건설현장 안전보건조치에 대한 매뉴얼 개발에 관한 연구	123
12. 건설공사 중 붕괴로 인한 산업재해 예방을 위한 제도개선	126
13. 달비계 작업용 합성섬유로프의 사용 안전성 개선 연구	130
14. 잠수작업 사고사망 원인분석 및 안전방안 마련	133
15. 프랜차이즈 가맹본부의 산재예방 조치 이행 실태조사 및 개선방안 마련	136
16. 폭발위험장소의 불균일 가스혼합기에 의한 화재폭발 위험성 연구	140
17. 폐플라스틱 열분해 유화 공정의 안전관리 방안	144
18. 안전밸브 설치대상 및 작동시험 주기의 적정성 검토 및 개선방안 마련	148
19. 위험물 제조·취급 작업장 비상구 설치기준 개선방안 마련	152

01

산업현장 소조직부문의 위험성평가 참여 방안 및 역할 검토

연구기간_ 2022년 3월 ~ 2022년 6월

핵심단어_ 위험성평가, 위험성평가 기법, 위험성평가 도구, 관리감독자, 체크리스트

Highlights

위험성평가는 사업주와 경영진을 포함한 사업장의 전체 구성원이 모두 함께 하는 것이어야 함. 위험성평가의 이행 중심에 관리감독자가 있음. 위험성평가는 선행하는 공정·작업 단계에서 먼저 잘 이루어져야 효율적이고 효과적임. 위험성평가의 실체와 본질은 실질적으로 실천하는데 있음. 형식적인 서류작업을 위해 몇 명이 책상에서 작성하는 위험성평가는 우리가 빨리 버려야 할 악습임

01 연구배경

안전보건은 모든 조직 구성원의 근본 업무

- 안전보건은 전체 조직 중 어느 한 부서(안전보건부서)의 업무가 아니며, 사업장에서 업무가 이루어지는 각 절차단계마다 소속 근로자들을 보호하기 위한 고유의 안전보건 업무가 이미 내포돼 있음

안전보건은 쉼 공정단계에서 추진하여야 할 주요 업무

- 안전보건은 시공(건설)과 생산(제조)만의 문제일 수는 없음. 시공과 생산 이전의 경영진의 구상 및 검토·설계·발주·유통·운송·구매·검사·설치 및 시운전 단계에서, 이후의 감리·유지보수·사후관리 등의 단계에서도 안전보건관리는 피할 수 없고 각 단계마다 역할이 요구됨

안전보건 문제에 접근하는 관점의 전환

- 그간의 기술 중심에서 벗어나 다각적인 시각과 다양한 관점에서 사고발생에 영향을 미치는 요인을 찾아낼 필요성이 제기됨. 사고의 중심에는 늘 사람이 있기에 기술적 요인에만 집중하면 중요한 사고발생 원인들을 놓칠 우려가 있음. 이제는 사람과 조직을 중심으로 놓고, 다른 사고요인들과 함께 기술적 요인은 종합적인 관점에서 다루는 방식으로 전환을 시도해 볼 때가 되었다고 판단됨

02 주요연구내용

연구결과

위험성평가의 본질

- 위험성평가는 사업장의 현장 구성원들이 스스로의 안전을 확보하는 핵심 절차. 스스로의 위험은 스스로 가장 잘 알기 때문. 이를 어느 정도의 형식을 갖춰 구현해 내면 '올바른 위험성평가'가 됨. 서류작업과 같은 형식을 갖추는 과정이 도리어 부담이 되지 않도록 스스로 논의를 통해 방법을 찾아야 함

위험성평가의 이행 주체

- 실질적·실무적 이행 주체는 각 단위 업무를 수행하는 조직의 구성원 모두이며, 그 중심에 관리감독자가 있음. 현장을 가장 잘 아는 구성원은 해당 단위 업무의 작업자들이므로 작업을 직접 수행하는 구성원들의 의견이 유해·위험요인의 파악에서부터 잘 반영돼야 제대로 된 위험성평가가 이행될 수 있음

위험성평가의 이행 단계

- 위험성평가는 기계·설비, 공정, 작업내용의 계획단계에서부터 시작하는 것이 가장 효율적임. 계획 단계에서 문제점을 걸러 설계단계에 반영하고, 설계단계에서 걸러진 문제점은 제작단계(시공단계)에 순차적으로 반영하는 것이 바람직함

사망사고 사례분석

- 이 연구에서는 최근 사회적 이슈가 되었던 건축물 해체공사 중 붕괴사고, 열매체유 보일러 화재·폭발사고, TMAH(수산화테트라메틸암모늄·반도체, 디스플레이 제조산업에서 현상액으로 주로 사용) 급성중독사고 등 3종류를 중심으로 한 심층 분석을 통해 위험성평가 방법, 절차, 체크리스트의 샘플 등을 제안하였음

심층 분석과정

- 건축물 해체공사 중 붕괴사고** 선행연구 분석, 「산업안전보건법」·「건축물관리법」·「국토교통부고시」·「건축법」·「건설기술진흥법」·국내법령에 따른 건축물허가 행정절차·국외법령 및 관련규정(일본, 홍콩, 영국, 미국)의 분석·비교, 발주에서부터 업무 진행단계별 사고원인 분석, 전문가 자문, 업무수행 관련 시스템 제어구조·업무 흐름·구성요소별 사고원인 분석 등을 통해 해체공사 중 붕괴사고 예방을 위한 체크리스트 항목과 주요 이행주체를 제안

❖ **열매체유 보일러 화재·폭발사고** 열매체유 보일러 현황 및 물리적 특성·위험성 파악, 「위험물안전관리법」·「에너지이용합리화법」·「산업안전보건법」 분석, 최근 10년간 사고사례 조사·분석, 공정설계 단계에서부터 점검 및 유지보수단계까지 업무 진행단계별 사고발생 원인 및 대책 분석, 전문가 자문, 업무수행 관련 시스템 제어구조·업무 흐름별 문제점 분석 등을 통해 열매체유 보일러 화재·폭발사고 예방을 위한 체크리스트 항목과 주요 이행주체를 제안

❖ **TMAH 급성중독사고사고** TMAH 개요 파악, 국내·외 사고사례 분석, 「산업안전보건법」·「화학물질관리법」 등 분석, 업무단계별 사업주·연구/공정/정비 관리감독자·작업자의 역할 정리, 업무수행 관련 시스템 제어구조·업무 흐름별 문제점 분석 등을 통해 TMAH 급성중독사고 예방을 위한 체크리스트 항목과 주요 이행주체를 제안

❖ 위험성평가 도구 체크리스트 방식 제안

- ❖ 산업현장용 위험성평가 도구는 쏘단계에 걸쳐 쏘조직(실제적으로 관리감독자 중심)이 스스로 이행할 안전관리 역할을 쉽게 직관적으로 파악할 수 있어야 하고, 특히 조직이 많고 기능이 복잡한 중규모 이상의 대기업에서 명확한 역할 구분이 이행되어야 함
- ❖ 더불어 소규모 사업장의 현장 작업자들도 쉽게 바로 적용할 수 있어야 하고, 서류작업이 적을수록 그러한 도구를 현장에서는 좋게 받아들일 수 있을 것임. 이를 통해 위험성평가에 있어 현장 작동성의 향상도 기대해 볼 수 있을 것이므로 이러한 실정에 가장 잘 부합하는 위험성평가 도구는 체크리스트 방식이라 판단하고 이 연구에서는 체크리스트 방식의 결과물을 제안하였음

시사점

❖ 위사고분석에 있어 전통적 분석방식과 시스템적 분석방식

- ❖ 3가지 종류의 이슈사고 사례분석에서는 2가지 방향으로 분석과 체크리스트의 샘플 도출 접근법을 달리하였음. 2가지 방향으로 분리된 접근법은 서로 다른 결과를 낸다는 것을 확인하였음. 2가지 방향의 접근법은 모두 분석자 개인의 전문성과 통찰력(경험 기반), 열정에 크게 의존하는 정성적 기법임. 전통적 방식은 분석자의 경험과 역량에 따라 아주 다양한 방향으로 뻗어나가면서 사고예방을 위한 문제점과 예방대책을 분석하고 정리해 낼 수 있음. 반면, 시스템적 방식은 각 업무단계의 진행상 문제점, 조직 차원에서 단위 조직이 한 일과 하여야 하는데 하지 못한 일, 조직의 역할, 업무 절차 등을 효율적으로 파악하는 분석에 효과적임. 2가지 방향의 접근법은 각각 장단점이 명확하고 서로 보완관계로 판단됨

❖ 사고조사단계의 중요성 인식

- ❖ 이 연구에서 제안하는 위험성평가 도구 체크리스트는 분석을 위해 수집한 자료의 질과 양에서 이미 그 결과물로서의 도달수준이 결정된다고 볼 수 있을 것임. 관련 현황, 법령 및 업무절차, 주체별 역할 등의 수집과 분석은 분석자 개인의 경험과 열정에 관련됐다고 볼 수 있으나 사고조사결과와 수집과 분석은 다른 차원의 이슈임. 또 다른 사고예방과 대책 수립을 위해 우리는 늘 과거의 사고사례 수집과 분석을 강조함. 하지만, 정작 그 사고조사 결과물에는 우리가 알고 싶은 충분한 내용이 없을 수도 있음. 대부분의 사고조사는 법령위반 사실을 파악하고 조사하는데 중점을 두기 때문임. 정부와 공공기관이 그렇게 접근할 수밖에 없는 이유는 우리가 이미 잘 알고 있음
- ❖ 하지만, 사업장에서 스스로 수행하는 자체사고조사는 훨씬 더 다양한 관점에서 충분한 시간과 노력을 들여 사고원인을 파악하고 추정해 볼 수 있을 것임. 대부분의 사망사고를 예로 들면 이는 단독사고인지라 목격자나 CCTV가 없다면 사고의 배경과 과정을 파악해 원인을 알아낸다는 것은 불가능할 수 있음. 그렇지만, 동일하거나 비슷한 작업을 수행하는 현장의 동료들은 그 내용을 더 잘 파악하고 추정할 수 있을 것임. 솔직하게 숨김없이, 비록 추정이라 하더라도 그렇게 모아지는 데이터가 그 현장에서의 동종유사의 사고예방을 위한 위험성평가에는 크게 도움이 될 것임. 정확하고 진실한 데이터의 수집이 먼저임

03 연구활용방안

💡 제언

❖ 안전보건관리체계에서 위험성평가와 현장 정착을 위한 노력

- ❖ 2022년 1월 27일부터 시행된 「중대재해처벌법」과 관련하여 고용노동부는 홈페이지에 안내서와 가이드북을 제공하고 있음. 안내서에 따르면, 중대산업재해 부문에서 경영책임자의 안전 및 보건 확보의무에서 안전보건관리체계의 구축 및 이행은 기업 스스로 유해·위험요인을 파악하여 제거·대체 및 통제 방안을 마련·이행하며, 이를 지속적으로 개선하는 일련의 활동을 의미한다고 정의하였음
- ❖ 「중대재해처벌법」 측면에서도 산업재해 예방활동의 중심에 위험성평가가 있음을 말하고 있으며, 가이드북에서는 안전보건관리체계의 구축 및 이행에 요구되는 각 단계별 항목들의 구체적인 내용과 사례를 제시하는데 위험성평가에 대해서 여러 쪽을 할애하여 강조함

- ◆ 더불어, 최근 발표된 고용노동부의 「중대재해 감축 로드맵」에서도 산재예방활동의 중심에 위험성 평가가 있음을 분명히 하였음. 정부, 안전보건공단 등 산재예방 공공/민간전문기관, 사업장 및 구성원 전체는 지금까지와는 달리 실질적인 위험성평가가 현장에서 조속히 안착될 수 있도록 같은 방향으로 밀고 끄는 역할을 꾸준히 지속하는 노력을 들이는데 고민과 고민을 거듭할 필요가 있을 것임

💡 활용방안

🌱 체크리스트의 활용과 갱신

- ◆ 이 연구에서 제안하는 체크리스트는 일종의 샘플임. 위험성평가의 현장 작동성을 높이는데 기여하고자 가급적 복잡하지 않도록, 그리고 어렵지 않게 작성하고자 노력하였음. 사고예방에 핵심적인 사항은 포함시키되, 많은 양으로 인해 현장에서 거부감이 들지 않게 고민하였음
- ◆ **완성과 활용** 사업장에서는 이를 샘플로 사업장별 여건·환경 및 작업내용에 부합되도록 항목을 추가하거나 삭제하는 방식으로 보완하여 사용할 수 있음. 현장별로 추가적으로 필요한 조치사항, 조치방법 등 세부적인 내용은 현장의 안전보건 전문가 및 기술 전문가 등과 협업하여 체크리스트의 항목을 보완하는 작업을 통해 체크리스트를 완성하는 작업이 필요할 것임
- ◆ **지속 갱신** 또한, 사업장에서 한 번 완성된 체크리스트라고 하여 변경 없이 계속 그대로 사용하는 것은 바람직하지 않으므로 체크리스트를 사용하면서 사고원인과 예방에 미치는 영향정도가 낮다고 의견이 모아진 항목은 제외시키거나 변경하고, 중요 사항으로 파악된 항목은 추가하는 노력이 계속되어야 할 것임



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 산업안전연구실 김진현
- 연락처: 031-481-7500
- e-mail: k3388283@kosha.or.kr

02

제조업 유해·위험방지계획서 변경 제출 기준 검토

연구기간_ 2022년 8월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 유해·위험방지계획서, 대상 범위, 합산 범위, 기준 다양화

Highlights

제조업 유해·위험방지계획서 제도의 업종대상 주요구조부분 변경 제출 기준에 대해 산업현장 실태조사 및 의견수렴 결과, 대상 범위를 '사업장'에서 '사업장 단위공장 또는 단위공정'으로 명확히 하고, 합산 대상은 이미 제출한 동일설비는 합산에서 제외하되, 부실 설치 방지를 위해 제도적 장치 마련이 필요하고, 전기정격용량 관련 대규모 사업장을 포함하여 업종별 전기정격용량에 대한 추가 검토가 필요

01 연구배경

- ◆ 제조업 유해·위험방지계획서의 업종대상 주요구조부분 변경 제출 기준(전기정격용량 합이 100킬로와트 이상)이 산업현장 변화를 제대로 반영하지 못하고 있다는 의견이 제기
- ◆ 이에 제조 사업장 실태조사 및 의견수렴, 전문가 회의 등을 통해 해당 제도의 업종대상 주요구조부분 변경 제출 기준 등에 대한 개선 가능성을 검토

02 주요연구내용

🔍 연구결과

🌱 제조업 유해·위험방지계획서 제출 현황 등

- ◆ 사업장 규모별 전기계약용량의 변화
 - 300킬로와트 미만의 소규모 전기계약용량 사업장 증가, 사업장 규모와 전기계약용량은 양(+)의 상관관계를 지님
- ◆ 업종대상 제조업 유해·위험방지계획서 제출 현황
 - 전체 중 주요구조부분 변경과 관련한 제출 비중 높음(특히 반도체 제조업은 93.1%가 변경제출)

- 전기계약용량의 대규모화(500~999킬로와트와 1,000킬로와트 이상 비중 높음)
- 주요구조부분 변경 제출 중 전기계약용량 1,000킬로와트 이상 사업장 비중 높음

❖ 업종대상 주요 제출 사업장 실태조사 및 의견수렴

- 반도체 제조업, 전자부품 제조업, 자동차 및 트레일러 제조업, 1차 금속 제조업(6개사, 16명) 대상
 - 제출기준과 위험성 간의 상관관계, 제출 범위, 합산 범위, 기준 다양화 등에 대한 의견 수렴
- 제출기준과 위험성 간의 상관관계 관련 실태조사 및 의견수렴 결과
 - 유해·위험성이 크지 않지만 전기정격용량 합산으로 인해 제출하는 설비 다수(소규모 로봇팔, 지지대, 세정설비, 검수장비, 레이저 설비 등)
 - 유해·위험성이 크지만 규제 대상 아닌 설비 존재(고온고압설비, 소량의 급성독성물질) 등
- 제출 범위 관련 실태조사 및 의견수렴 결과
 - 현재 사업장 단위로 함께 제출하는 공정들 간에 직접적인 연관성이 없는 경우가 많아, 단위공장이나 단위공정으로 규제하는 것이 합리적임
 - 완전 자동화되어 구획된 공간 등을 단위공정으로 반영 검토 등
- 합산 범위 관련 실태조사 및 의견수렴 결과
 - 이미 심사받은 동일 설비에 대해 합산 범위에서 제외하는 것에 대한 검토 필요
 - 「화학물질관리법」, 「전기안전관리법」, 「소방시설 설치 및 관리에 관한 법률」, 「연구실 안전환경 조성에 관한 법률」 등과의 중복규제 검토 등
- 변경 제출 기준 다양화 관련 실태조사 및 의견수렴 결과
 - 전체 전기계약용량을 감안하여, 전기정격용량을 차등화 적용
 - 전기정격용량의 합산이 아닌 최대 전기정격용량 설비를 기준으로 적용 등

📌 시사점

- ❖ 제조업 유해·위험방지계획서 제도의 근본 목적·취지에 대한 재정립 필요
- ❖ 공정, 작업 등이 상이한 업종별 규제 차별화 및 업종별 표준화된 제도 운영 기준 제시 필요
- ❖ 유해·위험방지계획서 관련 정보들에 대한 체계적 관리 및 적극적 활용 필요

03 연구활용방안

💡 제언

- ❖ 향후 업종별 재해유형·설비·규모 등의 차이 유형화 등을 위한 후속연구 필요
- ❖ 건설 분야 DFS(Design For Safety) 개념을 제조업(생산 공정 및 레이아웃 변경 등)에 적용하기 위한 후속연구 검토

💡 개선방안

- ❖ 대상 범위 명확화
 - 「제조업 등 유해·위험방지계획서 제출·심사·확인에 관한 고시」상의「사업장」문구를「사업장 단위공정 또는 단위공장」등으로 명확하게 정의 필요
- ❖ 합산 범위 관련 현실화
 - 이미 제출한 동일설비는 합산 대상에서 제외하되, 부실 설치 방지를 위한 제도적 장치 마련
 - KCs, S-mark 등 안전 관련 인증 품목 등에 대해 합산 제외 검토
- ❖ 전기정격용량 기준 현실화
 - 대규모 사업장을 포함하여, 업종별 적정 전기정격용량 합산 기준 추가 검토
- ❖ 고위험 설비·기계·기구 반영
 - 떨어짐, 끼임, 부딪힘, 누출, 중독 등과 직접 관련된 설비·기계·기구 등에 대한 반영 검토

💡 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: 호서대학교 이광원 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 산업안전연구실 박장현
- 연락처: 052-703-0849
- e-mail: jhpark@kosha.or.kr

03

사다리식 통로의 구조에 대한 안전기준 검토

연구기간_ 2022년 8월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 고정식 사다리, 등반이율, 추락방지시스템, 사다리 안전시스템

Highlights

「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제24조(사다리식 통로 등)에 대한 적정성 검토를 위해 사다리식 통로 관련 국내·외 법제도, 표준규격, 산업재해 발생현황 분석 및 현장조사를 실시함. 이를 통해 우리나라는 해외 선진국(미국·영국)과 달리 사다리 안전시스템으로서 등반이율만 인정하고 있어 사망사고 감소를 위해서는 등반이율 외 추락방지시스템을 법규정에 추가시키는 방안을 검토해 볼 필요가 있음을 확인함

01 연구배경

- 「산업안전기준에 관한 규칙」 제24조에서 사다리식 통로에 대한 산업재해 예방 조치를 규율하고 있으나 이와 관련된 추락 사고를 효과적으로 예방하기에는 다소 어려움이 있음
- 특히, 고정식 사다리식 통로의 세부 구조기준에 따라 높이 7m 미만의 등반이율을 설치할 필요가 없는 통로는 근로자가 이동 중 추락하여 사망하는 사고를 초래할 수 있으므로 등반이율 설치 기준 등 사다리식 통로의 안전기준 적정 여부를 검토할 필요가 있음
- 또한, 해외 선진국(미국, 영국 등)에서는 최근 고정식 사다리의 추락 방지를 위한 시스템 등에 대한 법 개정이 이루어지고 있음
- 이에 사다리식 통로로 인해 발생하는 산업재해를 효과적으로 예방하기 위하여 관련법령 및 제도를 검토할 필요가 있음

02 주요연구내용

연구결과

- 사다리식 통로 안전시스템 관련 국내·외 법령 및 제도 분석
 - 미국, 영국, 일본, 우리나라를 대상으로 고정식 사다리 안전시스템을 규정하는 법제도 비교

- 미국은 등반이율 대신 추락방지시스템 의무 설치, 영국은 등반이율 또는 추락방지시스템 의무 설치, 일본은 관련 규정이 없었으며 한국은 등반이율 의무 설치 기준임을 확인

구분		미국	영국	일본	한국
사다리 안전시스템 의무	높이	24피트 (약 7.3m) 이상	2.5m 초과	-	7m이상, 2.5m지점부터
	종류	추락방지시스템 설치	등반이율 또는 추락방지시스템 설치	-	등반이율 설치
	설치 규정 범위	CFR 1920.29를 통하여 등반이율의 설치기준 제시	지주(stile) 간격기준 제시 이외의 기타 설치기준은 BS 참조	-	×
	예외	건설분야, 터미널시설은 별도규정에 따름	건축물에 대해서는 별도 규정됨	-	×
등반이율 인정여부		△ (2018년 이전에 설치된 등반이율만 한시적 인정)	○	-	○
추락방지시스템 인정여부		○	○	-	×
등반이율+추락방지시스템 혼용가능여부		○ (간섭이 없는 경우)	○ (설치시 위험성평가를 통한 성능 확인)	-	-

사다리식 통로 안전시스템 관련 국내·외 표준 규격 분석

- 미국, 영국, 일본, 우리나라를 대상으로 고정식 사다리 안전시스템을 규정하는 표준규격 비교
 - 미국·영국 등반이율의 기능에 대한 관점이 추락위험의 방지에서 추락위험의 최소화로 변화하였고 승강 높이가 높을 경우 등반이율보다 추락방지시스템을 사용하도록 변화
 - 일본·한국 ISO 14112-4(2004)를 적용한 표준규격만 있으며 비기계류에 적용하는 표준규격이 없음

고정식 사다리 관련 사망사고 재해조사

- 모든 업종을 대상으로 최근 10년간 사고사망 재해 14건 분석
 - 등반이율이 설치되어 있는 사다리에서 발생한 재해는 1건, 다른 사망재해는 모두 7m 이하의 높이에서 등반이율이 설치되어 있지 않은 사다리에서 발생
 - 이러한 사고는 등반이율 외 안전대나 기타 추락방지시스템을 설치하는 경우 방지될 수 있다고 판단

고정식 사다리 관련 현장 실태조사

- 제조업 규모별(50인 미만, 50~300인 미만, 300인 이상) 3개소 이상, 총 10개소 실태조사
 - 사다리 발판 폭·간격, 발판과 벽 사이 간격, 기울기 등 모든 기준에 적합하게 설치

- 등받이울이 고정식 사다리 추락 사고를 완전히 예방하는데 효과적이지 않다는 의견 확인
- 등받이울 법적 설치 의무 높이를 낮추어 기준을 강화할 필요가 있다는 의견 확인 등

사다리식 통로 안전기준에 관한 적정성 검토

- 사다리 안전시스템 설치 의무 높이 기준
 - 영국은 2.5m로 가장 수준이 높고 우리나라는 미국과 유사하게 약 7m로 중간 수준이며 일본의 경우 높이에 대한 규정이 없어 가장 완화된 기준임
- 사용 가능한 사다리 안전시스템 종류 기준
 - 미국은 기본적으로 추락방지시스템을 설치하고 한시적으로 등받이울 사용을 허가, 영국은 추락방지 시스템 또는 등받이울 모두 허용, 우리나라는 등받이울만 허용, 일본은 관련 규정이 없음
- 사다리 안전시스템 종류별 기능과 한계

구분	Fall Arrest System (추락방지시스템)	Safety Cage (등받이울)	No Protection
추락의 발생을 억제	X	X	-
추락 상태를 정지	O	△ (경우에 따라 가능)	X
신체 피해의 방지	O	△ (경우에 따라 가능)	X
바닥/지상에서의 충돌 방지	O	△ (경우에 따라 가능)	X
기능의 상시 발휘 가능성 (사용자 불개입성)	X	O	-
안전대 등 개인보호장치의 착용 필요성	O	X	-
Human Error 등에 의한 기능의 무효화 가능성	O	X	-
추락 발생 높이에 따른 피해 방지 기능 저하 가능성	X	O	-
비두부 우선형(Non-head first) 추락 유도	해당사항없음 (추락상태가 정지)	O	-

시사점

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제24조(사다리식 통로 등)에서 고정식 사다리에 등받이울을 적용하기 어려운 경우나 설치 높이가 높은 경우에는 등받이울 보다 추락방지시스템을 사용하도록 하는 규정을 검토할 필요가 있음
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에 추락방지시스템 적용과 관련된 내용을 신설할 경우 표준규격에 대한 사항도 함께 검토할 필요가 있음

03 연구활용방안

활용방안

- **정책적** 사다리식 통로에 관한 현행 법령인 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제24조의 적정성을 평가하고, 이로 인해 발생하는 산업재해를 보다 효과적으로 예방하기 위한 법령의 개정 방향 결정을 위한 기초자료 제공
- **기술적** 등받이울의 역할 및 기능에 대한 안전성을 검토하고 새로운 고정식 사다리 통로에 대한 추락방지시스템 소개



연락처

- 연구책임자: 부경대학교 이의주 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 산업안전연구실 이은진
- 연락처: 052-703-0845
- e-mail: eunjin2@kosha.or.kr

04

신재생에너지 관련 위험요인 예측 및 안전기준 개선

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월
핵심단어_ 태양광, 풍력, 위험요인, 안전기준

Highlights

본 연구에서는 신재생에너지 관련 신기술·신공법 관련 특성 파악을 통해 위험요인을 예측 및 평가하고 그 결과를 토대로 관계 법령 및 안전기준 등의 개선방안을 모색하고자 하였음. 이에, 미래환경 분석 및 안전보건 전망, 신재생에너지 관련 기술 및 산업 현황 파악, 신재생에너지 관련 사고 분석 및 위험요인을 도출하였으며, 연구내용을 토대로 산업안전보건 관련 관계 법령, 지침 및 안전기준 등에 대한 개선방안을 제시하였음

01 연구배경

- 정부는 「2050 탄소중립 추진전략」 달성을 위하여 2034년까지 신재생에너지 발전 비중 목표를 25.8%로 설정하여 확대 추진하고 있으나 관련 위험요인에 대한 평가 및 위험성 관리방안은 고려되고 있지 않음
- 신재생에너지 관련 신기술·신공법 관련 특성 파악을 통해 위험요인을 예측 및 평가하여 관계 법령 및 안전기준 등의 개선방안을 모색하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

미래환경 분석 및 안전보건 전망

- 국제 에너지 기구(IEA) 탄소중립 시나리오, 우리나라의 제5차 신재생에너지 기본계획 및 RE(Renewable Energy)100 등에 대한 고찰을 통해 신재생에너지 관련 산업 구조 및 환경을 분석함으로써
 - 향후 발생할 수 있는 신재생에너지 관련 위험요인을 확인하고 그 위험성에 선제적으로 대응하고자 안전보건 전망을 예측함

신재생에너지 기술 및 산업 현황

- 태양광, 풍력의 발전원리 및 기술 특성, 국내 신재생에너지 발전 및 보급 현황과 산업 규모 그리고 국내외 신재생에너지 관련 보급 전망 및 생태계 등을 파악함으로써
 - 미래 신재생에너지 관련 기술 및 산업의 확장성·중대성을 고려하여 관련 유해·위험요인의 안전한 관리를 위한 기반을 마련하고자 함

신재생에너지 관련 사고 및 위험요인

- 태양광, 풍력 관련 산업재해 사고사망자 발생 현황 분석, 산업재해통계 외 국내·외 사고발생 현황 파악 및 태양광, 풍력의 신기술 및 신공법 관련 공정 및 작업내용 분석을 실시하고, 신재생에너지 관련 위험요인 예측 및 안전기준 개선에 활용하고자 함

신재생에너지 안전기준 개선(안)

- 실태조사 등을 통해 도출된 위험요인에 대한 안전조치 사항을 「산업안전보건기준에 관한 규칙」과의 적정성 검토를 통해 개선사항을 발굴함
- 태양광 및 풍력 관련 이슈, 문제점 등에 대한 안전조치 개선방안을 마련함
- 태양광 및 풍력 산업현장 노동자의 안전성 확보를 위한 산업안전보건 체크리스트를 제안함

시사점

- 태양광 및 풍력 관련 신기술·신공법에 대한 직무위험 분석을 통해 도출된 위험요인은 쉼조직 차원의 위험성평가에 활용할 수 있으며, 위험성평가 결과를 토대로 생애주기별로 발현될 수 있는 위험성을 사전 예측 및 통제함으로써
 - 태양광 및 풍력 산업현장에서 발생할 수 있는 산업재해예방에 효과적일 것으로 판단됨

03 연구활용방안

제언

- 직류감전 관련 안전조치를 위해 인체영향 재해석, 접지방범 개선 및 직류 누전차단기 개발 필요성을 제언함
- 태양광 및 풍력 관련 위험성평가 수단으로 활용할 수 있는 안전보건 체크리스트를 제언함

💡 개선방안

- 태양광 및 풍력 관련 사고 및 위험요인 분석결과를 토대로 안전조치 사항이 적절히 규정되고 있는지 확인하고 「산업안전보건기준에 관한 규칙」과의 적정성 검토를 통해 안전기준 개선(안)을 마련함
- 태양광은 떨어짐, 감전, 익사 및 옥외작업 관련 사항을, 풍력은 떨어짐, 끼임, 충돌, 물체에 맞음, 감전, 익사 및 옥외작업 관련 사항에 안전조치 적정성을 검토하여 개선의견을 제시함
- 실태조사를 통해 도출된 태양광 및 풍력 관련 주요 이슈의 안전조치 개선사항을 제시함
 - 태양광 발전설비의 충전부 접촉에 의한 감전재해를 예방하기 위한 전원차단장치 설치와 전압강하 기능 추가를 기술적 개선방안을 제시함
 - 풍력 발전설비의 외부 유지보수를 위한 자일로프 작업 시 근로자 역량 강화, 교육 실시 및 관리감독 등의 안전조치 사항을 관계 법령 반영을 위한 개선(안)을 제시함

💡 활용방안

- 새로운 위험이 예상되는 태양광 및 풍력산업 대상 기술지원 등 공단 사업추진에 활용
- 학술대회 발표 및 학술지 논문 게재를 통한 연구결과 환류
- 관련 후속연구의 기초자료로 활용



연락처

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

05

이동식 사다리 작업의 위험요인분석 및 대체품 개발에 관한 연구

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 안전, 이동식 사다리 대체품, 작업발판, 전도, 추락사고

Highlights

국내·외 이동식 사다리 관련 문헌고찰, 재해사례 심층 분석, 현장 실태조사 등을 실시하여 현행 이동식 사다리 작업의 문제점과 작업상 위험요인을 파악하여 현장 적용성 및 안전성이 확보된 이동식 사다리 대체품(작업발판)을 개발

01 연구배경

- 이동식 사다리는 작업이 이루어지는 장소로 오르내리는 발판 또는 높은 위치에서 이루어지는 작업의 보조 기구로 가정과 산업현장에서 광범위하게 사용되고 있음. 특히 이동식 사다리는 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제24조에서 이동통로로 규정되어 작업발판으로서의 사용이 규제됨에도 불구하고, 대부분의 산업현장에서는 작업의 편리성 및 이동식 사다리로 작업발판을 대체하여 사용할 수 있다는 잘못된 인식으로 광범위하게 사용됨에 따라 관련 사고도 지속적으로 발생하고 있는 실정
- 본 연구는 이동식 사다리 관련 산업재해 감소를 목적으로 국내·외 이동식 사다리 관련 문헌고찰, 재해사례 심층 분석, 현장 실태조사를 실시하여 현행 이동식 사다리 작업의 문제점과 작업상 위험요인 등을 파악하고 현장 적용성 및 안전성이 확보된 이동식 사다리(작업발판)를 개발하여 제시하고자 함

02 주요연구내용

🔍 연구결과

- 문헌고찰을 통해 이동식 사다리 작업 관련 산업재해 현황을 분석한 결과, 이동식 사다리가 사고 사망 기인물 중 가장 높은 것으로 나타났으며, 이 중 약 61%가 건설관련 업종에서 발생하였음. 그리고 사고발생 유형은 이동식 사다리의 전도와 사다리에서의 추락이 대부분을 차지

- 이동식 사다리 작업의 안전 및 사고 예방을 위한 안전작업지침 개선방안을 포함한 법령, 규정, 기준 및 가이드라인과 사고예방대책 관련 선행연구 등을 분석하고 이동식 사다리 제품 및 대체품 현황을 조사하여 대체품 개발 방향을 설정
- 이동식 사다리 작업과 관련한 현장 실태조사를 위하여 건설업, 제조업 및 서비스업에 종사하는 작업자 및 관리자들을 대상으로 일반사항, 안전작업지침 개선방안, 이동식 사다리의 현장 작업 실태 및 이동식 사다리 대체품(작업발판) 개발 방향 등 4가지 항목에 대한 설문조사를 실시하였고 이와 함께 현장 또는 작업장 방문을 통한 관계자 면담 및 현장조사를 실시하여 이동식 사다리 대체품(작업발판) 개발에 반영
- 이동식 사다리 작업 시 발생하는 안전사고를 근원적으로 예방할 수 있는 이동식 사다리 대체품(작업발판)을 단일높이와 높이 조절이 가능한 신축형으로 각각 개발하였으며, 개발된 대체품(작업발판)에 대해서 구조해석, 실물 인증시험 및 현장설치 등을 실시하여 안전성, 신뢰성 및 적용성을 검증

시사점

- 이동식 사다리 작업과 관련된 법령과 기준 및 안전작업지침 등이 현장의 작업 실태를 반영하지 못하고 있으므로 이에 대한 개선 또는 보완 필요
- 휴대성, 안전성을 확보할 수 있는 이동식 사다리를 사용하는 작업자의 전도 및 추락 사고를 근원적으로 예방하고 현장 적용성, 대체품(작업발판) 개발이 필요

03 연구활용방안

활용방안

- 법·제도 개선에 활용
 - 「산업안전보건법」 이동식 사다리 관련 제도 개선
 - 이동식 사다리 대체품목 인증기준 마련
- 공단사업에 활용
 - 재정지원 사업을 통한 중·소규모 사업장 보급
 - 특허허여 등 기술이전을 통한 중소기업 육성 및 사회적 가치실현

- 실용연구 우수사례 홍보에 활용
 - 논문 투고 및 학술대회 발표 등



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 산업안전연구실 황종문
전남대학교 이기열 교수(부분위탁 연구책임자)
- 연락처: 052-703-0842
- e-mail: bm0722@kosha.or.kr

06

도급에 따른 산업재해 예방조치의 효율적 이행 및 개선방안

연구기간_ 2022년 04월 ~ 2022년 10월
핵심단어_ 도급, 산업재해, 예방조치, 개선방안

Highlights

「산업안전보건법」 제64조에 명시된 도급인이 하여야 하는 산업재해 예방조치의 이행에 관한 문헌 및 실태조사를 수행하였음. 이를 통해, 도급인 책임범위 확대에 대한 교육 및 홍보와 업종별 위험성평가 매뉴얼 구축의 필요성을 제안하였음. 또한 Portal을 이용한 안전관리 활동 사례를 통해 안전·보건관리 플랫폼 구축의 필요성 및 예시를 제안하였음

01 연구배경

- 「산업안전보건법」 제64조에 따르면 도급인 자신의 근로자와 관계 수급인 근로자의 산업재해를 예방하기 위하여 안전보건협의체 운영 등을 실시해야 함
- 최근 「산업안전보건법」(20.1.16 시행)의 도급범위 확대로 도급인이 하여야 하는 산업재해 예방조치 및 실시 기준 등의 적정성 검토와 효율적인 이행방법에 대한 연구가 필요함

02 주요연구내용

연구결과

공생협력 사례조사 결과

- 제조업 20건, 공공기관 8건, 서비스업 7건, 건설업 6건에 대하여 조사 수행
- 제조업은 안전보건협의체와 합동안전보건점검에, 공공기관은 현장순회점검 강화에 중점을 두고 있는 것으로 확인
 - 제조업에서의 작업장 순회점검은 매일 운영하여야 하는 안전 활동으로 인식되고 있기 때문인 것으로 판단 됨
- 서비스업은 동일 작업장 내에서 발생하는 업무들이 대다수이기 때문에 산업재해 예방조치에 대한 사항은 공생협력프로그램에는 반영하지 않은 것으로 확인

해외 우수사례 조사 결과

- 미국의 자율예방프로그램(Voluntary Protection Program) 등 9건, 영국의 Construction Design and Management(CDM) Regulation 등 3건, 싱가포르의 CultureSAFE 등 4건, 일본의 전문 공사업자 안전관리 활동 촉진사업 등 4건을 조사 수행
- 해외에서는 크게 자율적인 안전보건관리체계 구축을 통한 안전관리 활동과 안전사고 발생이 높은 중소기업에 대한 집중적인 안전관리 활동 강화로 구분됨

업종별(건설업, 제조업, 서비스업, 공공기관) 산업재해 예방조치 이행 실태조사 결과

- 산업재해예방 조치의 적정성, 법령 인식수준, 안전보건협의체, 순회점검 관련 전반적으로 잘 준수하고 있으며, 서비스업의 일부 업종에서 낮은 인식도를 보이고 있음
- 원격 등 운영방법 개선 필요성 전 업종 모두 긍정적인 답변을 주었으나 건설업이나 일부 서비스업은 대부분의 도급업체가 동일공간에서 작업을 수행하는 경우가 많아서 대면을 원칙으로 제시

산업재해 예방조치 개선사항

- 도급인의 도급인 책임의무 범위 확대에 대한 내용 인식을 위한 교육과 홍보의 강화
- 업종별 위험성 평가 매뉴얼 구축과 이에 대한 교육·홍보
- 도급인과 수급인의 안전활동 범위를 명확히 구분하고, 실질적인 실무자가 안전관리 활동을 계획하고 수행할 수 있도록 유도하는 방안도 필요
- Portal 및 플랫폼 구축을 통한 전사적인 안전관리 활동 유도 필요
- 산업재해 예방조치가 요식적인 행위가 아닌 실질적 안전관리 활동이 될 수 있도록 의식을 고취하여야 진정한 자율안전체계(문화) 정착 활동이 될 수 있음
- 도급인의 자발적이고 효율적인 산업재해 예방조치 운영 유도를 위해 현재 수행하고 있는 감사나 사고 조사 방법의 개선이 필요
- 다수의 협력사를 보유한 대규모 도급인의 효율적인 산업재해 예방조치 이행을 위한 방안 필요

시사점

- 도급인의 책임범위 확대에 대한 인식이 상당히 미흡한 것으로 확인되어 이에 대한 교육과 홍보가 필요할 것으로 확인

- 업종에 관계없이 법에 명시된 산업재해 예방조치를 준수하는데 노력하고 있으나 협력사들이 많은 경우에는 매월·매 분기 안전보건협의체 및 합동안전보건점검을 수행하는데 어려움이 있음

03 연구활용방안

활용방안

- 본 연구내용을 토대로 도급인의 효율적인 산업재해 예방조치의 개선안을 업종 및 기관별로 제안하여 현장 작동성 강화를 위해 활용



연락처

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

07

유해·위험작업 시 관계수급인 근로자의 실질적인 보호를 위한 도급금지 및 도급승인 제도의 효율적인 시행방안

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 도급금지, 도급승인, 도급승인 실적, 도급승인 절차, 안전보건 평가기관

Highlights

반도체제조업의 대표설비 정의, 안전보건평가기관의 인력 및 설비 기준 제시 및 도급승인 절차의 합리화 방안 제시

01 연구배경

- 「산업안전보건법」 전면개정(2020.1.16.)에 따른 유해·위험작업 도급금지 및 도급승인 제도의 시행으로 관계수급인 근로자의 실질적인 보호와 효율적인 제도 운영을 위하여 지침의 합리적 개선이 필요하였음
- 도급승인 안전보건평가 및 기술사항 확인 관련 절차의 개선
- 반도체제조업종 및 석유화학제품제조업종 등의 동일한 설비에 대한 도급승인 범위 개선
- 안전보건평가 위탁기관 지정관리 개선 및 인력·장비 기준의 합리화 등

02 주요연구내용

연구결과

- 2021년도 업종별 도급신청 건수는 총 787건으로 반도체제조업 460건(58.4%), 전자제품제조업 89건(11.3%), 석유화학제품제조업 74건(9.4%) 순이었음
- 2021년도 15개 안전보건평가기관 중 상위 4개 평가기관이 564건(71.7%)의 도급승인 신청관련 안전보건평가에 참여하였음

- 도급승인 신청 대상 사업장의 1차 안전보건 현장평가를 실시한 경우 공단의 기술사항 확인절차를 면제하는 등의 합리화 필요
- 반도체제조업종에서 동종설비란 제조사와 모델명이 같고 수급인이 같은 설비를 말하며 동종설비 관련 위치 요인(건물, 층 등)에 따른 유해·위험성은 별도로 구분할 필요가 없었음
- 안전보건평가 업무 수행에 필요한 최소인력기준은 안전 및 보건분야 모두 진단할 수 있는 종합 안전 보건진단기관의 인력기준(최소 13명 이상)의 최소 절반이상이 되도록 안전진단기관(현행 6명)과 보건진단기관(현행 5명)에 3명을 추가할 필요가 있음
- 4종의 강산성물질(황산, 불화수소, 질산, 염화수소)을 측정·분석할 수 있는 이온크로마토그래피(Ion chromatography) 또는 가스농도측정기 및 pH meter를 안전보건평가 수행기관의 필수장비로 추가할 필요가 있음

03 연구활용방안

💡 제언

- 「화학물질관리법」에 따른 도급신고 중복 규제개선과 관련하여 4종의 강산성물질(황산, 불화수소, 질산, 염화수소)에 대한 도급승인 또는 변경승인 제출서류*의 내용에 「화학물질관리법」에 의한 도급신고 시의 제출서류**가 포함될 수 있도록 보완할 필요가 있음
 * 도급대상 작업의 공정 관련 서류, 도급작업 안전보건관리계획서, 안전 및 보건에 관한 평가 결과
 ** 도급계획서, 화학사고 안전관리 계획서, 긴급 도급 사유서
- 도급승인 대상 작업에 대한 화학물질 제거방법 및 차단계획, 잔여 화학물질 발생 시 대처방법과 도급 승인 작업에 대한 정기적인 사후관리(주 1회 이상)를 위하여 사업장 도급승인 작업 자율 확인 점검표를 자체적으로 관리할 수 있도록 조치할 필요가 있음
- 안전진단기관에 의한 도급대상 설비 및 작업절차 안전성 평가와 정상운전 과정의 안전성 평가 시 실시하는 유해·위험요인에 대한 측정·분석, 작업환경 개선시설의 적정성 평가 등에 관계된 안전보건 평가는 보건분야 진단기관과 협력하여 실시할 필요가 있음
- 도급승인 대상의 유해인자의 추가적인 발굴과 선정에 관계된 합리적인 기준이 필요함

- 도급승인과 공정안전보고서(PSM) 제출에 따른 관계 서류의 중복으로 인한 민원 해소를 위해 도급승인 관계 서류의 제출 시 공정안전보고서(PSM)의 해당 중복서류(안전운전계획-도급업체 안전관리계획)를 제출한 것으로 인정하는 방안이 필요함

💡 활용방안

- 도급승인 제도 운영절차에 대한 합리적인 개선방안 수립의 근거 자료로 활용
- 도급승인 작업에 대한 근원적인 안전성 확보 및 근로자 건강장해 예방에 기여



연락처

- 연구책임자: 전남대학교 이권섭 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 산업안전연구실 강준혁
- 연락처: 052-703-0849
- e-mail: cronbach@kosha.or.kr

08

안전관리자 자격기준 강화 방안 마련

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 안전관리자, 자격기준, 기준 다양화, 체계화

Highlights

산업현장에 적격 안전관리자 수급을 위해 「산업안전보건법 시행령」 [별표 4] '안전관리자의 자격' 기준과 관련하여 국내·외 법령·제도 분석과 실태조사 및 관계자 의견 수렴 결과, 안전관리자 자격기준 중 학위와 관련해서는 학위 및 산업안전 관련 학과 등에 대한 명확한 정의 제시가 필요하며, 자격증과 관련해서는 산업안전지도사 응시자격에 안전관리 경력 또는 산업안전기사 등의 기준 추가 필요

01 연구배경

- 산업재해 예방을 위해 자율적·상시적 안전보건관리체계 구축이 필요하며, 이러한 체계 구축을 위해 안전관리자의 역할이 매우 중요하기에 해당 전문성을 강화할 필요가 있음
- 또한 현행 「산업안전보건법」상의 안전관리자 자격기준은 안전 분야 자격·학력 위주로 국한되어 있어 폭넓고 전문적인 안전관리 업무 수행에 한계가 존재
- 이에 산업현장의 업종·규모·위험성 등에 따라 적격 안전관리자가 수급·선임될 수 있도록 국내·외 법령·제도 분석 및 산업현장 의견수렴 등 관련 연구가 필요

02 주요연구내용

연구결과

안전관리자 자격기준 국내·외 법령·제도 고찰

- 「산업안전보건법」상 안전관리자 자격기준
 - 시행령 [별표 4]에 따른 자격기준은 산업안전지도사, 산업안전산업기사 이상, 건설안전산업기사 이상의 자격증과 산업안전 관련 학위, 경력, 타법령 선임기준 등으로 규정

- 기업활동 규제완화에 관한 특별조치법에 의한 안전관리자 겸직 허용 및 고용의무 완화
 - 「산업안전보건법」 제17조에 따라 안전관리자 1명을 채용한 경우, 고압가스 등의 사업자가 선임하여야 하는 안전관리자 1명을 채용한 것으로 봄
- 독일 및 일본의 안전관리자 자격 기준
 - 독일은 전문성에 따라 안전기사, 안전기술사, 안전마이스터를 두도록 하고 있으며, 학위 또는 자격시험, 경력, 교육 등 세 가지 모두 만족 시 안전관리자 자격 부여
 - 일본도 학위, 경력, 교육 세 가지 모두 만족 시 안전관리자 자격 부여, 연수 교육(9시간 이상) 시 안전관리, 예방활동, 안전교육, 관계 법령 등을 배움

국내 안전관리자 선임 현황분석

- 업종별 안전관리자 선임현황
 - 자체 선임 사업장 수는 건설업 6,804개소, 기타업종 4,244개소, 제조업 2,532개소
 - 선임 안전관리자 수는 건설업 13,478명, 기타업종 5,216명, 제조업 3,612명
- 안전관리자 선임 가능 자격증 현황
 - 2021년 기준, 안전관리자로 선임 가능한 자격 취득자는 산업안전기사 15,310명, 산업안전산업기사 7,728명, 건설안전기사 5,539명
- 국내 안전공학 운영 대학 현황
 - 안전공학 운영 대학 수는 대학교 22개소, 전문대학 49개소(2년제 전문대학 21개소), 사이버대학 5개소, 일반대학원 21개소, 특수대학원 19개소
 - 안전공학 운영 대학의 주요 교과목은 안전관리론, 건설안전, 기계안전, 전기안전, 화공안전, 인간공학, 산업심리학, 안전성평가, 산업안전보건법 등

집단면접조사 등을 통한 의견수렴

- 의견수렴 대상
 - 집단면접조사는 건설·제조·서비스업 안전관리자 및 안전관리전문기관의 담당자와 실시
 - 전문가회의는 노·사·정 관계자, 산업현장 안전관리자 및 채용담당자 등과 실시
- 의견수렴 내용
 - 「산업안전보건법 시행령」[별표 4]의 제1호 ~ 제10호 규정된 내용인 자격증, 학위, 경력, 타법 관련 사항 등 현행 안전관리자 자격기준에 대한 다양한 의견 수렴

03 연구활용방안

💡 개선방안

🌸 안전관리자 자격기준 개선 및 관리방안

- 🍀 자격증 관련 개선 방안
 - 산업안전지도사 응시자격에 안전관리 경력 또는 산업안전기사 등의 기준 추가 검토
 - 선임 가능 자격증에 안전관리분야 기술사 포함 검토 등
- 🍀 학위 관련 개선 방안
 - 「산업안전보건법 시행령」[별표 4]의 제4호에서 대학의 정의 명확화 필요
 - 산업안전 관련 학위 등에 대한 세부 기준 등을 위임행정규칙 등으로 제시 필요
 - 산업안전 관련 학위에 안전 관련 복수전공, 부전공, 연계전공 등을 포함 검토
- 🍀 경력 관련 개선 방안
 - 안전관리자 경력을 증명할 수 있는 검증 수단·방법 등에 대한 공론화 필요
- 🍀 교육 관련 개선 방안
 - 「산업안전보건법 시행령」[별표 4]의 제11호, 제12호에 명시된 건설업 대상 교육이수 후 자격 부여에 대한 내용을 전 업종으로 확대 검토

💡 활용방안

- 🌸 「산업안전보건법 시행령」[별표 4] 안전관리자의 자격 개정 시 기초·참고자료로 활용
- 🌸 학술대회 발표 및 학술지 논문 게재 등을 통해 연구결과 환류



연락처

- 연구책임자: (사)한국안전학회 장성록 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 산업안전연구실 박장현
- 연락처: 052-703-0849
- e-mail: jhpark@kosha.or.kr

09

특수형태근로종사자 대상 안전조치 이행 실태조사 및 개선방안 도출과 효과적인 감독방안 검토

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 특수형태근로종사자, 안전조치, 이행주체, 감독방안

Highlights

특수형태근로종사자의 복잡한 직무관계를 직종별로 비교하고 유형화하여 유사한 이해관계자 형태와 그에 포함되는 직종군으로 분류하였음. 또한 유사 직종군에 해당하는 안전조치 사항을 도출하고 개선방안을 제시하였으며, 감독해야 할 노무를 제공하는 자와 그 역할, 즉, 사전 안전조치와 현장 안전조치로 구분하여 제시함으로써 안전조치가 체계적으로 이행될 수 있는 기반을 마련하였음

01 연구배경

- 🌸 특수형태근로종사자는 노무를 제공하는 주체이면서도 자영업자 형태를 지니는 중간적 위치에 자리하고 있으며, 최근 들어 비정기적이고 일회성 성격의 업무형태가 늘어나면서 특수형태근로종사자의 수도 지속적으로 증가하고 있음
- 🍀 또한, 사업주에 대한 경제적 전속성이 있는 근로자적 성격이 부각되면서 정부에서는 산업안전 범위에 포함된 특수형태근로종사자의 안전조치 및 보건조치를 산업안전보건법에 따라 규제하여 재해예방 조치 노력을 기울이고 있음
- 🌸 따라서 특수형태근로종사자의 안전 및 보건조치가 산업안전보건법에 따라 법령 시행초기에 효과적으로 정착되기 위해서 정책적·실무적 사항을 검토할 필요가 있음
- 🍀 이행주체를 명확히 정의하고 작업형태의 위험성에 따라서 현장에서 규제가 효과적으로 작동할 수 있도록 해야 하는데, 특수형태근로 계약 또는 작업 프로세스, 장소 등을 파악하여 안전조치 이행주체 확인과 안전조치 방법을 분석할 필요가 있음
- 🍀 실태조사를 통해 현장의 안전조치 사항과 본 연구에서 제시하는 책임주체와 안전조치 방법과의 비교를 통해 법령 및 실무 개선방안을 도출하고 효과적인 감독방안을 검토할 필요가 있음

02 주요연구내용

연구결과

관계자 실태조사 및 의견수렴을 통한 안전조치 개선방안 도출

- 노무를 제공받는 자와 노무를 제공하는 자 관련 단체 및 협회 대상 실태조사와 의견수렴을 통해 안전조치 책임과 의무 주체를 도출하고, 안전조치 수준 향상과 현장 작동성 강화를 위해 균형있게 의견을 수렴하였음
- 이해관계자 역할을 명확히 정의하여, 역할 수행을 위해 이해관계자 간의 협의와 협력 방안을 제시하고, 특수형태근로종사자 안전조치 및 안전보건교육의 제도적 개선과 실무적 개선방안 제시하였음
- 위험요인과 안전조치의 매트릭스 비교를 통해 특수형태근로종사자의 공통 안전조치 사항을 떨어짐, 화물, 차량 및 고객응대 측면에서 도출하고, 직종별 직무범위 정의를 통해 업무범위와 안전조치 사항을 정리한 뒤, 추가 개정이 필요한 안전조치 및 삭제 검토가 필요한 안전조치를 구분하여 제시하였음

이해관계자 분석을 통한 안전조치 이행주체 확인

- 이해관계자, 사업유형, 장소적 지배관계를 바탕으로 직종별 안전조치 이행주체를 유형화하고 그 책임과 역할의 범위를 정의하여, 각 유형에 적합한 안전조치 및 감독방안을 제시하였음
- 안전조치 이행 주체를 직종별 이해관계자 모형에 따라 계약체결 사업자 중심의 사전조치 집중 사업자와 현장지배 사업자 중심의 현장 안전조치 집중 사업자로 구분하여 현장 작동성 개선방안을 도출하였음
 - 사전 안전조치 집중 사업자 : 안전보건교육 및 매뉴얼 제공 위주의 사전 안전조치 역할과 책임 주체 정의
 - 현장 안전조치 집중 사업자 : 「산업안전보건법」상 근로자 재해예방에 준하는 현장 안전조치 역할과 책임 주체 정의

시사점

이론적 고찰, 직종별 안전조치 실태조사, 이해관계자 분석 및 안전조치 이행주체 확인을 통해 이해관계자가 필요한 사항을 반영하여 현장 작동성을 높일 수 있는 개선방안 도출

- 계약 또는 업무 프로세스에 따른 사업주 및 특수형태근로종사자의 이해관계를 분석하여 책임주체를 정의하였음
- 직무분석을 통한 직종별 특수형태근로종사자의 작업 형태 및 장소에 따른 효과적인 안전조치 방법 제시
- 노무를 제공받는 자와 특수형태근로종사자의 의견수렴과 실태조사를 통한 안전조치 의무이행 주체 및 방법 점검으로 부족한 안전조치 사항 개선
- 법령 및 문헌 고찰과 실태조사를 통해 특수형태근로종사자 직종별 효과적인 감독방안 제시

03 연구활용방안

개선방안

- 현장 안전조치는 「중대재해 처벌에 관한 법률」에서는 지배적 사업장을 관리하는 주체의 의무이기 때문에 관련 사업주의 역할로 볼 수 있으므로 산업재해예방 관련 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 대부분은 현장 안전조치 주체에 의해 수행되어야 함
- 또한, 특수형태근로종사자의 노무를 제공받는 자로서의 사업주 안전조치 의무와 더불어, 사용관계가 없는 장소, 즉, 공공장소나 소비자와 함께 사용하는 공간에서의 안전조치는 특수형태근로종사자가 사업주로서의 의무 규정으로 준수해야하는 방향으로 나아갈 필요가 있음
- 안전조치를 개선하기 위해서는 특수형태근로종사자의 직무범위를 결정하는 것이 필요하지만 대부분의 직종에서는 직무범위가 결정되지 않은 상황으로
 - 안전조치의 작동성을 높이기 위해서는 직무범위를 명확한 정의에 따라 조정하고 현장 적용 시 검토를 통해 불필요한 업무로부터 제외하는 방향으로 규제가 마련되어야 함
- 경제적 전속성 폐지 이후에는 특수형태근로종사자와 관계된 모든 노무를 제공받는 자들의 역할 및 책임 역시 불투명해질 가능성이 높으므로
 - 신규 직종에 대한 직무분석을 통해 필요한 안전조치 사항을 도출하고, 이해관계자 분석을 통하여 사전 안전조치와 현장 안전조치 측면에서 이행주체와 책임소재를 명확히 하여 신규 특수형태근로종사자의 안전 확보를 위해 신속히 대처해야 함

활용방안

- 특수형태근로종사자 직종 확대 및 종사자수 증가에 따라 재해예방 기술지원 등 공단 사업추진에 활용
- 학술대회 발표 및 학술지 논문 게재를 통한 연구결과 환류
- 관련 후속연구의 기초자료로 활용



연락처

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

10

건설업 산업안전보건관리비 계상기준 검토

연구기간_ 2022년 04월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 건설업, 산업안전보건관리비, 계상기준, 개선방안

Highlights

이 연구는 건설업 산업안전보건관리비의 사용 실태를 파악하고, 이를 기초로 최근 건설업 환경 변화에 대응할 수 있는 현실적인 계상 기준의 마련을 목적으로 수행되었음. 연구를 통해 현행 공사종류 분류체계, 계상기준 등에 대한 개선 방안을 도출하였으며, 이를 반영하여 고용노동부 고시의 개선(안)을 결과로 제시하였음

01 연구배경

- 건설업 산업안전보건관리비(이하 '안전보건관리비')는 '건설 사업장 내에서 발생할 수 있는 근로자의 산업 재해 및 건강장해 예방을 목적으로 발주자가 계상하여 시공자에게 부여하는 법정경비'로서, 옥외 현장 작업 중심인 건설업에서 활동하고 있는 근로자를 보호하는데 상당한 기여를 하고 있음
- 안전보건관리비는 「산업안전보건법」 제72조(건설공사 등의 산업안전보건관리비 계상 등)에 근거하여 계상되며, 세부적인 운영 사항은 「고용노동부 고시」 제2022-43호(건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용 기준)로서 규정하고 있음
- 현행 고시는 공사종류 및 규모에 따라 차등적으로 안전보건관리비를 계상할 수 있는 체계로 운영되고 있으나, 공사종류에 따른 고유 특성 반영, 안전강화를 위한 법령 개정 등과 같은 환경 변화에 대한 고려는 미흡한 실정임
 - 공사종류에 따른 고유 특성 예시 교량 등이 포함된 도로공사는 현행 고시 기준 상 건축공사와 같이 일반건설공사(갑)로 분류 → 건축공사는 정해진 지역 내에서 수직적으로 공사가 수행되는 반면, 도로공사는 선형의 수평적 공사가 수행된다는 고유 특성에 기인하여 사용할 수 있는 안전보건관리비가 부족할 수 있다는 문제 존재
 - 안전강화 법령 개정 예시 최근 고시 개정으로 스마트 안전장비 구입·임대 관련 비용을 안전보건관리비로 집행 가능하나, 현실적으로 안전보건관리비 계상 비용 부족 문제 존재

- 이와 같은 건설업의 생산환경 다변화라는 시대적 흐름에도 불구하고, 안전보건관리비 계상 기준은 1988년 2월 고용노동부 고시로서 제정된 이후 현재까지 공사종류 및 규모를 그대로 운영하고 있어 근로자 재해 예방을 위한 비용 계상 및 사용 측면에서 한계에 직면하고 있는 것이 현실임
- 이에 이 연구는 건설업의 공사종류 및 규모 등에 따라 안전보건관리비 사용 실태를 파악하고, 이를 기초로 건설업 환경 변화에 대응할 수 있는 현실적인 적정 계상 기준 정립을 목적으로 함.

02 주요연구내용

연구결과

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

1) 이론적 고찰

- 안전보건관리비 관련 규정의 변천사 및 최근 개정사항, 선행 연구에서 제시된 공사종류 및 규모별 안전보건관리비 사용 특성 등을 분석하여 연구 수행을 위한 이론적 배경을 정립함

2) 주요 이해관계자 인터뷰

- 현행 기준에 따른 안전보건관리비 계상 및 사용 현황을 파악하고, 현실적인 개선 방향에 대한 의견 수렴을 위해 주요 발주기관 4개, 유관협회 3개, 건설사 19개 소속 실무자 대상으로 총 9회의 인터뷰를 수행함

3) 실태조사를 통한 데이터 수집 및 분석

- 이론적 고찰, 이해관계자 인터뷰 결과 등을 토대로 실태조사 모형을 설계하였으며, 모형의 적합성 등을 검토하기 위해 제1차 전문가 자문회의, 파일럿 테스트 등을 수행함

4) 실태조사 결과 분석

- 수집된 데이터에 대한 정제과정을 거쳐 유효성이 확보된 데이터를 대상으로 분석을 수행한 결과, 현행 공사종류 분류체계 기준으로 약 20% 정도 수준에서 안전보건관리비 초과 집행이 이루어지고 있는 것으로 분석됨

- 이들 근거로 1) 「건설산업기본법」을 기반으로 한 공사종류 분류체계 재편에 따른 요율 개정(안)과 2) 현행 공사종류 분류체계에서 일부 시설물을 재편한 요율 개정(안)을 비교하여 결과를 도출함
- 연구결과의 적정성 및 현실성 검토를 위해 제2차, 제3차 전문가 자문회의를 운영하였으며, 이를 통해 「건설산업기본법」에 의한 건축과 토목, 타 법령에 의한 기타공사로 구분하고, 중건설은 기존 분류 체계를 유지하는 요율 계상 체계가 합리적인 것으로 검토됨

5) 고시 개정(안) 수립 및 적정성 검토

- 고시 개정(안)은 ①공사종류 분류체계 개선에 따른 [별표 5](건설공사의 종류 예시) 및 [별표 1](공사 종류 및 규모별 안전보건관리비 계상기준표) 재편, ②제3조(적용범위)에 규정된 연간단간공사 관련 규정 개선 등으로 구성하였음
- 특히 이 연구의 결과로서 제시한 안전보건관리비 계상요율의 상향은 규제가 될 수 있다는 점을 고려하여 규제영향분석을 수행하였으며, 이를 통해 안전보건관리비 계상요율 개선은 적절한 규제로서 검토됨

시사점

- 이 연구의 결과는 현실적인 안전보건관리비의 계상기준 마련을 통해 적절한 집행을 유도하고, 건설 사업장 내 근로자 재해예방에 기여할 수 있으며, 궁극적으로는 건설업의 안전 관련 패러다임을 효율적으로 제시할 수 있을 것으로 기대됨
- 다만, 이 연구의 실태조사는 2022년도 고시 개정을 통해 안전보건관리비 사용 항목 확대 및 신설 항목의 집행 내역을 제대로 반영하는데 한계가 있으며, 향후 해당 사용 항목에 대한 집행을 추가적으로 조사하여 계상기준 내 반영이 필요할 것으로 예상됨

03 연구활용방안

개선방안

- 고시 [별표 5](건설공사의 종류 예시) 개선 방안
 - 현행 5개 공사종류 분류체계를 「건설산업기본법령」 등에 근거하여 건축, 토목, 중건설, 기타공사로서 구분함

[표 1] [별표 5] 공사종류 분류체계 개선방안의 개념

구분	세부내용
건축 공사	「건설산업기본법」시행령[별표 1] '나'목 종합적인 계획, 관리 및 조정에 따라 토지에 정착 하는 공작물 중 지붕과 기둥(또는 벽)이 있는 것과 이에 부수되는 시설물을 건설하는 공사로서 동법 시행규칙[별표 3]에서 구분한 건축공사에 해당하는 공사 및 이와 부대한 공사
토목 공사	「건설산업기본법」시행령[별표 1] '가'목 종합적인 계획·관리 및 조정에 따라 토목 공작물을 설치하거나 토지를 조성·개량하는 공사 및 '라'목 종합적인 계획, 관리 및 조정에 따라 산업의 생산시설, 환경오염을 예방·제거 재활용하기 위한 시설, 에너지 등의 생산·저장·공급시설 등의 건설공사로서 동법 시행규칙[별표 3]에서 구분한 토목공사 및 산업환경 설비 공사에 해당하는 공사 및 이와 부대한 공사
중건설 공사	「건설산업기본법」시행령[별표 1] '가' 목 및 '라'목에 해당 되는 공사 중 다음과 같은 공사 및 이와 부대한 공사 (고제방 댐 공사, 화력/수력/원자력/열병합 발전시설, 터널건설공사 등)
기타 건설공사	「건설산업기본법」시행령[별표 1] '마'목 종합적인 계획·관리 및 조정에 따라 수목원, 공원, 녹지, 숲의 조성 등 경관 및 환경을 조성·개량 등의 건설공사로서 동법 시행규칙[별표 3]에서 구분한 조경 공사에 해당하는 공사와 개별 법령으로 수행되는 기타 공사(전기·정보통신·소방·문화재 수리)로 분류된 공사와 이와 부대한 전문 공종 공사

[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

표 2. [별표 1] (안전보건관리비 계상기준표) 개선 방안

현행					
구분	5억 미만	5억 이상 50억 미만		50억 이상	보건관리자 선임
		적용비율	기초액		
일반(갑)	2.93%	1.86%	5,349,000원	1.97%	2.15%
일반(을)	3.09%	1.99%	5,449,000원	2.10%	2.27%
중건설	3.43%	2.35%	5,400,000원	2.44%	2.66%
철도궤도	2.45%	1.57%	4,411,000원	1.66%	1.81%
특수기타	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	3.23%	2.09%	5,600,000원	2.20%	2.48%
토목	2.97%	2.50%	2,425,000원	2.55%	2.75%
기타	2.79%	1.78%	5,025,000원	1.88%	1.96%
중건설	3.70%	2.86%	4,100,000원	2.94%	3.20%

❖ 고시 제3조(적용범위) 연간단가 공사

- 현행 고시 기준 제3조(적용범위)에서 안전보건관리비 계상 대상은 총 공사금액 2천만원 이상인 공사로 규정되어 있으며, 단, 전기 및 정보통신공사의 단가계약은 총 계약금액 준을 적용하도록 예외사항을 두고 있음
- 위 공사분야를 제외한 전문공사(상하수도, 도로 유지보수 공사 등)의 경우, 연간단가계약을 진행하고 있으나, 실제 개별발주되는 공사들은 2천만원 미만이라는 특성상 근로자 재해 예방을 위한 안전보건 관리비를 계상할 수 없다는 한계가 존재함. 따라서 고시 개정을 통해 연간단가로 운영되는 다양한 공사에서 안전보건관리비를 계상할 있는 기준을 마련함

▶ 표 3. 고시 제3조(적용범위) 개정방안

현행	개정(안)
제3조(적용범위) 이 고시는 「산업재해보상보험법」제6조에 따라 산업재해보상 보험법의 적용을 받는 공사 중 총 공사금액 2천만원 이상인 공사에 적용한다. 다만, 각 호의 어느 하나에 해당하는 공사중 단가계약에 의해 행하는 공사에 대해서는 총 계약금액을 기준으로 적용한다. 1. 「전기공사업법」제2조에 따른 전기공사로서 저압, 고압, 또는 특별고압 작업으로 이루어지는 공사 2. 「정보통신공사업법」제2조에 따른 정보통신 공사	제3조(적용범위) 이 고시는 「산업재해보상보험법」제6조에 따라 산업재해보상보험법의 적용을 받는 공사 중 총 공사금액 2천만원 이상인 공사에 적용한다. 다만, 연간단가계약에 의해 행하는 공사에 대해서는 총 계약금액을 기준으로 적용한다. (이하 내용 삭제)



연락처

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

11

소규모 건설현장 안전보건조치에 대한 매뉴얼 개발에 관한 연구

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 소규모 건설현장, 산업재해, 안전보건 매뉴얼, 자율안전보건체계, 건설안전제도

Highlights

소규모 건설공사 현장의 산업재해 감소를 위해 국내·외 소규모 건설현장의 안전보건 제도, 재해예방사업 및 자율안전보건관리체계 구축 현황 등을 분석하여 소규모 건설현장 자율안전보건체계 구축, 건설공사 종류별 안전 보건조치 이행방법, 건설재해예방 전문기술지도기관의 소규모 건설현장 기술지도, 고용노동부·공단의 건설재해예방전문 기술지도기관 평가 관련 매뉴얼을 개발하여 제시하고자 함

01 연구배경

- ❖ 공사금액 50억원 미만의 소규모 건설공사 현장은 2020년 기준 전체 건설 사업장의 약 90%를 차지하며, 사고사망자 수 비중도 70% 이상 점유하고 있으므로 소규모 건설현장에 대한 안전보건조치 이행에 대한 관심과 제도 보완이 시급
- ❖ 소규모 건설현장은 대규모 건설현장보다 중대재해가 다수 발생되나, 안전관리자 선임 의무, 안전보건대장 작성 의무 등의 주요 건설안전 제도의 적용에서 제외되어 안전보건관리 제도의 사각지대에 놓여 있으며, 자율적인 안전보건 조치에 한계가 있음
- ❖ 본 연구는 소규모 건설공사 현장의 산업재해 감소를 위해 국내·외 소규모 건설현장의 안전보건 제도와 재해 예방사업, 자율 안전보건관리체계 구축 현황 등을 분석하여 소규모 건설현장 자율안전보건체계 구축, 건설 공사 종류별 안전보건조치 이행방법, 건설재해예방 전문기술지도기관의 소규모 건설현장 기술지도, 고용 노동부·공단의 건설재해예방전문 기술지도기관 평가 관련 매뉴얼을 개발하여 제시하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 국내 소규모 현장에서 발생한 재해사례를 바탕으로 주요 공종별 위험요인을 도출하고 도출된 위험요인에 대하여 리스크 맵을 작성하여 직관적으로 공종별 위험요인을 인지할 수 있도록 하고, 위험요인의 제거·대체 및 통제를 위하여 우수 지도기관의 기술지도 사례와 국외 우수사례 분석 등을 실시하여 소규모 건설현장에서 이행할 수 있는 적합한 안전보건조치 이행방법 및 가이드라인 제시
- 실태조사 및 문헌분석 등을 통해 경영책임자의 안전보건관리 수준을 파악하고 자율안전보건체계 구축에 있어 문제점 등을 조사하여 경영책임자의 안전보건 역할을 제시하고 도출된 결과를 활용하여 「중대재해처벌법」 시행에 대비한 소규모 건설현장에 적합한 경영책임자의 자율안전보건체계 마련 활동 매뉴얼 개발
- 저평가를 받은 건설재해예방전문지도기관의 기술지도 역량 향상 및 양질의 서비스 제공을 유도하기 위하여 공종별 주요 위험요인 및 안전보건조치 이행 방안과 우수전문지도기관의 기술지도 사례를 활용한 기술지도 가이드라인을 제시하고 도출된 결과를 활용하여 건설재해예방전문지도기관을 위한 소규모 건설현장 기술지도 매뉴얼 개발
- 기술지도 관련 행정처분, 소송사항 분석 등을 통해 고용노동부의 행정처분을 위한 구체적 기준을 마련하고 소규모 건설현장의 자율안전보건체계 구축을 위하여 건설재해예방전문지도기관이 적절하게 업무를 수행하고 있는지를 평가하기 위한 공단의 평가업무 수행 기준을 마련

시사점

- 국내 소규모 건설현장의 자율안전보건체계 구축의 문제점과 개선방안을 도출하고 국내·외 소규모 건설공사를 주로 수행하는 건설업 본사의 자율안전보건활동 및 운영 우수 사례를 통한 국내 적용방안 제시
- 현행 소규모 건설현장 산업재해예방 관련 제도 및 사업의 효과성을 분석하고 도출된 내용을 반영하여 50억 미만 건설현장의 「중대재해처벌법」 시행에 대비한 자율적인 안전보건활동 매뉴얼 마련

03 연구활용방안

개선방안

- 법·제도 개선에 활용
 - 「산업안전보건법」의 건설안전 제도 개선
 - 타 부처 협의를 통한 소규모 건설현장 안전제도의 운영 효율화
 - 건설재해예방전문지도기관 관련 제도 개선
 - 입찰관련 제도 개선
- 소규모 건설현장의 자발적인 안전보건활동에 활용
 - 소규모 건설현장 자율안전보건체계 구축 활성화
 - 경영책임자와 근로자의 안전의식 제고 및 전문성 향상
- 관련 학회 논문 투고 및 학술대회 발표



연락처

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

12

건설공사 중 붕괴로 인한
산업재해 예방을 위한 제도개선

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월
핵심단어_ 건설공사 중 붕괴, 토사·구축물, 붕괴 관련 산업재해 예방

Highlights

최근 건설공사 중 붕괴로 인한 대규모 인명피해가 잇따라 발생함에 따라 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 내 관련 조항의 실효성에 대한 의구심이 제기되었으며, 이에 기존 규칙을 재검토하고 개선하고자 본 연구가 실시 되었음. 국내·외 법령 및 제도 분석과 최근 5년간 발생한 붕괴사고 총 94건에 대한 상세분석을 통하여 안전보건규칙 개정안을 마련하였으며 이해당사자 심층면접 및 전문가 자문회의를 통해 보완하여 연구결과로 제시하였음

01 연구배경

- 최근 다양한 건설공사 현장에서 구조물 및 토사 등의 붕괴로 인한 대규모 인명피해가 잇따라 발생하였음
 - '21년 광주 학동 해체공사 중 붕괴(사망 9명, 부상 8명), '22년 광주 화정동 콘크리트 타설공사 중 붕괴(사망 6명), '22년 경기도 양주 채석장 발파작업 중 붕괴(사망 3명)
- 건설공사 중 붕괴 재해의 빈도는 상대적으로 낮지만 매몰, 추락 등으로 다수의 근로자가 동시에 중대재해를 입는다는 점에서 심각한 손실을 발생시킨다는 특징이 있음
- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」은 건설공사 중 붕괴로 인한 산업재해를 예방하기 위한 조치를 기(既) 규율하고 있으나,
 - 세부기준이 체계적이지 못하고 미흡하여 현행 규칙만으로 붕괴사고 예방 조치가 이루어지는데 한계가 있음
 - 또한 '구축물 또는 이와 유사한 시설물' 등 명확하지 않은 용어가 사용되어 사업장의 안전조치 의무 이행에 혼란을 초래하고 있음
- 이에 붕괴 재해를 효과적으로 예방하기 위하여 기존의 기준을 재검토 하고 개선할 필요가 있음

02 주요연구내용

연구결과

1. 건설공사 붕괴 방지 관련 선행연구 및 법령·제도 분석

- 선행연구 대부분은 특정 공정에서 발생한 붕괴 사례 연구를 통한 사고원인과 대책에 대해 주로 다루고 있으며 범용성 있는 제도적 원인과 정책 제언에 한계가 있었음
- 국내·외 관계 법, 제도 등을 조사한 결과 국내의 경우 상위법(「건설기술진흥법」, 「건축물관리법」, 「산업안전보건법」 등)이 정하는 구체적인 사항들을 각 부처별로 관리하며 개별적으로 효력을 발휘하고 있음
 - 반면, 국외의 경우 일본을 제외한 주요 국가에서 정부가 제공하는 상위법과 더불어 하위 법령들이 유기적으로 연결되어 상호 보완하는 체계를 보임
- 「산업안전보건법」 내에 붕괴 재해 예방을 위한 상세한 기술 기준은 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 제공되고 있음
 - 각 조항의 정의나 범위가 한정적이며 의미가 불분명하거나 타 법령들과 기준이 상이하여 사업장에 혼선을 초래하는 경우 다수 존재함
 - 산업발전에 따라 사장(死藏)된 기준이 존재하며 최신 기술을 반영하지 못함에 따라 새로운 위험요인에 대한 예방 조치 부재가 확인됨

2. 건설공사 중 붕괴 위험요인 및 예방방안 도출

- 최근 5년간 국내 건설업에서 발생한 붕괴사고 총 94건을 분석한 결과 재해 다발작업은 트렌치 굴착(37건), 구조물 해체·설치(22건), 사면 및 암반 굴착·채취·성토(13건), 기타(2건)순이었음
 - 재해발생 원인은 안전시설물 미설치(31건), 안전조치 미흡(28건), 작업계획서 불량(22건), 시공·조립 불량(13건)순이었음
- 시스템적 사고분석 기법인 AcciMap(Accident Map)을 활용하여 붕괴요소별로 주요 사고사례에 대한 예방방안을 다음과 같이 도출하였음
 - 구조체 및 비구조체의 붕괴: 시공 중 발생하는 하중에 대한 구조적 안전성 평가 실시, 작업공법 변경 시 사전 구조 안전성 평가 실시, 대피교육 실시 등

- ◆ 임시구조물: 임의 작업 순서 변경 금지 및 현장점검 실시, 벽이음 해체작업 매뉴얼 보급, 위험성평가 미실시, 현장 불시 감독 등
- ◆ 토사 및 사면: 굴착면 기울기 준수, 지하수 양수 및 안정화 기준 마련, 지반 안정성 평가 실시 기준 보완 등
- ◆ 암석 및 사면: 발파작업 화약류 전문가 배치, 상재하중을 고려한 지반 안정성 평가 실시 등

3. 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정안 마련

- ◆ 사고사례 분석으로 도출한 재해발생 원인 및 예방 방안을 활용하여 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 개정안(1안)을 마련하였으며 전문가 심층면접 및 자문회의를 통해 최종 개정안(2안)을 도출하였음
- ◆ 개정안(1안)에 대한 객관성·실효성 확보를 위해 이해당사자(발주자, 종합건설업체, 전문건설업체, 재해예방기관, 경영계, 노동계)를 대상으로 심층면접(15개소)과 전문가 자문회의(2회)를 실시함
- ◆ 최종 개정안(2안)에 대한 타당성을 검증하고자 규제영향분석을 실시하였음
- ◆ 안전보건규칙의 체계 및 용어 정비, 타 법령과의 연계성 확보 등을 통하여 비용 발생을 최소화한 반면, 주요 붕괴사고의 근본 원인에 대한 예방 대책을 개정안으로 마련함에 따라 효과적인 붕괴사고 감축이 기대됨

- ◆ 제338조의 [별표 11] 굴착면의 기울기 기준을 타법령(건축법)과의 연계성을 고려하여 일치
- ◆ 그 외 다수의 개정 제안내용 보고서 참조

💡 활용방안

- ◆ 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 개정을 위한 기초자료로 활용
- ◆ 건설공사 중 붕괴로 인한 산업재해 예방 정책 마련을 위한 기초자료로 활용

03 연구활용방안

💡 개선방안 또는 정책방안

- ◆ 본 연구는 건설공사 중 붕괴로 인한 산업재해를 예방하기 위하여 기존의 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에 대한 개선안을 제시하는 것이 목적이며 다음과 같은 개선안을 연구결과로 제시하였음
- ◆ 제39조에 건축물, 구축물 또는 이와 유사한 시설물 등(이하 “구축물등”)의 해체작업에 대한 작업지휘자 지정 의무 추가
- ◆ 제50조~제53조의 내용을 토사와 구축물 관련으로 구분 및 재배치
- ◆ 제51조 시공 중 작용하는 하중 고려 추가, 제52조 설계·시공 변경 시 구조 안전성 평가 의무 추가
- ◆ 제328조~제327조 공정·작업순서에 맞게 정비 및 ‘거푸집’과 ‘동바리’를 분리하여 재배치
- ◆ 제329조의 사문화된 규정인 [별표 10]을 삭제하고 한국산업표준으로 대체
- ◆ 제332조 산업기술·환경 변화로 대중화된 데크플레이트 공법 관련 안전조치 추가



연락처

- 연구책임자: 고려대학교 김승준 부교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 산업안전연구실 황종문, 전소영
- 연락처: 052-703-0848
- e-mail: syjeon@kosha.or.kr

13

달비계 작업용 합성섬유로프의
사용 안전성 개선 연구

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월
핵심단어_ 달비계, 합성섬유로프, PP로프, 자외선, 인장강도

Highlights

달비계 작업현장에서 주로 사용되는 PP로프의 제조사에 따른 강도분포와 야외노출로 인한 로프의 강도저하 여부를 확인하였음. 연구를 통해 현장에서 쉽게 활용할 수 있는 로프의 폐기 여부를 로프의 연신을 이용하여 판단할 수 있는 방안을 제시하였음

01 연구배경

- 건설현장에서 사용되는 달비계는 곤돌라형과 작업의자형 두 가지 종류가 있는데, 최근 10년간 달비계 사망사고 관련 153건의 재해 분석 결과 연평균 15명의 사고 재해자가 발생하고 있으며, 주요 원인으로는 작업로프 풀림(33%), 불안정한 행동(24%), 작업로프 끊어짐(22%), 로프 고정점의 결손(12%) 순으로 발생
- 사고사망의 주요원인 중 작업로프의 끊어짐에 의한 재해는 대부분이 노후 및 마찰에 의한 원인으로 주기적인 로프 교체와 로프 보호대 착용으로 로프 끊어짐에 대한 재해를 대부분 예방할 수 있지만, 안전관리가 취약한 소규모 작업현장의 경우 현실적으로 어려움
- 작업용 로프에 대한 관리 및 폐기 기준이 현장에서 사용 또는 폐기 여부의 결정 기준으로 활용하기에는 구체성이 다소 결여되어 있어 구체적이고 현장에서 쉽게 활용 가능한 안전성 확보 방안이 필요

02 주요연구내용

연구결과

이론적 고찰

- 달비계 작업 및 섬유로프와 관련된 국내·외 기준을 분석하고 비교하여 실질적으로 국내 현장에서 적용 할 수 있는 기준을 마련할 수 있는지 검토하고 선행연구 자료를 바탕으로 섬유로프 특성을 파악

중대재해 분석

- 최근 10년(2012년~2021년)간 달비계로 인한 중대재해 관련 153건에 대해서 심층 분석을 진행 하였으며, 재해분석을 통해 분석된 사고원인 중 작업로프 끊어짐에 따른 사망사고재해 34건에 대해서 별도로 분석을 진행하였음. 재해분석 결과 파단 된 로프의 94.1%(32건)가 PP재질의 로프 이었으며, 확인이 불가한 11.8%(4건)을 제외한 73.5%(25건)가 로프 보호대를 사용하지 않아서 사망사고재해가 발생하였음. 또한 로프 파단의 원인으로 노후가 64.7%(22건)로 가장 높았으며, 그 다음으로 마찰이 26.5%(9건)로 높은 비중을 차지함

실태 조사

- 섬유로프 제조업체
 - 섬유로프는 사용 환경과 조건이 매우 다양하여 개별적인 관리 및 폐기 기준을 제시할 수 없으며, 개별 제품에 대한 특징을 제조사 홈페이지에서 정보만 제공하고 있음. 일부 제조사에서는 PP로프에 UV 차단제를 넣고 생산하였으나, 고객 수요가 없고 원가상승에 의해 현재는 첨가하고 있지 않음
- 달비계 작업현장
 - 대형 건설현장 및 대규모 단지 아파트 유지보수(외벽 도장 등) 현장에는 신품 로프를 사용하기를 권장하기 때문에 새롭게 구매하여 작업하고 있으나, 소형 현장에서는 기존에 사용하던 로프를 계속 사용. 여러 명이 함께하는 작업 특성상 현장에서 사용되는 로프의 직경이 다양하며, 사용 방법과 환경도 달라 로프의 노후가 되는 정도를 특정하기가 어려움

섬유로프 파손 특성

- PP섬유로프 제조사(4개) / 직경(20mm, 16mm)에 대해 신품과 야외노출(30일, 90일) 처리한 제품에 대해 인장강도 시험을 실시하여 강도에 대한 분포를 확인하고, 자외선에 의한 로프의 노화정도를 확인
- 신품의 경우 4개 제품 모두 KS기준에서 요구하는 인장강도는 확보하였지만, 1개사를 제외하고 나머지 3개사 제품은 홈페이지에 공시된 인장강도 기준을 충족하지 않았으며, 제조사 간 인장강도의 편차가 존재
- 또한 자외선에 취약한 PP로프 특성을 감안할 때 야외노출 30일된 제품과 신품의 인장강도 차이는 확인할 수 없었으나, 야외노출 90일 제품의 경우 신품 로프 대비 16mm 로프의 경우 최대 51.7%, 20mm 로프의 경우 최대 39.8% 인장강도가 감소하는 것을 확인할 수 있었으며 자외선 영향에 의한 PP로프의 강도 저하가 일어남을 확인

시사점

- 달비계 작업용 섬유로프의 사용·폐기 확인 방안 제시
 - 실태조사와 실물 실험을 통해 수집된 데이터 분석 결과를 기초로, 달비계 작업용 합성섬유로프(PP로프)의 특성을 도출하고, 해당 결과를 반영하여 현장에서 작업자들이 쉽게 활용할 수 있는 달비계 작업용 섬유로프 관리방안을 제시

03 연구활용방안

활용방안

- PP로프 사용 및 폐기 관련 관리 방안 보급
- 작업의자형 달비계 안전작업 지침(KOSHA GUIDE) 개정에 활용



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 산업안전연구실 강성윤
- 연락처: 052-703-0852
- e-mail: sungyun81@kosha.or.kr

14

잠수작업 사고사망 원인분석 및 안전방안 마련

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월
핵심단어_ 잠수작업, 중대재해, 감압병, 차압, Delta P

Highlights

잠수작업 사고사망의 주요원인은 차압, 공기소진, 공기공급 중단, 급상승 및 불충분한 감압으로 인한 감압병, 낙하물, 미숙련 등 이었고, 이를 예방하기 위한 위험성 추정 방법, LOTOTO(Lock out, Tag out, Try out) 수행, 압축공기 공급설비 보완 및 비상기체통 사용 등의 방안을 제시함

01 연구배경

- 2003~2022년 4월 말 기준 잠수작업 중대재해는 61건(사망 61명, 부상 2명)으로 연평균 약 3.1건의 사망자가 발생하였으나 보호조치가 미흡한 실정임
- (단위 : 건, %)

합계	익수 잠김	끼임 잠김	산소결핍 질식·중독	감압병 공기색전	맞음 깔림	기타*	분류 불능**
61 (100%)	17 (27.9%)	16 (26.2%)	13 (21.3%)	4 (6.6%)	4 (6.6%)	2 (3.3%)	5 (8.2%)

* 수중폭발 1건, 심장질환 1건

** 의식상실 1건, 낮은 수온 1건, 원인불명 3건

02 주요연구내용

연구결과

- 잠수작업 중대재해 주요원인은 인접한 두 지역의 수위차, 선박추진기 불시운전, 압축공기 공급시스템의 결함 등으로 발생한 차압(differential pressure), 스쿠버 실린더의 공기소진, 압축공기 공급중단, 감압병(decompression illness) 등이었음
- (단위 : 건, %)

합계	차압 (Delta P)	압축공기 소진	압축공기 공급중단	감압병 공기색전	낙하물	미숙련	의식상실	기타*	분류 불능
61 (100%)	19 (31.1%)	6 (9.8%)	4 (6.6%)	4 (6.6%)	3 (4.9%)	3 (4.9%)	3 (4.9%)	12 (19.7%)	7 (11.5%)

* 공구 파손, 계류불량, 낮은 수온, 이형블록(TTP) 끼임, 마스크 파손, 수중 폭발, 심근비후, 호흡기체 오염, 호흡보호구 미착용, 회전체에 감김

시사점

- ❖ 취수탑에서 작업 시 조절수문 또는 제수밸브를 닫아 수위차를 제거하고 잠금·표시·확인(Lock out, Tag out, Try out, 이하 “LOTOTO”)하여 차압발생원을 제거할 필요가 있음
- ❖ 선박유지보수 시 추진기(propeller), 씨체스트(sea chest)*, 스러스터(thruster)** 등의 불시동작 방지를 위해 수중작업과 시운전의 동시작업을 금지하고 수중작업 전 LOTOTO 실시할 필요가 있음
* 선박의 무게중심을 낮게 유지하기 위해 평형수(ballast water)를 빨아들이는 곳
** 선박 위치 제어 또는 항만시설 접·이안을 위해 사용하는 추력 장치
- ❖ 펌프가 설치된 저수조 작업 시 펌프가동을 중단할 수 없을 때는 유량을 조절할 수 있는 차수벽을 가설치하여 유속 0.5m/s 이상인 물의 흐름에 잠수작업자가 포획되지 않도록 하여야 함
- ❖ 압축공기 공급설비를 구성할 때는 잠수작업자 1인당 최소 2개의 공급원을 연결하고 1차 공급원은 물리적으로 서로 독립된 상태여야 하고 2차 공급원은 공유할 수 있음
- ❖ 잠수기어업 종사자는 잦은 반복잠수와 충분하지 못한 감압시간으로 인한 폐감압병과 비상기체통 미착용으로 공기공급설비 고장 시 긴급상승에 따른 공기색전의 위험이 있었으며, 수심 15m에서 고농도 산소를 흡입하여 산소중독의 위험에 노출되어 있었음

03 연구활용방안

제언

- ❖ 취수시설 잠수작업 중 도급인은 수급인의 차압위험 제거요청을 수용하지 못했고 수급인은 위험이 저감되지 않은 상태에서 작업하던 중 재해가 발생하였으므로 도급인은 위험강도에 대한 재평가가 필요하며 수급인은 다양한 위험 저감방안을 현장에 적용할 필요가 있음

개선방안 또는 정책방안

- ❖ 여러 기구와 동력원을 공유하는 잠수기어업의 공기압축기는 압력저하 경보, 공기조 자동 전환, 예비 공기조 등을 보완하고 비상기체통의 압축공기를 신속하게 호흡할 수 있는 설비 개선, 안전한 감압 방법을 위한 교육훈련, 감압병 예방을 위한 기압조절실 운영 지원 등이 필요함

활용방안

- ❖ 안전보건기술지침 「잠수작업 차압 위험에 관한 안전지침」제정 및 「잠수기어업 표면공급식 잠수작업에 관한 안전지침」개정



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 산업안전연구실 강준혁
- 연락처: 052-703-0849
- e-mail: cronbach@kosha.or.kr

15

프랜차이즈 가맹본부의 산재예방 조치 이행 실태조사 및 개선방안 마련

연구기간_ 2022년 5월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 프랜차이즈, 산재예방, 실태조사, 개선방안

Highlights

프랜차이즈 가맹본부의 산재예방 조치 이행 실태조사를 통하여 가맹본부의 산업재해 예방 조치 이행을 촉진하기 위한 방안을 마련하였음. 촉진 방안으로는 현행 프랜차이즈 가맹점 안전보건에 관한 프로그램 수립 가이드를 수정 및 보완하였으며, 연구결과를 토대로 프랜차이즈 업종별 안전보건 현장가이드를 개발하였음. 또한 프랜차이즈 가맹본부와 가맹점의 자율적인 안전보건 활동을 유도하기 위한 인증 프로그램의 방향성과 구체적 실행방안을 제시하였음

01 연구배경

- 가맹점 수가 200개소 이상인 프랜차이즈 가맹본부는 「산업안전보건법」 제79조에 따른 산업재해 예방조치 의무를 준수하여야 함
- 해당 예방조치 등이 신설된 후 관련 제도의 현장 안착 여부에 대한 확인 및 점검 등이 필요한 시점이며, 또한 우수한 가맹본부를 인증하는 등 예방조치의 현장 안착을 촉진할 수 있는 방법을 검토할 필요가 있음
- 이에 본 연구는 프랜차이즈 가맹본부의 산재 예방조치 이행 실태를 정밀하게 조사하고 선제적으로 산업재해 예방 조치를 촉진할 수 있는 방안을 마련하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 법 적용 대상 가맹본부 및 가맹점 현황 파악

- 공정거래위원회 가맹사업거래 사이트에서 제공하는 데이터를 활용하여 도소매업종과 외식업종에 대한 자료를 수집한 결과, 도소매업 편의점 중 가맹점 수가 200개소 이상인 가맹본부는 총 7개사, 외식업은 총 126개사로 확인되었음

법 적용 대상 가맹본부 및 가맹점의 산업재해 발생현황 분석

- 2012년부터 2021년까지 최근 10년간 산업재해 데이터를 활용하여 도소매업과 외식업 전체 산업재해 발생현황과 법 적용 대상 가맹본부 및 가맹점의 산업재해 발생특성을 분석하였음
- 최근 10년간 도소매음식숙박업 분야에서 발생한 산업재해 발생건수는 163,053건이며, 전체 사망 건수는 1,363건임
- 최근 10년간 법 적용 프랜차이즈 부분의 산업재해 발생건수는 11,129건이며, 전체 사망 건수는 98건임
- 도소매음식숙박업 부분과 법 규제 대상 프랜차이즈 업종의 산업재해 발생특성 비교결과, 발생년도에 따른 차이, 발생형태의 차이, 기인물의 차이, 연령에 따른 차이 및 발생시간의 차이가 있는 것으로 분석됨

가맹본부의 산업재해 예방 조치 이행 실태

- 산업재해 예방 조치 이행 실태를 파악하기 위해 프랜차이즈 가맹점 안전보건에 관한 프로그램 수립 가이드의 내용을 기반으로 가맹본부와 가맹점으로 구분하여 설문지를 개발하였으며 가맹점 현장 실태조사를 위한 현장조사용 설문지를 함께 개발하였음
- 총 100개의 가맹본부와 가맹점의 조사 결과를 종합해 보면 산업재해 예방을 위한 안전보건프로그램의 수립 및 이해도가 가맹본부와 가맹점간에 차이가 있음을 알 수 있었음
- 또한 가맹본부에서 수립하고 있는 안전보건 프로그램에 대한 정밀한 평가가 필요하다고 판단되었음

가맹본부의 산업재해 예방 조치 이행 촉진 방안

- 가맹본부의 산업재해 예방 조치 이행 촉진 방안을 마련하기 위해 국내·외 프랜차이즈 관련 예방 가이드 및 규정, 연구 사례, 인증 및 제도 등을 조사하였음
- 선행연구 고찰과 예방 조치 이행 실태조사 결과를 기반으로 본 연구에서는 현행 프랜차이즈 가맹점 안전보건에 관한 프로그램 수립 가이드를 수정 및 보완하였으며, 프랜차이즈 업종별 안전보건 현장 가이드를 개발하였음
- 프랜차이즈 산업을 대상으로 인증제 운영에 대한 절차와 도입 방안을 마련하였음

시사점

- 본 연구에서는 프랜차이즈 가맹본부와 가맹점의 자율적인 안전보건 활동을 유도하기 위한 인증 프로그램의 방향성과 구체적인 실행방안을 제시하였지만, 프랜차이즈 가맹본부와 가맹점의 산업 재해 예방 활동에는 다음과 같은 제약조건이 있었음
 - 가맹점은 개인사업자로서 가맹본부의 일방적인 관리 감독 실시에 제약이 있으며, 가맹점 수가 많은 가맹본부는 안전보건관리 조직 및 인력 부족으로 산업재해 예방 활동에 제약이 있음
 - 외식업종과 도소매업종의 고용은 대부분이 단기직 또는 아르바이트 형태로 산업재해 예방 활동에 어려움이 있음
 - 가맹점 점주가 매장에 상주하지 않는 경우가 다수로 안전보건관리 부재상황이 발생하고 있으며, 5인 미만 소규모 사업장 안전보건 관리의 어려움과 유사한 형태가 예상됨
- 산재예방 활동의 제약조건을 해결하기 위해서는 현실적인 법과 제도를 마련하는 것이 필요하며, 자율적 안전보건 관리가 될 수 있도록 정부 차원의 지원프로그램을 마련하는 것이 필요함

03 연구활용방안

개선방안

- 법 적용 대상 가맹본부 및 가맹점의 산업재해 발생현황 분석 결과에 따라 프랜차이즈 가맹본부는 산업 재해예방을 위해 해당 업종의 특성을 반영한 안전보건 프로그램을 수립하고 안전보건 관리 매뉴얼을 제정해야 함을 제안하였음
- 가맹본부는 산업재해 예방조치의 주체로서 안전보건에 관한 프로그램을 수립·시행하고 있지만, 해당 프로그램의 수준을 정확하게 평가하기는 어려우므로 가맹본부에서 수립하고 있는 안전보건에 관한 프로그램에 대한 컨설팅 및 제3자 평가가 이루어져야 함
- 프랜차이즈 업종별 가맹점주가 알아야 하는 내용 위주로 안전보건 현장 가이드를 개발하였음
- 프랜차이즈 가맹본부와 가맹점의 자율적인 안전보건 활동을 유도하기 위한 인증 프로그램의 방향성과 구체적인 실행 방안을 제시하였음

활용방안

- 프랜차이즈 산업의 산업재해예방을 위한 안전보건 가이드 개발 및 인증제도 개발 등에 활용
- 학술대회 발표 및 학술지 논문 게재를 통한 연구결과 환류
- 관련 후속연구의 기초자료로 활용



연락처

- 연구책임자: 강원대학교 에너지자원·산업공학부 이경선 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 산업안전연구실 변정환
- 연락처: 052-703-0843
- e-mail: bjh6918@kosha.or.kr

16

폭발위험장소의 불균일 가스혼합기에 의한 화재폭발 위험성 연구

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월
핵심단어_ 가스폭발, 불균일성, 폭발압력, 화염전파속도, 폭발지수

Highlights

사업장의 폭발위험장소에서 연료용 가스 누출에 의한 화재폭발사고 및 피해저감을 위해서 실제 설비의 누출 상황과 유사한 불균일 가스혼합기의 폭발과압, 화염전파속도 등의 폭발특성을 실험적으로 조사하고 균일 및 불균일 농도조건에서의 폭발위험성 차이를 분석하여 폭발사고 피해예측에 활용할 수 있는 가스폭발 특성자료 및 활용 방안을 제시하였음

01 연구배경

폭발위험장소에서 연료용 가스 누출에 의한 화재폭발사고가 매년 반복하여 발생하고 있음

- 최근 10년간(2010~2019) 사업장의 연료가스(LPG, NG)에 의한 화재폭발 사고건수는 223건이며, 재해자는 223명으로서 이 중에서 사망자수는 22명임(KOSHA 화재폭발재해 통계)
- 또한 기존의 가스 폭발특성 문헌값은 균일 혼합기 조건에서 측정된 자료로서 문헌값을 활용하여 화재폭발 위험성을 평가하는 경우에는 실제 가스 누출에 따른 폭발사고와는 다른 피해예측 결과가 얻어질 수 있음

연료용 가스 누출에 의한 보다 정확한 폭발위험성 예측을 통한 사고저감 대책이 요구됨

- 혼합기 농도의 불균일성에 따른 폭발의 발생 가능성 및 크기를 추정할 수 있어야 하며 이를 위해 다양한 불균일성 혼합계의 폭발특성 정보가 요구됨
- 이를 위해 실제 설비의 누출특성과 유사한 농도변화를 갖는 불균일성 가스혼합기의 폭발과압, 화염전파속도 등의 폭발특성을 조사하고 문헌 자료(균일 혼합 조건)와의 비교를 통해 폭발위험성 차이를 규명하여 폭발사고 피해예측 및 사고저감 방안 마련이 필요함

02 주요연구내용

연구결과

연료용 가스의 화재폭발사고사례 및 위험성 실태조사

- 최근 5년간(2017~2021) 국내 연료용 가스의 중대재해사례 조사 결과, 사고원인물질은 LPG(프로판), 수소, LNG(메탄) 순으로 많이 발생하였음
- 가스폭발사고의 점화원 비율은 용접작업 불티가 가장 많았으며, 다음으로 충격·마찰, 열원(가스 점화기, 불꽃, 라이터 등), 정전기 방전, 고온표면의 순으로 분석됨
- 국내 가스별 구분에 따른 화재폭발사고 원인물질에 대한 조사 결과, LPG, LNG, 부탄연소기, 고압 가스의 순으로 발생빈도가 높았음
- 연료가스 구분에 따른 인명피해 발생 비율을 분석한 결과에서는 LPG, LNG, 고압가스의 순으로 높게 나타났으며, 가스사고의 형태별 분석에서는 폭발이 가장 많았으며 화재, 누출 순으로 많이 발생하였음
- 미국의 파이프라인에서 발생한 연료용(LNG) 가스의 화재폭발사고는 액체이송, 가스이송 및 집결라인, 가스분배의 순으로 발생빈도가 높으며, 사망 및 부상자는 가스분배, 가스이송 및 집결라인, 액체이송의 순으로 발생율이 높았음
- 국내·외 연료용 가스의 사고실태 분석을 통하여 대부분의 사고는 LPG 및 LNG가 실내 또는 장치 내부 등의 밀폐 공간에서 발생하는 경우로서, 이러한 조건에서의 누출은 불균일성 가스 형성이 용이할 것으로 추정됨

불균일 가스혼합기의 화재폭발 위험성 평가

- 가스 불균일성의 정량화에 대해 폭발용기 내의 시간에 따른 농도 차이 변화를 회귀분석 모델로 검토하였으며, 이에 기반한 혼합기의 불균일성(Non-uniform ; C_{NU})을 평균 가스농도에서의 혼합 후에 농도차이의 초기값(C_i)에 대한 지연시간에서의 농도 측정값(C_{dt}) 차이의 비율[C_{NU} = 1 - (C_i-C_{dt}) / C_i]로 제안하였음
- CH₄ 및 C₃H₈의 화염전파에서 불균일성이 증가할수록 화염면의 면적이 증대되는 것이 관찰되었는데 난류화염(Turbulent flame)에서 존재하는 주름 형태의 화염구조(Wrinkled flame)와 유사하였으며, 이는 화염가속에 영향을 주어 폭발위험성을 증가시키는 원인으로 판단됨
- CH₄ 및 C₃H₈의 화염전파속도는 농도증가에 따라 화학양론농도(당량비 1)보다 높은 농도(CH₄은 10vol%, C₃H₈은 5vol%)에서 최대가 되며, 불균일성의 증가가 화염전파속도를 높이는 요인이 되는 것을 확인할 수 있었음

- CH₄ 및 C₃H₈의 폭발에 있어서 폭발발생 재현성(착화 확률)은 불균일성이 증가할수록 감소하였으며 이러한 결과를 통하여 불균일성이 혼합기의 착화성(폭발 발생 위험성)에 영향을 주는 것으로 나타났으며, 이러한 원인으로는 불균일성이 가스혼합기 착화 시의 농도분포의 불규칙성을 증가시켜 화염의 전파 경로에 영향을 주기 때문인 것으로 추정됨
- CH₄ 및 C₃H₈의 폭발특성에 있어서 최대압력 도달시간(Time to peak pressure)은 불균일성이 증가할수록 감소하였고 폭발압력은 불균일성이 증가할수록 증가하였으며, C₃H₈에서의 불균일성에 의한 최대폭발압력은 CH₄보다 높았지만 최대압력 도달시간은 C₃H₈이 CH₄보다 작게 나타났음
- CH₄ 및 C₃H₈의 폭발에서 폭발압력상승속도는 불균일성이 증가할수록 폭발압력상승속도가 높아지는 경향을 보였으며, 압력상승속도는 화염면적과 연소속도에 곱에 의해 비례하기 때문에 압력은 직선적으로 증가하는데 이는 불균일성이 증가하면 화염면적이 늘어나며 연소속도의 증대로 이어지므로 폭발압력 상승속도를 증가시키는 것으로 판단됨
- CH₄ 및 C₃H₈ 혼합기에 있어서 농도 불균일성에 따른 CH₄ 및 C₃H₈의 K_G(폭발강도)의 범위는 각각 1.30~1.58[MPa·m/s] 및 2.07~2.41[MPa·m/s]가 얻어졌으며, 불균일성이 증가하는 경우에는 대부분의 농도 변화에 있어서 증가하였음
- 균일성(C_{NU}=0.01)에서 불균일성(C_{NU}= 0.98) 혼합기로 변할 때의 K_G의 증가율은 CH₄에서는 17.7%, C₃H₈에서는 14.1%로 나타났는데, 이러한 결과를 통해 불균일성은 폭발크기(강도)에 영향을 주어 폭발피해를 증가시키는 요인이 될 수 있음을 확인할 수 있었음
- 가스폭발사고의 피해예측에 사용하는 문헌값에 농도 불균일성 영향을 함께 고려하여 평가하는 “불균일성에 따른 가스폭발의 피해예측 방안”을 제안하였음

폭발 시뮬레이션에 의한 위험성 평가

- 실험 조건과 동일 스케일의 폭발공간에 대해 폭발 시뮬레이션을 실시한 결과, CH₄의 과압분포는 불균일성의 증가에 대해 미세한 증가를 나타냈지만 이러한 불균일성 조건에 따른 과압 차이는 화염 가속 등의 영향요인이 존재하는 실험결과보다는 매우 작았음
- 실험과 유사한 조건에서의 CH₄의 폭발피해확률에 대한 시뮬레이션 결과, 농도 균일성 및 불균일성 조건의 폭발피해 확률은 각각 50~70% 및 50~90%가 얻어졌는데, 농도 불균일성이 폭발피해 위험성을 높이는 것으로 판단되며 이는 실험에서의 폭발강도(K_G)의 결과와 유사한 경향을 나타냈음

시사점

농도 불균일성을 고려한 폭발예방대책 방안

- 작업장과 같은 밀폐공간에서 가스누출이 일어난 경우의 폭발피해 평가를 위해서는 건물구조와 크기, 작업자 위치 및 장치의 배치 상황, 가스혼합기의 발생 상황, 누출가스의 종류와 발생 위치, 농도장 크기의 설정 등을 검토할 필요가 있음을 제시
- 농도장 크기의 설정에는 밀폐공간 내의 작업장 내의 발생 기류, 환기 등의 영향을 조사해야 하며, 이러한 영향요인이 존재하는 경우에는 폭발 피해 예측에 사용하는 문헌값에 농도 불균일성의 영향을 함께 고려하여 평가할 필요가 있음을 제시

03 연구활용방안

개선방안

- 폭발압력 특성은 혼합기 농도가 불균일한 조건에서는 불균일성에 의존하게 되며, 건물 내 체적이 클수록 균일성 농도가 될 가능성이 거의 없기 때문에 가스 누출량이 클수록 불균일성에 의한 폭발특성 효과를 적극적으로 고려할 필요가 있음을 제시
- 폭발위험장소에서의 가스누출의 경우에는 기류가 존재하는 농도 불균일성으로 정하여 폭발압력 및 과압분포를 조사해야 하며, 이를 위해 문헌자료의 폭발특성값만이 아닌 가스 농도장 설정에 있어서 누출량, 밀폐공간 내의 기류, 환기 등을 조사하고 농도 불균일성 영향을 함께 고려하여 과압분포를 평가할 필요가 있음

활용방안

- 불균일 가스폭발 특성자료 제공을 통한 사업장의 장치 및 공정에서 발생할 수 있는 가스폭발 사고피해 예측 및 저감에 활용
- 가스폭발 중대산업사고의 조사, 사업장의 위험성평가 및 기술지원 자료로 활용
- 관련 사업장의 농도 불균일 조건의 가스폭발 안전기술자료 보급에 활용



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 산업안전연구실 한우섭
- 연락처: 042-869-0331
- e-mail: hanpaule@kosha.or.kr

17

페플라스틱 열분해 유화 공정의 안전관리 방안

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 페플라스틱, 열분해, 열분해유

Highlights

페플라스틱 열분해 유화처리 사업장에서의 화학사고 예방을 위해 관련 사업장 실태를 파악하고, 관련 법규 조사, 사고사례 분석, 공정 위험 분석, 공정 취급 및 생성 물질에 대한 화재·폭발 특성 조사 및 시험 등을 수행하고, 이를 통해 페플라스틱 열분해 유화처리 사업장에서의 화학사고 예방을 위한 제도적·기술적 안전관리 방안을 도출하였음

01 연구배경

❖ 환경부의 페플라스틱 열분해 활성화 방안에 따른 열분해유 산업 확대

- 환경부에서 페플라스틱의 열분해 처리 비중을 2021년 기준 0.1%에서 2025년 3.6%, 2030년 10%까지 높이겠다는 「페플라스틱 열분해 활성화 방안」을 발표하고, 페플라스틱 열분해유를 석유정제과정 및 석유 화학공정에 투입할 수 있도록 법안이 개정됨
- 이로써 주로 보일러 등의 연료유로만 사용되던 페플라스틱 열분해유의 활용범위가 확대되었고, 페플라스틱 처리 사업장 수도 지속적으로 증가될 것으로 예상됨

❖ 국내 페플라스틱 열분해 유화 사업장에서 화재·폭발 사고 다수 발생

- 국내에서는 현재 20여개 사업장에서 페플라스틱 열분해 유화 시설을 보유·운영하고 있으나 대부분 소규모 사업장이고, 운영기간이 짧아 체계적인 안전관리를 기대하기 어려움
- 이에 따라 페플라스틱 열분해 설비의 안전장치 미설치, 공정관리 미흡, 열분해가스 누출 등의 원인으로 인한 화재·폭발 사고가 최근 다수 발생하고 있어 사업장 실태 파악 및 사고예방방안 마련이 필요함

02 주요연구내용

🔍 연구결과

❖ 페플라스틱 열분해 관련 현황

- 2022년 6월말 기준으로 국내 페플라스틱 열분해 사업장은 26개사 정도로 대부분 20인 미만의 소규모 사업장이며, 로터리 킬른을 이용한 회분식 반응기를 사용하는 것으로 확인됨
- 페플라스틱 열분해 설비 및 공정의 안전과 관련된 법규는 「폐기물관리법」, 「위험물안전관리법」, 「산업안전보건법」, 「화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률」 등이 있는 것으로 나타남
 - 「폐기물관리법」에서는 페플라스틱 열분해 사업장에서 열분해 설비의 설치 및 정기검사를 받도록 하는 법규가 입법예고됨
 - 「위험물안전관리법」에 따라 열분해 설비 및 저장설비에 대한 허가가 필요함
 - 「산업안전보건법」에 따라 열분해 설비 및 공정에 대한 공정안전보고서 작성 및 제출 또는 유해위험 방지계획서 작성 및 제출 대상에 해당될 수 있음
 - 「화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률」에 따라 열분해유를 화학물질로 등록해야 하는 의무와 「산업안전보건법」에 따라 물질안전보건자료(MSDS)를 작성해야 하는 의무가 적용됨

❖ 페플라스틱 열분해 공정에서의 사고사례 분석

- 2017년부터 2021년까지 최근 5년간 페플라스틱 열분해 사업장에서 16건의 화재·폭발사고가 발생한 것으로 파악되었으며, 사업장수가 20여개 수준인 것을 고려하면 다른 산업에 비해 상대적으로 높은 비율로 사고가 발생하고 있었음
- 화재·폭발 사고사례를 4M, STAMP-CAST(System Theoretic Accident Model and Process-Casual Analysis on Systems Theory), AcciMap(Accident Map) 등의 방법으로 분석한 결과, 사고원인은 기계적·관리적·인적·물질적인 측면과 설비의 설계·제작·시운전·운영 단계에서 다양하게 존재하는 것으로 나타남
- 계층별로는 사업장의 작업자와 생산 및 정비조직뿐만 아니라 정부·규제기관·사업주 등 여러 계층에서 사고 발생에 간접적 원인을 제공한 것으로 나타남

❖ 페플라스틱 열분해 공정 및 설비의 위험성

- 페플라스틱을 열분해하면 생성되는 가스, 오일, 탄화물 등의 물질에는 화재·폭발과 관련된 여러 잠재 위험성이 있는 것으로 확인되었고, 각각의 위험성을 구분하여 제시함

- 폐플라스틱의 열분해 가스는 주로 메탄, 에틸렌, 부타디엔, 프로판, 프로펜 등의 탄화수소 가스로 구성되어 있어 열분해 가스가 설비 외부로 누출되거나 반응기 내부에 산소가 유입될 경우 화재·폭발 위험이 있음
- 열분해유의 인화점은 60 °C 미만, 자연발화점은 250°C 미만인 것으로 나타나 열분해유가 누출되거나 고온에 접촉될 경우 화재·폭발 위험성이 높은 것으로 나타남
- 열분해 공정 중 생성된 왁스는 배관을 막히게 할 수 있고, 열분해 잔재물 분진은 분진 폭발 위험성이 있는 것으로 확인됨
- ▶ 사고분석 결과 및 문헌조사 결과를 바탕으로 열분해 공정 및 설비에 잠재되어 있는 여러 위험성을 제시함
- 가열기 점화 시에는 연료용 가스 누출 등에 의한 화재·폭발 위험성, 열분해 시에는 반응기 내부 압력 상승, 반응기 내부 산소 유입, 열분해 가스에 누출 등에 의한 화재·폭발 위험성, 열분해 잔재물 제거 시에는 반응기 내부 퍼지 미실시, 반응기 내부 잔존 인화성가스 및 분진 등에 의한 화재·폭발 위험성 등이 있음
- ▶ **폐플라스틱 열분해 공정 및 설비의 안전관리 방안 도출**
- ▶ 폐플라스틱 열분해 공정에서의 사고를 예방하기 위해서 「폐기물관리법」, 「위험물안전관리법」, 「산업안전보건법」 등에서 필요한 개선방안을 제시함
- ▶ 열분해 공정 및 설비의 안전을 확보하기 위하여 물질, 설비, 공정의 측면과 사업장의 조직적인 측면에서 사고예방에 필요한 사항을 제시함
- ▶ 작업자 교육, 작업절차서 작성, 위험성평가 등의 관리적 측면에서 필요한 방안을 제시함.

03 연구활용방안

💡 개선방안

- ▶ 「폐기물관리법 시행규칙」에 따른 “폐기물처리시설의 세부 검사방법에 관한 규정”에 열분해 반응기의 주요 구조부 및 부품으로 사용되는 재료, 인화성가스 검지 및 경보장치 설치, 작업계획서 및 작업절차서 작성 등과 관련된 구체적인 기준 제시 필요
- ▶ 폐플라스틱 열분해 설비가 「산업안전보건법」에 따른 유해·위험방지계획서 작성 및 제출 대상에 해당되는 경우에는 「폐기물관리법」에 따른 설치검사와 중복될 수 있으므로, 환경부와 고용노동부에서 협의를 통해 중복 규제를 해소할 수 있는 방안 마련 필요

💡 활용방안

- ▶ **폐플라스틱 열분해 유화 공정의 안전보건기술지침 제정 및 기술자료로 활용**
- ▶ 폐플라스틱 열분해 사업장의 안전 확보를 위한 안전보건기술지침 제정
- ▶ 사업장 교육 및 기술자료로 활용



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 산업안전연구실 서동현
- 연락처: 042-869-0332
- e-mail: seodh93@kosha.or.kr

18

안전밸브 설치대상 및 작동시험 주기의 적정성 검토 및 개선방안 마련

연구기간_ 2022년 5월 ~ 2022년 10월
핵심단어_ 산업재해, 안전밸브, 검사주기

Highlights

안전밸브 관련 국내·외 문헌 및 사고사례의 조사·분석, 국내·외 관련 법령 및 기술기준의 비교분석, 산업현장에서의 안전밸브 운용실태 조사·분석, 관련 사업장에 대한 설문조사를 통해 안전밸브 설치대상 및 작동시험주기의 합리적인 제도 운용을 위한 방안을 제시하였음

01 연구배경

- 안전밸브는 각종 공정 장치, 보일러, 저장탱크 등에서 형성될 수 있는 과압으로부터 설비와 인명을 보호하기 위해 설치하는 압력방출장치 중 하나로서 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제261조(안전밸브 등의 설치)에서 폭발 방지 성능과 규격을 갖춘 안전밸브의 설치 대상 및 작동시험 주기를 규정하고 있음
- 최근 산업계를 중심으로 안전밸브의 설치 대상 및 작동시험 주기에 대하여 다음과 같은 이유로 현행 제도의 개선 필요성이 제기되고 있음
 - 선진기술을 바탕으로 화학 공정 설비에 근원적 안전설계가 반영되어 사고예방 기능이 개선 및 강화됨
 - 보호 대상 설비의 정비보수 주기보다 법적인 안전밸브 작동시험 주기가 짧아 안전밸브의 빈번한 탈착 및 재장착으로 인한 설비의 가동 중지 및 관련 잠재위험 상존
 - 타 법령 및 국외 기준과 「산업안전보건법」에 따른 안전밸브 작동시험 주기 체계가 다름

02 주요연구내용

연구결과

- 안전밸브 관련 국내·외 선행연구 및 문헌 분석

- 안전밸브 설치 및 작동시험 주기와 관련하여 국내·외 선행연구 자료, CSB(U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board) 및 CCPS(Center for Chemical Process Safety) 등 국외 사고 사례집, 그리고 안전보건공단 과거 중대재해 사례집 등을 조사하여 안전밸브 관련 사고원인을 분석함
 - 국내에서는 안전밸브 설치 대상 및 작동시험 주기의 규제 완화 필요성에 대한 제도적 측면에서 연구가 진행되었으며, 일부 기술적 측면의 연구가 진행되었으나 구체적인 방안에 대한 연구보다는 제도의 방향성에 관한 연구가 수행됨
 - 외국에서는 안전밸브의 성능에 관한 신뢰성을 바탕으로 작동시험 주기를 결정하기 위한 다양한 연구가 진행됨. 많은 연구가 신뢰성 확보방안으로 RBI(Risk Based Inspection) 적용을 통해 검사 빈도와 검사주기의 최적 조합을 결정하는 방법을 제안하고 있으며, 기업의 규모에 따라 RBI 적용 여부가 달라질 수 있다는 점을 함께 언급함

안전밸브 관련 산업재해 발생 현황분석

- 최근 20여 년간 국내·외에서 발생한 중대산업사고를 중심으로 조사·분석하였으며 이중 안전밸브와 직·간접적으로 연계성이 있는 사고 발생원인 및 문제점 등을 분석함
- 국내·외에서 발생한 안전밸브 관련 사고원인 분석 결과, 아래 그림처럼 기계적 원인과 안전관리 체계 미흡으로 분류할 수 있음

① 설치 및 기계적 원인

1. 안전밸브 미설치
2. 안전밸브 미가동(기능 상실)
3. 안전밸브 설계용량 부적정
4. 부적절한 설치(파열판 ▶ 릴리프 밸브)

② 안전관리 체계 미흡

1. 위험성평가 시스템 부재
2. 안전밸브 배출관리 미흡
3. 작업운전절차 미준수
4. 변경관리에 따른 작업자 교육 미실시

안전밸브 관련 국내·외 법령 및 기술기준 분석

- 「산업안전보건법」 및 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 및 안전밸브 관련 고시, KOSHA Guide를 분석하고 「고압가스안전관리법」, 「화학물질관리법」, 「전기안전법」, 「에너지이용합리화법」 등을 중심으로 기술기준을 상호 비교·분석함. 또한 일본, 미국, 영국 등을 중심으로 안전밸브 관련 법령 및 기술기준, 설치대상 및 검사주기 등을 조사 및 비교 분석함
- 국내·외 안전밸브 법령 및 기술기준 분석 결과 안전밸브 설치대상 및 작동시험 주기와 검사는 관리목적, 취급물질, 설치유형, 보호설비 등에 따라 서로 다르게 적용되고 있음

- 일본은 사업주가 법과 동등 이상의 안전을 증명할 경우에 안전이 확보되었다고 판단하고 있으며, 안전밸브의 점검 주기 및 대상에 관한 부분에서 사업주의 자율을 일정부분 인정함
- 미국, 영국, 캐나다는 안전밸브의 설치 대상 및 작동시험 주기를 일괄적으로 규정하지 않고, 취급하는 위험물질의 종류와 운전 조건 등에 따라 다르게 적용하고 있으며, 안전밸브 작동 검사를 통하여 검사 주기를 연장하거나 단축함

안전밸브 운용실태 분석

- ▶ 업종과 규모를 고려하여 사업장 방문조사를 실시하였으며, 온·오프라인 설문조사를 통해 이해관계자의 의견을 수렴하고 그 결과를 분석함
- 정유, 석유화학, 반도체 및 의료정밀·의약품 업종의 정비·보수 기간은 최소 1년부터 최대 4년까지 동일 사업장 내에서도 단위 공장별로 차이가 발생하는 것으로 나타남
- 안전밸브 설치대상에 대한 설문에서 84%(92건)가 현행을 유지하는 것이 적절하다고 응답하였고, 안전밸브 작동시험 주기에 대해서는 85%(99건)가 개편 필요성 의견을 제시함

조사 및 분석결과를 바탕으로 현행 규정의 문제점 및 개선방안(법률 개정안 포함)을 마련함

- ▶ 안전밸브 관련 국내·외 선행연구 및 문헌 고찰, 안전밸브 관련 산업재해 발생 현황분석, 국내·외 법령 및 기술기준 비교분석, 현장의 안전밸브 운용실태 등을 종합적으로 분석하여 합리적 개선방안을 제시함

시사점

안전밸브 관련 제도 개선 필요

- ▶ 사고 예방을 위해서는 현재 안전밸브의 기계적인 결함뿐만 아니라 위험성 평가, 작업 운전절차 등과 같은 안전관리 역량을 향상하는 방안을 추가적으로 보완할 필요가 있음
- ▶ 최근 화학설비의 설계단계에서부터 근원적 안전설계를 구축하고 있는 사례가 많으므로 안전밸브의 작동시험 주기도 충분한 조사·분석을 통하여 제도 개선에 반영할 필요가 있음

03 연구활용방안

개선방안

「현행 안전밸브 검사주기 조정 방안

- ▶ 화학설비의 근원적 안전설계, 복수의 안전밸브 또는 파열판 설치로 설비의 안전성 확보 등을 고려하여 안전밸브 검사주기 조정

안전밸브별로 작동시험 주기를 관리할 수 있는 체계 마련 방안

- ▶ 현재의 일괄적인 안전밸브 검사체계를 벗어나 안전밸브별로 안전검사를 진행하여 안전밸브 점검주기의 신뢰성 확보

안전밸브의 평가 및 점검 지표 개정 방안

- ▶ 안전밸브 작동시험 검사주기 조정에 따라 다소 완화될 수 있는 사항을 보완하기 위하여 안전밸브 평가지표를 개선하고, PSM 대상 사업장 중심에서 PSM 비대상 사업장의 안전밸브 자체검사 기능 개선

활용방안

산업안전보건법 개정에 활용

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제261조의 개정을 위한 기초 및 근거 자료로 활용



연락처

- 연구책임자: 한국교통대학교 유병태 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 산업안전연구실 서동현
- 연락처: 042-869-0332
- e-mail: seodh93@kosha.or.kr

19

위험물 제조·취급 작업장
비상구 설치기준 개선방안 마련

연구기간_ 2022년 04월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 비상구 설치기준, 화재대피, 성능위주설계, 위험물

Highlights

비상구와 관련된 국내외 법령과 기준을 조사하여 현재 규제 수준의 타당성을 분석하고, 비상구 설치 예외 기준 설정을 위한 위험물질의 취급량 및 성능 위주설계 적용가능 여부를 검토하였으며 화재 및 대피 시뮬레이션을 통해 개선이 필요한 사항을 도출한 결과, 비상구의 설치 예외 기준을 작업장 바닥 면적 등을 기준으로 하는 개선안을 제안하였음

01 연구배경

「산업안전보건법」의 「산업안전보건기준에 관한 규칙」(이하 ‘안전보건규칙’) 제17조에서 위험물질을 제조·취급하는 작업장의 비상구 설치기준을 규정하고 있음

소규모 작업장은 구조적인 이유로 비상구를 설치하기 어렵다는 문제점이 지속적으로 제기됨

- 비상구 관련 국내·외 규정과 기준을 비교·분석함으로써 규제 수준의 적정성을 검토
- 위험물 제조·취급 작업장 실태조사 및 위험물질 특성 등을 고려하여 비상구 설치기준의 합리적 개선방안을 마련

02 주요연구내용

연구결과

국내·외 비상구 설치 관련 기준 조사

- 비상구와 관련된 「건축법」, 「다중이용업소법」, 미국 「OSHA 1910 코드」, 미국 「NFPA 101 코드」, 캐나다 및 영국 「건축법」을 조사한 결과, 모든 규정은 출입구 외에 1개 이상의 비상구를 설치하는 것을 원칙으로 하며, 안전보건규칙과 비상구 크기 규정이 유사함

- 비상구 위치의 경우, 안전보건규칙은 출입구와 같은 방향에 비상구를 설치할 수 없도록 하나 「다중이용업소법」은 부득이한 경우 같거나 다른 방향에 설치하는 것을 허용함
- 비상구와 출입구 사이 이격거리의 경우, 안전보건규칙은 3m 이상으로 하며 「건축법」, 「다중이용업소법」, 「NFPA 101」, 캐나다 「건축법」은 사업장(거실) 구역의 최대 대각선 치수의 1/2 이상으로, 영국 「건축법」은 거실의 각 부분에서 바라본 피난로 사이의 각도를 45° 이상으로 규정함
- 작업장의 각 부분으로부터 출입구 또는 비상구까지 거리의 경우, 안전보건규칙은 수평거리를 기준으로 50m 이하로 규정하나, 국내 「건축법」, 「NFPA 101」, 캐나다 및 영국 「건축법」은 보행거리를 기준으로 18m ~ 46m 이하로 규정함
- 안전보건규칙은 작업장 바닥면 가로, 세로 길이를 기준으로 비상구 설치 면적을 규정하지만 「다중이용업소법」은 면적을 기준으로 하며, 국외 규정은 작업장의 바닥면적, 보행거리 등 많은 조건을 충족 시 단일 피난로를 허용하여 국내 법령에 비해 엄격하게 규제하고 있음

비상구 설치 예외기준 마련을 위한 위험물질 취급량 적용기준 및 범위에 대한 검토

- 안전보건규칙 [별표 9]의 위험물질 분류가 안전보건규칙 [별표 1]과 가장 유사하나, 기준량 적용 대상이 다르고, [별표 1]은 규정된 혼합물질의 기준량이 없음
- ALOHA(Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 프로그램을 활용하여 안전보건규칙 [별표 9]의 규정량 또는 그 이하의 질량으로 순간 누출되는 피해 영향범위를 분석한 결과, 소량만 누출된 경우에도 화재, 폭발, 부상의 위험이 커 피난에 어려움이 발생함
- [별표 9] 규정량의 10%에 해당하는 양만 누출되어도, 25m 이상의 범위에서 폭발하한(LEL)의 25% 농도로 증기운이 형성되며, 11m 이상의 범위까지 심각한 부상과 사망자가 발생할 수 있는 폭발 과압(3psi)이 미치는 것으로 계산됨
- 에탄올, 아세톤 등 소규모 사업장에서 많이 사용되는 가연성 물질의 경우, 1kg이 순간적으로 전량 누출되면 약 10m ~ 11m 범위에서 가연성 증기운이 형성되고, 폭발 과압이 미칠 수 있는 것으로 나타남

위험물 제조·취급 사업장 실태조사

- 위험물 제조·취급 사업장 44개소 온라인 실태조사
- 비상구와 출입구의 이격거리 기준과 비상구의 위치 기준을 준수하기 어려우며, 비상구 설치 예외 대상 확대를 위한 바닥면적 기준은 50m² 이하가 적합하다는 의견이 많았음
- 응답 사업장 중 68.2%는 설치 예외 대상 확대 시 대피 어려움 발생을 예상하며 부작용을 염려함
- 위험물 제조·취급 사업장 6개소 현장 방문조사

- 소규모 사업장은 기존 건물을 임대하는 경우가 많고, 3면이 내력벽인 작업장이 많아 구조적으로 비상구의 추가 설치가 어렵다고 답하였음
- 중소, 중견기업은 사용 중인 위험물질의 종류와 양을 정확하게 파악하지 못하고 있었으며, 설비 등의 설치 공간 확보를 위해 비상구를 사용할 수 없는 상태로 관리하는 경우도 목격됨
- 대기업의 경우 50 m의 수평거리 기준을 준수하지 못하는 경우가 있다고 답하였음

비상구 설치기준의 성능위주설계 타당성 검토

- 「소방법」의 성능위주설계는 전문 지식과 인력이 부족한 중소, 중견기업은 활용이 어려움
- 신축 건물에 대해서만 성능위주설계를 적용하기 때문에 기존 작업장에 적용하기 어려우며, 성능위주 설계 적용 대상이 될 수 있는 사업장은 전체 사업장의 0.03 %에 불과함

비상구 설치기준 타당성 및 현장 적용성 검토

- 출입구와 다른 방향에 비상구를 설치하여 양방향 탈출이 가능하게 하는 것이 바람직하나, 건물 구조로 인해 다른 방향에 설치하기 어려운 경우, 예외를 인정할 필요가 있음
- 비상구와 출입구의 이격거리는 타 국내외 규정과 유사하게 바닥면 최대 대각선 길이의 1/2 이상으로 변경하는 것이 바람직하나 기존 사업장의 혼란을 방지하고, 안전 규제가 강화된다는 오해를 방지하기 위해 건물 구조로 인해 출입구와 다른 방향에 비상구를 설치할 수 없는 경우에만, 최대 대각선 길이의 1/2 이상으로 이격된 거리에 설치할 수 있도록 하는 예외 조항을 신설하는 것을 제안함
- 수평거리를 보행거리로 변경할 경우, 보행거리의 측정이 어려워 규정 준수 여부 판단이 어렵고, 시설 배치의 변경 등으로 규정 위반 사례가 발생할 우려가 있음
- 「건축법」과 유사하게 최소 50 m의 수평거리를 최소 75 m의 보행거리로 확대하는 예외를 인정하는 것은 실익이 적고, 새로운 부작용을 불러올 가능성이 있어 국내·외 규정들과 현장 의견을 고려할 때, 비상구 설치 예외 기준을 바닥 면적으로 변경하는 것이 바람직함
- 화재 및 대피 시뮬레이션 수행 결과, 바닥면적 33 m² 이하 작업장은 비상구를 2개에서 1개로 감소하였을 때, 대피효율이 약 6 % 정도 감소하는 것으로 나타났지만, 42 m² ~ 50 m²의 넓은 작업장은 대피 효율이 크게 저하되는 것으로 분석됨
- 따라서 비상구의 설치 예외 기준을 기존의 가로, 세로 3 m 이하에서 작업장의 바닥 면적 18.6 m² 또는 33 m² 이하로 변경하는 것을 제안함

03 연구활용방안

개선방안

비상구의 설치 예외 기준 개선방안 제시

- 기존의 가로, 세로 3 m 이하에서 작업장의 바닥 면적 18.6 m² 또는 33 m² 이하로 변경
- 건물 구조로 인해 출입구와 다른 방향에 비상구를 설치할 수 없는 경우, 최대 대각선 길이의 1/2 이상으로 이격된 거리에 설치할 수 있도록 하는 예외 조항 신설

활용방안

「산업안전보건법」 개정에 활용

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제17조의 개정을 위한 기초 및 근거 자료로 활용



연락처

- 연구책임자: 충북대학교 최영보 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 산업안전연구실 최이락
- 연락처: 042-869-0334
- e-mail: yirac@kosha.or.kr



직업건강

01. 직업병 인과추론 가이드라인 및 통계분석법 개발 (2)	158
02. 근로자건강진단 청력검사 부적합사례 분석 및 문제해결 가이드 개발	162
03. 특수건강진단 폐활량검사분야 정도관리 기준 개선	165
04. 돌봄 종사자의 안전보건실태 및 건강보호방안 마련	169
05. 플라스틱제조업과 중추신경계 암.....	172
06. 이황화탄소의 생물학적 노출 평가 표준 시료 개발	176
07. 뇌심혈관질환 발생 고위험 직종 실태조사	178
08. 국가보험 시스템을 활용한 뇌심혈관질환 발병 위험 상관관계 분석	182
09. 근골격계질환 예방을 위한 업종별 개선사례 연구	187
10. 산업보건환경 변화에 따른 대응방안 연구(정책포럼)	190
11. 유통업체별 입점업체 종사자 감정노동 보호방안 연구	195
12. 건강관리카드제도 정비 및 이용 활성화 방안 연구	199
13. 직업성 질병 모니터링 체계 사업 운영 현황 분석	203
14. 감염병 예방 및 확산방지 관련 사업주 조치 사항에 관한 연구.....	206
15. 보건관리전문기관 업무 매뉴얼 마련 및 보건관리자 업무 매뉴얼 최신화	210
16. 질병재해 분류기준 개편방안 연구	212

01

직업병 인과추론 가이드라인 및 통계분석법 개발(2) 복합노출의 건강영향 평가 국문 가이드라인 개발

연구기간_ 2022년 01월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 인과추론, 복합노출, g-formula, Bayesian kernel machine regression(BKMR)

Highlights

복합노출의 건강영향을 평가하는 통계방법론 중 대표적인 두 가지 방법론(g-formula, BKMR)에 대한 국문 가이드라인을 개발하였음

01 연구배경

- 근로자는 작업환경에서 두 가지 이상의 유해물질에 동시에 노출될 수 있으나, 국내 산업보건 역학연구에서 복합노출에 의한 건강영향 평가는 잘 이루어지지 않았음. 하지만 최근에 국외 직업환경 역학연구에서 복합노출의 건강영향을 평가하는 통계방법론의 활용이 증가하고 있어, 대표적인 방법론 두 가지를 소개하고자 함
- G-formula는 반복 측정된 자료에서 건강근로자 생존효과에 의한 바이어스를 효과적으로 통제하면서 복합노출의 건강영향을 평가할 수 있음. BKMR은 복합노출 내 노출물질 각각과 근로자의 건강 지표 사이의 관계가 비선형이며 비가산 관계일 수 있고, 노출물질들 사이의 교호작용이 건강 지표에 작용할 수 있으며, 노출물질들 사이의 연관성이 매우 클 수 있다는 점을 고려한 상태에서 복합노출의 건강영향을 평가할 수 있음
- 본 연구에서는 이 두 통계방법론의 장단점을 소개하고 활용방법에 대한 국문 가이드라인을 상세히 작성하여, 국내 산업보건 역학 연구자들이 자료의 특성에 따라 분석 중 발생할 수 있는 바이어스를 줄이면서 복합노출의 건강영향을 평가하는데 도움이 되고자 함

02 주요연구내용

연구결과

G-formula 및 BKMR에 대한 국문 가이드라인 작성

- G-formula가 개발된 배경과 이론, R package 'gfoRmula' 활용방법을 설명하였음
- BKMR이 개발된 배경과 이론, R package 'bkmr' 활용방법을 설명하였음

G-formula를 활용한 특수건강진단 자료 분석(2013~2019년)

- 특수건강진단 자료는 건강근로자 생존효과에 따른 바이어스가 발생할 수 있으므로, g-formula를 사용하여 납과 카드뮴의 복합노출에 의한 빈혈 발생 위험을 분석하였음
- 국내 일반인구 집단의 평균 노출 수준에 해당하는 혈중 납 농도($1.6 \mu\text{g/dL}$)와 혈중 카드뮴 농도($0.9187 \mu\text{g/L}$)로 7년 간 유지될 때(대조군) 빈혈의 누적 발생률과 여러 혈중 납 농도(5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, $40 \mu\text{g/dL}$)와 혈중 카드뮴 농도(1, 2, 3, 4, $5 \mu\text{g/L}$)의 조합에 따른 빈혈의 누적 발생률을 구한 다음, 대조군 대비 노출군의 빈혈 발생 위험 비를 계산하였음
- 혈중 카드뮴 농도가 고정되어있는 경우, 혈중 납 농도가 증가함에 따라 빈혈의 누적 발생률의 위험 비가 증가하는 것을 확인할 수 있었으며, 마찬가지로 혈중 납 농도가 고정되어있을 때, 혈중 카드뮴 농도가 증가함에 따라 빈혈의 발생률의 위험 비가 증가하는 것을 확인할 수 있음. 즉, 혈중 납과 혈중 카드뮴이 빈혈 발생에 미치는 교호작용을 확인할 수 있었음

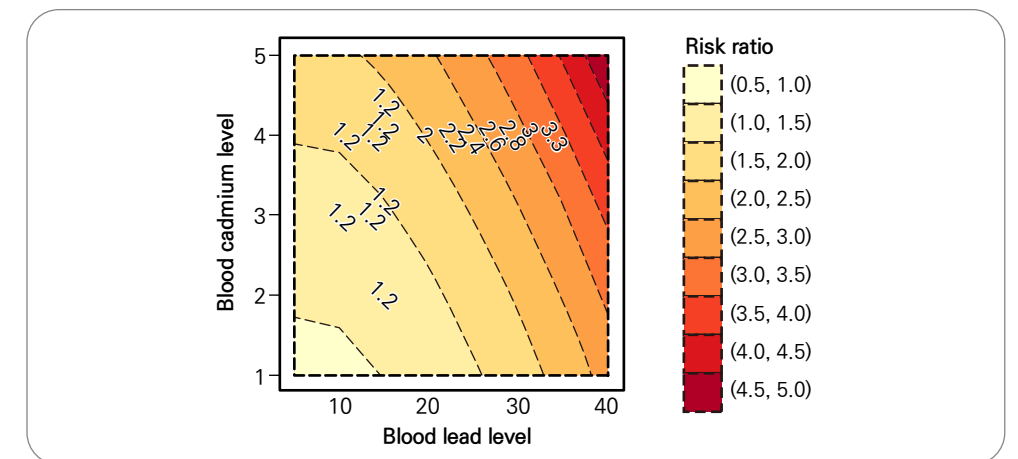


그림. 혈중 납 농도 (blood lead level, 단위: $\mu\text{g/dL}$)와 혈중 카드뮴 농도 (blood cadmium level, 단위: $\mu\text{g/L}$)에 따른 빈혈의 발생률에 대한 위험도 비를 표현한 등고선 그림.

✦ G-formula 및 BKMR의 장단점 평가

- g-formula와 BKMR 모두 근로자가 여러 물질에 동시에 노출되었을 때 건강영향을 평가할 수 있는 방법이나, g-formula는 건강근로자 생존효과를 효과적으로 통제할 수 있는 반면 분석한 결과를 BKMR과 같이 다양하게 시각화하기 위해서는 현재 많이 사용되는 R 패키지에 대하여 추가적인 작업이 필요함
- BKMR은 모형 내에서 복합노출의 다양한 고차원 항 또는 교호작용 항을 반영하기 위해 커널 행렬(kernel matrix)을 이용한 혼합 모형(mixed model)을 사용하기 때문에 모수적 모형을 사용한 g-formula보다 모형의 유연성을 확보할 수 있으나, 분석시간이 매우 길어 이에 대한 개선이 필요함

✦ G-formula 및 BKMR의 단점을 개선하기 위한 후속 연구계획 수립

- G-formula의 통계분석법 개선안: 용량-반응 곡선과 교호작용을 표현하는 시각화 코드를 개발하고 분석 결과의 안정성 평가 방법을 개발하고자 함
- BKMR 통계분석법 개선안: 분석 시간 단축 방법을 개발하고 로지스틱 회귀 모델로 확장하고자 함 (현재는 프로빗 모델만 가능). 또한, 반복측정 자료에서 기울기에 랜덤 효과를 적용(현재는 절편에만 랜덤 효과를 적용 가능)할 수 있게 통계분석법을 개발하고자 함

🔍 시사점

✦ 복합노출의 건강영향 평가 통계방법론 국문 가이드라인 마련

- G-formula와 BKMR이 개발된 배경과 이론, R package를 활용하여 분석하는 방법, 장점과 단점을 상세하게 기술하여, 국내 산업보건 역학 연구자들이 복합노출의 건강영향을 평가할 때 참고할 수 있는 국문 안내서를 작성하였음

✦ 납과 카드뮴의 복합노출이 빈혈 발생에 미치는 교호작용 근거 마련

- 예신희 등(2020)이 보고한 납과 카드뮴의 복합노출이 감마글루타밀전이효소(gamma-glutamyl transferase, GGT) 수치를 높이는 교호작용의 근거와 일관되게 이번 연구에서도 납과 카드뮴의 복합노출이 빈혈 발생에 미치는 교호작용의 근거를 마련하였음

03 연구활용방안

💡 활용방안

- ✦ 복합노출의 건강영향을 평가할 수 있는 g-formula와 BKMR에 대한 개념과 기술적인 세부내용에 대해 국내 산업보건 역학 연구자들의 이해도를 높여, 국내 산업보건 역학연구의 발전을 기대하며, 세계 수준의 학술논문 발표를 통해 국내 산업보건 분야의 학술 발전에 기여하고자 함
- ✦ 특수건강진단 자료를 g-formula로 분석한 결과인 '장기간의 납과 카드뮴 복합노출이 빈혈 발생에 미치는 유의한 교호작용'을 학회발표, 논문게재, 언론보도에 활용할 수 있고, 납과 카드뮴에 동시에 노출되는 근로자들에 대한 직업성질환 예방 정책을 수립하는데 과학적 근거를 제공함



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 직업건강연구실 예신희
서울대학교 이우주 교수(부분위탁 연구책임자)
- 연락처: 032-510-0754
- e-mail: shinheeye@kosha.or.kr

02

근로자건강진단 청력검사 부적합사례 분석 및 문제해결 가이드 개발

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월
핵심단어_ 소음, 특수건강진단, 소음성 난청, 청력검사, 차폐

Highlights

소음에 노출되는 근로자의 청력보호를 위해서는 정확한 청력검사가 필요함. 그러나 검사 중 일부를 누락하거나 부적절한 방법으로 검사하는 사례가 확인되었음. 연구를 통해 청력검사의 주요 문제점을 분석하였고 검사자가 스스로 문제를 해결할 수 있도록 부적합 사례 및 해결방법을 제시하였음

01 연구배경

소음노출 근로자의 청력손실을 정확히 평가할 수 있는 청력검사방법을 제시할 필요

- 직업성 난청은 천천히 오랜 기간 진행되어 비가역적 손상으로 근로자의 건강을 해칠 수 있으므로 정확한 검사를 통해 신속히 발견하여 예방과 관리를 하는 것이 중요
- 소음노출 근로자의 청력검사 방법과 결과에 대한 논란의 여지가 아직 존재하고 있고 그에 대한 부적합 사례도 존재하고 있어 청력검사 방법의 평가와 분석으로 문제 해결 방법을 강구할 필요
- 미국 질병예방통제센터 (Centers for Disease Control and Prevention, CDC)와 미국 산업안전보건연구원(National Institute of Occupational Safety & Health, NIOSH)에서도 청력검사 방법에 대한 논의점을 제시하고 있음

02 주요연구내용

연구결과

청력검사의 주요 문제점

- 1차 검사에서 2 kHz 30 dB이상 또는 3 kHz 40 dB이상 또는 4 kHz 40 dB이상일 경우 2차 검사 대상이나 2차 검사를 실시하지 않은 경우가 확인됨
- 2차 검사에서 기도 청력검사*는 0.5, 1, 2, 4, 6 kHz 주파수에서 검사를 실시하며, 기도전도 청력검사 역치가 20 dB이상인 주파수에 대해 난청의 유형을 판단하기 위해 골도전도 청력검사를 실시해야하나 검사를 누락한 경우가 확인됨
 - 기도전도 청력검사: 헤드폰을 착용하고 외이→중이→내이로 이어지는 소리의 전달경로를 검사하는 일반적인 청력검사
 - 골도전도 청력검사: 골진동체를 착용하고 두개골을 통해 내이로 전달되는 소리의 전달경로를 검사
 - 난청의 유형: 전음성 난청(외이 또는 중이에 문제가 있는 난청), 감각신경성 난청(내이에 문제가 있는 난청), 혼합성 난청(전음성 난청과 감각신경성 난청이 혼합된 난청)
- 청력검사 중 좋은 귀가 반응하지 못하도록 하는 기도 차폐검사 또는 골도 차폐검사에서 부적절한 검사가 확인됨
 - 차폐검사: 청력이 나쁜 쪽 귀를 검사할 때 청력이 좋은 쪽 귀가 반응하지 않도록 차폐 잡음(masking noise)을 제시하는 방법
- 청력검사 관련 질의 중 음차폐 검사에 대한 내용이 가장 많은데(질의내용의 20.35%), 이는 음차폐 검사 방법과 용어에 대한 이해부족이 원인인 것으로 판단됨

청력검사 문제점의 해결 방안 제시

- 반복되는 부적합 사례 및 질의내용을 반영한 사례집 제시
- KOSHA Guide의 차폐공식 표기방법 및 역치결정방법을 이해하기 쉬운 표현으로 수정 제안

시사점

소음성난청의 판단에 집중한 교육 필요

- 차폐검사의 명확한 이해를 위한 집중이론 및 실습 교육시간 증가 필요
- 충분한 예시자료를 활용한 문제 해결 가이드 필요
 - 검사자가 문제를 스스로 확인 할 수 있는 방법 제시
 - 반복되는 부적합 사례 및 질문내용을 토대로 문제의 확인방법 및 해결방안 제시

정도관리 평가기준 개선 필요

- '골도역치 > 기도역치'를 부적절한 결과로 평가하는 항목의 개선이 필요

- 수검자의 집중도와 민감도에 따라 5~10 dB의 차이가 발생할 수 있는데 이를 검사의 문제로 간주할 수 없음

03 연구활용방안

💡 활용방안

- 🔗 연구내용을 토대로 실무에 참고할 수 있는 사례집을 제작하여 배포
- 🔗 KOSHA Guide에 반영



연락처

- 연구책임자: 한림대학교 김진숙 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업건강연구실 원용림
- 연락처: 052-7030-0857
- e-mail: herhand@kosha.or.kr

03

특수건강진단 폐활량검사분야 정도관리 기준 개선

연구기간_ 2022년 01월 ~ 2022년 11월
핵심단어_ 폐활량검사, 특수건강진단, 정도관리, 적합성, 재현성

Highlights

2019년 미국흉부학회 가이드의 적합성과 재현성 판단 기준을 특수건강진단 폐활량검사에 적용하면, FVC(노력성폐활량)와 FEV₁(1초간 노력성 호기량)의 적합성을 구분하여 판단하고 적합성 기준을 만족하지 못하더라도 “사용가능한” 그래프가 제시되어 검사 횟수를 줄일 수 있을 것으로 기대함

01 연구배경

🔗 폐활량검사(spirometry) 정도관리

- ▶ 폐활량검사는 호흡기계 질환을 평가하는데 중요한 검사 중 하나로 근로자가 들이마시고 내쉬는 공기의 유량(flow)과 용적(volume), 호기시간(time) 등을 측정하며, 폐용적의 감소와 기도의 폐쇄여부를 확인할 수 있는 지표로 사용되는 검사 방법임
- 국내에서는 특수건강진단 시에 폐활량검사의 신뢰성 확보를 위해 정도관리를 실시하고 있음

🔗 폐활량검사 판정의 표준화

- ▶ ATS/ERS(American Thoracic Society, 미국 흉부학회/European Respiratory Society, 유럽 호흡기 학회)에서는 1970년대부터 폐활량검사 판정의 표준화 연구를 수행하고 있으며 2019년 가이드를 최신 업데이트하였음
- ▶ 현재 정도관리 항목은 ATS/ERS의 2005년 가이드라인을 기초로 하고 있음
- 이에 2019년 새로 업데이트 된 사항을 반영할 필요가 있음

- 🔗 근로자 호흡기계 질환 예방 및 조기 발견을 위해서는 폐활량검사의 판정과 관련된 실태를 조사하고 판단 기준을 세분화하여 폐활량검사가 합리적으로 해석될 수 있도록 유도할 필요가 있음

02 주요연구내용

연구결과

폐활량검사의 판정과 관련된 실태: 특수건강진단 건강관리구분 판정에 전년도 검사와의 비교, 작업요일, 작업 전후 비교 여부 확인

- 근로자건강진단 실무지침에 톨루엔-2,4-디이소시아네이트, 톨루엔-2,6-디이소시아네이트, 면분진, 나무분진, 용접 흠은 건강관리구분 판정에 전년도 검사와의 비교, 주말을 보내고 작업 첫날 실시한 폐활량검사의 확인, 작업 전후의 비교 등을 확인하도록 제시되어 있음. 본 연구에서 위 사항이 반영되고 있지 않았고, 상기 물질들에 의한 호흡기 질환을 더 잘 선별하기 위해서는 실무지침의 내용을 따르도록 유도할 필요가 있음
- 판정의사의 판정은 직업환경의학과 의사의 고유 영역으로 폐활량검사 결과와 함께 임상증상, 기저질환 등 다양한 요인을 종합적으로 고려하여 건강관리 구분을 하고 있지만 위 사항들을 측정하고 분석하면 판정을 내리는데 도움이 될 수 있음

기존의 정도관리 적합성 및 재현성 기준을 ATS/ERS 가이드에 따른 새로운 기준으로 시뮬레이션 결과

- 기존의 정도관리 적합성 및 재현성 기준을 기존 정도관리에서 사용하는 항목과 2019년 업데이트된 ATS/ERS 가이드에 따른 새로운 기준으로 적용해 보는 시뮬레이션 결과를 비교하여 정리하였음
- 대부분의 항목에서 기준을 3회 만족하는 비율이 90%를 상회하였고 기존 정도관리와 시뮬레이션에서 기준을 만족하지 못하는 자료 수가 비슷하거나 우열을 가리기 힘들었음
- “FIVC(forced inspiratory vital capacity, 노력성 흡기 폐활량)는 최대한의 노력으로 측정되어야 함” 항목은 시뮬레이션에서 새로 도입된 항목인데 기준을 만족하는 자료가 3회 미만, 즉 2회, 1회, 0회인 자료가 67건(41.9%)에 달했음
- 한편, 기존 정도관리에서 FVC(forced vital capacity, 노력성 폐활량)의 적합성을 만족하지 못하는 비율은 13건(8.1%)이고, 시뮬레이션 자료에서 FVC의 적합성과 사용가능성을 만족하지 못하는 비율이 16건(10.0%)이었음. 이에 반해 기존 정도관리에서 FEV1(forced expiratory volume in one second, 1초간 노력성 호기량)의 적합성을 만족하지 못하는 비율은 20건(12.5%)이고, 시뮬레이션 자료에서 FEV1의 적합성과 사용가능성을 만족하지 못하는 비율이 18건(11.3%)으로 시뮬레이션이 좀 더 기준이 완화되었다고 볼 수 있음. 재현성도 유사한 결과를 보였으며, 기존 정도관리에서 검사 횟수가 부적절한 비율은 29건(18.1%)인데 반해 시뮬레이션에서는 17건(10.6%)로 역시 시뮬레이션에서 기준이 상당히 완화되었다고 볼 수 있음

- 2019년 ATS/ERS 가이드에 따른 평가기준 세분화 시뮬레이션 결과 사용할 수 없는 F 등급을 받은 비율은 FVC와 FEV1 각각 8건(5%)과 8건(5%)이었음 <표 1>

▶ 표 1. ATS/ERS 가이드에 따른 FEV1 및 FVC의 등급 시뮬레이션 결과 (Graham et al., 2019)

등급	적합한 곡선의 수	재현성: 연령 > 6세	FVC검토 결과(건)	%	FEV ₁ 검토결과(건)	%
A	≥ 3 적합	0.150 L 이내	124	77.5	122	76.3
B	2 적합	0.150 L 이내	6	3.8	16	10.0
C	≥ 2 적합	0.200 L 이내	2	1.3	0	0
D	≥ 2 적합	0.250 L 이내	1	0.6	0	0
E	≥ 2 적합	> 0.250 L	1	0.6	2	1.3
	또는 1 적합	N/A	2	1.3	3	1.9
U	0 적합 AND ≥ 1 사용가능	N/A	16	10.0	9	5.6
F	0 적합 AND 0 사용가능	N/A	8	5.0	8	5.0

약어 정의: N/A = 해당 없음

재현성 등급은 기관지확장제 투여 전에 수행된 검사결과와 기관지확장제 투여 후 수행된 검사결과에 대해 각각 따로 결정함. 재현성 기준은 두 개의 가장 큰 FVC 값과 두 개의 가장 큰 FEV1 값 간의 차이에 적용됨. U 등급은 사용할 수 있지만 적합하지 않는 측정값만 얻었음을 나타냄. 일부 검사결과들은 A보다 낮은 등급 수준에서 허용되거나 사용할 수 있지만 작업자의 최우선 목표는 항상 각 환자에 대해 가능한 최고의 테스트 결과를 달성하는 것임

시사점

폐활량검사 적정 판단기준의 세분화

- 적정판단기준을 세분화하는 2019년 ATS/ERS 가이드의 적용이 필요한 이유는 적합성과 재현성 판단에 대한 인식의 변화가 필요하기 때문임
- 현재까지 폐활량검사는 모든 그래프가 적합성을 만족해야 하며, 적합성을 만족하는 그래프 간에 재현성을 판단한다는 것이 기본 원칙이었음. 또한 적합성과 재현성을 모두 만족하는 그래프에서 판정에 활용할 결과를 선택해야 했음. 그래서 현재까지 특수건강진단에서 폐활량검사는 적합성 기준을 모두 만족하는 그래프를 얻고 이들 그래프간 재현성 기준을 맞추어야하므로 검사횟수가 많아지는 경향을 보였음. 이에 검사 횟수가 많아지고 검사시간이 길어지면서 근로자와 검사자 모두 피로감이 상승할 수 있음. 이로 인하여 폐활량검사에 대한 불만 또는 거부감이 늘어난 상황임

- 이제 검사에 질은 유지하면서 수검자와 검사자 모두의 부담을 줄일 수 있는 방법이 필요하였음. 2019년 ATS/ERS 가이드에서는 FVC와 FEV1의 적합성을 구분하여 판단하고 적합성 기준을 만족하지는 못하더라도 “사용가능한” 그래프를 제시하였음. 이 새로운 기준을 적용하면 검사횟수를 줄일 수 있을 것으로 기대함
- 이러한 시뮬레이션 내용의 적용은 항목들을 세밀하게 살펴 기관의 혼란을 줄일 수 있는 방안을 모색해야 할 필요가 있음
- 특히 FVC ≥ FIVC는 ATS/ERS에서도 적합성을 위해 필요하지만 사용가능성에서는 필요하지 않은 항목으로 제시되었음. 또한 현재 사용되고 있는 모든 기기에서 FIVC 측정의 정확성을 담보하기 어려운 실정임. 이러한 점을 고려하여 FIVC 관련 항목은 즉시 적합성 기준에 넣기 보다는 추가 검토를 할 필요가 있음

03 연구활용방안

활용방안

- 본 연구 결과를 폐기능검사 결과 해석 및 판정에 적용할 수 있음
- 특수건강진단 폐활량검사 관련 지침 개발 및 교육 자료로 활용할 수 있음



연락처

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

04

돌봄 종사자의 안전보건실태 및 건강보호방안 마련

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 돌봄 종사자, 돌봄 서비스, 안전보건, 건강

Highlights

돌봄 종사자는 여성 고령자가 대다수로 열악한 근무조건(불안정한 고용, 언어폭력, 감염 등 노출)으로 노동조건 및 안전보건의 개선되어야 함. 특히 돌봄 현장 별로 적용될 수 있는 맞춤형 돌봄 서비스 유형에 따른 업무지침과 다양한 방식의 홍보로 돌봄 종사자의 사회적 인식 개선 필요함

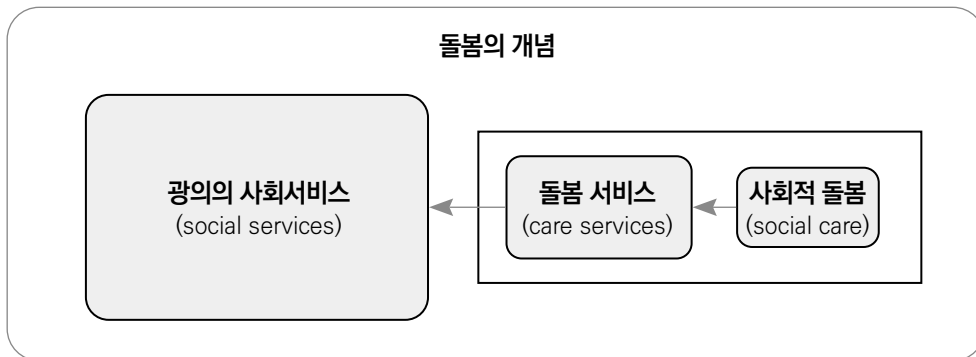
01 연구배경

- 돌봄 종사자는 사회복지 시설 종사자, 요양보호사, 아이돌보미, 보육교사, 가사근로자 등 사회가 요구하는 돌봄 서비스를 제공하는 종사자로 우리 사회의 구성원 대다수가 이들의 돌봄 노동을 기반으로 자신의 노동을 창출하고 있기 때문에 현재와 미래에 사회적 파급효과가 큰 종사자라고 볼 수 있음
- 코로나19 상황으로 인해 분류한 노동자의 개념인 필수업무 종사자로 분류되는 돌봄 종사자는 코로나19 상황뿐만 아니라 코로나19 종식 이후에도 초고령 노인, 신종 감염병 발생, 아동 돌봄에 대한 수요가 증가할 것으로 예측됨
- 돌봄 종사자는 대부분 여성, 고령층으로 근골격계질환, 뇌심혈관계 질환, 폭력, 감정 노동, 감염 등에 노출됨에 따라 돌봄 종사자의 안전 및 건강, 보전에 대한 실태파악이 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 돌봄의 범위와 돌봄서비스 제도의 정의와 유형 파악
 - 공식적 영역의 유급 종사자를 대상으로 돌봄, 돌봄서비스, 사회서비스, 사회복지서비스 등을 관례적, 일반적으로 혼용되어 사용하고 있어 구체적 범위를 한정하였음



- 돌봄 직종의 숙련 수준별 분류: 돌봄 전문직, 돌봄 서비스직, 돌봄 단순 노무직
- 돌봄 서비스 제공대상으로 재분류: 성인 돌봄(요양보호사, 간병인), 아동 돌봄(보육교사, 아이돌보미), 성인 및 아동 돌봄(가사도우미, 육아 및 간병 도우미)

돌봄 종사자의 서비스 대상기준(성인 및 아동)별 법령의 현황 분석

- 성인 돌봄: 「사회복지사업법」, 「사회서비스 이용 및 이용권 권리에 관한 법률」, 「노인장기요양보험법」, 「노인복지법」, 「장애인 활동지원에 관한 법률」
- 아동 돌봄: 「영유아보육법」, 「아이돌봄지원법」
- 그 외(기타): 「가사근로자의 고용개선 등에 관한 법률」

돌봄 종사자의 건강실태조사

- 시설과 재가를 구분하여 보육교사, 요양보호사, 아이돌보미 등 608명을 대상으로 일반적 특성, 근무 조건과 업무강도, 건강위험요인과 건강수준, 기타 요구사항 등 4가지 항목으로 설문조사 실시
 - 보육교사 109명, 시설 요양보호사 109명, 재가 요양보호사 114명, 아이돌보미 276명으로 총 607명의 돌봄 종사자가 설문에 참여하였고, 보육교사를 제외한 직종의 돌봄 종사자의 연령은 60세 이상(41.1%)이 가장 많았음. 50인 미만 사업장 소속이 대부분으로 재가 종사자인 요양보호사 및 아이돌보미의 경우 시간제 근로형식의 비율이 67.5~78.6%로 높았음. 고용 계약기간은 1년~2년 미만(41.3%), 6개월~1년 미만(38.1%), 기간 정하지 않음(17.5%) 순이었음. 최근 1년간 사고 및 질병을 경험한 경우가 21.5%로 코로나 19 감염(15.3%)이 가장 많아, 코로나19 감염 위험에 대한 우려를 감수하며 돌봄 노동을 제공한 것으로 나타났음. 또한 최근 1년간 언어적 폭력은 18.8%, 모욕적 행동은 12.9 %가 경험하였고, 직무스트레스는 직무자율 낮음 64.8%, 직무불안정 높음 51.2%, 조직체계 낮음 64.5%, 보상부적절 낮음 79.1%, 직장문화 낮음 71.2%로 조사되었음

돌봄 종사자의 직업성질환 재해

- 전문·보건·교육·여가 관련 서비스업 사업장의 요양재해자의 업무상 질병은 요통(46.4%), 감염성질환(12.7%), 정신질환(8.5%) 순으로 많았고, 사망재해자의 업무상 질병은 뇌심혈관질환(66.7%), 정신질환(24.1%) 순이었음

시사점

- 안전·보건적 관점으로 돌봄 직종에 대한 유형과 서비스 제공대상, 숙련 및 수준별 종사자를 재분류하여 돌봄 직종의 특성을 파악하였음
- 돌봄 종사자의 실태조사와 직업성질환 재해 분석을 통해 돌봄 종사자의 건강보호방안을 제시하였음

03 연구활용방안

제언

- 돌봄 서비스 제공대상에 따라 돌봄 종사자의 안전과 건강(보건실태)에 대한 관리 사각지대 해소 및 권리보장에 대한 지속적인 연구가 필요
- 지역별 상이한 필수노동자 조례 및 돌봄 종사자의 법령을 통해 돌봄 종사자의 건강보호 및 지원의 공백 등을 파악하여 구체적인 모니터링 매뉴얼을 제시하는 것이 필요
- 고용형태가 불안정한 시간제 및 플랫폼 형태의 근로자 대상으로 노동환경의 취약성 등을 파악하여 근로자성 판단기준과 건강진단 체계 마련이 필요

활용방안

- 돌봄 종사자의 처우 개선을 위한 법령 마련 및 매뉴얼 개발



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 직업건강연구실 박가영
가톨릭대학교 정혜선 교수(부분위탁 연구책임자)
- 연락처: 052-703-0857
- e-mail: kosha558@kosha.or.kr

05

플라스틱제조업과 중추신경계암

연구기간_ 2022년 2월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 플라스틱제조업, 중추신경계암, 표준화발생비, 발암요인

Highlights

1996~2000년에 플라스틱제조업에 입사한 집단에서 중추신경계암의 표준화발병비는 입사 후 약 5~11년의 경과된 2005~2007년 시점에 전체업종 대비 1.81~1.88배, 제조업 집단 대비 1.82~1.92배로 높았음. 다른 제조업 대비 플라스틱제조업에서 노출(수검)빈도가 높으면서 중추신경계암 오즈비가 높았던 대표적 물질은 연(무기분진 및 흙) (OR= 2.03; 95%신뢰구간1.06~3.87)이었음

01 연구배경

중추신경계암과 직업적 위험요인

- 중추신경계를 포함한 뇌종양의 조발생률은 2019년 암 등록통계 집계를 기준으로 십만 명당 3.9명(연령 표준화발생률: 2.9명)이며, 직업적·환경적 위험요인에는 전리방사선(수막종, 신경교종, 슈반세포종)을 제외하고 잘 밝혀지지 않았음
- 빅데이터를 활용한 코호트운영2(이경은 등, 2021)에서는 사업장기반 암 감시결과 암종별 고위험업종 가운데 중추신경계암의 경우 플라스틱제조업이 발병률이 높은 업종으로 보고되었음
- 잘 알려지지 않은 중추신경계암의 직업환경적 위험요인을 평가하기 위하여 사업장 기반 암 질환 감시자료와 특수건강진단자료를 활용하여 플라스틱제조업 종사자 집단에서의 중추신경계암 발병위험도를 산출하고 국내 플라스틱제조업 종사자 집단에서 중추신경계암 발병 관련 직업환경적 위험요인을 분석하였음

02 주요연구내용

연구결과

국내 플라스틱제조업에서의 중추신경계암 표준화발생률과 위험도

- 동기간 고용보험적용 전체집단의 인구구조에 맞추어 플라스틱제조업 종사자의 중추신경계암 표준화 발병률 및 발병위험도를 산출

- 1995년부터 2018년까지 사업장기반 암 감시자료에 포함된 플라스틱제조업 사업체수는 총 29,854개로 이 중 7,317개(24.5%) 사업장은 2000년과 그 이전에 고용보험에 적용된 사업장이었으며 2018년까지 추적된 4,798,388 인년 동안 93건의 중추신경계암이 발생
- 십만 인년 당 발생률은 20대 입사자는 0.39건, 30대 입사자는 0.69건, 40대 입사자는 0.76건, 50대 입사자는 3.42건으로 특히 50대 이상 입사자에서 발병률이 높았음
- 입사시기에 따라 10년째 되는 시점의 표준화발생률은 1996~2000년 입사자 집단에서 십만 인년 당 2.17명으로 가장 높았으며, 중추신경계암에 대한 표준화발병비가 2007년에 통계적으로 유의하게 높았음
- 1996~2000년 입사자 집단에서 2007년에 중추신경계암 표준화발병비는 전체업종 대비 1.88(95% 신뢰구간1.03~3.16), 제조업 대비 1.92(95% 신뢰구간 1.05~3.22)로 통계적으로 유의하게 높았고 이후 추적기간이 지날수록 대조집단과 유의한 차이는 없었음

제조업 대비 플라스틱제조업의 유해물질 취급 특성(2000~2002년)

- 2000~2002년 특수건강진단 자료에 포함된 제조업의 사업장 규모는 30,535개소로, 플라스틱제품 제조업으로 연계된 1,851개소 사업장과 비교 분석
- 플라스틱제조업에서 수검규모가 크면서 다른 제조업 대비 오즈비가 높았던 노출 인자에는 스티렌 (OR= 2.77; 95%신뢰구간 2.27~3.38), 노말헥산(OR= 2.12; 95%신뢰구간 1.78~2.52), 메틸이소부틸케톤(OR= 2.03; 95%신뢰구간 1.64~2.51), 아세톤(OR= 1.69; 95%신뢰구간 1.43~1.98), 이소프로필알콜(OR=1.30; 95%신뢰구간 1.10~1.52), 톨루엔(OR= 1.33; 95%신뢰구간 1.21~1.46), 연(무기분진 및 흙)(OR= 1.20; 95%신뢰구간 1.05~1.37), 크실렌(OR= 1.20; 95%신뢰구간 1.06~1.37)이 포함됨

플라스틱제조업 내 유해물질 취급 특성에 중추신경계 암 발병 위험(2000~2002년)

- 비노출(미수검) 사업장과 비교하여 노출(수검)사업장에서의 중추신경계암 발생 오즈비가 가장 큰 물질은 전리방사선(OR=7.30; 95% CI: 2.69~19.83)으로 선행연구와 일치하였음
- 다른 제조업 대비 수검비가 유의하게 컸던 대상물질 가운데 중추신경계암 발생 오즈비 또한 유의하게 큰 물질에는 연(무기분진 및 흙)(OR= 2.03; 95%신뢰구간1.06~3.87), 톨루엔 2,4-디아소시아네이트 (OR=3.46; 95%신뢰구간 1.32~9.06), N,N-디메틸포름아미드(OR=5.09; 95%신뢰구간 2.07~12.53), 디클로로메탄(OR=3.2; 95%신뢰구간 1.12~9.39)이 있었음

시사점

입사 및 추적시점에 따른 플라스틱제조업의 중추신경계암 발병위험도

- ▶ 플라스틱제조업 특정시기(1996~2000년)의 입사자 집단에서 약 5~11년의 경과된 2007년에 중추신경계암의 표준화발병비가 1.8~1.9로 유의하게 증가하였다가 최근시점으로 올수록 전체업종 및 제조업 집단과 발병비의 차이가 감소
- 석면이나 납(연), 벤젠 등과 같이 2000년 전후로 사용의 제한 또는 금지로 인해 플라스틱제조업에서 뇌종양발병의 위험도를 높이는 잠재적 위험요인에 대한 노출수준의 감소로 인한 영향에 대한 가능성
- 2년 이상 종사자 집단을 대상으로 구성된 사업장기반 감시자료의 특성 상 시간이 지남에 따라 분석집단과 대조집단 사이의 노출이 뒤섞여 버림에 따라 일정 기간 이후에는 해당 업종만의 노출에 대한 위험도가 희석되는 연구 설계상의 제한점 고려 필요

플라스틱제조업에서의 중추신경계암 발병 관련 잠재적 노출 위험요인

- ▶ 분석결과 다른 제조업 대비 플라스틱제조업에서 노출빈도가 높으면서 중추신경계암 오즈비가 높았던 대표적 물질은 연(무기분진 및 흙)(OR= 2.03; 95%신뢰구간1.06~3.87)이었음
- 플라스틱 제품제조업에서 납 화합물은 열가소성 소재인 폴리염화비닐(poly vinyl chloride; PVC)에 혼합하여 열에 안정하고 유연성을 높여주는 안정제로 2009년까지 사용되어 왔으며 다른 업종과 비교하여 사용형태가 분말형태이며 배합과정 등에서 비산되어 인체에 노출되는 위험성이 더 클 수 있음
- 국제암연구소 모노그래프에서 검토한 이후로 새롭게 수행된 역학 연구에서 일부 암 부위(위암, 폐암, 신장암, 뇌종양 등)의 경우 발병위험도와 납의 연관성에 대한 증거의 강도가 증가하고 있어 납 노출에 대한 생체 모니터링을 실시하는 국가의 근로자에 대한 통합 분석의 가용성 및 결과에 따라 중간 우선순위의 재평가를 권장한 바 있음(IARC, 2014)
- ▶ 연(무기분진 및 흙)이외에 톨루엔 2,4-디이소시아네이트, N,N-디메틸포름아미드, 디클로로메탄을 수검한 플라스틱제조업 사업장에서 중추신경계암 발병에 대한 오즈비가 높게 분석되었으나, 적은 규모의 발생으로 신뢰구간이 넓어 해석에 주의가 필요
- ▶ 특수건강검진 수검규모에 따른 분석결과로 다른 제조업 대비 노출규모가 작으나 노출강도가 높아 위험도가 증가했을 경우(방사선, 포름알데히드), 특수건강진단 대상물질이 아닌 경우 등에 대한 노출 특성이 반영되지 못했다는 한계점이 있음

03 연구활용방안

제언

발암물질 건강영향에 대한 역학적 근거 수집방안으로써 사업장기반 질환 감시자료의 활용

- ▶ 생태학적 연구라는 점에서 개인의 특성(흡연, 가족력, 질환력 등)이 반영되지 못한다는 한계가 있으나 근로자의 개인정보 유출 위험을 줄이고, 고용보험대상 전수규모의 질환 집계 결과를 활용하여 사업장 단위의 특성을 분석할 수 있다는 장점이 있음
- ▶ 사업장 기반 감시자료에 포함된 대상자의 종사기간 조건은 2년 이상이기 때문에 우리나라 근로자의 평균 근속기간(약 4년, 통계청)을 고려할 때 추적이 길어질수록 업종 특이적 노출에 대한 설명력이 감소한다는 한계점이 있음
- ▶ 플라스틱제조업에서의 중추신경계암 관련 잠재적 위험요인에 대하여 노출강도 및 개인적 특성을 반영한 추가적인 연구가 수행될 필요가 있음



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 직업건강연구실 이경은
- 연락처: 032-5100-753
- e-mail: kyeong85@kosha.or.kr

06

이황화탄소의 생물학적 노출평가 표준시료 개발

연구기간_ 2022년 01월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 생물학적 노출평가, 이황화탄소, TTCA(2-thiothiazolidine-4-carboxylic acid)

Highlights

이황화탄소에 노출되는 분석 실험실 실무자의 노출평가를 위한 분석 방법과 생물학적 노출지표를 포함한 표준시료를 개발하여 이황화탄소 노출 평가를 위한 자료를 제공하였음

01 연구배경

생물학적 노출평가 분석 능력 확인을 위한 표준 시료 개발

- 산업안전보건연구원은 1995년부터 특수건강진단기관 분석정도관리를 실시하여 특수건강진단기관의 생물학적 노출평가 분석 능력을 평가하였으며, 2021년에는 무기 분석 8 항목, 유기 분석 13 항목의 표준시료를 분석정도관리 항목으로 운영하였음. 이 연구는 이황화탄소의 생물학적 노출지표인 소변 중 TTCA(2-thiothiazolidine-4-carboxylic acid) 표준 시료를 조제하고, 표준시료로 활용하기 위한 신뢰도를 조사하여 이를 분석정도관리에 활용하기 위한 목적으로 수행하였음

02 주요연구내용

연구결과

표준시료 조제와 분석

- 소변 중 TTCA의 생물학적 노출기준을 포함한 저, 중, 고농도의 3개 표준시료를 만들고, 30% 메탄올 0.2% 초산 수용액 이동상과 C18 컬럼을 사용하여 액체크로마토그래프-자외부검출기로 소변 중 TTCA를 분석하였음

표준시료 신뢰도 조사

- 소변 중 TTCA 시료 10개를 2회 반복 분석하여, 시료 중 첨가한 TTCA가 균질함을 확인하였음. 조제한 표준시료를 상온, 냉장, 냉동, 초저온 냉동 온도 조건에서 1개월까지 보관한 후 시료 중 TTCA의 안정성을 조사한 결과, 저농도 시료는 냉장 보관 1주일까지 안정하였고, 모든 시료는 냉동 보관 시 30일까지 안정함을 확인하였음

시사점

- 이황화탄소에 노출되는 작업환경측정기관 분석 업무 종사자와 실험실 종사자의 생물학적 노출평가를 위한 분석 방법과 생물학적 노출지표 표준시료를 개발하여 이황화탄소 노출 평가를 위한 실용적 자료를 제공하였음

03 연구활용방안

활용방안

특수건강진단 분석정도관리 항목 운영

- 특수건강진단기관 정도관리 항목에 소변 중 TTCA를 추가하여 분석정도관리 사업에 연구 결과를 활용함
- 이황화탄소에 노출되는 근로자의 생물학적 노출 평가에 활용함



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 직업건강연구실 이미영
- 연락처: 052-703-0855
- e-mail: cookmom@kosha.or.kr

07

뇌심혈관질환 발생 고위험 직종 실태조사 - 건물경비원과 건물청소원 중심으로 -

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 뇌심혈관질환, 건물경비원, 건물청소원, 고위험

Highlights

뇌심혈관질환 발생 고위험 직종 실태조사표를 개발하여 대학교, 종합병원과 백화점에 종사하는 건물경비원과 건물청소원의 실태조사를 시행하였음. 뇌심혈관질환 발생 예방을 위해 공동안전보건관리자의 지정, 근로자건강 센터의 활용, AI 및 IoT를 활용한 개인건강관리 제도 개선과 건강진단 대상 주기의 확대, 근로자 안전보건교육 개선과 감정노동 및 직장폭력 예방을 위한 법률 개선방안을 제안하였음

01 연구배경

- 2020년 4월 경사노위 ‘일하는 사람의 안전과 건강을 위한 노사정’ 합의사항에서 과로사 및 장시간 노동으로 인한 건강장해 예방방안 마련을 위해 ‘과로사 방지 노사정 실태조사 TF’를 구성하여 운영하고 건강장해 개선방안을 마련하도록 함에 따라, 2020년과 2021년에 장시간 노동에 노출된 일부 근로자인 택배기사, 온라인배송기사 및 대리운전기사, 그리고 아파트경비원에 관한 연구가 시행되었음
- 2022년에는 연속적으로 뇌심혈관질환으로 인한 재해 발생이 높은 업종인 건물관리업에 종사하는 건물 경비원과 건물청소원의 뇌심혈관질환 예방방안 마련을 위한 실태조사의 필요성이 제기되었고, 이들의 고용, 근로 및 건강 관련 실태를 파악하여 질환 예방방안을 제시함으로써 정책적 대안 마련 시 참고자료로 활용하기 위한 목적으로 본 연구를 수행하였음

02 주요연구내용

연구결과

- 뇌심혈관질환 발생 고위험 직종 실태조사표

- 문헌고찰과 건물관리업 파견사업주, 파견사업관리책임자 및 실무자를 대상으로 심층 면담을 시행한 후, 4개 영역인 근로자의 개인 특성, 고용 및 근로 특성, 건강, 질병 및 사고 특성, 스트레스와 직업만족도 조사 항목이 포함된 실태조사표를 개발하였음
- 근로자의 개인 특성: 인구사회학적 특성
- 고용 및 근로 특성: 근무처 특성, 고용 및 근무형태, 휴게(수면과 식사)
- 건강, 질병 및 사고 특성: 건강상태, 건강행태, 수면행태 및 일상생활 스트레스, 질병과 투약, 업무 관련 건강문제, 사고 특성, 근골격계증상 조사(건물청소원)
- 스트레스와 직업만족도: 감정노동, 직장폭력, 직무스트레스, 직무만족

건물경비원과 건물청소원 실태조사

- 2022년 7월 2주간 대학교, 종합병원과 백화점에 종사하고 있는 경비원과 청소원을 대상으로 온라인과 오프라인 설문조사를 병행하여 실태조사를 시행한 후, 956명(경비원 329명, 청소원 627명)의 자료를 분석하여 대상자의 특성과 문제점을 파악하였음. 또한 건강 관련 실태조사 결과를 토대로 KOSHA Guide H-200-2018을 참고로 하여 건물경비원과 건물청소원의 뇌심혈관질환 발병위험도를 산출하였음

뇌심혈관질환 발생 예방방안 제시

- “건물관리업 종사자의 뇌심혈관질환 발생 예방”을 주제로 전문가 포럼을 실시하였으며, 뇌심혈관질환 발생 예방을 위한 정책 방안으로 제도 및 법률 개선방안을 제시하였음

시사점

건물경비원 실태조사 결과에 따른 시사점

- 대학경비원 근무형태가 24시간 교대제와 12시간 주야간 교대제가 많고 주 60시간 이상 근무자가 절반 정도로 장시간 노동을 하므로 근로형태 변형에 대한 정책이 필요함. 또한 대부분이 고령의 남자로 고혈압과 당뇨, 고지혈증 유병률이 높고 건강행태가 양호하지 않으므로 근로자건강관리를 위한 제도 개선과 적절한 수면 및 휴게장소 확보에 대한 감시체계가 필요함. 종합병원경비원과 백화점경비원의 경우 평균연령이 30대로 근무형태는 주로 3조 2교대로 12시간 근무가 많고 근무기간이 짧은 특성이 있으며 만성질환 유병률은 낮으나 높은 흡연율과 고위험음주율 및 운동부족, 낮은 건강진단 수검률 등 건강행태가 불량하고 주관적 건강인지가 나쁘므로 근로자건강관리를 위한 제도 개선과 건강진단 대상 주기 확대 등 법률 개선이 필요함

- ◆ 대학, 병원 및 백화점경비원 모두 단순노무 종사자이지만 고객에게 서비스를 제공하는 직종에 속함. 이들 근로자의 감정노동 보호체계는 위험수준이고 직장 내 정신적, 성적 폭력과 신체적 폭행이 위험수준이고 고객의 정신적, 성적 폭력 및 직장/고객의 신체적 폭행이 위험수준이므로 감정노동과 직장폭력을 예방하기 위한 법률 개선이 필요함

◆ 건물청소원 실태조사 결과에 따른 시사점

- ◆ 대학, 종합병원 및 백화점청소원은 모두 여자의 비율이 높고 평균연령이 60세 이상의 고령자가 대부분임. 근속기간은 평균 3년이고 근무형태는 80% 이상이 8시간 주간고정 근무이다. 고혈압, 당뇨와 이상지질혈증 이환율은 높으나 치료율이 낮음. 불면자 비율이 높고 음주와 흡연율은 낮으나 낮은 신체활동 실천율, 낮은 건강진단 수검률 등 건강행태가 불량하다. 직업 관련성 건강문제로는 근골격계증상 및 눈의 피로 호소율이 높으나 질병치료 진료율은 매우 낮음. 따라서 고령의 건물청소원에 대한 안전보건관리 제도 개선을 통해 체계적인 건강관리가 제공되어야 할 것임
- ◆ 건물청소원의 감정노동보호체계가 위험수준이며 직장폭력 중 고객과 직장 내 정신적 성적 폭력 및 신체적 폭행 요인이 위험수준이므로 감정노동과 직장폭력을 예방하기 위한 법률 개선이 필요함

- ◆ 본 연구에서 제시한 뇌심혈관질환 발생 예방방안은 건물경비원과 건물청소원의 뇌심혈관질환 발생 예방을 포함하여 건강관리를 위한 법과 제도 개선을 위한 자료로 활용할 수 있을 것임

03 연구활용방안

💡 정책방안

◆ 정책 개선방안

- ◆ 재해 예방을 위한 사용사업주의 공동안전보건관리자 지정
- ◆ 근로자건강센터 활용
- ◆ 인공지능과 사물인터넷을 활용한 개인건강관리

💡 활용방안

- ◆ 개발한 실태조사표는 뇌심혈관질환 발생 고위험 집단의 실태를 파악하는 표준도구로 활용함으로써 직종간 차이를 쉽게 비교·분석할 수 있을 것임
- ◆ 실태조사표를 이용한 실태조사 결과는 건물경비원과 건물청소원의 고용 및 노동환경 개선을 위한 기초자료뿐 아니라 근로자 안전보건교육 내용 구성 및 근로자 건강증진 프로그램 기획의 기초자료로 활용할 수 있을 것임



연락처

- 연구책임자: 한국안전경제교육연구원 백희정 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업건강연구실 이화연
- 연락처: 052-703-0866
- e-mail: hylee2@kosha.or.kr

08

국가보험 시스템을 활용한 뇌심혈관질환 발병위험 상관관계 분석

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 뇌심혈관질환, 뇌심혈관질환 발병 위험, 업무상질병 인정요인, 뇌심혈관질환 예방

Highlights

업무상질병 최근 5년간 신청자 자료를 분석한 결과 개인적 요인은 배제하였고, 업무시간이 인정 여부에 영향을 미치는 가장 결정적인 요인이었고 업무와 관련된 가중 요인이 인정 여부 또한 유의하게 영향을 주었음. 고령화 패널조사 자료를 이용한 뇌심혈관질환 발병위험 분석 결과 장시간 근로, 휴식 부족, 근골격계 통증, 주관적 건강상태, 직무스트레스, 업종, 직종에 따른 뇌심혈관질환 위험 증가가 있었음

01 연구배경

- ❖ 뇌심혈관질환은 뇌혈관이나 심장혈관에 이상이 생겨 발생하는 질환으로 고령화로 인한 발생률 증가로 인해 질병부담이 가장 높은 질환
- ❖ 현재 「산업재해보상보험법」에서 업무와 관련되어 급격한 작업환경의 변화 또는 단기 및 만성적 과로에 의한 뇌심혈관질환을 업무상질병으로 인정하고 있지만, 이를 뒷받침하는 국내 뇌심혈관질환 자료를 분석한 역학연구는 거의 이루어지지 않음
- ❖ 따라서 국내 자료를 이용하여 뇌심혈관질환의 업무상질병 인정 요인과 발병 요인을 개인적 요인과 직업적 요인으로 심층 분석할 필요가 있음

02 주요연구내용

연구결과

문헌고찰

- ❖ 역학연구 문헌 조사(2018년 ~ 2022년)

- ❖ 잘 알려져 있는 위험 요인 외에도 직무 스트레스, 소음, 방사선, 중금속, 실리카 노출 등 다양한 인자에 의한 뇌심혈관계 질환 위험의 증가를 보였음

산재보험 업무상질병 신청자 자료 분석

- ❖ 최근 5년간(2017년~2021년) 뇌심혈관질환으로 분류된 심의 사건의 원시자료를 제공받아 분석이 가능한 형태로 가공
- ❖ 최종적으로 분석에 포함된 뇌심혈관질환 업무상 질병 신청자 10,105명에 대한 자료를 대상으로 개인적 뇌심혈관질환 발병 요인과 직업적 발병 요인에 대한 빈도 등의 기술통계와 인정여부에 따른 상관성을 분석
- ❖ 개인적 요인 중에서 남성에서 뇌심혈관 질환 인정비율이 유의하게 높았으나, 그 외 흡연, 음주, 고혈압 및 당뇨병 등의 과거력은 뇌심혈관질환 업무상질병 인정 여부에 영향을 미치지 않음
- ❖ 직업적 요인의 경우 뇌심혈관질환의 인정여부에 영향을 주는 결정적 요인은 업무시간
 - 업무시간 외에 '근무일정 예측이 어려운 업무'를 제외하면 대부분의 가중요인들이 뇌심혈관질환 인정에 영향을 주었음
 - 업무상질병 당연인정 기준인 근로시간이 주 60시간 이상에 해당하지 않은 신청자들로 한정하여 개인적 요인을 보정하여 분석하였을 때, '일상업무시간보다 30% 이상 증가한 경우'와 '일상업무량보다 30% 이상 증가한 경우'가 업무상질병 인정에 가장 큰 영향을 미치는 요인이었음

뇌심혈관질환 발병요인 상관분석

- ❖ 업무상질병 신청자 자료의 경우, 뇌심혈관질환이 진단된 사람들에 대한 자료만 있기 때문에 발생률을 계산할 수 없어 발병요인에 대한 위험도 분석을 수행할 수 없었음
- ❖ 대안으로 고령화패널자료(KLOSA)를 이용하여 질병이 없는 45세 이상 근로자 총 2,256명 중 연구에 적합한 2,190명을 대상으로 뇌심혈관질환 사망과 발생에 미치는 영향을 분석
- ❖ 장시간 근로, 휴식 부족, 근골격계 통증, 주관적 건강상태, 직무스트레스(일-능력 적합), 업종, 직종에 따른 뇌심혈관 위험도 분석
 - 근무시간이 주 40시간을 초과하는 경우 뇌심혈관질환 위험이 40%, 52시간을 초과하는 경우 55%, 60시간을 초과하는 경우 64%가 증가
 - 정기적 휴식이 부족한 경우는 69% 위험률이 증가

- 직무스트레스가 높은 경우 위험률이 3배 증가
- 신체적 업무 부담의 대리 지표로 근골격계 통증 여부를 이용하였고, 근골격계 통증이 있는 경우 뇌심혈관질환 위험이 50% 증가
- 업종 및 직종별로는 뇌심혈관질환 위험이 농림어업인에서 2배, 기능직에서 1.92배, 장치/기계/조립 종사자에서 1.93배, 단순 노무자에서 1.84배 증가하여 노동 강도가 높은 직종에서 뇌심혈관 질환 발생이 높았음을 확인

예방방안 전문가 조사

- 직업환경의학 전문의 20명을 패널로 선정하여 뇌심혈관질환 주요 발병 위험요인 중 관리가 필요한 중요도와 예방방안에 대한 전문가 조사를 수행하였음
- 장시간 근로, 야간근무 등 근무 일정과 관련한 조직관리가 뇌심혈관질환 발병 위험요인 관리에서 가장 중요한 요인으로 나타남
- 현재의 제도 아래에서 수행할 수 있는 사업장 내에서의 예방 관리방안으로는 보건관리를 담당하는 사람 및 조직의 인식 및 관리역량 강화가 가장 중요한 것으로 응답함
- 뇌심혈관계 질환 관리를 위해 필요한 사회·제도적 개선안으로는 이미 법제화되어 있는 조직 관리적 인자에 대한 사업장 관리 강화를 강조함

시사점

- 최신 연구 논문을 고찰한 결과 소음, 방사선, 중금속, 실리카 노출 등 다양한 인자들이 뇌심혈관질환 위험을 높이는 것으로 확인함
- 뇌심혈관질환의 업무상질병 인정에 대한 개인적 요인과 직업적 요인을 확인할 수 있었음
 - 개인적 요인은 업무상질병 인정에 거의 고려되고 있지 않으며, 근무시간이 결정적인 영향이었음
 - 가중요인 중에서는 '일상 업무량과 업무시간보다 30% 이상 증가'와 같은 근무시간과 관련된 요인들이 큰 영향이었음
- 고령화패널자료를 이용한 분석에서 근무시간 외에도 휴식 부족, 노동 강도, 직무스트레스, 직종에 대한 위험도를 파악할 수 있었음

03 연구활용방안

제언

뇌심혈관질환 예방을 위한 제언

- 뇌심혈관질환 인정 여부에서는 주 평균 근로시간과 발병 직전 업무량과 업무시간의 증가가 주로 영향을 미치는 것으로 나타났으나, 근로시간 외 다양한 직업적 요인들이 뇌심혈관질환 발병에 영향을 미치는 것이 확인됨
- 사업장 내 보건관리를 담당하는 사람 및 조직이 뇌심혈관질환에 대한 위험요인에 대한 인식 및 관리 역량이 강화가 먼저 선행되어야 함

뇌심혈관질환 발병위험 상관분석을 위한 향후 연구 제언

- 고령화패널자료를 분석하고 뇌심혈관질환 발병에 영향을 미치는 요인들을 분석하였으나, 근로자들의 노출 환경에 대한 정보가 없는 한계로 인해 현실성 있는 결과를 도출하기는 어려웠음
- 특수/일반건강검진, 작업환경측정 자료, 건강보험공단 자료를 통합하여 코호트 자료를 구축할 필요가 있음

정책방안

문헌고찰 결과에 대한 정책방안

- 최신 연구 논문을 고찰한 결과 소음, 방사선, 중금속, 실리카 노출 등 다양한 인자들이 뇌심혈관질환 위험을 높이는 것으로 확인됨
- 뇌심혈관질환의 업무상질병 심의 과정에서 다양한 화학적, 물리적 위험인자에 대한 노출이 고려되어야 함

산재보험 업무상질병 신청자 자료 분석 결과에 대한 정책방안

- 뇌심혈관질환 업무상질병 인정과 관련된 가중인자들 중 '근무일정 예측이 어려운 업무', '휴일이 부족한 업무(12주 평균 휴일 3일 이하)', '시차변화'와 같은 요인은 유의하지 않아, 뇌심혈관질환 인정 여부에 반영할 수 있는 정량적 평가 방법을 모색할 필요가 있음

✚ 뇌심혈관질환 발병요인 상관분석 결과에 대한 정책방안

- 업무상 뇌심혈관질환 예방을 위해 근무시간 외에도 노동 강도, 직무스트레스, 위험 직종 관리에 대한 정책적 관심이 필요함

💡 활용방안

- ✚ 업무상질환 신청자의 상병 검증과 가공화 과정을 통한 데이터베이스를 구축하였고 이는 향후 연구에서도 지속적으로 활용 가능함
- ✚ 향후 현실성 있는 결과를 도출하기 위한 산업보건 통합데이터 구축을 위한 토대를 마련하는데 활용할 수 있을 것으로 기대함



연락처

- 연구책임자: 고려대학교 곽경민 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업건강연구실 원용림
- 연락처: 052-703-0857
- e-mail: herhand@kosha.or.kr

09

근골격계질환 예방을 위한 업종별 개선사례 연구

연구기간_ 2022년 04월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 근골격계 부담작업, 개선대책, 개선사례, 인간공학

Highlights

근골격계부담작업 유해요인조사 제도가 시행된 후 근골격계 부담작업에 대한 이해와 관심은 매우 높아졌으나 주로 근골격계질환 승인 여부 등에 집중되어 있어 부담작업에 대한 개선 노력은 부족하였음. 본 연구는 근골격계 부담작업 우수 개선사례집을 제작해 산업 현장에 배포하여 기업들의 유해요인조사 시 개선계획 수립과 실천에 활용하고자 함

01 연구배경

- ✚ 1996년 산업재해 통계보고서에 근골격계 질환자는 506명으로 집계되었음. 그러다 2000년대 초 사회적 이슈와 함께 2003년 4,532명으로 급격히 증가하였음. 이후 2007년 7,723명으로 정점을 찍었던 근골격계 질환자는 근골격계 부담작업 유해요인조사의 실시에 따라 일정 부분 감소했음. 그러나 최근 들어 다시 급격히 증가해 2020년 9,601명을 기록하였음
- ✚ 이러한 근골격계질환은 2020년 업무상 질병의 63%를 차지할 정도로 문제가 되고 있음. 근골격계 부담작업 보유 사업장은 3년마다 유해요인조사를 시행하고 개선대책을 수립하고 있으나, 그 대책이 실효성이 없는 경우가 많음
- ✚ 대부분 대책이 올바른 자세에 대한 교육, 예방체조 실시 등 관리적 개선대책이 대부분이며 실제 기술적 개선 대책 수립과 이행은 매우 미진함. 기술적 대책 수립과 이행이 미진한 이유는 기술적 대책 적용의 어려움과 예산 부족 등의 문제도 있지만, 실제 개선 방법에 대한 아이디어가 부족한 경우도 많음. 근골격계 부담작업에 대한 기술적 개선대책 등에 대한 아이디어를 유사 작업 등에서 얻을 수 있다면, 사업장에서는 이를 활용한 개선이 활발히 이루어질 수 있을 것임

02 주요연구내용

연구결과

- ✚ **근골격계질환 다발 업종과 직무에 대한 표적을 설정함. 이러한 다발 업종과 직무와 관련해 근골격계 부담작업 개선을 위한 해외 기술 동향과 국내 사업장의 개선사례를 수집함. 이러한 사례들에 대한 효과 등을 평가하여 현장에 배포할 우수 개선사례를 선정함**

- **문헌조사**

- 근골격계질환 다발 업종과 직무에 대한 유해요인을 파악한 자료와 이러한 유해요인을 완화하기 위해 실시한 개선사례 등에 대한 선행연구를 고찰함. 이를 위해 국내·외 연구자료 및 기술 동향에 대한 자료를 검토하였음

- **근골격계 발생 현황 분석**

- 근로복지공단의 재해조사서를 기준으로 직종별 발생 현황을, 안전보건공단 산업재해현황보고서를 기준으로 업종별 발생 현황을 분석하였음. 분석대상 연도는 최근 3년인 2018~2020년으로 하였음. 업종별·직종별 교차표에 대해서는 연간 전체 데이터가 아닌 임의 표집된 재해조사서 237건에 대해서 분석을 수행하였음

- **해외 개선사례 조사**

- 최신 기술을 중심으로 영국, 미국, 독일, 일본 등 선진국의 근골격계질환 예방을 위한 기술개발과 적용 사례를 조사하였음. 이 가운데 국내에도 적용이 되고 있는 외골격 로봇에 대한 적용 사례를 자세히 정리하였음

- **우수 개선사례**

- 표적 업종과 직종에 대한 근골격계 부담작업 개선사례 및 각종 개선 우수사례 발표대회 수상 사례를 수집·분석하였음. 창의성, 구체성, 적용가능성, 파급성 등 4개 항목에 대한 전문가들의 평가를 거쳐 순위를 부여하여, 최종적으로 우수 개선사례로 선정하였음

03 연구활용방안

활용방안

- ✚ **기대효과**

- 본 연구영역을 통해 근골격계 부담작업에 종사하는 근로자의 안전을 확보하기 위한 우수 개선사례집을 제작 및 배포하여 사업장에서의 개선 대책 수립 시 참조와 개선 실천으로 근골격계질환 예방 효과를 높일 수 있을 것임

- ✚ **활용방안**

- 우수 개선사례를 매뉴얼로 제작해 해당 업종과 직무에 배포할 수 있을 것임. 또한, 근골격계 부담작업 유해요인조사 관련 교육자료나 정부의 클린사업 등에서 사업선정 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 판단됨



연락처

- 연구책임자: **한경대학교 박재희 교수**
- 연구상대역: **산업안전보건연구원 직업건강연구실 박영중**
- 연락처: **052-703-0863**
- e-mail: **qwerty16@kosha.or.kr**

10

산업보건환경 변화에 따른 대응방안 연구
(정책포럼)

연구기간_ 2022년 08월 ~ 2022년 11월
핵심단어_ 산업보건 현안, 정책 추진방향, 포럼

Highlights

산업 구조, 기술의 변화, 고령화, 고용형태 다양화, 기후변화 등 새로운 위험 요인에 대응하여, 근로능력 유지를 위한 선제적·포괄적인 건강권 보호를 위한 산업보건 이슈를 진단하고 개선방안을 모색하였으며, 질병재해 예방을 위한 장기적 연구 주제를 제시하였음

01 연구배경

고용노동환경 변화와 안전보건 사각지대의 근로자 증가로 근로자 보호를 위한 산업보건 정책 개선이 필요함

- 산업 구조, 기술의 변화, 고령화, 고용형태 다양화, 기후변화 등 새로운 위험요인 등장에 대응하기 위하여 사업주가 보호해야 할 근로자의 범위 확대 및 국가적 차원의 산업안전보건 거버넌스 구축을 통한 시스템적 접근이 요구됨

02 주요연구내용

연구결과

업무상 질병 통계

- 근로자 건강진단과 작업환경측정 등 상당량의 통계가 생성되고 있으나, 근로자 건강보호를 위한 기능적 활용이 부족하며, 이를 해결하기 위한 산업보건 빅데이터 시스템 구축 및 운영이 필요함

직업성 암 예방

- 직업성 암에 대한 인식의 변화가 나타나, 고전적인 발암물질 뿐 아니라 야간작업, 직무스트레스, 작업 조건 등에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있으며, 관리 대상은 직업성 암 관리, 예방, 치료 뿐 아니라, 암에 걸린 근로자의 건강관리, 작업복귀로 확대되고 있음

- 직업성 암 예방관리를 위한 핵심 영역 시스템 구축이 필요하며, 이는 발암물질 독성 연구, 원인물질 관리제도, 작업환경관리, 역학연구 등 집단에 대한 관리와 화학물질 알 권리 및 정보제공, 조기발견, 보상, 재활복귀 등 근로자 개인에 대한 관리 영역 시스템을 포함함

일하는 사람의 정신건강 관리

- 국내 직업성 정신질환 발생 현황과 정신질환 산재 보상 실태, 선진국의 사회심리적 위험관리 규정 (ISO45003)과 직업 관련 정신건강관리 사례 및 제도를 검토하였음
- 소규모사업장 대상 돌봄노동자, IT 노동자 등의 정신건강관리와 직업트라우마센터 운영 사례, 정보 통신기술을 활용한 중규모 사업장의 정신건강관리 모델, 대기업의 정신건강 단계적 관리 모델과 자살 위기관리, 업무복귀지원 등 특화 프로그램을 조사하였음

취약계층별 지원 인프라 강화

- 국내, 영국, 유럽연합의 취약 계층 근로자에 대한 건강관리 사례를 조사하였음
- 산업보건 취약계층의 지원 인프라 구성의 기반이 되는 국가 차원의 위험성 평가를 위해 산업보건의 취약성을 구성하는 다양한 측면을 범주화하고, 개별 요인들의 수준과 중첩, 대상 집단의 크기와 범위를 파악하고 예측해야 함
- 취약성의 극복은 고용노동부의 권한과 정책만으로 성취하기 어려우며 정부 부처, 지자체와의 거버넌스를 구성하고 공공 자원과 역량의 공유와 배분이 필요함

급성 중독

- 직업적 급성 중독은 전체적인 규모 파악이 어려우며, 작업환경측정과 같은 법적, 정기적 산업보건활동 으로는 예방이 어렵고, 최근에는 외국인 근로자와 같이 취약계층에게서 발생하는 경향이 있으며, 공정의 개선이 오히려 문제를 일으키는 경우도 있음
- 급성 중독 사건을 사전에 예방하기 위하여 공정에 도입된 화학물질의 유해성을 확인하고, 유해성이 큰 물질에 근로자가 노출되지 않도록 하며, 고노출 위험과 작업장소를 목록화하고 관리해야 함

산업보건 지표 개발

- 산업보건의 중점 지표인 위험요인 노출 지표, 산업보건 관리 지표, 산업보건 민간서비스 기관 활동 지표, 질병관련 지표 개발이 필요함을 제시하였으며, 정책과정 지표는 국가 차원에서 계기판 역할을 하는 결과 지표와 산업보건 제도와 정책이 제대로 수행되는지 확인하는 과정 지표로 분리하여 평가할 것을 제안하였음

- ▶ 산업보건 지표 발전을 위해서는 직업병/작업관련성 질병 통계의 강화, 모든 업무상 질병의 조기 진단을 위한 특수건강검진 개편이 필요하며, 새로운 질병분류 통계(International Classification of Diseases 11th)에 근거하여 개정 중인 한국질병분류코드 9(KCD9)에서 직업병/작업관련성 질병이 가능해야 함. 또한, 다양한 일반 건강통계를 활용한 직업병/작업관련성 질병 분석을 위해서는 직업에 대한 조사와 분류의 체계화가 이루어져야 함

산업보건분야 종사자(전문가) 현황 및 육성

- ▶ 특수건강진단기관이나 보건관리전문기관에 근무하는 의사나 간호사 등의 산업보건 전문 인력에 대한 상세한 자료가 있어야 수요 조사가 가능하나, 현재의 전문 인력 현황에 대한 정보가 부족함
- ▶ 산업보건분야 전문가의 육성을 위한 양적 안정성과 질적 향상 방안이 마련되어야 하며, 교육기관과 학회 역할 강화가 필요함

산업보건관리체계

- ▶ 산업보건 관리 개선에는 업무적합/업무복귀 관리, 생산/공정에 산업보건 참여, 측정·검진·보건관리 통합시스템이 필요함
- ▶ 전국 차원 산업보건관리체계 개선에는 핵심 지표 관리, 유해물질 통합관리체계 확립, 통계정책 연구 기관 확충, 보건소 단위 산업보건 지역지원센터 건립과 근로자건강센터를 활용한 교육/지도/감독, 중앙/지방 작업장 중재위원회 설립, 소규모 사업장과 취약 사업장 위험도에 근거한 중재와 산업보건 포괄을 확대가 필요함. 2040까지의 목표는 산업보건포괄율을 현재의 10~30% 수준에서 선진국 수준인 80%까지 올리는 것이며, 이 목표를 달성하기 위해서는 국가 재정지원 확충이 필요함

시사점

- ▶ 산업보건분야에 종사하는 다양한 전문가가 참여하여 산업보건 주요 정책 현안을 파악하고 주요 쟁점을 정리하고 개선방안을 도출한 포럼을 개최하여, 향후 산업보건 정책 추진과 연구 수행의 근거를 제공하였음

- ▶ 포럼 발표와 토론을 통해 산업보건 전문가들의 정책 수립 및 연구를 위한 협업의 기회를 마련하였음

03 연구활용방안

정책방안

국가적 산업보건체계 보완

- ▶ 유해물질 노출 근로자 관리 강화를 위한 유해물질 통합관리체계 확립과 유해물질 취급 사업장 우선관리 체계 마련을 제안하였음
- ▶ 사업장 산업보건 서비스에 측정·검진·보건관리 통합시스템을 도입하고, 산업보건의 중재 권한과 검진 후 개인중재(디지털헬스 등) 강화를 제안하였음

급성 중독 위험 사업장들에 대한 관리시스템 구축

- ▶ 급성 중독 위험 사업장들에 대한 긴급개입 시스템 구축이 필요
- ▶ 사업장 환경 또는 사용 물질의 변화가 발생했을 때 실시하는 위험성 평가 단계의 규격화와 보급이 필요
- ▶ 물질안전보건자료 정보의 정확성을 담보할 수 있는 벌칙조항이나 제도 마련이 필요

직업성암 예방 관리체계 구축

- ▶ 발암물질 사용, 노출, 배출 실태, 화학물질 전 주기 관리 시스템 마련이 필요
- ▶ 직업성암 감시체계 작동과 정책 환류체계 마련이 필요
- ▶ 직업성암 예방, 독성, 노출 추정, JEM 구축, 특정 위험 집단 노출과 암 발생 역학연구, 암 등록 자료의 직업력 표기 의무화. 빅데이터를 이용한 직업성 암 감시체계 구축이 필요

산업보건 지표 개발

- ▶ 산업보건 체계의 각 구성요소에 기초하여 체계를 갖춘 다양한 산업보건 지표의 개발이 필요하며, 다양한 정보를 수집할 수 있는 데이터베이스 플랫폼과 정보의 통합적 분석과 해석을 위한 컨트롤타워가 마련되어야 함

산업보건 정신건강관리체계 구축

- ▶ 위험성 평가 제도 내에 사회심리적 위험요인(직무스트레스)를 포함시킬 것을 제안하였음
- ▶ 근로자 건강센터의 정신건강 인력 확대 및 타기관 협력, 커버리지 확대를 제안하였음
- ▶ 고위험 상황의 근로자를 대상으로 한 정신건강 서비스 제공, 정신질환 병가 후 효과적인 직장 복귀 시스템 개발이 필요

❖ 직업성질환 예방을 위한 취약계층별 지원 인프라 강화

- ▶ 산업보건 상 취약성을 범주화하고 그에 따른 대상 집단의 규모와 실태 파악을 제안하였음
- ▶ 제도적 배제로 인한 취약성 극복을 위해서 산업안전보건법제와 정책의 포괄성 확장이 필요
- ▶ 일상적 정책 거버넌스 조직을 구성하고, 정부, 지자체, 민간기관, 중간 지원 조직 등에 편재된 물적, 인적 자원에 대한 효율적 연계와 재분배를 위해 각종 법률과 조례 및 기타 운영방식을 정비할 것을 제안하였음

❖ 산업보건분야 종사자(전문가) 육성방안 마련

- ▶ 학부, 전공의 육성 등 산업보건분야 종사자의 양성주기 및 체계 전반에 따른 육성방안 모색 필요
- ▶ 질적으로는 실무 전 신규종사자 및 기존 종사자 보수교육 강화, 측정기관과 특수건강진단기관의 종사자 교육 신설, 공공교육기관의 역할 강화, 민간위탁 교육 기관의 실습형 교육 강화, 강사진의 질관리가 필요
- ▶ 인력통계가 정책 수립에 필요하므로, 노동부 차원에서 단기적, 산발적이 아닌 산업보건전문가 현황 통계의 주기적 수집과 분석, 정보 공개가 필요

❖ 업무상질환 통계관련 개선 또는 정책 방안

- ▶ K2B 등 기존 데이터의 상호 호환가능 표준화, 특수건강검진 및 작업환경측정자료 빅데이터 구축 시범 사업, 직접병합(개인 식별값, 사업장 식별값) 가능 시범 연구 및 제도 개선, 통계 원자료 연계 분석을 위한 위원회 구성을 제안



연락처

- 연구책임자: 가톨릭대학교 의과대학 구정완 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업건강연구실 이미영
- 연락처: 052-703-0855
- e-mail: cookmom@kosha.or.kr

11

유통업체별 입점업체 종사자 감정노동 보호방안 연구

연구기간_ 2022년 04월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 유통업체, 입점업체, 감정노동, 보호방안, 보호가이드

Highlights

감정노동자 종사자 보호방안으로는 기업체의 감정노동 보호 매뉴얼에 대한 교육, 정부부처의 지속적인 관심, 법률적인 행정조치가 제고되어야 한다. 또한 유통업체별 입점업체 종사자를 위해 마련한 감정노동자 보호 가이드를 활용하는 담당자 및 입점업체 관리자의 노력이 필요함

01 연구배경

- ❖ 우리나라에서는 「산업안전보건법」 제41조에서 감정노동자를 자신의 원래 감정 대신 직무상 요구되는 감정을 표현해야 하는 근로자로 규정하고 있으며, 우리나라의 전체 감정노동 종사자는 전국적으로 1,330만 명으로 추산되고, 이는 전체 취업자의 약 43%에 해당함. 국가인권위원회는 2017년 5월 감정노동 종사자들의 인권을 보호하기 위해 감정노동으로 인한 질병을 산업재해에 포함시킬 것과 이 같은 질병에 대한 사용자의 보건 조치를 의무화할 것을 권고하였음
- ❖ 우리나라 유통업체는 입점계약이나 임대차 계약 등을 통해 특정 사업체를 자신의 공간에 입점시키는 방식으로 운영되고 있으며, 해당 유통업체 내에서 감정노동에 종사한다하더라도 유통업체에 직접 고용되는 것보다 유통업체 내 입점업체와의 계약을 통해 해당 사업장에서 근무하는 경우가 많은 것이 특징
- ❖ 현행 「산업안전보건법」은 직접 고용관계에 있는 사업주나 도급인에게 안전보건 조치 의무를 부과하고 있는데, 백화점 등 유통업체 내 입점업체 종사자에 대한 감정노동 피해가 발생하였을 때 그에 대한 보호조치를 이행하거나, 또는 사전에 감정노동 피해가 발생하지 않도록 예방조치를 취하는 책임 소재가 불분명하거나 계약관계에 따라 사업체마다 다른 기준과 방식으로 적용되는 경우가 많아, 유통업체 내 입점업체 종사자들의 감정보호 예방이나 보호조치가 소외되고 있음

- 따라서 유통업체는 물론, 유통업체 내 입점업체, 입점업체에 고용된 근로자에 대한 감정노동 예방 및 보호 상태를 파악하고, 각종 보호조치나 노력이 실질적으로 작동하고 있는지를 파악하여, 유통업체 내 입점업체 종사자들의 감정노동 피해예방과 사후보호조치를 위한 가이드를 마련할 필요가 있음

02 주요연구내용

연구결과

- 유통업체와 입점·납품업체는 서로의 매출 향상을 위해 앞으로도 상당한 수준의 협력과 상생의 방법을 모색하는 것이 불가피함. 「산업안전보건법」을 보다 실효적으로 강화하고, 유통업 관련 법령에서도 감정노동 종사자에 대한 보호규정을 포함하도록 개정해야 함
- 입점업체 종사자 본인들이 생각하는 감정노동 발생의 원인으로 가장 빈번히 등장하는 것은 민원 발생에 대한 두려움과 양질의 서비스 제공에 대한 의무감으로 요약됨. 또한 업무를 수행하는 과정에서 폭언 등 피해상황이 발생하였을 때, 업무를 중단하기 어려운 가장 큰 이유는 업무중단 권리를 행사할 분위기의 문제가 아니라 업무 환경의 문제로 나타났음. 업체가 종사자의 권리를 보장하지 않는다거나 종사자 스스로가 권리 행사하는 것을 모르는 것이 아니라, 현실적으로 본인의 자리를 혹은 업무를 대체할 수 없는 업무 환경에 많은 종사자들이 노출되어 있다는 것을 확인할 수 있었음
- 감정노동자 보호를 위한 유통업체와 입점업체의 종사자들은 모두에게 다양한 역할을 기대함. 유통업체 관련 종사자들은 고객과 종사자 모두를 인격적으로 존중하는 인식으로의 전환을 기대함. 입점업체의 역할에 대한 종사자의 생각은 입점업체가 종사자들의 감정노동 보호를 위해 보다 적극적으로 개입해 줄 것을 요구함. 이러한 실질적인 조치들은 업무 환경 개선을 위한 인원 확충으로부터 감정노동과 관련된 구체적인 수당이나 휴가 등으로 나타났음
- 감정노동자 보호를 위한 추가적인 개선방안으로 많은 종사자들은 교육의 강화, 인력 충원과 시설 개선, 효과적인 홍보 조치 제고, 그리고 보다 새로운 직원/동료 의식의 제고를 요구했음. 이 중에서 가장 많이 언급된 것은 교육이며, 교육에는 스스로에 대한 자기 학습뿐만 아니라 보다 구체적인 매뉴얼 그리고 시민 교육으로서 감정노동 교육 등이 포함됨

시사점

- 감정노동자 보호제도가 시행된 후, 종사자들이 체감하는 가장 큰 변화는 고객의 인식 증가로 인한 폭언, 폭행 등의 행위가 감소하였다는 점임. 또한, 사회적 인식의 개선과 감정노동자 보호제도에 대한 이해 역시 제고되었다고 할 수 있음. 다양한 사회적 인식 개선의 효과로 감정노동자에 대한 인식의 많은 부분이 개선되었지만, 업체의 직접적이고 적극적인 노력에 대한 체감도는 여전히 미흡한 것으로 나타났음
- 종사자들이 제안하는 대표적인 법/제도적 개선방안은 상담 프로그램의 상시화와 감정노동 재발 방지를 위한 엄격한 대처의 필요성으로 압축됨. 많은 종사자들은 감정노동 상담 프로그램의 상시화가 감정노동 피해를 겪는 종사자들의 회복과 향후 피해 예방에 큰 도움을 줄 수 있을 것이라 생각함. 사회적 인식이 높아짐에 따라 종사자에 대한 감정노동이 제고되고 있지만, 여전히 감정노동 피해에 대응하는 실천적 기조는 소극적임. 많은 종사자들은 감정노동 피해 상황에서 확실하고 엄정한 대처가 이루어져 향후 감정노동 피해를 억제하는 본보기가 될 수 있기를 기대함

03 연구활용방안

정책방안

- 「유통산업발전법」 또는 공정거래위원회에서 감정노동자 보호조항을 표준도급계약서에 명시
 - 유통업체가 입점업체와 맺는 도급 계약에서 감정노동자 보호를 위한 제도를 도입하는 것도 좋은 방법임. 입점업체 노사가 작성한 감정노동자 보호매뉴얼이 유통매장에서 적용된다고 해서 유통업체가 입점업체에게 불이익을 주지 않는다는 내용의 조항이 계약조건에 삽입되는 것을 고려하여야 함
- 대형 유통매장에 대한 주기적인 근로감독 실시
 - 많은 사업장에서 ‘고객응대 근로자 보호를 위한 매뉴얼’이 존재하고는 있지만 노동자들은 제대로 그 내용을 알고 있지 못하며 실제 현장에서 보호막으로 작동하고 있지 않은 것으로 나타남. 대형유통매장에 대한 근로감독이 시행된 경우에도 주로 임금관련, 고용관련 사항이 주로 감독의 대상이 되었을 뿐 감정노동자 보호조치에 대한 감독은 거의 이루어지고 있지 않은 실정. 특히 대형유통매장을 근로감독할 경우 유통업체에 고용된 노동자뿐만 아니라 입점업체 노동자들에 대해서도 감독이 이루어져야 함

고용노동부, 산업통상자원부 등 정부부처와 대형유통매장에서의 공동캠페인 필요

- 정부를 중심으로 진행하는 캠페인은 소비자에게 큰 울림이 있을 것임. 일정 기간 동안 기획적인 캠페인이 진행된다면 유통산업 발전은 물론 감정노동자 보호도 함께 이룰 수 있을 것임

입점업체 노동자 보호 가이드 제작, 배포

- 입점업체의 보호 가능성에 있어 원격 보호의 어려움, 유통업체에 대한 강한 요구의 한계 등에서 발생하고 있음. 그렇다고 해서 입점업체에 책임이 없는 것은 아님. 1차적 보호책임 주체는 고용관계에 있는 입점업체 사업주임. 따라서 행정당국은 입점업체에 노동자 보호 가이드를 배포하고 관리할 수 있도록 지지, 지원할 필요가 있음

심리상담 및 힐링 프로그램의 운영

- 감정노동자 보호 매뉴얼에는 심리상담을 지원하는 구조가 갖춰져 있어야 하며 매뉴얼 교육 시에도 이 내용이 포함되어 있어야 함. 뿐만 아니라 노동자 스스로 스트레스를 평상 시 관리할 수 있는 내용도 매뉴얼 교육 시 진행되어야 함. 한편 여기에서 그치지 않고 일상적인 관리도 필요함. 웬만한 대기업에서는 운영되고 있는 연중 힐링 프로그램 등이 이들 노동자에게도 지원될 필요가 있음. 반드시 고객 폭력을 경험해야만 작동하는 것이 아니라 주기적으로, 필요하다고 느낄 때 상시적으로 이용할 수 있는 심리지원 프로그램이 작동될 필요가 있음. EAP(근로자 지원 프로그램)은 중소 사업장 노동자들을 위해 정부 차원에서 운영하고 있기도 한데 가능하다면 기업이 직접 제공하는 것이 바람직함



연락처

- 연구책임자: 케이스탯 공공사회정책연구소 장안식 소장
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업건강연구실 박영중
- 연락처: 052-703-0863
- e-mail: qwerty16@kosha.or.kr

12

건강관리카드제도 정비 및 이용 활성화 방안 연구

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 건강관리카드제도, 발암인자, 퇴직자, 건강관리

Highlights

직업성 암 등 직업병 질병 발생 우려가 있는 업무의 종사자를 대상으로 직업병 조기발견 및 지속적인 건강관리를 위해 건강관리카드제도를 운영하고 있으나 발급요건이 제한적이고, 활용성이 낮아 제도를 재정비하고, 제도를 보다 활성화 할 수 있는 방안을 마련하고자 함

01 연구배경

- 직업성 암 등 직업성 질병 발생 우려가 있는 업무의 종사자를 대상으로 직업병 조기발견 및 지속적인 건강관리를 위해 건강관리카드 제도를 운영하고 있으나, 그 활용성이 낮아 이에 대한 정비가 필요
- 이에 건강관리카드 발급 기준 등에 대해 좀 더 명확한 기준을 제시함으로써 제도를 정비하고 이용을 활성화 할 수 있는 방안을 마련하여 직업성 암을 조기발견하고 관리하는데 기여하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

건강관리카드의 법적규정 검토 및 건강관리카드 제도 현황

- 건강관리카드 발급대상 유해인자는 「산업안전보건법 시행규칙」 [별표 25]에서 15개의 항목을 제시하고 있으나, 「산업안전보건법」 제137조(건강관리카드)에서는 건강장해가 발생할 우려가 있는 업무에 종사하였거나 종사하고 있는 사람 중 법으로 정하는 요건을 갖춘 근로자의 직업병 조기발견 및 지속적 건강관리를 목적으로 특수건강진단에 준하는 건강진단을 받도록 하고 있어 건강관리카드 제도를 명확하게 규정해야 함

- 건강관리카드 대상 유해인자와 발급기준, 작업환경측정 대상 유해인자의 측정기준, 특수건강진단 실시기준 등 각 기준을 비교한 결과 현 건강관리카드 제도는 타 산업보건제도와 연동이 어려운 실정임
- 현재 시행되고 있는 건강관리카드의 발급대상은 석면 등 발암물질을 포함한 15가지로 발급요건도 매우 제한적이고, 최근 새로운 직업성 암 인정사례들이 보고되고 있으므로 건강관리카드 발급대상 유해요인의 적합성 확인 및 재검토가 필요함
- 또한 현행 제도상 발급대상자 본인이 직접 발급신청을 하거나, 재직 중 사업주에게 의뢰를 하여 발급신청을 해야 함. 현재 상당수의 노동자들이 건강관리카드 제도를 잘 모르며, 발급 대상자임에도 안내를 받지 못해 실제 이용으로 이어지지 못하는 경우가 발생하고 있음

문헌고찰 및 선행연구 검토

- 15개 유해인자 중 벤조트리클로라이드(Group 2A)를 제외한 그 외 유해인자는 국제 암연구소에서 1군 발암물질로 분류하고 있음. 벤젠은 노출 중단 시(1-4년 경과를 위험 1.0으로 볼 때) 5-9년(0.89), 10-14년(0.61), 15년 이상(0.11, 일반인구집단과 동일)로 경과기간이 길어질수록 비교위험도가 낮아지고, 최근 노출일수록 백혈병 발생과 관계가 있는 것으로 보고하고 있으므로 현 건강관리카드 제도에서 조건으로 규정하고 있는 6년이라는 기간을 재검토할 필요가 있을 것으로 판단됨

국외 유사제도 검토

- 일본의 건강관리카드 제도는 우리나라의 제도와 거의 유사함. 다만 일본의 경우 일본 국내에서 문제가 되었던 유해인자들을 추가하고 있었음. 독일은 특정 유해요인에 대해 노출된 근로자에 대해 후속 건강검진을 받도록 하고 있으며, 호주에서는 17종의 유해화학물질에 대해 건강모니터링 제도를 시행하고 있지만, 노출된 사람을 기준이 아닌 증상이 있거나 질병이 있는 근로자에 대해 모니터링 하고 있음
- **해외의 폐암검진** 미국에서는 대규모 비교임상연구(National Lung Screening Trial, NLST)를 근거로 2015년부터 30갑년 이상의 흡연력을 가진 고위험군을 대상으로 저선량 흉부 전산화 단층촬영(low dose chest CT, LDCT)을 권고하였으며, 최근 2021년 3월에는 50-80세 20갑년 흡연력을 현재 가지거나 15년 이내 금연한 고위험군을 대상으로 매년 LDCT검사하도록 대상자를 확대하여 권고하였음

국내 유사제도 검토

- **진폐 건강관리수첩** 분진작업에 종사한 근로자가 대상으로 유해인자가 비교적 명확하며, 발급절차는 진폐보상부가 소속된 기관장이 처리하도록 하고 있고, 절차상에서도 건강진단결과를 업무상 질병부로 송부하면, 진폐 심사위원회로 연결이 되며, 진폐증으로 인정이 되는 경우에는 소속기관에서 진폐

근로자에게 판정결과 및 보상절차를 안내하고 있어 추후 조치가 명확하게 이루어지고 있다는 장점이 있음

- **국가 폐암검진** 2017-2018년 시범사업을 거쳐 2019년부터 시작되었으며, 30갑년 이상 흡연력을 가진 54-74세의 사람들에게 대해 2년마다 저선량 흉부 전산화 단층촬영(low dose chest CT, LDCT) 검진을 시행하고 있음

국내 자료 분석

- 국내 직업성 암은 2012년에 182명이 승인되었던 것이 2021년에는 401명, 2022년 상반기에 241명이 승인되어 매우 증가하고 있는 상황임. 국내에서 2013년부터 직업성 암으로 승인된 건수는 1,539건으로 이중 폐암이 1,245건으로 전체 직업성 암의 80.9%를 차지하였음
- 15개 유해인자 중에서 2013년-2021년의 9년 동안 작업환경 측정을 통해 측정되었던 인자는 10종이었으며, 베타나프틸아민, 벤지딘, 베릴륨, 비스-(클로로메틸)에테르의 4종은 측정결과에서 확인되지 않았음. 최근 9년간 건강관리카드 대상유해인자의 초과사업장은 871개 사업장, 초과공정은 1,731개 공정이었으며, 매년 150-250개 정도의 공정에서 초과되었고, 2021을 제외하면 매년 1,500명에서 2,000여명의 근로자가 초과공정에서 업무를 수행하고 있었음
- 15종 유해인자에 대하여 매년 특수건강진단이 실시되었으며, 2013년부터 2020년까지 총 717,100명의 근로자가 수검하였으며, 매년 증가하는 추세를 보였음

03 연구활용방안

개선방안

- **현 제도의 틀에서 유해인자 노출 근로자에 대한 제도적인 접근성을 높이기 위해서는 작업환경측정결과를 기준으로 초과노출 근로자, 초과 노출된 종사하는 근로자 등 대상자를 선정하여 근로자에게 안내문 및 문자발송 등 행정적인 안내를 할 필요가 있음**
- **건강관리카드 건강진단의 질적인 개선을 위해서는 특수건강진단 항목의 1, 2차 항목을 통합하여 실시하거나, 1차 항목을 기본으로 하고 2차 검사항목 중 암 검진을 위해 필요한 항목을 추가 선정하여 수행하는 방안이 있음. 또한, 15개 유해인자 중 10개 인자는 특수건강진단 2차항목에서 흉부 전산화 단층촬영 검사항목을 포함하고 있어, 저선량 흉부 전산화 단층촬영(low dose chest CT, LDCT)를 이용한 폐암검진으로 활용할 수 있다고 판단됨**

- 향후에는 「산업안전보건법」 개정을 통해 15개 발암물질에 대한 직업성 암 건강진단 제도인지, 발암물질 노출자에 대한 이직자/퇴직자 건강관리 제도인지에 대해 방향을 명확히 하고 목적에 맞는 제도의 기준과 내용을 설정하여야 함
- 발암물질을 제조하거나 취급하는 자가 아닌 노출을 기준으로 대상자가 선정될 수 있도록 하여야 하며, 15개 유해인자 외에 현재 사용하고 있는 발암인자 및 새롭게 발견되는 발암인자에 대해서도 확대 적용할 수 있도록 개선하는 것이 필요함
- 또한 작업환경측정제도가 특수건강진단제도와 연동이 되도록 개선하고, 현장에서의 전문가들이 고위험군·고노출군으로 판단하는 경우에도 건강관리카드를 발급받을 수 있도록 할 필요가 있음. 건강관리카드를 발급받은 근로자에 대해 지속적으로 추적관리하고 질병이 발견된 경우에 산업재해요양보상이 연결될 수 있도록 하여야 함



연락처

- 연구책임자: 동국대학교 양선희 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업건강연구실 김보애
- 연락처: 052-703-0864
- e-mail: kboae0307@kosha.or.kr

13

직업성 질병 모니터링 체계
사업 운영 현황 분석

연구기간_ 2022년 5월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 직업성 질병 모니터링 체계, 직업병 안심센터

Highlights

직업성 질병 모니터링 체계사업의 성과지표는 직업병 안심센터의 사업 구조(인력, 업무환경·안전보건관리·개인정보보호 등), 사업 과정(수립한 계획 또는 지침), 사업 산출물(직업병 사례 발굴, 전문적 자문 건수, 사업장에 대한 조사·분석·개선), 사업 결과(감시체계의 역할 충실도 등 다양한 협업 체계) 등 총 4개 영역으로 평가 지표를 개발하였음

01 연구배경

- 직업성 질병 통계는 포괄성, 정확성, 적시성 측면에서 취약
 - 국내 직업병 발생 규모를 정확히 파악하기 어렵고, 직업성 질병 예방 활용에 한계
- 직업성 질병 모니터링을 위해 노동부는 2022년 직업병 안심센터 운영 위탁사업을 발주
 - 직업병 안심센터의 운영 현황을 관리하고 운영 과정 중 문제점 및 개선 사항, 법적·제도적 보완사항 등을 도출하여 운영의 안정화 및 질 향상이 필요
 - 직업병 안심센터의 운영 상황을 검토하고 현 단계의 문제점 및 보완사항을 통해 성과 지표를 도출하여 향후 직업병 안심센터가 지속적으로 실효성 있게 운영되는 기틀을 마련

02 주요연구내용



연구결과

- 국내외 국가단위 조사/보건사업 체계 검토
 - 국내 국가단위 조사사업

- 다단계의 질 관리 체계를 통해 자료의 신뢰도와 정확도를 높이는 것이 중요하며, 직업성 손상, 급성 중독은 특히 기존의 산업보건 체계에서 먼저 인지되기 어려운 특징이 있음. 임상과에서 직업성 질병이 의심되는 경우, 체계적 관리 시스템으로 조기에 발견하고 효과적으로 중재하는 것이 필요함. 암 등록 사업은 기존에 마련된 법적 근거에 따라 개인에게 동의를 받는 절차 없이 다양한 관련 기관의 협조를 통해 정보를 취득하고 있음

● **국외** 직업병 신고 체계와 손상 및 중독 관련 감시체계

- 직업병 신고 및 절차 개시 단계에는 여러 국가에서 많은 임상과 의사들이 포함되어있고, 일부 국가는 의사의 신고를 의무사항으로 두고 있음. 2020년 WHO에서 '중독센터 설립 가이드라인' 보고서를 발간하여 구체적인 중독센터 운영 방안을 제시하였음. 유럽은 국제노동기구(ILO)에서 제안한 '근무 중 손상'에 기초하여 3일을 초과하는 근무 결손을 유발하는 손상에 대하여 European Statistics on Accident at Work 통계를 구축하여 비치명적인 손상 및 직업 중독/손상의 역학적 특징을 보고하고 있으며, 미국은 치명적 손상과 비치명적인 손상을 구분하여 감시를 수행하고 있음

✚ **2022년 직업병 안심센터 현황 분석**

● 조직 및 인력구성

- 직업병 안심센터의 센터 당 총 인원은 7-17명(평균 11.3명), 직업환경의학 전문의는 센터 당 2-5명, 전공의는 평균 3.3명, 간호사는 센터 당 1-2명, 산업위생기사는 평균 2.4명, 신규 채용 인력은 센터 당 평균 2.7명으로 고용형태 문제에 대한 대비가 필요

- 호흡기내과, 응급의학과, 피부과가 공통 구성되어 있고, 모든 직업병 안심센터에서 임상과 협진 의뢰가 가능하고, 외부 협력병원의 개수는 지역별 상황에 따라 7-12개로 구성되었음. 모든 직업병 안심센터는 지역 내 근로자건강센터와 협약을 맺었거나 협약이 진행 중인 것으로 확인되었음

● 사례보고 절차

- 사례보고 단계는 고용노동부 DB 센터로 취합되는 경로와 병원 기반 및 각 임상과와 직업환경의학과를 통해 사례가 접수되고 있으며, 구체적인 보고 방식은 각 센터의 상황에 따라 다른 것으로 확인됨

✚ **평가지표 개발**

● 사업 구조, 사업 과정, 사업 산출물, 사업 결과 총 4개 영역으로 평가 지표를 구성

- 사업 구조는 인력, 업무환경·안전보건관리·개인정보보호 등을 평가하고, 사업 과정은 수립한 계획 또는 지침에 따라 운영되는지 검토하고, 사업 산출물은 질적인 부분을 고려하여 직업병 사례 발굴, 전문적

자문 건수, 사업장에 대한 조사 분석·개선으로 평가하고 사업의 결과는 다양한 협업 체계를 통해 감시 체계의 역할을 적절하게 수행하였는지를 평가함

🔍 **시사점**

✚ **충분한 정보 수집을 위한 법적 근거 마련**

● 사회적 문제로 부각되는 직업성 질병 정보는 개인정보 동의 여부와 관계없이 정보 수집 및 개입 방식이 필요

03 연구활용방안

💡 **제언**

✚ **직업병 안심센터의 역할 강화**

● 산업재해 승인 체계 연계를 강화하여 현장 조사 시 안심센터의 역할 권한 마련이 필요

💡 **정책방안**

✚ **직업성 질병 모니터링 체계의 중앙행정조직 필요**

● 직업병 안심센터 사례 원자료 수집 및 데이터베이스화, 수집 사례 질 관리 및 평가, 전국 수집 사례 검토 및 분석을 통한 정책 우선순위 파악, 직업병 안심센터 장단기 계획 수립 및 평가, 직업병 안심센터 간 교류 활성화, 직업병 안심센터 직원 표준 교육 프로그램 운영, 직업병 안심센터 운영 및 성과지표 개발 및 지원, 직업병 안심센터 중앙 홍보, 국내 및 국제 협력 사업 등을 수행하는 것이 필요함

✚ **직업병 안심센터 직원의 고용 안정화 필요**

● 직업병 안심센터 전담 직원의 장기적인 고용을 통해 업무의 효율성 및 효과성 확보

💡 **활용방안**

✚ **평가지표 개발을 통해 향후 직업병 안심센터 운영의 개선방안 및 발전방향에 활용**



연락처

- 연구책임자: 이화여자대학교 정최경희 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업건강연구실 박가영
- 연락처: 052-703-0857
- e-mail: kosha558@kosha.or.kr

14

감염병 예방 확산방지 관련
사업주 조치 사항에 관한 연구

연구기간_ 2022년 5월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 감염병, 예방, 사업주, 조치

Highlights

국외의 「산업안전보건법」에 대해 개정은 미국과 독일이었으며, 미국의 경우 가이드로 제시하였고, 독일은 사업주 및 근로자의 동시 의무 부과로 사회적 반발이 있어 중지되었음. 본 연구는 「산업안전보건법」, 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」, 중대재해처벌 등을 검토하고, 사업주 의무사항으로 교육, 의료인 보건관리자에게 신종감염병 관리, 보호구 지급 등을 고려할 것을 제안하였음

01 연구배경

- 2020년 3월 구로 콜센터에서 COVID-19 집단감염 발생을 시작으로, 물류센터 쿠팡, 의료기관, 3밀 사업장, 외국인이 많은 사업장 등 사업장에서 집단 감염 사례가 다수 발생하였음. 이 중 일부는 보건 의료 및 집단 수용시설 종사자가 업무수행과정에서 COVID-19 감염자와 접촉으로 감염되는 경우로 인정되어 업무상 질병으로 판정되었음
- 현재 「산업안전보건법」의 감염병 관련 범위는 병원체 노출될 위험이 있는 사업장에만 적용하도록 되어 있음. 본 연구는 사업장에서 근로자의 감염병 예방을 위하여 사업주의 의무를 부여하는 것에 대한 필요성을 검토하고 해외 사례·제도 조사를 통해 합리적 방안을 모색하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

국외 산업안전보건관련 법령

- 미국 COVID-19 대응에 고용주가 직원의 건강 및 안전 지원 분야에서 의료인은 보호장비 지급, 일반 근로자에 대해서는 법과 정책 변화와 직원의 권리와 검사에 대해 공지가 필요하다고 하였음.

OSHA(Occupational Safety and Health Administration)는 의료기관의 의료인을 COVID-19로부터 보호하기 위하여 영구적인 기준이 필요한 분위기가 만들어지고 있음. 각 주의 활동을 보면, 캘리포니아는 법으로 규정하여 실행하고 있으며, 미네소타에서는 행정명령을 발표하고 소규모 기업에 대한 보호와 안정, 백신 우선 접종 근로자는 지역사회 대상자를 계층별로 나누었으며 그 중 농업 노동자 등 필수 일선 근로자로 선정하여 접종하였음. 일리노이는 다른 지역보다 강력하게 집행하고 있는데, COVID-19로 인해 11번의 재난선포를 하고, 2022년 1월부터 사회적 거리두기를 하였으며 6피트 거리를 유지하지 못하면 마스크를 실내와 실외에서 모두 착용하여야 함. 다른 주에 비해 강력한 정책 실시 및 벌금부과도 지속적으로 하고 있음

- 독일 COVID-19에 대해 「산업안전보건법」을 개정하여 강력하게 사업주 의무 부과를 하였으며, 사업주가 그에 따른 조치를 시행하였음에도 불구하고, 근로자가 이를 시행하지 않은 경우 근로자에게도 벌금을 부과하였음. 사업주가 의무를 시행하지 않은 경우 근로자는 이에 대해 항의할 수 있으며, 근로자가 시행하지 않은 경우 경고 및 해고로 이에 대응할 수 있음. 즉, 사업주와 근로자에게 동시 제재를 하였으며, 이에 대한 사회적 반발이 있었어, 현재 이 법령은 시행 종료되었음
- 일본 후생노동성 국장 명령으로 산업안전보건위원회의 개최는 비대면으로 할 수 있도록 하고 3밀 환경(밀접, 밀집, 밀폐)을 피하는 등에 대한 조치를 할 수 있도록 하였음. 또한 건강진단에 대하여 면제하지는 않고, 연기를 하도록 하였고 부득이한 경우에는 건강진단 실시기관과 협의하여 가능한 조기에 건강진단을 할 수 있도록 하였음. 건설공사에서도 필요한 사업의 경우에는 최소한의 사업을 유지하게 하는 대책을 마련하였으며 하청계약에서도 COVID-19 예방대책 가이드라인에 명기하고 계약을 하도록 하고 있음. 공사장 등에서의 감염 예방 대책에서 국토교통성에 의한 법령에 의해 시공 중인 공사 현장 등에서 알코올 소독액 설치나 불특정한 자가 만지는 곳의 정기적인 소독, 현장에서 마스크 착용, 손 씻기, 양치질 등 감염 예방 대응을 철저히 하고 발주자를 통해 전체 작업 종사자 등의 건강관리에 유의하도록 하고 있었음
- 프랑스 COVID-19에 대한 사업주 의무사항은 「산업안전보건법」이 아닌 일반법에서 이를 규정하고 있으며, Sante et securite au travail에서 사업주 행동지침과 지원을 하고 있음. 따라서 사업주 벌금 부과는 일반 조례에 의해 부과되고 있음
- 덴마크 COVID-19 팬더믹으로 인한 사업주 의무부과는 임금, 검사에 대해 다른 법에서 부과하고 있으며, 「산업안전보건법」에 의한 사업주 의무부과는 없는 것으로 확인되었음

- ◆ **호주** 기존의 「산업안전보건법」에 의하여 COVID-19 기간 동안 사업주가 의무를 시행하지 않은 경우 벌금을 부과하였음. 해당 행위는 근로자 교육에 대한 위반이었으며, 업종은 요양원임
- ◆ **핀란드** 「산업안전보건법」을 수정한 내용은 발견되지 않으며, COVID-19 감염을 직업병으로 인정하는지 여부에 대해 불분명하다고 하였음. 또한, COVID-19 감염 발생에 대해 긴급 작업 지시를 정당화하는 것도 근거가 불충분하다고 하였음. 사업장에서 COVID-19 감염 지침 모니터링은 지역별 감독관에게 권한을 부여하고 있음
- ◆ **국내 고용노동부 사업장 지침과 KOSHA Guide 검토**
 - ◆ 고용노동부에서 제시한 사업장 대응지침은 2020년 1월부터 2022년에는 14판까지 제시되었고, 방역지침 변경에 따른 대응 방안과 안전보건교육, 건강진단, 보건관리전문기관 등에 대해 제시되었음
 - ◆ 국내 KOSHA Guide에서는 감염병 종류관련 지침으로 사업장 공기매개 감염병 확산, 인플루엔자 유행 시 직장 내 관리지침, 사업장 내 결핵발생 시 보건관리지침이 있음
- ◆ **COVID-19 관련 사업주 의무사항 법령 검토**
 - ◆ 「산업안전보건법」, 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」, 중대재해처벌 등을 검토하고, 사업주 의무 사항으로 교육, 의료인 보건관리자에게 신종 감염병 관리, 보호구 지급 등을 고려하였음. 이 중 사업주가 모든 근로자에게 교육을 하는 것에 대해 비용은 90,449,536,000원이며, 편익은 21,827,452,890원으로 비용이 더 많이 소요되었음
- ◆ **사업장 공기매개 신종감염병 예방지침**
 - ◆ 사업장 공기매개 신종감염병 유행단계와 완화단계의 KOSHA Guide(2안)을 작성하였음

시사점

- ◆ **사업주 조치사항**
 - ◆ 비용편익 결과를 통해 별도의 근로자 교육보다 정부가 일상생활 속에서 대중매체, 포스터 등으로 교육을 할 때 근로자 파트의 교육을 진행하는 것이 효율적인 것으로 확인되었음

03 연구활용방안

제언

◆ 감염병의 예방 및 관리에 관한 법률로의 제언

- ◆ 국내에서는 필요 시 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」에서 다루는 것이 좋으며, 질병관리청과 교육청이 협력하듯이 질병관리청과 고용노동부와 협력체계를 갖추는 것이 필요

◆ KOSHA Guide로의 제언

- ◆ 메르스, 결핵, 인플루엔자 등의 내용을 포함한 통합적 감염병 예방을 위한 KOSHA Guide 마련이 필요

제언

◆ 신종감염병 팬데믹 상황 속에서 활용

- ◆ 근로자의 감염병 예방을 위한 중·장기적 정책 방안 고려 시 활용



연락처

- 연구책임자: **울지대학교 최은희 교수**
- 연구상대역: **산업안전보건연구원 직업건강연구실 이화연**
- 연락처: **052-703-0866**
- e-mail: **hylee2@kosha.or.kr**

15

보건관리전문기관 업무매뉴얼 마련 및
보건관리자 업무매뉴얼 최신화

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 보건관리자, 보건관리전문기관, 업무가이드

Highlights

사업장 보건관리 서비스 내용과 수준을 표준화하기 위해 보건관리전문기관 업무 가이드를 개발하고, 보건관리자 업무가이드와 건설업보건관리자 업무 가이드를 최신화 하였음. 「산업안전보건법」의 보건관리자 업무(14가지)에 대하여 업무수행 방법 및 절차에 대하여 기술하였음. 본 업무가이드는 보건관리자 업무를 수행하는 담당자들의 업무부담 감소와 업무향상에 기여할 것으로 기대함

01 연구배경

- 사업장 내 안전보건체계구축에 있어 핵심적인 요인은 업무를 담당하는 인력으로 근로자 건강파수꾼인 보건관리자 및 보건관리전문기관 업무담당자의 역량을 강화하는 것은 매우 중요함
- 사업장 보건관리 수준향상을 위해 보건관리 서비스 내용과 수준을 표준화하는 것이 선행되어야 함
 - 업무 표준화를 위해서 보건관리자 및 보건관리전문기관이 체계적으로 업무를 수행할 수 있도록 업무수행 최저기준 및 권장 사항이 포함된 보건관리 업무매뉴얼이 필요함
 - 기존에 보건관리자 업무매뉴얼은 몇 편 개발되었으나 오래되었고, 최근 전면 개정된 「산업안전보건법」과 「중대재해처벌법」의 내용이 부족하고, 현장 실무자가 바로 활용하기에는 어려워 최신화가 필요함
 - 아직 개발되지 않은 보건관리전문기관 업무매뉴얼은 신규 개발이 요구됨

02 주요연구내용

연구결과

건설업 보건관리자 업무가이드 개발

- 문헌고찰, 포커스그룹인터뷰, 설문조사 등을 통해 '건설업보건관리자 업무가이드'를 개발하였고, 내용은 사업장 보건관리에 대한 이해, 건설업에 대한 이해, 보건관리 실무지침(보건관리자의 업무-14가지), 부록으로 구성

사업장 보건관리자 업무가이드 개발

- 기존 보건관리자 업무가이드를 최신화하여 사업장 보건관리에 대한 이해, 보건관리 실무지침(보건관리 업무 관련근거(법), 업무영역, 업무흐름도 등), 부록으로 내용 구성

보건관리전문기관 업무가이드 개발

- 보건관리전문기관 업무가이드를 개발은 보건관리전문기관 이해, 보건관리실무지침(보건관리전문기관이 수행해야 할 업무, 위탁사업장이 협조해야 할 사항 등), 보건관리전문기관 운영지침(보건관리전문기관 평가 지표), 부록으로 내용 구성

시사점

- 사업장에 선임된 보건관리자는 9,466명(국가통계, 2021년 기준)으로 보건관리자뿐만 아니라 보건관리전문기관에서 근로자 건강보호와 보건관리 업무향상에 기여할 것임

03 연구활용방안

활용방안

- 보건관리자 업무가이드, 건설업보건관리자 업무가이드, 보건관리전문기관 업무가이드가 개발됨에 따라 현장에서 보건관리를 수행하는 전문인력들이 자신의 업무 수행에 활용할 수 있음. 업무범위와 수행절차를 명확히 인지함으로써 직무 불안감이 감소되고 업무수행 수준이 향상될 것임

개선방안

- 보건관리자의 경력이 다양하여 보건관리 실무가이드를 보다 다양하게 개발될 필요가 있음. 추후에는 핵심적인 업무와 절차만을 기술한 보다 간략한 실무가이드 개발 및 보건관리자의 실무지원 교육이 필요함



연락처

- 연구책임자: 을지대학교 김숙영 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업건강연구실 원용림
- 연락처: 052-703-0857
- e-mail: herhand@kosha.or.kr

16

질병재해 분류기준 개편방안 연구

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 산업재해 통계, 질병재해, 질병분류

Highlights

현재 질병재해 분류기준이 원인과 질환이 혼재되어 있어, 정확한 직업성 암 현황 또는 원인별 현황 파악이 어려워 질병재해 분류기준의 문제점 및 해외의 질병재해 분류사례 검토 등을 통해 질병재해 분류기준의 합리적 개편방안을 중단기적으로 제안하였음

01 연구배경

- ❖ 직업성질환 통계는 예방정책 수립에 있어서 중요성이 매우 크며 정확하고 충분한 정보를 정책 수립자 및 사업 수행자에게 전달할 수 있도록 체계적인 분류기준에 따라 작성되고 환류되어야 할 필요성이 있음
- ❖ 현 우리나라의 공식적인 직업성 질환 통계인 업무상질병(산업재해현황 통계)의 경우 질병종류의 기준이 일관되지 않고 질병명과 발생 원인이 혼재되어 있어 정확한 직업성 암의 현황 또는 원인을 파악하기 어려운 실정임
- ❖ 이에, 현 질병재해 분류기준의 문제점과 통계 이용자의 개선 요구에 대한 의견을 수렴하고 관련한 해외의 질병재해 분류 사례를 검토하여 비교함으로써 합리적인 질병재해 분류 개편방안을 제안하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

❖ 현 질병재해 분류기준의 실태 파악

- ❖ 현 질병재해 분류기준은 질병과 원인이 혼재되어 있어 동일한 케이스가 다양한 분류에 해당될 수 있는 문제점이 있음

- ❖ 또한 현 분류체계에서는 뇌심혈관 질환, 근골격계질환, 소음성 난청, 진폐증 이외의 다른 질병에 대한 정보를 얻을 수가 없으며, 특히 자살, 정신질환, 직업성 암과 같은 사회적 관심이 큰 업무상 질병의 규모를 파악하기에는 어려움이 있음

❖ 해외의 질병재해 분류기준 조사·분석과 국내 분류기준과 비교 분석

- ❖ 미국의 직업병 분류체계는 예방 또는 보상 등의 산업재해의 실무와 관련된 목적 이외에 통계만을 목적으로 하는 별도의 분류체계를 고안한 것으로 질병분류와 원인분류가 독립적인 체계로 사용되고 있어 각각에 대한 분류가 가능하였음
- ❖ 미국을 제외한 영국, 독일, 일본은 우리나라와 마찬가지로 질병분류 내에 질병명에 의한 분류와 원인 물질에 대한 분류가 함께 사용되고 있으며 이 분류체계는 국제노동기구(ILO)의 직업병 목록의 체계를 따르고 있음
- ❖ 해외의 분류체계는 각 나라의 고유한 상황을 반영하여 설계되어 그대로 적용하기엔 무리가 있었으나 통계의 목적에 부합하는 미국식 분류체계를 벤치마킹할 필요성을 확인하였음

❖ 질병재해 분류기준의 개편방안 제안

- ❖ 통계분류의 기본원칙은 각 분류가 배타적이어야 하며 모든 케이스가 분류가 가능하도록 포괄적이어야 함
- ❖ 우리나라의 경우 업무상질병 인정기준이 개정되기 이전 과거의 직업병 목록 분류체계의 틀로 사용되고 있으며, 그 결과 질병분류와 원인분류가 혼재되어 하나의 사례가 여러 분류에 중복하여 분류가 가능한 문제점이 있음
- ❖ 개편안에서는 각 분류의 중복성을 최소화하기 위해 대분류-신체계통, 중분류-질병종류, 소분류-유해요인으로 각 단계에 일관된 분류기준을 적용하며 대분류인 신체계통은 업무상질병 인정기준에 근거하여 분류하였음
- ❖ 다빈도 상병 및 사회적 관심이 높은 주요 세부질병 및 주요 유해요인의 분류는 신설하였고 기존의 소분류 중 빈도가 매우 낮고 대부분 사례에서 여러 물질에 복합 노출됨에 따라 분류하기가 어려운 경우 삭제하거나 통합하였음

▶ 표 1. 질병재해 분류 중단기 개편안

대분류	중분류	소분류
뇌혈관 질환 또는 심장 질환	뇌혈관질환(I60-I69)	-
	심장질환(I20-I25, I30-I52)	-
	기타 뇌혈관질환 또는 심장질환	-
근골격계 질환	목(경추)	-
	허리(요추), 요통	-
	상지	-
	하지	-
호흡기계 질환 (J00-J99)	진폐(J60, J62-J65)	석탄/암석 분진 기타분진
	석면폐증(J61)	석면
	천식(J45-J46)	-
	만성폐쇄성폐질환(J40-J44)	석탄/암석 분진 기타분진
	간질성폐질환(J80-J84)	-
	기타 호흡기계 질병	-
	우울장애(F30-F39)	-
정신장애 (F00-F99, X60-X84 등) ¹⁾	적응장애 및 급성스트레스반응(F430, F432-F439)	-
	외상후 스트레스장애(F431)	-
	자해/자살(X60-X84 등) ¹⁾	-
	기타 정신질환(그 외 F코드)	-
신경계 질환 (G00-G99)	신경계 질환(G00-G99)	금속류 유기화합물 기타 유해요인
피부 질환 (L00-L99)	접촉성피부염(L23-L25)	-
	기타 피부질환	-
난청 (H83, H90-H91)	소음성난청(H83, H90-H91)	-
간질환 (K70-K77)	독성간염 등 간질환(K70-K77)	유기화합물 기타 유해요인
감염성 질환 (A00-B99)	혈액전파성	-
	비말/공기전파성	-
	곤충 및 동물 매개	-
	기타 경로	-
직업성암 (C00-D48, D50-D89)	폐암(C34)	결정형유리규산 (석탄/암석) 석면 용접흄 스프레이 등 도장작업 디젤엔진 연소물질 기타 중금속 (용접흄 제외) 그 외 유해요인
		석면
		벤젠
		전리방사선
		기타 유해요인
		-
	기타암	-

대분류	중분류	소분류
기타 직업성 질환 ²⁾	화학적 요인	금속류
		유기화합물
		기타 유해요인
	물리적 요인	이상기압
		진동장해
		고온장해 (일사병 또는 열사병)
		저온장해 (저체온증, 동창/동상)
	사인 미상	전리/비전리 방사선

1) X60-X84 이외의 손상에 해당하는 상병코드이더라도 자살/자해에 의한 손상 및 사고에 해당되는 경우 정신질환)자해/자살로 분류
2) 1-10의 신체계통 대분류에 해당하지 않거나 분류가 어려운 경우
** 본 개편안에 표시된 질병코드 (KCD-10)는 대분류와 중분류의 분류를 돕기 위한 추가정보이며 절대적인 기준이 되는 것은 아님

시사점

- 정확하고 유용한 통계를 생성하기 위해서는 근로복지공단과 안전보건공단의 적극적인 협업 필요
- 자료입력 단계에서 참고할 수 있는 구체적 매뉴얼 및 교육 마련 필요

03 연구활용방안

활용방안

- 산업재해 현황 통계의 업무상질병 분류체계 개편에 활용
- 직업성 질환 예방정책 수립 및 사업수행의 기초 자료로 활용
- 산재통계를 활용한 우리나라의 직업성 질환 현황에 대한 연구 활성화



연락처

- 연구책임자: 한림대학교 이해은 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업건강연구실 김보애
- 연락처: 052-703-0864
- e-mail: kboae0307@kosha.or.kr



직업환경

01. 직독식장비의 활용을 통한 작업환경관리방안(Ⅰ)	218
02. 중대재해처벌법 시행에 따른 급성중독 위험직무 예측	221
03. 한국형 얼굴사이즈 DB 구축 및 호흡보호구 선정 기준(Ⅱ)	224
04. 국내 이차전지 산업 현황 및 취급 화학물질 관리방안(Ⅰ)	227
05. 포괄적 작업환경 평가 시범사업 연구(Ⅲ)	230
06. 폭염·한파 건강장해 예방조치 개선방안 연구	233
07. 사업장 휴게시설 실태 및 지원방안 마련 연구	236
08. 건강한 재택근무 환경 조성을 위한 가이드 개발	239
09. 수산물 양식어업 종사자의 유해요인 노출실태 조사를 통한 작업 개선 방안	242
10. 근로자의 플라스틱가소제 노출과 건강영향 연구	245

01

직독식장비의 활용을 통한 작업환경관리방안(I) (광이온화(PID) 센서를 이용한 유기화합물 평가를 중심으로)

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 직독식장비, 광이온화 가스센서, PID, 유기화합물, 작업환경관리

Highlights

- PID 직독식장비는 유기화합물의 농도를 실시간으로 모니터링 할 수 있는 장비이며, 피크 노출(peak exposure) 방법을 활용하여 사업장의 자발적 근로자 건강장해 예방 목적으로 활용될 것으로 판단됨
- 현재 PID 센서의 제한점이 개선된다면, 향후 법적 장비로 활용될 수 있을 것으로 전망함

01 연구배경

- ❖ 사업장에서 취급하는 화학물질의 종류 및 사용량이 증가함에 따라 작업장 관리 및 근로자 건강보호를 위해 직독식장비를 활용한 작업환경관리방안 및 개선된 작업환경측정 제도 도입 검토가 필요함
- ❖ 직독식장비를 활용한 작업환경측정방법은 기존 펌프식 시료채취기 방법보다 사용이 간편하고, 측정에 소요되는 시간이 짧으며, 급성중독물질 등 근로자 노출 시에 즉각적인 건강영향을 일으킬 수 있는 화학물질의 실시간 모니터링이 가능한 장점이 있음
- ❖ 본 연구는 직독식장비 중 광이온화(PID, photo ionization detector) 센서 방식 장비를 활용하여 사업장의 유기화합물 자율예방관리 방안 마련 및 제도개선에 활용하고자 하였음

02 주요연구내용

연구결과

❖ PID 직독식장비의 활용 가능성

- ❖ PID 직독식장비는 법적 장비로 활용하기에는 제한점*이 있었으며, 직독식장비의 장점을 활용하여 실시간 데이터의 피크 노출(peak exposure) 관리**를 통한 자율예방 목적의 유해물질 모니터링 방법으로는 활용될 수 있을 것으로 전망함

* 극한 환경(온도·습도) 영향, 고농도 평가 시 간섭 영향, 센서 오염, 정확도 수준 저하, 화학물질 간 상호영향(cross-sensitivity) 등

** ACGIH 3/5 규칙(노출기준 3배, 5배 초과 관리), 단시간 노출기준(STEL), 최고노출기준(C), 노출상한치(EL), 즉시건강위험농도(IDLH), 탄화수소용매 혼합물 평가 등

- ❖ PID 직독식장비는 사용이 간편하고 현장 적용성이 좋으나, 화학물질 간의 상호영향 등 데이터 해석에는 전문 기술이 필요함. 이에 따라 본 연구에서는 전문인력을 구분(Tier 1~4)하고, 전문인력별 역할(직독식장비의 기능 이해, 적절한 사용의 설명, 장비 표시/알람의 대응 및 인지, 고장수리, 장비 관리, 장비 선택, 데이터 해석 등) 기준에 대해 정의하였음
- ❖ PID 직독식장비는 작업환경측정의 예비조사 또는 공정의 오염원을 확인하는데 활용가능하며, 센서 정확도가 향상된다면 향후 근로자 노출평가 도구로 활용 될 수 있을 것으로 판단됨

❖ PID 직독식장비의 정확도 평가(챔버연구)

- ❖ 혼합물(아세톤, 이소프로필 알콜, 톨루엔, m-자일렌)의 농도수준(14, 162, 323, 862 ppm)별 PID 직독식장비와 활성탄 시료채취 분석 농도(기준 농도)를 비교하여 정확도 기준(95% 신뢰구간에서 정확도 25% 이내)을 비교하였음
- ❖ 챔버 실험 11회 중 단 1회만이 미국 산업안전보건연구원(NIOSH)에서 제시하는 정확도 기준에 만족하였으며, 대부분 PID 직독식장비의 농도가 기준 농도에 비해 과소평가되었음
- ❖ 보정계수로 PID 직독식장비의 농도를 보정한 결과, 제조사 보정계수를 적용한 경우, 모든 실험에서 정확도 기준을 만족하지 못하였고, 필드 보정계수*를 적용한 경우, 모두 정확도 기준을 만족하였음. 다만, 본 챔버연구는 환경적 요인(온·습도)을 고려하지 않았기 때문에 필드 보정계수의 적용 여부는 추가 연구가 필요함

* 필드 보정계수: 농도수준별 PID 농도를 활성탄 농도(기준 농도)로 나눈 값의 평균

❖ PID 직독식장비의 특성

- ❖ 시중에서 유통되고 있는 15종의 PID 직독식장비는 개인용(무게 500g 이하) 2종, 휴대용 (무게 12kg 이하) 13종으로 예비조사 또는 오염원을 확인하는 용도로 활용되고 있었음
- ❖ PID 직독식장비의 측정방식은 펌프식이 확산식보다 많았으며, PID 센서 외에 전기화학식 등 다양한 센서를 동시에 부착하는 멀티타입 측정기기가 많았음
- ❖ 모든 PID 직독식장비는 배터리 충전 방식, 알람모드 제공, 실시간 농도 수준 표시, 설정된 노출기준 값과 비교할 수 있는 시스템을 갖추고 있었고, 일부 장비에서는 방폭 인증 등 필요한 인증을 취득하고 있었음

향후 PID 직독식장비의 활용

- 국내 사업장에서 사용하고 있는 혼합물은 다양하며, 공정 또한 다양해서, 이러한 사업장을 모니터링 하기 위해서는 PID 직독식장비에 대한 현장 연구, 환경요인을 고려한 챔버연구가 필요함. 또한 직독식장비를 사용하는 사용자에 대한 교육 프로토콜의 개발 및 대내·외적인 협력 인프라 조성이 필요함. 따라서 상기와 같은 역할을 할 수 있는 허브(HUB) 센터(가칭 직독식측정연구센터)가 신설될 필요가 있음
- PID 직독식장비와 사물인터넷(IoT)을 접목하여 효과적인 사업장의 화학물질 모니터링 사업을 할 수 있으며, 센서 기술의 발달로 인한 웨어러블 장비 등 모듈형 스마트 센서를 활용한 모니터링 시스템 개발이 필요함

시사점

- 작업환경측정 대상 유해인자 종류에 비해 사업장에서 사용되는 화학물질의 종류와 사용량은 증가하고 있는 추세이며, 이러한 작업환경평가 제도의 개선이 필요한 실정임
- 직독식장비의 실시간 데이터를 활용한 피크 노출을 관리하여, 작업 공정의 문제점을 빠른 시간에 확인하여 개선 대책을 마련할 수 있는 방안으로 활용 가능함
- 사물인터넷(IoT) 기술을 접목하여 노·사간의 자발적 안전문화 형성에 기여할 수 있을 것으로 판단됨

03 연구활용방안

활용방안

- PID 직독식장비 활용에 대한 기초자료로 활용될 수 있음
- PID 직독식장비를 활용하여 작업환경관리를 위한 자율예방 목적으로 활용될 수 있음



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 직업환경연구실 김성호
- 연락처: 052-7030-881 ~ 7
- e-mail: sungho.kim@kosha.or.kr

02

중대재해처벌법 시행에 따른 급성중독 위험직무 예측 (허용기준 설정물질 중심으로)심으로

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 중대재해처벌법, 급성중독, 위험직무

Highlights

급성중독 발생 가능 위험직무 상의 10종은 ①화학물질의 운반 및 주입, ②스프레이작업, ③롤러 및 브러시, ④손의 접촉이 이뤄지는 작업, ⑤담금이나 주입방식의 작업, ⑥상당한 온도에서의 열린공정이나 운반공정, ⑦물질 또는 제품에 높은 에너지를 가하는 작업, ⑧금속과 관련된 고온작업, ⑨기계유지 보수나 ⑩밀폐공간에서의 직무였음

01 연구배경

- 「중대재해처벌법」(이하 ‘중대법’)의 중대산업재해로 “동일한 유해요인으로 급성중독 등 직업성 질병자가 1년 내 3명이상 발생”한 경우가 포함되었으나, 급성중독 등 직업성 질병을 유발하는 화학물질에 대한 위험 직무 분석 자료는 부족한 실정임
- 중대법 시행령에서 정하는 직업성 질병 범위에 해당하는 화학물질은 약 203 여종이 있음
- 화학물질과 관련된 유해위험성의 심각도, 문헌검토, 산재사례를 포함하고 있는 다양한 자료 분석을 토대로 위험직무를 도출, 작업환경측정 자료에서 나타난 고위험 공정 및 사고 위험성을 다각도로 파악하여 예방전략 수립과 시행에 기초자료로 제공하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 유해·위험성 심각도 및 문헌상의 중독사례에서 나타난 급성중독 위험직무
 - 중대법 나열 총 203종의 화학물질에 대해 분석한 결과, 허용기준이 설정된 유기화합물은 급성 중독질환 및 만성영향 점수 모두 허용기준이 설정되지 않은 물질에 비해 높았음
 - 문헌에서 나타난 유기화합물과 관련된 위험직무 형태는 세정 및 청소로 세척제를 헹굼에 묻히거나 스프레이 분사 형태로 사용하는 직무, 담금 및 주입 형태의 직무에서 중독사례가 확인되었으며, 사용된

세척제 성분이나 중독을 유발했던 물질은 노말헥산, 톨루엔, 트리클로로메탄, 디클로로메탄, 1-브로모포프판, 트리클로로에틸렌, 유기주석, 메탄올 등이었음

- 금속류에 의한 중독은 에너지가 가해지는 절단, 용접, 용해, 압연, 그라인딩, 샌딩, 브레이징 등의 작업 중에 발생하며 국내에서 수은, 납, 카드뮴, 베릴륨, 코발트에 의한 중독사례가 이 과정에서 발생하였음

✚ 밀폐공간 사고에서 나타난 급성중독 위험직무

- 2010~2021년도에 발생한 밀폐공간 중독사고 214건을 유럽화학물질청(European Chemicals Agency, 이하 'ECHA')의 공정표준으로 분류한 결과 감독/관리, 청소, 기계 유지보수의 작업 순으로 발생건수가 높았으며, 청소원, 전자제품 기계 설치 및 정비원, 상하수 배관공, 콘크리트 타설원의 직무에서 가장 많은 사고가 발생하였고 재해 원인 물질로는 황화수소, 일산화탄소, 산소결핍, 질소, 아르곤 순으로 높았으며, 주요 원인 물질인 황화수소와 일산화탄소가 전체의 50% 이상을 차지하였음

✚ 화학물질 누출 및 사고사례에서 나타난 급성중독 위험직무

- 2012~2021년까지 등록된 화학물질 관련 산재사례의 재해개요를 참고하여 ECHA의 공정분류체계로 분류가능하고 중독원인물질이 확인된 1,675건의 사례를 분석한 결과임
- 화학물질 급성중독사고 다발 직무는 화학물질 운반이나 주입 작업이었으며 급성중독 위험직무는 밀폐된 설비 내에서 이뤄진 보수나 청소 작업이었음
- 물질별로는 이산화탄소의 기타공정에서의 위험도가 가장 높았으며 황화수소, 트리클로로에틸렌, 일산화탄소 순으로 근로손실일수가 높았으며 일산화탄소는 용접과 같은 금속과 관련한 고온 작업에서의 근로손실일수가 높았으며 트리클로로에틸렌은 담금 및 주입방식에서의 위험도가 높은 것으로 나타났음

✚ 역학조사 사례분석에서 나타난 급성중독 위험직무

- 2013~2021년의 역학조사 사례 중 암, 감염성질환, 만성신부전과 같은 만성질환 등을 제외하고 화학적 원인, 과학적 근거가 있다고 역학조사평가위원회에서 판단한 사례 26건을 분석함
- 역학조사 자료에서 나타난 화학물질 중독 다발 및 위험직무는 손이 접촉되는 수작업, 스프레이 형태의 작업, 그 밖에 금속과 관련된 고온 작업, 담금 및 주입방식의 제품취급 작업이었으며 이들 위험직무 형태가 나타나는 위험공정은 도장, 세척 및 세정, 방수, 용접 및 취부, 절단 파쇄, 도금의 순으로 높았음

✚ 작업환경측정자료에서 나타난 급성중독 위험공정

- 2013~2021년의 작업환경측정자료 중 중독사고 위험 상위 68종에 대해 업종별, 공정과 유해물질을 통합하여 분석하였으며 모든 결과는 현재의 노출기준을 중심으로 노출지수로 환산하였으며 노출지수 50% 이상을 주의, 경고, 위험의 3단계로 구분해서 분석하였음

- 급성중독 및 사고 우려가 되는 직무는 세척 공정으로 연차별로 트리클로로에틸렌의 사용 및 노출은 줄어들고 있는 것으로 나타나고 있으나, 위험수준이 여전히 높은 것으로 나타났으며, 세척공정에 사용되는 디클로로프로판, 톨루엔, 황산, 불화수소 등의 사용이 위험하였음
- 용접 공정은 망간, 크롬, 트리클로로에틸렌, 일산화탄소의 위험도가 높은 것으로 나타났다. 성형 공정은 스티렌 및 트리클로로에틸렌의 노출 위험이 높은 것으로 나타났음
- 인쇄공정의 주요 위험물질은 톨루엔, 메탄올, 시클로헥사논이었음 도장 공정에서의 주요 위험물질은 크실렌, 톨루엔, 에틸벤젠의 순으로 위험도가 높았음
- 혼합공정에서는 톨루엔, 디메틸포름아미드, 납 및 무기화합물 등의 노출이 위험했으며 위험수준의 노출사례는 디클로로메탄이 가장 많았음
- 검사공정에서의 위험도는 포름알데히드, 불화수소, 황산 등이 노출위험이 높았으며 가장 위험도가 높은 것은 불화수소의 노출이었음

🔍 시사점

- ✚ 화학물질의 중독이 발생하는 주요 노출 위험직무를 도출하여 화학물질의 유해위험성이 높은 화학물질별 업종별, 공정별 노출 상황을 예측할 수 있음
- 화학물질 및 공정과 업종의 다양성에도 불구하고 동일한 형태의 노출 위험 직무 상황을 제시하여 선제적 예방사업에 활용 가능함

03 연구활용방안

💡 개선방안 및 활용방안

- ✚ 유럽연합의 화학물질 노출 평가도구에서 활용하고 있는 공정표준 자료를 참조하여 급성중독사고 위험직무에 대한 우리나라 표준안이 만들어질 필요가 있음
- ✚ 급성중독사고 및 질환 예방을 위한 기초자료, 교육, 논문의 자료로 활용할 수 있음



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 직업환경연구실 이유진
- 연락처: 052-7030-881 ~ 7
- e-mail: miummi@kosha.or.kr

03

한국형 얼굴사이즈 DB 구축 및 호흡보호구 선정기준 연구(II)

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 한국형, 얼굴사이즈, 호흡보호구, 인두

Highlights

- Size Korea 제6차 3D머리형상측정조사 DB를 활용하여 한국형 노동인구의 호흡보호구 밀착도 검사 패넌을 개발함
- 주성분분석 검사 패넌의 8개 구역을 5가지 유형(소형, 중형, 대형, 길고 좁은형, 짧고 넓은형)으로 재분류하여 3D모델링 및 3D프린팅 과정을 거쳐 인두를 제작함
- 본 연구 결과는 검사 패넌과 인두를 활용하여 호흡보호구 밀착도 검사 및 호흡보호구의 선정 등 호흡보호구 관련 제도에 기여할 것으로 판단됨

01 연구배경

「산업안전보건법」상 호흡보호구의 선정, 사용 및 관리 규정에서 노동자 얼굴의 형태 및 사이즈 기준에 관한 근거가 없음

▶ 해당 근거자료를 마련하기 위해 2021년부터 2개년 과제로 시작

▶ 1차년도에 개발된 밀착도 검사 패넌에 대한 적합성 검증과 인두 개발 필요

▶ 3D얼굴 항목 및 데이터의 적합성 및 최신성 여부 검토

02 주요연구내용

연구결과

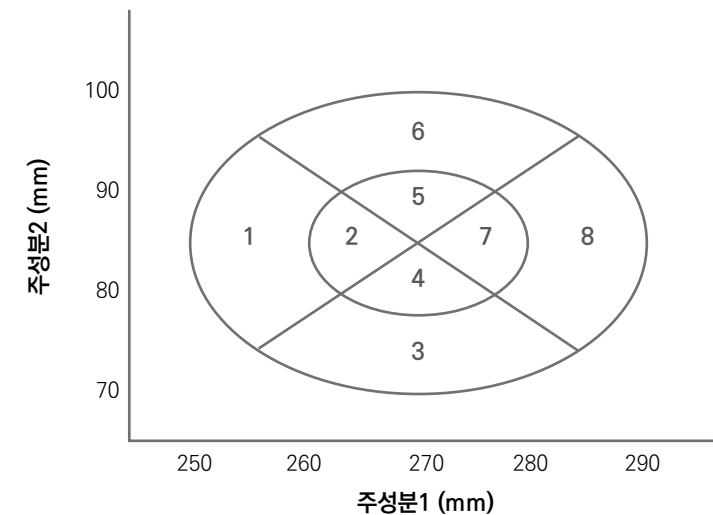
▶ 3D얼굴 항목 및 데이터의 적합성 검토

- ▶ Size Korea 제6차 3D머리형상측정 조사 DB의 3D얼굴 데이터 21개 항목의 적합성과 최신성을 검토하기 위하여 제8차 조사 DB와 비교 검토
 - 제6차 조사 DB 3D얼굴 데이터가 한국형 노동인구 인두 개발에 더 적합하며, 3D머리형상측정 DB 중 가장 최신 자료인 것으로 나타남

▶ 한국형 노동인구의 인두 개발

- ▶ Size Korea 제6차 조사 DB 3D얼굴 항목 및 데이터 21개를 이용하여 ISO/TS 16976-2에 따라 인두를 개발하였음
- ▶ 21개 항목 중 3D 얼굴 항목 10개를 선정하여 주성분분석 검사 패넌을 8개 구역으로 분류하였고, 이를 다시 5가지 유형으로 재분류 하였음
 - 5가지 유형 : 소형, 중형, 대형, 길고 좁은형, 짧고 넓은형

▶ [그림1] 주성분분석 패넌



▶ [그림2] 인두 5종



호흡보호구의 선정 등 기준의 개정(안) 제시

- KOSHA Guide H-82-2020 「호흡보호구의 선정사용 및 관리에 관한 지침」에서 누락된 ‘얼굴의 크기와 형태’에 관한 정보를 보완
 - 근로자 머리 및 얼굴의 크기와 형태에 적합한 호흡보호구의 규격과 유형의 확인이 필요하다는 내용으로 신설하였고, 한국 노동인구 얼굴의 크기와 형태에 관한 기초정보(얼굴사이즈 특징, 밀착도 검사 패널, 한국형 노동인구의 인두)를 제시

시사점

호흡보호구 관련 제도의 실효성 제고

- Size Korea 데이터를 기반으로 우리나라 노동인구의 얼굴 특성을 반영하여 한국인에 맞는 밀착도 검사 패널을 개발하였고, 이를 바탕으로 한국형 인두를 개발함. 산업용 호흡보호구의 시험인두 등에 한국형 인두로 활용될 수 있으며, 호흡보호구 밀착도 검사 등 관련 제도에 기초자료로 활용될 수 있음

03 연구활용방안

활용방안

- 개발된 한국형 노동인구 인두는 호흡보호구의 선정, 사용, 관리 업무 중 밀착도 검사, 인증시험, 교육 훈련 실습, 표준 또는 지침 개발 등에서 연구용·시험용·교육용으로 활용 가능
- KOSHA Guide H-82-2020 「호흡보호구의 선정사용 및 관리에 관한 지침」을 개정하여 호흡보호구 사용 노동자에 대한 보건관리 업무에 활용
- 본 연구의 결과는 호흡보호구 관련 학회에 논문게재 및 발표를 하는 등 활용될 수 있음



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박정근
- 연락처: 052-7030-881~7
- e-mail: jkpark@kosha.or.kr

04

국내 이차전지 산업 현황 및 취급 화학물질 관리방안(Ⅰ)

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 이차전지, 리튬이온전지

Highlights

- 국내 이차전지 산업을 리튬, 양극 활물질, 음극 활물질, 분리막, 전해액, 도전재, 바인더, 박막 및 배터리 제조업 그리고 배터리 재생업의 10개 산업군으로 분류하였음
- 이차전지 산업은 금속과 흑연 등의 주재료와 CNT 등의 부재료를 혼합하여 제품을 생산함. 공정에서 사용되는 원료와 생산제품은 대부분 분말형태로 노동자는 금속분말 등의 입자상 물질에 노출될 수 있으며 그 외 산 및 염기성 용액과 다양한 용매류가 사용되고 있음

01 연구배경

- 미래 사회는 전기자동차, 무선가전제품, 로봇, 드론 등 이차전지에 의해 많은 사물이 움직이는 시대로 예측하고 있으며 전세계적으로 탄소중립과 친환경이 대두되며 이차전지 시장이 큰 폭의 성장세를 보임
- 현재까지 이차전지 산업의 연구는 기술개발 연구 혹은 화재·폭발 등의 사고 위험성에 대한 연구가 주로 이루어져 왔으며 산업보건학적 측면의 연구는 매우 미흡함
- 이차전지 산업의 순환 구조 및 산업별 공정 파악, 취급화학물질의 정보 확보를 통해 노동자의 건강을 보호하기 위한 근거자료를 마련함

02 주요연구내용

연구결과

국내 이차전지 산업 분류

- 이차전지 산업은 일반적으로 4개의 핵심 소재산업(양극재, 음극재, 분리막, 전해질)과 배터리 제조 산업으로 분류됨

- 양극재 : 양극 활물질, 도전재, 바인더를 혼합하여 알루미늄 박막에 코팅한 것
- 음극재 : 음극 활물질, 도전재, 바인더를 혼합하여 구리 박막에 코팅한 것
- 분리막 : 양극재와 음극재를 분리하는 고분자 소재의 얇은 코팅필름
- 전해질 : 리튬이온의 이동 통로로 전해질 염을 용매에 혼합한 전해액을 주로 사용

- 본 연구에서는 문헌조사 및 32개의 사업장 현장조사를 바탕으로 이차전지 산업을 리튬, 양극 활물질, 음극 활물질, 분리막, 전해액, 도전재, 바인더, 박막 및 배터리 제조업 그리고 배터리 재생업의 10개의 산업군으로 분류함(그림 1)

▶ [그림 1] 이차전지 산업 분류



● 이차전지 산업별 공정 및 취급화학물질

- 국내 이차전지 산업은 대부분 자동화 공정이며 원료 투입, 폐기물 처리 및 포장 공정 등에서 노동자의 수작업이 필요함
- 대부분의 산업이 금속 분말을 원료로 사용하거나 생산 제품이 분말 형태로 노동자가 금속 분말 등의 입자상 물질에 노출이 가능함
- 소재 산업의 제품 생산 공정에서 황산, 염산 등의 산 용액과 수산화나트륨 등의 염기성 용액 및 다양한 용매(디클로로메탄 및 카보네이트계열 용매 등)가 사용됨

시사점

- 32개의 국내 이차전지 사업장 현장 조사 및 문헌고찰을 통해 이차전지 사업의 구조와 각 소재 산업별 공정을 파악하고 취급 화학물질의 종류와 유통흐름을 파악함

03 연구활용방안

활용방안

- 이차전지 산업의 노출 실태를 파악하고 법적 테두리 밖에 있는 화학물질을 관리하는 방안을 마련하는 2차년도 연구의 기본 자료로 활용



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 직업환경연구실 이광용
- 연락처: 052-7030-881~7
- e-mail: withyou123@kosha.or.kr

05

포괄적 작업환경 평가 시범사업 연구(Ⅲ)

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 11월
핵심단어_ 작업환경측정, 위험성평가, 측정제도

Highlights

- 3년간의 시범사업을 수행한 결과 측정결과와 신뢰도 향상, 노출지수 증가 등 긍정적인 효과를 확인하였음. 제도개선 방향에 대하여 전문가 토론회와 델파이조사를 통하여 이해당사자간의 의견을 수렴
- 포괄적 작업환경 평가를 위한 기술 지침(안)과 제도로입의 3가지 방안을 제안하였으며, 제도로입을 위해 필요한 추가적인 연구의 방향을 제시

01 연구배경

- 대표적인 산업보건 서비스인 우리나라의 작업환경측정제도는 측정대상과 주기를 법적으로 규정하여, 40여 년 동안 운영되며, 이에 따른 문제점이 끊임없이 제기되고 있음
- 이러한 문제점들을 개선하기 위하여 위험성평가 개념을 접목한 포괄적 작업환경 평가제도의 도입이 논의되고 있음
- 새로운 제도 도입의 효과를 평가하고 제반여건을 마련하기 위하여 3년간의 시범연구를 시행하였으며, 본 연구는 3년차 연구결과에 해당함

02 주요연구내용

연구결과

- 시범사업의 효과분석을 실시한 결과 다음과 같은 긍정적인 효과가 있었음
 - 사용하는 모든 화학물질의 독성 정보 파악과 위험도 평가를 완료하였고, 이를 바탕으로 작업자 노출 평가를 진행하였음
 - 작업 단위 당 측정 시료 수가 증가하여 측정 결과의 신뢰도가 향상되었음

- 열악한 작업환경이 측정에 반영됨으로써 전체 측정 결과의 노출지수가 증가하였고, 노출기준 초과 작업이 새롭게 확인되었음
- 화학물질 관리시스템 개선과 장기적인 작업개선 방향이 설정되었음
- 전체 사업 과정에 참여한 노사 관계자의 만족도는 매우 높았음

향후 제도개선 방향에 대한 전문가 의견은 다음과 같이 파악되었음 (전문가 토론회: 6회, 델파이조사: 36명 전문가 패널)

- 제도개선 방향의 찬성 비율은 '측정대상 유해인자 확대(80.6%)', '실질적 문제점을 도출한 사업장에 인센티브 부여(72.2%)', '위험성평가 방법 접목(61.1%)', '작업관찰 후 전문가가 피측정자 직접 선정(61.1%)'에서 높았음
- '계약기간 3년 조정과 종합보고서 작성', '작업개선 계획 수립 비용의 별도 반영'은 50%대 찬성 비율이었으며, '작업환경 측정 주기 조정'은 33.3%로 가장 낮은 찬성 비율을 보였음
- 위의 찬성 비율은 전문가 그룹 간 많은 차이를 보였음
 - 학계 전문가들은 모든 개선방향에서 매우 높은 비율로 찬성하였고, 응답자간 의견 일치도가 높았음
 - 측정기관 전문가들은 대부분의 개선방향에서 낮은 비율로 찬성하였고, 응답자간 의견 일치도가 낮았음
 - 노사 관계자들은 중간 정도의 찬성비율과 의견 일치도를 보였으며, '개선계획 수립과 별도 비용 청구'에서 찬성 비율이 낮았고, 그 외 항목은 찬성 비율이 측정기관보다 높았음
- 제도개선 반대 사유는 측정 수입 감소 또는 추가 비용부담에 따른 경제적 문제와 소규모 측정기관의 전문성 부족 및 인원 부족에 의한 경쟁력 약화로 파악되었음

포괄적 작업환경 평가제도의 도입방안

- 제1안 : 기존 제도와 새로운 제도의 병행 운영 방안(시행규칙 부분개정, 병행 시행)
- 제2안 : 새로운 제도의 전면 도입방안(법 및 시행규칙 개정, 전면 시행)
- 제3안 : 안전보건진단 및 위험성 평가제도 활용방안(시행규칙 부분 개정, 병행 시행)

시사점

- 작업환경측정 제도개선의 3가지 시나리오를 제안함
- 제도개선의 이해당사자인 측정기관과 노사의 이해와 공감대 형성이 필요함
 - 적극적인 제도 홍보와 우려점을 해소할 수 있는 추가연구가 필요함

- 포괄적 평가에 따른 비용에 대한 연구
- 포괄적 작업환경 평가기관 및 감독기관의 전문화 교육방안
- 노동조합의 참여권 확대와 실질적 참여방안
- 제도의 실행과 정착을 위한 업무 매뉴얼 개발 및 보급

03 연구활용방안

💡 제언

- 추가적인 시범사업을 제안하며, 이를 바탕으로 제도의 장점 부각 및 홍보가 필요함
 - ▶ 시범사업장 선정 시, 포괄적 평가를 제안된 지침에 따라 수행할 수 있는 측정기관과 사업장의 참여가 필요함
 - ▶ 사업장의 규모와 작업 특성을 고려하되, 중소기업이 포함되어야 함
 - ▶ 소규모 사업장은 현행의 국고지원 사업 대체하는 방안이 고려되어야 함

💡 활용방안

- 포괄적 작업환경 평가제도 도입을 위한 관련 법령 개정의 방향 설정 및 개정에 활용
- 포괄적 작업환경 평가를 위한 실행 매뉴얼 및 기술지침 제정에 활용
- 측정기관 및 노사관계자 등 이해당사자 교육 및 홍보자료로 활용
- 시범사업 확대 및 추가 연구의 기초자료로 활용



연락처

- 연구책임자: 노동환경건강연구소 이윤근 소장
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박해동
- 연락처: 052-7030-881~7
- e-mail: workenv@kosha.or.kr

06

폭염·한파 건강장해 예방조치 개선방안 연구

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 폭염, 한파, 온열환경, 건강장해

Highlights

- 폭염·한파 건강장해 예방조치를 위한 국내 규정을 개정하기 위해서 국외의 관련 규정 및 가이드를 검토하였으며, 규제영향 분석을 통해서 관련 규정을 기존 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 온습도 장에서 분리할 것을 제안함
- 또한 폭염에 취약한 업종을 대상으로 온열환경 실태 조사하여, 향후 온열 환경 조사를 위한 기초자료를 제공함

01 연구배경

- 지구온난화 추세와 함께 폭염 빈도수와 지속일수, 폭염의 강도 등이 증가하고 있어, 기후영향을 받는 근로자 안전보건 대책 수립이 필요함
- 극심한 더위(폭염), 극심한 추위(한파)에 대한 근로자 건강장해를 예방하기 위한 지속적인 제도 개선이 필요한 실정으로, 연구를 통해 폭염에 취약한 업종을 선정하여 사업장 온열환경 조사를 실시하고, 폭염 시 작업장 온도 및 관리 수준 파악이 필요함
- 폭염, 한파 관련 해외 규정과 폭염 시 작업장 현황에 따라 폭염, 한파 관련 규정 개정(안)을 제안하고 이에 따른 규제영향 분석을 수행하고자 하였음

02 주요연구내용

🔍 연구결과

- 해외 폭염·한파 건강장해 예방조치 관련 규정 및 가이드 조사
 - ▶ 조사대상* 31개국 중 강제규정 보유는 24개국, 온도기준 보유는 16개국으로 확인
 - * 선정기준: (1) OECD 또는 EU 가입 여부, (2) 인구수, (3) 1인당 국내총생산, (4) 위도, (5) 세계재해 저감 복구 국제본부 분류 기준

- 옥내작업장 가이드라인 작성에 독일 사례를 한국 실정에 맞게 참고하는 것이 적합하다고 판단됨
- 독일 실내 열 관리 가이드라인 원문 및 내용 제시

● 폭염 기간(7~8월) 사업장 온열환경 조사

- 7개 업종, 24개 사업장 조사
- 조사대상 업종 및 업종별 사업장 수: 건축건설공사 7소, 작물생산업 5소, 택배업/창고업 3소, 음식 및 숙박업 3소, 국가 및 지방자치단체의 사업 2소, 각종 금속의 용접 및 용단을 행하는 사업 3소, 강선건조 및 수리업 1소
 - 5개 업종, 18개* 사업장에서 고용노동부 가이드 상 폭염 단계 진입 개소 발생
 - * 건축건설공사 7소, 작물생산업 4소, 택배업/창고업 3소, 음식 및 숙박업 1소, 각종 금속의 용접 및 용단을 행하는 사업 3소
- 건축건설공사, 작물생산업, 택배업/창고업(하역장), 각종 금속의 용접 및 용단을 행하는 사업은 기상청 자료온도(WBGT*, 체감온도*)에 비해 작업장 측정 온도(WBGT, 체감온도)가 통계적으로 유의하게 높았음
 - * 방재기상관측 데이터에서 제공되는 온·습도 등의 자료를 활용하여 수식으로 계산함
- 체크리스트 분석 결과, 옥외 사업장 관리는 잘 이루어지고 있었으나, 옥내 작업장 관리는 미흡한 수준(휴게시설 관리, 교육, 전담자 지정 등)이었으며, 현행 규정이나 가이드 상의 구체적 조치 의무 이행률도 낮았음

● 현행 폭염·한파 관련 규정 개정(안) 마련

- 1안: 폭염·한파 관리 관련 조항을 별도의 장으로 분리해 제정하고, 옥외 온열환경 대상 해외 관리조치 검토사항 반영
 - 장점: 폭염·한파가 기존 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 온·습도 장(제6장)에서 관리하던 인위적이고 고정적인 열원과 다른 특성에 기반한, 특성화된 관리에 유리함
 - 단점: 같은 성질의 위험요인(열)을 다른 장으로 분리해서 다룰 경우, 두 요인(고열작업, 폭염)을 모두 관리해야 하는 규제 대상자는 법을 다 읽어봐야 하는 수고가 필요함
- 2안: 폭염·한파 관리 관련 조항을 기존 온·습도 장에 편입시키고 기존 온·습도 장의 규제 적용
 - 장점: 신체적인 작용 방식이나 관리적 원리가 유사한, 같은 성질의 위험요인(열)에 대한 관리적 연속성을 확보할 수 있음
 - 단점: 같은 성질의 유해인자라 하더라도 발생 양상이 크게 차이 날 경우, 필요한 관리 조치가 달라질 수 있으며, 기존 온습도 장의 규제 중 폭염·한파에 부적절하거나 불필요한 규제가 있을 수 있음
- 1안 및 2안의 장·단점 분석 결과, 1안을 우선안으로 제안

● 폭염·한파 관련 규정에 대한 개정(안) 규제영향 분석

- 규제영향 분석은 1안에 대하여 규제 개요(규제조문 등), 규제의 필요성(추진배경 등), 규제의 적정성

(비용편익분석 등), 규제의 실효성(순응도 등) 추진 계획과 종합 결론으로 작성함

- 기존의 폭염·한파 관련 규정이 수평 이동하거나 사업장 온열환경 조사 결과 모든 사업장이 규제 조건을 이행하고 있는 등 실질적으로 새로 부과되는 의무가 없어 비용편익분석에서는 제외하였고, 온도·습도 조절(제676조)에 대해서만 정량분석 수행
- 온도·습도 조절장치 설치(제676조)의 정량분석 결과, 연간균등순비용*은 1,424억원으로 추정
 - * 연간 복리비용으로 10년치 총비용을 연간으로 나눈 값이며, 기업이 연평균 부담하게 되는 비용

시사점

- 해외 규정·가이드에는 폭염에 국한된 규정이 마련된 국가는 없었으며, 우리나라와 마찬가지로 고열 온도 조항으로 폭염을 관리하고 있었음
- 옥내 사업장의 관리가 필요하다는 조사가 있었는데, 독일의 옥내 사업장관리 가이드라인을 참조할 수 있을 것으로 판단되며, 국내 기후조건에 맞게 전문가와 협업하여 설정할 필요가 있음
- 다양한 고열 취약 업종을 발굴하고, 조사 결과를 제공하고 있으나, 폭염 기후 예측의 한계, 사업장 섭외의 한계 등 일부 업종에 대한 결과의 제한점이 있었음

03 연구활용방안

● 활용방안

- 해외 폭염·한파 건강장해 관련 규정 검토하고, 규제영향 분석을 통한 현행 폭염·한파 관련 개정(안) 도출 및 7개 폭염 취약 업종 온열환경조사 실시
- 31개국의 해외 관련 규정을 비교하여 해외 규제 동향 파악을 위한 기초자료로 활용
- 규제영향분석을 실시하여 비용 편익을 분석하여 현행 제도 개선 시 정책 마련의 근거자료로 활용
- 한국 폭염 노출 사업장의 온열환경 실태에 관한 기초자료 제공



연락처

- 연구책임자: 고려대학교 신새미 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업환경연구실 김성호
- 연락처: 052-7030-881~7
- e-mail: sungho.kim@kosha.or.kr

07 사업장 휴게시설 실태 및 지원방안 마련 연구

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 11월
핵심단어_ 휴게시설, 실태조사, 지원방안

Highlights

- 국내 사업장 휴게시설 실태 조사 결과, 조사대상 사업장의 85.4%에서 휴게시설을 보유하고 있었으나, 휴게 전용으로 사용되는 시설을 보유한 곳은 53.2%였음
- 휴게시설을 위한 지원방안으로 타법의 규제 개선을 통한 공간 확보 근거 마련, 지자체 지원 활성화, 사업장 휴게시설 설치, 임대 및 관리 비용 지원을 우선 제안

01 연구배경

- 2021년 「산업안전보건법」에 휴게시설 관련 규정이 신설되었고 2022년 8월 18일부터 시행되었으나 휴게 시설 설치 하위법령의 대상사업장에 대한 전반적인 휴게시설 실태조사가 미비하였음
- 본 연구는 사업장 업종, 규모 등에 따른 휴게시설 실태조사 및 관계자 간담회를 통해 현황을 파악하고 국내·외 제도를 조사하여 휴게시설 관련 지원 방안을 제안하였음

02 주요연구내용

연구결과

국내 사업장 휴게시설 실태파악

- 848개 사업장의 관리자를 대상으로 한 조사 결과 “휴게시설 유무”에 휴게시설 있음(85.4%), 없음(10.6%), 무응답(4.0%)으로 답변하였으며 “휴게시설 용도 구분”에 휴게시설 전용 사용(53.2%), 전용으로 사용 안함(32.9%), 무응답(13.9%)순이었음

1) 취약직종 : 한국표준직업분류에 따른 전화상담원, 돌봄서비스종사원, 텔레마케터, 배달원, 청소원 및 환경미화원, 아파트 경비원, 건물경비원의 7개 직종. 단, 특수형태근로종사자 제외

※ 설문·현장조사 대상 : 제조업 312개소, 비제조업 255개소, 건설업 113개소, 취약직종1) 168개소

- “휴게시설을 보유하지 않은 사유”로는 공간부족(66.7%), 필요성 못 느낌(10.0%), 예산 부족(7.8%), 시설 관리의 어려움(4.4%)순으로 응답하였으며, “정부의 우선 지원요청 항목”은 설치 비용(50.0%), 비품 비용(20.0%), 공동 휴게시설(11.1%), 기타(6.7%), 법령 교육 및 홍보(3.3%) 순이었음

업종별 휴게시설 실태파악

- 제조업
 - 휴게시설 용도 : 휴게전용(54.8%), 탈의실(21.6%), 식당(7.2%), 회의실(4.5%)
 - 협력업체 이용 : 원청 휴게실 공동이용(70.3%), 원청설치 및 하청업체 별도이용(14.9%), 하청설치 및 별도이용(2.0%)
 - 관리 미충족 : 휴게시설 표지부착(17.6%), 습도유지기능(14.7%), 담당자 지정(11.5%)
- 건설업
 - 휴게시설 용도 : 무응답(42.7%), 휴게전용(35.9%), 회의실(6.8%), 물품보관실(6.8%)
 - 협력업체 이용 : 원청 휴게실 공동이용(49.1%), 원청설치 및 하청업체 별도이용(35.1%), 하청설치 및 별도이용(5.3%)
 - 관리 미충족 : 습도유지기능(21.2%), 휴게시설 표지부착(15.9%), 난방시설(14.2%), 조명유지기능(14.2%), 청결유지(14.2%)
- 비제조업
 - 휴게시설 용도 : 휴게전용(56.8%), 탈의실(12.5%), 회의실(8.1%), 기타(5.9%)
 - 협력업체 이용 : 원청 휴게실 공동이용(44.7%), 원청설치 및 하청업체 별도이용(30.1%), 기타(4.9%)
 - 관리 미충족 : 습도유지기능(16.9%), 담당자 지정(16.9%), 휴게시설 표지부착(16.1%)
- 취약직종
 - 휴게시설 용도 : 휴게전용(40.0%), 탈의실(20.6%), 물품보관실(15.6%), 식당(10.0%)
 - 협력업체 이용 : 원청설치 및 하청업체 별도이용(63.3%), 원청 휴게실 공동이용(24.8%)
 - 관리 미충족 : 습도유지기능(17.9%), 휴게시설 표지부착(17.3%), 담당자 지정(12.5%)

휴게시설 운영의 문제점 파악

- 휴게시설 설치 · 관리 및 법적 책임 소재가 명확하지 않음
- 용적률 변경, 컨테이너 신고 등에 있어서 해석의 충돌이 있을 수 있으므로 관련 타법의 완화가 필요함
- 휴게시설 설치 및 관리기준 세부항목(환기, 조명, 습도, 휴게시설로 이동시간 등)이 현실적으로 충족하기 어려움

휴게시설 지원방안 제안

- 공간부족으로 휴게시설이 없는 사업장의 경우 컨테이너, 조립식 패널, 임대료 등의 지원이 필요함
- 휴게시설을 보유한 사업장의 경우 휴게시설 관리기준 세부항목을 충족시키기 위한 휴게시설 표지판, 칸막이(성별 및 용도 구분용), 조광기, 에어컨, 제습기, 정수기 등의 비품 설치 및 대여 비용의 지원이 필요함
- 정부 부처간 협의를 통한 타법 내 휴게시설 설치 및 공간 활용을 위한 법적 근거 마련, 지자체별 휴게시설 지원 활성화 등 제도적 뒷받침이 필요함

시사점

- 국내 사업장 휴게시설 실태조사 결과 휴게시설 설치 및 운영의 미비점을 확인하였으며 관계자 간담회를 통해 실용적 지원방안을 모색함

03 연구활용방안

제언

- 소규모 사업장에 대한 휴게시설 설치의 우선 지원이 요구되며, 공간 부족문제의 해결을 위한 산업단지, 아파트형 공장 건물 내 공동휴게시설 사용 방안을 강구해야 함
- 돌봄서비스 종사원, 배달원 등 휴게시간 및 근무 장소가 일정하지 않은 직종에 대한 추가 연구가 필요함

활용방안

- 고용노동부 및 안전보건공단의 휴게시설 관련 재정지원사업 시 기초자료로 활용



연락처

- 연구책임자: 대한산업보건협회 조기홍 실장
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업환경연구실 노지원
- 연락처: 052-7030-881~7
- e-mail: rojiwon@kosha.or.kr

08

건강한 재택근무 환경 조성을 위한 가이드 개발

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 재택근무, 근로환경, 건강결과, 가이드

Highlights

- 국내·외 문헌, 근로환경조사자료를 활용한 재택근무환경 변화 분석 및 재택근무 실태조사 결과를 바탕으로 재택근무 안전보건서비스 체계, 물리적 작업환경, 심리사회적 작업환경, 신체적 건강문제, 정신·심리·사회적 건강 문제 영역으로 구분하여 가이드 제시

01 연구배경

- 재택근무 등과 같은 비접촉형태의 근무형태는 코로나 19 감염확산 방지를 위한 사회적 거리두기, 코로나 19 확진자 및 의심자에 대한 격리 등의 대응에 따른 강제적 수용을 넘어 은행, 정보통신, 교육 등 특정 업종과 직종에서 포스트 코로나 시대의 새로운 표준으로 자리를 잡아가고 있음
- 국제적인 재택근로자 안전보건 지침을 준용하면서 우리나라 상황에 맞게 건강하고 안전한 재택 근무환경을 조성하고 재택근로자의 안전과 건강을 보장할 수 있는 가이드라인을 제공할 필요가 있음

02 주요연구내용

연구결과

근로환경조사 분석을 통한 재택근무환경의 변화

- 2017년과 2020년 근로환경조사 자료의 재택근무 임금근로자를 대상으로 사업장 특성, 일반적 특성, 근무시간, 일-가정 양립, 업무량, 물리적 근로환경, 심리사회적 근로환경, 안전보건관리, 일과 관련된 건강문제의 변화를 비교하였음
- 재택근무 안전보건서비스 체계와 관련하여 안전과 건강에 대한 정보를 잘 제공받는 비율, 직원이 회사에서 발생하는 일에 의견을 밝힐 수 있는 정기회의가 있는 비율은 증가하였고, 감정 표현에 대한 매뉴얼이 있는 비율과 노동조합, 노동자 협의회나 직원을 대표하는 유사위원회가 있는 비율은 감소하였음
- 물리적 작업환경 위험요인 중 업무량 증가율과 근골격계 부담율은 감소하였음

- 심리·사회적 작업환경 위험요인 중 일-가정 양립율과 공정한 대우 경험율은 증가하였고 정서적으로 불안한 상황에 놓이는 비율은 감소하였음
- 신체적 건강문제 중에는 전반적 건강이 양호한 비율, 지난 1년간 건강문제로 인한 결근율, 업무관련성 사고로 인한 결근율과 아플 때 일한 경험율은 감소하였고, 일의 건강과 안전에의 위험율, 만성 질병 또는 건강문제 유병율, 두통 호소율, 눈의 피로, 상지 근육통, 하지 근육통, 요통, 전신피로와 수면장애 호소율은 증가하였음
- 정신·심리·사회적 건강문제 중에는 정신건강위험율과 불안감 호소율이 증가하였음

✚ 재택근무 실태조사 결과

- 재택근무 비율이 높은 금융 및 보험업, 전문과학 및 기술서비스업, 교육 서비스업, 정보통신업 40개 사업장과 조사 참여 사업장에서 지난 1년간 10일 이상 재택근무를 수행한 근로자 각 1~10명 총 218명의 근로자를 조사하였음
- 재택근무 안전보건서비스 체계와 관련된 내용으로 재택근무자들은 업무 시 협업의 어려움과 업무집중도 감소가 있었으나, 전반적으로 정보 보안, 근무시간 보장과 복무규율 관련 지원에는 만족하였음
- 안전보건서비스 중 전반적으로 만성퇴행성질환 관리 지원은 부족하였고, 사업장 내 근무자에 비해 재택근무자에게 15% 이상 지원이 적게 이루어지고 있는 서비스 항목은 안전교육, 안전보건지침서, 보건교육, 근로환경 위험성 평가, 정신건강 관리, 건강검진 사후관리, 직장 내 차별금지 규정이었음
- 재택근무자의 물리적 작업환경 위험요인은 소음, 온도, 조명, 실내공기(유해가스, 미세먼지, 부유 미생물 등), 전자파, 작업공간 미확보, 사무장비 부적합 등으로 확인되었음
- 심리·사회적 작업환경으로는 일과 휴게시간이 모호하였고, 일-가정 양립은 양호하였음
- 신체적 건강문제로는 수면 장애, 비만, 운동 부족, 목과 어깨 통증이 확인되었고, 육체적 피로는 재택 근무로 인해 감소하였음
- 정신·심리·사회적 건강문제로 업무스트레스나 스트레스는 감소하였음

✚ 재택근무환경과 안전보건관리를 위한 가이드

- 본 연구의 재택근무 안전보건 가이드는 재택근무 안전보건서비스 체계, 작업환경 관리, 신체적 건강문제 예방관리, 정신·심리·사회적 건강문제 예방관리의 4개 영역으로 구성하였음
- 재택근무 안전보건서비스 체계영역에는 재택 업무환경 구축, 안전보건 조치, 산재 보상, 성과 관리를 포함하였음

- 작업환경 관리 영역은 온도와 습도 관리, 소음 관리, 공기질 관리, 조도 관리, 전자파 관리, 화재 및 전기안전 관리를 포함하였음
- 신체적 건강문제 예방관리 영역은 근골격계질환 예방관리, 비만 예방관리, 피로 예방관리, 수면 관리를 포함하고 있음
- 정신·심리·사회적 건강문제 예방관리 영역은 의사소통 관리, 직무스트레스 관리, 고립감, 불안 및 우울 관리, 일-가정 양립 관리를 포함하였음

🔍 시사점

- 우리나라의 재택근무 관련 현황 및 실태 조사 및 분석 등을 토대로 우리나라 상황에 적합한 실제적이고 유용한 재택근무 가이드를 제공하게 됨

03 연구활용방안

💡 활용방안

- ✚ 본 연구를 통해 재택근무 관련 근로환경 변화, 사업장 실태조사, 그리고 이를 반영하여 작성한 재택 근무 안전보건 가이드는 국제 비교 및 활용 가능하도록 제안하여 정부 정책의 과학적 근거와 실효성 개선에 기여



연락처

- 연구책임자: 경북대학교 최은숙 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업환경연구실 이유진
- 연락처: 052-7030-881~7
- e-mail: miummi@kosha.or.kr

09

수산물 양식어업 종사자의
유해요인 노출실태 조사를 통한 작업 개선 방안

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 수산물 양식어업, 유해요인, 포름알데히드, 현장 실태조사

Highlights

- 수산물 양식어업은 대부분 소규모 사업장이며 국내·외 모두 수산물 양식 어업에 특화된 안전보건관리는 이루어지고 않으며, 양식업 종사자는 수산 생물의 종류에 따라 작업 내용, 방식, 노출되는 유해요인이 달라짐을 확인
- 연구의 주요 유해요인인 포름알데히드(수산용 포르말린)의 경우 모두 국내 노출기준(TWA) 및 ACGIH 노출기준(STEL)인 0.3 ppm 미만으로 평가

01 연구배경

- 유해요인 노출에 대한 문제가 지속적으로 제기되어 왔던 수산물 양식어업 종사자에게 쾌적한 작업환경과 안전한 작업장 환경 조성을 위한 유해요인 노출실태 조사가 필요
- 수산물 양식어업 종사자의 작업 현황 및 특성을 파악하고 유해요인에 대한 실제 노출 실태를 파악하여 수산물 양식어업 종사자의 작업 개선 방안을 마련하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 수산물 양식어업 종사자의 현황과 특성 파악
 - 국내 통계 자료 분석 및 외국 사례 문헌 고찰, 현장 방문, 인터뷰, 설문조사 등을 통해 수산물 양식어업 종사자의 일반 현황 파악

- 수산물 양식어업은 5인 이하의 초소규모 사업장이 62%로 대부분이며 문헌조사 결과 국내/국외 모두 수산물 양식어업에 특화된 안전보건관리는 이루어지고 있지 않음

- 양식하는 생물의 종류에 따라 작업 내용, 방식, 노출되는 유해요인이 달라짐

수산물 양식어업 유해·위험요인 파악을 위한 실태조사

- 현장 방문 실태조사 결과, 주요 유해요인으로 생각되었던 포름알데히드(수산용 포르말린)의 경우 모두 국내 노출기준(TWA) 및 ACGIH 노출기준(STEL)인 0.3 ppm 미만으로 측정됨
- 설문조사 결과, 양식 어종에 따라 작업환경에 유의한 차이를 보였고 화학물질 사용 작업 시 증상을 경험함에 따라 유의하게 직무만족도가 낮았음

해당 노동자들의 산업재해 예방을 위한 유해·위험요인 관리 방안 제시

- 유해화학물질의 경우, 단시간 노출이 이루어지므로 유해화학물질을 사용하는 수조 청소 작업, 수산용 구제제 투약 작업 등을 실시할 경우 반드시 적합한 마스크, 안전장갑 등 보호구를 착용하고 작업해야 함
- 다른 주요 유해요인인 고열(여름철 옥외작업) 및 근골격계질환(치어 운반, 사료 운반 등의 중량물 취급 작업 및 사료 가공, 사료 급여 등의 반복성 작업 등)의 경우, 휴게실을 배치하고 충분한 휴식시간을 확보하는 것이 중요하며 중량물 취급 작업 시 올바른 들기 자세로 2인 1조 작업 또는 피쉬(fish) 펌프 등의 장비를 활용해 작업자의 신체 부담을 줄여야 함
- 안전사고 예방을 위해 바닥을 주기적으로 청소하고 정리정돈해야 하며 미끄럼 방지 장화를 사업장에 비치 및 작업 시 착용하도록 해야 함

시사점

- 소규모 작업 방식으로 대부분 이루어지는 국내 수산물 양식어업 종사자의 작업 특성 및 노출 환경을 현장 실태 조사를 통해 파악한 국내 첫 연구 사례임
- 따라서 본 연구를 통해 얻어진 결과는 최근 사회적 문제가 되었던 구제제의 주요 성분인 수산용 포르말린 사용으로 노출되는 포름알데히드 수준을 현장 평가함과 동시에 그 외 다른 작업환경 유해요인들도 작업 유형 및 공정별로 제시하였고, 이에 따른 관리 방안을 체계적으로 제시한 시사점을 가지고 있음

03 연구활용방안

활용방안

- 수산물 양식어업 종사자의 현황 및 특성, 노출 유해인자 실태조사를 통해 기존의 수산물 양식어업 작업 관리 개선에 대한 기초 근거 자료 확보



연락처

- 연구책임자: 서울과학기술대학교 김기연 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업환경연구실 이광용
- 연락처: 052-7030-881~7
- e-mail: withyou123@kosha.or.kr

10

근로자의 플라스틱가소제 노출과 건강영향 연구

연구기간_ 2022년 5월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 플라스틱, 프탈레이트, 가소제, 작업환경, 노출평가

Highlights

- 플라스틱 가소제 성분(프탈레이트 등)은 생식독성 및 내분비계 장애물질로 잘 알려져 있고 전 세계적으로 사용규제가 강화되고 있는 추세임
- 우리나라에도 1,338개소의 사업장(환경부, 2018)에서 프탈레이트를 취급하고 있으며, 근로자들이 노출되고 있음
- 공기 중 시료와 Wipe 시료를 채취하여 분석한 결과 ACGIH의 개정된 노출기준(0.1mg/m³) 미만이나, 검출되고 있으며 노출관리가 필요함

01 연구배경

- 플라스틱가소제 성분인 프탈레이트는 내분비계 장애물질로 세계적으로 공산품 및 어린이용품 등에서 사용규제가 강화되고 있는 추세임
 - 우리나라는 4종의 프탈레이트(DMP, DEP, DBP, DEHP)의 노출기준을 5mg/m³으로 설정하고 있으며, DEHP와 DBP는 생식독성 물질임. 하지만 4종의 프탈레이트 모두 작업환경측정 대상 물질이 아니기 때문에 사업장 내 노출관리가 이루어지지 않고 있음
 - 2022년 ACGIH는 프탈레이트의 노출기준(TLV-TWA)을 0.1mg/m³로 강화할 것을 예고하였고, 최근 우리나라에서도 DBP를 특별관리물질로 지정하였음
- 잘 알려진 건강위험성에도 불구하고, 국내 사업장에서의 작업환경관리 측면에서 적절한 노출관리의 대상이 되지 못하고 있으며, 프탈레이트의 농도를 평가한 사례가 없음
 - 이번 연구에서 우리나라 프탈레이트 취급 근로자의 노출실태 및 관리방안을 모색하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 프탈레이트 규제현황 및 국내외 관련 연구 문헌조사
 - 프탈레이트 화합물은 유럽 REACH(Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of

Chemicals)의 Candidate list of substances of very high concern for Authorisation(고위험성 우려물질)에 포함되어있고, 그 종류가 늘어나는 추세임

- ◆ 국내 생식독성에 관한 문헌을 고찰한 결과 그동안 특별한 관리의 필요성에는 동의하였으나 개별 생식독성물질의 노출평가 방법 개발과 노출 수준에 근거한 위험성평가 연구는 이루어지지 못한 한계가 있음

◆ 우리나라 프탈레이트 취급 사업장 및 근로자 현황 추정

- ◆ 환경부 '화학물질안전원 화학물질 종합정보시스템'의 '화학물질 통계정보 공개'에 따르면 DMP, DEP, DBP, BBP, DEHP, DnOP, DiNP, DiDP 총 8종의 프탈레이트를 취급하는 사업장은 1,338개소로 파악됨(환경부, 2018)

* DMP(Dimethyl phthalate), DEP(Diethyl phthalate), DBP(Dibutyl phthalate), BBP(Benzylbutyl phthalate), DEHP(Di(2-ethylhexyl phthalate), DnOP(Di n-octyl phthalate), DiNP(Diisononyl phthalate), DiDP(Diisodecyl phthalate)

◆ 작업환경 중 농도 측정을 위한 시료채취 및 분석방법 정립

- ◆ 공기 중 시료 채취는 프탈레이트의 가스상 및 입자상물질을 동시에 채취할 수 있는 Tenax TA OVS(part no. 226-56, SKC Inc)를 사용, 표면 시료는 설비표면을 닦아내는 방식으로 채취함
- ◆ 공기 중 시료의 분석방법은 용매추출법, 초음파추출법, 속실크추출, 고체상 미량 추출법 등의 분석 방법을 검토하였고 그 중 검출한계 및 정량한계가 우수한 고체상 미량 추출법으로 결정함
- ◆ 표면시료의 분석방법은 초음파추출법을 적용하였고 GC-MS로 분석함

◆ 근로자의 노출가능성과 건강위험 추정

- ◆ 8개 사업장을 대상으로 75개의 공기시료와 100개의 표면시료를 채취하여 분석한 결과 DEHP에 대하여 ACGIH의 개정 예고 노출기준인 0.1mg/m³을 초과한 경우는 없음
- ◆ 표면시료의 경우 DEHP의 농도가 불검출부터 5,243ng/cm² 까지 편차가 컸으나 비교가 가능한 기준값이 없으므로 상대적인 오염농도를 평가함
- ◆ 공기시료 분석결과를 이용하여 흡입을 통한 인체노출량 등을 추정한 결과 우려될만한 수준은 관찰 되지 않았음
- DEHP의 호흡을 통한 발암위해도 평가 결과 모든 사업장에서 1×10⁻⁴ 미만으로, 모든 사업장과 공정에서 발암위해도가 없는 것으로 나타남

시사점

◆ 플라스틱 가소제에 대한 우리나라의 부족한 관리 실정

- ◆ 프탈레이트는 가공성 및 상용성의 효과는 우수하지만, 유해성 때문에 많은 나라에서 사용을 규제하고 있음. 국내와 EU의 플라스틱 첨가 물질 종류와 규제 및 관리비율을 비교한 결과 가소제 규제 및 관리 비율이 EU는 54%, 국내는 28.3%로 나타남

03 연구활용방안

◆ 제언

◆ 관리대상 프탈레이트의 노출관리

- ◆ 플라스틱 사용이 불가피한 현대사회에서 프탈레이트로 대표되는 가소제 사용은 증가할 수 밖에 없음. 약 30여종의 프탈레이트가 산업적으로 쓰이는 것으로 알려져 있고, 그 중 노출기준 설정물질은 단 4종에 불과함. 이들의 공통적인 독성이 생식독성임을 고려할 때 혼합물로서 평가되는 것이 타당할 것으로 여겨짐
- ◆ 관리대상 프탈레이트의 노출기준 설정, '프탈레이트 시료채취 및 분석법 정립 연구', '근로자 노출평가 방법 연구' 추가 연구가 필요함

◆ 활용방안

- ◆ 프탈레이트의 공기 중 시료 및 표면시료는 시료채취, 전처리 및 분석방법이 까다로운 편이어서 아직 기준으로 삼을 만한 방법이 여의치 않은 현실임. 본 연구에서 제안한 시료채취 및 분석방법으로 시료 분석법 개발에 대한 기초를 제공함으로써, 향후 시료분석법 개발에 활용할 수 있음
- ◆ 생식독성 및 내분비계 건강영향 등을 포함하여 프탈레이트 취급 근로자 건강피해 예방의 기초자료로 활용될 수 있음



연락처

- 연구책임자: 순천향대학교 박정임 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 직업환경연구실 김세동
- 연락처: 052-7030-881~7
- e-mail: rlatpehd7@kosha.or.kr



산업화학

01. 물질안전보건자료 정보를 활용한 화학물질 관리 정책 도출	250
02. 화학물질의 피부 노출을 통한 위험성 평가 접근 방안	254
03. 무기도로 내 금속분석을 통한 MSDS 개선 방안	258
04. 화학물질에 의한 직업성 질환 발생 시 체계적 대응을 위한 프로세스 구축.....	262
05. 소규모 사업장 화학물질 관리 정부 지원 사업 모델 적용 (I)	266
06. 산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석방식 개선	271
07. 금속제품 세척제 관련 화학물질 규제변화의 영향 조사 및 개선방안 마련 연구.....	274
08. 크롬 및 그 화합물의 노출기준 개정 방향	278

01

물질안전보건자료 정보를 활용한
화학물질 관리 정책 도출

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월
핵심단어_ 물질안전보건자료, 세척제, 노출시나리오

Highlights

국내 유통 물질안전보건자료를 정부가 제공받는 시점에서 물질안전보건자료의 작성의 품질, 활용도를 높일 수 있는 방안 및 데이터베이스 활용 방법에 대해 제시하였음. 또한 안전 사용에 대한 정보를 전달·유통하는 역할로서 물질안전보건자료를 활용하기 위해, 유럽 연합의 제도를 고찰하여 국내 화학물질 관리 제도의 방향성을 도출했음

01 연구배경

2021년부터 물질안전보건자료(이하 'MSDS') 제출 및 비공개 정보 심사 제도가 시행됨에 따라, MSDS 관련 제도가 큰 변화를 맞이함

- MSDS의 신뢰도와 활용성을 높이기 위해 품질향상 방안 모색
- 정부에서 확보한 MSDS 정보에 대한 분석 및 활용 전략 수립
- 국내 화학물질 관리방향 도출 : MSDS를 통한 안전한 취급방법 전달

02 주요연구내용

연구결과

MSDS 품질 개선을 위한 관련 제도 개선(안) 도출

- 국내 제도와 유럽연합의 MSDS 작성 지침 기준 비교 및 전문가 의견수렴
- MSDS 작성에 대한 법률 개정(안)과 「화학물질의 분류표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준」에 관한 개정 사항 제안(총 19개)

- 변경 MSDS 제공 대상의 명확화, MSDS 책임 주체 확대, 권고 용도에 대한 기재를 필수사항으로 명시, 유해성이 있는 혼합물인 경우 기재해야 하는 구성성분 기준, 유해성 기재 시 기준 함유량, 구성성분 정보를 기재한 경우 해당사항 명시, 분류되지 않은 이유 제공, 혼합물의 구성성분에 대한 정보를 추가로 제공, MSDS 기재 정보의 일관성 확인 등

세척제 관련 유통 MSDS의 정보 분석 및 활용

분석 방법

- 세척제 추정 3개용도(UE13(금속 표면 처리제), UE14(비금속 표면 처리제), UE32(세정 및 세척제))에 대한 MSDS를 검토하여 구성성분 및 급성흡입독성, 발암성 유해성 확인
- 세척제 주요 성분(11종)을 포함하는 제품 MSDS의 용도 확인

연번	화학물질명	CAS No.
1	1,2-디클로로프로판	78-87-5
2	1,2-디클로로에틸렌(트랜스)	156-60-5
3	1-브로모프로판	106-94-5
4	디클로로메탄	75-09-2
5	트리클로로에틸렌	79-01-6
6	트리클로로메탄	67-66-3
7	1,1,2-트리클로로에탄	79-00-5
8	다이메틸 카르보네이트	616-38-6
9	브롬화메틸렌(=디브로모메탄)	127-18-4
10	1,1,1-트리클로로에탄(=메틸클로로포름)	71-55-6
11	테트라클로로에틸렌(=퍼클로로에틸렌)	127-18-4

1차 분석 결과(구성성분)

- 제출 기간(2021.1.16.~2022.4.30.)동안 166개 사업장에서 총1,069건의 MSDS제출(사업장당 평균 6개의 세척제 관련 제품 MSDS를 제출)
 - ⇒ 향후 어떤 구성성분의 세척제가 시장에 나타날지 모니터링 시 사업장 정보 활용 가능
- 총 1,069건 세척제 관련 제품 MSDS의 구성성분은 중복을 포함하는 경우 3,463종, 중복을 제외한 경우 588종으로 나타남
 - ⇒ 수백 종 화학물질이 세척제로 사용됨을 확인

◆ 2차 분석 결과(유해성·위험성 분류)

- 총 1,069건 세척제 관련 제품 MSDS 중 급성흡입독성 유해성은 622건(58%), 발암성은 692건(65%)으로 나타남
⇒ 세척제 사용 사업장은 엄격한 노출관리가 필요함
- MSDS 피드백 : 부적합 사업장 42개소에 공문을 통한 안내조치
⇒ 유해성·위험성 분류(단, 급성흡입독성, 발암성으로 한정)에 따른 적절한 그림문자 표기 및 유해 위험문구/예방조치문구 기재여부 확인

	(중복제외)	급성흡입독성		발암성	
		그림문자	문구	그림문자	문구
부적합 MSDS	68건	5건	59건	3건	19건
부적합 사업장	42개소	-	-	-	-

◆ 3차 분석 결과(용도)

UE32 (세정 및 세척제)	1,2-디클로로에틸렌, 다이메틸카르보네이트, 디브로모메탄, 디클로로메탄 순으로 나타남
UE13 (금속 표면 처리제)	디클로로메탄, 디브로모메탄, 다이메틸카르보네이트, 1,2-디클로로프로판 순으로 나타남
UE14 (비금속 표면 처리제)	할로겐 용매 사용되지 않음

- 우려대상물질 : 디브로모메탄 [CAS No. 74-95-3]
⇒ 국내에서 산업안전보건법상 규제대상 물질에 해당하지 않고, 유독물질로 지정되지 않음
⇒ 일본에서 생식독성 물질로 확인되었으며, 유럽에서는 소량 사용(유통량 : 10~100ton/년)

✚ MSDS를 통한 화학물질의 안전한 취급방법 전달

- ◆ 유럽 연합
 - 화학물질의 유해성뿐만 아니라, 용도, 사용조건, 관리방법 등에 따라 화학물질의 안전한 취급 여부 결정
⇒ 용도, 노출의 분류체계에 대한 가이드라인 제시
 - 위험관리조치 개발 및 이를 기반으로 한 위험성 평가를 수행하여 효과성 제고
 - 공급망 내 SDS 부속서 형태로 노출시나리오를 전달
⇒ 제조·수입자가 생산한 정보가 하위사용자에게 전달되고 의무가 부과되어 정보의 환류 구조가 생성됨

🔍 시사점

- ✚ 유해성 분류, 위험관리조치 제시 등 화학물질을 작업장에서 사용할 때 의사결정을 할 수 있는 좋은 정보가 생산되고 유통되어야 함
 - ◆ MSDS 역할 : 안전 사용에 대해 생산된 정보를 유통하는 것

03 연구활용방안

💡 제언

- ✚ 국내 화학물질 관련 법률은 이원화 되어있으며 두 법률간 연계가 미흡한 실정임
 - ◆ 「산업안전보건법」 : MSDS 작성 및 유통 의무
 - ◆ 「화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률」 : 화학물질 유해성 및 노출에 관한 정보 생산 의무
- ✚ 「화학물질 등록 및 평가 등에 관한 법률」에 의해 생산된 정보를 활용하여 화학물질 위험성 평가를 수행할 수 있도록, 제도 개선을 통해 두 법률간 연계 필요

💡 활용방안

- ✚ 「산업안전보건법」 법률 및 고용노동부고시 제2020-130호 「화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건 자료에 관한 기준」 개정안 제언
- ✚ 국내 MSDS 작성 지침을 제공하여 MSDS 신뢰도 향상
- ✚ MSDS 제출 데이터베이스를 활용한 화학물질정책 도출
- ✚ 화학물질위험성 평가를 활용한 유해한 화학물질의 안전한 취급방법 정보 생산 방향 제시



연락처

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

02

화학물질의 피부 노출을 통한
위험성 평가 접근 방안

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 피부 노출, 화학물질 위험성 평가, 노출기준, 노출경로

Highlights

피부 노출 위험성에 대한 관리 필요성을 공유하고, 작업장에서 취급하는 화학물질에 대한 피부 노출 위험성을 체계적으로 평가하고 관리할 수 있는 기초 자료를 제시하였음

01 연구배경

전 세계적으로 피부 관련 질환에 대한 질병 부담은 증가하고 있으며, 직업성 질환 중 피부 질환이 차지하는 비율 또한 증가하고 있는 반면, 국내에서는 전체 업무상 질병자 중 직업성 피부 질환으로 산재 요양 승인을 받은 비율이 그리 높지 않았음

- WHO 보고서에 의하면 직업성 피부 질환에 대한 불명확한 기준으로 인한 과소 파악 우려
- 이와 같이 직업성 피부 질환은 국제적으로도 관심이 증대되고 있으며, 최근 국내에서도 조선소에서의 집단 피부 질환이라는 사회적 이슈가 발생한 바 있으나, 그 위험성을 평가하기 위한 체계적인 방법론이 부족한 실정임

피부 질환은 피부 노출로 인해 나타날 수 있는 건강 영향의 일부분이며, 피부 노출로 그 개념을 확장하였을 때 국내 산업보건 영역에서 충분히 평가·관리하고 있는지 확인할 필요가 있음

- 이에 작업장에서의 피부 경로를 통한 유해성 및 노출을 확인·평가할 수 있는 최신 방법론과 규제적 측면에서의 국내 현황을 조사·검토함으로써 작업장에서의 피부 노출로 인한 위험성을 어떻게 평가하고 관리할 수 있을지 그 방안을 모색하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

피부 노출에 의한 건강 유해성 구분 및 확인

- 피부는 우리 몸과 외부 환경 사이의 경계로 다양한 외부 환경 요소로부터 신체를 보호하는 중요한 역할을 하며, 화학물질은 피부 장벽 특성을 변화시켜 국소 피부 영향을 일으키거나 투과하여 전신 영향을 일으킬 수 있음
- 화학물질과 피부간 상호작용이 일어나는 방식은 크게 세 가지로 구분할 수 있음
 - 첫째, 화학물질이 피부를 투과하여 몸으로 흡수, 이동하여 작용하는 방식으로 대표적인 건강 유해성은 '급성 독성(경피)'임
 - 둘째, 화학물질에 노출된 국소적인 피부 부위를 중심으로 영향을 일으키는 방식으로 '피부 부식성/자극성'에 해당함
 - 셋째, 화학물질의 피부 접촉 시 일어날 수 있는 면역 반응으로 '피부 과민성'에 해당함
- 이러한 상호작용의 유형들은 서로 조합되어 그 건강 영향이 광범위하게 발생 가능함

피부 노출 관련 유해성 기반의 기준치 설정 여부 및 방법 조사

- 피부 노출에 의한 위험을 우려하여 산업보건 영역에서 하고 있는 대표적인 조치는 해당 화학물질에 대한 'Skin' 표시이며, 국내에서는 이 지정에 대하여 정성적인 기준 정도만 제시하고 있음
- 한편 해외에서는 'Skin' 표시에 대한 구체적인 기준을 확립해나가고 있으며, 이 외에도 피부 노출과 관련된 피부 과민성에 대한 표기 또한 별도로 제공하고 있음
- 국내에서 준용하고 있는 ACGIH TLV¹⁾ 설정 물질에 대하여 피부 관련 유해성 분류와의 일관성을 비교한 결과, 피부 관련 표기 사항과 GHS 분류가 일관된 경우는 약 60~70% 정도였음
- 최근 유럽에서는 화학물질 등록과 함께 보다 정량적인 안전성 평가를 요구하고 있고, 이를 위해 피부 노출 고려 시 피부 무영향수준(dermal DNEL)의 개념이 도입되었음
- 산업안전보건에서의 'Skin' 표기와 'dermal DNEL'은 지정 혹은 도출 방법들이 상호 보완적이며 둘 다 적절한 관리 조치를 유발할 수 있지만, 피부 무영향수준을 활용한 평가에는 주의를 기울일 필요가 있음

1) ACGIH TLV: American Conference of Governmental Industrial Hygienists' Threshold Limit Values

작업장에서의 피부 노출 측정 방법 조사

- ▶ 피부 노출 과정은 동적이어서 고려해야 할 요소가 상당히 많음
- ▶ 피부 노출을 직접적으로 측정할 수 있는 방법은 차단, 제거, 현장 시각화와 이 외에 이동률과 전달 계수 측정을 통해 간접 추정하는 방법, 혹은 신체 부담 전체를 측정하는 바이오모니터링이 있으며, 각 방법은 장·단점이 있어 연구 목적이나 물질 특성을 고려하여 접근 방식을 선택할 필요가 있음
- ▶ 하지만 측정 방법에 따른 변이와 불확실성이 커서 표준화에 어려움이 있음

피부 노출 추정 모델 내에서의 노출 변수 조사

- ▶ 피부 노출 평가에 있어 측정과 모델링은 상호 보완적으로 활용될 수 있음
- ▶ 작업장에서 피부 노출을 추정할 수 있는 대표적인 모델은 ECETOC TRA²⁾, MEASE³⁾, RISKOFDERM⁴⁾ 등이 있으며, 이 외에 실용적인 접근으로 정성적 결과를 도출하는 모델들도 있으나, 이 모델들에 대한 외부 독립적 검증은 불충분한 상황임
- ▶ 이러한 피부 노출 추정 모델의 주요 결정 요인들은 물질 및 제품 특성, 작업자 수행 직무, 공정 기술 및 장비, 노출 관리 조치, 작업자 특성 및 습관, 작업 공간 및 상황으로 그 범주를 구분할 수 있음
- ▶ 모델 사용에 있어서 가장 주의해야 할 부분은 그 적용 범위를 확인하는 것이고, 비교 대상을 명확히 해야 유의한 결과를 도출할 수 있다는 점임

국내 화학물질의 피부 노출에 의한 위험성 평가·관리 방안 제시

- ▶ 국내 현실성을 고려하였을 때 두 가지 경로를 구분하여 피부 노출에 의한 위험성 평가 방향을 제시하였음
- **선택1** 피부 노출에 의한 유해가 우려되는 경우 별도의 노출 평가 없이 바로 관리 조치로 연계하는 방식
- **선택2** 피부 노출 관련 유해성을 구분(단기/장기, 국소/전신 영향 등)하여 기준값을 설정하는 한편, 노출 시나리오를 구성하여 노출 가능성을 검토하고, 노출 잠재력이 있다면 피부 노출을 직접 측정 혹은 추정을 하여 노출량을 결정한 후, 이를 비교하여 위험성을 결정하고 관리 조치를 고려하는 방식

2) ECETOC TRA: European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals' Targeted Risk Assessment

3) MEASE: Metals' Estimation and Assessment of Substance Exposure

4) RISKOFDERM: Risk Assessment of occupational dermal exposure to chemicals

시사점

피부 노출 위험성에 대한 관리 필요성 공유

국내 작업장에서의 피부 노출 위험성 평가 및 관리 방안 제시

- ▶ 화학물질의 피부 노출에 의한 위험성 평가 과정에서는 건강 유해성 평가, 노출 평가, 위험성 결정, 위험성 관리의 각 요소에 대한 전반적인 이해가 필요
- 국내에서 피부 노출에 의한 위험성 평가 과정은 연구 결과에서와 같이 두 가지 경로로 구분하여 적용 가능

피부 노출에 대한 국내 규정 개선 필요

- ▶ 정부에서 고시를 통하여 지정하는 'Skin' 표기에 대한 정량적 기준 수립
- ▶ 물질 특성 및 독성 정보를 바탕으로 수산화테트라메틸암모늄(TMAH) 등 24종의 화학물질에 대해 시급하게 'Skin' 표기 추가 지정 필요
- ▶ 피부 노출 관련 유해성에 대한 고려 결과, 피부 과민성의 경우 별도 표기(notation) 필요
- ▶ 「산업안전보건법」상 안전보건기준규칙 내 관리조치 조항을 목적(보호복 등의 비치, 유해성 등의 주지)에 적합하도록 개정

03 연구활용방안

활용방안

작업장에서 화학물질의 피부 노출에 의한 위험성을 평가하는 과정을 유해성 평가, 노출 평가, 위험성 결정, 관리 조치의 각 단계별로 구분하여 요소별 함의, 제한점과 활용 가능성, 추가 연구 방향 등을 확인할 수 있었음

- ▶ 이를 바탕으로 국내 실정에 적합하게 피부 노출 위험성을 체계적으로 평가하고 관리할 수 있는 기초 자료를 제시함으로써 안전한 화학물질 사용에 기여할 것임



연락처

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

03

무기도료 내 금속성분 분석을 통한 MSDS 개선방안

연구기간_ 2022년 1월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 도료, 무기안료, 복합무기안료 (CICPs), 복합다성분물질 (UVCB), MSDS

Highlights

다양한 도료 내 무기 금속성분을 분석하고 「산업안전보건법」상 유해물질 함유여부를 확인한 결과 도료 중 무기안료는 도료에 함유된 다른 금속화합물과는 다른 특성, 즉 입자의 크기, 결정구조 및 복잡한 성분을 가지고 있으므로 다른 금속화합물과는 별도로 유해성을 평가해야 하며 MSDS 작성 시에도 이를 반영해야 함

01 연구배경

화학물질의 유해성·위험성분류

- 화학물질(Substance)은 자연상태 또는 제조공정의 결과물인 화학원소 및 그 화합물로서 화학물질 규정을 이행하는 데 있어 유해성·위험성 분류를 위한 물질의 식별은 필수적이며 물질의 유형을 확인하는 것이 필요함
- 「산업안전보건법」(이하 '산안법')에 따라 물질이 근로자에게 건강장해를 일으키는 화학물질(이하 '유해물질')이거나 유해물질을 일정 중량비율 이상 함유한다면 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheet, MSDS)상에 반드시 구성성분으로 기재하여야 함

도료의 용도 및 조성

- 화학제품 중 도료는 산업의 중간재로 토목/건설, 철강/금속, 선박/자동차, 전기/전자 산업 등의 광범위한 마감소재로 사용되어 제품의 외관을 보호하여 수명을 연장시키고 미장효과를 발휘하여 완성도를 높이는 소재로서 전반적인 연관 효과가 큰 소재 산업임
- 도료는 수지, 용제, 안료, 첨가제 등으로 구성되어 있는데 일반적으로 수지를 용해하고 안료를 배합 및 분산한 후 첨가제를 넣어 조합, 조색하는 과정을 거쳐 제조됨. 여기에서 수지와 용제는 주로 유기성분이며

무기성분은 주로 안료(무기안료)에 포함되어 있으며 유기안료 및 유무기 복합안료나 첨가제에도 함유되어 있을 수 있음

- 그러나 도료의 MSDS를 조사한 결과 영업비밀사항으로 보호하고 있거나 정확한 성분이나 함유량 정보를 제공하고 있지 않은 경우도 많았음. 또한, 안료성분은 색상지수로 표기하는 경우가 많으며 기재방법이 통일되어 있지 않아 사용자들이 정확한 성분 및 유해성을 인식하지 못할 수 있음

도료의 금속성분 분석 및 MSDS 개선방안

- 따라서 본 연구에서는 다양한 도료의 무기 금속성분을 분석하여 산안법상 유해물질 함유여부를 확인함으로써, MSDS의 구성성분 및 함유량의 표기 실태를 파악하고 개선방안을 제시하여 유해물질 관리 강화에 기여하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

도료 자료 조사

- 도료의 금속성분 분석을 위하여 우선 도료의 기본 요소, 종류, 안료, 무기안료, 복합무기안료 등의 자료를 조사하였음
- 도료는 액체성분과 고체성분이 혼합되어 있는데 일반적으로 수지(resin/binder), 용제(solvent), 1차안료(primary), 체질안료(filler/extender), 착색제(colorant)로 구성되며, 기타 첨가제가 혼합되어 있음
- 도료는 용제 30~80%, 수지 20~60%, 안료 2~40%, 첨가제 0~5%의 비율로 구성되는데, 주로 수지와 용제는 유기성분이며 안료나 첨가제에 무기성분이 포함되어 있을 수 있음

대상 유해물질 및 시료 선정

- 산안법상 유해물질 중 금속원소 성분을 선택하였음. 각 물질의 분자식, 구성원소, 물질유형 등 물리적 특성을 조사하여 구리, 납, 니켈, 망간, 아연, 알루미늄, 티타늄, 크롬, 코발트 등 26종을 대상 유해물질로 선정하였음
- 또한, 현재 유통되고 있는 다양한 종류의 도료 중 해당 제품의 MSDS를 검토하여 대상 유해물질을 함유할 것으로 예측되는 시료 19종을 임의로 선정하였음

도료의 성분 분석방법 최적화

- ICP(유도결합플라즈마분광광도계)를 이용한 도료의 분석방법과 이를 통한 분석사례 등을 조사하여 분석조건을 최적화하고 유효성을 확인한 결과 직선성, 정밀도 및 정확도, 검출한계 및 정량한계는 양호하게 나타났음

도료의 분석 및 유해물질 함유 여부 확인

- 금속성분 중 은(Ag), 비소(As), 붕소(B), 베릴륨(Be), 칼륨(K), 몰리브덴(Mo), 셀레늄(Se), 탈륨(Tl)은 모든 시료에서 검출되지 않았거나 검출한계 미만이었음
- 가장 많이 함유한 성분은 알루미늄(Al), 철(Fe), 칼슘(Ca), 나트륨(Na) 등이었으며, MSDS에 기재된 성분과 정성분석결과를 비교한 결과 10종은 일치하나, 9종은 MSDS에 기재되지 않은 성분이 검출되었음

시사점

도료의 MSDS 작성법 제언

- MSDS 작성 시 구성성분의 명칭 및 함유량은 화학제품을 구성하는 성분정보를 성실히 기재하여야 함. 도료에는 무기안료, 첨가제 등 다양한 금속성분이 함유되어 있을 수 있으므로 개별물질뿐만 아니라 혼합물로서의 유해성을 고려해야 하며 구성성분에 따른 다양한 분석방법을 선택하여 종합적으로 평가하는 것이 필요함
- 또한 색상지수로 표기한 시료는 정확한 물질명으로 대체하여 기재하거나 법적규제 현황에 대상 유해물질을 기재하도록 권고하고 이산화티타늄, 나노폼, 복합무기안료 등의 이슈에 적극적인 대처와 올바른 MSDS 작성을 위한 구체적인 가이드라인 제정이 필요하다고 판단됨
- 결론적으로 도료 중 무기안료는 도료에 함유된 다른 금속화합물과는 다른 특성, 즉 입자의 크기, 결정구조, 복잡한 성분을 가지고 있으므로 다른 금속화합물과는 별도로 유해성을 평가해야 하며 MSDS 작성에도 이를 반영해야 함

03 연구활용방안

활용방안

- 본 연구결과는 도료에 함유되어 유해 금속성분이 분류에 영향을 끼칠 만큼 함유되어 있는지 판단하는 데 도움이 될 수 있으며, 제조사의 MSDS와 비교 검토 및 적정성을 확인을 통하여 MSDS 개선을 위한 지침이 될 수 있을 것임. 따라서 무기도료의 올바른 MSDS 작성을 통하여 사업장 화학물질 관리에 기여할 수 있을 것임



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 산업화학연구실 한정희
- 연락처: 042-869-0352
- e-mail: hanjh@kosha.or.kr

04

화학물질에 의한 직업성 질환 발생 시 체계적 대응을 위한 프로세스 구축

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월
핵심단어_ 감시체계, 직업병, 화학물질

Highlights

노동자에게 급성 화학물질 중독이 발생했을 때 이를 신속하게 발견(수집)하고 조치하는 대응체계를 이해당사자별(피해 노동자, 동료, 가족, 의료인, 노동조합, 정부 등)로 개발하고 제안했음. 대응은 급성 화학물질 중독사례의 체계적 수집과 분석부터 중독사례 직무 관련성 조사와 조사결과의 국가 자료 통합과 저장과정을 모두 포함했음

01 연구배경

급성 화학물질 중독 등 직업병 발생 시 대응 체계 필요성 대두

- ▶ 화학물질 노출로 인한 중독, 질병이 매년 반복되지만, 현재 우리나라 직업병 감시체계가 미흡한 실정임
 - 산업재해 보상 신청 제도만 존재하고 정부 주도의 감시/대응 체계 미비
 - 직업병, 직무 관련 질병 사례를 발견/수집/감시 시스템 및 분석·통계자료 부족

02 주요연구내용

연구결과

국내·외 직업병 감시체계/프로그램 현황

- ▶ 국내 : 정부 주도 감시체계 및 감시체계 결과를 통합한 국가자료 없음
- ▶ 국외(미국, 유럽 등)
 - 정부 주도 감시체계 운영 및 감시체계 결과를 통합한 국가자료를 통해 직업병, 직무관련 질환의 경향 등을 파악하여 직업병 예방에 활용
 - 효과적인 직업병 사례 수집을 위해 의료인에게 직업병 의심 사례 보고 의무를 부과

국내·외 급성 화학물질 중독 사례 수집/분석/대응 체계 비교

- ▶ 국내 : 급성 화학물질 중독 사례 수집/분석/대응 체계가 없으며, 주로 언론 보도에 대해 정부(고용노동부)에서 행정적/법적으로 대응함
- ▶ 국외 : 중독관리센터(poison control center) 등 공중보건 감시체계와 협력함
 - 노동자를 포함한 시민들의 물질 중독 사례를 실시간으로 감시
 - 이상 사례가 발견되면 즉각 조치하여 원인 제거 및 추가 확산 방지

급성 화학물질 중독 사례를 수집/분석/대응 체계 개발

- ▶ 대응 주체 구분 및 역할

대응 주체	대응 주체 역할	참고 사항
노동자, 노동조합	중독자/동료/가족 등 적극적 신고	1차 대응자: 신고하지 않으면 감시체계에 잡히지 않음
사업장/사업주	고용 노동자 안전보건 책임 중독 사례 신고	—
119 구조대	급성 중독 노동자 이송 등 적극적 신고	—
의사 등 의료 전문가	급성 중독 신속 치료와 신고	—
작업환경측정 기관	급성 중독 발생 환경 사전 인지	화학물질 관리/공학적 대책/보호구 지급 등 결함 파악 전문성 필요
특수건강진단 기관 등 산업보건활동 기관	검진 결과 급성 중독 사전 인지	사업장 사용 화학물질 중독 특성 예방 등 전문가
정부	노동자 안전보건 감시 책임	—

- ▶ 정부의 급성 화학물질 중독 대응 체계 구축

- 대응기관(안전보건공단)은 급성 화학물질 중독 사례의 신속한 발견, 치료, 직무 관련성 평가, 원인 제거, 산업재해 보상, 화학물질 중독 확산 차단과 예방 등의 업무를 수행

- 급성 화학물질 중독 대응 절차(10단계)



- 급성 화학물질 중독 대응 체계 활성화하기 위한 기반 구축 요건
 - 사업장 내 급성 화학물질 중독 사례를 발견 및 신속 대응을 위한 사업주 의무 법제화
 - 특수건강진단, 보건관리 대행 등을 수행하는 산업보건 전문가들이 급성 화학물질 중독사례를 적극적으로 신고하도록 법제화 검토
 - 병원 의료인의 급성 화학물질 중독 등 직업병 신고 활성화 조치
 - 화학물질 중독 예방, 사례 수집과 대응에서 이해당사자들의 활동 법제화

시사점

- **노동자에게 급성 화학물질 중독이 발생했을 때 신속하게 발견하고 조치 가능한 급성 화학물질 중독 대응체계 개발**
 - 사업주, 노동자, 산업보건 전문가 등 이해당사자 포함
 - 정부 대응 주체는 직업병감시체계에 대한 전문성과 지속성이 있는 안전보건공단 산업안전보건연구원으로 제안

- 급성 화학물질 중독사례의 체계적 수집과 분석부터 중독사례 직무 관련성 조사와 조사결과의 국가 자료 통합·저장과정을 모두 포함

03 연구활용방안

활용방안

- **향후 보상/비보상 직업병 감시체계 구축 시 활용 가능**
 - 직업병, 직무관련 질병에 대해 체계적, 지속적인 감시체계 필요
 - 국가 자료로 통합하는 전략 수립 시 직접적으로 활용
- **화학물질 급성중독 재발 방지를 위한 예방 대책 수립 시 활용**
 - 노동자, 사업주, 산업보건 전문가, 의료인 등 이해관계자의 역할 및 활동을 법적의무/ 자율로 「산업안전보건법」에서 규정하고, 사업장 예방 활동에 초점을 맞춘 대응체계 수립 필요



연락처

- 연구책임자: 한국방송통신대학교 박동욱 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 산업화학연구실 신아름
- 연락처: 042-869-0357
- e-mail: arom@kosha.or.kr

05

소규모 사업장 화학물질
관리 정부 지원 사업 모델 적용(1)

연구기간_ 2022년 4월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 소규모 사업장, 정부 지원 사업, 사업장 관점, 대화식 접근, 화학물질 관리역량

Highlights

RIEC(인지-구별-평가-조절(인구평조)) 프로그램은 산업보건 인적자원이 부족한 소규모 사업장을 대상으로, 원리에 기반하여 방문 맞춤형 지원을 통해 사업장이 실행에 집중할 수 있도록 고안한 방식. 이에 대한 사업장 매뉴얼 및 활동가 매뉴얼을 개발하였으며, 이 중에서 R(인지), I(구별) 단계에 대한 1차 시범사업 수행을 통하여 그 효과성을 확인하였음

01 연구배경

- 산업보건 분야 정부 지원 사업 - 디딤돌 사업과 민간위탁 사업 보건분야 - 유경험자를 대상으로 한 연구 (박미진 등, 2021)에서 사업장에서의 수용성과 효과성에 대한 부정 평가가 있었음
- 이에 정부지원 사업의 패러다임 전환을 위해 효과적인 정부지원 모델로서 RIEC(인지-구별-평가-조절(인구평조)) 프로그램이 제안되었고, 시범사업을 통해 현실 적용 가능성을 검증하고자 함
 - R(Recognition), I(Identification), E(Evaluation), C(Control)
- 본 시범사업은 단계적으로 실시하며, '22년에 R: 인지 단계와 I: 구별 단계의 내용을 진행하고, '23년(예정)에 E: 평가와 C: 조절과 개선의 단계를 진행할 예정임

02 주요연구내용

연구결과

- EU-OSHA(유럽 안전보건청)의 SESAME(Safe Small and Micro Enterprises) 보고서와 영국 산업보건안전청의 COSHH(Control of Substances Hazardous to Health) 가이드의 활용

- 소규모 사업장의 산업안전보건 규제 및 지원과 관련하여 회피자, 반응자, 학습자의 3가지유형으로 분류하여 구성과 시범 사업을 통한 변화를 고찰하였음
- 소규모 사업장은 위험에 대한 과소평가, 개인 지식에 대한 과대평가로 인해 대화 중심의 지원 방식이 변화를 끌어낼 수 있다고 판단, 영국 COSHH 가이드를 참고하여 사업장 중심의 어조와 대화 방식의 가이드를 구성하였음

정부 지원 사업(디딤돌과 민간위탁 포함)의 역할에 대한 정부와 공공기관 관계자의 심층인터뷰

- 근속 연수 15년 이상인 각 기관의 4인들과 개인 심층 인터뷰를 진행한 결과, 「산업안전보건법」을 알지 못했던 사업장을 법적 테두리에 들어오게 하는 것이 주요 목적이었으며, 사업의 성격은 정부가 민간에 예산을 주는 물량 사업으로 인식하고 있었음
- 소규모 사업장의 보건 지원 사업은 행정 및 공공기관 조직 내에서 위상이 낮았음
- 소규모 사업장에 대한 접근성의 어려움은 모두 겪고 있으며, 민간위탁 사업의 경우, 수집된 정보량에서 활동가의 배경(간호사 또는 산업위생가)에 따라 정보의 편차가 심하다는 의견이었음
- 정부 지원 사업에 대한 새로운 구상에서 가장 핵심은 사업주에게 화학물질 사업의 필요성을 알게 하는 것이며 감독을 통해 체계적인 관리가 가능하도록 할 필요가 있음을 피력하였음

RIEC(릭)/인구평조(인지/구별/평가/조절) 프로그램 개요

- 인구평조 프로그램은 산업위생의 정의인 유해위험 요인을 예측/인지/평가/조절하는 과학적 원리를 구체적인 사업장의 프로그램에 맞춰서 인지/구별/평가/조절로 재구성하였음
 - 첫 단계는 대화를 통해 사업장의 관점에서 화학물질의 유해성과 관리 필요성을 인식하게 하고,
 - 두 번째는 사업장에서 사용하는 유해물질을 구별해내고,
 - 세 번째는 위험의 수용 가능성을 평가하여,
 - 네 번째로 노출을 조절하고 개선하는 원리를 적용하였음
- 사업장 관점의 어조와 방법을 통해 이해하고 실행하기 쉬운 접근 방식을 제시하였음
- 정부 지원 사업 프로그램의 디자인을 위해 '21년에는 사업장과 소규모 사업장 산업보건 전문가를 대상으로 질적·양적 인터뷰를 하였고, '22년에는 예산을 책정하고 집행하는 고용노동부와 안전보건공단 담당자 심층 인터뷰를 통해 프로그램의 개선점을 도출하였음
- 기존 정부 지원 사업이 소규모 사업장에 대한 「산업안전보건법」 적용 대상 확대를 목표로 하였다면, 새로운 패러다임은 사업장 실행을 위해 사업장을 방문하여 제안 방식의 맞춤형 지원을 하는 것으로 구상하였음

시범사업을 위한 사업장 매뉴얼과 활동가 매뉴얼 구비

- 소규모 사업장을 방문하는 활동가들의 활동 내용과 수준을 질적으로 균질화하기 위하여 활동가 매뉴얼과 RIEC(릭)/인구평조 프로그램-사업장 매뉴얼을 만들어 활용하였음
- 또한, 시범사업 활동 후 활동일지를 통해 향후 개선점 보완이 가능하도록 하였음
- RIEC(릭)/인구평조 프로그램은 스토리텔링 방식으로 원칙을 연결한 것으로,
 - 사업장 눈높이의 “왜”에서 시작하여 화학물질 관리의 필요성을 인식(R, Recognition)하게 하는 것에서 출발하여
 - 사업장의 화학물질 목록을 만들고, MSDS를 확인하게 하여 관리해야 할 유해성 물질 목록(I, Identification)을 만들게 하고,
 - 공정과 노출 경로 파악을 통해 노출 가능성을 확인하여 정성 또는 정량적 위험성 평가(E, Evaluation)를 하고,
 - 실행 가능한 합리적 대책을 마련하여 노출의 우선순위에 따라 노출을 조절(C, Control)하고 개선하게 함

시범사업 대상 선정

- 고독성 물질(발암 물질 등)을 사용하는 것으로 파악된 소규모 사업장 인벤토리에서 화학물질 관리 수준과 사업장 규모 등을 할당, 자발적으로 지원을 수락한 사업장 20개소 시범사업 대상 사업장으로 선정하였음
- 총 55개소 접촉하는 중에 20개소 받아들여 36%의 수용율을 보였음
- R과 I단계를 통해 회피자 성향의 사업장 6개소 포함하면, 접촉한 55개소 사업장 중 회피자로 분류되는 사업장은 41개소로 접촉사업장의 75%에 해당됨
- SESAME 보고서에 따르면 영세 소규모 사업장 대부분은 사업 생존을 위해 비용 최소화를 중심에 둔 아랫길(low road) 생존 전략(최소한의 임금, 최대한의 노동 강도, 생산이외 간접비용 최소화 등)이 주를 이루고 있음
- 본 연구의 후보 사업장의 경우 추가적인 원인(예: 정부 지원이지만 정보 유출로 법적 추적의 가능성이 있다 등)이 있을 것으로 보이나 회피자들의 회피 이유에 관한 것은 추가 연구가 필요함

시범사업 결과

- MSDS 구비 정도는 시범사업장 20개소 중 빠짐없이 구비한 경우 35%, 비교적 잘 구비한 경우 40%,

- 일부 구비한 경우 25%로 대부분의 사업장이 어느 정도 구비하고 있었으나, 유해화학물질 정보를 포함한 화학물질 목록이 없는 경우가 85%(17개소)였으며, 3개소는 식약처와 환경부 제출용으로 보유하고 있어 화학물질의 유해성 관리 자체를 목적으로 목록을 구비한 곳은 없었음
- 이는 MSDS가 유해성 정보인식의 수단으로 사용되기보다 MSDS 구비 그 자체의 의미로 실행되고 있음을 알 수 있었음
- RIEC(인구평조) 프로그램의 인지(R)단계와 구별(I)단계에 대한 프로그램 평가는 70%(14개소)가 긍정적이었으며, 30%(6개소)는 약간 부정적이었음
- 약간 부정적인 표현을 한 사업장의 특징은 본인의 사업장이 위험하지 않다고 생각하거나 관리가 잘 되고 있다고 생각했으며, 시범 사업을 위한 시간 할애가 어렵다고 대답하였음
- 구별(I)단계에서 사업장에 화학물질/고독성 물질 목록과 MSDS를 완비하여 전달한 것에 대한 반응도 75%는 긍정적으로 자체역량으로는 불가능한 매우 유용한 서비스라고 표현하였으며, 나머지 25%는 긍정 반응도 부정 반응도 하지 않았음
- 인지(R)와 구별(I)단계를 수행한 산업보건활동가의 주관적 평가에 따르면 사업장의 95%(19개소)에서 긍정적 느낌을 받았으며, 그 이유는 지속적인 만남을 통해 생각을 공유하고, 대안이 없는 사업장의 입장도 더 깊이 이해하게 되었다고 했음
- 부정적으로 평가한 이유는 담당자의 자세가 방어적이었고, 공감을 하지 않았다고 답하였으며, 정부 지원의 타 사업과의 차별성으로는 “방법을 알려 주고, 함께 길을 찾는 방법”이라고 표현하였음

시사점

- 심층 인터뷰를 통해 기존 정부 지원 사업의 특성을 확인할 수 있었음
 - 법 테두리 확대의 성격, 공급자 위주의 물량 서비스, 관심 부족, 과다한 사업수행내용 등
 - 사업주의 필요성 인식, 체계적 감독, 핵심적 정보 취득, 민간위탁 서비스 질 관리 등이 중요함
- 정부 지원 사업에서 가장 큰 어려움은 서비스 진입 자체에 대한 어려움이었음
 - 사전 신뢰 관계 조사 결과에 따라 긍정적 변화도 확인하였으나, 일반적인 서비스 거부에 대한 이유는 추가적인 연구가 필요함
- 사업장 매뉴얼, 사업장 방문 시 활동가 매뉴얼을 개발하여 시범 사업에 활용하였으며, 시범사업 수행에 따른 사업장 유형의 변화를 확인할 수 있었음
 - 시범사업에서의 의견을 반영하여 추가 개선 사항 도출 필요

03 연구활용방안

💡 활용방안

- ❖ RIEC(릭)/인구평조 프로그램에서 R: 화학물질 관리 필요성 인지 단계는 소규모 사업장의 관점에서 이해할 수 있는 언어로 필요성과 관리 방법의 개념을 숙독하게 하는 역할을 할 수 있음
- ❖ 또한, I: 구별 단계에서 외부 산업보건 서비스 제공자가 사업장 맞춤형 화학물질 목록과 MSDS를 갖추는 작업을 수행함으로써 사업장에 실질적인 도움을 줄 수 있으며, 이 과정에서 대화를 통한 학습과 구체적인 정보 제공으로 소규모 사업장 화학물질 관리역량 향상에 기여할 수 있음
- ❖ 지원 서비스를 위한 상세한 활동가 매뉴얼과 사업장 매뉴얼을 개발 제공함으로써 서비스 활동가들의 서비스 질을 균등하게 높일 수 있어, 화학물질 정부 지원 사업에 즉각 유용하게 활용할 수 있음



연락처

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

06

산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식 개선

연구기간_ 2022년 3월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 화학물질 규제, 사회경제성 분석, 건강 편익, 사회적 비용

Highlights

「산업안전보건법」 화학물질 규제의 사회경제성 분석을 위한 기존 평가방식을 국내·외 동향 및 사회후생적 관점에서 개선하고자 하였고, 이를 위해 국내·외 동향을 검토하여 시사점을 도출하였음. 또한 사회경제성 분석에서 핵심적 역할을 하는 주요 건강편익을 재산정하였으며, 비용의 종류 및 추정방법을 정리하였음. 이를 통해 「산업안전보건법」 화학물질 규제의 사회경제성 분석을 위한 기본틀(안)을 제시하였음

01 연구배경

- ❖ 유럽연합, 미국 등 주요 국가에서는 화학물질의 유해성·위험성 평가뿐만 아니라, 사회·경제적 영향을 종합적으로 고려하여 화학물질을 체계적으로 관리하는 추세임
- ❖ 국내 「산업안전보건법」 화학물질의 규제에 따른 사회경제성 분석에서 건강 개선 편익은 산업재해 손실 비용에 근거한 방식을 주로 사용하고 있으며, 비용은 산업계 준수비용으로 산정하고 있음
- ➡ 이와 같은 사회경제성 분석 방식은 화학물질 규제의 사회경제성 분석의 국내외 동향 및 사회후생적 측면에서 개선의 여지가 있음
- ❖ 따라서, 본 연구에서는 산업안전보건법 화학물질 규제의 사회경제성 분석을 위한 기존 평가 방식을 국내·외 동향 및 사회후생적 관점에서 개선하고자 하였음

02 주요연구내용

🔍 연구결과

- ❖ 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식의 국내외 동향 조사
 - ➡ 「산업안전보건법」 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기존 방식과 최근 보고서 사례 및 국내·외 동향을 검토한 결과, 사회후생적 관점에서 편익과 비용이 정의되고 측정될 필요가 있다는 시사점을 도출함

- 화학물질 관련 건강편익 산정은 사망위험 및 질병위험 감소로 인한 편익으로 정의되고, 통계적생명가치(VSL) 또는 질병의 사회경제적 비용으로 측정되고 있음

- 한편 화학물질 관련 비용은 산업계의 준수비용을 포함하는 사회적 비용으로 정의되고 측정함

❖ 사회경제성 분석의 건강 편익 산정 및 비용의 추정방법 정리

- 화학물질 규제에 따른 건강 편익 산정에서 이용 가능한 건강 영향 정보에 기초하고, 사회후생적 관점에서 우선순위를 정하여 근로자의 건강 편익을 산정하는 잠정적 방안을 제시함
 - 신영철 등(2021)에서 제시된 근로자의 통계적생명가치(VSL) 16.42억원(95% 신뢰구간 15.63 ~ 17.21억원)을 사망 특성별로 구분하여 해도닉(특성) 임금모형으로 질병사망 관련 통계적생명가치(VSL) 6.1억원(95% 신뢰구간 4.54 ~ 7.68억원) 및 사고사망 관련 통계적생명가치(VSL) 21.13억원(95% 신뢰구간 6.58 ~ 35.78억원)을 추정함
 - 근로자의 질병위험 감소 편익은 건강보험정책연구원(2017)의 분석 결과를 2020년 기준으로 재산정하여, 20대 대분류 질병군별로 37.6만원 ~ 10억 8,280만원이고 평균 1.47억원임. 질병의 사회경제적 비용은 298개 중분류로도 정리하여 부록에 포함하였음
 - 그동안 주로 이용되었던 산업재해 급여 정보 및 하인리히(Heinrich) 방식을 이용한 산업재해 1인당 총 비용 8,400만원을 사망 산업재해와 사망 제외 산업재해로 분리하여 1인당 총비용을 산정함. 그 결과 사망 산업재해 1인당 총비용은 6.05억원이고, 사망 제외 산업재해 1인당 총 비용은 8,000만원임. 사망 산업재해 1인당 총 비용은 산업재해 1인당 총비용의 7.19배에 해당하므로, 기존의 산업재해 평가방식이 사망 산업재해의 비용을 과소평가함을 확인함
 - 산업재해 급여 정보에 질병의 사회경제적 비용 정보를 반영한 결과, 산업재해 1인당 총 비용은 1.47억원, 사망 산업재해 1인당 총 비용은 10.56억원, 사망 제외 산업재해 1인당 총 비용은 1.40억원으로 재산정됨. 앞서 산업재해 급여 정보를 이용한 기존 방식이 건강 편익을 과소평가할 여지가 있음을 확인함
- 화학물질 규제의 비용을 사회적 비용으로 정의하고, 직접비용과 간접비용으로 구분함
 - 직접비용은 산업계의 준수비용, 정부 규제비용, 사회적 후생손실비용, 이전비용을 포함함. 화학물질 규제의 사회적 비용 중 주로 측정될 필요가 있다고 판단되는 산업계의 준수비용 및 사회적 후생손실 비용의 추정방법을 정리하였음

❖ 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석의 기본틀(안) 제안

- 「산업안전보건법」 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석의 기존 방식 및 분석 사례 검토, 주요 건강 편익의 산정, 비용 정의 및 추정방법의 정리를 근거로, 「산업안전보건법」 화학물질 규제 관련 사회경제성 분석의 기본틀(안)을 정리함

- 여기에는 사회경제성 분석을 위한 5단계별 주요 과업 내용과 함께 분석기간, 할인율, 비용편익분석방법 등과 관련된 사항들도 포함함

🔍 시사점

❖ 화학물질 규제 관련 편익 및 비용은 사회후생적 관점에서 정의되고 측정되어야 함

- 특히, 화학물질 관련 건강편익 산정은 사망위험 및 질병위험 감소로 인한 편익으로 정의되고, 통계적 생명가치 또는 질병의 사회경제적 비용으로 측정할 수 있음. 한편, 화학물질 관련 비용은 산업계의 비용을 포함하는 사회적 비용으로 정의되고 측정할 수 있음.
- 또한, 연구결과 기존의 산업재해 급여 정보 및 하인리히 방식을 이용한 평가방식이 건강편익을 과소평가하고 있다는 사실을 확인할 수 있었음

03 연구활용방안

💡 활용방안

❖ 「산업안전보건법」 화학물질 규제의 사회경제성 분석에 활용

- 본 연구에서 산정(정리)한 통계적생명가치(VSL), 질병의 사회경제적 비용, 산업재해 급여를 활용한 건강 편익 등을 활용할 수 있음. 또한, 비용의 종류와 추정방법과 더불어 사회경제성 분석의 기본틀(안)을 분석에 이용할 수 있음

❖ 근로자의 건강 관련 정책의 평가에 활용

- 본 연구에서 추정한 근로자의 건강 편익 즉, 근로자의 통계적생명가치(VSL) 및 질병의 사회경제적 비용 등은 산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석뿐만 아니라 근로자의 건강 관련 정책의 비용편익분석에도 이용할 수 있음



연락처

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

07

금속제품 세척제 관련 화학물질 규제변화의 영향조사 및 개선방안 마련 - 할로겐화 유기용제 세척제 중심으로 -

연구기간_ 2022년 5월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 할로겐세척제, 화학물질관리정책, 규제회피, 공급망관리

Highlights

'22년 세척제 급성중독 사고는 사업장 작업환경관리 부실, 산업보건서비스 부실, 그리고 규제 회피 행위가 연계된 사고이며, 규제 변화가 원료 변경에 직접적인 계기로 작용한 것으로 보임. 우리나라는 시장 내에 위험을 외부화하는 정책, 문화가 지배적이어서 규제가 성공하기 어려운 상황이며, 세척제 사용 기업만 관리하는 것으로는 충분하지 않음. 한편 해외사례를 볼 때 세척제 산업의 안전성을 높이는 것은 가능할 것임

01 연구배경

2022년 2월, 국내 경남지역의 두 사업장에서 할로겐 세척제로 인한 급성중독 사고가 발생함

- 원인물질인 트리클로로메탄은 급성으로 간 손상을 발생시키는 독성물질로 국내, 유럽 등에서 세척제로 사용된 사례가 없었으므로 산업보건 측면에서 사건에 대한 심각성이 인지되었음
- 이에, 정부에서는 사고 배경 및 유사 공정 보유 사업장 등에 대한 조사를 실시하였으며, 그 과정에서 세척제 성분을 속이거나 함량을 조작하는 등의 문제가 드러났음
- 한편으로는 유독물질의 지정 확대 및 혼합물 함량기준의 강화가 배경으로 지적되기도 하였음

따라서, 본 연구에서는 국내 세척작업에서 이러한 문제들이 발생하는 원인을 진단하고, 대책을 마련하기 위하여 다음의 질문에 대한 답을 찾고자 하였음

- 첫째, 세척작업에서 사용할 세척제는 할로겐 세척제와 같은 위험한 물질밖에 없는가?
- 둘째, 사고가 발생한 사업장에서는 왜 트리클로로메탄을 사용하게 되었는가? 일각의 우려대로 유독물질 관련한 정부 규제의 강화가 중요한 원인인가?
- 셋째, 정부의 사고조사 결과 등을 종합할 때 이번 사건의 핵심적 원인은 무엇이며, 그에 대해 정부는 어떠한 대책을 마련해야 하는가?

02 주요연구내용

연구결과

대체세척제·세척기술 개발 및 적용에 대한 국내·외 사례

- 이번 사고는 대체 세척제 및 세척기술의 부재와 같은 기술적 원인으로 발생한 것은 아님. 국내에서도 대체세척제 및 세척기술에 대한 연구개발이 활발히 이루어졌으며, 국내·외 사례를 통해 할로겐 세척제를 수계, 준수계, 알코올계 세척제 등으로 대체가 가능함이 확인됨
- 다만, 완벽한 대체는 불가능하므로, 디클로로메탄이나 트리클로로에틸렌 같은 할로겐 세척제는 미국, 유럽 등에서도 아직 사용되고 있음. 대신 할로겐 세척제를 사용하지 않아도 되는 작업에서는 알칼리 세척제와 같이 보다 유해성이 낮고 환경에 피해가 적은 물질이 사용되고 있음
- 사고 발생 사업장은 기존에 디클로로메탄 등을 사용하고 있었던 사업장으로, 국내·외에서 세척제로 사용되지 않던 트리클로로메탄을 사용한 것은 매우 특수한 상황으로 볼 수 있음

트리클로로메탄을 세척제로 사용한 이유

- 트리클로로메탄을 주성분으로 한 세척제 원료 공급사 및 세척제 제조사와 인터뷰 실시 결과, 「화학물질 관리법」에 따른 유독물질에 해당되지 않는 세척제를 사용자 기업이 원했다는 입장을 확인
- 또한, 공급자 기업은 트리클로로메탄의 유해성을 알고 있었고, 사용자 기업에게 국소배기장치가 필요함을 전달하였다고 발언하였음
- 하지만, 공급자 기업 홈페이지에는 트리클로로메탄이 유독물질이 아니면서 비용이 저렴한 친환경 세척제(또는 대체세척제)라고 홍보하고 있어 인터뷰 결과와 다른 정황이 확인됨
- 유독물질이나 특별관리물질 지정 등의 규제가 세척제 원료 성분 변화에 영향을 미치는지 확인하기 위해 톡스프리 DB를 활용한 분석을 실시한 결과, 유독물질 지정 확대 또는 함량기준 강화 시점에 MSDS상 세척제 성분이 바뀌는 것이 통계적으로 확인됨
- 또한, 인터뷰를 통해 구미 불산 누출사고로 인해 전면 개정된 「화학물질관리법」이 강력한 이행력을 확보하게 된 2015년 이후 이러한 현상이 본격화 되었음을 알 수 있었음

사고 발생의 중요 원인

- 이번 사고의 직접적 원인은 국소배기시설 미비 등이라 볼 수 있으나, 급성 간 손상 측면에서는 디클로로메탄에서 트리클로로메탄으로의 세척제 변경이 결정적 원인이라 볼 수 있음
- 사업장의 작업환경관리 부재, 부실한 산업보건 서비스 문제, 유독물질 관리기준을 회피하려다가 심각한 급성독성물질을 사용하면서 발생한 사고라고 해석할 수 있음

규제회피 행위와 관련된 시장 요인 분석

- 인터뷰를 통해 유독물질을 회피하려는 시도가 광범위한 차원에서 진행되고 있음을 확인하였으며, 이는 사업주 개인의 문제가 아니라 시장 자체의 문제가 크게 작용할 가능성을 보여줌
 - 세척제 공급자 및 사용자는 모두 공급망에서 부품단가가 너무 낮게 책정되고 있으며, 세척단가가 부품단가에 제대로 반영되고 있지 못하는 점을 원인으로 지적하였음
 - 또 하나의 요인은 이러한 회피행위가 쉽게 적발되지 않을 것이라는 판단이 있었다는 점으로, 유독물질을 회피하는 경우 환경부에서는 유독물질을 사용하지 않는 것으로 간주되므로 감독이 이루어지지 않고, 고용노동부는 노출기준 이하인 경우 별도의 감독이 거의 없다고 인식됨
 - 즉, 낮은 부품단가로 인해 생산비용을 줄여야 하는데, 위법적 규제회피 행위를 하더라도 적발 가능성이 낮은 세척작업에서 생산비용을 줄이는 것이 업계의 관행처럼 형성된 것임
- 최근 ESG 정책 강화 및 대기업의 공급망 관리 정책 강화에 대해 세척제 사용자 기업들은 형식적 서류 관리일 뿐이라고 일축하였음
 - 사고 발생 사업장 모두 대기업 1차 협력사였으나, 이와 같은 문제점이 공급망 관리에서 발견되지 않은 것으로 보임
- 정부의 규제 감독과 시장의 자발적 관리 노력 모두 세척제 시장에서 벌어지는 위법적인 회피 행위를 발견하지 못하고 있었음

시사점

- 규제회피 행위라는 원인은 새롭게 인식된 것으로, 특히 화학물질 관리가 계속 강화될 것으로 예상되는 우리나라에서 규제회피 행위가 만연하게 이루어진다면 이것은 규제가 비효율적으로 작동될 것이므로 더욱더 중요한 문제라 할 수 있음
 - 연구결과 규제회피는 비용 절감 차원에서 진행된 것으로 특정 사업장만의 문제는 아닌 것으로 확인되었으며, 규제를 회피하더라도 발견되기 어려울 것이라는 사업주들의 판단은 중요한 정책문제라고 할 수 있음
- 우리나라는 시장 내 위험을 외부화하는 정책, 문화가 지배적으로 규제가 성공하기 어려운 상황임
 - 시장에서 자율적인 관리를 위해 노력해주면 좋겠지만, 아쉽게도 본 연구에서는 시장의 노력도 부실함이 확인되었음. 사고가 발생한 두 사업장으로부터 부품을 공급받는 대기업들의 경우 협력회사 관리 정책과 ESG 정책이 명확하게 존재하지만 이번 사고를 예방하지 못했음

03 연구활용방안

제언

규제회피를 선택할 가능성이 높다는 전제 하에 규제가 효과적으로 작동될 방안 마련 필요

- 유독물질 원료를 많이 사용하는 제품(세척제 등)에 대해 규제 강화로 인한 회피 발생여부를 감시하는 체계 필요 → 고용노동부의 MSDS DB를 활용해 규제회피 우려 제품군 예측 가능
- 이러한 예측에 기반하여 고용노동부 감독행정이 달라질 필요가 있음 → 사업장 방문조사 기준에 규제 회피 우려 제품군 사용 사업장 포함

제품 공급자들에 대한 정책 개발 필요

- 공급자의 이익을 위해 사용자의 규제회피를 조장하는 태도를 처벌할 수 있는 근거를 마련할 수 있는지 검토 필요(법적 처벌이 불가하다면, 국가가 시장에서 이들의 행위를 관찰하고 있다는 메시지를 주는 정책 도입) → 마케팅으로 불법적 메시지를 전달하는 것을 방지

시장과의 공조체계 구축 필요

- 대기업의 ESG 정책이 향후 정부 정책에 도움이 될 수 있는 도구라는 인식이 필요함. 사고 발생 사업장에서 공급망 관리가 실제로 집행되었다면 문제 예방에 크게 기여했을 것임
- 실제로 공급망 관리 정책에서 유해한 원료들을 사용하는 것을 감시하는 자율관리체계가 작동된다면 정부는 이를 적극 응원하고 활용하여야 함

해외사례를 볼 때, 안전한 세척제를 개발하고 보급하는 것은 정부의 고유한 역할

- 비용, 시설의 문제로 인해 대체세척제에 대한 선호도가 저절로 높아지긴 어려울 것이므로 정부의 역할이 필요함
 - 금속가공 사업장이 밀집된 산업단지에서 실험적으로 대체세척제를 사용하는 시설을 운영하는 등의 공공성 있는 대안을 모색하는 것도 방법이 될 수 있음
- 기업이 대체 세척제 또는 세척기술을 선택할 수 있도록 유도하기 위한 중장기 계획 필요



연락처

- 연구책임자: 노동환경건강연구소 최영은 팀장
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 산업화학연구실 이도희
- 연락처: 042-869-0355
- e-mail: iamdohee24@kosha.or.kr

08

크롬 및 그 화합물의 노출기준 개정방향

연구기간_ 2022년 04월 ~ 2022년 10월

핵심단어_ 총크롬, 6가 크롬, 3가 크롬, 비수용성, 수용성, 무기화합물

Highlights

크롬의 노출기준을 수용성, 불용성, 크롬광 가공, 그 외 6가 크롬 화합물로 구분하지 않고 크롬(6가)화합물(불용성) 수준인 0.01 mg/m³으로 노출기준 통합하며, 크롬(금속) 및 크롬(3가)화합물에 대한 노출기준은 크롬(3가)화합물로 통합하고 노출수준은 유지하는 것이 노출기준의 변화가 미미하여 소요되는 비용이 적어지고 편익/비용비가 1보다 커서 개정안 적용에 문제가 없음

01 연구배경

- 크롬 및 그 무기화합물은 5개(크롬(금속), 크롬(2가)화합물, 크롬(3가)화합물, 크롬(6가)화합물(수용성), 크롬(6가)화합물(불용성무기화합물))의 노출기준으로 구분되어 있고, 그 외에 개별물질 7종(크로밀 클로라이드, 크롬광 가공(크롬산), 크롬산 연, 삼차부틸크롬산, 크롬산 아연, 스트론티움크로메이트, 칼슘크로메이트)의 노출기준이 따로 설정되어 있음
- 우리나라의 크롬 및 그 화합물에 대한 12개의 노출기준은 미국산업위생가협회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)의 노출기준(Threshold Limit Value, TLV)을 준용하여 설정된 것이나, 2018년 기존의 TLV가 통합 및 철회된 이후의 TLV와는 상당 부분이 달라 개정에 대한 검토가 필요함

02 주요연구내용

연구결과

국내·외 크롬 및 그 화합물 노출기준 현황

- 우리나라의 크롬 화합물에 대한 노출기준은 2002년 처음 제정된 이후 2007년 크롬(6가)화합물(불용성) 노출기준을 0.05mg/m³에서 0.01mg/m³으로 낮추었음. 2008년 스트론티움크로메이트에 대한 노출기준을 0.0005mg/m³로 신설하고 2018년 칼슘크로메이트에 대한 노출기준을 0.001 mg/m³로 신설하였음

- 미국의 노출기준은 산업안전보건청 (Occupational Safety and Health Administration, OSHA), 국립직업안전위생연구소(National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH), ACGIH의 노출기준이 서로 크게 상이함. 우리나라와 달리 크롬(6가)화합물을 수용성과 불용성으로 구분하지 않으며, NIOSH와 ACGIH는 크롬광 가공(크롬산) 및 크롬산 아연 등의 크롬산 화합물을 크롬(6가)화합물로 취급함. 크롬(6가)화합물에 대해서는 낮은 노출기준(OSHA는 0.005mg/m³, NIOSH와 ACGIH는 0.0002mg/m³)을 적용하지만 크롬(2가) 및 크롬(3가) 화합물에 대해서는 국내와 동일한 0.5mg/m³의 노출기준을 적용함. ACGIH는 단시간노출기준(Short Term Exposure Level, STEL) 농도를 제시하고 있음
- 영국, 일본, 프랑스 등도 크롬(6가)화합물을 수용성과 불용성으로 구분하지 않지만 상황에 따라 차등 적용하는 2중 노출기준을 가지고 있음. 노출기준의 수준은 우리나라와 유사함. 독일의 경우 크롬(2가) 화합물을 제외한 나머지 물질들에 대해 노출기준을 설정하지 않고 사용자제 권고하고 있음

크롬 및 그 화합물의 독성 및 노출기준 설정근거

크롬(3가)

- 동물실험: 0.5mg/m³ 미만의 단기 노출 수준에서 병태생리학적 중요성의 변화 없음. 염기성 황산크롬(Ⅲ)은 가장 낮은 노출 수준인 3.0mg Cr(3가)/m³에서 염증성 폐 변화
- Huvinen et al.(1993, 1996, 2002a) 모든 Cr(3가) 화합물에 대해 흡입성 입자상 물질로서 0.003mg Cr(3가)/m³의 TLV-TWA 지정
- 폐암 및 피부 자극 자료 충분히 없음

크롬광 가공

- 크롬철광 광석(FeCr2O4)을 페로크롬 합금(ferrochromium alloys) 또는 크롬산염으로 가공하는 동안 크롬 금속, 크롬산염 및 크롬산염 화합물에 노출될 수 있으므로 가장 독성이 강한 크롬 6가와 노출기준 통일

크롬(6가)

- ARA(2009): 쥐의 LOAEL을 사용하여 종별 선량계측 모델링(MPPD v2.1)을 사용하여 동일한 일일 예치량에 대한 인간등가농도(HEC)를 도출; 인간에 상응하는 LOAEL은 0.0022mg Cr(6가)/m³으로 도출
- Gibb et al.(2000b): CrO3 노출 시 비강 및 귀에 대한 영향은 보통 0.010~0.015 mg Cr(6가)/m³의 중앙값 노출에 대한 노출이 시작된 후 1개월 이내에 발생

- Lucas and Kramkowski(1975): 0.002~0.020mg Cr(6가)/m³ 시간가중평균노출기준 (Time Weighted Average, TWA), 도금공에서 코 자극, 점막 위축 및 궤양, 폐기능 감소; 0.002mg/m³ 미만 작업자의 4/19(21%)에서 비강 자극 및 점막 위축 징후
- Park et al.(2004), Gibb et al. (2000a): 폐암 사망의 초과 위험은 0.0002mg Cr(6가)/m³에 노출된 작업자 1,000명당 1명으로 추산; Luippold et al.(2003)의 데이터 Crump et al.(2003) 분석하여 동일한 결과 얻음
- Lindberg & Hedenstierna(1983): “피크” 노출을 조사했을 때 다양한 비강 증상 및 징후에 대한 NOAEL이 0.0002~0.0012mg Cr(6가)/m³ 범위에서 관찰
- Huvinen et al.(1993, 2002a, b): 0.0003~0.0005mg Cr(6가)/m³ 범위에서 Cr(6가)에 노출된 작업자에 대한 8시간 TWA NOAEL을 제안

국내 크롬 제조·취급 사업장 대상 노출 실태조사

- 용접 사업장 2개소, 도금 사업장 4개소, 스프레이 도장 2개소에서 총크롬과 크롬(6가)을 각각 6개 시료를 측정하여 비교하였음. 총크롬 분석법인 ICP로 측정한 결과와 크롬(6가) 분석법인 이온크로마토그래피(Ion Chromatography, IC)로 분석한 결과, 총크롬의 평균은 0.0004~0.0027 mg/m³로 평가되었고, 크롬(6가)의 평균은 불검출~0.0014 mg/m³로 평가되었음
- 또한, 분석결과와 평균을 비교하면 도금 사업장 1개소만 총크롬과 크롬(6가)의 평균이 동일하였으며, 그 외 모든 사업장에서는 총 크롬이 크롬(6가)보다 더 많이 평가되었음

크롬 및 그 화합물의 노출기준 개정안

- 개정안 ①: 크롬(6가)의 노출기준을 수용성, 불용성, 크롬광 가공, 그 외 크롬(6가)화합물로 구분하지 않고 통합하여 크롬(6가)화합물(불용성) 수준인 0.01mg/m³으로 노출기준 통합하며, 크롬(금속) 및 크롬(3가)화합물에 대한 노출기준은 크롬(3가)화합물로 통합하고 노출수준은 유지
- 개정안 ②: 개정안 ①처럼 노출기준을 통합하되 그 수준을 OSHA의 노출기준인 0.005mg/m³으로 낮춘 후 4년의 적용유예기간을 가짐
- 개정안 ③: 개정안 ①처럼 노출기준을 통합하되 그 수준을 ACGIH의 노출기준인 0.0002mg/m³으로 낮춘 후 5년의 적용유예기간을 가짐
- 설정 근거: 크롬(6가) 화합물의 종류에 상관없이 독성이 동일한 것으로 보고되고 있음. 건강영향이 없는 수준은 ACGIH TLV 수준인 0.0002mg/m³으로 여러 문헌에서 보고하고 있음. 항공기 부품 페인트 작업처럼 국소배기장치 등의 설치 및 운용이 쉽지 않은 경우에 기술적으로 성취하기 어려울 수 있음. OSHA도 노출기준 개정 후 4년간의 적용유예기간을 가졌으므로 일정기간의 적용유예기간이 권장됨

시사점

노출기준 개정안 사회경제성 평가

- 개정안 ①: 노출기준의 변화가 미미하여 소요되는 비용이 적어지고 편익/비용비가 1보다 커서 개정안 적용에 문제가 없음
- 개정안 ②: 크롬(6가)화합물(불용성)을 제외한 모든 시나리오에서 편익/비용비가 1보다 커서 개정안 적용에 큰 문제가 없을 것으로 생각됨
- 개정안 ③: 모든 시나리오에서 편익/비용비가 1보다 작아서 개정안 적용 시 얻을 수 있는 사회적 총편익이 크기 않을 것으로 생각됨

03 연구활용방안

활용방안

정책적 기대효과

- 국내·외 노출기준 및 실태조사사업을 통해 수집한 정보를 바탕으로 크롬 및 그 화합물의 노출기준을 개정하여 크롬 노출을 효율적으로 관리하는데 이바지할 수 있음

기술적 기대효과

- 크롬 및 그 화합물에 대한 국·내외 노출기준 및 그 설정근거에 대해 정리된 자료를 활용할 수 있고, 실태조사 사업을 통해 다양한 업종에 대해 수집된 최신 노출자료를 활용할 수 있음



연락처

- 연구책임자: 계명대학교 김승원 교수
- 연구상대역: 산업안전보건연구원 산업화학연구실 한정희
- 연락처: 042-869-0352
- e-mail: hanjh@kosha.or.kr



흡입독성

- 01. 3D 프린터에서 발생하는 ABS 나노물질의 흡입독성 연구(Ⅰ) 284
- 02. 메틸화 분석을 통한 산업화학물질의 후생유전학적 발암원성 연구 287
- 03. 발암잠재력(CSF)과 유전체 비교를 통한 발암가능 화학물질 고찰 291
- 04. 흡입독성시험 결과 활용도 제고를 위한 Benchmark dose 도입 연구 296
- 05. 화학물질 유해성 평가를 위한 디지털 독성병리 적용시스템 기반 구축 연구 299
- 06. 세포형질전환분석법을 이용한 단기발암 예측 연구 302
- 07. 실험동물의 윤리적 사용을 통한 발암성 흡입독성시험의 신뢰성 향상 연구(렛드)..... 306

01

3D 프린터에서 발생하는 ABS나노물질의
흡입독성연구(I)

연구기간_ 2022년 01월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 3D 프린터, ABS, 나노물질, 비부 흡입노출, 흡입독성

Highlights

3D 프린터 다중 발생장치와 비부노출형 흡입챔버의 연동시스템을 구축하였으며, 기밀성 실험, 노즐의 토출 속도, 토출 온도, 그리고 발생기 공급 공기와 희석 공기 비율에 따른 조건 등의 실험을 통하여 의미 있는 결과를 얻었음. 또한, 동물실험을 위한 환경조건(온도, 상대습도, 산소농도 등)이 기준에 부합한 결과를 도출할 수 있었음

01 연구배경

최근에 3D 프린터가 대중화됨에 따른 안전보건 이슈의 지속적 부각

- 3D 프린터를 개인, 학교, 사무실 등 비산업장에서 사용 빈도 증가
- 이에 따라 3D 프린팅을 통하여 발생하는 나노물질의 유해성 확인을 위한 과학적 근거 마련을 위한 연구의 필요성 대두

02 주요연구내용

연구결과

3D 프린팅 산업 실태 및 관련 문헌조사

- 3D 프린팅 산업 실태와 문헌조사를 통하여 산업 분야별 시장, 산업 활용, 기술 방식 등 검토
- 수요가 많고 유해성이 우려되는 프린팅 방식과 소재 선택(FDM¹⁾, ABS 소재)

1) FDM : Fused Deposition Modeling(용융압출방식)

3D 프린터 다중발생 장치와 비부노출형(Nose-only exposure type) 흡입챔버 연동시스템의 실험
조건 확인 및 동물실험을 위한 노출조건 확립

- 3D 프린터 다중 발생장치 검증
 - 기밀성 : 3D 프린터 발생장치의 기밀성 테스트 결과 97.13%~99.68% 로 확인됨
 - 균일성 : 비부노출 흡입챔버 타워에서 각 층별 노즐 포트의 공기유량 균일성 측정결과 1.01~1.03 LPM 로 확인됨
- 조건별 나노물질 발생실험
 - 노즐의 토출 속도 : 토출 속도가 증가함에 따라 입자 수 농도와 질량 농도 증가
 - 토출 온도 : 토출 온도가 상승함에 따라 입자 수 농도와 질량 농도 증가
 - 희석공기 유량 : 희석비율이 감소함에 따라 입자 수 농도와 질량 농도 증가
 - CMD²⁾ : 100.44 nm
 - MMAD³⁾ : 228.30 nm
- 동물실험을 위한 노출 환경 조성, 발생물질 농도의 안정성 및 재현성
 - 비가습 시 비부노출형 흡입챔버 환경 : 온도 24.58℃, 상대습도 5.72%, 산소농도 20.37%
 - 가습 시 비부노출형 흡입챔버 환경 : 온도 24.04℃, 상대습도 43.63%, 산소농도 20.31%
 - 발생물질 농도의 일내 안정성 : 입자 수 농도 및 질량 농도는 발생시작 후 약 40분 뒤부터 안정적 유지
 - 발생물질 농도의 일간 재현성 : 입자 수 농도 및 질량 농도의 평균값에서 오차범위는 각각 최대 10.63%, 12.35%로 OECD TG(Test Guideline)의 ±20 이내 충족
- 나노입자 농도 및 TVOCs⁴⁾ 농도
 - 필터 중량법의 기하평균 농도 : 2.34 mg/m³(SMPS⁵⁾의 측정값 1.65 mg/m³)
 - TVOCs 평균 농도 : 51.79 ppb(실내공기질 기준으로 환산 시 118.84 µg/m³)
- 입자크기 및 형태
 - 입자 크기 : 대부분의 입자들이 집단을 이루어 수 nm ~ 수 µm까지 다양
 - 입자 형태 : 다각형 판이 겹쳐진 형태 또는 타원형태, 깃털 형태, 구슬 집단 형태

2) CMD : Count Median Diameter(입자수농도중위값)

3) MMAD : Mass Median Aerodynamic Diameter(질량농도중위값)

4) TVOCs : Total Volatile Organic Compounds(총휘발성유기화합물)

5) SMPS : Scanning Mobility Particle sizer; 에어로졸의 전기적 입경 분포와 농도 측정기기

시사점

- 필라멘트 3D 프린팅 소재의 흡입노출에 의한 생체영향 평가
 - 실험동물의 환경조건(온도, 상대습도, 산소농도 등)을 충족하도록 개발
 - 3D 프린터 다중발생 장치와 비부노출형 흡입챔버의 연동 시스템 구축을 통한 생체 영향 평가 가능성 확인
 - 농도의 안정성 및 재현성 확인을 통한 반복실험 가능성 확인

03 연구활용방안

활용방안

- 비부 노출형 3D 프린터 다중 발생 시스템 개발 및 특허등록 추진
- 비부 노출형 3D 프린터 다중 발생 시스템을 활용한 실험동물의 생체영향 평가
- 3D 프린팅에 의하여 발생하는 입자상 물질의 특성연구를 위한 기초자료 제공



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 산업화학연구실 이성배
- 연락처: 042-869-8511
- e-mail: sblee@kosha.or.kr

02

메틸화 분석을 통한 산업화학물질의 후생 유전학적 발암원성 연구

연구기간_ 2022년 2월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ Anisol, 2-methoxyethanol, 1,2-dichlorobenzene, epigenetic, methylation

Highlights

암은 전 세계적으로 중요한 공중 보건의 문제이며, 발암 물질은 앞으로는 유전독성 물질보다는 비유전독성 물질이 더욱 증가할 것으로 예측되고 있음. 비유전독성 물질의 발암 작용 기전은 DNA 메틸화 등과 같은 후생 유전학적 변형을 포함하고 있음. 최근에는 발암 작용 기전으로 DNA 메틸화는 후생 유전학적 마커로 평가되고 있음

01 연구배경

- 암은 전 세계적으로 공중보건의 중요한 문제로 사망의 주요 원인이며 향후 더욱 증가할 것으로 예측되고 있음. 그러나 암 발생의 원인을 제거하거나 예방할 수 있으며 조기에 발견하면 치료도 할 수 있음
- 암은 다양한 환경적인 원인에 의해 발생함. 잠재적인 발암원성을 확인하기 위해서는 랫드와 마우스를 이용하는 장기간의 동물을 이용한 시험이 수행되고 있으나 비경제적이며 동물 윤리적인 문제가 있음. 그래서 대규모의 스크리닝 프로그램에 사용하기에는 어려움
- 현재 화학물질의 규제는 in vitro 분석으로 박테리아 돌연변이 시험을 수행한 후 in vitro 포유동물 세포를 이용한 시험을 수행하고, 이후 동물에서 발현되는지 여부를 평가하기 위해 단기 in vivo 연구를 수행함. 그러나 유전독성 화학물질은 이러한 사전 스크리닝 전략으로는 확인되지 않을 수도 있고 비유전독성 발암물질은 유전독성 검사에서 음성이므로 확인되지 않고 있음
- 비유전독성 발암물질은 국제암연구소인 IARC 발암물질 분류에 따르면 상당히 존재하고 있고, 가까운 미래에는 유전독성 물질 대비 비유전독성 물질의 비율은 더욱 증가 할 것으로 예측되고 있음
- 최근에는 많은 동물의 희생이 따르는 설치류를 이용한 동물 시험을 회피하기 위해 세포형질전환 검정(CTA)이 주목 받고 있음. in vitro CTA 검정은 비유전독성 물질을 검출하는 데 유용한 것으로 보고되어 있으며, 특히 Bhas 42 세포를 이용하는 CTA 검정은 발암 개시제 없이도 발암 촉진제의 활성을 확인이 가능함

- ❖ 비유전독성 물질의 발암 작용 기전은 DNA 메틸화 변형, 히스톤 변형, 비암호화 RNA 및 염색질 재형성의 후생 유전학적 변형을 포함하고 있음. 후생 유전학적 조절 장애는 거의 모든 사람에서의 암의 특성임. 이러한 변형 중에서 DNA 메틸화는 명백히 유전적이며 후생 유전학적 마커로 평가되고 있음
- ❖ 본 연구는 세포 형질전환을 유도하는 동안 산업화학 물질인 Anisol, 2-methoxyethanol, 1,2-dichlorobenzene의 메틸화 특성에 관한 정보를 분석함으로써 후생유전학적 평가를 수행하였음

02 주요연구내용

연구결과

❖ 시험물질 선정

- 본 연구에서는 작업 환경 내에서 노동자들에게 노출이 가능하고 유전독성시험의 결과가 음성이며 발암성 평가가 필요한 산업화학물질인 Anisol, 2-methoxyethanol, 1,2-dichlorobenzene을 시험 물질로 선정하였음. 또한, 음성대조물질로는 0.1% DMSO (Dimethylsulfoxide)를, 양성대조물질로는 TPA(12-O-tetradecanoyl phorbol 13-acetate)를 선정하였음

❖ 세포주 선정 및 배양 방법

- 본 연구에 사용한 세포주는 특별히 발암 잠재력이 있는 화학물질에 반응하여 형질전환되어 비교적 높은 형질전환 빈도를 유도하고, 반응 잠복기가 비교적 짧으며, 화학물질의 발암성 평가에 경제적인 Bhas 42 세포주를 사용하였다. 마스터 셀 스톱과 워킹 셀 스톱 위한 세포의 배양은 10% FBS(M10F)가 보충된 MEM(Minimum Essential Medium) 배지를 이용하여 배양하였음. 시험물질을 처리하기 3일 전에 세포를 DMEM/F12(Dulbecco's Modified Eagle Medium)에 5% FBS가 보충된 DF5F에서 유지관리 및 계대 배양하였다. 세포는 37°C, 5% CO₂ 및 95% O₂ 하에 가습된 배양기에서 배양하였음

❖ 세포형질전환시험을 통한 메틸화 분석

- 선정된 산업화학물질의 후생유전학적 평가를 위한 일환으로 염색체 내 메틸화 분석을 수행하기 위하여 산업화학물질을 세포형질시험(촉진시험)을 수행하고 Illumina사에서 제안한 시험방법에 따라 DNA를 추출하여 Illumina Infinium Mouse Methylation BeadChip로 >285K CpGs 부위에 대해 메틸화 분석을 조사하였음

- 분석결과 모든 시험물질 노출군은 주로 고밀도 CpGs 구역에서 높은 메틸화가 관찰되었으나, Anisol과 1,2-dichlorobenzene 노출군은 대조군과 유사한 메틸화 차이를 보였고, 2-methoxyethanol 노출군은 다소 높은 메틸화 경향을 보였음. 기능적으로 메틸화된 주된 위치는 TSS1500 및 TS200 프로모터 및 염색체의 Body 위치였으나 대조군과 각 시험물질 노출군간의 평균 beta-value의 절대값이 주로 0.2 이내 낮은 범위의 관계를 보였음
- 이러한 결과로부터 선정된 산업화학물질은 CpG 구역에서 대조군간 유의한 메틸화 차이를 보이지 않았고, 세포형질전환 시험에서 모두 음성의 결과를 보여서 메틸화 변화에 의한 후생 유전학적 변화를 유발하지 않는 것으로 판단됨

시사점

- Bhas 42 세포주에 산업화학물질인 Anisol, 2-methoxyethanol, 1,2-Dichlorobenzene을 노출하여 Bhas 42 세포주가 형질전환되는 동안 염색체 내 메틸화 양상을 평가한 결과, 대조군과 유의한 메틸화 차이를 보이지를 않아 선정된 산업화학물질의 후생 유전학적인 변화의 가능성이 낮음을 시사함

03 연구활용방안

💡 제언

- ❖ 현재 발암성 평가를 위한 혁신적인 시험방법의 증가와 더불어 발암 과정에 대한 이해의 증가로 메카니즘적 접근방법의 연구를 통해 더 잘 예측할 수 있게 되었음. 실제로 비유전독성 물질은 후생 유전학적 변화(DNA 메틸화 변형, 히스톤 변형, 비암호화 RNA, 염색질 재형성), 종양 촉진, 내분비 조절, 면역 억제 및 염증 반응 등의 다양한 작용 방식에 의해 암을 유도하고 있음. 형질전환시험법(CTA)은 비유전독성 물질을 확인하기 위한 유용한 방법이나 발암 과정의 주요 분자 이벤트에 대한 정보는 제공하지 않음. 따라서 다양한 메카니즘을 가진 물질의 발암성을 평가하기 위해서는 다양한 작용 방식에 대한 연구가 지속적으로 필요함

💡 개선방안

- ❖ 산업화학물질로부터 발암성 잠재성을 확인하는 것은 어렵고 힘든 연구임. 발암 잠재성이 확인된 산업 화학물질의 발암 위해성을 평가하기 위해서는 추가적 작업 환경 내 노출을 고려한 연구가 필요

- 작업 환경 내 노출된 노동자의 건강 위해성을 평가하기 위해서는 발암 작용 방식이 사람과 관련성이 있는 지를 확인하기 위한 연구가 또한 필요

활용방안

- 산업화학물질(Anisol, 2-methoxyethanol, 1,2-Dichlorobenzene)의 기전기반 후생유전학적 정보를 제공함으로써 산업화학물질의 발암성 평가를 위한 증거 가중자료로 제시될 수 있으며, 추후 산업화학 물질의 통합적 시험 평가(IATA)를 통한 발암원성 평가에 활용될 수 있을 것으로 판단됨



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 흡입독성연구센터 서동석
- 연락처: 042-869-8535
- e-mail: seods@kosha.or.kr

03

발암잠재력(CSF)과 유전체 비교를 통한 발암가능 화학물질 고찰

연구기간_ 2022년 01월 ~ 2022년 12월

핵심단어_ 발암잠재력, 발암가능, 유전체, 화학물질

Highlights

고용노동부 노출기준 설정물질 및 기존화학물질 등을 대상으로 EPA comptox dashboard, VEGA Hub QSAR 등의 각종 사이트 및 프로그램을 이용한 각 화학물질의 CSF 값 검색 (경구 및 흡입을 구분), 각 화학물질의 독성유전체 발현 및 각 분석 내용들을 기초로 CSF 값에 따른 흡입 발암성 우선순위 추정 및 DB(물질목록)화를 할 수 있도록 하였음

01 연구배경

- 화학물질의 유해성·위험성평가(risk assessment)에서 사용되는 cancer slope factor¹⁾ (발암계수, 발암 잠재력) 비교를 통한, 새로운 측면에서의 발암성 흡입독성시험 대상물질 선정작업이 필요하며,
- 효율적인 발암성 흡입독성시험 대상물질 선정에 필요한 여러 측면의 DB 구축이 필요함

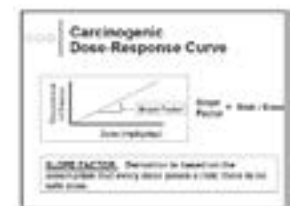
02 주요연구내용

연구결과

- 사회적 이슈가 되었거나, 각종 논문에 발표된 화학물질 등을 중심으로 cancer slope factor를 비교함으로써,

1) 암 기율기 인자 (Cancer Slope Factor 또는 Carcinogenic Slope Factor)는 발암성 또는 잠재적인 발암성 물질에 대한 노출과 관련된 암 위험을 추정하는 데 사용되며, 섭취 또는 흡입에 의한 약물에 대한 평생 노출로 인한 암 위험 증가에 대한 95% 신뢰 한계에 가까운 상한값임. 일반적으로 물질 mg/kg체중-일당 영향을 받는 비율 (집단)의 단위로 표시되는 이 추정치는 일반적으로 용량-반응 관계의 저용량 영역에서 사용하기 위해 산출되어 있음. 암 효능 인자 (PF)라고도 함. 기율기 값이 클수록 발암잠재력이 크다는 것을 의미함

<http://wackyworldofwaste.blogspot.com/2012/01/apples-arsenic-and-risk-part-3-epas.html>



- 각 화학물질의 CSF 값 도출 및 비교로 발암성시험 우선대상물질 목록화에 기여하고자 함
- 고용노동부 노출기준 설정물질 및 기존화학물질 중 Google scholar, PubMed, ScienceDirect 등의 문헌검색을 이용한 대상 화학물질을 선정
- EPA comptox dashboard (<https://comptox.epa.gov/dashboard>), VEGA Hub QSAR 등의 각종 사이트 및 프로그램을 이용한 각 화학물질의 CSF 값 검색 (경구 및 흡입을 구분하여 분석)
- 얻어진 각 CSF 값과 각 화학물질의 유전자 발현 분석 및 Comparative Toxicogenomics Database (CTD) 등을 이용한 화학물질 독성유전체 발현분석
- 분석된 내용들을 기초로 CSF 값에 따른 흡입 발암성 우선순위 추정 및 DB(물질목록)화를 할 수 있도록 하였음

▶ [그림 1] VEGA Hub QSAR 초기화면



▶ [그림 2] VEGA Hub QSAR 결과(CSF)의 출력물(예시)



- 이와 같은 결과를 분석하기 위해 CSF 값이 1 이상인 것으로서 Cancer와 관련된 유전자를 발현하는 것은 총 17 종이었다. CSF 값이 1 이상이고 발암 관련 signaling pathway에 존재하는 유전자 발현을 보이는 물질들은 총 44종이었음. 여기서 false positive를 제외하고, Carcinogen으로 예상되는 결과물질은 11종이었음

▶ [표 1] 최종 결과 11종 화학물질들

고유번호	기준화학물질명 (CAS No.)	CAS No.	GENE Expression	VEGA in silico Inhalation[1/(mg/kg-day)]	VEGA in silico Carc inhala classf. Model	KEGG Mapper - Color (genome.jp/kegg/mapper/color.html) (genome.jp/pathway/hsa05200)
KE-26450 1000톤이상	(Z)-9-octadecenoic acid (CAS No. 112-80-1)	112-80-1	TNF INS IL1B PPARA CPT1A ALB IL6 PLIN2 SREBF1 PPARG	3.59	Carcinogen	hsa04932 hsa04936 hsa04931 hsa05200
KE-01012 1000톤이상	Aluminium oxide: Alumina (CAS No. 1344-28-1)	1344-28-1	IL1B TNF SPP1 IL6 VCAM1 CXCL8 EGFR SELE BCL2L1 CASP3	3.96	Carcinogen	hsa05417 hsa04933 hsa05163 hsa04668 hsa05144 hsa05200
KE-05369 1000톤이상	Cellulose, methyl ester Methylcellulose (CAS No. 9004-67-5)	9004-67-5	ALB PPARA PPARB PPARG NR1H3	4.26	Carcinogen	hsa05200
KE-10237 1000톤이상	Dichromium trioxide (CAS No. 1308-38-9)	1308-38-9	APBA1 BAG1 BAX BCL2 BMP2 BMP4 C3 CASP10 CASP3 CAT	7.54	Carcinogen	hsa05200
KE-10897 1000톤이상	Diiron trioxide (CAS No. 1309-37-1)	1309-37-1	BAX TNF CAT DDIT3 IL6 PARP1 SOD2 ANLN BCL2 BCL2L1	3.96	Carcinogen	hsa05200
KE-12855 1000톤이상	Dodecanoic acid (CAS No. 143-07-7)	143-07-7	HSTRPA CXCL8 CYP2C9 RELA CYP4Z1 NOD2 PCNA TJP1 ADH5 AKT1	3.67	Carcinogen	hsa05200
KE-18438 1000톤이상	Hexadecanoic acid (CAS No. 57-10-3)	57-10-3	TNF INS IL1B CASP3 IL6 CPT1A PPARA CASP7 INS1 NOS2	4.63	Carcinogen	hsa05200
KE-22550 1000톤이상	Lithium carbonate:Lithane (CAS No. 554-13-2)	554-13-2	ALAD CASP3 CAT GSR CXCL8 INS1 PFKFB2 PLA2G4A PTH ABCE-1	8.22	Carcinogen	hsa05200

고유번호	기준화학물질명 (CAS No.)	CAS No.	GENE Expression	VEGA in silico Inhalation[1/(mg/kg-day)]	VEGA in silico Carc inhala classf. Model	KEGG Mapper - Color (genome.jp/kegg/mapper/color.html) (genome.jp/pathway/hsa05200)
KE-33989 1000톤이상	Melamine (CAS No. 108-78-1)	108-78-1	TGFB1 FN1 CCL2 IL6 VCAM1 CLU HAVCR1 BAD BAX CASP3	2.76	Carcinogen	hsa05200
KE-26333 1000톤이상	Octadecanoic acid (CAS No. 57-11-4)	57-11-4	ALB IL1B PTGS2 TNF AKT1 INS SCD1 CSF2 CYP3A4 ADIPOQ	5.36	Carcinogen	hsa05200
KE-33279 1000톤이상	Tetrabutyl tin (CAS No. 1461-25-2)	1461-25-2	CGB3 PPARG CYP17A1 HSD17B1 INSL3 LHCGR SCARB1 CYP19A1 STAR	3.72	Carcinogen	hsa05200

본 연구에서는 VEGA Hub QSAR을 통한 발암성 예측에 있어 sensitivity와 specificity의 변화는 동 QSAR을 통한 발암성 예측만 했을 때의 sensitivity는 53.85%였으나 발암잠재력(CSF)을 추가로 고려했을 때는 58.82%로 증가했으며, 발암유전자의 발현까지 추가로 고려했을 때는 72.73%까지 증가하였음. 또한 QSAR을 통한 발암성 예측만 했을 때의 specificity는 44.32%였으나 발암잠재력(CSF)을 추가로 고려했을 때는 86.15%로 증가했으며, 발암관련 유전자의 발현까지 추가로 고려했을 때는 80.56%로 약간 감소했음

[표 2] VEGA Hub QSAR 발암성 예측 민감도²⁾ (Sensitivity)와 특이도³⁾ (Specificity)의 변화

	민감도 (Sensitivity: %)	특이도 (Specificity: %)
Cancer prediction	14/(14+12)=53.85	121/(121+152)=44.32
+ CSF	10/(10+7)=58.82	56/(56+9)=86.15
+ Gene expression	8/(8+3)=72.73	58/(58+14)=80.56

2) 민감도 (sensitivity, true positive rate) : 실제로 양성인 결과가 검사(또는 시험)에서 양성으로 판정될 확률
3) 특이도 (specificity, true negative rate) : 실제로 음성인 결과가 검사(또는 시험)에서 음성으로 판정될 확률

시사점

발암성시험 대상물질 선정에 있어 QSAR과 더불어 발암잠재력(CSF)을 함께 고려하여 선정하는 것이 발암성 예측에 있어 참 양성과 더불어 참 음성을 잘 식별할 수 있음을 나타내는 지표

- 발암 관련 유전자의 발현을 함께 고려했을 때는 참 양성의 식별은 더욱 증가했으나 참 음성의 식별은 그리 큰 개선을 주지 못함을 알 수 있었음
- 한편 발암 관련 유전자의 발현을 모든 화학물질에서 찾을 수 있는 것은 아니어서 이에 대한 추가 고찰 및 연구가 필요할 것으로 판단됨

03 연구활용방안

활용방안

효율적인 흡입 발암성 우선순위 물질의 선정에 기여할 것이다.

- 전산독성(Comp. tox.) 및 독성유전체학(Toxicogenomics) 기법의 혼합으로 새로운 시도로서 만성 발암성 흡입독성시험 대상물질 선정의 새로운 frame으로 활용 예정

연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 흡입독성연구센터 임경택
- 연락처: 042-869-8533
- e-mail: rim3249@kosha.or.kr

04

흡입독성시험 결과 활용도 제고를 위한
Benchmark dose 도입 연구

연구기간_ 2022년 01월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 흡입독성시험, 유해성평가, benchmark dose

Highlights

흡입독성시험결과를 이용한 Benchmark dose 분석은 가능하며, 적용 가능 데이터의 제한성 문제는 NOAEL과의 통합적용을 통해 해결할 수 있음. 신속하고 유연한 BMD의 도입을 위해서는 GLP(Good Laboratory Practice)를 적용하지 않는 것이 더 적절함

01 연구배경

- ❖ 동물의 독성시험결과는 사람에 대한 유해성평가 시에 노출량-반응 평가의 근거로 활용하는 자료임
 - ▶ 독성시험의 결과는 보통 NOAEL(no observed adverse effect level, 무독성량), LOAEL(lowest-observed-adverse-effect level, 최저독성량), 또는 BMD(benchmark dose)의 형태로 표현함
- ❖ 최근 EU의 EFSA(European Food Safety Authority, 유럽식품안전청), 미국 EPA(Environmental Protection Agency, 미국 환경보호국) 등에서는 유해성평가 시에 NOAEL/LOAEL 보다는 BMD가 더 적절하다는 입장을 “Benchmark Dose Technical Guidance(EPA, 2012)”, “Update: use of the benchmark dose approach in risk assessment(EFSA, 2016)” 등을 통해 발표함
- ❖ 이에 흡입독성시험 결과의 사람에의 유해성 규명 자료로서의 활용도를 높이기 위해서는 BMD를 도입할 필요성이 대두되었음
- ❖ 본 연구에서는 흡입독성시험 결과를 이용한 BMD의 분석가능 여부와 예상되는 문제점 등을 검토함으로 흡입독성시험 결과에 대한 BMD 도입가능성을 평가하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

❖ BMD(benchmark dose)와 NOAEL(no observed adverse effect level)의 비교분석

- ▶ BMD
 - 특징: BMD는 용량-반응 곡선을 이용함
 - 장점: 시험 간 비교가 가능하고, 연속적인 용량-반응 정보를 확인할 수 있기 때문에 실험용량에 제한을 덜 받음
 - 단점: 용량-반응 곡선을 만들 수 없는 데이터 즉, 용량군이 너무 적거나 용량의존적인 변화가 없는 데이터는 분석이 가능하지 않음
- ▶ NOAEL
 - 특징: NOAEL은 시험에 사용한 용량을 그대로 이용함
 - 장점: 변화의 용량의존성과 관계없이 도출이 가능하며 축적된 데이터나 평가 기준 등이 정립되어 있다는 장점
 - 단점: 실험 용량에 크게 영향을 받으며 데이터의 품질에 대한 평가 없이 단 하나의 숫자로 결과가 표현됨

❖ BMD 분석 수행 가능성 평가

- ▶ BMD 모델링 도구
 - 분석 가능한 데이터의 종류, 결과의 신뢰성 및 사용자 편의성 등을 고려하여 네덜란드 RIVM (National Institute for Public Health and the Environment)의 PROAST와 미국 EPA(Environmental Protection Agency)의 BMDS를 비교 후 BMDS를 선택함
- ▶ BMD 분석 데이터
 - BMD 분석이 가능한 데이터는 용량군과 실험데이터가 충분하고 의미가 있는 반응이 있어야 하며, 그 반응은 용량-반응 관계가 있어야 함
 - 2016~2021년까지 수행했던 흡입독성시험 결과 중에서 조건에 부합하는 연속형 및 이분형 흡입독성 데이터를 선택함
- ▶ 용량-반응 관계가 있는 변화는 연속형 데이터나 이분형 데이터 모두 적절한 model fit이 도출 가능하며 BMD 분석이 가능하였음

✚ BMD 평가절차 및 준비사항

- BMD 평가 절차는 데이터의 선택, BMD 분석 조건 설정, BMD 분석 결과 검토의 절차로 구분할 수 있음
- BMD 분석의 GLP(Good Laboratory Practice) 적용
 - GLP 적용을 위해서는 데이터 유형별 상세 절차 및 방법의 표준화, 전문 인력 및 수행 시간 확보, 수행시점 및 보고서의 형태 결정 등이 필요함
 - 유연한 분석과 신속한 적용을 위해서는 GLP의 적용이 적절하지 않으며 모든 분석조건과 분석 결과를 보고서에 명시한다면 GLP를 적용하지 않더라도 신뢰성있는 결과를 생산할 수 있을 것임

✚ 흡입독성시험결과를 활용한 BMD 모델링

- 종합할 때 흡입독성시험 결과를 이용한 BMD 분석은 가능하며, 그 활용성과 의미를 고려할 때 도입의 필요성도 있음
- BMD 분석을 위한 데이터는 용량의존성이 있어야 한다는 제한점이 있으나 이는 NOAEL/LOAEL과 BMD의 통합적 적용으로 해결할 수 있을 것이라 사료됨

03 연구활용방안

💡 활용방안

- ✚ 흡입독성연구사업에 적용하고 논문 게재 및 학술대회 발표, 기술지침·매뉴얼 개발 등에 활용



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 흡입독성연구센터 이미주
- 연락처: 042-869-8512
- e-mail: mjlee@kosha.or.kr

05

화학물질 유해성 평가를 위한 디지털 독성병리 적용시스템 기반 구축 연구

연구기간_ 2022년 01월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 디지털 병리, 전체슬라이드이미징, 독성병리, 진단 용어

Highlights

디지털병리 시스템 구축을 위한 기반 마련을 위해 수행된 연구로 국내·외 디지털병리 관련 기술, 규제, 최신 연구 및 관련 정보 등을 조사하였고, 흡입독성센터에서 실시한 흡입독성 시험의 자료를 이용한 전체슬라이드이미지 데이터를 확보하였음. 추가로 기관 내 진단용어집을 최신화 하였으며, 관련 기기 및 소프트웨어 활용을 위한 디지털 독성병리 적용 매뉴얼(안)을 작성하여 기관 내 디지털병리 수행 기반을 마련하였음

01 연구배경

- ✚ 화학물질의 생체 내 유해성을 판단하기 위해 실시하는 독성시험 방법 중 병리데이터 관련 분야에서 디지털화 및 형태 분석 등의 기술들이 지속적으로 개발되고 있으며, 코로나-19를 거치며 데이터 원격 접속 및 진단(회의)에 대한 요구도가 커지고 있음
- ✚ 흡입독성연구센터에서 수행한 GLP(Good Laboratory Practice, 우수실험실 운영규정) 기반의 흡입시험 시료 및 데이터들은 SOP(Standard Operating Procedure, 표준작업지침서)에 따라 보관되고 있으나, 기존 자료의 손실을 방지하고 빅데이터의 선제적 확보를 위해 기존 자료를 디지털화 하는 과정이 필요함
- ✚ 기관 내 병리데이터의 디지털화에 대한 기준이 존재하지 않아, 해당 데이터를 처리하는 과정 및 고려 요소에 대한 매뉴얼이 요구됨
- ✚ 또한 화학물질의 유해성 평가를 위해 실시된 병리슬라이드 자료를 이용한 디지털병리 시스템 구축을 위해 우선적으로 통일성 있는 용어 적용이 필요함
- ✚ 이 연구를 통해 흡입독성시험 데이터의 주요 장기별 병변 등의 디지털화(Digitalization) 및 보존을 위한 기반 마련을 하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

국내·외 디지털 병리 관련 기술 및 규제현황 연구

- 국내·외 가이드라인, 법령 및 지침 분석, 문헌 탐색을 통해 각국 내 디지털 병리에 대한 인식도 및 관련 의료기기 등 규제 등록 사항과 주로 이용되는 디지털 병리 관련 가이드라인 조사
- 디지털 병리 산업을 구성하는 주요 요소인 하드웨어, 관련 소프트웨어 및 데이터 스토리지 관련 기업 및 개발 동향, 규제 관련 허가 사항과 국내에서 주로 이용되고 있는 슬라이드스캐너 관련 정보 조사
- 국내 의료 및 시험 분야에서 디지털 병리와 접목하여 활용되는 클라우드 이용 현황과 규제 인증 사항 조사
- 의료 기술 및 임상 시험 분야에서 연구되고 있는 디지털 병리 관련 최신 성과 및 AI 학습 관련 정보 조사

전체슬라이드이미지(WSI) 생성 및 적정성 비교를 통한 디지털 병리 데이터의 기반 확보

- 흡입독성연구센터에서 실시한 흡입독성 시험의 자료 중 특정 병변이 잘 확보된 장기를 중심으로 전체 슬라이드이미징(WSI, Whole Slide Imaging) 실시
- 이를 위해 다양한 하드웨어 및 스캔 옵션을 탐색하였으며, 기관 내 보유스캐너의 활용을 위한 최적 옵션을 확인함
 - 그러나 파일 호환성, 생성데이터의 크기 및 각 기관의 네트워크 환경 등을 고려할 때 스캔된 데이터의 기관 외 전송은 현재의 국내 환경에서는 적절하지 않은 것으로 보임

데이터의 디지털화를 위한 진단 용어 최신화 및 적용

- 국제 표준용어 및 최신 국내 용어를 탐색하여 표준작업지침서 내 진단용어집을 국문 및 영문을 병기하여 전체 개정하였고, 시험관리 프로그램의 적용을 위한 고려 사항 확인

유해성 평가용 병리데이터의 디지털화를 위한 매뉴얼(안) 작성

- 기관 내 디지털 병리의 단계적 적용을 위해 우선적으로 보유 기기 및 소프트웨어 활용 방안을 고려하여 디지털 독성병리 적용 매뉴얼(안) 작성
- 매뉴얼(안)을 통해 슬라이드스캐너 및 관련 프로그램의 운용 및 생성된 전체슬라이드이미징의 저장, 변경 및 보관에 관한 사항과 추후 다음 단계의 시스템 운용을 위한 고려사항 등 명시

시사점

추후 도입을 위한 디지털 독성병리 시스템의 기반 마련

- 기관 내 보유 기기를 활용한 전체슬라이드이미지 생성 등 디지털 병리 데이터 확보
- 디지털 독성병리 관련, 적용 매뉴얼(안) 작성 및 진단 용어집 개정
 - 디지털화한 데이터의 이동 및 추가 운용에 대한 고려 필요

03 연구활용방안

활용방안

향후 AI 연계 병리데이터 진단 기반 마련을 위한 전체슬라이드이미지 자료 추가 확보 및 산·학계 공유

흡입독성시험의 디지털 병리데이터 확보를 통해 기관 내 효율적인 원격병리 표준화 기반 확보



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 흡입독성연구센터 조은상
- 연락처: 042-869-8513
- e-mail: escho@kosha.or.kr

06

세포형질전환분석법을 이용한
단기 발암 예측연구

연구기간_ 2022년 01월 ~ 2022년 12월

핵심단어_ 세포형질전환, 1,2-Dichlorobenzene, 2-Methoxyethanol, Anisole

Highlights

유전독성 우려물질을 주 대상으로 하는 기존의 평가방법은 (발암성을 일으키지 않지만) 유전독성 우려가 있는 신소재의 개발을 저해할 뿐 아니라 비유전독성 발암물질은 확인하지 못하는 한계가 있어 새로운 평가체계가 요구됨에 따라 본 연구에서는 비유전독성 발암물질 스크리닝이 가능한 세포형질전환분석법을 (도입하여) 3종의 유기용제 1,2-Dichlorobenzene, 2-Methoxyethanol, Anisole에 적용하였음

01 연구배경

- 현재 발암성평가는 주로 유전독성이 의심되는 물질을 대상으로 실험동물을 이용한 발암성시험을 수행하는 방법으로 수행되고 있으나,
 - 그 결과 유전독성이 의심되는 물질은 신소재 개발 등에서 사실상 배제되는 우려가 높아지고, 유전독성 스크리닝 시험에서 음성인 물질에 대해서는 발암성평가가 이루어지지 않는 한계가 있어, OECD에서도 비유전독성 물질의 발암성평가도 가능한 통합적 접근법에 기초한 새로운 발암평가체계를 제안하고 있음
 - 본 연구는 새로운 발암성평가 전략에서 핵심지표로 검토되는 세포를 이용한 형질전환분석법을 구축하고 발암성평가에 적용함으로써 과학적이고 통합적인 새로운 발암성평가체계에 대응하고자 함

02 주요연구내용

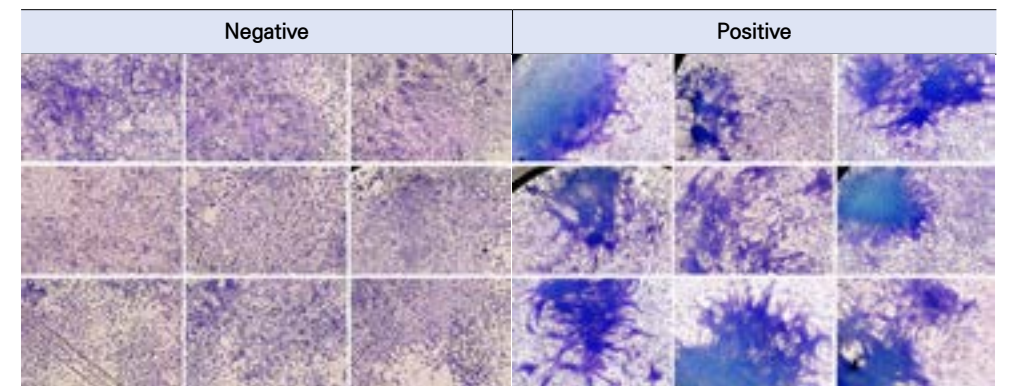
연구결과

- 연구원 내에서 세포형질전환분석법의 수행 적정성을 확인
 - 발암개시 단계와 발암촉진 단계에서의 양성대조물질 3-methylcholanthrene과 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate 및 음성(용매)대조군에서의 세포형질전환 초점형성 특성을 확인하여 연구원 내에서의 세포형질전환분석법 수행 적정성을 확인하였음

- 발암개시 및 촉진시험에서의 초점 수 검정

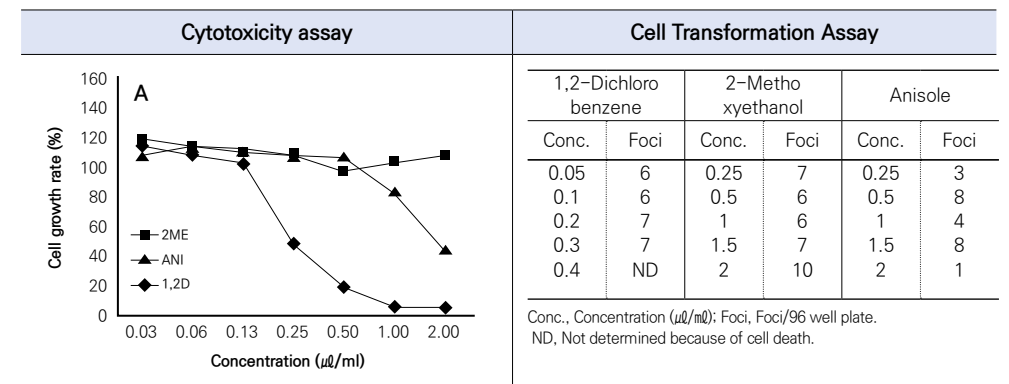
Carcinogenesis stage	Chemicals	Foci/96 well plate	Recommended value
Initiation	DMSO (negative control)	6	≤ 15
	3-Methylcholanthrene (positive control)	17	positive
Promotion	DMSO (negative control)	11	≤ 20
	12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate (negative control)	36	positive

- 양성 및 음성 초점 형태 사례



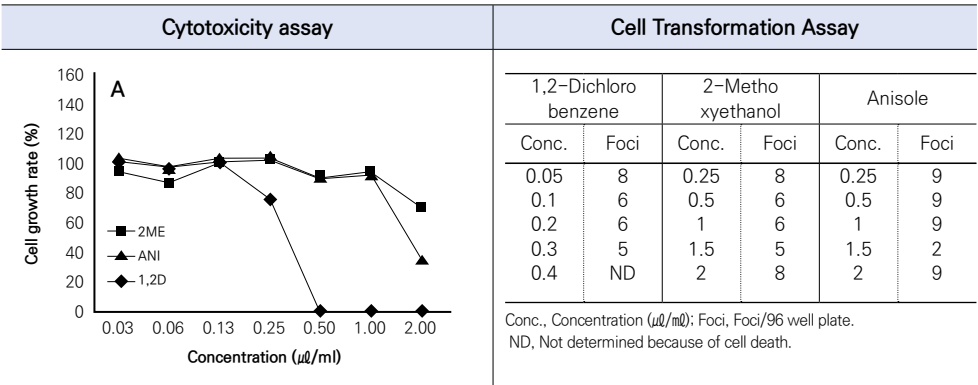
- 1,2-dichlorobenzene, 2-methoxyethanol, anisole을 대상으로 세포형질전환분석법을 적용하여 비유전독성물질의 발암성평가도 가능한 새로운 발암성평가체계 적용이 가능하도록 함
 - 1,2-dichlorobenzene, 2-methoxyethanol, anisole은 모두 세포형질전환분석법에서 음성으로 암을 유발할 가능성이 높지 않는 것으로 나타남

- 발암개시 시험결과



1,2D, 1,2-Dichlorobenzene; 2ME, 2-Methoxyethanol; ANI, Anisole.

- 발암촉진 시험결과



1,2D, 1,2-Dichlorobenzene; 2ME, 2-Methoxyethanol; ANI, Anisole.

시사점

- 세포를 이용한 형질전환분석법은 실험동물을 이용한 발암성시험 후보물질 선정에 있어 주요한 검토 자료가 될 수 있으며, 또한 비유전발암물질의 평가의 있어 주요한 정보로 활용될 것으로 기대됨

03 연구활용방안

제언

- 발암물질 확인 및 평가체계에 세포형질전환분석법을 적용하여 유전독성 의심물질 뿐 아니라 비유전독성 발암물질의 확인도 가능한 과학적이고 통합적인 새로운 발암성 평가체계 도입 제안

개선방안 또는 정책방안

- 현재 연구원에서는 유전독성 스크리닝 기법 및 화학물질의 구조에 따른 예측 모델을 적용하여 발암 가능성이 높은 물질을 탐색하고, 그 결과에 따라 실험동물을 이용한 발암성시험 대상물질을 선정하고 있으나, 비유전독성 발암물질의 평가에는 한계가 있음
 - 따라서, 세포형질전환분석법 등 새롭게 개발된 시험방법을 적극적으로 도입하여 과학적이고 통합적인 평가체계 구축의 필요성이 있음

활용방안

- 화학물질 구조, 유전독성 등 제한적인 정보에 의존하던 발암성시험 후보물질 선정에 있어 형태학적 변화에 기반 한 발암가능성 정보를 제공하여 발암성시험 후보물질의 선정의 내실화 기여



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

07

실험동물의 윤리적 사용을 통한 발암성
흡입독성시험의 신뢰성 향상 연구(랫드)

연구기간_ 2022년 01월 ~ 2022년 11월

핵심단어_ 일반증상관찰, 인도적 종료시점, 흡입발암성시험, 랫드

Highlights

실험동물의 윤리적 사용과 실험결과물의 품질 향상을 위해 흡입발암성시험의 랫드를 중심으로 일반증상관찰방법(증상목록, 자연발생 종양, 일일점검, 관찰방법 및 증상 목록의 추가 방법)과 인도적 종료시점(종료시점 증상목록, 종료시점 기준) 및 직원교육에 관한 내용을 국내외 문헌을 참조하여 전반적으로 정리 및 검토

01 연구배경

실험동물의 일반증상 관찰, 기록 및 보고는 3R(Replacement, Refinement, Reduction) 원칙에서 refinement(동물 수 감소, 실험방법 개선; 예, 인도적 종말시점)의 실현, 그리고 실험동물을 이용한 과학적 결과물의 품질 향상과 실험동물의 윤리적 사용 등의 이유 때문에 매우 중요함. 특히 흡입발암성시험은 종양의 발생 시기, 크기, 정도를 확인하여 정확한 정보를 독성병리학자에게 제공하는 중요한 과정이 있지만, 증상 관찰이 잘 훈련된 직원을 통한 체계적인 연구수행은 현실적으로 쉽지 않음. 이런 이유로 일반증상관찰에 대한 정보를 객관적, 효과적으로 기록 및 보고하여 연구자 간의 원활한 의사소통을 통해 신뢰성 있는 연구결과와 윤리적인 동물실험이 진행될 수 있도록 일반증상관찰과 관련된 전반적인 내용을 검토 및 제안하였음

02 주요연구내용

연구결과

일반증상관찰 방법

일반증상관찰 목록

- 증상명, 증상정의, 증상에 관한 설명, 연구수행자가 관찰된 증상에 관해 세부 관찰내용을 기록할 수 있는 사항, 일반적인 배경정보를 표로 정리

- 유럽연합실험동물학회(FELASA, the Federation of European Laboratory Animal Science Associations) 워크샵 결과와 산업안전보건연구원에서 수행한 발암성 시험 중 확인되었던 증상을 바탕으로 작성

- 목록은 전신증상, 체위, 의식, 태도, 행동(섭식, 운동, 반응), 눈, 귀, 입, 호흡기, 심혈관계, 복부, 근골격계(신경, 기타), 신경계, 피부, 털, 비뇨생식, 배설로 크게 구분하여 정리

Wistar 랫드 자연종양 발생 목록 작성

일일점검 목록 작성

- 일반증상관찰을 세부적으로 수행하기 전 조명, 소리, 냄새, 메모, 사육상자 관찰, 사료, 음용수, 동물의 활동 수준 및 개별상태 등에 관한 일일점검 사항을 정리

일일증상 관찰 및 (신규)증상 용어 추가 방법

- 개체별 일반증상의 단순 관찰 및 세부 관찰 시 확인해야 할 부위, 관찰 사항 및 주의사항 등 증상관찰에 관한 전반적인 방법을 정리

- 기존에 확립된 관찰목록 외 (신규)증상 확인 시 목록에 추가하기 위한 절차를 정리

인도적 종료시점

인도적 종료시점 확인을 위한 목록

- 발암성시험의 인도적 종료시점에 관한 문헌과 OECD Guidance Document를 참고하여 인도적 종료시점 결정 시 참고할 수 있는 증상목록의 작성과 인도적 종료시점 검토 시 평가해야할 사항 및 절차에 관하여 정리

직원 교육

일반증상 관찰을 하는 사람(주로 동물관리자 및 시험수행자)을 대상으로 기초생물학, 사육관리, 동물의 취급, 일상적인 시설관리, 사육환경, 법 및 규제, 동물복지, 실험실 안전과 관련된 주요 내용을 표로 정리

시사점

일반증상관찰 방법 및 용어의 정립에 관한 지속적인 연구 필요

시험결과와 실험동물의 윤리적 사용을 위해서는 증상관찰과 관련된 전반적인 내용들이 잘 정립이 되어야 하고, 이를 수행하는 직원들의 전문성도 함께 확보되어야 함

해외의 경우 일반증상관찰방법 향상 및 직원교육 방법에 관한 지속적인 재검토를 통해 과학적이고 신뢰성 있는 결과 확보와 함께 실험동물의 윤리적인 사용을 위한 노력을 기울이고 있음

03 연구활용방안

💡 활용방안

- 🌿 실험동물(랫드) 사용 기관에서 지침서 등으로 활용
 - ▶ 흡입발암성시험 등 실험동물(랫드)을 사용하는 실험에서 시험결과의 신뢰성을 향상을 시킬 수 있는 지침서 등 가이드라인의 제 개정에 활용할 수 있음
 - ▶ 인도적 종료시점에 관한 기준이 필요한 기관(Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care international, AAALAC-I, 국제실험동물관리평가인증협회 지정기관 등)의 기관 내 기준으로 활용



연락처

- 연구책임자: 산업안전보건연구원 흡입독성연구센터 김용순
- 연락 처: 042-869-8511
- e-mail: somays@kosha.or.kr



2022 산업안전 보건연구 요약집

2023-산업안전보건연구원-94

발행일 2023년 3월

발행인 산업안전보건연구원 원장 김은아

발행처 안전보건공단 산업안전보건연구원 연구기획부

주 소 44429 울산광역시 중구 종가로 400 (북정동)

연락처 전화 052-7030-815 / 팩스 052-703-0331

홈페이지 <http://oshri.kosha.or.kr>

인 쇄 (사)장애인동반성장협회 동반사업장

ISBN 979-11-92782-72-0

* 본 책자 저작권은 안전보건공단 산업안전보건연구원에 있습니다.

ISBN 979-11-92782-72-0

OPEN



공공누리

공공 저작물 자유이용허락

2022 산업안전 보건연구 요약집



표지

인스퍼에코 222g(인쇄용지)

내지

네오스타 미색 80g(인쇄용지)
저탄소제품 708kg CO₂ eq./ton

환경보호를 위해
저탄소용지(친환경용지)를
사용하였습니다.



산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원

