



안전은 권리입니다

2021 산업안전보건연구 요약집

Occupational Safety & Health
Research Institute



산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원





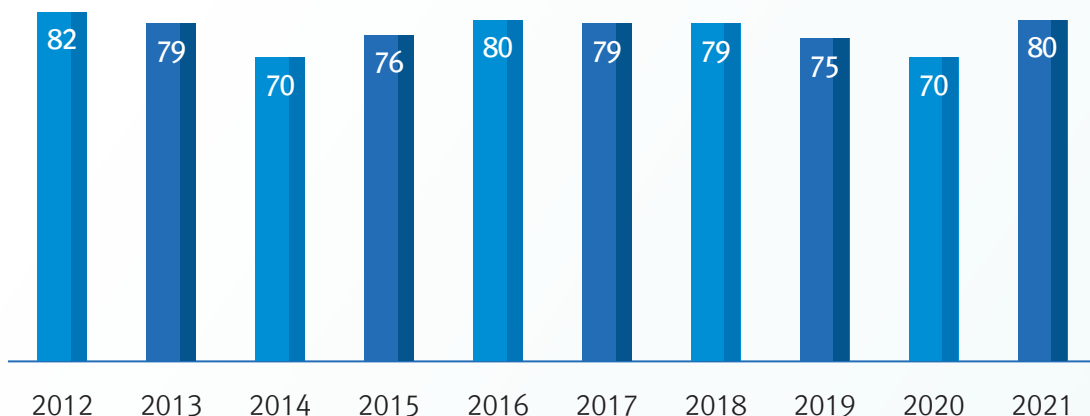
2021년 산업안전보건연구원의 연구 결과를 소개합니다.

산업안전보건연구원의 가장 중요한 임무는 노동자의 생명과 건강에 관련된 연구를 수행하는 것이라 할 것입니다. 1998년 설립된 이후 산업안전보건연구원은 매년 80건 내외의 연구보고서를 발간하여 배포해 왔습니다.

해마다 발간되는 연구보고서는 그 해에 가장 뜨거웠던 이슈뿐 아니라 각계 전문가들이 추천한 핵심적인 연구, 정부와 공공기관의 사업을 수행하는 데 필요했던 연구 등을 다루고 있어 우리 분야의 전문가들, 산업 안전보건에 관심을 갖는 국민들과 꼭 나누고 싶은 연구의 결과물이 많습니다.

우리 연구원이 발간하는 보고서는 그 종류가 다양할 뿐 아니라 보고서의 길이가 짧게는 100여 페이지 길게는 수천 페이지로 만들어지는 까닭에 제목만으로는 어떤 연구 내용인지 파악하기 어렵습니다. 이에, 독자들이 필요로 하는 연구보고서, 지금 읽어야 하는 연구보고서를 찾아내는 데 도움이 되기 위하여 우리 연구원에서는 매년 각 보고서의 요약문을 엮어 모음집으로 발간하고 있습니다.

이곳에 엮어낸 2021년 산업안전보건연구원의 연구보고서는 총 80건으로 작년 한 해의 중요한 사회적 이슈를 비롯하여 산업안전보건연구원이 중장기적으로 추진 중인 다양한 과학적 성과가 제시되어 있습니다.



최근 10년간(2012-2021) 수행 연구과제 수

1

사망재해 예방을 위한 연구

우선, 국정과제이기도 한 노동자 사망재해 감소를 위한 노력에 여러 연구과제가 집중되었습니다. 2022년부터 시행되는 「중대재해처벌법」은 사망재해 감소의 절박함에 대한 우리 사회의 관심의 표출이라 할 수 있습니다. 법령을 준비하는 과정에서 산업안전보건연구원은 「산재사고 관련 기업범죄에 대한 실효적 제재수단 도입방안」(김명준) 연구를 통해 기업범죄의 개념과 법적 의미를 개괄하여 「중대재해처벌법」이 갖는 법적 지위를 고찰하였고, 「중대재해처벌법상 안전 및 보건확보 의무의 구체화 방안」(윤준현) 연구에서 구체적인 사업주의 의무를 검토하였습니다. 그리고 「중대재해 처벌 등에 관한 법률상 직업성 질병의 범위」(구정완) 연구에서는 「중대재해처벌법」 대상으로 포함시킬 질병의 종류에 대해 토론하여 장단점을 비교해 보았습니다. 「중대재해처벌법」과 함께 산업안전보건 행정조직 강화가 필요하다는 의견에 의해 산업안전보건청이 준비되고 있는 만큼, 「산업안전보건 감독기관의 조직구성과 역할에 관한 국제비교」(이종한) 연구를 통해 주요 선진국들의 산업안전보건 행정조직을 검토해 보았습니다.

보다 구체적인 현장기반의 사망재해 감소를 위한 연구로, 지난해 우리의 마음을 아프게 했던 컨베이어 사고 예방을 위해서 「컨베이어 끼임 사망사고 감소 안전성 향상 방안」(박장현) 연구에서 컨베이어 시스템 자체만이 아니라 전체 사업장 공정과 설비와의 관계 등이 종합적으로 분석되어야 함을 주목하였습니다. 추락사고 예방을 위해 「달비계 작업안전 기술 개선」(유성수) 연구에서는 스마트 추락방지대를 개발하였고, 「건설현장 이동식비계의 안전성과 현장 적용성 개선」(박주동) 연구에서는 안전하고 편리한 이동식 비계 개선 모델(안)을 제시하였습니다. 잇을 만하면 발생하는 질식사고 예방을 위해 전산유체 역학(Computational Fluid Dynamics, CFD)을 활용하여 「밀폐공간 형상 및 내부 공기조성에 따른 필요 환기량」(백빛나) 연구를 수행했으며, 반복적으로 발생하는 수중 폭발 사고예방을 위해 「수중 용접·용단 시 가연성 가스 폭발재해 예방을 위한 안전방안」(강준혁)에서는 수중 실증실험을 통해 안전한 작업을 위한 기술지침을 제정하였습니다.

「중대재해처벌법」이 사망재해에 대한 관심과 법·제도 수립의 영역이라면, 이후 소개할 과제들은 사망재해에 대한 근본적인 성찰과 분석을 위한 노력과 관련된 연구입니다. 2021년에는 중장기적인 사망재해 비교분석을 위한 연구를 기획하였습니다. 「국가별 산업환경의 차이에 따른 사고사망자 발생 수준 비교·분석(Ⅰ)」(김진현)에서는 우리나라와 비교대상이 되곤 하는 주요 선진국의 산재사망 통계 추이를 깊게 들여다보고, 비교가능한 지표인지 검토하였습니다. 사회경제 지표, 산업의 구조, 자료수집 및 보고의 방법과 범위, 해당 통계의 사회적 의미 등을 고찰함으로써 국가별 산재사망 통계가 보여주는 의미를 과학적으로 비교분석할 수 있는 기반연구를 시작하였습니다. 뿐만 아니라 「국내 산업별/직종별 특성과

사망사고 발생 위험 분석(Ⅰ)」(문병두) 연구는 사망사고를 다각적으로 분석하는 연속 기획의 첫 단계라고 할 수 있습니다. 배달업, 건설업, 조선업 등 사망사고가 다발하는 업종과 직종의 특성과 사고사망 위험을 분석하고 사고사망 예방을 위한 정책방안을 정리해 내었습니다. 한편, 중대재해 예방은 안전보건 전 영역의 전문가와 현장 작업자와의 소통이 중요합니다. 「중대재해 예방을 위한 정책방안」(전용일), 「중소기업 산재예방을 위한 교육 등 개선방안」(백종배) 연구는 안전, 보건, 질병, 환경, 법 제도, 정책 등 다양한 분야별로 각계의 전문가와 현장 활동가들의 다양한 시각을 포럼으로 엮어낸 것으로, 미래의 정책 방향 수립에 중요한 자료가 될 것입니다.

〈표 1〉 사망재해 예방을 위한 연구 리스트

연번	연구과제명	연구책임자
1	산재사고 관련 기업범죄에 대한 실효적 제재수단 도입 방안	김명준
2	중대재해처벌법상 안전 및 보건확보 의무의 구체화 방안	윤준현
3	중대재해 처벌 등에 관한 법률상 직업성 질병의 범위	구정완
4	산업안전보건 감독기관의 조직구성과 역할에 관한 국제비교	이종한
5	컨베이어 끼임 사망사고 감소 안전성 향상 방안	박장현
6	달비계 작업안전 기술 개선	유성수
7	건설현장 이동식비계의 안전성과 현장 적용성 개선	박주동
8	밀폐공간 형상 및 내부 공기조성에 따른 필요 환기량	백빛나
9	수중 용접·용단 시 가연성 가스 폭발재해 예방을 위한 안전방안	강준혁
10	국가별 산업환경의 차이에 따른 사고사망자 발생 수준 비교·분석(Ⅰ)	김진현
11	국내 산업별/직종별 특성과 사망사고 발생 위험 분석(Ⅰ)	문병두
12	중대재해 예방을 위한 정책방안	전용일
13	중소기업 산재예방을 위한 교육 등 개선방안	백종배

2 코로나19와 4차 산업의 안전보건

2021년의 두 번째 화두는 코로나19로 인해 더 확산해진 감염병 취약 직종의 문제입니다.

이번 코로나19가 촉발하면서 우리는 국가 재난 관리 시스템에서 산업안전보건의 중요성을 깊이 느낄 수 있었습니다. 우리 연구원에서는 「재난 발생 시 「산업안전보건법」상 근로자 보호방안」(송안미) 연구를 통해 현행 「산업안전보건법」에서 노동자를 보호하기 위한 핀포인트 개선사항은 무엇인지 구체적으로 고찰해 보았습니다. 코로나19로 인해 거리두기가 불가능한 작업과 직종에 대한 많은 고민이 수면 위로 떠올랐고 2020년에 이어 우리 연구원에서는 「신종감염병 발생 사업장 대응체계 개선」(최은희) 연구를 통해 사업장 지침을 고도화 했습니다. 감염병 위험에 노출된 의료인을 위해 「공기매개 감염병 유행 시기의 근로자 건강진단 업무 지침 개발」(최윤정)에서는 의료인이 건강진단업무를 보다 안전하게 수행할 수 있는 방안을 고민해 보았습니다.

코로나19 상황에서 더욱 심각해진 배달, 건설, 운수업종의 근로자 과로와 건강문제를 조망하기 위하여 「택배기사 적정 근로시간에 관한 연구」(장태원), 「직종별 건강진단 도입방안 마련 - 택배, 건설업」(김영기), 「장시간 노동 조사 및 과로사 등 건강장해 예방 방안 연구 - 대형마트, 건물관리업, 택시 및 경차량 운수업」(백희정) 연구에서 일부의 실태를 들여다보고, 노동시간과 건강진단 방안을 제시하였습니다.

코로나19와 함께 우리 삶에 깊숙이 들어오고 있는 4차 산업과 이에 따른 새로운 건강문제의 예측도 우리 연구원이 간과하기 어려운 사안입니다. 「스마트팩토리 안전보건 수준 파악」(변정환)에서는 스마트팩토리 사업장의 구조적 문제를 범주화하고 향후 안전보건수준 향상을 위해 필요한 연구를 제안하였습니다. 최근 암질환 발생으로 사회적 문제가 제기된 3D 프린터의 유해요인을 판단하기 위하여 「금속 3D 프린팅 사업장의 나노입자 특성」(박해동)에서는 발암물질과 휘발성 유기물 등의 노출수준을 평가했습니다.

〈표 2〉 코로나19와 4차 산업의 안전보건 연구 리스트

연번	연구과제명	연구책임자
1	재난 발생 시 「산업안전보건법」상 근로자 보호방안	송안미
2	신종감염병 발생 사업장 대응체계 개선	최은희
3	공기매개 감염병 유행 시기의 근로자 건강진단 업무 지침 개발	최윤정
4	택배기사 적정 근로시간에 관한 연구	장태원
5	직종별 건강진단 도입방안 마련 - 택배, 건설업	김영기
6	장시간 노동 조사 및 과로사 등 건강장해 예방 방안 연구 - 대형마트, 건물관리업, 택시 및 경차량 운수업	백희정
7	스마트팩토리 안전보건 수준 파악	변정환
8	금속 3D 프린팅 사업장의 나노입자 특성	박해동

3 안전보건정책의 평가와 개선

2021년의 연구과제의 세 번째 영역은 현행 안전보건정책을 평가하고 보완하는 주제입니다. 이는 우리 연구원 설립 이래 가장 많이 수행된 연구영역이기도 합니다.

수년간 산업안전보건공단과 고용노동부가 사망재해 예방 사업의 일환으로 수행한 패트롤 사업에 대해 「산업재해 예방을 위한 패트롤카 활용성 제고 방안」(김도우) 연구에서 검토하였고, 「제조업 등 유해·위험 방지계획서 현장 작동성 강화」(장성록) 연구에서는 유해위험방지계획서가 재해발생 및 산업특성을 반영하여 안전관리 또는 재해감소에 도움이 되는지를, 「안전보건분야 국제협력 로드맵 수립을 위한 사업 및 조직 진단」(최우재)에서는 산업안전보건공단 국제협력사업의 문제점을 짚어보았습니다.

한편, 최근 개정된 입법의 보완과 구체화를 위한 과제도 연구되었습니다. 최근 강화된 안전관리자, 보건관리자 제도의 정책적 뒷받침을 위한 연구로 「안전관리자 등 선임기준 강화」(이광원), 「사업장 보건관리자 직접 고용의무에 따른 문제점 및 개선방안」(우국현), 건설업 산업안전보건관리비의 투명한 집행과 산업환경 변화 대응을 위한 「건설업 산업안전보건관리비 투명성 및 사용성 개선」(김창원) 연구가 수행되었습니다. 감정노동자의 보호를 위한 입법을 구체화하기 위한 「고객 등 제3자의 폭언등에 의한 건강 보호범위 해석지침 개발」(백은미), 노동자의 앓을 권리를 위한 「사업주의 휴게시설 설치 의무 신설에 따른 하위법령 마련」(정혜선) 연구도 진행하였습니다.

건설업 생애주기별 관련 법·제도를 분석하여 건설안전 업무의 개선방안과 재해예방사업 추진방향을 제시하는 「건설업 생애주기(Life Cycle)에 따른 건설업 산업재해감소 방안」(원정훈), 도급사업에서 작업 혼재로 인한 재해를 예방하기 위해 수행한 「혼재작업으로 발생할 수 있는 재해유형과 예방대책」(김승준) 연구도 흥미로운 분석결과를 제시하였습니다.

현재 산업보건제도의 중요한 축이라고 할 수 있는 작업환경평가의 합리적 발전을 위한 연구는 수년째 진행되고 있는데 「포괄적 작업환경평가 시범사업 연구(II)」(이윤근)는 시범사업을 통해 그간의 연구를 적용해 보았습니다. 이를 통해 그간 일회적, 관성적 평가라는 비판을 받아온 작업환경평가제도를 합리적으로 개선해 나갈 것입니다. 무엇보다도 현행 작업환경관리 제도가 소규모 사업장에서 작동하는지 비판적으로 고찰하고 해결방안을 제시한 「소규모 사업장 화학물질 관리 역량 향상」(박미진) 연구는 정책 입안자와 수행자의 진정성을 강조하고 있어 주목할 만합니다. 「산업안전보건법상의 석면관리제도 발전방향」(박민수)연구와 「MSDS 제출 및 비공개 승인 심사제도 발전방안」(조기홍) 역시 안전보건 제도의 역사에서 핵심적인 정책 중 하나로, 미래 직업성 질환, 직업성 암 예방과 노동자의 알 권리를 지키기 위한 초석이 될 것으로 생각됩니다.

점점 강조되고 있는 안전문화 모델, 노동자 정신건강문제도 게을리 할 수 없는 문제로, 「사업장 안전 문화 조성을 위한 관리감독자 활동모델 개발 및 현장 적용성」(문광수), 「국가 건강검진 우울증 선별검사 도구의 근로자 자살 예방 활용 가능성 평가」(이지혜) 연구는 이를 위한 시범연구로 수행하였습니다.

산업보건 사각지대는 안전보건정책이 수립된 이후 늘 문제가 되는 영역으로, 역사적 공간에 따라 변천하고 있습니다. 2021년 우리 연구원에서는 우리 시대의 지속적인 사각지대인 하도급과 특수형태 근로종사자, 외국인, 야간작업자, 직업훈련생 등을 위한 연구를 수행하였습니다. 「산업안전보건법 위반 범죄에 대한 법 적용상의 문제점과 개선방안」(이진국)에서는 최근 화두가 되고 있는 「산업안전보건법」 위반 판례를 분석해 보았으며, 「산업안전보건법 개정으로 강화된 도급인 책임의 산업현장 정착방안」(권혁), 「사내하도급에서 수급인의 법적지위와 보호방안」(나민오) 등의 연구는 하도급 제도를 법적으로 보완할 방안에 대해 고민하였습니다. 「산업안전보건법상 특수형태근로종사자의 판단기준과 보호내용의 적정성」(전윤구), 「공연(예술)산업 종사자(예술인)의 안전성 확보 방안」(강찬규) 등의 연구는 각각 고용 형태로 인해 노동자성을 인정받기 어려운 취업자의 안전보건을 고찰했습니다. 인종적 요인으로 건강진단 이상이 있어도 판정오류가 나기 쉬운 외국인을 위해 「외국인 근로자 대상 폐활량 검사의 결과해석을 위한 예측식」(이화연) 연구를 했습니다. 특수건강진단기관이 없는 소외된 지역의 노동자들을 위해 「취약지역 야간작업 특수건강진단 실시 개선방안」(정인성) 연구를 수행했고, 노동시장에 들어가기 전 안전보건을 미리 교육받게 하기 위한 제도의 가능성을 고찰한 「직업훈련교육시 산업안전보건교육 내용 반영 방안 연구」(백종배) 연구를 수행했습니다.

그 외 마스크지급, 화학물질 누출과 폭발, 노동자 건강진단, 노동환경의 각종 규제와 규정을 들여다 보고 개선할 지점을 깨알같이 연구한 수많은 연구들이 있습니다.

- 「컴퓨터 신경행동검사 활성화 연구(II)」(사공준), 「혈청 중 인돌 분석방법 검토 및 표준시료 개발」(원용림)
- 「산업위생분야 인력수급 현황 및 지정인력 전문성 제고 방안」(피영규), 「국내 보급형 수동식 시료채취기 개발 (III)」(이광용), 「석면조사기관 정도관리를 위한 석면시료은행 구축」(김준범), 「건설업 작업환경측정 제도 개선 및 공정 표준화」(김기연)
- 「알루미늄 노출기준 개정을 위한 국내 실태조사 및 사회경제적 영향 분석」(김승원), 「MSDS 개선을 위한 석유계 물질 내 유해물질 분석」(한정희)
- 「방연마스크 지급무화 및 인증기준 마련」(최영보), 「화학물질의 누출특성을 고려한 위험장소 설정 기준 개선방안」(한우섭), 「연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석」(김동준), 「화재폭발 안전기준의 규제수준에 대한 합리적 조정 방안」(최재욱), 「화학공장의 위험작업 관리 효율화와 사고에 대한 시스템 이론적 분석」(서동현)
- 「석면해체제거작업자의 석면노출 수준 및 작업환경관리실태 평가」(양혁승), 「학교 급식실 환기장치 실태조사 및 표준 환기방안 마련」(하현철)

〈표 3〉 안전보건정책의 평가와 개선

연번	연구과제명	연구책임자
1	산업재해 예방을 위한 패트론티 활용성 제고 방안	김도우
2	제조업 등 유해·위험방지계획서 현장 작동성 강화	장성록
3	안전보건분야 국제협력 로드맵 수립을 위한 사업 및 조직 진단	최우재
4	안전관리자 등 선임기준 강화	이광원
5	사업장 보건관리자 직접 고용의무에 따른 문제점 및 개선방안	우극현
6	건설업 산업안전보건관리비 투명성 및 사용성 개선	김창원
7	고객 등 제3자의 폭언등에 의한 건강보호범위 해석지침 개발	백은미
8	사업주의 휴게시설 설치 의무 신설에 따른 하위법령 마련	정혜선
9	건설업 생애주기(Life Cycle)에 따른 건설업 산업재해감소 방안	원정훈
10	혼재작업으로 발생할 수 있는 재해유형과 예방대책	김승준
11	포괄적 작업환경평가 시범사업 연구(II)	이윤근
12	소규모 사업장 화학물질 관리 역량 향상	박미진
13	산업안전보건법상의 석면관리제도 발전방향	박민수
14	MSDS 제출 및 비공개 승인 심사제도 발전방안	조기홍
15	사업장 안전문화 조성을 위한 관리감독자 활동모델 개발 및 현장 적용성	문광수
16	국가 건강검진 우울증 선별검사도구의 근로자 자살 예방 활용 가능성 평가	이지혜
17	산업안전보건법 위반 범죄에 대한 법 적용상의 문제점과 개선방안	이진국
18	산업안전보건법 개정으로 강화된 도급인 책임의 산업현장 정착방안	권혁
19	사내하도급에서 수급인의 법적지위와 보호방안	나민오
20	산업안전보건법상 특수형태근로종사자의 판단기준과 보호내용의 적정성	전윤구
21	공연(예술)산업 종사자(예술인)의 안전성 확보 방안	강찬규
22	외국인 근로자 대상 폐활량 검사의 결과해석을 위한 예측식	이화연
23	취약지역 야간작업 특수건강진단 실시 개선방안	정인성
24	직업훈련교육시 산업안전보건교육 내용 반영 방안 연구	백종배
25	컴퓨터 신경행동검사 활성화 연구(II)	사공준
26	혈청 중 인동 분석방법 검토 및 표준시료 개발	원용림
27	산업위생분야 인력수급 현황 및 지정인력 전문성 제고 방안	피영규
28	국내 보급형 수동식 시료채취기 개발(III)	이광용
29	석면조사기관 정도관리를 위한 석면시료은행 구축	김준범
30	건설업 작업환경측정 제도 개선 및 공정 표준화	김기연
31	알루미늄 노출기준 개정을 위한 국내 실태조사 및 사회경제적 영향 분석	김승원
32	MSDS 개선을 위한 석유계 물질 내 유해물질 분석	한정희
33	방면마스크 지급의무화 및 인증기준 마련	최영보
34	화학물질의 누출특성을 고려한 위험장소 설정 기준 개선방안	한우섭
35	연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석	김동준
36	화재·폭발 안전기준의 규제수준에 대한 합리적 조정 방안	최재욱
37	화학공장의 위험작업 관리 효율화와 사고에 대한 시스템 이론적 분석	서동현
38	석면해체제거작업자의 석면노출 수준 및 작업환경관리실태 평가	양혁승
39	학교 급식실 환기장치 실태조사 및 표준 환기방안 마련	하현철

4 안전보건연구 기반의 조성

엄밀한 연구방법과 조건을 기반으로 연구를 수행하기 위해서는 실험방법 재고를 통해 끊임없이 과학적 기반을 조성해야 합니다.

산업안전보건연구원이 화학물질 독성을 평가하기 위해 수행하는 실험은 세계적 추세에 맞게 지속적인 기반연구가 필요합니다. 동물실험의 합리화를 위한 「발암성시험의 실험동물 생존율 향상을 위한 개선 방안」(이성배), 「흡입독성시험 증기발생장치의 개선」(김용순), 「호흡기의 검체제작 정밀도 향상을 위한 가이드라인 개발」(이미주) 연구는 이러한 고민 속에서 수행되었습니다. 나아가 최소한의 동물희생과 최대의 효과산출을 위해 동물실험 외 지식기반 조사, AOP(독성발현경로) 등 대체시험법의 개발 역시 함께 추진하고 있는데, 「생물정보학(Bioinformatics) 기법을 이용한 혼합물질 독성기전」(임경택), 「반복투여독성시험 대체시험법 적합성 연구」(서동석), 「DNA 손상지표 코멧시험(Comet assay)을 활용한 3차원 배양세포에서의 유전독성영향」(임철홍), 「사업장 내 화학물질에 의한 알려지성 호흡기 질환의 AOP 연계 연구」(조은상) 연구가 그런 취지에서 수행되었습니다.

현실 작업장에서 노동자의 위험은 한가지의 유해위험요인이 아니라 여러 가지의 위험이 복합적으로 작용합니다. 현대 과학에서는 적절한 통계방법을 계속 업그레이드하고 있으며, 우리 연구원에서도 「직업병 인과추론 가이드라인 및 통계분석법 개발(1) - g methods 국문 가이드라인 개발」(예신희)라는 연구를 통해 따라잡고 있습니다. 또, 다수의 정책결정은 사회경제적 편익의 계산을 기반으로 합니다. 허나, 산업안전보건은 공중보건영역에서 사용하는 편익계산법이 적절하지 않은 경우가 다반사로 우리 영역에 맞는 계산법을 요청하고 있습니다. 이를 위해 「산업안전보건법 규제영향분석을 위한 건강 편익 산정방식 개선」(신영철) 연구는 새로운 계산법을 제안하였습니다. 「작업장 화학물질 위험성 평가(Risk Assessment) 시 정량적 유해성 결정」(이혜진) 연구를 통해 노출기준이 없는 화학물질의 관리 방안에 대해 제안하였습니다. 보호구 착용의 중요성은 안전보건에서 말할 나위없지만, 보호구가 잘 맞아야 예방효과가 있습니다. 국내 시판되는 보호구가 우리 국민의 얼굴형에 적절한지 「한국형 얼굴 사이즈 DB구축 및 호흡보호구 선정 기준 연구(I)」(박정근) 에서 검토하고 개선안을 제시하였습니다. 그 밖에 「산업안전보건법 보편적 이해를 위한 법령 시각화」(서용윤) 연구는 우리나라 안전보건법령이 국내 다른 부처의 영역에 존재하는 법령과 어떤 관계로 맺어져 있는지 그 관련 지점을 시각화하여, 새로운 검색방법을 제시하고 있습니다.

〈표 4〉 안전보건연구 기반의 조성

연번	연구과제명	연구책임자
1	발암성시험의 실험동물 생존율 향상을 위한 개선방안	이성배
2	흡입독성시험 증기발생장치의 개선	김용순
3	호흡기의 검체제작 정밀도 향상을 위한 가이드라인 개발	이미주
4	생물정보학(Bioinformatics) 기법을 이용한 혼합물질 독성기전	임경택
5	반복투여독성시험 대체시험법 적합성 연구	서동석
6	DNA 손상지표 코멧시험(Comet assay)을 활용한 3차원 배양세포에서의 유전독성영향	임철홍
7	사업장 내 화학물질에 의한 알려지성 호흡기질환의 AOP 연계 연구	조은상
8	직업병 인과추론 가이드라인 및 통계분석법 개발(1) - g methods 국문 가이드라인 개발	예신희
9	산업안전보건법 규제영향분석을 위한 건강편익 산정방식 개선	신영철
10	작업장 화학물질 위험성 평가(Risk Assessment) 시 정량적 유해성 결정	이혜진
11	한국형 얼굴 사이즈 DB구축 및 호흡보호구 선정 기준 연구(I)	박정근
12	산업안전보건법 보편적 이해를 위한 법령 시각화	서용윤

그 밖에도 「산업안전보건 정책지표 개발 연구」(조윤호), 「한국의 산업별 산업재해 발생 추이와 경기적 영향요인 연구」(박선영), 「비대면·온라인 콘텐츠의 개발·보급 혁신을 위한 연구」(김상윤), 「중대재해 예방을 위한 사업장의 안전풍토적 진단 및 지원 연구」(이선희), 「생물학적 노출 평가 표준지표 개발 (6)」(이미영), 「근로자 건강진단자료 표준화를 위한 체계 개발 및 적용」(이지호), 「작업환경측정 보고 제도 개선방안 연구」(임대성), 「화학물질 노출 농도 결정 요인으로서 작업공정 및 활동 영향 분석」(이나루) 등의 연구도 수행되었습니다.

연구만으로 노동자의 산업안전보건의 현실화되지는 않습니다. 그러나 안전보건에 대한 연구 없이는 산업안전보건의 시동과 정착, 평가와 보완은 불가능합니다. 산업안전보건연구원에서 시의적절한 연구, 긴 안목을 가진 연구, 과학적인 평가, 합리적인 제안을 생산하기 위해서 각계 전문가들의 끊임없는 관심과 조언이 필요합니다.

2021년 수행한 산업안전보건연구원의 연구과제에 많은 사랑과 관심을 보내 주실 것을 기대합니다.

2022. 2.

산업안전보건연구원장





2021 산업안전보건연구 요약집

Occupational Safety & Health
Research Institute



CONTENTS ▶▶▶▶▶

2021 산업안전보건연구 요약집



I 정책제도

01. 산재사고 관련 기업범죄에 대한 실효적 제재수단 도입방안 연구	20
02. 산업안전보건 정책지표 개발 연구	24
03. 한국의 산업별 산업재해 발생 추이와 경기적 영향요인 연구	27
04. 사내하도급에서 수급인의 법적지위와 보호방안 연구	31
05. 재난 발생 시 「산업안전보건법」상 근로자 보호방안 연구	35
06. 산업안전보건법상 특수형태근로종사자의 판단기준과 보호내용의 적정성에 관한 연구	39
07. 산업안전보건 감독기관 조직구성과 역할에 관한 국제비교	43
08. 산업안전보건법 위반 범죄에 대한 법 적용상 문제점 및 개선방안	47
09. 산업재해 예방을 위한 패트론키 활용성 제고 방안	51
10. 산업안전보건법 개정으로 강화된 도급인 책임의 산업현장 정착방안 연구	55
11. 중대재해 예방을 위한 정책방안 연구	58
12. 사업장 안전문화 조성을 위한 관리감독자 활동모델 개발 및 현장 적용성 연구	61
13. 비대면·온라인 콘텐츠의 개발·보급 혁신을 위한 연구	64
14. 산업안전보건법 보편적 이해를 위한 법령 시각화 연구	68
15. 중대재해처벌법상 안전 및 보건확보 의무의 구체화 방안 연구	72
16. 사업주의 휴게시설 설치의무 신설에 따른 하위법령 마련	75
17. 안전보건분야 국제협력 로드맵 수립을 위한 사업 및 조직 진단	77



II 산업안전

01. 국가별 산업환경의 차이에 따른 사고사망자 발생 수준 비교·분석 연구(Ⅰ)	84
02. 국내 산업별/직종별 특성과 사망사고 발생 위험 분석 연구(Ⅰ)	87
03. 건설현장 이동식비계의 안전성과 현장 적응성 개선 연구	92
04. 스마트팩토리 안전보건수준 파악 연구	95
05. 수중 용접·용단 시 가연성 가스 폭발재해 예방을 위한 안전방안 연구	98
06. 컨베이어 끼임 사망사고 감소 안전성 향상 방안 연구	101
07. 밀폐공간 형상 및 내부 공기 조성에 따른 필요 환기량에 관한 연구	104
08. 달비계 작업안전 기술 개선연구	107
09. 건설업 산업안전보건관리비 투명성 및 사용성 개선 연구	110
10. 제조업 등 유해·위험방지계획서 현장 작동성 강화 연구	113
11. 건설업 생애주기(Life Cycle)에 따른 건설업 산업재해감소 방안에 관한 연구	116
12. 공연(예술)산업 종사자(예술인)의 안전성 확보 방안에 대한 연구	119
13. 혼재작업으로 발생할 수 있는 재해유형과 예방대책에 관한 연구	121
14. 안전관리자 등 선임기준 강화에 관한 연구	124
15. 중소기업 산재예방을 위한 교육 등 개선방안 연구	128
16. 화학공장의 위험작업 관리 효율화와 사고에 대한 시스템 이론적 분석 연구	130
17. 화학물질의 누출특성을 고려한 위험장소 설정기준 개선방안 연구	134
18. 연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석	137
19. 중대재해 예방을 위한 사업장의 안전풍토적 진단 및 지원 연구	140
20. 화재·폭발 안전기준의 규제수준에 대한 합리적 조정 방안	142
21. 방연마스크 지급의무화 및 인증기준 마련에 관한 연구	146



Ⅲ 직업건강

01. 혈청 중 인돌 분석방법 검토 및 표준시료 개발	152
02. 생물학적 노출 평가 표준시료 개발(6)	155
03. 공기매개 감염병 유행 시기의 근로자 건강진단 업무 지침 개발	158
04. 국가 건강검진 우울증 선별검사도구의 근로자 자살 예방 활용 가능성 평가	162
05. 외국인 근로자 대상 폐활량검사의 결과해석을 위한 예측식	165
06. 직업병 인과추론 가이드라인 및 통계분석법 개발(1) - g methods 국문 가이드라인 개발	168
07. 장시간 노동 조사 및 과로사 등 건강장해 예방 방안 연구 - 대형마트, 건물관리업, 택시 및 경차량 운수업	171
08. 택배기사 적정 근로시간에 관한 연구	175
09. 신종감염병 발생 사업장 대응체계 개선 - 코로나19 사례를 중심으로	177
10. 직종별 건강진단 도입방안 마련 - 택배, 건설업	181
11. 취약지역 야간작업 특수건강진단 실시 개선방안	186
12. 사업장 보건관리자 직접 고용의무에 따른 문제점 및 개선방안 연구	190
13. 직업훈련교육 시 산업안전보건교육 내용 반영 방안 연구	193
14. 컴퓨터 신경행동검사 활성화 연구(II)	196
15. 근로자 건강진단자료 표준화를 위한 체계 개발 및 적용	199
16. 중대재해 처벌 등에 관한 법률상 직업성 질병의 범위	203
17. 고객 등 제3자의 폭언등에 의한 건강보호범위 해석지침 개발	207



Ⅳ 직업환경

01. 국내 보급형 수동식시료채취기 개발 연구(Ⅲ)	212
02. 석면조사기관 정도관리를 위한 석면시료은행 구축 연구	214

03. 한국형 얼굴 사이즈 DB구축 및 호흡보호구 선정 기준 연구(I)	217
04. 금속 3D 프린팅 사업장의 나노입자 특성 연구	220
05. 건설업 작업환경측정제도 개선 및 공정 표준화 연구	223
06. 포괄적 작업환경 평가 시범사업 연구(II)	225
07. 작업환경측정 보고제도 개선방안 연구	229
08. 산업위생분야 인력수급 및 지정인력 전문성 제고 방안 연구	232
09. 산업안전보건법상의 석면관리제도 발전방향 연구	235
10. 석면해체·제거근로자 석면노출수준 및 작업환경관리실태 평가	239
11. 학교 조리실 환기장치 실태조사 및 표준환기방안 마련연구	243



V 산업화학

01. 생물정보학(Bioinformatics) 기법을 이용한 혼합물질 독성기전 연구	248
02. 반복투여독성시험 대체시험법 적합성 연구	252
03. 작업장 화학물질 위험성 평가(Risk Assessment) 시 정량적 유해성 결정에 관한 연구	256
04. 화학물질 노출 농도 결정 요인으로서 작업공정 및 활동 영향 분석	259
05. 흡입독성시험 증기발생장치의 개선 연구	262
06. 사업장 내 화학물질에 의한 알러지성 호흡기질환의 AOP 연계 연구	264
07. DNA 손상지표 코멧시험(Comet assay)을 활용한 3차원 배양세포에서의 유전독성영향연구	268
08. MSDS 개선을 위한 석유계 물질 내 유해물질 분석 연구	271
09. 호흡기의 검체제작 정밀도 향상을 위한 가이드라인 개발연구	274
10. 발암성시험의 실험동물(랫드) 생존율 향상을 위한 개선방안	276
11. MSDS 제출 및 비공개 승인 심사제도 발전방안 연구	278
12. 소규모 사업장 화학물질 관리 역량 향상을 위한 연구	280
13. 산업안전보건법 규제영향분석을 위한 건강편의 산정방식 개선 연구	284
14. 알루미늄 노출기준 개정을 위한 국내 실태조사 및 사회경제적 영향 분석 연구	288

Occupational Safety & Health Research Institute





I

정책제도



01. 산재사고 관련 기업범죄에 대한 실효적 제재수단 도입방안 연구	20
02. 산업안전보건 정책지표 개발 연구	24
03. 한국의 산업별 산업재해 발생 추이와 경기적 영향요인 연구	27
04. 사내하도급에서 수급인의 법적지위와 보호방안 연구	31
05. 재난 발생 시 「산업안전보건법」상 근로자 보호방안 연구	35
06. 산업안전보건법상 특수형태근로종사자의 판단기준과 보호내용의 적정성에 관한 연구	39
07. 산업안전보건 감독기관 조직구성과 역할에 관한 국제비교	43
08. 산업안전보건법 위반 범죄에 대한 법 적용상 문제점 및 개선방안	47
09. 산업재해 예방을 위한 패트roller 활용성 제고 방안	51
10. 산업안전보건법 개정으로 강화된 도급인 책임의 산업현장 정착방안 연구	55
11. 중대재해 예방을 위한 정책방안 연구	58
12. 사업장 안전문화 조성을 위한 관리감독자 활동모델 개발 및 현장 적용성 연구	61
13. 비대면·온라인 콘텐츠의 개발·보급 혁신을 위한 연구	64
14. 산업안전보건법 보편적 이해를 위한 법령 시각화 연구	68
15. 중대재해처벌법상 안전 및 보건확보 의무의 구체화 방안 연구	72
16. 사업주의 휴게시설 설치의무 신설에 따른 하위법령 마련	75
17. 안전보건분야 국제협력 로드맵 수립을 위한 사업 및 조직 진단	77

01

산재사고 관련 기업범죄에 대한 실효적 제재수단 도입방안 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월
핵심단어_ 산재사고, 기업범죄, 자유형, 벌금형, 제재수단

01 연구배경

- » 기업범죄의 한 유형으로 분류되는 「산업안전보건법」(이하 「산안법」) 위반 사건에 대한 벌칙의 대부분은 형벌인 자유형이나 벌금형으로 규정되어 있음
 - 자유형이나 벌금형은 형벌로서 엄격한 구성요건이 전제가 되어야만 처벌이 가능함
 - + 「산안법」 위반으로 인한 산재사고는 기업범죄이고 고의범이지만 대부분 ‘과실치사상 범죄군’으로 처벌되고 있는 실정임
 - + 산재 사망사고와 관련이 있는 기업이나 사업주에게 고의 입증이나 인과관계 결여 등으로 충분한 형사 책임을 묻지 못한 실정임
- » 또한, 2021년 1월 26일 제정된 「중대재해처벌법」 처벌의 대부분도 형벌로 규정되어, 사업주 등 의무 위반자에 대한 벌칙 적용을 위한 구성요건 충족이 곤란한 상황 발생에 대비하여 선진 외국 사례 연구를 통한 다양한 실효적 제재수단 마련을 위한 선행연구 필요

02 주요연구내용

연구결과

- » 국내 기업범죄의 정의, 유형분류 및 제재실태 파악
 - 우리나라는 기업범죄에 대하여 법적으로 정의된 것은 없고, 학설상으로는 기업의 경영 및 영업 활동에서 발생하는 범죄 또는 기업의 이익을 위해 임원이나 직원 등이 행하는 범죄라고 정의하고 있음

- 기업범죄 정의규정 부재로 인한 개념의 불명확성은 기업범죄 유형 분류에도 영향을 미침
- + 강화상으로는 ① 행위특성·피해자·행위특성별 분류 ② 화이트칼라 범죄 중심의 유형, ③ 행위 주체별 분류, ④ 통합적 분류가 있음
- + 범죄예방에 적합한 수단의 활용 관점으로는 ① 행정(절차)법 영역, ② 환경법 영역, ③ 경제법 영역, ④ 노동관계법 영역, ⑤ 제조물법 영역, ⑥ 「산안법」 영역으로 분류될 수 있음
- 우리나라의 2008년부터 2017년까지 10년간 「산안법」 위반 사건의 발생현황을 분석해 보면, 2008년 1,653건에서 2017년 6,439건으로 10년간 4배 정도 증가하였음
- + 법인 위반자의 경우 2014년에 4,113건에서 2017년에는 6,345개 법인으로 증가하였음
- + 법인에 대한 제재는 2013년부터 2017년까지 5년간 공판절차에서 피고인으로 심판을 받은 총 1,339개의 법인 중에서 벌금형 1,193개(89.1%), 선고유예 33개(2.46%), 무죄 110개(8.22%), 면소 1개(0.07%), 공소기각 2개(0.15%)로 나타남
- » 외국의 기업범죄 정의와 유형분류
 - 연구대상 11개 국가로는 일본, 미국, 영국, 독일, 프랑스, 스위스, 핀란드, 싱가포르, 중국, 덴마크, 캐나다를 선정하였음
 - + 연구대상 국가에서도 기업범죄 정의에 대해서는 법률에 정의 규정을 두고 있지 않음
 - + 연구대상 국가의 대부분은 기업을 법인과 동일시하거나 또는 법인보다 넓은 의미로 강화상 이해하고 있으며, 기업범죄의 정의규정을 두지 않음으로써 오히려 변화하는 사회변동에 능동적으로 대처할 수 있는 가능성을 열어두고 있는 것으로 해석됨
- » 외국의 기업범죄 제재의 근거법령과 제재실태 파악
 - 기업범죄 제재의 근거법령을 국가별로 정리하였음
 - 기업범죄에 대한 제재로 프랑스는 기업에게 자연인과 동일한 법적 지위를 인정하는 경우에는 일반 형법상의 모든 규정들이 근거 법령이 될 수 있겠지만, 영국, 미국, 독일 등 많은 국가들은 특별법의 형태로 관련 규정들이 정비되고 있음
 - 기업범죄의 제재실태는 미국과 같이 사전적 규제 중심으로 컴플라이언스 프로그램을 운영하는 반면, 기업의 고의살인까지도 처벌하는 영국의 경우에는 약칭 ‘기업살인법’의 제정으로 세계적인 주목을 받았지만, 실제 동법의 적용으로 처벌되는 경우는 드물었음
 - 국가별로 기업범죄를 예방하기 위한 수단은 다소 상이하지만, 공통적인 사항은 형벌이나 행정제재 중 한 가지에만 의존하지 않고 다양한 제재를 통해 기업범죄에 대응하고 있음

» 산업현장의 근로자 및 사업주 대상 산업안전 관련 인식도 조사

- 「산안법」 및 「중대재해처벌법」 관련 인식도 조사를 근로자(46인)와 사업주(14인) 대상으로 업종별로 구분하여 실시하였음
- 「산안법」에 대한 인식도 조사는 이미 연구된 바가 있으나, 「중대재해처벌법」이 사회적으로 큰 주목을 받고 있으므로, 동법 제정과 함께 산업현장에서 산업안전과 그에 대한 책임귀속, 산업 재해에 대한 처벌의 적정성 등에 관한 인식에 변화가 있을 것으로 예측하였음
- 인식도 조사 분석결과, 「산안법」이나 「중대재해처벌법」의 강화된 처벌규정과 공표제도 관련 항목에서는 근로자와 사업주간 인식도에서 차이가 큰 것으로 나타났음

 시사점

» 우리나라를 비롯하여 조사대상국도 기업범죄에 대한 정의 규정이 존재하지 않지만 기업범죄를 인정하기 위한 공통 요건들은 아래와 같이 3가지로 정리됨

- 기업에 속한 자연인의 범죄행위로, ① 실행행위자인 자연인과 기업의 관계(지위관련성), ② 범죄행위와 기업의 업무간의 관계(업무관련성), ③ 기업의 이익을 위한다는 행위자의 의사

» 기업을 포함한 처벌 가능한 단체의 범위 정립 필요

- 기업이 사법상 법인의 형식을 갖추는 경우 단체처벌 규정의 처벌대상에 포함된다는 점에는 별다른 이견이 없지만, 단체는 법정 단체부터 비정형 단체까지 다양하므로 외국에서 이미 처벌 대상 단체의 범위를 정립한 사례는 참고할 가치가 있다고 판단됨

» 기업범죄에 대한 벌금형 규정의 차별화 필요

- 우리나라는 「산안법」과 「중대재해처벌법」 등 일부 규정을 제외하고는 대부분 자연인과 법인이 동등한 벌금형을 선고받지만, 프랑스는 법인에 대해서는 자연인의 5배, 중국의 경우에는 매출 및 소득 등을 기준으로 부과하는 배수벌금제를 시행하고 있어 기타 부과 사례에 대한 심층적인 연구를 통해 장기적 관점의 도입 방안 검토가 필요

» 기업범죄에 대한 실효적 대응을 위해서는 형벌과 행정 제재 등 수단의 다양화 필요

- 형벌인 자유형이나 벌금과 더불어 범죄사실 공표, 과징금, 법인해산 등 병행 적용



03 연구활용방안

제언

- » 기업범죄에 효과적으로 대응하기 위해서는 형벌과 과징금 등 행정 제재 수단의 다양화
- » 기업범죄에 해당할 경우 벌금형 규정을 개선하여 자연인과 법인의 차등화
- » 「산안법」 제10조에 따른 산업재해 발생건수 외에 기업의 범죄 사실 등을 적시함으로써 기업의 자산 가치를 하락시키는 등의 다양한 행정 제재 방안 마련 필요
- » 우리나라에는 2,200여 개의 특별법(2019년 기준)이 존재하는데, 장기적 관점에서는 수규자의 혼선을 해소하고 기업범죄에 대한 일관성 있는 규율을 위해 기업범죄에 대한 형사제재 근거 규정을 형법전에 도입하는 방안에 대한 연구 필요성 있음

활용방안

- » 「산안법」이나 「중대재해처벌법」과 같은 산재사고 관련 기업범죄의 기본법을 제정함에 있어 기초 자료로 활용할 수 있음
- » 우리 사회의 기업범죄 관련 문제에 적절히 대처하면서도 세계적인 추세에 부합하는 법체계를 구성할 경우 기본적인 틀을 제시할 수 있을 것임
- » 「산안법」이나 「중대재해처벌법」 등 기업범죄 관련 처벌법들의 제도개선을 추진할 경우, 외국의 입법례에 관한 근거자료로 활용될 수 있음



연구담당자 연락처

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

02

산업안전보건 정책지표 개발 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 산업안전보건 지표, 정책 지표, 산업재해율, 사망만인율

01 연구배경

- » 국가의 산업안전보건 정책 수립을 위해서는 문제점을 찾고 정책 대안을 선택하는 과정에서 활용할 수 있는 정책 지표가 필요
 - 현재 예방 정책과 활동의 결과 지표인 산업재해율과 사망만인율 밖에 지표가 없는 상황
- » 이번 연구는 우리나라 산업안전보건 정책 수립을 위해 필요한 다양한 지표를 만들기 위한 기초 연구
 - 우리나라의 산업안전보건 상황과 수준을 평가할 수 있는 지표 개발을 위하여 이론적 프레임워크를 구축하고, 이를 기준으로 지표 측정을 위한 지표 항목과 향후 지표 개발을 위한 방향을 제시하고자 함

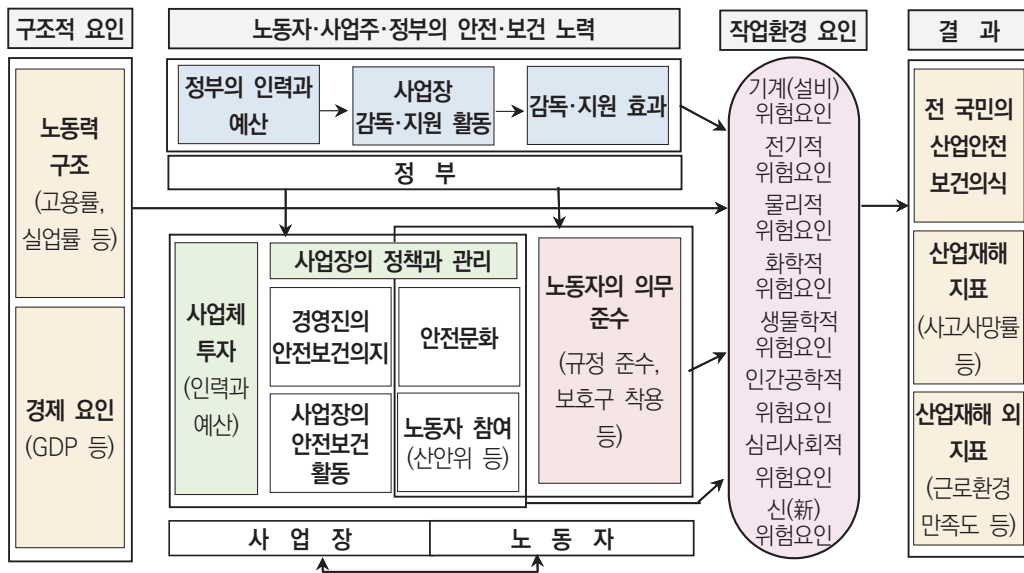
02 주요연구내용

연구결과

- » 지표 개발을 위한 프레임워크 구축을 위하여 “산업안전보건”에 대한 조작적 정의와 “산업안전보건지표”의 목적 설정
 - 「산업안전보건」의 조작적 정의
 - + 정부, 사업주, 노동자 각 주체가 산업현장의 위험을 감소시키기 위해 함께 노력하여 모든 일하는 사람의 신체적, 정신적, 사회적 안녕을 최상의 수준으로 유지·증진시키는 것
 - 「산업안전보건지표」의 목적
 - + 모든 일하는 사람이 차별 없이 안전하고 건강하게 일할 수 있는 국가의 정책수립과 시행을 위한

기초자료 제공을 위해 산업안전보건에 영향을 미치는 구조적 요인, 주체별(정부, 사업주, 노동자) 산업안전보건 노력, 일하는 사람의 신체적, 정신적, 사회적 안녕의 수준, 일하는 사람들 간의 격차를 주요 지표로 측정하여 국가의 산업안전보건 상태를 객관적으로 제시하는 것

- » “산업안전보건”에 대한 조작적 정의와 “산업안전보건지표의 목적”에 맞추어 프레임워크 제시
 - 구조적 요인인 사회·경제적 환경에서 출발하여 산업재해와 같은 결과를 낳게 되는 일련의 과정에서 노동자, 사업주, 정부가 역할과 책임을 다함으로써 일하는 사람의 건강과 안전을 확보하는 것을 구조화하여 다음 그림과 같이 제시
 - 「구조적 요인-노·사·정의 산업안전보건 노력-작업환경 요인-결과」의 4가지 영역으로 구성하고, 하위 영역에 17개의 핵심 구성 요소를 선정
 - 17개의 핵심 구성요소를 측정하기 위한 향후 후속 연구에서 고려할 세부 지표 제시



국가 산업안전보건지표 프레임워크

시사점

- » 향후 산업안전보건지표 개발을 위한 선행 연구로 산업안전보건의 조작적 정의, 지표의 목적, 프레임워크, 이에 따른 세부 지표 항목을 제시

- » 최종 지표를 개발하기 위한 후속 연구 방향 제시
- » 현재 자료원이 없는 지표 산출과 정책 수립을 위한 필수 자료에 대한 자료 확보 방안과 자료의 필요성 제시
 - 특히, 정책 효과의 궁극적 목표는 전 국민의 안전보건 의식 향상과 사업장의 안전문화 정착으로 이를 측정할 수 있는 신규 조사 필요

03 연구활용방안

활용방안

- » 국가의 산업안전보건지표 개발을 위한 후속 연구의 기초 연구 자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 조윤희
- 연락처 | 052-703-0823
- e-mail | uno@kosha.or.kr

한국의 산업별 산업재해 발생 추이와 경기적 영향요인 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 사고사망, 비사망사고, 경기변동, 시계열 분석

01 연구배경

» 산업재해 발생에 어떠한 요인들이 영향을 주는지 면밀히 규명하는 것은 정책 집행 효과와 밀접한 관련이 있으므로 산재예방 관련 정책 당국 및 사업 주체는 매우 중요한 관심사임

- 산재 발생에 영향을 주는 요인들과 관련하여 사회과학 연구자들은 근로자의 작업환경에 영향을 주는 다양한 경제 사회적 요인에 집중하고 있고, 관련 선행연구의 이론적 실증적 분석을 통해 경기 호황으로 인한 수요증가는 산재를 증가시키며, 경기 침체기에는 산재가 줄어들 수 있다는 근거를 제시
- 본 연구에서는 이와 같은 관점에서 국내 산재 발생 추이를 산업별로 분석하고 이에 영향을 주는 경기적 요인(산업별 생산변화, 노동시장 여건 등)들을 확인하여 외생적 요인의 변화에 효율적으로 대응 가능한 산재예방시스템 구축에 기여하고자 함

+ 또한, 산재에 영향을 주는 경기적 요인의 단기적 충격(급격한 수요 변화, 정책 변화 등)이 산재에 미치는 파급효과에 대해 탐구하여 파급기간과 기여도를 고려한 정책집행 전략 수립에 필수적으로 고려해야할 자료로 활용하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

» 산업별 산업재해 발생과 경기적 요인과의 관계 실증분석

- 전(全)산업에서 월별로 발생하는 업무상 사고사망자 수에 통계적으로 유의미한 영향을 주는 경기변동 요인 변수에 대한 분석 결과 전산업(실질)임금총액 증가율, 남성 근로자 비중, 실업률, 건설업 생산지수 증가율 등으로 도출

- + 임금총액 증가율과 실업율이 증가하면 사고사망자 수는 감소하는 것으로 분석되었고 국가 전체의 생산 활동을 나타내는 생산지수는 증가는 사고사망자를 증가시키는 요인으로 작용하고 있음을 확인
- + 남성근로자 비중의 경우에는 당해 월 수준뿐만 아니라 2개월, 3개월 전 수준도 사고사망자 수에 영향을 주는 요인으로 분석, 남성 근로자 비중이 높아질수록 사고사망자가 증가하는 것으로 결과 도출되었는데 이는 상대적으로 육체적 노동력을 필요로 하는 산업 또는 작업 수요가 증가하여 남성 근로자 비중이 높아지게 되면 사고의 위험이 증가하게 되어 사고사망자 수 증가로 이어진 것으로 판단됨
- 건설업에서 월별 발생한 사고사망재해자 수와 통계적으로 유의미한 연관성이 있는 경기적요인 변수는 건설업 (실질)임금총액 증가율, 실업률, 건설업 생산지수 증가율, 건설착공면적, 건설기성액, 건설착공동수 등으로 나타남
- + 실업률에 대한 분석결과는 미숙련된 근로자의 고용이 줄어들면서 숙련된 근로자 중심의 노동시장 구조가 사고사망자 수 발생을 줄인 것으로 해석됨
- + 건설업 사고사망자 수와 양(+)의 연관성이 있는 요인은 건설업 생산 동향을 나타내는 건설업 지수와 국내 건축부문에서 신축되는 면적을 나타내는 착공면적 등이며, 건설기성액과 건축부문 착공 현황을 나타내는 건설착공동수 등은 1~4개월 시차를 두고 영향을 주는 것으로 분석됨
- 제조업에서 발생하는 사고사망재해자 수는 제조업 근로자 월평균 실질임금 수준, 근로시간, 남성 근로자 비율, 사업장 수 증가율, 초단시간 근로자 비중, 제조업 가동률 등과 통계적인 유의성이 있는 것으로 분석
- + 제조업 분석모형에는 근로시간과 관련한 변수가 포함되었는데, 제조업에서는 장시간 근로로 인한 사고사망 재해 발생 가능성을 추측
- + 남성 근로자 비중, 주 17시간 미만으로 일하는 근로자의 비중 등이 제조업 사고사망자 수와 양(+)의 연관성이 있는 것으로 추정
- + 제조업 가동률은 역시 3개월의 시차를 두고 사고사망자 수에 영향을 주는 것으로 나타나 제조업 생산활동 증가가 산업재해로 이어질 수 있다는 사실을 확인
- » 경기변동 요인의 산업재해 파급효과
 - 벡터자기회귀(VAR) 모형의 분석 결과를 살펴보면 경기 상황이 개선됨에 따라 업무상 사고 사망자수는 증가하는 것으로 분석되었는데, 구체적인 산재사망 증가 효과는 경기동행지수 1 상승 시 0.31명, 제조업가동률 1% 증가 시 0.48명, 그리고 건설업 신규 1,000동 건설 시 0.48명으로 분석결과 도출됨

- + 또한 건설업에서 근로시간 1시간 증가는 산재사망을 0.13명 증가시키는 것으로 나타났으며, 제조업에서는 인센티브 효과가 발생하여 임금 100만원 상승 시 산재사망 2.58명 감소 효과를 나타냈음
- 직교화된 충격반응함수(OIRF) 분석 결과, 근로시간 증가가 산재사망 발생에 미치는 파급효과는 건설업이 제조업에 비해 크고, 제조업 파급효과가 10개월 이내에 대부분 소멸되는 반면 건설업은 10개월 이후에도 충격의 약 80%가 잔존하는 것으로 확인
- + 경기변동요인을 나타내는 전산업의 경기동행지수와 제조업의 가동률, 그리고 건설업의 건축 현황(신규 건축동수)에 대한 1% 충격은 모두 산재사망사고 발생을 증가시키는 요인으로 작용하였고 근로시간이나 임금 충격에 비해 파급효과가 크지 않지만, 파급 기간은 훨씬 긴 것으로 나타나 제조업의 수요증가나, 신규 건축동수가 급격히 증가하는 건설업 호황기에는 관련 업종의 산재예방 사업을 상당기간 동안 적극적으로 수행해야 할 것으로 생각됨

시사점

- » 본 연구를 통해 전산업, 건설업, 제조업의 산업재해자 수와 경기적 요인을 분석함으로써 한국에서 산업재해자 수와 경기적 요인 간에 통계적으로 유의미한 관계가 있음을 확인할수 있었고, 분석 모형 및 결과를 활용하여 산업재해 발생에 영향을 주는 지표 등을 도출이 가능할 것으로 판단됨
- VAR 모형을 활용하여 경기적 요인이 산업재해에 미치는 파급효과 방향과 크기, 지속기간, 그리고 영향력을 분석하였다는 점에서 학술적 기여도를 갖는다 할 수 있음
- » 또한, 산재예방을 위한 정부정책의 측면에서 노동자 및 사업장뿐만 아니라 근로조건 및 사업장 조직에 영향을 줄 수 있는 단기 또는 중장기적인 경제·사회적 변화도 함께 고려해야만 보다 효과적인 정책이 수립·시행될 수 있다고 판단됨
- 더불어 사회경제적 요인이 산업재해에 미치는 파급효과의 방향과 크기, 그리고 지속기간 등 기존의 연구보다 다방면으로 분석 연구를 수행하여 효과적이고 효율적인 산재예방정책수립에 기여할 것으로 기대됨

03 연구활용방안

활용방안

- » 산업재해에 영향을 미치는 경기변동 요인과 개별 요인들이 산업재해에 미치는 파급효과의 방향과 크기, 그리고 지속기간 등에 대한 연구 결과는 효과적이고 효율적인 산재예방정책 및 사업 수립에 기초 자료로 활용



연구담당자 연락처

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

사내하도급에서 수급인의 법적지위와 보호방안 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 사내하도급, 수급인의 산업재해, 수급인 보호, 노무를 제공하는 자, 프리랜서, 자영업자, 산업재해

01 연구배경

- » 기업은 인력운영의 유연성을 확보하기 위해 사내하도급과 업무위탁계약을 적극 활용하고 있으며, 산업현장에서는 근로자 신분이 아닌 노무제공자가 증가함
 - 사내하도급에서 노무를 제공하는 수급인은 자신의 노동력을 제공하여 소득을 얻는 동시에 산업재해의 위험에 노출되어 보호필요성이 높음
 - 「산업안전보건법」(이하 「산안법」)은 사내하도급의 보호대상을 여전히 「근로기준법」상 근로자로 한정하고 있어 근로자가 아닌 노무제공자에 대해서는 도급인의 보호의무에 관한 규정이 적용되지 않으므로 산업재해의 사각지대 발생
- » 사내하도급에서 노무를 제공하는 수급인을 보호하기 위한 법적 근거를 제시하고 「산안법」에 도급인의 보호의무를 반영하는 방안에 대한 검토 필요

02 주요연구내용

연구결과

- » 사내하도급에서 「산안법」의 보호대상과 의무의 적정성 검토
 - 사내하도급에서 도급인의 의무를 부과하기 위해서는 도급인의 사업운영상의 지배관리권이 미치는 ‘도급인의 사업운영 목적의 노무제공’과 ‘도급인의 지배관리권이 영향을 미치는 범위’로 적용범위를 명확히 하되, 도급인이 지배·관리하는 영역에서 발생하는 위험은 모든 업무수행자에게 동일하게 나타나며 도급인의 관리가 필요하므로, 고용형태와 관계없이 노무제공자를 보호할 필요 존재

- 사내하도급에서 고용형태에 따른 보호수준 차이를 해소하고, 안전확보의 실질적 권한을 고려한 책임주체에게 의무를 부여하여, 변화하는 고용형태에 대응할 수 있도록 「산안법」의 보호대상을 재설정할 필요성 제기

» 사내하도급에서 도급인의 보호의무 구성에 관한 비교법적 검토

- 영국, 호주, 미국, 독일, 일본의 사내하도급에서 도급인의 보호대상, 의무부과 방식, 수급인에 대한 보호방식 등을 살피고 효과적인 산업재해예방을 위한 규율방식을 검토
- + (보호대상) ① 영국·호주는 사업주에게 합리적으로 이행 가능한 범위에서 사업운영으로 인해 위험에 노출되는 자(자영업자 포함)를 폭넓게 보호하도록 의무를 부과, ② 독일은 보호대상인 취업자의 개념 안에 유사근로자(경제적 종속성을 지닌 자영업자) 등 산업재해로부터 보호가 필요한 자를 포함하여 보호대상을 확장, ③ 미국·일본은 근로자를 「산안법」의 보호대상으로 설정하고 있으며, 자영업자뿐만 아니라 특수형태근로종사자도 보호대상에 포함하지 않음
- + (의무부과방식) 각 국에서는 사내하도급의 도급인에게 자신의 사업운영으로 인한 위험에 노출되는 자의 보호의무를 부과하고 있음. 따라서 근로자 범주에 해당하지 않더라도 수급인의 근로자나 직접 노무를 제공하는 수급인도 보호대상이 될 수 있으며, 이들에 대한 직접적인 보호규정을 두거나 도급인 근로자에 대한 안전보건조치 이행에 따른 간접적 수혜의 형태로 보호가 이루어짐. 한편 위험을 만들 수 있는 다양한 주체에게 위험을 예방할 의무를 부과하여 효과적인 예방을 추구하고 있으며 수급인과 같은 자영인에 대해서는 보호대상이면서 의무주체인 이중적 지위를 설정함
- + (보호방식) 영국과 호주는 주로 「산안법」이라는 행정형법에 의존하고 있고, 미국과 일본은 일반형법에 의존하고 있으며, 독일은 이들 국가의 중간 정도에 위치함. 보호방법과 정도가 다를 뿐이지 보호에서 아예 제외하고 있는 국가는 없는 것으로 보이며, 국내에서는 행정기관에 의한 보호가 사법기관에 의한 보호보다 위험의 사전적 예방에 기여할 것으로 보임

» 사내하도급에서 노무를 제공하는 수급인의 산업재해 실태조사

- + (계약특성) 주로 도급인이 계약체결의 주도권을 가지며 작업장소를 결정함. 노무제공방식을 수급인이 자유롭게 결정하기 어려우며, 노무 제공 비율과 수입 의존 비율에 있어서도 도급인의 영향을 받음
- + (근로조건 결정) 근무장소 및 시간, 작업 내용 및 방식, 업무 지시, 작업 수단의 소유 등에 관한 결정권에서 소속회사 뿐 아니라 원청회사(사업운영주체)의 결정에 따른다는 응답이 높았으며 인력 및 예산에 대한 수급인의 독립적 결정이나 변경이 어려운 것으로 나타남
- + (안전보건 결정) 도급인이 제공하는 시설·기계기구·원재료를 사용한다는 응답이 많았고, 시설

등의 수리가 필요한 경우 주로 수급인이 조치 후 작업을 하지만 도급인이 조치할 때까지 그냥 사용한다는 응답도 존재함. 도급인과의 관계에서 독립된 자영인 보다 중간관리자 또는 근로자로서 인식하는 비율이 높음

- + (수급인의 보호필요성) 수급인은 도급인이 소유한 시설 등을 사용하여 노무를 제공하기 때문에 도급인의 안전보건에 관한 결정권에 종속된다고 인식하고 있음. 도급회사 관계자를 포함한 대다수가 노무를 제공하는 수급인에 대해서도 보호가 필요하다고 응답하였으며, 특히 도급인 사업장 내의 안전질서를 유지하고 수급인이 보유한 유해위험에 대한 정보와 전문성을 활용할 필요가 높은 것으로 나타남

» 사내하도급에서 노무를 제공하는 수급인의 보호방안

- (보호대상 재구성) 「산안법」의 근로자 개념은 「헌법」 제32조 근로의 권리의 보장 취지와 「산안법」의 입법목적에 고려하여 정해져야 하며, 도급인이 작업환경 또는 작업방식에 관한 근로조건을 직접 결정하거나 지배·관리하는 경우 해당 근로조건에 따라 노무를 제공하는 수급인도 노동보호법으로서 「산안법」이 보호하려는 근로자 개념에 포함될 수 있음. 한편 「헌법」 제34조 제6항을 근거로 국가는 산업재해의 위험에 노출되는 국민을 「산안법」의 보호대상으로 정할 수 있으며 사내하도급의 수급인도 보호범위에 포함될 수 있음
- (현행 법령의 개선방안) 사내하도급에서 사업운영의 주체로서 도급인의 범위와 의무의 내용을 아래와 같이 개선하고, 법 체계를 정비할 것을 제언함
- + ‘도급’과 ‘도급인의 사업장’의 개념을 도급인의 지배력이 미치는 범위로 명확히 할 것
- + 사내하도급에서 노무를 제공하는 수급인에 대한 도급인의 보호의무를 부과할 것
- + 도급인 사업장의 사용유형별 책임을 i) 수급인이 배타적으로 지배하는 영역, ii) 도급인이 설비 등을 운영·관리하는 영역, iii) 도급인의 지배·관리하는 사업운영 영역으로 구분하여 책임을 달리 구성하고, 도급인에게 업무수행에 대한 지배력이 미치는 iii)의 영역에 대해서 「산안법」 제62조 이하의 사내하도급의 도급인으로서 의무를 부담하는 것으로 재구성할 것
- + 도급인의 책임에 걸맞게 안전보건조치가 실질적으로 이행될 수 있도록 권한을 강화하고 각 이행주체들에게도 의무를 부여할 것
- + 「산안법」 제5조에 ‘장소, 설비 등의 관리운영자로서의 일반 의무’를 신설할 것
- + 수급인에 대한 도급인의 안전보건 정보제공 의무를 부여할 것
- + 사내하도급의 수급인에 대해서는 특수형태근로종사자의 보호규정보다 사내하도급에서 도급인의 보호의무를 우선 적용할 것

시사점

- » 사내하도급의 도급인 의무는 사업운영의 주체로서의 권한과 역할에 맞게 부여되어야 함
- » 도급인이 해당 위험을 발생시킨 책임이 있고 위험을 통제할 수 있는 권한이 있다면, 해당 위험에 노출되는 수급인에 대해서도 도급인의 보호의무가 부과 되어야 함

03 연구활용방안

활용방안

- » 사내하도급에서 노무를 제공하는 수급인 보호를 위한 법제도 마련의 기초자료로 활용
- » 노동보호법으로서 「산안법」의 보호대상 해석의 기초자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 나민오
- 연락처 | 052-703-0822
- e-mail | mino05@kosha.or.kr

재난 발생 시 「산업안전보건법」상 근로자 보호방안 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 사회재난, 자연재난, 코로나19, 산업안전보건법, 근로자보호

01 연구배경

» 재난발생 시 「산업안전보건법」(이하 「산안법」) 상 근로자의 안전·보건과 산재예방을 위한 근거 규정 확인 및 법·정책적 개선 방안 검토

- 홍수로 인한 자연재난인 의암호 선박 전복사고, 코로나19 등 자연·사회재난은 산업안전보건 영역에서 점차 산업재해로 인식되고 있음
- 현행 「산안법」은 ‘병원체’와 도급인의 의무에서 ‘지진’을 언급하고 있는 규정은 있으나, 이들 규정이 자연재난과 사회재난에 대비하고 사업주로 하여금 예방책을 마련하도록 하는 의무규정으로 발동하기에는 미약함
- 현행 법 문제에 입각하여 재난 발생 시, 우리나라 「산안법」상 사업주의 의무로서 재난 관련 대책사항 마련을 위한 근거 및 방법을 검토하고, 산업안전보건 분야 관련 주요 선진국의 외국 관련 법제도와 재난사례를 통하여 시사점 도출 및 관련 기초자료·근거를 마련하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

» 국내 「산안법」, 「산업안전보건기준에 관한 규칙」, 「감염병의 예방 및 관리에 관한 법률」

- 「산안법」 및 「기준규칙」 상 천재지변, 병원체, 지진, 사업주·근로자의 작업중지, 질병자의 근로 금지와 제한, 병원체에 의한 건강장해의 예방 등을 명시하는 규정이 있음. 그러나 지진 등에 대해서는 「산안법」 상 도급인의 예방 조치에서만 언급되는 등 법 전체적·일반적으로 적용되는 개념은 아님

- 「감염병예방법」상 코로나19는 ‘제1급감염병’ 17종 중 ‘신종감염병증후군’으로 분류되고 있음
- » 미국의 「스태포드법(연방법)」, 「산안법」
- 「스태포드법」은 재난구호 및 긴급사태 지원법으로서, 코로나19 대책 근거법으로 작용하고 있음
 - 「산안법」 상의 현행 규정들을 코로나19 사례에 적용 가능함. 여기에는 코로나19와 관련된 정보제공, 교육 등이 포함되며, 기타 기준으로 개인보호장비 기준, 상병기록 및 보고의무 기준, 작업장 위생에 대한 특정 요구사항을 다루는 일반환경관리기준 등이 적용될 수 있음
- » 영국의 「공중위생(질병관리)법」 및 「민간긴급사태법」, 「산안법」, 「코로나바이러스법」 등
- 코로나19의 감염확산을 막기 위해 국가차원의 봉쇄에 근거가 되는 법이 「공중위생법」이며, 국가긴급권을 규정한 「민간긴급사태법」도 재난에 대응하는 법으로서, 이 법을 근거로 관련 규칙 제정에 대한 권한을 정부에 부여함
 - 「산안법」 제2조 사업주의 일반적 의무가 코로나19의 상황에서 근로자를 보호하는 법적 근거이며, 이 의무는 산업안전보건관리 규정에 의해 시행되고 특히, 이 규정 제3조의 위험성 평가가 핵심적인 규정에 해당함
 - 코로나19 감염예방에 대처하기 위한 한시적 조치로써 「코로나바이러스법」 제정(2년간 시행)
- » 독일의 「기본법(헌법)」, 「감염병예방법」, 「산안법」 등
- 「기본법」에서는 제11조와 제35조 제2항을 조항으로, 자연재난, 감염병 위험, 특별히 중대한 불행한 사고라는 개념이 사용되고 있음
 - 코로나19로 인한 「감염병예방법」 상 제28a조, 제28b조 및 「산안법」 제18조 제3항 신설 등을 통하여 「감염병예방법」 제5조 제1항에 따라 국가적 감염위기 상황에서 연방노동사회부는 연방의회 동의 없이 제18조 제1항에 따른 특별 법규명령을 한시적으로 제정할 수 있도록 하고 전국 단위 통일적인 비상봉쇄조치를 실시하는 근거를 마련함
- » 일본의 「재해대책기본법」, 「노동안전위생법」, 안전배려의무 등
- 「재해법」은 재해로부터 국민의 생명, 신체, 재산 보호를 위한 재해예방, 재해복구, 방재행정 정비 및 추진 도모를 목적으로 하고 「노위법」은 보건조치(§23), 작업중지(§25), 환자의 취업금지(§68), 쾌적한 직장환경 형성을 위한 조치(第七章の二), 원청사업주의 의무(§29)를 규정하고 있음
 - 민간기업의 안전배려의무에 대하여 1984년 최고재판소판결(昭和59年 4月 10日最高裁第三小法廷決定)에서 안전배려의무를 긍정한 바 있으며, 2008년 노동계약법 제5조에서 안전배려의무가 명문화 됨. 안전배려의무는 동일본지진 관련 판례에서도 긍정된 바 있음

- 도쿄도의 도쿄도진재대책조례(東京都震災対策条例), 도쿄소방청의 직장에서의 지진대책(職場の地震対策), 아이치현의 동해지진 관련 노동재해방지대책요강(東海地震に係る労働災害防止対策要綱), 사업주의 방재계획과 근로자보호 및 업무연속계획(BCP) 등을 통하여 예방대책을 마련하고 있음

» EU의 재난 발생 시 근로자의 안전·보건을 위한 관련 법적 검토

- 개인보호장비 관련 코로나19 대응, 코로나19 재난 관련 시행정책
- + 개인보호구(PPE) 생산의 확대 및 승인 촉진을 위해 관련 기술적 세부사항에 집중
- + EU 입법지침의 입법권을 고려해 개인보호구나 코로나19 대응 투자 유치를 통한 자원 마련 및 국경통제 정책 등에 초점이 맞추어져 있음

시사점

» 미국·영국·독일·일본·EU 법제 비교

- 미국은 연방차원뿐만 아니라 주 차원에서도 사업장 내 코로나19로부터 근로자를 보호하기 위해 「산안법」상의 적극적인 대처를 하고 있는 점도 유의미한 시사점을 제시하고 있음
- 영국과 독일은 「코로나바이러스법」 제정과 「산안법」상 사업주에게 부과된 의무에 따라 재난에 대응하는 시민보호와 근로자보호라는 국가 단위의 과제를 한시법으로 제정하여 유연하게 운영해 온 점은 시사하는 바가 큼
- 일본은 동일본대지진 이후 쓰나미(자연재해)와 관련된 판례에서 사업주의 근로자에 대한 안전 배려의무의 여부에 대하여 긍정하였으며, 재난 발생 전은 물론 발생 후의 조치 또한 안전배려 의무 위반으로 여겨질 수 있음을 제시함. 또한 법 외 일본 도도부현(시정촌)은 각 각 조례 및 지침을 통하여 재난 발생 전과 후 그리고 복구까지에 걸친 방재계획을 도모하도록 하고 있으며, 기업 스스로도 방재계획과 더불어 “업무연속계획(BCP)”을 통하여 방재를 실천하고 있음
- EU의 재난 발생 시 근로자 보호에 관한 핵심적 규범은 산업안전보건에 관한 다양한 지침이며, 이 지침은 근로자의 건강과 안전의 보호에 관한 다양한 기준을 제시하고 있음. 코로나19 관련 EU 회원국의 대응 사례를 통해 국가별 보호조치의 차이점도 확인할 수 있으며, 특히 코로나19 감염질환을 업무상 질병으로 지정하는 문제와 관련해 우선적으로 EU가 원칙을 제시하고 있음

개선방안 또는 정책방안

» '정의' 및 '사업주 등의 의무' 규정 개정

- 「산안법」 제2조 제3호에서 “재난”을 정의하여, 재난 발생 시에 대한 근로자 보호 영역 또한 「산안법」상 사업주의 근로자 안전보건조치의무에 포함됨을 명시
- “제5조 사업주 등의 의무 규정”에 제3항으로 ‘재난 발생 시 필요한 예방 및 대책을 위하여 계획을 수립하여야 한다’는 규정 신설
- 법 시행규칙에서 「제4조 재난발생 시 계획수립」을 신설하여 재난 발생 전, 발생 시, 발생 후와 같이 크게 3단계의 계획 수립을 명시하여 재난 상황에 따른 체계적이고 구체적인 산업재해예방 조치마련

» 현행규정 활용

- 안전보건관리책임자, 관리감독자, 안전관리자, 보건관리자, 안전보건관리담당자, 산업안전 보건위원회 등의 업무와 역할에 재난 발생 시의 상황을 포함시킬 수 있음

활용방안

- » 재난 발생 시 사업주가 취하여야 할 방재대책 관련 법·정책 제도 개선 시 기초자료 제시 및 근거 마련
- » 직장에서의 재난 대책을 위한 매뉴얼·가이드라인 마련에 활용
- » 재난으로 인한 산업재해 예방 및 피해 최소화·복구 작업 활성화에 기여
- » 재난과 산업재해의 연관성 상기 및 그 피해 내용·규모 등 심각성에 대한 인식확대



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 송안미
- 연락처 | 052-703-0827
- e-mail | julie8818@kosha.or.kr

산업안전보건법상 특수형태근로 종사자의 판단기준과 보호내용의 적정성에 관한 연구

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 특수형태근로종사자, 전속성 판단기준, 노무를 제공하는자, 노무를 제공 받는자, 안전보건조치, 안전보건교육, 형벌제재 및 행정제재

01 연구배경

- » 「산업안전보건법」(이하 「산안법」) 제77조(동법 시행령 제67조)는 특수형태근로종사자의 개념을 정의하고 보호대상에 반영하였으나,
 - 그 판단기준으로 전속성과 보호내용으로서 안전보건조치의무와 안전보건교육의무의 내용이 적정한지 확인이 필요
- » 특수형태근로종사자의 노무제공 실태를 확인하여 노무를 제공하는 자의 전속성 판단기준의 적정성을 확인하고, 노무를 제공받는 자의 안전보건교육의 실시현황과 문제점 파악 및 보호방안을 확인하고자 실태조사를 실시
 - 14개 직종의 특수형태근로종사자의 노무제공형태를 유형화하고, 각 유형별 전속성 판단기준의 적정성과 노무를 제공받는 자의 법령상 의무이행 실태와 개선방안 조사
- » 노무를 제공받는 자의 안전보건조치의무 이행의 실효성을 확보하기 위해 적절한 처벌형태 및 수준 검토 필요
 - 현행 행정질서법(과태료) 처벌방식 및 처벌수준의 적정성을 확인하고, 제재의 실효성 제고를 위한 다양한 제재 방식(과징금 부과 등)에 대한 검토

02 주요연구내용

연구결과

» 「산안법」상 특수형태근로종사자 보호범위의 적정성과 개선방안

- 생명·신체·건강에 관한 안전성은 인격적 법익의 핵심내용으로 모든 사람에게 보장되는 대세적인 권리이며, 노무제공과정에서 이러한 인격적 법익이 침해될 위험성이 높기에 「산안법」은 계약의 형식과 유형을 불문하고 다양한 노무제공자를 산업재해로부터 보호하는 법률로서 역할과 기능을 수행할 필요가 있음
- 「산안법」 제77조(동법 시행령 제67조)는 특수형태근로종사자의 개념을 정의하면서 그 판단 기준의 하나로서 ‘주로 하나의 사업에 노무를 상시적으로 제공하고 보수를 받아 생활할 것’이라는 전속성 개념을 요구하고 있으나, 특수형태근로종사자들 중에는 외관상 전속성이 약화된 사례들이 계속 나타나고 있으며 특수형태근로종사자 보호취지를 살리기 어려움
- 영국, 독일, 프랑스 등 주요 국가들이 대체로 전속성이라는 기준보다는 위험의 지배관리자가 누구인가에 주목하여 폭넓은 안전보건조치의무를 부과하고 있으며, 노동이 있는 곳에 위험이 있고 위험으로부터 보호해야한다는 관점에서 산재예방 및 보호의무를 부과하고 있음
- 특수형태근로종사자들의 다양한 취업실태에 상응한 적절한 보호방안이 강구되어야 한다는 점에서 본 연구는 전속성 기준을 완화 또는 삭제하는 방식으로 다음 세 가지의 방안을 제시함
- + 첫째, 전속성 기준을 완화하는 방안: 제77조에서 ‘상시적으로’라는 용어만 삭제한 채 그 직종을 대통령령으로 지정하는 현행체제를 유지하되 일정소득의 기준을 설정하거나 시행령 등에 매년 소득기준을 고시할 수 있는 근거조항을 추가하면 노무제공의 대가로 받는 수입(경제적 종속성)의 수준에 따라 안전 및 보건조치의무나 관련 교육의무의 이행주체를 결정할 수 있음
- + 둘째, 전속성 기준을 삭제하되 산업재해의 위험도를 고려하여 보호하는 방안: 위험으로부터 보호하는 「산안법」의 목적에 부합하게 대통령령으로 고위험 직종의 특수형태근로종사자를 보호대상을 설정할 수 있으며 보호대상과 수급자를 명확히 하는 장점이 있음
- + 셋째, 일신전속성을 가진 노무제공자 전체를 보호하는 방안: 특수형태근로종사자의 직종을 별도로 특정하지 않고 일신전속성이라는 근로자 유사의 노무제공 기준에 부합하는 자를 보호하여, 향후 출현하는 다양한 형태의 특수형태근로종사자를 산업재해로부터 폭넓게 보호할 수 있는 장점이 있음



- » 직종별 특수형태근로종사자에 대한 안전보건조치의무 이행 실태조사 개선과제 제시
 - 특수형태근로종사자(14개 직종)의 유형별 노무제공실태를 파악하여 현행 법령의 보호내용의 적정성과 관련한 개선책으로서 아래의 세 가지 개선과제를 제시함
 - + 첫째, 「산업안전보건기준에 관한 규칙」이 제대로 준수되고 있는지 파악하여 각 직종별로 문제될 수 있는 사항 위주로 개선과제를 제시
 - + 둘째, 「산안법」상 작업중지권을 특수형태근로종사자에게도 확대할 것을 제안
 - + 셋째, 노무공급계약 표준계약서를 통해 사용자의 안전보건에 관한 책임을 명확히 기재
- » 노무를 제공받는 자의 의무이행을 담보하기 위한 처벌 및 행정제재 검토
 - 현행 법은 의무불이행에 대해 과태료(제77조 제1항 위반의 경우 1천만원 이하)를 부과하고 있으나, 제도의 실효성을 높이고 제재수단의 다원성 확보를 위해 형사제재와 과징금 부과방안을 검토함
 - 「산안법」상 형사제재의 위하력과 실효성이 높지 않기 때문에 일반적인 대안이 되기 어렵다는 점을 지적하고, 특수형태근로계약이 경제적 종속관계 하에서 이루어진다는 특성을 고려하여 형사벌보다 과징금과 같은 경제벌칙으로 제재수단을 일원화할 필요가 있음
 - 과징금의 성격은 불법이득의 회수는 물론 제재적 성격도 동시에 내포하며, 산업재해의 발생 위험과 비용절감 노력의 고도화는 상호 비례관계에 놓여 있는 점을 고려하면 특수형태근로 종사자의 보호를 위한 「산안법」상 제재에 있어 과징금제도를 활용할 필요가 있음
 - 한편 사망과 같은 중대재해 발생의 급박한 위험성을 방지하거나 중대재해의 결과적 중대성을 완화하기 위해서는 행정제재의 관점에서 고용노동부장관의 작업중지명령이 가능하도록 현행 법령의 개선을 통해 적극적으로 활용할 필요가 있음

시사점

- » 특수형태근로종사자의 전속성 판단기준의 적정성 및 보호범위를 제시함으로써 개선(안) 제시
- » 특수형태근로종사자의 고용형태 및 노무제공 형태를 유형화하고 각 유형의 특성을 고려한 의무 부과 필요
- » 특수형태근로종사자에 대한 안전·보건조치 및 교육프로그램 등의 효과적인 운영방안을 모색
- » 노무를 제공받는 자의 안전·보건조치 의무이행의 실효성 확보를 위한 제재방안 제시

03 연구활용방안

활용방안

- » 특수형태근로종사자의 판단기준, 보호방안, 보호의무 불이행시 제재방안에 관한 법 개정 등에
활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 경기대학교 전윤구 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 나민오
- 연락처 | 052-703-0822
- e-mail | mino05@kosha.or.kr

산업안전보건 감독기관 조직구성과 역할에 관한 국제비교

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 산업안전보건, 규제기관, 감독조직, 거버넌스

01 연구배경

- » 국정과제인 산업재해 사망자 수 감축을 위해서는 산업안전보건 행정조직의 혁신이 수반될 필요가 있으므로 산업안전보건행정 선진국 사례 분석을 통하여 우리나라 산업안전보건 행정조직의 개선 방안을 검토하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 미국, 영국, 독일, 일본의 산업안전보건 규제감독기관 조직구성과 역할 비교
- 미국 의회는 1970년 「산업안전보건법」(이하 「산안법」)을 제정하여 연방 노동부 소속의 산업안전보건청(OSHA), 산업안전보건심사위원회(OSHRC), 보건부 소속의 직업안전보건연구원(NIOSH)을 설립하였고, OSHA가 사업장의 안전보건기준을 설정하고 집행할 수 있는 권한을 부여함
 - + OSHA는 연방차원에서 규제를 담당하고 주정부는 OSHA의 승인을 받아 자율적으로 안전보건 프로그램을 만들어 시행하거나 OSHA의 직접적인 감독을 선택할 수 있음(22개 주가 자율프로그램 시행)
 - + OSHA는 다양한 민관협력 프로그램을 개발하여 시행하고 있으며, 연구기관인 NIOSH(현재 식품의약품안전처(CDC) 소속)가 안전보건 기준 개정 시 자문하고 있음. 주립대학교의 산업안전보건 관련 연구소는 주정부와 안전보건 관련 협력을 지속하고 있으며, 이밖에도 다양한 안전보건 관련 민간 협회와 연구기관이 존재함

- 영국은 1974년 「산안법(HSW Act)」을 제정하고 산업안전보건위원회(HSC)와 산업안전보건청(HSE)를 설립하여 법률이 정한 원칙에 따라 원자력을 포함한 사업장의 안전보건 기준을 집행할 수 있는 권한 부여(도소매업과 금융, 서비스업은 지방정부가 담당하고 있으며 HSE 내에 지방당국집행연락위원회를 두고 협력체계 구축)
- + 영국은 미국과 달리 부처장관이 HSC의 권고를 받아 입법할 수 있음. HSE가 세부기준을 작성하면 장관이 승인하고 이는 의회에 회부됨. 의회의 이견이 없으면 21일 후 효력이 발생함
- + HSE는 최근 Brexit 이후 위원회(committee) 중심으로 지배구조를 개편함. 이사회 소속(Board Committees)으로 3개의 위원회를 두고 이사회를 지원하는 집행위원회(Executive Committee)를 만들어 집행위원회 소속의 소위원회(Sub-Committee) 4개를 배치함
- 독일은 국가기관과 재해보험조합이 산업안전보건 규제집행을 담당하는 이원적 구조를 지님. 사업장 안전보건 규제감독은 주정부의 근로감독기관 책임 하에 산재보험조합의 감독관이 일상적 감독을 수행함
- + 주정부의 산업안전보건 규제관련 업무는 주의 노동사회부가 담당하고 있으며 감독업무는 산재보험기관과 협력하여 시행함. 주의 산업안전보건 감독기관을 독립기관으로 설치하거나 부처소속으로 설치하는 권한은 주정부에 있음
- + 주 부는 지역별로 일관된 산업안전보건 규제집행과 필요한 조정협력을 위하여, 노동사회부장관회의(ASMK)를 개최하고 장관회의 산하에 연방정부 대표와 주정부 대표 등이 참여하는 산업안전기술위원회(LASI)를 두어 규제와 관련하여 필요한 기술적 조정 작업 수행
- 일본은 1972년 「노동안전위생법」을 제정하여 기존 「노동기준법」의 산업안전보건 관련 규제조항을 이관하여 법을 보다 체계적으로 규정함. 노동후생성 장관은 노동정책위원회(Labor Policy Council)와 협의하여 산업안전보건 프로그램을 작성하도록 함(‘21년 현재 13차(’18~’22) 산업안전보건 프로그램 추진 중). 노동후생성 노동기준국의 안전위생부가 시행령·시행규칙을 통해 세부기준을 작성하고 법률상의 규제집행을 담당함
- + 안전보건과 관련된 기술지원과 교육훈련은 「산업재해방지단체법」에 따라 설립된 산업재해방지단체협회가 담당함
- + 규제집행은 중앙의 안전위생부와 지방의 도도부현 노동국 감독, 노동기준감독서의 안전과, 노동위생과에서 담당하고 노동기준감독관, 산업안전전문관·노동위생전문관, 노동위생지도의 등이 수행하고 있음. 이들은 일반 사무업무 담당자와 인사관리로 분리되며, 당해 소속기관과 상위기관의 직접적인 지휘감독을 통해 업무를 수행하고 지방정부는 산업안전보건 규제집행에 관여하지 않음

시사점

>> 4개국 규제감독체계에 대한 사례분석 종합 결과

- 한국과 일본의 조직형태는 통합형 집행조직으로 산업안전보건 규제의 집행만 전담하지 않고 보다 넓은 범위에서 관련 정책기능을 담당하는 부처의 내부조직으로 규제기관이 설립된 조직임. 이 조직은 다른 조직형태와 비교해 위계적 지휘감독 체계에 따라 내적 책임성에는 강점이 있지만 이것이 작동하지 않는 외적 책임성에는 취약함
- 자율형 집행조직은 통합형 부처조직과는 달리 산업안전보건 규제집행업무만 전문적으로 담당하는 단일목적 조직으로 일상적인 조직운영에 있어서는 부처의 지휘감독에서 벗어나 있지만 재정적으로는 여전히 부처의 지원을 받아야 함. 대표적 사례로 영국의 HSE를 들 수 있음. 미국의 OSHA와 같이 부처소속 집행기관(agency)처럼 독립제로 운영되기도 함. 자율형 조직은 일상적 기관 운영의 자율성에는 장점이 있으나 내적 책임성에서는 취약할 수 있음
- 참여형 집행조직은 독일의 산업안전보건 규제감독기관을 들 수 있음. 독일은 국가기관과 민간 기관의 이원적 규제집행체계가 특징임. 참여형 조직은 이해관계자의 참여에서는 장점이 있으나 기관의 미션과 역할 설정이 명확하지 않을 수 있음
- 규제집행 조직 유형별로 규제 거버넌스의 속성이 다르며, 조직유형에 대한 강점과 약점은 조직 유형만으로는 결정하기 어려운 불확실한 속성이 더 많다고 할 수 있음
- 그럼에도 불구하고 이러한 불확실성이 갖는 의미는 동일한 집행조직 유형이라도 어떤 거버넌스를 실제로 구축하느냐에 따라 속성 값이 달라질 수 있으므로 향후 우리나라 산업안전보건 감독조직 개편에서 참고해야 함

03 연구활용방안

개선방안 또는 정책방안

- >> 현재의 통합형 집행조직(부처소속 본부조직)을 유지하고 지방청의 감독관 인력을 점진적으로 증원하는 방안
 - 이 방안은 업무의 연속성을 보장하고 점진적 개편을 통한 안정적인 변화관리가 용이함
 - 그러나 관리방식의 개선 없이 단순한 인력증원만으로는 지속적으로 발생하고 있는 산재사고 등 규제성과를 개선하는 데에는 한계가 있으며, 인사관리의 변화와 관련 기관 간 효과적인 규제

기능의 배분과 역할분담 없이 감독관만 증원한다면 감독업무의 중복과 비효율, 승진경로의 불확실성 등의 문제가 발생할 수 있음

» 부처소속 자율형 집행기관(가칭 '산업안전보건청') 조직으로 확대 개편하는 방안

- 단기적 방안으로공단조직과 통합하여 자율형 집행기관을 설립, 장기적 방안으로 지방청 조직과 공단조직을 점진적으로 통합한 후 본부조직을 공단의 의사결정 기구로 배치함으로써 완성될 수 있음
- 이 방안의 장점은 통합적 집행조직의 장점을 유지하면서 점진적으로 자율형 집행조직으로 전환함으로써 변화관리의 가능성을 높일 수 있으나, 이러한 전환이 궁극적으로 성공하기 위해서는 정교한 거버넌스 설계가 요구되는바, 우리의 행정조직과 공공기관 운영경험을 최대한 활용하여 예상되는 책임성 문제와 기관의 역할과 성과에 대한 명확한 규정이 필요함

활용방안

- » 향후 산업안전보건 감독조직의 규제에 대한 제고 및 기관의 거버넌스 개선을 위한 기초자료 제공 및 정책방향 설정에 기여
- » 산업안전보건 정책의 보다 구체적인 실무개선 논의의 기본 틀 제시



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 한국행정연구원 이종한 실장
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 송안미
- 연락처 | 052-703-0827
- e-mail | julie8818@kosha.or.kr

산업안전보건법 위반 범죄에 대한 법 적용상 문제점 및 개선방안

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 산업재해예방, 판결문 분석, 안전·보건조치, 안전·보건조치의무위반치사죄

01 연구배경

» 종전 「산업안전보건법」(이하 「산안법」) 위반 범죄에 대한 법 적용 시 고의성이 입증되지 않는 등, 경영책임자가 처벌되지 않고 있음에 따라 관련 판결 현황 및 현행법과 제도상의 문제점을 분석하고자 함

- 안전보건조치미이행죄는 고의범임에도 「산안법」 적용 실무에서 사업주 등에게 고의성이 있음을 입증하지 못하여 처벌하지 못하는 사례가 있으며, 안전·보건조치의무를 과실범의 ‘주의의무’ 위반으로 혼동하여 판결이 내려지는 경우가 있음. 또한 「산안법」상 양형의 강·약 여부가 논의되고 있음
- 이러한 문제들이 논의되고 있는바, 「산안법」 위반사건에 대한 판결문 전수조사를 통하여 「산안법」 적용실태, 안전보건조치미이행죄 법리, 과실행위 처벌 여부, 양형실태 등을 분석하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

» 「산안법」과 「중대재해처벌법」상 사업주·경영책임자의 형사책임 법령과 제재 분석

- 현행 「산안법」 제167조 제1항(안전·보건조치 의무위반치사죄)은 먼저 사업주가 안전·보건조치의무위반죄를 범할 것을 전제로 하고 있음. 이 경우 안전·보건조치의무위반죄는 부작위가 구성요건적 행위로 예정되어 있는 진정부작위범임
- 안전·보건조치의무위반죄는 추상적 위험범

- + 사업주가 제38조 제1항부터 제3항에 열거된 위험예방을 위한 필요한 조치를 취하지 아니하는 경우에는 이로 인하여 실제로 재해가 발생하였는지 여부에 관계없이 곧바로 「산안법」 위반죄가 성립하기 때문
- 안전·보건조치의무 위반죄는 고의범
- + 이와 관련하여 제38조 제1항부터 제3항까지의 조치의무가 과실에 의해서도 범해질 수 있는지 문제될 수 있음. 그러나 과실범은 법률에 특별한 규정이 있는 경우에 한하여 처벌할 수 있으므로 (형법 제14조), 과실의 요소를 명시하고 있지 않는 한 함부로 과실범으로 판단해서는 아니 됨
- + 판례 또한 안전·보건조치의무위반죄가 성립하기 위해서는 사업주가 자신이 운영하는 사업장에서 안전상의 위험성이 있는 작업과 관련하여 산업안전보건에 관한 규칙이 정하고 있는 안전 조치를 취하지 않은 채 작업을 지시하거나, 그와 같은 안전조치가 취해지지 않은 상태에서 위 작업이 이루어지고 있다는 사실을 알면서도 이를 방치하는 등의 행위가 있을 것을 일관되게 요구하고 있음
- 결론적으로 안전·보건조치의무위반죄와 관련하여 사업주가 부담하는 의무는 과실범의 성립 요건인 주의의무가 아니라 「산안법」과 「산업안전보건에 관한 규칙」에 명시되어 있는 조치의무임

» 외국의 사업주·경영책임자에 대한 형사책임 법제

- 미국은 법인 자체에 대한 벌금형을 해결방법으로 보고 있음
- 독일에서는 이미 유럽연합 전체 회원국의 대부분이 선택한 것과 같이, 종래 법인에 대한 형법 적용이 불가능하다는 원칙을 폐기하고 법인·기업에 대한 형벌(벌금) 부가를 가능하게 하는 법안이 제출된 상태임
- 외국에서는 현실적으로 법인과 기업의 질서위반행위, 반복된 질서위반행위, 이를 통한 노동자의 생명·신체의 위험을 야기하는 행위를 줄이고 노동자의 생명침해를 막기 위해서는 법인 자체에 대한 강화된 벌금형을 사용하는 것이 실질적으로 효과 있는 대책이 될 수 있다는 인식이 확산되고 있음

» 「산안법」 위반사건에 대한 법적용의 실태

- 최근 3년간(2018~2020년) 「산안법」 위반 사건 제1심 판결문에 대한 분석을 통하여 실무에서의 법적용의 실태를 확인
- + 선고년도별 평균 피해자수 추이가 감소, 조치의무 위반치사죄에 대한 자유형의 형량 증가
- + 법인 피고인에 대한 유죄인정 비율 증가
- + 실형 선고 시 형량이 증가하고 있는 점이 유의미하게 발견됨. 이는 산업재해 예방이 강조되고,

이에 발맞춰 사업주 등에 대한 책임강화를 강조한 개정법의 입법취지가 법적용 단계에서도 반영이 되고 있다는 것을 의미함

- 전부개정된 「산안법」이 적용된 판결문
- + 「안전보건규칙」에 따른 조치의무가 일반적인 업무상 주의의무와는 다르다는 점을 명시한 판결, 안전보건조치 의무위반에 대하여 고의성을 판단한 판결 등이 존재한다는 점은 향후 법 적용의 변화를 기대할 수 있는 요소임

» 「산안법」 위반사건 판결문에 나타난 법리 분석

- 「산안법」상 안전·보건조치의무위반죄는 고의의 진정부작위범
- + 만일 안전·보건조치의무위반죄를 과실에 의해서도 범해질 수 있다고 판단한다면, 이는 「산안법」상 안전·보건조치의무위반죄가 고의범이라는 대법원 판례에 정면으로 배치되는 현상이 발생하게 됨
- + 또한 우선 다수의 하급심 판례들은 실제로 법리판단을 함에 있어 안전·보건 ‘조치의무’를 과실범의 표지인 ‘주의의무’위반으로 혼동하여 판결을 내리고 있는 상황임
- + 과실범의 불법이 고의범의 것에 비해 낮음에도 하나의 처벌규정으로 고의범과 과실범 모두에 적용하도록 하는 것은 입법권의 남용으로 인지됨

시사점

» 판결문 분석을 통한 「산안법」 위반 사건에 대한 법적용의 실태

- 「산안법」 위반 사범에 대한 선고형이 다소 높아졌다는 긍정적인 현상을 발견
- 「산안법」상 조치의무 위반치사죄를 결과적가중범이 아닌 또 다른 형태의 업무상과실치사죄로 이해하여 적용하고 있다는 부정적인 현상을 확인
- 종래 2013~2017년 「산안법」 위반사건 판결문과 2018~2020년의 분석을 종합하면 「산안법」 위반사범에 대한 눈에 띄는 변화를 확인할 수 있음
- + 선고년도별 평균 피해자수 추이 감소
- + 조치의무 위반치사죄에 대한 자유형의 형량 증가
- + 법인 피고인에 대한 유죄인정 비율 증가 및 실형 선고 시 형량 증가

개선방안 또는 정책방안

» 법리 분석적 측면

- 우리 하급심 판례에서 문제되는 것은 법원이 안전·보건조치의무위반죄에서의 ‘조치의무’를 과실범에서의 ‘주의의무’로 혼동하고 있다는 점임
- + 조치의무위반에서 ‘조치의무’는 고의의 인식내용으로서 과실범에서의 ‘주의의무’위반과 그 성격을 완전히 달리하는 것임에 따라 혼동되어서는 안 됨
- 「산안법」 위반을 수사하는 근로감독의 실무에서는 고의의 조치의무위반행위만을 「산안법」 위반사건으로 입건하는 태도를 견지해야 함
- 다만 행위자의 과실을 근거로 「산안법」 위반사건으로 입건하는 것은 형벌권의 과도한 남용으로 비칠 수 있음을 유의할 필요가 있음
- 「산안법」 상 안전보건조치의무위반치사죄에 대한 수사 실효성을 확보하기 위해서는 근로감독관에 대한 수사 관련 교육이 중요하므로 수사 실무를 뒷받침 할 수 있는 실효적 교육과정 구축 등을 위한 후속과제 추진이 필요함

활용방안

- » 근로감독관 등 「산안법」 위반사건 수사담당 공무원의 수사 시 참고자료로 활용
- » 「산안법」 위반사건에 대한 수사·기소 담당 검사와 이 재판 담당 판사의 안전·보건조치의무위반죄 및 안전·보건조치의무위반치사죄 적용 관련 법리 검토를 위한 자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 아주대학교 이진국 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 송안미
- 연락처 | 052-703-0827
- e-mail | julie8818@kosha.or.kr

산업재해 예방을 위한 패트롤카 활용성 제고 방안

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 산업재해, 현장점검, 패트롤카, 긴급자동차, 순찰

01 연구배경

» 산재사망사고 감축에 대한 국민적 관심 집중

- 2018년故김용균씨 사망사건, 2020년 이천 물류창고 화재, 2021년 평택항 노동자 사망사건, 「중대재해처벌법」 시행(2022년 1월) 등으로 산재예방에 대한 국민과 산업현장의 관심 증대
- 고용노동부와 산업안전보건공단은 “산재사망사고 절반 줄이기” 국정목표 달성을 위해 2019년 7월부터 건설업과 제조업을 중심으로 패트롤카를 활용한 불시점검 방식의 현장점검 사업 시행

» 사망사고 위험요인 중심의 현장 상시점검 필요성 증가

- 중소규모 사업장에서 전체 산재사망사고자 중 81% 발생
- 중소규모 현장의 위험요인 밀착관리 중요성이 부각됨에 따라 상시점검의 필요성 증대

» 향후 패트롤카 확대 운영을 위한 운영성과 분석 및 효율적 운영방안 마련 요구

- 그간 운영성과 분석을 통한 사업 효과 검증, 향후 효율화 방안 및 신규 활동방안 제시 필요

02 주요연구내용

연구결과

» 패트롤카 운영 관련 국내 유사사례 비교검토 및 전문가 인터뷰 수행 결과

- 경찰, 소방, 도로공사 안전순찰 등 국내 긴급자동차 운영사례비교를 통해 패트롤카의 효율적 순찰 방안 및 다양한 활용 가능성 제시
- 경찰 대상의 초점집단인터뷰(Focus Group Interview)를 통한 운영 상 개선방안 도출

+ 핵심점검 매뉴얼 도입, 최단 순찰동선 확보, 순찰대상 우선순위 선정방법 등 제시

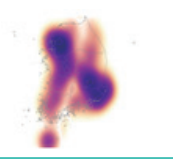
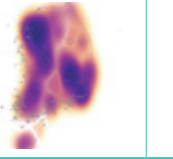
+ 유관기관·지자체·민간재해예방기관·시민단체와의 협력 강조

» 패트롤카 운영의 산재예방효과 확인 및 개선방안 제시를 위한 계량분석 결과

● 빅데이터를 활용한 공간분석(geospatial analysis) 결과

+ 산재사망사고 발생 밀집지역(hotspot) 분석 결과, 분기별 산재다발지역이 상이하게 나타남에 따라 지역별·시기별 중요도가 높은 순찰 우선대상지역 선정필요 강조

〈2020년 전국 분기별 사망사고 발생지점 및 패트롤 점검지역〉

	1분기	2분기	3분기	4분기
사망사고 발생지점				
패트롤 점검지역				

● 이중차분(double-difference)법을 활용한 패트롤카 도입전후 정책효과 분석 결과

+ 통제집단(패트롤카 미활용)과 처치집단(패트롤카 활용)을 구분하여 사업시행 전후 산재사망사고 감소효과(정책효과) 검정 결과, 사업시행 전 통제집단에 비해 사업시행 후 처치집단에서 산재사망사고 감소효과 발생 확인

» 근로자와 사업수행자 대상 인식조사 결과

● 근로자 246명(건설, 제조), 사업수행자 159명(공단직원) 대상 웹 기반 설문조사 수행

● 향후 패트롤카의 인지도 확산 필요 확인(건설업 근로자 30.8%, 제조업 근로자 30.2% 인지)

● 패트롤카 도입 확대·정착에 찬성 비율은 근로자 90.2%, 공단직원 80.5%

● 패트롤카 확대도입의 찬성 사유

+ 공단 직원의 경우 순찰 가시성을 통한 예방효과(33.6%), 산업안전 홍보효과(31.3%) 등

● 패트롤카를 활용한 현장점검이 업무편의성에 도움이 된다고 응답한 공단 직원의 비중은 약 89.9%, 도움이 되지 않는다고 응답한 직원은 3.1%

- 향후 사업운영 개선을 위해 근로자들과 공단 직원들은 공통적으로 홍보 강화, 가시적 인지 확대(차량 확대보급), 점검자의 전문성 강화 및 권한 부여 등을 제안
 - 추가로 공단 직원들은 패트롤카 활용 업무범위(기존 16개) 확대, 패트롤 전담인력 도입, 주차 관련 문제(장소, 위반 등), 사후 행정절차 간소화 등을 제안
 - + 근로자의 경우 안전의식 증대(39.45%), 산재예방 실효성 확보(21.15%), 경영책임자의 안전 의식 증대(20.2%) 등
 - + 공단 직원의 경우 순찰 가시성을 통한 예방효과(33.6%), 산업안전 홍보효과(31.3%) 등
- » 직무분석을 통한 적정 장비(패트롤카) 수 산출

〈적정 패트롤카 수 산출 결과〉

구분	업무효율화 적용 시 추가 필요물량			업무효율화 적용 시 추가 필요패트롤카 수		
	20%	30%	40%	20%	30%	40%
시나리오1	-223	-8,573	-16,922	-1	-29	-58
시나리오2	10,760	2,411	-5,938	37	8	-20
시나리오3	21,743	13,394	5,045	74	46	17
시나리오4	38,218	29,869	21,520	130	102	73

- 시나리오별·업무효율화 정도별 필요 증(감)차 대수 산출 결과 시나리오2 및 업무효율화 30% 적용을 기준으로 현 보유수량(287대) 대비 소폭 증차(약 8대)가 필요한 것으로 나타남
- + 시나리오: (2020년 건설+제조)사망자 수 659명에서 ① 3%, ② 5%, ③ 7%, ④ 10% 감소
- + 업무효율화 가정: 증차 없이 패트롤 물량 20%, 30%, 40% 추가 수행

시사점

- » 최적 순찰경로 탐색 및 지역별·시기별 산재 밀집지역의 우선 순찰 대상지역 선정필요
- » 통제된 표본을 활용한 분석 결과 패트롤카를 활용한 점검은 산재사망사고 감소효과 유발
- » 사업운영 개선을 위해 홍보강화, 가시적 인지 확대, 점검자 전문성 및 권한 강화 등 필요

03 연구활용방안

제언

- » 효과적 산재예방을 위해 현장점검 위주의 예방순찰 강화
 - 순찰의 목적(산재예방)과 대상(사업장, 근로자)이 특정된다는 패트를 점검 사업의 특성상 원거리 관찰 장비 등 보다 폭넓은 점검 장비 확충 필요
 - 상시적 점검과 더불어 불시 암행순찰 방법을 혼용하여 적용 필요
- » 현장점검 사업의 효율성 확보를 위한 통합 거버넌스 구축
 - 경찰 등 유관기관과 지자체, 그리고 시민단체 등이 함께 참여함으로써 사업의 효과성 극대화 및 인력·예산의 한계 극복
- » 효과적 산재감축을 위해 산재다발업종(소규모 건설현장 등) 위주의 점검·감독 강화 필요

활용방안

- » 미래 불확실성에 대비, 사업개선 및 효율적 운영방안 수립을 위한 기초자료로 활용
 - 운영성과 평가, 효과성 검증, 적정 인력 및 장비 산출, 효율적 운영방안 제시결과 등 활용
- » 재해유형이나 업종별(건설업, 제조업 등) 단속유형 및 기법 등 개발과 패트룰카 장착·탑재 장비의 개선을 통한 순찰 전문성 강화 정책대안 개발



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 경남대학교 김도우 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 김명중
- 연락처 | 052-703-0826
- e-mail | junkim@kosha.or.kr

산업안전보건법 개정으로 강화된 도급인 책임의 산업현장 정착방안 연구

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 도급, 건설공사발주, 안전·보건 조치 의무, 주문자적 지위

01 연구배경

- » 「산업안전보건법」(이하 「산안법」) 전부 개정으로 새롭게 정의된 「산안법」 제2조 제6호 상 ‘도급’ 개념의 해석에 있어 산업현장에서는 도급과 발주의 구분에 있어 상당한 혼란을 겪고 있는 상황
이므로 구분을 명확화 필요성 대두
- » 또한, 도급인에 대한 책임을 강화한 「산안법」 개정 취지에 비추어, 동 법의 수급대상인 도급인의 개념도 발주자와 구분을 명확히 하여 도급인의 의무 위반 시 적절한 책임을 부과할 수 있을 것이므로
구분의 기준 제시가 시급함
 - 고용노동부는 도급인과 건설공사 발주자(「산안법」 제2조) 및 도급인의 구체적 안전·보건 조치 내용 등을 담은 「도급 시 산업재해예방 운영 지침」을 발표한 바 있으나, 이러한 운영지침에도 불구하고 여전히 해석과 적용의 모호성이 남아있는 상황임

02 주요연구내용

연구결과

- » 도급의 구별 및 도급인의 안전·보건조치 책임 범위 등과 관련하여 규정의 해석과 적용에 있어 ‘명확성’ 도모
 - 도급인(「산안법」 제2조 7호)과 발주(「산안법」 제2조 제10호)의 개념을 구별하여 「산안법」상 도급인의 범위를 명확히 함으로써 그 의무 부과 대상과 의무 부과 확정의 곤란함을 해소하도록 사례를 들어 제시하였음

- 발주자의 책임이 건설업에 국한되어 있는 현행 법 체계에서 한 걸음 더 나아가 발주의 개념을 일반화하는 입법 개선방안을 모색함

» 「산안법」상 발주 및 발주자의 개념 일반화

- 「산안법」상 건설공사발주자 개념에 착안하여 건설공사를 도급하지만 그 시공을 주도하지 않고, 총괄 관리하지 않는 경우는 소비자로서의 속성이 강한 발주자로 보며, 이는 「산안법」상의 의무와 책임의 주체인 도급인과 명확히 구별됨
- 「산안법」상 발주 개념을 일반화한다면, 도급 준 업무가 자신의 영업목적에 연계된 것이 아니고, 도급 준 업무에 대하여 총괄 관리 및 개입하지 않는다면 ‘업무도급’이 아닌 ‘공사 발주’로 개념화할 수 있음

» 개정 「산안법」상 강화된 도급인 책임 부과 규정의 노동현장 안착과 이행을 위한 실효적인 정책적 보완 자료 마련

- 도급인의 강화된 의무들이 실질적으로 이행 가능할 수 있도록 현장에서의 애로, 구체적인 한계와 문제점을 분석하여 대안을 제시하였음
- 민법, 「중대재해처벌법」 등을 포함하여 산업안전과 관련한 도급의 개념 범위를 세부적으로 확정(劃定)할 수 있는 표지들을 발견하여 포함하였음
- 「산안법」상 도급의 범위와 도급인의 의무 이행 및 책임 범위에 관한 세부적인 규율 명확화와 노무제공자를 위한 산업재해 예방체계 정립을 위한 제도 개선 대안을 제시하였음

시사점

- » 「산안법」 개정으로 도급인의 책임이 강화되었지만, 「산안법」상 도급이 민법의 도급 개념과 상이하여 구분을 명확하게 함으로써 혼란 방지를 통한 법 집행의 실효성 강화될 것임
- » 본 연구에서 제시한 도급과 발주, 도급인과 발주자의 구분 근거를 정리하여 사업장에서 통일성 있게 적용될 수 있는 방안을 마련하여 전파하는 것도 필요할 것임
- » 「산안법」 등 제도개선 시에는 수급자 등 이해관계자들의 입장을 면밀하게 검토하여 신중하게 접근함으로써, 제도개선에 따른 부작용 최소화가 가능할 것임



03 연구활용방안

활용방안

- » 「산안법」 전부 개정이 이루어지고 난 이후, 여전히 논란거리로 남아 있는 사항들에 대한 보완요구가 이어져 왔으나, 본 연구가 모호성 등 논란거리를 해소하는데 기여할 것임
 - 특히, 도급의 개념적 모호성은 여전히 산업현장의 갈등 위험을 내포하고 있고, 도급과 발주의 구별 역시 「산안법」 개정 과정에서 면밀하게 검토되지 못한 바 있음
 - 이를 해소하기 위해서는 현장의 요구와 한계 및 문제점에 대한 면밀한 분석 필요
 - 따라서, 본 연구가 이러한 토대 연구의 시작으로 평가받을 수 있을 것임
- » 도급의 가속화 등 노동현장에서의 급격한 변화를 추적함으로써, 도급인 책임 강화 규정의 산업 현장에서 수용성을 높이는 「산안법」 제도 개선의 기초자료로 활용될 수 있을 것임



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 부산대학교 권혁 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 김명준
- 연락처 | 052-703-0821
- e-mail | kmj1111@kosha.or.kr

중대재해 예방을 위한 정책방안 연구

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 중대재해처벌법, 민간재해예방기관, 직업병, 특수형태근로종사자, 산업안전
보건교육

01 연구배경

- » 산업재해로 연간 8백여 명(사고사망 기준) 가량 목숨을 잃고 있으며, 이는 주요 선진국 대비 매우 높은 수준
- » 노동자의 생명과 안전에 대한 중요성을 고려하여 「중대재해 처벌 등에 관한 법률(중대재해처벌법)」이 2022년 1월 27일 시행 예정이나, 산재 다발 소규모 사업장의 법 적용이 유예·제외됨에 따라 안전 보건 대응방안 마련 필요(제조업 50인 또는 건설업 50억 미만 유예 및 5인 미만 제외)
- » 또한, 다양한 분야의 전문가들과 산업안전보건 문제를 논의할 수 있는 정책포럼 운영을 통해 산재 사망사고의 획기적 감축을 위한 다각적 대응 방안을 제시하고자 함
 - 「중대재해처벌법」과 현장의 괴리 해소, 산재예방조직의 체계화, 민간재해예방기관 협력체계 구축, 산업보건 대응, 취약계층의 안전보건 보호방안 마련 등

02 주요연구내용

연구결과

- » 「중대재해처벌법」의 현장 수용성 강화를 위한 정부지원 방안 의견수렴
 - 법과 현장의 괴리 해소를 위해 「중대재해처벌법」 제16조(정부의 사업주 등에 대한 지원 및 보고)에 대하여 국내 약 130개 기업을 대상으로 의견수렴 진행 및 개선안 도출
 - 「중대재해처벌법」이 요구하는 안전보건관리체계를 사업장 스스로 잘 갖출 수 있도록 매뉴얼, 컨설팅, 평가체계, 기술지도, 재정지원, 표준모델 등 제공

- 정기적이고 지속적인 안전보건관리정보 자료제공, 정기점검지원, 외국인근로자 안전보건교육 이수 지원, 인증사업 실시 등 보완적 정부사업 제공
- » 산업안전보건조직 기능 강화를 위한 향후 방향성 제시
 - 정부(고용노동부)와 산업안전보건공단, 민간재해예방기관의 유기적 협력이 이루어질 수 있도록 민간에 대한 정책적 배려 강화
 - 정책집행과 감독결과의 환류구조 마련 및 객관적·정량적 정책(사업)평가 프로세스 구축
 - 공단과 민간에서 축적된 기술과 노하우의 효율적 공유를 통해 집단지성이 확산될 수 있도록 정부 주도의 통합시스템 구축마련 필요
- » 민간재해예방기관 활성화 방안 제시
 - 「중대재해처벌법」 적용 유예·제외 대상이 되는 중·소규모 현장의 안전보건 대응을 위해 민간 기관에 대한 기술적 지원 필요
 - 민간기관의 과당경쟁(過當競爭)으로 인한 덤핑 등 시장실패 해소를 위해 공증체제, 제3자 지불 방식, 표준품셈 및 우수 기관에 대한 인센티브 도입 필요
- » 노동자 중심의 산업보건서비스 로드맵 구축
 - 산업보건 빅데이터 구축을 통한 직업건강 감시체계 및 보건사업 효과검증 플랫폼 제시
 - + 노동자의 직업병 조기발견을 통한 3차 예방 및 보상 효율성 확보 가능
 - + 보건사업 효과 검증을 위한 평가지표 제시 필요
 - 플랫폼노동자 산업보건 서비스 전달체계 구축방안 제안
 - + 시공간분석을 통한 플랫폼노동자 직무 및 생활패턴 평가, 이력 정보화 DB 구축 필요
- » 특수형태근로종사자 중 택배근로자의 안전보건교육 개선방안 도출
 - 택배기사 안전보건교육 개선(안) 및 관리감독자인 대리점주와 관리직에 대한 교육(안) 제시
 - 만족도 향상을 위한 현장실태 중심의 교육내용 구성 및 VR 등 체험형 교육과정 도입 필요
 - 영업점의 교육 이수 시 정부 감독 등에서 인센티브 부여 및 교육비 부담 해소를 위한 지원체계 마련 필요

03 연구활용방안

활용방안

- » 「중대재해처벌법」 16조 정부지원 정책방향 수립 시 참고자료로 활용
 - 법의 현장 수용성 향상, 법과 현장의 괴리 해소, 안전경영 문화 확산 등
- » 향후 산업안전보건조직 기능 확대 시 근거자료로 활용
- » 민간재해예방기관의 평가, 적정수가책정, 행정명령 등 정책 수립의 참고자료로 활용
- » 노동자 중심의 건강관리체계 시스템 구축에 활용 가능
 - 노동자 건강의 자연경과, 예방 단계에 따른 질병분류, 플랫폼 노동자 등 노동자 건강보호 시스템 사각지대 해소
- » 특수형태근로종사자의 산업안전보건교육 제도 및 교육(안) 개선 시 참고자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 성균관대학교 전용일 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 김명준
- 연락처 | 052-703-0821
- e-mail | kmj1111@kosha.or.kr

사업장 안전문화 조성을 위한 관리감독자 활동모델 개발 및 현장 적용성 연구

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 안전문화, 관리감독자, 안전리더십, 활동모델, 현장연구

01 연구배경

- » 사업장의 산업재해와 관련된 요인 중 안전문화에 대한 관심이 높아지고 있음
- » 사업장의 안전문화 수준을 증가시키기 위해, 안전문화를 정확하게 측정하는 것이 중요함
 - 산업안전보건공단에서 안전문화를 측정하기 위해 안전의식 진단 도구를 개발하였음
 - 하지만 설문 문항이 많고 용어가 어렵거나 명확하지 않아 개선이 필요하다는 의견이 제시됨
- » 또한, 측정된 안전문화를 바탕으로 사업장에서 운영할 수 있는 활동모델이 필요함
 - 특히 사업장에 전반적으로 영향을 미치는 관리감독자를 대상으로 모델을 개발해야 효과적으로 안전문화를 구축할 수 있음
 - 개발된 모델을 실제 현장에 적용하여 효과성을 검증하는 연구가 필요함
- » 이에 따라, 본 연구에서는 안전문화를 측정하는 도구인 안전의식 진단 도구를 개선하며 관리감독자 중심 활동모델을 개발하여 현장에 적용하고 그 효과성을 검증하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 안전의식 진단 도구 개선
 - 전문가들과 현장 근로자들의 의견을 바탕으로 문항 축소
 - + 4영역, 4활동, 3계층의 형식에 문항 1개씩을 선정하여 기존 144문항에서 48문항으로 축소

- 축소된 안전의식 진단 도구의 타당도와 신뢰도 확보
 - + 모델적합도 검증을 위한 확인적 요인분석과 내적 일관성 신뢰도 분석을 실시
- » 관리감독자 안전관리 활동모델 개발
- 안전의식 진단도구의 4영역을 바탕으로 선행연구, 기업 선진사례를 검토하여 활동 모델 개발
 - + 안전가치 11개, 안전운영 16개, 안전교육 6개, 안전소통 10개로 구성된 총 43개 행동 지표 선정
- » 활동모델 현장 적용 및 효과 검증
- 총 3곳의 기업(평택S사와 협력회사, 서산S사)을 대상으로 현장 연구 진행
 - 연구진이 안전의식 측정도구를 통해 사업장 안전문화 수준 측정하였으며, 측정결과를 바탕으로 매주 1회씩 총 12주 동안 기업을 방문하여 활동모델 적용
 - 효과 검증 결과, 평택S사와 협력회사는 안전의식 수준이 3.47점에서 3.59점, 안전관찰횟수는 주 0.308회에서 주 0.7회, 근로자 안전행동은 59.67%에서 90.72%까지 증가
 - 서산S는 안전의식 수준이 3.98점에서 4.19점, 안전관찰횟수는 주 0.143회에서 주 0.714회, 근로자 안전행동은 81.59%에서 90%까지 증가
- » 안전의식 도구 및 관리감독자 활동모델 보완 방안 제시

시사점

- » 개선된 안전의식 진단 도구를 통해 기존도구보다 더 효율적으로 안전문화 측정 가능
- » 관리감독자가 자체적으로 사업장의 안전문화를 높일 수 있는 효과 검증된 활동모델을 제시

03 연구활용방안

활용방안

- » 산업안전보건공단 안전문화 홍보사업 활용
- 개선된 안전의식 측정도구를 활용하여 사업장의 적극적인 참여 유도 가능
 - 기존 안전의식 측정 결과 보고서에 사업장 활동모델 내용을 추가함에 따라 실천적인 안전문화 증진 방안 제시 가능

» 관리감독자 안전교육 활용

- 기존 관리감독자 안전교육에 연구내용을 추가하여 안전 활동모델을 기획, 적용할 수 있는 인력 양성 가능



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 중앙대학교 문광수 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 이지동
- 연락처 | 052-703-0825
- e-mail | jiwert@kosha.or.kr

비대면·온라인 콘텐츠의 개발·보급 혁신을 위한 연구

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 10월
핵심단어_ 비대면, 온라인, 콘텐츠, 플랫폼

01 연구배경

» 포스트 코로나 시대의 보건 및 환경, 사회 안전에 대한 중요성이 점차 강화되고 있는데, 2020년 세계 경제포럼(WEF)이 제시한 5대 글로벌 리스크에 따르면 최근 인공 재해가 지속적으로 상위에 랭크되고 있으며, 이 중 산업 재해의 비중 증가가 두각을 나타냄

- 한국의 경우 산업재해 현황을 살펴보면, 근로자 100명당 재해자 수를 의미하는 재해율과 300인 미만 사업장의 재해율은 지속 감소하다가 '17년 이후 감소세가 정체되고 있어 산업재해의 획기적인 감소를 위해 산업 현장 작업자, 관련 분야 담당자에게 다양한 실용적인 정보를 제공할 뿐만 아니라, 국민들의 산업재해에 대한 경각심을 일깨워주기 위한 효과적인 산업안전 분야 콘텐츠 개발, 보급의 중요성이 대두됨
- + 특히, 산업안전보건 관련 법률, 정책, 제도의 전면적 개편으로 인해 여러 기업들로부터 산업 현장 실무자들의 바뀐 정책, 제도에 대한 교육 수요가 급증하고 있으며, 이와 관련한 다양한 콘텐츠 제작에 대한 요구 또한 증가하고 있는 상황임

02 주요연구내용

연구결과

» 산업안전보건공단의 온라인 콘텐츠 개발·보급현황 및 플랫폼 분석

- 위기탈출 안전보건 앱(App): 다운로드 수, 조회수 등 이용자 사용 빈도는 최근 3년간 급증 하였는데, 특히 콘텐츠 전체 이용실적으로 보면, '20년 총 1,896,780건으로 전년 대비 사용자가 415% 증가하였으며, 이는공단 안전보건자료실의 대내외 인지도 향상 및 보유 콘텐츠 품질

향상으로 인해 사용자들의 관심과 수요가 급격히 증가한 것으로 해석됨

- 안전보건 자료실: 조회수는 지속 상승하고 있으나, 다운로드수는 정체 혹은 일부 감소한것으로 나타났는데, 이는 자료를 다운받지 않고 웹 내 자료 확인 및 스트리밍 동영상형태의 콘텐츠 이용이 증가하고 있기 때문으로 분석됨
- VR 전용관: 첫 콘텐츠가 공급되기 시작한 '18년 이후 접속자수가 급증하였으나, '20년 30% 감소하였는데, 이는 공단 안전보건자료실 플랫폼 이용자 대부분이 자료를 기업 내부 학습용으로 사용하기 때문에 VR보다는 텍스트 형태의 글을 다운받는 것을 선호하거나 익숙하다는 점, 그리고 현재의 VR 콘텐츠가 최신 기술 등의 수준에 비해 일부 부족한 부분이 있다는 점으로 판단됨
- 미디어 현장배송 서비스: 이용자, 배송건수 등이 지속적으로 증가하고 있으며, 특히나 고무적인 부분은 이용사업장이 늘고 있고, 초점집단면접(focus group interview, FGI)이나 설문 등을 통해서 기업에 매우 유용하다는 응답이 많았으며, 특히 현장의 안전보건 담당자들이 선호

» 이용자 설문조사 및 잠재이용자(MZ세대) FGI를 활용한 향후 콘텐츠 개발, 보급방향 제시

- (디바이스) PC 사용률이 77%로 동영상 교육에 PC를 많이 활용하는 것으로 확인, 휴대폰 활용은 21%로 20~30대에서 활용도가 급속히 증가하고 있는 추세
- (교육채널 이용 목적) “안전보건교육 및 매뉴얼”이 199명으로 높은 수치로 조사, 그 뒤로 “재해사례 및 예방교육”이 123명, “산업안전법 등 법제도 관련 교육”이 98명으로 조사되어 어느 한 분야로 치우치지 않고 고르게 사용되는 것으로 확인
- (교육채널 내 선호 메뉴) “안전보건자료실(아카이브)”이 189명으로 가장 많았으며 안전보건 자료실(아카이브) 교육을 대부분 이용하고 있었음
- (선호하는 콘텐츠 형태) “리플릿(인포그래픽스)” 129명, 그 뒤로 “1~2분 미만의 짧은 영상”, “텍스트”순으로 조사되어, 예상과 달리 콘텐츠 선호형태는 “VR”, “오디오북”, “웹툰”이 예상 보다 저조하며, 단시간 내 빠른 교육효과가 있는 콘텐츠 형태를 선호
- (향후 희망 콘텐츠) “장기안전 보건교육분야”가 149명으로 가장 많았으며, 그 뒤로 “법·제도·정책분야”, “사망사고예방 중점분야”로 조사됨
- (선호하는 콘텐츠 배치 방법) “주제(분야)별”이 172명으로 가장 많았으며, 그 뒤로 “콘텐츠 유형별(동영상 등)”, “인기순서별”순으로 조사되어, 사용자 관점에서 UI가 쉽고 편하게 되어 있는 것이 무엇보다 중요

시사점

» 산업안전보건 콘텐츠 개발·보급 혁신 방안

- 단순하고 효율적인 사용자 내비게이션 구축 방안
- + 웹 내비게이션 기반의 사이트 구조 재구축 및 사용자 동선 최적화
- + 안전보건 플랫폼 이용자 데이터 수집 및 분석을 통한 AI 기반 사용자 맞춤형 서비스 제공
- + 이용자 데이터를 수집하고 이를 통해 특정 계층이 자주 이용하는 서비스를 계속적으로 분석하여 시간이 지날수록 이용자의 만족도를 더 높일 수 있는 맞춤형 서비스를 제공
- 포털 검색 노출 확대를 위한 검색엔진최적화 (Search Engine Optimization, SEO) 방안
- + SEO를 통해 포털 검색 노출 확대 방안 마련
- + 테크니컬 SEO를 통해 5개 분류(콘텐츠 SEO 지원, 소셜 친화도, 웹페이지 기술, 검색엔진 친화도, 속도최적화) 25개 항목에 대한 현황 및 개선안 도출
- + 콘텐츠 SEO를 통해 홈페이지 공개 콘텐츠 목록(2006~2021)의 키워드를 전수 검사하여 검색량 월 30회 이상, 키워드 사용 10회 이상 필터링을 통해 보건, 안전에 대한 104개 핵심 키워드를 발굴하여 키워드 매트릭스를 도출하고 키워드 개선 방향성 제시
- + 셋째, 링크빌딩 SEO를 통해 키워드 갭 조사 결과에서 순위 상승 효과가 높은 단기 키워드와 중장기 키워드를 선별하고 공단 홈페이지의 링크빌딩 현황조사를 통해 확산시켜야 할 키워드 및 웹페이지에 대한 추진전략 제시
- VR, AR 등 최신 콘텐츠 유형의 효과적인 활용 방안
- + VR 서비스의 품질 및 이용자 만족도를 높이려면 완결성 높은 VR 콘텐츠 기획, 제작과 더불어 메타버스 (또 다른 세상)로 인식될 만한 실감나는 경험 제공이 핵심
- + 메타버스 내에서 VR 콘텐츠를 제공하기 위해서는 처음 접해보는 사람들을 위해 이용 자체가 직관적이어야 하며, 또는 간단한 이용 방법에 관한 설명이 필요
- + VR·AR 콘텐츠의 실시간 데이터 활용 특성을 반영하여 업종별, 작업장별 변동 데이터를 주기적으로 수집하여 메타버스 VR 콘텐츠에 실시간 반영하여 현장의 변수를 적용한 교육 콘텐츠 업데이트를 통해, 콘텐츠의 품질 및 이용자 만족도를 높일 필요
- + 콘텐츠 유형 설계에 있어 정보 제공 목적을 고려할 수도 있는데, 정보의 정확성이 중요한 영역은 텍스트, 리플릿 형태로, 상황의 이해나 경험이 중요한 영역은 VR, AR 기반의 메타버스 콘텐츠 형태로의 제작이 적합할 것
- + 홍보효과를 극대화하기 위해서는 최근 브랜드 마케팅 및 SNS 홍보의 주요 트렌드인 캐릭터를 이용한 홍보가 중요



- 지속적인 성과관리를 위한 지표 활용 방안
- + 현재 공단의 플랫폼 운용 측면에서 활용하고 있는 성과지표로는 주로 이용자 설문 기반의 종합 만족도 (내용, 디자인, 산재예방 기여도, 전반적 만족도 등) 및 플랫폼 이용 현황 지표 (다운로드 수, 조회수 등) 등 단편적인 지표를 활용
- + 향후 공단이 이용자 로그인 정보 등 추가적인 데이터 수집을 고려할 경우 추가 성과 지표에 대한 고려 필요

03 연구활용방안

활용방안

- » 공단의 온라인 콘텐츠 및 플랫폼 운영의 신규 개발 및 개선 방향 수립에 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 중앙대학교 김상윤 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 박선영
- 연락처 | 052-703-0824
- e-mail | psy0906@kosha.or.kr

산업안전보건법 보편적 이해를 위한 법령 시각화 연구

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 산업안전보건법, 네트워크, 시각화, 참조조항, 유사조항

01 연구배경

» 문자 중심의 법령 정보 제공에 따른 일반인들의 불편함 존재

- (현황) 산업안전보건법령을 찾아보고자 할 경우 법제처의 국가법령정보센터를 통해 온라인으로 쉽게 접근할 수는 있으나, 제공되는 법령의 내용과 체계는 조항 중심으로 정리된 문자자료와 연계 조문을 찾아 볼 수 있는 하이퍼링크에 기반한 서비스만 제공되고 있음
- (배경) 전체적인 법령 내용과 구조의 파악, 조항 간의 관계, 핵심 조항의 확인 등 찾고자 하는 내용을 찾는 과정이 전문가가 아니면 어려움을 느낄 수 있음

» 법령 시각화를 통해 누구나 쉽게 전체 법령 구조와 연계 구조를 파악할 수 있는 방안 제시

- (목적) 법령의 전체 구조를 이해하기 쉽도록 법 조문과 법령 간 참조 관계를 네트워크로 시각화하고, 내용이 유사한 안전 법령을 도출하는 등 사용자 중심의 법령 검색 기능을 구현할 수 있는 방안 제시

* 금년 연구는 실제 프로그램을 개발하는 것은 아니며, 개발에 앞서 이론적, 기술적 가능성을 확인하고, 프로그램 개발 방향과 개발 타당성을 확인하기 위한 연구임

02 주요연구내용

연구결과

» 문자 중심의 법령 정보에서 법령 시각화로의 전환

- 국가법령정보센터의 응용프로그램 프로그래밍 인터페이스(Application Programming Interface, API)를 이용하여, 조문과 연관된 참조 조항(법령, 대통령령, 고용노동부령과 같은 인용 조항)과 조항의 본문 내용을 데이터베이스로 구축

- 법에서 직접 인용한 참조 조항과 조항을 직접 언급하지는 않았으나 내용상 유사한 내용을 가지고 있는 유사 조항을 정리하여 법령 조문 간 관계를 네트워크로 시각화

>> 법 조문과 관련된 참조 조항을 네트워크 형태로 시각화하여 보여주는 방법 제시

- 「산업안전보건법」의 각 조항에 포함된 참조 조항을 바탕으로 관련된 법 조항간의 연관성을 사용자가 검색 기능*과 함께 법령을 시각적**으로 파악할 수 있도록 지원

* 검색기능은 「산업안전보건법」을 중심으로 필터링 기능을 갖춰, 사용자로 하여금 필요로 하는 요인 위주로 네트워크를 확인할 수 있도록 지원

** 검색결과에 따라 네트워크 시각화 유형 설정이 가능하고, 시각화로 법령(노드)들간의 연관관계 직관적 파악 및 해당 노드의 법령내용 실시간 확인 가능

참조조항 네트워크: ①
☒ Show network connections

산업안전보건법 장: ②

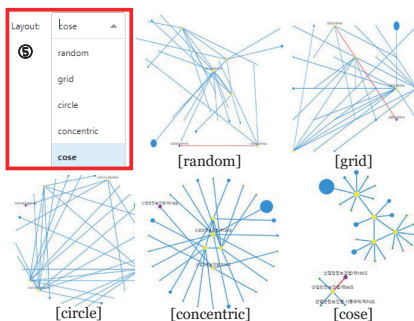
제3장
제4장
제5장
제6장

제7장
제8장
제9장

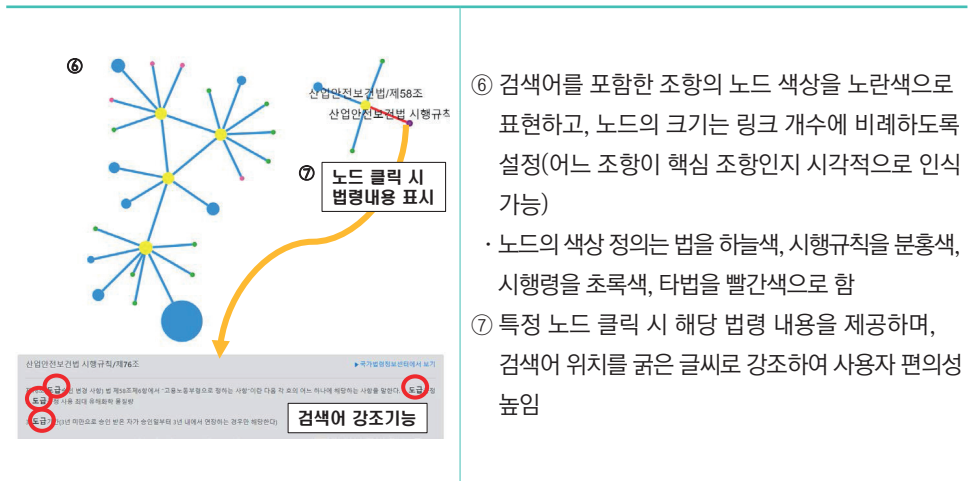
최소 링크 수: ③
4

산업안전보건법 검색어: ④
도급

- ① 각 노드 사이의 참조 관계가 있을 경우, 노드를 링크(실선)으로 시각적으로 표현
- ② 법의 내용 중 사용자가 검색하기 원하는 '장'만 선택하여, '장'별로 규정되어 있는 내용을 집중적으로 확인 가능
- ③ 참조되는 링크의 최소 개수 설정 가능
- ④ 사용자가 검색어를 통한 특정 키워드로 조항 검색 가능



- ⑤ 네트워크 시각화 유형을 무작위(random), 그리드(grid), 원(circle), 동심원(concentric)과 군집(cose) 모형 중 하나로 설정 가능
 - 무작위 모형 : 검색어를 포함한 노드와 관련 조항들의 노드들 무작위 배치
 - 그리드 모형 : 노드들을 격자 구조로 배치
 - 원 모형 : 노드를 원 모양 배치, 노드가 많을 때 연결 관계 명확히 보여줌
 - 동심원 모형 : 연결성 높은 노드들을 중심에 배치하고, 연결성 낮은 노드들을 외곽에 배치
 - 군집 모형 : 서로 연결된 네트워크만 분리 배치



» 법 내용과 유사한 내용을 가지고 있는 유사 조항을 네트워크 형태로 보여주는 방법 제시

- 텍스트 마이닝(Text Mining)*과 임베딩(Embedding)** 기법을 이용해 법령 내 단어를 추출하고, 유사 단어와 문맥을 중심으로 유사 내용을 가지는 조항 간의 연결성을 파악하여 「산업안전보건법」과 타 법령에서 유사한 내용을 가지는 조항을 추출하여 조문 제시

* 텍스트 마이닝(Text Mining) : 자연어로 구성된 비정형 데이터에서 패턴 또는 관계를 추출하여 가치와 의미있는 정보를 찾아내는 방법

** 임베딩(Embedding) : 사람이 쓰는 자연어를 기계가 이해할 수 있는 숫자 형태인 벡터(Vector)로 바꾼 결과 또는 그 일련의 과정

🔍 시사점

» 법령 정보 서비스 향상을 위한 기술적 가능성 확인

- 「산업안전보건법」을 중심으로 법령 조문간 내적 연관성과 타법과의 연관성을 시각화하여 제시할 수 있는 방법 제시
- 향후 일반인들이 쉽고 편하게 사용할 수 있는 서비스를 인터넷을 통해 제공할 수 있는 이론적, 기술적 측면의 기반 마련

03 연구활용방안

활용방안

» 시각적인 법령 정보를 전달 할 수 있는 시스템 개발

- 이번 연구를 기초로 실제로 일반인들이 법령 정보를 시각적으로 쉽고 편하게 사용할 수 있는 프로그램을 개발하여 인터넷으로 제공 가능
- + 서비스 제공 시 법조항의 구조적 연결과 타 법령의 연계 조항 도출, 유사 규제 내용 등 확인 가능
- + 서비스 제공 시 시각화된 그림 중심의 교육자료 등으로 활용하여 법에 대한 이해도 향상에 도움



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 동국대학교 서용윤 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 조윤희
- 연락처 | 052-703-0823
- e-mail | uno@kosha.or.kr

중대재해처벌법상 안전 및 보건확보 의무의 구체화 방안 연구

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 중대재해처벌법, 중대재해처벌법 시행령, 경영책임자, 안전 및 보건 확보 의무, 비용편익분석, 산업안전보건법

01 연구배경

- » 중대산업재해에 대한 사업주와 경영책임자 등의 책임을 규정한 「중대재해처벌법」이 제정 (2022년 1월 27일 시행)됨에 따라 시행에 필요한 따른 후속대책을 마련하기 위함
 - 「중대재해처벌법」상 중대재해와 관련하여 대통령령에 위임되어 있는 사항에 대해 시행령(안)을 마련
 - 시행령 제정 시 수반되는 규제심사와 관련하여 시행령(안)에 대한 비용편익분석을 수행
- » 「중대재해처벌법」 제정에 따른 현행 「산업안전보건법」 (이하 「산안법」) 개정 필요성이 있는지 여부를 검토
 - 「중대재해처벌법」상의 의무주체 및 의무내용, 보호대상, 처벌수준을 고려한 「산안법」 개정이 필요한지 여부를 검토

02 주요연구내용

연구결과

- » 「중대재해처벌법」 제정에 따른 하위법령(안) 마련을 위한 연구
 - 중대재해예방을 위한 전문가 의견수렴(총 7회)을 통해 대통령령에 위임된 사항에 대한 세부 시행령(안) 마련
 - + (법 제4조 제1항 제1호) 안전보건관리체계의 구축 및 그 이행에 관한 조치는 「산안법」 상의 안전보건관리체계의 구축을 포괄하는 조치로 설정하되, ① 안전보건에 관한 목표와 경영방침 설정, ② 위험성평가를 포함한 유해·위험요인을 확인·점검하고 개선할 수 있는 업무처리절차 마련 및 점검, ③ 전문인력의 배치 및 업무수행, ④ 안전 및 보건에 관한 인력, 시설 및 장비 등에 대한 적절한 예산 편성 및 집행·관리, ⑤ 일정 규모 이상 사업장의 경우 전담조직 마련, ⑥ 안전

보건 확보 및 개선을 위한 정기적인 의견청취 및 개선, ⑦ 중대산업재해 등을 대비한 응급절차 마련 및 확인·점검, ⑧ 도급, 용역, 위탁 업무 종사자의 안전보건 확보를 위한 평가기준, 절차 마련 및 확인·점검 등이 포함되어야 한다는 쪽으로 의견 수렴

+ (법 제4조 제1항 제4호) 안전·보건 관계 법령에 따른 의무이행에 필요한 관리상의 조치는 안전·보건 관계 법령이 「산안법」에 국한되지 않는다는 점과 관리상의 조치로는 경영책임자로 하여금 반기별로 안전보건법령 이행에 따른 결과보고를 받은 의무 및 이행 상 미흡한 점이 있을 경우 이를 개선조치토록 하는 한편, 안전보건교육의 이행 등을 확인하고 조치할 의무를 부과하는 것이 적절하다는 점에 대체로 동의

+ (법 제8조) 안전보건교육 수강과 관련해서는 중대산업재해를 예방하기 위해 ① 안전보건관리 체계 구축 및 이행방법 등 안전보건경영 방안, ② 「산안법」 등 안전·보건 관계 법령의 주요내용, ③ 정부의 산업재해예방 정책 등을 내용으로 20시간 이내의 범위 내에서 교육을 수강하도록 하는 것이 적절

+ (법 제13조) 중대산업재해 발생사실 공표는 안전보건확보의무 위반으로 형이 확정된 사업장에 대해 ① 중대산업재해 발생 사업장의 명칭·소재지, ② 발생 일시와 장소, 재해자 현황, ③ 발생 재해의 내용, 원인 및 경영책임자 등의 의무위반 사항, ④ 5년 내 중대산업재해 발생여부를 관보 또는 고용노동부·공단 홈페이지 등에 게시하고, 홈페이지 등에 게시하는 기간은 1년으로 하는 것으로 논의

※ 단, 중대재해예방 전문가회의에서 논의된 보고서상 시행령(안)과 국무회의에서 최종심의·의결된 「중대재해처벌법」 시행령은 차이가 있음(의견수렴 반영)

● 「중대재해처벌법」 시행령(안) 규제심사를 위한 비용편익분석 실시 및 결과 제공

>> 「중대재해처벌법」 제정에 따른 「산안법」 개정 필요성 검토

● 영국, 호주, 독일, 일본 등 외국 「산안법」 상 경영책임자의 산재예방의무 및 처벌규정 검토

● 경영책임자의 산재예방의무 강화 필요성, 형사처벌규정의 개정 필요성, 과징금 규정 신설 필요성, 보호대상자 확대 등 「산안법」의 개정 필요성 검토

+ (「산안법」상 경영책임자의무 필요성) 「산안법」과 「중대재해처벌법」은 그 법률목적으로부터 의무주체와 의무내용을 본질적으로 달리하는 법률이라는 점에서 「중대재해처벌법」상 규정되어 있는 경영책임자의 산업안전보건 확보의무를 「산안법」상 대표이사 등의 의무로 규정해야 하는 것은 아님

+ (「산안법」상 처벌규정의 개정 필요성) 산업안전보건법위반 사망사고에 대한 형벌의 실효성은

벌금의 하한선을 규정하는 것으로 해결을 도모하기보다는 법원의 실제 양형을 실질화하는 것에 의해 해결되는 것이 바람직함

- + (「산안법」상 안전보건조치의무위반치사죄에 대한 과징금 도입 필요성) 「중대재해처벌법」에 따른 형사처벌 및 징벌적 손해배상에 추가하여 과징금을 부과하도록 하는 것은 이중처벌소지 등을 고려하여 과잉금지 원칙에 반하지 않아야 함
- + (「산안법」상 보호대상자 확대) 「중대재해처벌법」과 「산안법」의 보호대상의 범위를 일치시키는 문제는 「산안법」의 전체 체계의 구성 및 보호의 내용과도 관련된 「산안법」의 전면적인 재검토가 필요한 일이라는 점에서 다양한 연구를 통해 신중하게 검토가 필요

시사점

- » 「중대재해처벌법」과 「산안법」의 목적, 의무주체, 의무내용의 유사성과 차이점을 확인하여 향후 법제도의 해석과 개선방향에 기초자료로 활용

03 연구활용방안

활용방안

- » 「중대재해처벌법」 시행령 마련 및 규제심사 시 기초자료로 활용
- » 외국의 「산안법」상 경영책임자 산재예방의무 및 이행확보 방안 관련 기초자료로 활용
- » 「산안법」 개정 필요성 검토 기초자료



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 한국노동연구원 윤준현 부연구위원
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 나민오
- 연락처 | 052-703-0822
- e-mail | mino05@kosha.or.kr

사업주의 휴게시설 설치의무 신설에 따른 하위법령 마련

연구기간_ 2021년 7월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 휴게시설, 하위법령

01 연구배경

- » 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제79조(휴게시설)에는 근로자들의 신체적 피로와 정신적스트레스를 해소할 수 있도록 휴식시간에 이용할 수 있는 휴게시설을 사업주가 갖추 것을 정하고 있지만, 이는 휴게시설 설치를 의무화한 것이 아니며, 휴게시설을 제공하지 않았을 때의 제재조치도 마련 되어 있지 않음
- 이에 최근 「산업안전보건법」에 휴게시설 설치를 의무화하는 법안이 신설되었고, 구체적인 기준은 하위법령에 포함되도록 규정하여, 본 연구에서는 노사단체 등 관련 전문가 의견수렴을 통해 휴게시설의 효율적인 규정(안) 마련에 기여하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 휴게시설 설치대상 사업장
 - 상시근로자 20명 이상 사업장, 건설업 중 공사현장은 공사금액 50억원 이상
 - + 돌봄서비스 종사원, 전화상담원 및 텔레마케터, 배달원, 청소원 및 환경미화원, 아파트 경비원 및 건물 경비원이 2명 이상 근무하는 경우는 상시 근로자 10명 이상인 곳에 설치
- » 휴게시설의 면적 및 위치
 - 최소면적은 6㎡ 이상, 천장고 2.1m 이상 확보할 것
 - + 휴게시설의 위치는 이용이 편리하도록 휴식 시간 중 걸어서 이동할 수 있는 곳에 위치
- » 휴게시설 세부기준
 - 온도 : 덥거나 춥지 않도록 냉난방 기능을 갖추어 적정하게 유지할 것(여름철 20~28℃, 겨울철 18~23℃)

- 습도 : 50 ~ 55% 수준으로 유지가 가능할 것
- 조명 : 100 ~ 200Lux 수준으로 유지가 가능할 것
- 환기 : 쾌적한 공기질이 유지되도록 환기 기능을 갖출 것
- 소음 : 휴식을 취하기 어려울 정도의 소음에 노출되지 않을 것

» 휴게시설 관리

- 의자와 탁자 등을 구비할 것
- 음용이 가능한 물을 제공할 수 있는 설비를 갖출 것
- 휴게시설을 관리하는 담당자를 지정할 것
- 주기적으로 청소를 실시하고, 필요 시 소독을 진행할 것

시사점

- » 휴게시설은 작업 능력을 향상시키고 근로자의 피로를 회복하는데 있어 반드시 필요한 시설이므로 이와 같은 목적을 달성하기 위해서는 휴게시설의 면적이 충분히 확보되어야 하고, 적절한 장소에 위치하여야 하며, 근로자들이 활용할 수 있는 비품이 충분히 갖추어야 함. 특히 냉난방 시설이 구비되어 휴게시설로서의 기능을 수행할 수 있어야 함. 본 연구는 휴게시설 설치 목적에 부합하는 세부기준을 제시함으로써 근로자 건강증진에 기여할 것으로 기대됨

03 연구활용방안

활용방안

- » 휴게시설 설치의무에 따른 하위법령(안) 마련



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 가톨릭대학교 정혜선 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 박선영
- 연락처 | 052-703-0824
- e-mail | psy0906@kosha.or.kr

안전보건분야 국제협력 로드맵 수립을 위한 사업 및 조직 진단

연구기간_ 2021년 8월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 안전보건분야, 국제협력, 사업진단, 조직진단

01 연구배경

» 안전보건의 중요성과 국제협력

- 산재사망 감소를 위한 국정과제 수행, 지속적인 안전사고 발생, 「중대재해처벌법」의 제정 및 시행은 안전보건의 중요성을 더욱 부각시키고 있음. 안전보건분야의 국제협력사업을 통하여 국외의 안전보건제도, 기술지침 또는 산업재해예방사업을 분석하여 국내 안전보건사업에의 적용점을 찾고 방향성을 참고할 필요가 있으나, 중장기적인 국제협력사업 추진 방향과 우선 순위가 부재하여 체계적인 사업수행에 어려움

» 국제협력 사업의 고도화 요구

- 산업안전보건공단은 산업안전보건분야 국내 유일의 ODA(Official Development Assistance, 공적개발원조)사업 수행기관이며, 국제협력센터는 국제컨퍼런스 개최, 개도국 산업안전보건분야 기술자문, 기술협력 협정 체결 등 ODA의 활동을 지속하고 있으며, 신산업 분야 발굴수요가 증가
- 국제협력사업을 통해 주요 선진국의 산업안전보건분야의 축적된 지식을 공유하고 개도국의 산업안전분야 개선을 통해 국제 협력네트워크를 개발해야 할 필요성이 증가
- 사회적 가치 달성을 위해 개도국과의 협력 거버넌스 구축, 예방문화 확산, 국외 지식과 정보를 이용한 사고사망 감소추진, 한국형 OSH(Occupational Safety and Health, 산업안전보건) 모델 전파 등을 위해 고도의 국제협력이 필요
- 공단 사업추진 전략 체계상의 경영목표에 부합하는 국제협력사업 수행을 위해 사업방향 설정, 조직 재설계를 위한 국제협력 로드맵이 필요

02 주요연구내용

연구결과

» 국제교류협력 사업 분석

- 최근 4년간 국제산업안전보건동향의 종합만족도는 89.3점으로, 전반적인 만족도와 자료의 신뢰성은 높은 점수를 받았으나, 자료의 전문성은 가장 낮은 점수임
- 국외 기관과의 기술협력 협정은 기관간 업무 중복 및 효율화를 위해 국제협력센터가 주관하는 것을 고려. 단, 안전인증 규격 상호인정 사업은 전문성을 이유로 인증원 주관
- 개도국 안전보건협력은 주로 아시아에 편중되어 있으므로 타 대륙으로의 다변화가 필요
- + 베트남 및 몽골이외의 국가들은 1개씩 협정되어 있어 아시아 국가들의 협정 또한 확대 필요
- 유관기관(한국산업인력공단, KDI(한국개발연구원), KOTRA, KOICA 등) 대비 공단의 국제협력 사업 규모는 상대적으로 작음
- + 위탁사업을 활성화하여 자체예산과 고용노동부 예산 이외의 재원을 발굴하여 국제협력사업의 지속성을 높이거나 KOTRA 등과 같이 우리 기업의 해외 진출을 돕고 CSR(Corporate Social Responsibility, 기업의 사회적 책임)과 ESG(Environment, Social, Governance, 환경·사회 및 지배구조)를 통한 국제협력사업 활성화를 추구할 수 있음

» 국제협력 조직 및 인력

- 국제협력센터의 업무는 국내업무와 국외업무로 구분되고, 각각의 영역에서 강화되거나 추가될 업무가 존재하기 때문에 현재의 1센터 1팀 구조에서 개편이 필요
- + 단기적으로는 국내사업팀(협력사업팀)과 국외사업팀으로 구분하고, 장기적으로는 현재 조직도 상 경영지원이사 산하에 있는 것에서 벗어나 독립적인 위치로 변화를 고려가능
- 센터의 인원 중 2명 이상이 지원업무에 배정될 필요가 있으며, 국제협력업무에 인원 부족이 가중되므로 지원업무를 통합하여 관리하거나 관리지원업무 담당을 추가로 배정
- 가장 시급하게 인원충원이 필요한 영역은 ODA사업으로 2022년부터 3개 사업을 동시에 진행하는 것을 고려할 때, 최소 1명에서 2명의 충원이 필요함

» 국제교류협력사업 발전 방향

- 일본은 다수의 기관이 산업안전보건 관련 국제협력사업을 수행하고 있으나 우리나라의 경우 공단이 유일한 기관이므로 공단은 우선적으로 국가 차원의 국제협력사업을 충분히 수행할 적절한

인적, 물적, 재정적 자원을 갖추고 있어야 함

- 향후 개도국을 위한 국제협력 사업에 있어 취약성이나 지원 필요성을 분석하여 지역 및 사업 방향을 구상해 볼 수 있음
- 산업안전보건 관련 데이터 관리의 중요성이 높아진 점을 고려하여, 국제협력의 한 방법으로 해당 국가에 산업안전보건 관련 데이터 관리 개선과 관련된 사업을 검토해 볼 수 있음
- 국제협력 수행 국가에서 우리 기업들의 산업안전보건 영역을 지원하여 산재사고를 줄일 수 있다면 공단의 경영 목표와의 연계성을 높이고 사업의 영역을 확장할 수 있을 것으로 판단

시사점

» 국제협력센터 조직 및 인력에 대한 시사점

- 국제산업안전보건 정보사업은 고도화를 통해 산업안전보건분야의 선도적 국가로 발돋움 필요
필요한 시점으로 콘텐츠의 질적 향상을 위해 사업부서들과 공유프로세스 필요
- 국외 기관과의 기술협력협정은 국가다변화가 필요하며 체결종료 후 방안에 대한 고민 필요
- 유관기관 사업내용 분석은 다음과 같음
- + (산업인력공단) 국제교류협력, 국제개발협력으로 체계적 구분
- + (KDI) 국제개발협력연구, 글로벌 파트너십, 컨퍼런스 등 유기적 수행
- + (KOTRA, KOICA) 몽골, 베트남, 쿠바, 케냐, 벨라루스 등 다양한 국가
- + (산업안전보건공단) 외부 홍보 및 정보 접근성 중요하나 산업안전보건공단은 상대적 열위에 있으며, 정보제공 플랫폼 필요 (KDI, KSP(Knowledge Sharing Program, 경제발전공유사업)의 사례)
- 국내업무와 국외업무로 구분하고, 국제협력사업 총괄하는 독립적인 구조 유지, 뉴스레터 및 발간물 업무는 타 사업부와 조정 필요
- 업무량 증가와 함께 가장 시급한 영역은 ODA사업 증가에 따라 인력 보강 필요
- + 신규업무(국내 외국인 근로자 산업안전망 지원, 해외 진출기업 산업안전컨설팅 등) 추진 인력 필요

» 국제교류협력사업 발전방향

- 국내 산업안전보건 관련 국제협력기관으로서 산업안전보건공단 내 국제업무 조직 역할 강화

» 국제협력 조직 및 인력

- 국제협력센터의 업무는 국내업무와 국외업무로 구분되고, 각각의 영역에서 강화되거나 추가될 업무가 존재하기 때문에 현재의 1센터 1팀 구조에서 개편이 필요

- + 코로나19 이후 산업안전보건영역은 다른분야(예:사회보장 등)과 함께 협업 필요
- 코로나19 영향이 컸던 취약계층에 특화된 수요 발굴 필요
- + 개도국사업 시 지역 및 사업방향 다변화와 국내 외국인 노동자 지원정책 필요
- 코로나19 위기상황이 반영된 산업안전보건연수 및 제도 지원 제공
- + 교육콘텐츠의 온라인 또는 VR 형식 적극 활용하고 데이터의 중요성 부각, 국제협력 필요
- KOICA 협력 및 특화 프로그램 개발로 외연 확장 및 공단 비전과 연계
- + 해외진출 한국기업을 지원(일본의 사례)하여 공단의 사망사고 감소라는 경영목표와 연계

03 연구활용방안

활용방안

- » 국제교류협력사업 만족도 조사결과 분석을 통해 개선 방안 도출
- » 코로나19 이후 예상되는 국제협력 수요 증가에 대비하여 전략적인 교류협력 방향 설정
- » 국내 유관기관 국제교류협력 업무 조직 및 인력 비교를 통해 공단 국제교류 협력사업의 방향 설정
- » 공단 국제협력센터 조직 및 인력 구성에 대한 의견 제시



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 청주대학교 최우재 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 연구기획부 김정섭
- 연락처 | 052-703-0812
- e-mail | jsky2001@kosha.or.kr

Occupational Safety & Health Research Institute



II

산업안전



01. 국가별 산업환경의 차이에 따른 사고사망자 발생 수준 비교·분석 연구(Ⅰ)	84
02. 국내 산업별/직종별 특성과 사망사고 발생 위험 분석 연구(Ⅰ)	87
03. 건설현장 이동식비계의 안전성과 현장 적용성 개선 연구	92
04. 스마트팩토리 안전보건수준 파악 연구	95
05. 수중 용접·용단 시 가연성 가스 폭발재해 예방을 위한 안전방안 연구	98
06. 컨베이어 끼임 사망사고 감소 안전성 향상 방안 연구	101
07. 밀폐공간 형상 및 내부 공기 조성에 따른 필요 환기량에 관한 연구	104
08. 달비계 작업안전 기술 개선연구	107
09. 건설업 산업안전보건관리비 투명성 및 사용성 개선 연구	110
10. 제조업 등 유해·위험방지계획서 현장 작동성 강화 연구	113
11. 건설업 생애주기(Life Cycle)에 따른 건설업 산업재해감소 방안에 관한 연구	116
12. 공연(예술)산업 종사자(예술인)의 안전성 확보 방안에 대한 연구	119
13. 혼재작업으로 발생할 수 있는 재해유형과 예방대책에 관한 연구	121
14. 안전관리자 등 선임기준 강화에 관한 연구	124
15. 중소기업 산재예방을 위한 교육 등 개선방안 연구	128
16. 화학공장의 위험작업 관리 효율화와 사고에 대한 시스템 이론적 분석 연구	130
17. 화학물질의 누출특성을 고려한 위험장소 설정기준 개선방안 연구	134
18. 연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석	137
19. 중대재해 예방을 위한 사업장의 안전풍토적 진단 및 지원 연구	140
20. 화재폭발 안전기준의 규제수준에 대한 합리적 조정 방안	142
21. 방연마스크 지급의무화 및 인증기준 마련에 관한 연구	146

01

국가별 산업환경의 차이에 따른 사고사망자 발생 수준 비교·분석 연구(Ⅰ)

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 업무상사고 사망자, 사망십만인율, 산재지표의 국제 비교

01 연구배경

- » 국가마다 처한 상황과 발전단계에 따라 발생하는 산업재해 양상은 다르며 관련 통계자료 수집 방법, 산재예방 대처 방식도 달랐을 것임
- » ILO의 국가별 산재통계는 국가 간에 직접 비교가 가능할 정도로까지 정비되지 못했음
- » 국가마다 복잡한 사정으로 인해 다를 수밖에 없는 산재 관련 자료의 수집 및 통계 산출과정, 수시로 변경되는 산출기준에 대해 구체적이고 세부적인 파악은 불가능하겠지만, 대략이나마 중요한 일부라도 이해할 수 있는 길을 제시하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 산재통계를 산출하는 국가별 Workers, 업무상사고 사망자수를 산출하는 집단의 범위, 산재처리 및 산출방식(산재보험체계를 기반으로 산출하는 보상방식, 보고(신고)체계를 기반으로 산출하는 보고방식)과 기준이 다르기 때문에 각 국가별 산재통계 산출방식과 기준에서 나온 결과 수치를 국가 상호간에 직접 비교하는 것에서는 타당한 결론을 얻을 수 없음
- » ILO는 산재지표의 국제비교에 있어 한계점을 명시하고 통계자료의 이용과 해석에 주의를 촉구 하고 있으며, 영국의 HSE는 미국, 아시아 등의 자료와는 산출방식과 기준의 차이로 인해 비교하지 않는다고 명시하고 있음

- » ILO에서 공개하는 국가별 산업재해 자료의 수치를 국가별 비교에 그대로 인용하기도 하지만, 사망십만인율의 분모에 사용되는, 아주 모호하고 국가마다 다른 개념인 Workers 대신 취업자수(Employment)로 대체하거나 산업발전 단계를 감안하여 1인당 GDP 일정수준의 달성시점을 기준으로 비교한다면 완전히 다른 결과가 나옴

 - 2021년 9월 발표된 WHO/ILO 공동추계 국가별 산재 사망자수에 대한 자료는 산출방식, 기준의 차이로 인해 ILO의 국가별 순위와는 완전히 다른 결과를 알려줌
- » 국가별 산재지표의 산출방식, 기준 및 범위 등은 일관되게 지속적으로 지켜지지 않으며, 필요에 따라 수시로 변경되므로 이런 상황에서 산재발생 수치는 산재의 실질적인 증감과 상관없이 통계 상으로만 증감하기도 함
- » 사회경제지표 산출기준의 일관성이 유지되었다 하더라도 산재지표의 수시 변경 가능성 등으로 인해 산재지표와 사회경제지표 간 통계분석을 통해 합리적인 결과를 얻거나 미래를 예측할 수 있다는 것은 의문임
- » 국가마다 산업 부문 간 발전 수준과 최고의 사망율을 기록하는 산업 부문이 다르며 특히, 특정 유형의 사회적 여건으로 인한 산업 환경의 차이는 국가마다 다른 산재발생 특성을 나타내기 때문에 국가마다 효과적인 산재예방 정책과 예방대책은 다를 수밖에 없음

 - 우리나라는 다른 비교 국가들과 달리 여전히 강한 산업화 과정에 있어 산업현장의 산재 위험성은 높을 것으로 짐작되며 특히, 건설산업 특성과 관련하여 우리나라의 주택은 과거 수십년간 한국형 아파트 유형을 발전시켰고 이로 인해 건설과정에서의 사고 위험성은 분명히 커졌음
- » 국가 차원에서 운영하는 산재보험제도에 따라 산업재해자수를 파악할 수 있는 국가와 보고(신고) 체계에만 의존하여 산업재해자수를 파악하는 국가는 산재지표의 신뢰성이 같을 수 없음

 - 특히 영국은 과거 산재감소 측면에서 상당히 앞선 국가로 인식됐지만, EUROSTAT 1990년대 산재발생 보고(신고)율 조사 결과, 독일 및 뉴질랜드의 사례, 본 연구의 산재지표 분석 결과 및 WHO/ILO 산재 사망자수 공동추계 결과 등을 감안하면 그 간의 산재지표에 대한 신뢰성이 높았다고 볼 수 없을 것으로 판단됨
- » 분석대상 국가별로 산재발생의 감소가 실제로 이루어진 것으로 추정되는 구간은 추정이 가능하지만, 그 구간에서 효과적으로 작동한 것으로 여겨지는 산재예방 정책과 활동은 국가마다 공개하는 자료가 충분하지 않고 구체적이지도 않아 이 연구에서는 특정할 수 없었음

 - 설령 파악한다 하더라도 그 요인이 산재 감소에 기여한 정도를 타당하게 분석해내는 것은 거의 불가능에 가까울 것으로 생각됨

시사점

- » 국가 간 산재 수준의 직접 비교는 사망자수로 비교하든 사망십만인율로 비교하든 비교 가능한 기준점을 정할 수 없으므로 합리적이지도 않고 타당하지도 않음
- » 국가별 산업특성의 차이로 인해 필요한 산재예방 노력의 정도가 다르며, 국가마다 주어진 여건과 환경에 잘 맞는 산재예방 정책과 활동의 방향성을 개발하고 발전시켜야 함
- » 본 연구에서는 산업화가 앞서 이루어진 국가들의 산재감소에 자국 내 위험산업의 외국 이전의 정도와 영향에 대해서는 관련 자료의 파악이 안 돼 연구 결과에 반영할 수 없었음
- » 우리나라 건설산업에서 발생하는 업무상사고 사망자수와 다발 특성과 관련하여서는 주택유형에 대해서만 분석이 수행되었지만 동일 기간 내 단위건물 당, 투입인력 당, 투입 공사금액 당 국가별 비교가 이루어졌다면 상당히 객관성 있게 주택유형과 산재다발 특성에 대해 주장할 수 있을 것임

03 연구활용방안

활용방안

- » 산재지표의 국제 비교와 관련된 문제점과 한계점 이해
- » 산재예방 정책·대책의 개발 및 현장 적용 등을 위하여 다른 국가의 우수사례 벤치마킹 시 사전에 고려해야 할 사항의 이해
- » 관련 후속연구의 기초자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 김진현
- 연락처 | 052-703-0840
- e-mail | k3388283@kosha.or.kr

국내 산업별/직종별 특성과 사망사고 발생 위험분석 연구(Ⅰ)

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 선박건조업, 철골 및 지붕작업, 환경미화원, 이륜차 배달 플랫폼 산업, 배달 라이더

01 연구배경

- » 「사고사망 절반 줄이기」 국정목표 달성을 위해 정부는 산재예방 정책과 사업을 강화하였을 뿐만 아니라 「산업안전보건법」 전부개정 시행 및 「중대재해처벌법」 제정 등의 입법적 노력을 기울이고 있으나, 2020년 업무상 사고사망자수는 총 882명으로 2019년 대비 27명 증가한 상황임
- » 또한 2020년 코로나19 대유행의 영향으로 온라인 쇼핑과 음식서비스 배달 수요가 급증하는 등 비대면 소비의 일상화가 빠르게 진행되고 있어, 이는 산재 취약계층인 택배 및 배달 노동자의 증가로 이어져 전통적인 사고사망자 다발 영역인 건설업 떨어짐, 제조업 끼임 외에 새로운 사고 사망 발생 위험영역의 등장이 우려됨
- » 이에 산업재해로 인한 사고사망자의 효과적인 감축을 위해서는 업종별, 직종별 산업재해 특성과 사회적 이슈를 분석하여 사고사망 다발영역을 파악하고, 해당 영역의 위험성과 현행 제도 및 사업 등에 대한 조사·분석을 통해 보다 효율적인 사고사망 예방정책 방향 및 대안 제시가 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- » 업종별 업무상 사고사망 및 사회적 이슈 분석을 기반으로 한 연구분야 선정
 - 제조업 : 지난 10년간 누계 사고사망자수 및 사고사망만인율이 높은 3개의 소업종 중 최근 3년간 근로자수가 지속 감소함에도 불구하고 사고사망자수와 사고사망만인율이 급격히 증가한 강선건조 또는 수리업의 ‘선박건조업’을 연구분야로 선정함

» 업종별 업무상 사고사망 및 사회적 이슈 분석을 기반으로 한 연구분야 선정

- 제조업 : 지난 10년간 누계 사고사망자수 및 사고사망만인율이 높은 3개의 소업종 중 최근 3년간 근로자수가 지속 감소함에도 불구하고 사고사망자수와 사고사망만인율이 급격히 증가한 강선건조 또는 수리업의 ‘선박건조업’을 연구분야로 선정함
- 건설업 : 최근 5년간 중대재해조사 보고서의 발생형태(떨어짐)-공사종류-기인물 간 3차원적 분석을 통해 떨어짐 재해가 다발하는 ‘공장·창고 신축 및 보수공사’를 연구분야로 선정하였으며 철골 구조물 및 지붕에 기인하는 사고사망을 집중 분석함
- 서비스업 : 사고사망자수와 사고사망만인율 상위 업종 내 직종별 분석을 실시하여 사고사망자가 가장 다발하고 있는 청소원 및 환경미화원 중 ‘환경미화원’을 연구분야로 선정함
- 사회적 이슈 분야 : 코로나19 대유행에 따른 비대면 소비의 일상화로 음식 등의 배달 수요가 급증하고, 플랫폼 기반 이륜차 배달원의 교통사고 사망이 사회적 이슈로 부각됨에 따라 ‘이륜차 배달 플랫폼 산업’을 연구분야로 선정함

» 연구분야별 특성과 사고사망 위험분석 결과

- 제조업 : 최근 10년간 선박건조 및 수리업의 사고사망 현황은 원·하청, 재해형태, 기인물, 공정 및 작업 등에 따라서 차이를 보이고 있으며, 산업동향과 생산공정, 조선업 관련 국내·외 제도 및 정책 분석 결과, 하청 노동자 보호와 조선업 특성에 적합한 정책과 기준 마련 등이 필요한 것으로 분석됨
- 건설업 : 최근 5년간 공장·창고 신축 및 보수공사 관련 사고사망자 중 떨어짐 사망자가 10명을 초과하는 기인물 4종에 대하여 작업내용별로 안전시설 설치 현황에 대한 심층 분석을 실시하고, 국내·외 기준 및 사례 비교를 통해 떨어짐 재해예방을 위한 안전대 부착설비의 안전성능기준과 안전작업기준의 필요성을 확인함
- 서비스업 : 2015년 이후 환경미화원의 재해발생 특성은 지자체 직영보다 민간위탁업체에서 사고사망자 및 재해자가 더 많이 발생하고 있으며, 사고사망자의 경우 야간 및 새벽 시간대에 45.8% 발생, 청소차량과 관련된 끼임 및 깔림, 떨어짐으로 다수 발생함. 또한 「폐기물관리법」과 지자체 조례 및 지자체에 대한 정부 합동평가 지표에 대한 분석 결과, 환경미화원의 사고예방 대책이 다소 미흡함을 확인함
- 사회적 이슈 분야 : 이륜차 배달 라이더의 안전보건 현황을 파악하기 위하여 산업재해 심층 분석 및 배달 플랫폼 생태계 구성원에 대한 실태조사를 실시하고 산재예방 정책 방안을 제시함
- + 이륜차에 기인한 산업재해는 배달 플랫폼 산업이 활성화되기 시작한 2017년 이후 급격한 증가세를 보이고 있으며, 이는 배달 라이더가 산재보험 가입 시 등록하는 직종인 특수형태근로 종사자_퀵서비스기사의 산업재해 증가가 주요원인으로 분석됨

- + 최근 5년간 직종별 이륜차 기인 재해자는 배달원이 59.3% 점유, 특수형태근로종사자_퀵서비스 기사가 30.4%를 점유하고 있음. 특수형태근로종사자_퀵서비스기사의 이륜차 기인 재해자수의 연평균 증가율은 62.7%로 급격하게 증가하는 추세를 보이고 있으며, 사업장외 교통사고가 전체 재해자의 98.9%, 재해자의 근속기간은 6개월 미만이 79.9%, 20~30대가 56.8%를 점유하고 있음
- + 수도권 지역 라이더 400명을 대상으로 사고경험 및 보호구, 정책 필요성 등 6개 항목으로 설문 조사를, 이륜차 배달 플랫폼 산업 생태계 구성원을 대상으로 안전담당 조직 및 규정, 사고 및 법규위반 등 9개 항목으로 심층면접을 각각 실시하고 개선방안을 도출함

시사점

- » 주기적인 사고사망 다발 영역 분석 및 대응 연구 추진 필요
 - 향후 산업현장 생산설비 및 작업환경이 현재보다 더욱 빠른 속도로 변화가 예상됨에 따라 사고 위험요인 및 발생형태 등도 많이 달라질 것으로 예상됨
 - 이에 주기적으로 사고사망 다발 영역과 사회적 이슈에 대한 심층 분석을 통해 급변하는 산업 환경과 위험요인에 적시 대응하는 연구를 지속적으로 추진할 필요가 있음
- » 중대재해 마이크로 분석에 의한 데이터 기반의 연구대상 선정 필요
 - 중대재해 기인물, 작업종류 및 형태, 사고 배후 요인 등 사고에 대한 다차원적인 정밀분석 결과에 따른 연구대상 선정 및 사고사망 예방 중심의 연구 추진이 필요함

03 연구활용방안

제언

- » 본 연구는 선박건조업 등 4개 분야의 산업재해를 예방하기 위한 정책적 방향성을 제시하는 기초 연구로써, 제안된 정책 방안을 구체화하고 실행력을 확보하기 위해서는 후속 연구가 필요함
 - 조선업 기초안전보건교육 및 안전보건조정자 선임, 환경미화원 보호를 위한 「폐기물관리법」 개정, 플랫폼사 안전인증제 등과 같은 신규 제도 도입의 경우 제도의 타당성과 효율적인 실행 방법 등에 대한 후속 연구가 필요함

- 안전대 부착설비 성능기준, 지붕작업 시 안전시설 설치 기준, 안전 배달시간 산정 기준 등의 안전기준 제·개정의 경우 구체적인 기준과 효과성 등에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 사료됨

개선방안 또는 정책방안

- » 연구 분야별 산업구조 및 특성, 네트워크 구조, 산업재해, 안전에 관한 실태, 국내·외 재해예방 제도 및 정책 등을 심층 분석하여 사고사망 예방을 위한 정책 방안을 아래와 같이 제안하였음
 - 제조업(선박건조업): 일용직 및 하청 노동자에 대한 기초안전보건교육 제도 도입, 도급계약 시 사내협력사의 안전보건능력 평가를 위한 지표 마련, 선종 및 생산단계별 확보되어야 할 적정공기 기준 마련, 안전보건조정자 선임 의무화, 산업안전에 국한한 원청의 감독 및 시정요구 권한 부여, 조선업 고유특성을 반영한 안전기준 마련 등
 - 건설업(공장·창고 신축 및 보수공사): 국내·외 안전대 부착설비와 지붕작업 안전시설의 성능 기준 및 적용 사례 분석 등을 통해 국내 실정에 맞는 철골용 및 지붕용 안전대 부착설비 성능 기준 마련, 지붕 작업 안전성 확보를 위해 지붕재 제조 시 안전대 부착용 앵커 설치, 깨지기 쉬운 지붕재에는 격자형 금속망 사전 시공, 철골공사 생애주기별 체계적인 안전관리를 위한 안전시설 성능기준의 설계도서 반영 등
 - 서비스업(환경미화원): 지방자치단체 환경미화원 근무환경 합동평가의 복원 및 평가방식 변경, 주간작업 및 3인1조 작업 예외 규정을 엄격히 제한하는 관련 법령의 개정, 재활용품 수집·운반 차량 위에서의 떨어짐 예방장치 설치 의무화 등
 - 사회적 이슈(이륜차 배달 플랫폼 산업)
 - + 배달원의 안전 확보 및 사고 예방 방안으로 관련 산업 및 종사자 규모 파악을 위한 제도적 장치 마련, 플랫폼사의 안전 전담 조직 신설 등 안전기능 강화, 플랫폼사 안전인증제 및 배달대행업체 등록제 도입 검토 등 산업의 체계화, 배달 알고리즘의 합리적 개선 및 빠른 배달 정책의 지양 등
 - + 또한, 「산업안전보건법」의 현장 작동성 및 안전조치 강화 방안으로 배달시간 제한 금지 대상에 음식점주 포함, 부업으로 종사하는 배달원이 「산업안전보건법」 적용대상에서 제외될 우려가 없도록 특수형태근로종사자 전속성 요건의 검토, 가슴 보호대 착용 의무화, 정기 안전보건교육 등 안전교육 제도 강화 및 라이더 사고예방을 위한 재해예방 서비스의 확대 등

활용방안

- » 산업안전분야 법·제도 개선 및 정책, 사업 방향성 설정의 참고자료로 활용
- » 관련 후속연구의 기초자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 문병두
- 연락처 | 052-703-0841
- e-mail | bdmoon@kosha.or.kr

03

건설현장 이동식 비계의 안전성과 현장 적용성 개선 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 이동식 비계, 선행안전난간대, 바퀴부착형 아웃트리거, 구조성능 평가

01 연구배경

- » 국내 사고성 사망자의 50% 이상을 차지하는 건설업의 산업재해 예방을 위해 다양한 제도 개선과 기술적 대안에 관한 연구가 이루어져 왔으나, 건설현장의 낮은 높이 작업용 이동식 비계와 사다리에서 최근 5년간(2016~2020년) 연평균 30명의 사고성 사망자 및 2,578명의 사고성 재해자가 발생하였음
- » 건설현장의 이동식 비계를 이용한 작업 시 안전기준에 맞게 설치·사용하는 것이 안전하나, 안전난간 미설치 사례가 빈번하게 발생하며, 설치·운반의 불편 등으로 이동식 비계 대신 이동식 사다리 등을 이용한 작업 중 추락재해가 지속적으로 발생하고 있음
- » 따라서 국내 건설현장의 사고성 재해 예방을 위해 이동식 비계의 중대재해 분석, 사용 실태 조사, 해외 사례 벤치마킹, 이해관계자의 의견수렴 및 구조 안전성 평가 등을 통해 안전성과 현장 적용성이 개선된 이동식 비계 모델(안)을 제시하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

» 선행연구 분석

- 이동식 비계 등 낮은 높이용 작업발판 관련 재해예방 연구와 이동식 비계 관련 구조성능 및 안전인증 연구에 대한 분석 결과 이동식 비계의 작업 안전성과 사용 시 불편한 사항 등을 종합적으로 고려한 이동식 비계의 안전작업에 관한 연구는 미흡한 것으로 나타나, 이동식 비계의 사용상 문제점과 위험요인을 개선한 안전하고 편리한 이동식 비계를 개발할 필요성이 높은 것으로 파악됨

» 이동식 비계 중대재해 분석

- 최근 10년간(2011년~2020년) 건설업의 이동식 비계 사고성 사망자는 총 117명으로 연평균 11.7명이 발생하였으며, 그 중 88%를 차지하는 떨어짐 재해(103명)의 주요 원인(기인물)은 안전난간 73.8%(76명), 승강용 사다리 23.3%(24명), 작업발판 2.9%(3명) 순으로 분석되어, 안전난간은 설치가 용이하고, 하부에서 설치할 수 있도록 개선이 필요하며, 주틀 내부에서 승강토록 기술적·제도적 개선이 필요함

» 이동식 비계 실태조사 분석

- 이동식 비계에서의 떨어짐 재해 예방을 위해 우선적으로 개선해야 할 사항은 1) 좁은 장소에서도 사용이 가능하도록 개선 2) 안전난간을 미리 설치할 수 있는 기술 적용 3) 승강은 주틀의 내부 계단이나 사다리를 사용할 수 있도록 개폐형 작업발판 적용 4) 일정 높이 마다 작업발판을 설치할 수 있도록 개선 5) 이동식 비계의 사용 높이에 적합한 아웃트리거를 사용할 수 있도록 개선 6) 다양한 종류의 이동식 비계 개발·보급을 위해 국제적으로 인정되는 표준규격(EN 등)에 따라 설계 후 안전성이 검증되면 사용할 수 있도록 하는 등 개선이 필요한 것으로 분석됨

» 이동식 비계 개선 모델(안) 및 구조안전성 평가

- 이동식 비계 관련 기준 고찰과 중대재해 및 실태조사 분석 결과를 토대로 개선 모델을 제시하였고, 동 모델에 대해 구조검토와 실물시험을 실시한 결과 모든 부재는 현행 고시의 성능 기준을 만족하는 것으로 평가됨
- 개선 모델에 대한 전문가 회의 결과 작업자의 떨어짐 예방과 비계 뒤집힘(전도) 예방에 효과적인 것으로 평가됨
- 이동식 비계의 안전한 사용을 위해 이동식 비계 설치 및 사용안전 기술지침 개정(안)을 제시하였으며, 주요 내용으로는 선행안전난간대와 바퀴 부착형 아웃트리거 적용을 제안함

시사점

- » 이동식 비계의 다양한 제품 개발·보급을 위해서는 EN 규격 등 국제표준에서 정하는 기준에 따라 사용할 수 있도록 관련 규정 개정이 필요함
- » 이동식 비계 사용 작업 시 떨어짐 재해 예방을 위해서는 하부 발판에서 안전난간을 설치·해체할 수 있는 선행안전난간대를 사용하고, 승강은 내측 계단 등을 사용할 필요가 있음

03 연구활용방안

활용방안

- » 안전성과 현장 적용성을 개선한 이동식 비계의 건설현장 보급
- » 방호장치 안전인증 고시 등 국가기준 개정 시 근거자료로 활용
- » 의무안전인증 비대상인 이동식 비계의 임의안전인증 취득 시 활용
- » KOSHA GUIDE(이동식 비계 설치 및 사용안전 기술지침) 개정에 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 박주동
- 연락처 | 052-703-0844
- e-mail | likeaceo99@kosha.or.kr

스마트팩토리 안전보건수준 파악 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 스마트팩토리, 안전보건수준, 유해·위험요인, 실태파악

01 연구배경

- » 최근 국내 스마트팩토리는 정부의 적극적인 도입과 지원정책에 따라서 중견기업과 대기업을 중심으로 빠르게 구축 및 확산되고 있지만, 생산체계와 효율성 중심으로만 추진되고 있어 스마트팩토리의 유해·위험성에 대한 고려가 되지 않고 있음
- » 또한 기계설비의 자동화 및 공장의 스마트화로 발생할 수 있는 유해·위험요인에 대한 적절한 관리 방안과 실효성 있는 안전보건대책을 제시하기 위해서는 우선적으로 국내 스마트팩토리 구축 사업장의 안전보건수준 파악이 필요함
- » 이에 스마트팩토리 구축 사업장의 공정특성을 조사하고 유해·위험요인 및 안전보건 조치실태를 파악하여, 향후 스마트팩토리 안전보건수준 향상을 위한 개선방안 도출 및 후속연구에 활용하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 스마트팩토리 도입 및 산업재해 현황
 - 2014년부터 2020년까지 정부지원 스마트팩토리 사업장은 19,799개소로 2018년 이후부터는 가파른 성장세를 보이면서 매년 지속적으로 성장하고 있으며, 구축 수준별 도입현황은 기초단계가 72.0%, 중간단계가 20.5%, 중간2단계가 1.6%임
 - 그리고 최근 3년간 정부지원 스마트팩토리 사업장의 산업재해 발생현황은 15인 미만 사업장에서는 전체산업 평균보다 사고사망만인율과 재해율이 각각 높으며,

- 업종별로는 목재및종이제품제조업, 출판·인쇄·제본또는인쇄물가공업, 의약품·화장품·연탄·석유제품제조업 및 전기기계기구·정밀기구·전자제품제조업의 사고사망만인율이 평균보다 높고 재해율은 식음료제품제조업을 제외하고는 평균보다 낮음

» 스마트팩토리 사업장의 공정특성 확인 및 안전성 평가

- 정부지원 사업장의 스마트팩토리 구축 비율은 10% 미만으로, 구축 시스템 대부분이 전사적 자원관리(Enterprise Resource Planning) 시스템 또는 제조실행 시스템(Manufacturing Execution System)이고 일부 사업장·공정에 한하여 자동화제어(Programmable Logic Controller) 시스템이 구축되어 있으므로 동일 업종·규모의 일반 사업장과 차별성은 거의 없음
- 스마트팩토리 공정은 산업용로봇 및 컨베이어 등의 자동화 설비가 프레스, 사출성형기 등의 생산설비와 조합으로 설치·운영되고 있어 대형화, 복잡화, 집적화 및 고도화로 인한 위험이 내재화·구조화되어 있음
- 정상운전에서보다 정비, 유지·보수 등의 비정형작업에서 위험성평가, 작업시작전 점검과 잠금 장치 및 표지판(Lock-Out, Tag-Out) 등의 안전조치가 미흡하였으며, 기계류의 안전성 평가에서도 가드 요구사항, 정지성능, 제어시스템, 제어장치, 제어모드 및 방호장치 항목 순으로 취약하였음

» 스마트팩토리 안전보건수준

- 안전성 평가를 위한 현장 실태조사를 통하여 스마트팩토리 안전보건수준을 다음과 같이 파악함
- + 스마트팩토리 주요 기계류(산업용로봇, 컨베이어 등)의 효율적인 위험성 감소를 위한 안전제어 시스템 미적용
- + 스마트팩토리 주요 기계류의 근원적 안전성 확보를 위한 설계상의 대책 미흡
- + 스마트팩토리 주요 기계류의 설치·사용현장에서 효율적인 위험성 감소를 위한 보호조치 및 방호조치 상태 미흡
- + 사업장 규모별 평가에서도 100인 이상~300인 미만에서 50인 미만으로 갈수록 안전보건수준이 낮아지는 경향성을 보였음

시사점

» 시스템적 관점에서의 안전관리 고도화 필요

- 스마트팩토리 특성상 대형화, 복잡화, 집적화 및 고도화 등으로 인해 상당한 객관적 위험이 구조적으로 내포되어 있어 기존의 위험제거 또는 감소 방식으로는 안전보건수준을 향상하기 어려울 것으로 판단됨

- 따라서, 스마트팩토리의 내재화·구조화된 유해·위험요인 발현을 시스템적으로 통제하고 안전한 수준과 방법으로 관리하기 위해서는 본 연구결과를 포함하여 다양한 관점에서의 개선방안 모색이 필요함

03 연구활용방안

제언

- » 산업용로봇의 생애주기별 안전성 확보를 위해 관련제도의 연속성을 유지하고자 현행 안전인증 제도의 검토를 제안함
- » 산업용로봇 생애주기별 안전성과 안전시스템에 대한 신뢰도를 향상하고자 후속연구로 산업용 로봇 시스템의 안전성 향상 방안 연구과제를 제안함

활용방안

- » KOSHA GUIDE(스마트팩토리 안전시스템 평가에 관한 기술지침) 제정에 활용
- » 새로운 위험이 예상되는 첨단산업 대상 기획조사 점검 등 공단 사업추진에 활용
- » 관련 후속연구의 기초자료로 활용



연구담당자 연락처

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

05

수중 용접·용단 시 가연성 가스 폭발재해 예방을 위한 안전방안 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월
핵심단어_ 잠수, 수중 용접, 수중 용단, 수중 폭발

01 연구배경

- » 산소-아크 절단법으로 수중에서 용단작업 중 폭발재해가 반복되면서 물의 전기분해로 발생한 수소가 폭발의 원인으로 거론되나, 해외 사례와 달리 탄소 가우징봉을 사용하는 국내에서는 가연성 기체의 조성이 다를 수 있어 실증실험을 통한 가연성 가스의 조성비 확인 및 안전한 작업방안을 마련할 필요가 있음

02 주요연구내용

연구결과

- » 실외 수조에 수돗물과 소금으로 만든 염분수에 전극봉(음극)과 그라운드 클램프(양극)를 넣고 직류 전기를 인가한 후 전극봉에서 발생한 기포를 깔대기와 매스실린더로 포집하여 가스의 발생량을 측정하였고, 스테인리스 프레임과 플라스틱 백으로 만든 포집장치 아래 수중에서 전극봉을 연소 시켜 발생한 가스를 포집낭(Tedlar bag, 1ℓ)으로 포집한 후 가스크로마토그래피(Shimadzu, GC-2010plus)로 분석하였음
- » 염분수(35±1ppt)에서 수중 용접봉, 초고온 절단봉, 수중용 탄소 가우징 봉에 직류 전기(60VDC, 200A(용접봉), 300A(용단봉))를 공급하여 전극봉 및 전극봉에 연결된 홀더에서 발생한 가스의 양은 아래와 같으며, 그라운드 클램프(양극)에서 기포는 관찰되지 않았음

- 수중용 탄소 가우징봉의 가스 발생량이 가장 많았는데 다른 전극봉에 비해 염분수와 금속의 접촉면이 많고, 연소시간이 상대적으로 길기 때문에 추정됨

전극봉	1분간 가스 발생량(ml/min)	전극봉 1개당 가스 발생량(ml/rod)	전극봉 1개당 연소시간(초)
수중 용접봉	55.6	86.2	93.0
수중용 탄소 가우징봉	287.0	861.0	179.6
초고온 절단봉	267.8	200.9	44.6

- » 염분수(35±1ppt)에서 용접 및 용단 시 발생하는 가스의 조성비는 아래와 같았으며, 용단 시 수소의 비율은 폭발하한계(4%) 미만으로 분석되었는데, 원인은 발열반응을 위해 고순도 산소를 대량으로 사용하기 때문으로 추정됨

전극봉	수소(vol%)	산소(vol%)	질소(vol%)	메탄(vol%)	일산화탄소 (vol%)
수중 용접봉	53.12	2.35	5.26	0.685	40.16
수중용 탄소 가우징봉	0.17	94.82	2.69	0.003	0.29
초고온 절단봉	0.51	95.48	4.49	0.007	0.20

- » 수중 용접봉의 경우 공기와 섞이지 않았을 때의 조성비이며, 잠수작업자의 호흡기체(분당 9리터)와 섞였을 때의 수소 조성비는 0.33%로 폭발하한계 미만으로 추정됨

시사점

- » 수중 용접 시 가연성 가스가 호흡기체와 혼합되거나 수중 용단 시 다량의 산소를 사용하는 특성으로 인하여 발생한 가연성 가스는 폭발하한계 미만이었으나,
 - 산업현장에서 발생하는 수중 폭발 재해는 꾸준히 발생하는데, 이는 동일본대지진 피해복구의 사례와 같이 수중 공간에 가연성 가스가 쌓여있는 경우 폭발할 수 있으며, 가연성 가스를 제외한 가스가 불균등하게 배출되어 발생할 수 있음
- » 수중에서 형성된 가스의 불균등 배출 가능성을 완전히 배제하지 못하였으므로 이번 연구 결과가 수중 용접·용단 중 수소 폭발의 가능성을 부정하는 근거로 부당하게 사용되지 않도록 주의할 필요가 있음

03 연구활용방안

제언

- » 수중 용접·용단 중 폭발 재해 예방을 위하여 가연성 가스의 생성 억제 또는 원활한 배출을 위하여 아래와 같은 작업방법을 제안함
- 작업 전 가연성 가스가 이미 적체된 곳으로 예상되거나, 가스의 이동경로를 파악할 수 없어 배출이 불가능한 때는 연마제를 함유한 ① 고압 워터 제트, ② 유압 전단기, ③ 다이아몬드 톱, ④ 수중용 그라인더 등을 이용한 기계식 절단법으로 대체
 - 기포가 모일 곳에 구멍을 뚫고 축심호스를 이용하여 공기를 분사한 후 기포의 이동경로를 확인하고, 배기가 불완전할 때는 에어 리프트 장치를 이동 경로에 설치하여 강제 배기

활용방안

- » KOSHA GUIDE(수중 용단에 관한 안전보건기술지침) 제정에 활용



연구담당자 연락처

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

컨베이어 끼임 사망사고 감소 안전성 향상 방안 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 12월

핵심단어_ 벨트 컨베이어, 끼임, 시스템적 사고분석, LOTO, 안전인증

01 연구배경

- » 2012년 자율안전확인신고와 2017년 안전검사 실시 이후에도 지난 5년간(2016~2020년) 컨베이어 사고사망자수는 52명으로 사고사망 감소추세는 정체되어 있음
- » 따라서 컨베이어 끼임 사고사망 감소를 위해 관련 사고사망자의 80%를 차지하는 벨트 컨베이어 중심으로 안전성 향상 방안의 검토가 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- » 컨베이어 관련 국내·외 안전기술기준
 - 안전인증·자율안전확인·안전검사 고시, KS T 2003:2007, ASME(B20.1):2015, BS EN 619:2002 등의 안전기술기준을 비교 분석한 결과,
 - + 자율안전확인·안전검사 고시의 안전기준에서는 풀코드스위치(Pull-cord Switch, 코드를 임의 방향으로 당겨서 동작하는 비상정지스위치) 정상 동작 시 덮개·울 등의 설치를 예외로 하고 있어 KS T 2003:2007, BS EN 619:2002의 안전기준과 상이함
 - + 자율안전확인·안전검사 고시의 안전기준에서는 컨베이어 기동예고 경보를 단순히 출력하도록 하고 있으나 출력시간 등과 같은 구체적인 방법 제시가 미흡함
- » 컨베이어 관련 국내·외 안전인증제도
 - 국내 안전인증·자율안전확인신고 및 안전검사 제도를 분석한 결과,
 - + 컨베이어 사용 사업장에서는 다수 컨베이어를 생산설비와 조합하여 시스템화한 방식으로 설치·사용하고 있으며 이때, 컨베이어 간 연결 부위에서 추가적인 위험영역이 존재할 수 있음

- + 그러나 자율안전확인신고 제도에서는 컨베이어 안전성 확인을 제작 전 서류 검토 방식으로 실시함에 따라 컨베이어 제작·설치 단계에서의 안전성 확인이 불가능하며, 설치 3년 경과 후에 최초 안전검사를 실시하고 있어 안전 공백이 발생하고 있음

» 사고사망 심층 분석 및 시스템적 원인분석

- 2017~2020년 제조업 사고사망 심층분석 결과, 전체 사고사망자 중 컨베이어 가동 중에 86%, 점검·제거·청소 등 비정형작업에서 85%가 발생하였으며, 재해발생 원인으로는 LOTO(Lock Out Tag Out) 미실시가 82%, 안전덮개 미·오설치가 51%, 비상정지장치 미·오설치가 66%를 각각 차지함
- AcciMap(Accident Map, 사고 관련 정부·규제기관·기업·관리자·직원·작업의 상호작용 분석 기법)을 활용한 시스템적 원인분석 결과, 청소, 점검 등 비정형작업에 대한 위험성평가 미실시, 컨베이어의 전원 미차단, 안전작업 감시·통제가 미흡하였으며, 사업장에서 컨베이어 설치·사용 시 안전성 확인·검토가 제대로 이루어지지 않고 있음을 확인함

» 실태조사 및 전문가 회의 결과

- 사용자는 발주단계에서 비용상의 문제로 제조자에게 최소한의 안전기능만 요구하고 있음
- 제조자는 설계단계에서 안전제어시스템을 고려하고 있지 않으며, 사용자는 컨베이어가 현장에 조립형태로 납품되어 자율안전확인신고 기준과의 부합여부를 확인할 수 없음
- 설치단계에서는 제작과 설치의 이원화로 인해 안전상의 문제가 발생할 수 있으며, 방호조치 및 안전장치 등의 설치 적정성 확인이 불가함
- 자율안전확인신고 이후 최초 안전검사까지는 안전관리 수단이 부재하여 설치·사용단계에서의 적정성 확인이 불가함
- 사용단계의 유지보수 과정에서는 위험성평가, 작업시작 전 점검 및 LOTO 등 안전조치의 실행성이 낮음

시사점

- » 향후 컨베이어 추가 연구 수행 시 컨베이어 연동 생산설비(시스템)와 상호 작용에 의한 위험특성의 검토가 필요할 것으로 보임
 - 컨베이어에 연동된 로봇, 포장기, 선별·분리기 등과 관련된 사고 위험성의 증대 가능성

03 연구활용방안

개선방안 또는 정책방안

- » 컨베이어 관련 자율안전확인신고 및 안전검사 기준의 보완
 - 풀코드스위치 설치 및 정상 작동 시 덮개, 울 등에 대한 설치 예외 조항에 대한 개선이 필요함
 - 자율안전확인신고 제도 시행 전에 설치된 컨베이어의 통로 폭, 난간 설치 예외 조항에 대한 개선이 필요함
 - 기동예고 경보장치의 출력 시간 등에 대한 구체적인 기준 제시가 필요함
- » 설치단계에서의 안전성 확보를 위해 컨베이어를 안전인증대상으로 편입 검토
- » 비정형작업에 대한 위험성평가 활성화를 위해 사업 추진 시 이행 확인 및 계도 강화
- » LOTO 관련 KOSHA GUIDE의 개정 및 재정지원사업 강화
- » 벨트 컨베이어 작업을 특별교육 대상 및 관리감독자의 유해위험 방지 업무에 포함

제언

- » 사업장 안전보건관리체계의 미비점 개선을 위해 시스템적 분석기법의 확대 적용이 필요함
- » 비정형작업 시 사고사망 감소를 위해 LOTO에 BOTO(Block Out Test Out)* 추가 적용을 제언함

* Block out Test Out : 의도하지 않은 기계적 움직임 또는 물질의 이동 차단을 위해 고정, 볼팅, 감압 등의 방법을 통해 Block Out을 실시하고, START 버튼 등을 눌러서 기계가 꺼져 있는지 확인하는 것을 Test Out이라고 함

활용방안

- » 컨베이어 관련 고시, KOSHA GUIDE 개정 시 기초·참고자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 박장현
- 연락처 | 052-703-0846
- e-mail | jhpark@kosha.or.kr

밀폐공간 형상 및 내부 공기 조성에 따른 필요 환기량에 관한 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월
핵심단어_ 밀폐공간, 환기, 필요 환기량

01 연구배경

- » 밀폐공간에서의 질식재해는 재해자 2명 중 1명이 사망할 정도로 사망 위험성이 높음
- » 밀폐공간에서의 질식재해 예방을 위해 밀폐공간 작업 프로그램을 수립·시행해야 하며 관련 기술 지침(KOSHA GUIDE H-80-2018)에서는 작업 전 필요 환기량이 밀폐공간 체적의 5배라고 명시되어 있지만, 2020년 재해조사를 통해 일부 밀폐공간 형상의 작업 전에 필요한 적정 환기량이 밀폐공간 체적의 약 9 ~ 11배임을 확인함
- » 따라서 전산유체역학(Computational Fluid Dynamics, CFD)을 활용하여 밀폐공간 형상에 따른 작업 전 필요 환기량의 검토가 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- » 최근 10년간(2011년~2020년) 발생한 질식 중대재해 분석과 전문가 자문을 통해 아래와 같이 시뮬레이션 조건을 선정함

구조물 형상		내부 조성	개구부 위치	개구부 길이	구조물 부피
육 면 체	가로 = 길이	일산화탄소(CO), 황화수소(H ₂ S)		0.5 m, 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m, 2.5 m, 3.0 m, 3.5 m, 4.0 m	27 m ³ , 64 m ³ , 216 m ³
	가로 < 높이 가로 > 높이				
원 기 둥	지름 = 높이	일산화탄소(CO), 황화수소(H ₂ S)		0.5 m, 1.0 m, 1.5 m, 2.0 m	27 m ³ , 64 m ³ , 216 m ³
	지름 < 높이 지름 > 높이				

>> 선정된 시뮬레이션 조건에 대해 계산을 수행하여 아래와 같은 결과를 확인함

- 육면체 형상의 구조물에 대한 시뮬레이션 조건별 계산 결과
- + (내부 조성) 내부 조성의 비중에 관계없이 필요 환기량은 서로 유사함
- + (개구부 위치) 가로 < 높이 형상의 구조물이 개구부 위치의 영향을 많이 받으며, 구조물 형상에 따라서 환기가 가장 빠르게 완료되는 개구부 위치가 다름
- + (개구부 면적) 개구부 면적이 증가할수록 필요 환기 횟수는 선형적으로 감소하고 개구부 면적이 구조물 천장 단면적 대비 약 76.6%이상인 경우, 관련 기술지침에서 제안하는 필요 환기 횟수를 만족함
- + (구조물 부피) 기본 조건(64 m³)에 사용한 격자 크기는 27 m³ 조건을 해석하기에 부적합하기 때문에 27 m³ 조건을 해석하는데 적합한 격자에 대한 검토가 필요함

>> 밀폐공간 형상 조건에 따른 작업 전 필요 환기량은 KOSHA GUIDE에서 제안한 환기량을 만족하는 경우도 있지만, 일부 조건에서는 재해조사 결과와 유사하게 약 10배 이상의 환기량이 필요함이 확인되었으며 이에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 보임

시사점

- » 밀폐공간 형상에 따라 필요 환기량이 달라지기 때문에 안전한 작업을 위해 밀폐공간 형상별 필요 환기량에 대한 실험 및 수치적인 검토가 추가적으로 필요함
- » 본 연구에서 사용한 시뮬레이션 코드는 직교 좌표계 해석만 가능하며 실제 원기둥 형상 내부의 유동을 해석하기에는 적합하지 않기 때문에 원통 좌표계 해석이 가능한 수치계산 코드를 이용하여 원기둥 형상에 대한 연구가 추가적으로 필요함

03 연구활용방안

활용방안

- » 관련 후속연구의 기초자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 백빛나
- 연락처 | 052-703-0853
- e-mail | bitna93@kosha.or.kr

달비계 작업안전 기술 개선연구

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 추락방지대, 달비계, 안전작업, 안전대, IoT

01 연구배경

- » 건설현장에서 사용되는 달비계는 곤돌라형과 작업의자형의 두 가지 종류가 있는데, 최근 10년간 달비계 사망사고 155명 중 151명(97%)이 수직구명줄 미사용 상태에서 발생
 - 기존 수직구명줄 사용의 불편함으로 인하여 작업자의 착용률이 떨어지는 것으로 파악됨
- » 따라서 달비계 작업자의 안전성 확보 및 수직구명줄의 효용성 향상을 위한 연구가 필요

02 주요연구내용

연구결과

- » 달비계 사망사고 분석
 - 사망사고 발생은 연평균 약 15명으로 분석되었으며, 발생 원인은 작업로프 풀림(36%), 불안정한 행동(25%), 작업로프 끊어짐(22%) 및 고정점 결손(12%) 순으로 확인됨
- » 실태조사
 - 작업자들이 수직구명줄 사용 과정에서 느끼는 불편함 등을 분석하고자 2개월 간 온·오프라인을 통해 안전관리자, 달비계 작업자, 달비계용품 제작·판매업체 관계자 대상으로 총 198건의 실태 조사를 실시
 - 달비계 작업 시 수직구명줄을 사용한다고 응답한 작업자는 81.0%, 미사용 한다고 응답한 작업자는 19.0%를 차지하였고, 수직구명줄의 올바른 연결 여부 확인 방법으로는 관리자의 육안 확인 67.5%, 작업자 구두보고 15.4%로 응답됨
 - 수직구명줄의 사용으로 인한 작업효율에 대해 미사용 시 대비 80% 이상이라고 응답한 작업자는

33.0%, 50~80% 미만은 46.2%, 30% 미만은 8.5%를 차지하였고, 이는 수직구명줄에 장착되는 추락방지대(수직구명줄과 작업자를 연결하는 부품)가 무겁고 작업자가 상하로 이동 시 줄 걸림 등 사용상의 문제로 작업효율이 떨어진다고 응답됨

» 따라서 작업자들이 수직구명줄 사용을 꺼리는 주요 요인 중 추락방지대의 사용상의 문제점을 개선하는데 개발의 중점을 둠

» 신규 추락방지대 개발

- 소재 변경, 부품 간의 기능 통합 및 제품 구조의 최적화 설계를 통해 기존 제품 대비 약 50% 이상 경량화 시켰고, 또한 휴대성과 효용성을 향상시킨 추락방지대를 개발함
- 추락방지대에 부착된 QR코드(Quick Response code)를 작업자가 소지한 스마트폰(App)으로 촬영하여 One Pass 연동(작업자의 기본정보 인식 및 관리시스템에 등록)으로 작업자의 착용 여부, 역방향 체결 등 상태 확인이 가능하도록 IoT(사물인터넷)기술을 접목함
- + 또한 현장별 작업자의 추락방지대 체결상태를 실시간 모니터링을 할 수 있는 안전관리 통합 시스템을 개발하였고, IoT 모듈은 탈·부착이 가능한 형태로 배터리 및 제품 교체가 용이하며, 기존의 추락방지대 제품에도 적용이 가능할 정도로 범용성이 높음

» 안전작업 매뉴얼 개발

- 건물의 도장작업 및 유지보수 등의 작업과정에서 발생할 수 있는 추락사고를 예방하기 위해 달비계 안전작업 매뉴얼을 개발함

시사점

» 추락사고 예방을 위한 안전관리 시스템의 실용화 관련 개선점

- 추락사고 발생원인 중 가장 비중이 높은 추락방지대의 미착용·미체결을 사전에 방지하고 현장 안전관리의 효율화를 높일 수 있는 안전관리 시스템을 개발하였으나, 데이터를 수집하고 관리할 서버의 관리주체 선정 및 관리비용 등 실용화와 관련된 일부 문제점의 해결방안을 제시하지 못한 한계점이 있음

03 연구활용방안

활용방안

- » IoT기반의 추락방지대를 공단 재정지원사업을 통한 보급 확대
- » 건물의 도장작업 및 유지보수 현장에 달비계 안전작업 매뉴얼로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | (주)엔키아 유성수 팀장
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 강성윤
- 연락처 | 052-703-0852
- e-mail | sungyun81@kosha.or.kr

건설업 산업안전보건관리비 투명성 및 사용성 개선 연구

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 건설업 산업안전보건관리비, 투명성 및 사용성 개선, 전자적 시스템, 사용
항목 개선, 안전보건관리비 사용기준

01 연구배경

- » 정부는 「고용노동부 고시」 제2020-63호로 건설업 산업안전보건관리비의 계상과 사용에 대한 기준을 마련하고 있으나, 원청이 동 비용을 목적 외로 사용하는 등 부적절한 집행 사례에 대한 지적이 국회 및 언론을 통해 지속적으로 제기되고 있음
- » 현행 고시에 사용불가 항목으로 규정되어 있으나 재해예방에 크게 이바지 할 수 있는 기존 제품 및 IoT, ICT 등 신기술이 적용된 제품에 대한 산업계의 사용항목 인정 요구가 증가하고 있음
- » 이에 산업안전보건관리비의 투명한 집행을 위한 시스템적 대책 마련과 산업환경 변화에 따른 업계의 요구사항을 반영하기 위한 산업안전보건관리비 사용성 개선 방안에 대한 검토가 필요한 시점임

02 주요연구내용

연구결과

- » 이론적 고찰 및 발주기관, 건설사, 재해예방전문지도기관 등 이해관계자 인터뷰 결과를 토대로 산업안전보건관리비 계상, 사용, 감독 주체 대상 실태조사 모형을 설계하였음
 - 조사 내용은 크게 ① 사용항목 개선 방안(기존 항목 및 신기술 제품 관련), ② 산업안전보건관리비 모니터링 시스템 요구사항, ③ 현행 제도 실효성 인식도, ④ 그 외 제도 개선 요구사항(설계변경에 따른 재계상 기준 관련 등)으로 구분하였음
- » 사용항목 중 기존 항목에 대한 분석결과, 도입 시급성과 근로자 재해예방 효과성 측면에서 단기 및 중·장기적으로 도입이 필요한 항목은 교통안전시설물, 방폭등, 헤드랜턴 및 절연용 방호구 등 총 9종으로 조사되었음

- » 사용항목으로 인정이 새롭게 필요한 신기술 제품의 분석 결과, 도입 시급성과 근로자 재해예방 효과성 측면에서 도입이 필요한 항목은 스마트 안전모, 에어백 내장 안전조끼, 굴삭기 버켓 안전핀 체결 알림장치 등 총 12종으로 조사되었음
- » 산업안전보건관리비 사용 투명성 확보방안으로서 산업안전보건관리비 모니터링 시스템 도입을 제안하였으며, 비용-편익분석을 통해 도입 4년차부터 경제적 타당성이 확보되는 것을 확인함
 - 실태조사 결과 해당 시스템 운영 시 효과성에 대해 긍정적으로 인식하는 것으로 분석되었으며 정보입력 주체로는 건설사, 시스템 운영 주체로는 고용노동부(산업안전보건공단)가 각각 적합한 것으로 조사되었음
- » 현행 제도의 실효성 인식도 분석 결과, 이해관계자의 대부분(약 93%)이 본 제도가 근로자 재해 예방에 긍정적인 효과가 있는 것으로 평가하였음
- » 그 외 제도 개선사항에 대한 조사 결과, 고시 별표 1의3으로 운영 중인 설계변경에 따른 재계상 기준의 개선이 필요하다는 의견이 조사되었음

시사점

- » 산업안전보건관리비 사용성 제고를 위해서는 산업환경 변화에 따라 사용항목으로 편입이 필요한 품목을 지속적으로 발굴하고 중요도-성과분석(IPA) 등의 기법을 통해 시급성과 재해예방 효과성을 평가하여 단기, 중·장기적 도입 계획을 수립할 필요가 있음
 - 이때 사용항목이 확대되는 경우 기존 품목에 사용되어야 할 비용의 축소가 우려되므로 계상 요율의 조정이 함께 검토되어야 함
- » 또한 산업안전보건관리비 모니터링 시스템의 성공적 도입 방안으로 정보입력 주체의 행정업무 최소화, 홍보 및 계도기간 운영, 실무자 교육, 적극적인 참여를 유도하기 위한 인센티브 또는 강제 조항 마련 등이 필요함

03 연구활용방안

제언

- » 사용항목 확대에 따른 계상 요율의 상황과 더불어 현실성 있는 공사 분류와 공사 특성이 반영된 계상 요율 마련을 위한 후속 연구가 필요함

- » 신기술 제품의 사용항목 인정제도로 제안된 안전신기술인증제도(가칭)의 신설을 위해서는 기존 건설신기술인증제도와 중복성 여부, 제도 신설에 따른 규제영향 등 제도의 효과성을 검토할 후속 연구가 필요함

개선방안 또는 정책방안

- » 새롭게 사용항목으로 인정이 필요한 것으로 조사된 기존 항목 9종 및 신기술 제품 12종의 고시 반영을 제안함
- » 고가 제품(TV, 음향장비 등 교육시설 등)의 경우 임대비용을 사용항목으로 인정하는 것을 원칙으로 하되, 장기공사로 인해 임대보다 구매하는 것이 저렴한 경우 구매비용을 인정하도록 개선할 것을 제안함
- » 계약예규(공사계약일반조건) 제20조5항으로 운영 중인 승율기준에 대해 산업안전보건관리비는 예외조건으로 명시할 것을 제안함
- » 설계변경으로 공사금액이 800억원 이상 변경될 경우 증액기준이 아닌 고시의 요율표를 적용하도록 개선할 것을 제안함

활용방안

- » 「고용노동부 고시」 제2020-63호(건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준) 개정의 기초 자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | (재)한국조달연구원 김창원 부연구위원
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 전소영
- 연락처 | 052-703-0848
- e-mail | syjeon@kosha.or.kr

제조업 등 유해·위험방지계획서 현장 작동성 강화 연구

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 유해·위험방지계획서, 현장 작동성, 심사·확인현황 분석, 실태조사

01 연구배경

- » 제조업의 생산 특성(job shop, flow shop)과 기업의 규모에 따른 생산설비의 종류나 규모, 레이아웃 구조 등 작업환경이 변화하면서, 산업별 재해발생 특성에 따른 안전관리 방안이 중요해지고 있음
- » 유해·위험방지계획서가 재해발생 및 산업특성을 반영하여 현장의 안전관리 인식 제고나 재해 감소에 도움이 되는지 검토할 필요가 있음
 - 특히 일회성으로 단순히 계획 단계에서만 사용되는 것이 아니라 계획-시행-점검 및 검사-이행확인 활동의 PDCA 생애주기 내에서 지속적 예방 안전관리가 가능한 체계로 발전해야 함
- » 이에, 유해·위험방지계획서 제출 대상(설치, 이전, 변경 등), 범위(이행점검 및 확인), 내용(계획서 내용), 작성주체(사업주 및 내부관계자) 및 자율안전 측면에서 계획 이후 안전관리 활동 연계를 통한 작동성 강화의 검토가 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- » 제조업 산업재해 및 작업환경실태조사 분석
 - 산업재해 통계분석을 통해서 고위험 업종과 기계기구 및 설비를, 작업환경 실태분석을 통해서 사업장의 전기계약용량과 안전인증대상 기계기구 및 설비의 사용 실태를 각각 확인함
 - 유해·위험방지계획서 대상(전기계약용량, 근로자 수, 기계기구 보유대수 등)과 관련한 제조업 실태를 조사하였으며,

- + 전기계약용량 300kW~499kW 구간 사업장은 감소 중이며, 프레스, 압력용기, 사출성형기 등 안전인증대상 기계기구의 사용대수가 증가하고 있음

» 제조업 유해·위험방지계획서 제출 현황 분석

- 유해·위험방지계획서 제출자료 분석을 통해 업종별, 규모별(근로자수), 제출사유(설치, 이전, 변경)와 관련한 현황을 도출하였으며,
- + 업종별 평균 제출횟수는 반도체 제조업과 전자부품 제조업에 집중되어 있으며, 50인 미만 사업장은 제출횟수가 거의 1건으로 대부분 대규모 사업장이 제출하고 있음
- + 또한, 모든 대상업종에서 변경 관련 제출횟수가 압도적으로 많음(반도체 제조업 : 92.7%, 전자부품 제조업 : 80.8%, 자동차 및 트레일러 제조업 : 73.9%)

» 유해·위험방지계획서 국내·외 제도 분석

- 국내 유해·위험방지계획서 제도를 분석하고, 국외(일본의 「노동안전위생법」, 싱가포르의 「Workplace Safety and Health Act」) 사례와 비교하여 대상, 범위, 내용, 작성 주체, 자율 안전 측면에서 검토 사항을 발굴함

시사점

» 유해·위험방지계획서의 현장 작동성 강화

- 제조업 등 유해·위험방지계획서의 규제는 국내 제조 산업현장의 안전성을 확보하기 위한 시도이며, 예방관련 계획 및 산업활동의 첫 단계로서 그 역할과 의무가 큼
- 이제는 산업현장에 유해·위험방지계획서를 안착시키는 작동성을 고려할 단계로 현재까지 규제내용 중심으로 피규제자의 이해도 및 수용성과 실행성을 다음과 같이 고찰함
- + 현 제도에서 강화 및 완화 내용을 구분하고, 강화는 기준 상향과 엄격한 처벌로, 완화는 대상 면제와 혜택 부여로 현장에서 이해 가능한 수준으로 받아들여지거나 실행할 수 밖에 없는 제도로 방향성 유도가 필요함
- + 유해·위험방지계획서가 단순히 계획단계를 위한 일회성이고 단편적인 것이 아니라 사용 및 운영단계에서도 핵심적인 매뉴얼이 되도록, 「산업안전보건법」 내의 다른 안전인증, 위험성 평가, 안전검사 등과 지속적으로 연계가 필요함
- + 유해·위험방지계획서 자체가 이해하기 쉽고 사업주부터 필요성을 인지하여 근로자에게 중요성을 전파하는 등 사전 안전성 확인제도로서의 실효성을 확보해야 함

03 연구활용방안

개선방안 또는 정책방안

» 중소기업 및 대기업 사업장(30개소) 인터뷰와 3차에 걸친 전문가 회의를 통해, 정책적 개선방안과 관리적 개선방안으로 구분하여 연구결과를 도출하였으며 그 주요내용은 다음과 같음

- 정책적 개선방안
 - + (대상) 주요 구조부분의 변경(대상, 범위, 규격 등) 사항 구체화, 대상설비에 유해·위험기계기구 및 설비 확대, 사업장의 전기계약용량 정보 협조 및 미제출 사업장의 관리 감독
 - + (범위) 이행확인 및 갱신 등 안전 생애주기 관리
 - + (내용) 유해·위험하지 않은 설비 및 중복규제 설비의 항목에 대한 제출 면제
 - + (작성주체) 사업주 책임 강화, 작성자 자격 강화 및 내부 관계자 역할 명시
 - + (자율안전) 전기계약용량 300kW 미만 사업장의 예방 안전계획 강화
- 관리적 개선방안
 - + 근로자 수를 고려하여 소규모 사업장의 유해·위험방지계획서 작성·제출 지원
 - + 유해·위험방지계획서 제출 사업장의 시범 평가(등급제 등)
 - + 전기계약용량 300kW 미만 사업장의 예방안전 자체진단 시스템 개발
 - + 심사·평가 표준화를 위한 지침(체크리스트 등) 및 전산화 시스템 마련

활용방안

» 제조업 등 유해·위험방지계획서 현장 작동성 강화 관련 법·고시 개정 및공단 사업계획 수립에 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 부경대학교 장성록 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 변정환
- 연락처 | 052-703-0843
- e-mail | bjh6918@kosha.or.kr

건설업 생애주기(Life Cycle)에 따른 산업재해 감소방안에 관한 연구

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 10월
핵심단어_ 건설업, 생애주기, 산업재해예방, 제도분석

01 연구배경

- » 산업재해를 감소시키기 위한 「중대재해처벌법」, 「건설안전특별법」, 「산업안전보건법」 개정 등을 통해 새로운 제도가 도입·예정됨으로써, 건설회사 경영 책임자의 처벌 강화와 함께 건설공사 발주자의 책무가 강화되고 있음
- » 건설현장 중대산업재해의 지속적 발생으로 산업재해예방 주체별 역할에 대한 강한 사회적 요구가 제기되고 있는 것과 동시에 공사단계 중심의 제도개선은 근본적인 한계를 갖는다는 인식에 기초하여, 건설업의 생애주기(Life cycle) 관점에서 산업재해를 감소시키는 방안을 마련할 필요가 있음
- » 본 연구에서는 건설업 생애주기를 고려한 산업재해 감소를 목적으로 건설업 생애주기별 건설안전 관련 법·제도를 분석하여 건설안전 업무의 효율적 개선방안과 함께 재해예방사업 추진방향을 제시하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 생애주기에 따른 건설안전 관련 법·제도
 - 「산업안전보건법」은 공사단계에 집중되어 있어 설계와 공사 발주단계 및 공사 완료단계에 건설안전을 확보하는 제도로서는 미흡한 것으로 분석되었으며, 생애주기 측면에서 국내 건설안전 제도가 가장 취약한 부분은 입찰과정으로 PQ심사와 종합심사제에 반영된 신인도 및 사회적 책임은 실질적으로 영향을 주지 않는 것으로 분석됨
 - 입찰 시 건설사의 안전역량이 실질적으로 평가될 수 있도록 안전역량 평가항목을 가감점 항목이

아닌 별도 평가항목으로 변경 및 배점을 상향하는 방안과 입찰 참가자격에 최소한의 안전역량 요구사항을 반영하는 등 중장기적으로 제도를 개선하는 것이 필요함

» 건설현장 안전관리 업무 실태 및 영향 분석

- 생애주기에 따른 건설안전 제도를 비교·분석하여 현장 작동성과 제도의 업무 중복성을 검토한 결과, 설계안전보건대장과 설계안전성 검토 제도, 유해·위험방지계획서 제도와 안전관리계획 제도, 현장 감독·점검 업무가 중복성이 높은 것으로 분석됨
- 중복성이 높은 제도 중 설계단계의 안전성 확보는 설계안전성 검토 제도의 절차가 합리적으로 구성되어 있으며, 사전 안전성 검토 제도는 유해·위험방지계획서의 작동성이 그리고 현장 감독·점검은 고용노동부 근로감독관의 업무가 상대적으로 작동성이 각각 높은 것으로 분석됨

» 건설재해 감소 재해예방사업 추진방향

- 해외 주요 국가의 건설안전보건 제도와 건설사들의 사례를 검토한 결과, 건설사의 안전보건 경영시스템 인증 취득 활성화, 하도급 협력회사 선정 시 협력사의 안전 요구사항 반영, 건설 현장 안전수준 평가제도 개발, 건설사 안전 모니터링 측정 지표 개발 및 인센티브 제도 등이 필요한 것으로 분석되었으며, 특히 안전보건경영시스템의 인증이 건설사의 안전보건 핵심 사항 이므로 KOSHA-MS 인증 활성화 및 인센티브 부여 방안 마련이 필요함

시사점

- » 「산업안전보건법」에서의 건설안전 관련 제도는 공사 시행단계에 집중하여 사업주의 의무를 규정 하고 있음에 따라 설계, 발주, 준공 단계에서 안전관리체계 및 공사 참여주체(원청 및 하도급, 설계자, 감리자, 공사감독원)에 대한 의무 규정이 필요함
- » 건설공사 안전관리는 이원화 된 근거법령과 다수의 정부 부처 및 지방기관이 산재하므로 부처 간 협조시스템을 개발하여 현장 안전점검 시 행정의 내실화 도모가 필요함

03 연구활용방안

개선방안 또는 정책방안

» 스마트 건설안전 장비 및 모니터링 시스템의 활성화

- 건설현장의 산업재해 예방을 위해 스마트 건설안전 장비 및 모니터링 시스템의 활성화가 필요한

것으로 분석되었으며, 시스템 비계 지원사업과 같이 중·소규모 건설현장 스마트 건설안전 장비 임대 및 모니터링 시스템 제도의 운영이 필요함

- 특히, 다양한 건설안전 제도를 효율적으로 운영하고 적시에 산재예방 기술지도를 통한 건설 재해를 예방하기 위해서는 관련 시스템이 효율적으로 연계되어야 하므로 건설현장 종합정보 시스템의 구축이 필요함

» 법·제도 개선안과 건설안전 업무의 효율적 개선 방안

- 기본안전보건대장, 설계안전보건대장 및 공사안전보건대장의 활성화를 위해 안전보건대장의 확인 제도가 제도적으로 보완되어야 하는데, 기본안전보건대장에 설계자와 시공사 역량 평가 항목을 추가하여 안전보건대장을 준수하도록 하는 안전계약서 제도의 도입이 필요하며 추가적으로 공사 완료단계의 건설안전 제도 강화를 위해 준공서류로 안전보건대장을 추가하는 방법 등이 고려되어야 함
- 유해위험방지계획서와 안전관리계획서를 효율적으로 운영하기 위해서는 유해위험방지계획서 작성 내용에 안전관리계획서 작성 내용을 통합한 새로운 작성기준의 제시가 필요함
- 정부가 실시하는 안전감독 및 점검의 경우 현행법에 중복 점검이 발생하지 않도록 협의하는 조항이 있지만 「산업안전보건법」과 「건설기술진흥법」의 대상이 명확하게 구별되지 않아 중복 점검의 소지가 있어서, 안전감독 및 점검에 대한 부처 간 협조 시스템 구축이 필요한 것으로 분석되어 대상과 내용에 대한 관련 기관의 정보 공유가 필요하며, 공정률 또는 공사 금액별 감독·점검 주체의 차별화 방안에 대한 검토가 필요함

활용방안

- » 입찰제도 등 법·제도 개선 및 타 부처 협의를 통한 건설안전 제도의 중복성 제거와 운영 효율화에 활용
- » 안전보건경영시스템 인증 활성화 등 시공자의 자발적인 안전활동 수준 향상에 활용



연구담당자 연락처

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

공연(예술)산업 종사자(예술인)의 안전성 확보 방안에 대한 연구

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 공연·예술 종사자, 산업안전보건법, 공연법, 중대재해처벌법, 안전매뉴얼

01 연구배경

- » 경제발전 등으로 정서적 만족감과 심리적 안정감을 추구하고자 하는 경향이 강해짐에 따라 공연·예술 산업은 양적·질적인 측면에서 급격하게 발전하고 있으나, 2018년 ○○시 문화예술회관에서 발생한 추락사고 등 공연예술 산업의 양적 성장 이면에는 관련 종사자의 각종 산업재해가 공연·예술 산업의 질적 성장을 저해하는 위험요인으로 우려되고 있음
- » 공연·예술 산업 종사자는 프리랜서 형태로 노무를 제공함에 따라 산업재해 위험으로부터 생명과 건강을 보호받지 못하며, 작업 중 발생할 수 있는 유해·위험에서 벗어나기 위한 안전의 욕구 또한 현장의 안전 인식 미흡 및 위험작업 증가로 인해 실현되기 어려운 실정임
- » 따라서 프리랜서 또는 비정규직 신분 등 관련 종사자 및 공연예술 산업 전반의 안전관리 특성을 고려하여 종사자의 안전을 확보하기 위한 안전관리 방안 마련이 필요함
- » 본 연구는 공연·예술 산업 현장 종사자를 대상으로 하는 설문조사와 실태조사를 통해 공연·예술 산업 종사자의 작업환경 및 유해·위험요인을 파악하고 이에 대한 대안을 도출하여 중대재해 예방과 공연·예술 현장의 안전관리 체계 구축을 위한 매뉴얼 개발 보급을 목적으로 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 공연·예술 산업 종사자와 안전관리 감독 105명을 대상으로 온라인 설문조사를 실시하여 작업자가 인지하는 현장의 유해·위험요인을 파악함
 - 재해유형은 부딪힘, 떨어짐, 넘어짐, 감전, 맞음 순으로, 위험요인은 작업자 육체적·심리적 상태, 업무숙련도, 인력부족, 작업환경 불량, 높은 업무강도 순으로 조사되었음
- » 여섯 곳의 공연·예술 산업 관련 시설을 방문하여 설문조사에서 제기된 현장의 안전 관련 제도의 문제점 파악 및 유해·위험요인을 확인하고, 현장 요구사항 및 의견을 수렴하여 종사자 중심의

안전성 확보 방안을 제시하였음

- » 설문분석, 현장조사 결과를 토대로 공연·예술 산업 관련 종사자와 전문가들의 의견을 수렴하여 종사자 중심의 안전성 확보방안을 고려한 안전관리 매뉴얼을 개발함
 - 매뉴얼은 기존에 개발된 자료를 참고하되 작업 현장의 특성을 고려하여 주요 공정별 작업 안전 수칙 중심으로 개발함
 - 전문가들의 의견을 토대로 공연·예술 관련 기관 종사자별 안전점검표, 안전보호구, 「중대재해 처벌법」 등 참고 내용을 추가로 수록함

시사점

- » 공연·예술 산업 종사자 설문조사 및 현장 실태조사에서 대다수의 종사자가 부상 발생 시 개인비용으로 처리한다는 의견이 많아 사고 발생 시 법적인 테두리 안에서 적절한 보호조치가 필요함
- » 문화체육관광부의 공연예술 실태조사(2019)에 따르면 공연·예술 산업 종사자의 정규직 분포 비율은 높지만 무대 제작·설치 작업의 종사자 중 다수가 프리랜서나 비정규직 형태로 근로하고 있어, 해당 연구에서도 이들을 「산업안전보건법 시행령」 제67조의 특수형태근로종사자로 편입해야 한다는 전문가 의견이 제시되었음

03 연구활용방안

활용방안

- » 공연·예술 산업 종사자에게 발생할 수 있는 다양한 유해·위험요인을 공정별 분석을 통해 도출하고, 제거·감소하기 위한 참고자료로 활용
- » 공연·예술 산업 종사자를 특수형태근로종사자로 편입하기 위한 법령 개정 기초자료로 활용
- » 공연·예술 산업 종사자 대상 안전관리 매뉴얼로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 국립한경대학교 강찬규 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 강준혁
- 연락처 | 052-703-0849
- e-mail | cronbach@kosha.or.kr

혼재작업으로 발생할 수 있는 재해유형과 예방대책에 관한 연구

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 8월

핵심단어_ 작업혼재의 정의, 작업혼재의 유형, 작업혼재 예방대책

01 연구배경

- » 건설업, 제조업 등의 사업장에서 관계 수급인의 작업혼재로 인한 사고가 지속적으로 발생하여 도급인의 구체적인 역할이 필요하나 현행법에서는 별도의 관련 규정이 없었음
 - 따라서 2021년 4월 29일 도급인으로 하여금 관계 수급인의 작업혼재로 인한 위험을 최소화 하기 위하여 작업시기·내용 및 안전·보건 조치 등을 확인 또는 조정하도록 의무화하는 내용을 담은 「산업안전보건법」 일부개정 법률이 국회 본회의를 통과하였음
- » 「산업안전보건법」 개정으로 관계 수급인의 작업혼재에 대한 도급인의 산업재해 예방조치가 의무화 되고 관계 수급인의 작업 시기 및 내용 등의 조정을 행하여야 할 위험은 시행령에 위임되었으므로 관련 시행령을 비롯한 「산업안전보건법」의 하위 법령에 대한 제도적 보완이 시급히 요구됨
- » 이에 본 연구에서는 도급사업에 있어서의 작업혼재 유형과 범위, 작업혼재로 발생할 수 있는 구체적인 재해 유형들을 규정하고 도급인에게 관계 수급인의 작업혼재의 조정 의무 등을 부과할 수 있는 제도적 방안을 구체적으로 마련하여, 작업혼재에 의한 중대산업재해를 예방하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 도급사업에 있어서의 작업혼재 정의 및 재해 유형과 범위 설정
 - 작업혼재의 정의는 도급인의 사업장 내에서 둘 이상의 작업이 동시에 진행되면서 상호(도급인 - 관계수급인/관계수급인 - 관계수급인)간에 산업재해를 유발할 수 있는 영향을 미치는 경우를 말함

- 작업혼재 시 재해유형은 화재·폭발, 끼임, 붕괴·매몰, 부딪힘, 맞음, 화약폭발, 기타 위험(떨어짐, 질식, 매몰 등)으로 설정함
 - 작업혼재 시 재해범위는 1개 이상의 관계수급인을 가진 도급인이 관리하는 사업장 내에서 서로 다른 두 종류의 작업이 같은 시간, 공간에서 간섭되어 작업혼재로 인하여 발생한 재해로 설정함
- » 도급사업에 있어 작업혼재로 인해 발생할 수 있는 재해 분석
- 최근 5년간 업무상 사고사망자는 감소 추이(969명 → 882명)를 보이나 작업혼재로 인한 사망자 비율은 2017년 13.8%에서 2020년에는 20.2%로 지속적으로 증가함
 - 작업혼재가 발생하는 업종은 건설업, 제조업, 운수 창고 및 통신업 순이었음
- » 급변하는 기술의 발전과 변화에 따른 산업계의 발전 동향에 대한 대응 방안 모색
- 건설, 제조, 서비스 등의 산업계 전반에 걸친 복잡한 생산 활동이 증대되고 있음
 - 복잡한 생산 체계에서도 근로자의 안전을 보장하기 위한 안전·보건 정책이 필요함
- » 재해 통계 및 사례 기반의 미래형 안전·보건 시스템 구축
- 과거 재해 통계 및 사례 데이터의 관리체계 구축, 작업혼재와 같은 복합적인 재해에 대해 새로운 통계 자료 발간이 필요함
 - 미래형 스마트 기술을 적용한 산업별 재해 시뮬레이션 모델 활용을 통해 사후 조치가 아닌 사전적 예방 관점에서 구체적 방안의 모색이 필요함

시사점

- » 작업혼재의 정의와 범위, 조정의 시기와 내용 등을 법제화한 이후 동 규제의 효과성과 미비점 개선에 대한 지속적인 모니터링이 필요함
- » 작업혼재로 인한 재해 예방을 위하여 규제적인 측면에 의한 접근뿐만 아니라 혼재작업 감소를 위한 적정공기 산출과 공기연장에 따른 비용 등에 대한 검토가 필요함

03 연구활용방안

개선방안 또는 정책방안

- » 도급사업에 있어 작업혼재로 인한 재해를 예방하기 위해 도급인에게 관계수급인 등의 작업시기, 내용 및 안전보건조치 등을 확인하고 조정하는 의무를 부과하도록 시행령(안)을 제안함

활용방안

- » 작업혼재 재해분석에 기반한 재해 발생 가능한 상황 및 장소에서의 안전의식 제고에 활용
- » 도급인과 관계수급인 등의 안전보건환경 개선을 위한 기초자료로 활용
- » 관련 법·고시 개정 및 공단 사업계획 수립에 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 고려대학교 김승준 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 황중문
- 연락처 | 052-703-0842
- e-mail | bm0722@kosha.or.kr

안전관리자 등 선임기준 강화에 관한 연구

연구기간_ 2021년 9월 ~ 2021년 12월

핵심단어_ 안전관리자, 안전보건관리담당자, 선임기준, 업종

01 연구배경

- » 정부에서는 안전관리자 선임 기준에 해당되지 않는 사업장도 2016년에 안전보건관리담당자를 두도록 「산업안전보건법」 제19조를 개정하였으며, 300명 이상 사업장의 경우는 안전관리 업무를 전담시키고, 안전관리전문기관 등에 위탁하여 사업장 안전관리를 맡길 수 없도록 규제하는 등 안전관리 주체를 구체화하고, 안전관리 업무 또한 지속적으로 강화하고 있음
- » 그러나 전체산업 대비 재해율 및 사고사망만인율이 높게 나타나고 있는 고위험 업종임에도 불구하고, 안전관리자 및 안전보건관리담당자의 선임 의무가 위험성에 따라 업종별로 차별화되어 있지 않아서 국내 업종별 안전관리 체계에 사각지대가 발생하고 있음
- » 따라서 사고사망만인율, 재해율, 강도율 등 업종별 산업재해율을 고려하여 고위험 업종들의 위험군을 발굴하고, 이를 차별화하여 안전관리 강도를 높이고 지속적으로 관리하도록 안전관리자의 선임 기준을 전체적으로 검토하는 것이 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- » 안전관리자 등 법령 내용의 이론적 고찰
 - 안전관리자 선임 업종
 - + 사업의 종류가 표준산업분류 체계로 구분된 안전관리자 선임 기준을 합리적으로 정하기 위해서는 산업재해보상보험 업종과의 대응을 통해 사업 종류별 산업재해를 분석하고 분석결과로 도출된 위험성을 업종 구분에 반영함이 필요함

- 안전관리자 선임 수 및 자격
 - + 업종별 위험성을 바탕으로 사업장의 상시 근로자수 규모에 따라서 안전관리자가 적정하게 규제되고 있는지를 확인하고 법적 최소인력을 사업장에 둘 수 있는 방안 마련이 필요함
 - + 위험군에 따른 업종 분류와 상시 근로자 수 규모 및 안전관리자 수에 따라서 선임 자격에 대한 적정성 검토가 필요함
 - 안전관리자 전담 및 위탁여부
 - + 사업장 위험성에 따라서 안전관리자의 업무량이 결정되기 때문에 업종과 위험성을 동시에 고려하여 안전관리자의 전담 역할을 확보하는 방안이 필요함
 - + 위험성이 높은 업종임에도 안전관리의 내부적 역량 강화 없이 위탁이나 대행을 유지할 수 있으므로 업종 분류를 통하여 안전관리전문기관의 위탁이나 대행을 제한하는 것이 필요함
 - 안전보건관리담당자
 - + 소규모 사업장의 위험성을 확인하여 안전보건관리담당자 선임대상 업종을 도출할 근거를 마련하고 확대 시행을 위한 검토가 필요함
- » 산업재해분석 및 위험군 분류
- (20인 이상 50인 미만) 산업재해율을 분석한 결과, 사고사망만인율이 평균 이상의 고위험 업종인
 - ① 토사석 광업 ② 전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업 ③ 육상 운송 및 파이프라인 운송업 ④ 수상 운송업 ⑤ 창고 및 운송관련 서비스업을 안전보건관리담당자 추가 업종 검토대상으로 도출함
 - (50인 이상) ① 농림수산업, ② 제조업, ③ 전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업, ④ 하수폐기물 처리업, ⑤ 운수 및 창고업 등을 사업군 I (38개 업종)로, 나머지는 서비스업 위주의 통신업, 도소매업, 금융 및 보험업 등을 다른 하나의 사업군 II (32개 업종)로 구분하고, 사고사망만인율 (2개 위험군)과 재해율(2개 위험군)을 기준으로 4개 위험군(사고사망만인율, 재해율 각각 중간 순위 이상·이하)으로 분류함

시사점

- » 안전관리자 선임기준 강화를 위한 핵심은 표준산업분류의 산업재해율에 따라 업종을 구분하는 작업이나, 산업재해보상보험의 업종과 표준산업분류의 사업종류가 일치하지 않는 경우가 다수 있으므로, 향후 이 2가지 분류 체계를 가급적 일치시키는 방안에 대한 검토가 필요함
- » 소규모 사업장의 안전관리 수준 향상을 위해서는 전문성이 있는 안전관리자의 선임이 필요하지만,

50인 미만 사업장의 수가 많고 사업장별 안전관리자를 선임할 경우 막대한 비용지출이 예상됨에 따라 현행 체계에서의 개선은 한계가 있음

03 연구활용방안

제언

- ▶ 표준산업분류에 따른 산업재해 분석을 중분류 수준까지만 수행하여 위험군을 분류하였으므로, 표준산업분류의 소분류 또는 세분류에 대한 별도의 검토가 필요함
- ▶ 안전관리자 업무의 핵심은 관리감독자에게 지도·조언하는 것으로 안전관리자와 관리감독자의 업무 차이가 다소 존재함에도 불구하고 지도·조언 및 보좌의 법적용어가 제대로 정의되어 있지 않으므로 이에 대한 추가 검토가 필요함

개선방안 또는 정책방안

- ▶ 20인 이상 50인 미만 사업장의 안전관리자 등 선임기준 강화
 - 안전보건관리담당자 선임대상 업종으로 현행 「환경 정화 및 복원업」을 제외하고, 사고사망 만인율 상위업종(평균 이상)인 「토사석 광업」, 「전기, 가스, 증기 및 공기 조절 공급업」, 「육상 운송 및 파이프라인 운송업」, 「수상 운송업」, 「창고 및 운송관련 서비스업」등 5개 업종의 추가가 필요함
 - 또한 안전보건관리담당자의 선임을 유지하면서 사고사망만인율, 강도율, 사고재해율 모두 상위 업종(평균 이상)인 7개 고위험업종은 안전관리자 추가 선임을 제안함
- ▶ 50인 이상 사업군 I 의 안전관리자 선임기준 강화
 - 4군은 현행을 유지하고, 3군은 근로자 수 300인 이상 사업장은 2명, 1,000인 이상은 3명 선임으로 강화하고, 선임방법은 현행의 500인 이상을 기준으로 할 것을 제안함
 - 2군은 근로자 수 500인 이상 사업장은 1명의 안전관리자를 추가로 선임하되, 지도사, 기사 또는 학사 자격을 가진 사람이 2명 이상 포함되도록 규정하며, 50인 이상 300인 미만은 안전 관리 업무를 안전관리자가 전담토록 할 것을 제안함

- 1군은 근로자 수 1,000인 이상 사업장은 안전관리자를 4명 이상 선임하되, 지도사, 기사 또는 학사 자격을 가진 사람이 2명 이상 포함되도록 하고, 50인 이상 300명 미만은 안전관리 업무를 안전관리자가 전담토록 할 것을 제안함

» 50인 이상 사업군 II의 안전관리자 선임기준 강화

- 4군은 현행을 유지하고, 3군은 서비스업의 안전관리자 선임 수준을 현행 제조업 수준인 근로자 수 500인 규모로 할 것을 제안함
- 2군은 3군과 안전관리자의 수는 동일하나, 소규모 사업장(50인 이상 500인 미만)의 안전관리자 선임방법을 기존 근로자 수 1,000명 이상 사업장 기준으로 강화하고, 지도사, 기사 또는 학사 자격을 가진 사람이 1명 이상 포함되도록 제안함
- 1군은 근로자 수 1,000명 이상 사업장에 대해 1명의 안전관리자를 추가 선임(2명 이상 → 3명 이상)하되, 선임방법은 2군의 방법과 동일하게 할 것을 제안함

활용방안

- #### » 안전관리자 등의 선임 관련 법령 개정 참고자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 호서대학교 이광원 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 강성윤
- 연락처 | 052-703-0852
- e-mail | sungyun81@kosha.or.kr

15

중소기업 산재예방을 위한 교육 등 개선방안 연구

연구기간_ 2021년 11월 ~ 2021년 12월
핵심단어_ 중소기업, 산재예방, 노·사·정·전문가 TF, 포럼

01 연구배경

- » 2020년 4월 경제사회노동위원회에서 「일하는 사람의 안전과 건강을 위한 노·사·정 합의문」을 발표하였으며, 중소기업 안전보건 강화방안 마련 등에 대한 합의가 이루어 짐
- » 이에 중소기업 안전보건 강화 방안 마련을 위해 구성된 노·사·정 전문가 태스크포스팀(TFT)을 중심으로 중소기업의 위험성평가 현장 작동성 향상과 안전보건교육 제도 개선을 위한 포럼을 실시하였음

02 주요연구내용

연구결과

- » 중소기업의 위험성평가 현장 작동성 향상을 위한 논의 결과
 - 사업장 구성원의 위험성평가에 대한 인식을 개선하기 위해서는 모든 구성원의 관심과 자발적인 참여를 유도하고, 사업주의 위험관리 책임에 대한 확고한 인식과 안전관리 실행의지가 무엇보다도 중요함
 - 중소기업 위험성평가의 현장 작동성을 강화하기 위해서는 전담 컨설턴트가 교육과 자문을 실시하고, 위험성평가 우수 사업장의 멘토 역할 부여 및 위험성평가 우수 사업장에 대한 비용 지원 등의 제도적 방안이 필요함
 - 사업장 위험성평가 이행 실태에 대한 모니터링 강화가 필요하며, 해외 사례를 참조하여 위험성평가 미실시에 대한 규제의 강화가 필요함
- » 중소기업의 안전보건교육에 대한 제도 개선을 위한 논의 결과

- 안전보건교육을 강화하기 위해서는 안전보건관리책임자에 대한 선임 기준을 조정하는 방안과 중소기업 사업주를 대상으로 안전보건교육을 규정화하는 방안 마련이 필요함
- 특별교육 대상 작업에 대한 표준 교재를 개발·보급하는 등 지원 강화가 필요함
- 특별교육 대상 작업별 교육 내용에 ‘작업명, 교육내용’ 외 ‘작업 범위’의 신설이 필요함
- 일용근로자 ‘채용 시 교육’에 대해 단기간 내 중복 교육을 배제할 수 있는 유연한 적용이 필요함
- 모바일 방식의 교육 과정 개설 및 수강이 가능하도록 관련 규제의 개선이 필요함

시사점

- » 국내 산업계의 산재감소를 위해 재해자의 대부분을 차지하고 있는 중소기업에 대해 현장 작동성이 높은 합리적 산재예방 대책의 필요성이 지속적으로 대두되고 있음
- » 노·사·정 전문가가 참여한 포럼을 통해 중소기업 위험성평가 현장 작동성 향상 및 안전보건교육 제도 개선을 위한 여러 가지 방안이 논의되었다는데 의의가 있음
- » 포럼을 통해 논의된 산재예방 대책의 실행력 강화를 위해서는 현행 제도의 체계적인 심층 분석을 통해 구체적 개선방안이 추가로 제시되어야 할 것으로 사료됨

03 연구활용방안

활용방안

- » 중소기업 위험성평가 및 안전보건교육 관련 제도 개선을 위한 참고자료로 활용
- » 중소기업의 자율적인 안전보건관리 역량 향상을 위한 정책 마련에 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | (사)한국안전학회 백종배 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 박장현
- 연락처 | 052-703-0846
- e-mail | jhpark@kosha.or.kr

화학공장의 위험작업 관리 효율화와 사고에 대한 시스템 이론적 분석 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 협력업체, 사고분석, HFACS, AcciMap, STAMP

01 연구배경

- » 모기업의 사내 협력업체에서 발생한 사고는 그 원인이 단순히 보일지라도 내부적으로 여러 복잡한 관계가 연결되어 있을 수 있으며, 협력업체 자체의 문제보다는 모기업 또는 다른 사내 협력업체가 연관되어 문제가 발생했을 수 있음
- » 특히, 모기업 사업장에서 협력업체가 정비보수작업을 수행하는 경우에 발생한 사고는 모기업의 여러 부서와 다른 협력업체가 관련되어 문제가 발생했을 수 있으므로, 이러한 사고의 원인을 선형적 또는 역학적 사고조사 방법으로 찾기에는 한계가 있음
- » 따라서 모기업과 사내 하도급이라는 구조적 문제 때문에 발생한 사고를 분석하고 이에 맞는 예방 대책을 수립하기 위해서는 사고 분석을 위한 접근 방식을 기존의 분석 방법과 다르게 할 필요가 있음. 즉, 모기업과 협력업체의 관계를 통합적인 시스템 관점에서 분석하고, 그에 따른 문제점을 찾아 해결 방안을 모색할 필요가 있음

02 주요연구내용

연구결과

- » 안전보건 공생협력 프로그램에 참여한 모기업과 그 협력업체 자료를 기반으로 제조업 사업장의 협력업체 관련 현황 및 협력업체의 재해현황을 분석함

- 2016년부터 2020년까지 안전보건 공생협력 프로그램에 참여한 모기업의 사내 협력업체수 평균은 7.8개사인 것으로 나타남. 중업종 기준으로는 금속제련업이 가장 많은 21.1개사였고, 화학및고무제품제조업은 6.5개사인 것으로 나타남. 대부분의 중업종에서 모기업의 규모가 커질수록 평균 사내 협력업체수도 증가하는 경향을 보였고, 담당 업무별로는 생산 및 조업을 지원하기 위한 협력업체수가 가장 많은 것으로 나타났지만, 세부 업종별로는 협력업체가 담당하는 업무에 차이가 있었음
- 재해율은 모기업과 사내 협력업체가 각각 0.31%와 0.33%로 큰 차이를 보이지 않았지만, 부상자를 기준으로 산출한 사고재해율은 모기업이 0.18%, 사내 협력업체가 0.25%로 사내 협력업체가 높게 나타남. 사고사망만인율은 사내 협력업체가 0.48, 모기업이 0.18로 사내 협력업체가 모기업보다 약 2.7배 높은 것으로 나타남. 특히 정비·보수·공사를 담당하는 사내 협력업체의 사고사망만인율은 0.65로 모기업 평균 사고사망만인율보다 약 3.6배 정도 높은 것으로 나타남
- » 화학제품제조업과 금속제련업에서 협력업체가 정비보수작업 중에 발생한 사고에 대해 기존의 분석결과를 검토하고, 역학적인 방법과 시스템적인 방법을 이용하여 분석함
 - 시스템적인 분석을 위해 기존에 제시된 방법인 AcciMap, STAMP-CAST 등을 이용하였고, 추가로 시간적인 흐름에 따른 분석을 수행하기 위해 업무처리절차를 이용한 분석을 수행하였음. 시스템적인 사고 분석을 통해 선형적 및 역학적인 사고분석 결과에서 제시하지 않은 모기업과 협력업체라는 구조적 관계에서 나타나는 문제점과 모기업과 협력업체 이외의 외부적인 문제점을 추가로 제시함. 또한, 기존의 분석에서 나타나지 않은 모기업과 협력업체별 사고 발생 기여요인을 추가로 제시함
 - 기존의 자료(선형적 사고분석 결과)를 검토한 결과, 사고의 원인이 모기업의 문제인지, 협력업체의 문제인지 명확히 구분되어 있지 않고 대부분 모기업의 문제 중심으로 기술되어 있었으며, 모기업과 협력업체의 관계에서 나타날 수 있는 문제점은 제시하지 않고 있었음
 - 역학적인 분석방법인 HFACS를 이용한 분석에서는 모기업과 협력업체의 원인을 구분하기 위하여 HFACS의 기본 형식을 변형하여 분석을 수행하고 그 결과를 제시하였음. HFACS 분석을 통해 사고의 원인을 기존의 분석결과보다 좀 더 체계적으로 추가적인 원인까지 제시할 수 있었으나, 모기업과 협력업체의 관계에서 발생하는 문제점이나 업무의 진행 단계별로 발생하는 문제점을 제시하기 어려운 점이 있었음. 또한, 모기업과 협력업체 이외의 외부적인 요인은 분석 대상에 포함시키기 어려운 점이 있었음

- AcciMap과 STAMP-CAST를 이용한 분석결과에서는 선형적(기존 분석) 및 역학적 분석결과에서 나타나지 않았던 법적인 문제점, 안전작업허가 관련 문제점을 추가로 찾을 수 있었고, 모기업의 행위나 결정이 협력업체의 업무수행에 어떻게 영향을 주었는지와 시스템 구성요소 사이의 문제점을 파악할 수 있었음. 그러나 업무의 흐름에 따른 문제점을 제시하기가 어려웠기 때문에 업무처리절차를 이용하여 시간적 흐름에 따라 모기업과 협력업체가 사고에 기여한 요인을 분석하였고, 이를 통해 정비업무 각 단계에서의 업체별 문제점과 사고에 기여한 요인을 체계적으로 제시하고, 사고와 관련된 요인들이 어떻게 사고 발생에 기여하는지 그 메커니즘을 보여줄 수 있었음. 예를 들어, 정비보수를 위한 모기업의 안전조치 요청이 협력업체에 제대로 전달되지 않을 경우 어떠한 문제들이 추가적으로 발생하여 사고로 이어지는지와 작업 전 안전교육이 사고 발생에 어떻게 영향을 미칠 수 있는지 등을 확인할 수 있음

시사점

- » 사내 협력업체에서 발생한 사고의 발생 메커니즘을 제시함
 - 시스템적 사고 분석 기법을 이용한 분석과 업무처리절차를 이용한 분석을 통해 협력업체에서 발생한 사고의 메커니즘을 확인 및 제시할 수 있었음
- » 사내 협력업체 사고는 모기업과 협력업체가 소통하며 노력해야 예방 가능함
 - 협력업체에서 발생하는 사고를 예방하기 위해서는 모기업과 협력업체가 각각의 역할과 책임을 충실히 수행하는 것도 중요하지만, 서로 적절하게 의사소통하고 정보를 교류할 수 있는 시스템을 갖추는 것이 필요함
- » 모기업에서 협력업체의 작업시기를 조정하고, 안전조치를 확인할 필요가 있음
 - 최근 「산업안전보건법」 제64조(도급에 따른 산업재해 예방조치)에 반영된 사항과 같이 모기업이 협력업체의 작업시기를 조정하고, 작업 전 안전조치를 확인할 필요가 있음을 사고사례 분석을 통해 보여줌
- » 위험성평가와 작업표준을 모기업에서 협력업체에 제공할 수 있는 법적 근거가 필요함
 - 「산업안전보건법」에 협력업체에 위험성평가 결과를 제공하거나, 협력업체의 위험성평가 수행을 지원할 수 있도록 하는 내용 또는 위험성평가 결과를 확인하도록 하는 내용을 포함시킬 필요가 있으며, 작업표준도 모기업에서 협력업체에 제공할 수 있는 방안을 「산업안전보건법」에 반영하는 것을 검토할 필요가 있음

03 연구활용방안

제언

- » 사고조사 관련 안전보건기술지침(KOSHA GUIDE)에는 시스템적 사고분석 기법을 이용하는 내용은 반영되어 있지 않으므로, 시스템적 사고분석과 관련된 내용을 일부 지침에 반영하거나 새로운 지침을 제정할 필요가 있음. 기존의 지침에 내용을 반영할 경우 사고분석을 위한 접근 방향성이 모호해질 우려가 있으므로, 별도의 새로운 지침을 새롭게 제정하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

활용방안

- » 「산업안전보건법」 개정 및 KOSHA GUIDE 개정을 위한 기초자료와 교육자료로 활용
- 「산업안전보건법」 및 관련 규정 개정을 위한 기초자료로 활용
 - 사고분석 및 도급 관련 KOSHA GUIDE 개정을 위한 기초자료로 활용
 - 고용노동부, 산업안전보건공단, 사업장의 교육자료로 활용



연구담당자 연락처

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

화학물질의 누출특성을 고려한 위험장소 설정기준 개선방안 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 정보통신기술 설비, 폭발위험장소, 누출등급, 폭발하한농도

01 연구배경

- » 최근 사업장의 안전관리 및 생산 효율성을 높이기 위해서 활용에 대한 수요가 높아지고 있는 ICT(Information & Communication Technology)설비 및 IoT(Internet of Things)기기는 대부분 비방폭전기기기로서 전기스파크, 고온표면 등과 같은 점화원이 될 수 있기 때문에 사업장 도입이 쉽지 않은 상황임
- » 또한 현재 기준(KS지침 및 KOSHA GUIDE)은 누출특성과 폭발위험장소 구분을 위한 상세 기준이 일부 명확하지 않기 때문에 세부 기준에 대한 개선이 요구되고 있음
- » 본 연구에서는 국내외 폭발위험장소에서의 ICT설비 활용 실태, 위험도 구분 현황 및 관련 지침을 조사하여 국내 지침에의 적용성을 검토하고 ICT설비의 안전한 사용을 위한 폭발 위험장소의 관리 개선방안을 제시하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 국내외의 폭발위험장소 ICT설비 사용실태조사 결과, 조사 대상국(영국, 미국, 캐나다 등)에서는 사업주 책임 하에 비방폭전기기기를 폭발위험장소(Zone 2 ; 가연성가스가 정상작동 중에 존재하지 않거나 단시간 존재하는 장소)에서 사용하고 있으며 모바일 전자기기는 방폭기기로서 인증 시험기관의 인증제품만을 폭발위험장소(Zone 2)에서 사용이 가능하였음

- » 캐나다 전기코드(Canadian Electric Code : CEC)에는 “Zone 2의 비방폭전기기기 사용 허용조건”에 대한 상세규정이 있으며, 해당 사용목적에 적합한 특정기기를 사용할 수 없거나, 일반적인 사용에 있어서 해당 전기기기가 폭발가스 분위기에서 착화가 가능한 아크, 스파크 또는 고온표면이 발생하지 않으며, 또한 해당 위험장소가 가연성가스 감지시스템에 의해 지속적인 모니터링이 이루어지는 경우에는 사용 가능하다고 규정하고 있음
- » 일본에서는 「공장전기설비 방폭지침-국제정합기술지침(제1편 JNIOOSH-TR-46-1:2015)」에 따라 해당 전기기계기구가 정격전압 등의 기준값(1.5V, 0.1A, 25mW)보다 작은 경우에는 일본 「노동안전위생법」 규칙 제280조(폭발위험장소에서 사용되고 있는 전기기계기구)에 적용되지 않고 있음
- » KS C IEC 6079-10-1(2015)에서의 “무시할 수 있는 범위의 구역(Negligible Extend ; NE)”의 판정기준에 대해서, 폭발과압 노출로 인한 피해영향이 무시할 수 있는 안전기준인 2.1 kPa 이하, 그리고 복사열 기준은 액면화재에서는 2.3 kW/m², 유증기폭발, BLEVE 등의 파이어볼의 경우에는 11.6 kW/m²을 적용하는 방안을 제안하였음
- » 영국의 EI 15:2005에서는 인화성 액체의 저장설비에서 누출량에 따른 폭발위험장소(Zone 2) 구분 기준값으로서, 기체(1기압 환산값), 액화가스, 인화성 액체에 대해서 옥내의 경우에는 50, 5, 25 L이며 옥외의 경우에는 1000, 100, 200 L로 규정하고 있음
- » KS C IEC 60079-10-1:2015 및 NFPA 497 기준에서는 소량의 위험물질을 취급하는 폭발 위험장소의 구분에 대한 구체적인 기준이 없는데, API RP 505과 EI 15에서는 다양한 취급상황 및 취급하는 물질의 양에 따른 기준을 제시하고 있음
- » 영국 HSE의 R630에서는 옥외의 가스 누출률이 1 g/s인 경우에 LFL의 50%에 해당되는 체적 (0.1 m³)으로 제시하고 있으며 과도하게 혼잡하거나 제한되지 않는 장소에서 1 g/s 보다 낮은 누출률에서는 비위험장소(Zone 2)로 구분하는 것이 가능하다고 규정하고 있으며, 본 기준 조건에서 폭발시물레이션에 의한 검토 결과 인적피해 영향이 무시 가능한 수준임을 확인할 수 있었음

시사점

- » 국내의 보수적인 폭발위험장소 구분 경향은 ICT, IoT 등의 관련 산업의 기술개발을 저하시킬 수도 있다는 의견도 있지만, 폭발위험장소에서의 노동자의 인적피해 예방은 매우 중요한 사항이기 때문에 효율적이며 보다 상세한 위험장소의 구분이 요구되고 있음

- » 비방폭 전기기기를 폭발위험장소(Zone 2)에서 안전하게 사용하기 위해서는 위험장소에 대한 상세한 위험성평가를 통하여 누출특성 등의 요인을 파악하고 분위기가스의 형성 위험이 없는 비위험장소에서 사용하는 것이 필요함

03 연구활용방안

제언

- » 대부분 비방폭형인 ICT설비 등의 효율적이며 안전한 사용에 필요한 상세한 폭발위험장소 설정 기준에 대한 산업계의 요구와 함께 이에 대한 해결방안 필요성이 대두되고 있음
- » 폭발위험장소 구분에 대한 규정은 다양한 조건 및 구체적인 기술적 사항에 대해서는 부족한 실정이며 사업장에서 폭발위험장소 구분 시에는 여러가지 경험, 관련 지식 및 평가자의 판단을 필요로 하기 때문에 상세 기준의 개선이 필요함

활용방안

- » 본 연구에서 조사한 국외의 코드 및 규정 등을 활용하면 IEC 60079-10-1(2015)에서 일부 명확하지 않은 기준의 제도적 보완 방안으로 활용 가능
- » 영국 HSE의 R630의 규정은 KS C IEC 60079-10-1:2015에서 규정하는 화학물질 누출특성이 그래프 하한값 미만에서 폭발위험장소 범위를 결정할 수 없는 문제에 대한 개선방안으로 활용할 수 있음
- » 폭발위험장소 구분을 위한 효율적인 사전평가를 위해서 누출가스 등의 가연범위 추정을 통한 과압분포 및 열복사의 피해영향을 동시에 조사하는 것이 필요하며 이러한 활용을 위해서 폭발 과압 안전기준(2.1 kPa 이하)과 복사열 안전기준(액면화재 ; 2.3 kW/m^2 , 유증기폭발 및 BLEVE 등의 파이어볼 ; 11.6 kW/m^2)을 제시하였음



연구담당자 연락처

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

연료용 액화석유가스(LPG) 안전성 제고방안 위험도 분석

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ LPG, 안전성, PSM, 규정량, 위험성평가

01 연구배경

- » 2021년 1월에 공정안전관리(PSM)의 개정에 따라 0.1MPa 미만 압력의 연료용 도시가스(메탄)는 취급 규정량이 5톤에서 50톤으로 완화되었으며, LPG 공급 업계로부터 PSM 대상물질 중의 LPG에도 동일한 규정량 완화의 요구가 있었음
- » 따라서 경제적 관점이 아닌 「산업안전보건법」 제1조 (목적)에 따라 노무를 제공하는 사람의 안전을 유지·증진함을 목적으로 사업장 근로자의 재해예방에 중점을 두고 「산업안전보건법 시행령」 별표 13의 공정안전관리(PSM) 보고서 제출 대상 중에서 액화석유가스(LPG) 규정량의 적절성을 검토하는 것이 필요함
- » 본 연구에서는 객관성 및 합리성을 확보하면서, LPG 업계의 제안사항에 대한 검토와 함께 LPG와 NG가 사업장에 공급되는 공급방법 및 공정을 분석하여 피해영향거리를 산정하고 위험성평가를 통하여 규정량이 적절한지에 대해 조사하였음

02 주요연구내용

연구결과

- » NG와 LPG설비의 동등한 위험성을 주장하고 있는 LPG 업계 보고서를 검토한 결과, 법적 형평성 측면으로는 타 법에서 LPG와 NG에 대하여 차별 사례가 다수 확인되었으며, 설비적 측면에서는 설문조사 실시를 통해 높은 수준의 안전설비가 확충되더라도 LPG와 NG의 동일한 규제 적용에는 부정적인 의견이 많았음

- » 사고 및 재해 통계를 조사한 결과, NG 사업장에서보다 LPG사업장에서 사고발생 빈도 및 근로자 재해 사례가 다수 확인되었음
- » LPG와 NG의 공급형태별 및 각 공정에서의 위험성평가(HAZOP)를 실시한 결과, LPG가 탱크로리를 이용하여 사업장 저장탱크에 공급되는 설비에서 많은 위험요소가 존재함이 확인되었으며, 매물식 저장탱크에 대해서도 위험요소의 변화가 크지 않았음
- » 저장탱크에 충전 작업 시의 표준작업절차와 작업위험성평가를 실시한 결과 충전 작업 시에 다양한 안전대책이 요구되는 것이 확인되었음
- » LPG와 NG의 화재폭발 시에 피해영향거리를 평가한 결과, 액체 상태의 LPG를 기체 상태로 공급할 경우에 피해영향거리가 수배 감소하여 안전성이 높아지는 것으로 나타났으며, 기체 상태의 프로판의 위력은 NG보다 피해영향거리가 약 1.5배 높음을 확인하였음
- » 전형적 공급방식을 가진 NG와 LPG 설비에 대하여 개인적 및 사회적 위험도를 평가한 결과 개인적 위험도($1 \times 10^{-6}/\text{yr}$ 의 위험도에 해당하는 거리)는 약 4~5배, 사회적 위험도 역시 LPG를 사용하는 사업장이 NG 사업장보다 높게 나타났음

시사점

- » LPG 업계에서 제안한 안전성 제고 방안으로 언급되고 있는 설비적 안전성확보에 대해서 검토한 결과, 설비적 안전성 확보와 근로자의 보호를 위한 안전대책 수립과는 차이가 있음이 파악되었으며, 특히 높은 안전성을 확보하는 설비가 도입되더라도 작업자 실수나 설비의 오작동에 따른 사고 및 재해를 완전히 억제하기는 어렵다는 것이 확인되었음
- » LPG 공급형태는 탱크로리를 통하여 사업장내의 저장탱크에 충전 작업을 동반하므로 LPG 충전 시 동반되는 작업에 대하여 위험도 분석을 위해 표준작업절차(SOP)를 작성한 후에 작업위험성평가(JSA)를 실시한 결과로부터 충전 시에 근로자의 사고발생 위험요소의 도출 및 근로자 보호를 위해서는 다양한 안전대책이 요구되고 있음



03 연구활용방안

제언

- » LPG의 충전 작업 시에는 다양한 위험요소가 존재하여 많은 안전대책이 요구되고 있으며, 사고 통계에서 작업자의 실수에 의해 사고가 다수 발생하고 있음이 확인되고 있음
- » 사고에 의해 누출된 가스가 NG와는 달리 LPG는 기화되면서 낮은 온도와 비중이 높아 지면에 따라 확산이 일어나므로 다량의 예혼합기를 형성하기 쉬우며, 착화 시 화재·폭발에 의해 넓은 범위에 걸쳐 피해를 발생시키며 BLEVE 발생 가능성이 잠재적으로 존재함
- » LPG 위험성에 대한 견해는 NG와 LPG 업계에 종립적인 전문가들의 의견에서도 많이 지적되었으며, 현재 상황에서 NG와 LPG가 동일한 규제를 적용한다는 것에 부정적인 의견이 많았음
- » LPG 업계의 주장에 대하여 검토한 결과, 현재의 규정량에 불합리한 점을 발견할 수 없었으며 현재의 규정량을 유지하는 것이 근로자 안전 확보에 도움이 된다고 판단됨
- » LPG 업계의 주장인 현재의 5톤을 50톤으로 규제를 완화하기 위해서는 배관에 의한 공급방식의 확립과 누출 시에 고임 현상의 발생을 억제하는 안전대책이 확립된다면 규제 완화가 가능할 것으로 판단됨

활용방안

- » LPG와 NG의 물리화학적 위험요소 및 공정 관리상의 위험요소 등을 정성적 및 정량적으로 파악하여, 근로자 보호를 위하여 「산업안전보건법 시행령」 별표 13의 규정량의 적절성을 판단하는데 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 경일대학교 김동준 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 위험성연구부 한우섭
- 연락처 | 042-869-0331
- e-mail | hanpaule@kosha.or.kr

중대재해 예방을 위한 사업장의 안전풍토적 진단 및 지원 연구

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 중대재해, 안전풍토, 사후사건분석, 근로자 참여

01 연구배경

- » 최근 우리나라에서 중대재해의 예방과 재발 방지를 위한 다양한 노력이 강구되고 있으나, 중대재해 발생 시 대부분의 경우 전문가들을 활용한 사고조사를 수행하고 이 과정에서 관련 법령 위반 사례를 발견하면 그 책임자를 처벌하는 식의 대응 방법에 머물고 있음. 그런데 이러한 과정에서 사업장 안전에 직접적으로 관련된 근로자 및 관리감독자가 주체적인 역할을 하지 못하기 때문에 사고의 근본적인 원인에 대한 이해와 개선안에 대한 적극적 실천을 담보하기 어려움
- 선행연구에 따르면, 재해 발생 시 조직구성원들이 사고의 근본적인 원인을 이해하고 이를 바탕으로 문제를 적절하게 해결하기 위해 노력하는 것이 긍정적인 안전풍토 형성에 도움을 주며, 이러한 과정에서 구성원들의 참여가 결정적인 역할을 하는 것으로 알려짐
- 따라서 본 연구에서는 중대재해가 발생한 조직의 구성원들과 관련 작업자들이 주체가 되어 중대재해 발생의 원인분석과 개선방안을 도출하는 근로자 중심 사후 사건분석 절차를 개발하고 그 활용방안을 제안하였음

02 주요연구내용

연구결과

- » 관련 선행연구 및 사후사건분석 절차 활용 사례에 대한 분석 그리고 주제전문가와 의 면담 등을 바탕으로 중대재해 예방을 위한 근로자 중심 사후사건분석 절차를 개발함
- » 최근 중대재해를 경험한 사업장을 대상으로 본 연구에서 개발한 사후사건분석 절차를 시범 적용함으로써 현장 작동성을 점검하고 개선점을 찾아냄
- » 시범적용 결과를 바탕으로 근로자 중심 사후사건분석 절차를 수립하고, 현장에서 활용할 수 있는 매뉴얼을 개발함. 이 매뉴얼은 사후사건분석의 1) 사전 단계, 2) 시행 단계, 3) 시행 후 단계별로

주요 과제, 진행 방법, 보조 도구, 유의점 등을 포함함

시사점

- » 근로자 중심의 사후사건분석은 중대재해 발생 사업장의 구성원들이 재해에 대해 건설적인 관점에서 이야기할 수 있는 기회를 제공하며, 중대재해를 안전한 사업장을 만들기 위한 학습 기회로 활용할 수 있도록 도와주고, 마지막으로 구성원들 스스로가 안전한 사업장 조성에 기여할 수 있다는 자기효능감을 향상시킬 수 있는 기회를 제공함으로써 사업장의 사고와 재해 예방에 기여할 수 있음

03 연구활용방안

제언

- » 중대재해 예방과 재발 방지를 위해서는 정부, 외부 전문가, 사업주 등이 주도하는 사고조사 및 개선책 마련 노력에서 벗어나, 현장의 작업자와 조직구성원들이 주체가 되어 사고에서 배울 점을 찾아 안전한 사업장으로 만들어나가기 위해 참여하도록 유도해야 함
- » 사업장에서 근로자들이 참여하여 사고 발생의 원인을 고민하고 개선책을 도출하는 활동을 활성화하기 위해서, 정부는 1) 사업주가 사고 발생 후 일정 기간 내에 사고 개요에 대해 내부 구성원과 외부 작업자들에게 공지하고, 이를 바탕으로 구성원들이 참여하여 사고원인을 분석하고 개선점을 도출하는 활동을 하도록 장려하고, 2) 사업장에 구성원 중심 사후사건분석 기법을 소개하고, 이를 적용하는 사업장에 적절한 혜택을 제공하며, 3) 사업주가 원하는 경우, 사후사건분석 절차를 지원해야 함, 4) 추가적으로 중대재해와 관련한 구성원의 심리적 부적응이 있는지 점검하고, 심리서비스(심리워크숍, 트라우마 상담 등)를 제공할 수 있는 방법을 지원해야 함, 5) 마지막으로 이러한 활동을 지원할 수 있는 사후사건분석 전문가 인력 양성이 요구됨



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 충남대학교 이선희 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 위험성연구부 최이락
- 연락처 | 042-869-0334
- e-mail | yirac@kosha.or.kr

화재 · 폭발 안전기준의 규제수준에 대한 합리적 조정 방안

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 비상구, 안전밸브, 안전거리, 화염방지기, 방유제

01 연구배경

- » 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 화재·폭발 관련 일부 규정에 대한 합리적 개선 요구
 - 위험물 취급 작업장이 있는 건축물의 비상구, 소규모 화학설비 및 보일러 안전거리, 안전밸브 설치대상 및 작동시험 주기 등의 규제수준에 대한 개선 필요성이 제시됨
 - 화염방지기, 통기설비, 방유제, 특수화학설비, 피뢰설비 등의 기준의 구체화 또는 개선의 필요성이 제시됨
- » 화재·폭발 위험이 있으나 안전기준이 제시되지 않은 화학물질에 대한 안전 검토 요구
 - 산소 등 산화성 가스에 대한 화재폭발 예방기준 마련 필요

02 주요연구내용

연구결과

- » 위험물 취급 작업장이 있는 건축물의 비상구 설치 기준 검토 및 개선방안
 - 국내외 관련 규정 및 기준을 검토한 결과 「안전보건규칙」의 비상구 기준은 「건축법」 기준보다 높은 수준의 규제는 아니라고 판단되며, 「건축법」에서와 같이 일부 시설에 대해 작업장에서 직통계단까지의 거리를 75 m까지 인정하는 완화규정은 최근 다발하는 대형 화재사고사례를 고려했을 때 실태분석, 현장조사, 가상분석 등의 추가적인 연구를 통해 신중한 검토가 필요한 것으로 판단됨
- » 연구시설 등 소규모 화학설비 및 보일러에 대한 안전거리 검토 및 합리적 적용방안

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제271조의 별표 8의 안전거리 규정은 문헌연구를 통해 확인된 해외 안전거리 규정과는 상이하므로 현행 국내법을 최우선 적용할 필요가 있으며, 국내법에서 요구하는 안전거리 이상의 범위에서 해외 규정을 적용하는 것이 필요한 것으로 판단됨
 - 보일러의 폭발사고는 위험물질의 취급보다는 취약한 기계적 건전성 또는 사용자의 설비관리 부재에서 비롯된 것으로 볼 수 있으므로, 취급물질의 물성 및 화재·폭발 위험성을 고려해야 하는 안전거리와는 별도로 새로운 접근방식의 연구가 필요한 것으로 판단됨
- » 안전밸브 설치대상(압력용기 등) 검토 및 작동시험 주기에 대한 적정성 검토 및 개선방안
- 국내외의 규정과 기준을 검토한 결과 현실적인 여건을 감안하여 안전을 담보할 수 있는 범위 내에서 설비의 운전기술, 유지관리 기술, 설비의 신뢰도 기술 향상을 고려한 검사주기의 개선이 필요한 것으로 판단됨
 - 그러나 안전밸브의 토출시험 주기는 국가별로, 업종별로, 사용환경별로 다종다양하므로, 외국의 사례만을 참조하여 바로 현행 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 안전밸브 시험주기를 완화하는 것은 압력을 취급하는 설비의 파열 위험성에 대한 최소한의 안전조치인 안전밸브의 중요성을 고려했을 때 무리가 있으므로, 추가 연구를 통해 주기완화를 검토할 필요가 있음
- » 통기설비 및 화염방지기, 방유제 기준 검토 및 개선방안
- 국내외 관련 기준과 규격을 검토한 결과 인화성 혼합물이 탱크내부에 존재하고 임계속도 이하로 유속이 떨어지면 역화가 일어날 수 있는 가능성이 있으므로 통기설비 관련 규정에 화염방지기능이 있는 통기밸브를 설치할 필요성이 있는 것으로 나타남
 - 대기로 연결된 통기관에 통기밸브가 설치되어 있는 경우에는 화염방지기가 설치된 것으로 보아야하나, 대기로 연결된 통기관에 통기밸브가 설치되어 있음에도 발생한 사고사례가 있으므로 화염방지기를 추가적으로 설치할 것을 검토할 필요가 있는 것으로 나타남
 - 국내외 관련 기준과 규격을 검토한 결과 방유제의 유효용량은 1개의 탱크일 경우 탱크 용량의 110% 이상이고, 2개 이상의 탱크일 경우에는 탱크용량이 가장 큰 저장탱크의 110% 이상이어야 함을 제안함
- » 특수화학설비의 정의, 안전조치 검토 및 개선방안
- 현행법의 경우 위험물질을 대량으로 저장하는 탱크, 사일로 등은 특수화학설비에 해당되지 않지만, 최근 송유관 공사 화재사고 등이 발생하고 있어 사고 예방을 위한 가시적인 대응조치를 위하여 대형 위험물 저장탱크도 특수화학설비로 분류할 필요가 있으며, 이를 위한 추가적인 연구 수행이 필요함

- » 화약류 또는 위험물을 저장하거나 취급하는 시설물에 대한 피뢰설비 설치 기준 검토 및 개선방안
 - 현행 「안전보건규칙」에서는 한국산업표준인 KS C IEC 62305에 따라 피뢰설비를 설치하도록 규정하고 있으나, 위험물질을 저장하거나 취급하는 시설물에 대한 피뢰설비의 최소 수준으로 한국산업표준의 피뢰시스템 II등급의 기준에 적합하도록 보호각법, 회전구체법, 메시법 등을 적용하여 보호범위를 산정할 것을 제안함
- » 산소 등 산화성 가스에 의한 화재폭발 예방기준 마련
 - 산업안전보건기준에 분류되어 있는 위험물질 중 산화성 액체 및 산화성 고체는 물질 자체로부터 생성된 산소가 화재·폭발이 발생할 위험성은 없으나, 고농도의 산소 및 산화성 가스가 유지류와 접촉할 경우에 화재·폭발이 발생할 수 있고, 실제 사고가 발생한 사례도 있으므로 산화성 가스를 위험물질에 포함시켜 관리하는 것이 필요함

시사점

- » 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 화재·폭발 관련 개선안을 제안함
 - 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 중 규제 개선 또는 도입이 필요할 것으로 판단되는 화학설비와 그 안전장치, 화학물질 등에 대해 국내·외 관련법 및 관련기준, 현장 적용성 등을 검토하여 합리적인 규제 수준 또는 추가 연구방향을 제시함

03 연구활용방안

활용방안

- » 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 개정
 - 통기설비, 방유제, 피뢰설비와 관련된 연구결과는 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 관련 규정 또는 KOSHA GUIDE 개정에 활용할 수 있을 것임
- » 추가 연구를 위한 기초자료로 활용
 - 비상구, 안전거리, 안전밸브, 산소 관련 연구결과는 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 개정을 위한 추가 연구 수행 시 기초자료로 활용할 수 있을 것임



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 부경대학교 최재욱 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 위험성연구부 서동현
- 연락처 | 042-869-0332
- e-mail | seodh93@kosha.or.kr

방연마스크 지급의무화 및 인증기준 마련에 관한 연구

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 방연마스크, 화재대피, 사고사례분석, 성능기술기준

01 연구배경

- » 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제241조의2(화재감시자)에서는 화재가 발생할 우려가 있는 장소에서 용접·용단 작업 시 화재위험을 감시하고 화재발생 시에 사업장 내 근로자의 대피를 유도하는 업무를 담당하는 화재감시자를 지정하여 배치하고, 배치된 화재감시자에게 방연마스크 등 대피용 방연장비를 지급하도록 규정하고 있음
- » 하지만 화재로 인한 피해를 최소화하기 위해 일반 근로자에게도 방연마스크를 확대 지급하는 방안에 대해서는 구체적인 검토가 이루어지지 않고 있는 실정임
- » 따라서 본 연구는 일반 근로자에게 방연마스크를 확대 지급하는 방안의 필요성에 대해 체계적으로 검토하고, 방연마스크의 안전성과 성능을 확보할 수 있는 기준·규격 및 인증 제도의 방향을 제시하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 방연마스크 관련 각국의 법령 및 유사제도 조사
 - 세계 주요 선진국 역시 근로자에게 방연마스크를 의무적으로 지급하는 법령이나 제도는 없는 것으로 조사됨
 - 국내에서는 2008년에 화재피난용 방연마스크를 다중이용업소에 의무적으로 비치하도록 하는 「다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 시행규칙」 개정안을 준비했으나, 방연마스크의 형식과 인증기준 등이 논란이 되어 입법 되지 못함

- 2019년부터 각급 지방자치단체에서는 「화재대피용 방연마스크 비치 및 지원에 관한 조례」를 제정하여 다중이용시설 등에 방연마스크 비치를 지원하고 있음

» 방연마스크 관련 설문조사

- 방연마스크 의무지급대상 확대 필요성, 방연마스크 선택기준, 방연마스크 인증제도, 방연마스크 유지관리 및 교육 등의 필요성에 대하여 산업계, 학계, 정부, 공공기관 등 다양한 직군의 관련자를 대상으로 온라인 설문조사를 실시함
- 방연마스크 의무지급대상 확대의 필요성에 대해 응답자의 84%가 긍정적으로 응답하였으며, 응답자의 99%가 방연마스크 성능 인증제도가 필요하다고 응답함
- 방연마스크 지급 확대 시 일정 수준 이상의 성능뿐만 아니라 착용 편의성, 신속한 착용성, 착용 방법 교육, 지급 후 유지관리 또한 중요한 요소로 생각하고 있는 것으로 조사됨

» 화재사고 통계 분석

- 2010년~2020년 9월까지 산업현장에서 발생한 3,048건의 화재사고를 분석한 결과, 연도별 화재 발생건수는 감소 추세를 보이고 있지만 사망자는 비교적 일정한 수준으로 발생하고 있음
- 업종별 분석 결과 전체 재해자수의 약 72%가 제조업(47%)과 건설업(25%)에서 발생하였으며 제조업 및 건설업의 화재 Risk는 전 업종의 화재 Risk와 유사하거나 조금 높은 수준으로 나타남
- 발생작업별 분석 결과 화기작업 28.71%, 전기작업 4.97%, 기타작업 66.32%로 나타남
- 화기작업으로 인해 발생한 화재의 비율은 제조업이 32.3%, 건설업이 33.7%로 나타났으며, 화재위험이 높은 작업 및 장소를 특정할 수 없음

» 편익/비용 분석

- 방연마스크 지급 확대 시 다양한 시나리오를 가정하여 편익-비용 비율(B/C Ratio)을 분석한 결과, 제조업 및 건설업 근로자를 대상으로 한 B/C Ratio는 0.09(자급식) 또는 0.13(정화식)으로 나타나, 전면적인 의무 지급 사업은 적합성을 확보하기 어려운 것으로 판단됨

시사점

- » 국내외 법령과 관련 제도, 산업 화재 통계, 편익/비용 분석 및 설문조사 등을 분석한 결과, 화재로 인한 피해를 최소화시키기 위해 화재감시자 뿐만 아니라 일반 근로자에게도 방연마스크를 확대 지급하는 방안의 적합성을 확보하는 것은 어려운 것으로 판단됨
- » 화재발생 현장에서 상대적으로 장기간 머물러야 하는 화재감시자의 경우 국내 KS, KFI 인증 제품과 같이 충분한 안전성과 성능이 확보된 방연마스크를 지급하는 것이 필요하다고 판단됨

03 연구활용방안

제언

» 방연마스크 의무지급 확대의 필요성

- 국내외 법령과 관련 제도, 산업 화재 통계, 편익/비용 분석 및 설문조사 등을 분석한 결과, 제조업이나 건설업 근로자 등과 같이 특정 근로자를 대상으로 방연마스크의 지급을 의무화하는 것은 향후 추가적인 검토가 필요하며, 기업이 자율적으로 방연마스크의 비치율 늘려 화재로 인한 피해를 최소화할 수 있도록 유도하는 것이 바람직한 것으로 판단됨

» 방연마스크 성능 인증제도 검토

- 국내 정확식, 자급식 방연마스크 기술기준을 토대로 하는 KS, KFI 인증은 국제적 성능 기준과 시험항목을 충분히 반영하고 있으며, KS와 KFI 인증범위 외의 방연마스크는 전문가 위원회를 구성하여 재난안전제품 인증을 통해 정성적으로 평가받는 체계가 마련되어 있음

개선방안 또는 정책방안

- » 방연마스크를 인증하기 위한 새로운 인증기준과 제도를 도입한다면 시장에 혼란을 야기할 수 있고 인증기준의 충돌이 발생할 우려가 있으므로 기존의 방연마스크 인증기준과 제도를 활용하는 것이 합리적이라 판단됨



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 충북대학교 최영보 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 산업안전연구실 위험성연구부 임진호
- 연락처 | 042-869-0333
- e-mail | safekosha@kosha.or.kr

Occupational Safety & Health Research Institute





III

직업건강



01. 혈청 중 인동 분석방법 검토 및 표준시료 개발	162
02. 생물학적 노출 평가 표준시료 개발(6)	165
03. 공기매개 감염병 유행 시기의 근로자 건강진단 업무 지침 개발	168
04. 국가 건강검진 우울증 선별검사도구의 근로자 자살예방 활용 가능성 평가	172
05. 외국인 근로자 대상 폐활량검사의 결과해석을 위한 예측식	176
06. 직업병 인과추론 가이드라인 및 통계분석법 개발(1)	179
- g methods 국문 가이드라인 개발	
07. 장시간 노동 조사 및 과로사 등 건강장해 예방 방안 연구	182
- 대형마트, 건물관리업, 택시 및 경차량 운수업	
08. 택배기사 적정 근로시간에 대한 연구	186
09. 신종감염병 발생 사업장 대응체계 개선 - 코로나19 사례를 중심으로	189
10. 직종별 건강진단 도입방안 마련 - 택배, 건설업	193
11. 취약지역 야간작업 특수건강진단 실시 개선방안	199
12. 사업장 보건관리자 직접 고용의무에 따른 문제점 및 개선방안 연구	203
13. 직업훈련교육시 산업안전보건교육 내용 반영 방안 연구	207
14. 컴퓨터 신경행동검사 활성화 연구(II)	210
15. 근로자 건강진단자료 표준화를 위한 체계 개발 및 적용	213
16. 중대재해 처벌 등에 관한 법률상 직업성 질병의 범위	217
17. 고객 등 제3자의 폭언등에 의한 건강 보호범위 해석지침 개발	221

01

혈청 중 인돔 분석방법 검토 및 표준시료 개발

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 인돔, 생물학적노출평가, 표준시료, 균질성, 안정성

01 연구배경

- » 2020년에 인돔의 생물학적 노출평가를 위한 KOSHA GUIDE 「인돔의 생물학적 노출지표물질 분석 기술지침(H-209-2020)」이 제정되었으나 분석결과와 신뢰성을 높이기 위한 보완이 요구됨
- » 시료전처리 과정에서의 오염, 그리고 분석과정에서 유기물에 의한 장비의 오염과 그로 인한 농도 값의 영향을 최소화하기 위한 방법의 검토가 필요함. 마이크로웨이브를 활용해 유기물을 제거하는 방법이 사용되기도 하나 전처리 과정이 복잡하고 시간이 길게 걸리므로 짧은 시간 내에 다량의 시료를 분석해야하는 특수건강진단기관의 현실에는 적합하지 않음
- » 생체시료 중 인돔을 분석할 수 있는 기관은 일부 수탁기관뿐이므로 어느 한 기관에서 분석 오류가 발생했을 경우 상당수의 인돔취급 근로자의 생물학적 노출평가는 부정확해짐. 따라서 분석기관의 인돔 분석 신뢰성 확보를 위한 표준시료의 개발이 필요함
- » 표준시료의 제조를 위해 다량의 사람 혈청을 구매하기 어려우므로 이를 대체할 수 있는 재료가 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- » 혈청 중 인돔 분석방법 개선
 - KOSHA GUIDE의 분석방법을 따를 경우 분석을 반복할수록 농도가 상승함. 시료 내 유기물에 의한 장비 오염과 농도 값의 변화를 최소화하기 위한 방법으로 내부표준물에 의한 보정, 희석액의 질산농도 변화, 희석배율의 변화를 순차적으로 시도함

	변경 전	변경 후
내부표준물	사용 안함	로듐(Rhodium) 사용
희석액	0.1% 트리톤 X-100 + 0.1% 질산	0.1% 트리톤 X-100 + 0.5% 질산
희석배수	20배	50배

- 분석방법 개선 후 내부표준물의 분석 값은 60회 이상의 반복 분석에도 큰 변동 없이 일정수준을 유지하였으며(-5.6% ~ +2.3%), 검량선의 직선성은 상당히 양호하였음($R^2=0.999$ 이상). 검출 한계는 0.002 ~ 0.009 $\mu\text{g/L}$ 로 인듐의 생물학적 노출기준 1.2 $\mu\text{g/L}$ 를 분석하기에 충분하였음. 반복된 분석에서 분석 값들 간의 편차(정밀도)는 3.1%이었고, 분석일자를 달리 했을 경우 분석 값들 간의 편차(일간 정밀도)는 0.9%로 충분히 낮았음. 농도를 알고 있는 시료를 분석한 결과는 목표농도의 99.7%이었음
- 매질에 의한 간섭을 최소화하기 위한 정량방법으로 검량선 작성용 시료에 일정량의 혈청을 첨가 하는 표준물첨가법을 적용하였고, 분석 값을 외부표준물법에 의해 산출된 분석 값과 비교하였음. 두 분석 값간 의미 있는 차이는 없었음

» 혈청 중 인듐 표준시료 개발

- 소, 송아지, 소 태아, 말 등 4종류의 동물혈청을 이용해 각각 3가지 농도수준으로 시료를 조제하였음
- 소분된 시료의 균질성 평가를 위해 10개마다 1개의 시료를 취하여 총 120개의 시료를 분석 하였음. 각 시료의 농도는 의미 있는 차이를 보이지 않아 균질한 것으로 판단함
- 소분된 시료의 안정성 평가를 위해 23°C, 4°C, -20°C, -80°C에 7일, 30일 보관 후 분석한 결과를 시료조제 즉시 분석한 결과와 비교하였음. 모든 분석결과는 통계적으로 의미 있는 차이를 보이지 않았으나 소 태아 혈청의 분석 값간 편차가 다른 시료에 비해 컸음
- 외부 실험실과 분석 값을 비교한 결과 분석실간 결과 값의 편차는 1.3 ~ 4.2%로 양호하였으나 말 혈청의 편차가 다른 시료에 비해 컸음
- 시료의 안정성, 외부기관과의 비교결과, 구매편의성과 가격 등을 고려했을 때 혈청 중 인듐의 표준시료 조제는 소 또는 송아지 혈청이 적절한 것으로 사료됨

시사점

- » 시료 전처리 방법의 개선(내부표준물 사용, 희석액 농도 변화, 희석배수 변화)으로 분석결과의 정확성과 정밀성을 높일 수 있으며, 복잡한 전처리과정 없이 짧은 시간 내에 다량의 시료를 분석 할 수 있음

- » 동물혈청을 활용하여 균질성과 안정성이 확보된 표준시료의 제작이 가능하며, 특수건강진단기관의 인دم 분석 신뢰성 확인에 사용 가능

03 연구활용방안

활용방안

- » KOSHA GUIDE에 반영
- » 표준시료는 특수건강진단기관 분석정도관리에 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 원용림
- 연락처 | 052-703-0857
- e-mail | herhand@kosha.or.kr

생물학적 노출평가 표준시료 개발 (6): 소변중 1-하이드록시파이렌

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 생물학적노출평가, 콜타르피치 휘발물, 1-하이드록시파이렌

01 연구배경

» 유해화학물질 노출 평가를 위한 생물학적 노출평가 분석 능력 개선 활동

- 산업안전보건연구원은 1995년부터 특수건강진단기관 분석정도관리 사업을 수행하여 생물학적 노출평가 분석의 신뢰성을 확인하고 분석기관의 분석 능력을 향상시킴
- 특수건강진단기관 분석정도관리를 위해 지속적으로 표준시료를 개발하였고, 2021년에는 무기 분석 8 항목, 유기 분석 13 항목을 분석정도관리 항목으로 운영함

» 연구 목적

- 콜타르피치 휘발물의 생물학적 노출지표이며 특수건강진단 생물학적 노출 평가 2차 항목인 소변중 1-하이드록시파이렌 표준 시료를 개발하여, 표준시료의 안정성과 균질성을 조사하여 정도관리 시료 활용성을 확인하기 위함

02 주요연구내용

연구결과

» 표준시료 조제와 분석

- 인공소변에 1-하이드록시파이렌을 녹여 노출기준을 포함한 3가지 농도의 표준시료 조제
- 초고속액체크로마토그래프-형광검출기로 소변 중 1-하이드록시파이렌을 3분 이내에 분석함. 이 분석 방법의 검출한계는 0.6 $\mu\text{g/L}$ 였으며, 노출기준인 4.6 $\mu\text{g/L}$ 의 1-하이드록시파이렌 분석에 적절하였음

» 표준시료 신뢰도 조사

- 소변 중 1-하이드록시파이렌 시료 10개를 2회 반복 분석하여 시료가 균질함을 확인함
- 소변 중 1-하이드록시파이렌 시료 3개를 상온, 냉장, 냉동, 초저온 냉동의 4개 온도 조건에서 1개월까지의 안정성을 조사함. 상온 보관 시료는 안정성이 떨어졌고, 냉장, 냉동 보관 시료는 1개월 경과 시점까지 안정하였음

 시사점

- » 유해화학물질의 생물학적 노출평가를 위하여 「근로자건강진단 실무지침」 2차 항목인 소변 중 1-하이드록시파이렌 표준시료를 새로 개발하여 콜타르피치 휘발물에 포함된 PAH(다핵방향성 탄화수소)의 노출 평가에 활용할 수 있도록 함

03 연구활용방안

 개선방안

- » 근로자건강진단 유해인자 개정
- 「근로자건강진단 실무지침」 중 콜타르와 콜타르피치 휘발물은 같은 물질이므로 콜타르 항목은 삭제하고, 콜타르를 콜타르피치 휘발물에 동의어로 기재할 것을 제안함. 또한, 「근로자건강진단 실무지침」 중의 ‘휘발성 콜타르피치’를 「산업안전보건법 시행령」과 「산업안전보건법 시행규칙」에 따라 ‘콜타르피치 휘발물’로 통일할 것을 제안함

 활용방안

- » 특수건강진단 분석정도관리 항목 운영
- 특수건강진단기관 정도관리 항목에 소변 중 1-하이드록시파이렌을 추가하여 분석정도관리 사업에 연구 결과를 활용함
 - 콜타르피치 휘발물 노출 근로자의 생물학적 노출 평가 수행 기관의 소변 중 1-하이드록시파이렌 분석의 신뢰도 확인과 분석 방법 개선에 활용함



연구담당자 연락처

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

03

공기매개 감염병 유행 시기의 근로자 건강진단 업무 지침 개발

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 공기매개 감염병, 코로나19, 근로자 건강진단, 특수건강진단

01 연구배경

- » SARS, MERS, 코로나19 등 공기매개 감염병 유행 시기에 반복되는 건강진단 유예로 인하여 유해인자 노출 근로자의 건강보호에 부정적인 영향이 우려되며, 일선기관에서의 감염위험 및 불안감, 업무혼란이 지속되고 있으므로 특수건강진단기관의 대응매뉴얼을 업무별로 구체화하여 세부지침을 개발할 필요가 있음
- » 코로나19 등 공기매개 감염병 유행 시기의 근로자 건강진단 실태 및 고위험 업무를 파악하고 업무개선방안을 모색하여, 공기매개 감염병 유행 시기의 근로자 건강진단 세부 업무 지침을 제시함으로써 감염병 유행 등 비상시에도 기존의 근로자 건강관리 기능을 안정적으로 유지하고 감염병으로부터 건강진단 업무 종사자의 건강을 보호하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 감염병 유행시기의 근로자 건강진단 실시 현황 조사
 - 특수건강진단 통계자료 분석 결과 코로나19 유행시기에 특수건강진단 실시 현황은 대유행 초기인 2020년 2월부터 5월까지의 수검자수가 전년대비 53.8% 감소하였고, 3월이 71.3%로 감소폭이 가장 컸음. 6월 이후로는 증가하는 경향을 보여 12월까지 전년대비 수검자수가 21.9% 증가하였고, 휴가철로 인하여 검진 비수기이던 8월의 증가폭이 50.5%로 가장 컸음. 2020년 전제 수검자수는 전년대비 3.8%(88,082명) 하락하였음

- 고용노동부 지침에 따라 선택적으로 유예 또는 제외된 폐활량검사 및 구강검사의 실시현황은 전체 특수건강진단 실시 추이와 일치하여 실제적인 검사 제외는 많지 않은 것으로 나타났음

» 특수건강진단 업무 종사자 대상 FGI 결과

- FGI 결과 2020년 6월 이후 검진 수요 몰림으로 원내검진보다는 출장검진에서, 보건관리자가 없는 소규모 사업장일수록 방역수칙 준수 하의 검진 수행에 어려움을 보였으며, 방역수칙 중 거리두기 준수가 가장 지켜지지 않는 것으로 나타났음
- 폐기능검사 실시 여부는 기관별 차이를 보였음. 폐기능검사 실시 기관은 미실시할 경우의 불이익에 대한 걱정과 판정 및 관리의 어려움으로 감염 위험에도 불구하고 검사를 실시하고 있었으며, 미실시 기관은 해당 표적장기(호흡기계)에 대한 U 판정 또는 아예 판정을 내지 않는 등의 업무 혼란이 있는 것으로 파악됨
- 정부 지침에 대한 요구사항으로는 모호한 지침 내용의 명확화와 개정판의 신속한 전달, 검진 수요를 소화하기 위하여 방역수칙을 준수할 수 없는 현실적 문제 해결을 위한 지침의 실효성 방안 마련 등에 대한 요구가 있었음

» 특수건강진단 업무 종사자 대상 온라인 설문조사 결과(267명)

- 코로나19로 인하여 업무 중단 및 50% 이상 감소를 경험한 기관은 36.3%였으며, 그 기간은 대유행 초기인 2020년 2~6월이 가장 많았고, 3차 대유행(2020년 말~2021년 초) 및 4차 대유행 초기(2021년 7~8월)에도 나타나 유행상황에 따라 검진 유예와 몰림이 반복되고 있는 것으로 나타났음
- 지침 내용 중 가장 지켜지지 않는 부분 거리두기 59.2%, 사업장 담당자 및 수검자의 협조 39.0%, 부스 문을 개방한 상태에서 청력검사 실시 36.7%, 건강진단 유예 및 검진 시기 34.1%, 환기 25.5%, 폐기능검사 제외 20.2%, 보호구 착용 10.9%, 치아부식증 검사 중 구강 내 시진 제외 6.7% 순으로 나타났음
- 정부 지침에 바라는 사항은 업무별·상황별 구체적 지침에 대한 요구가 68.5%로 가장 많았고, 관련 지침의 신속한 배포 및 알림 43.1%, 지침 준수의 강제성 30.7%, 보호구 착용 지원 및 점검 25.8%, 사전대책 마련 22.5% 순으로 나타났음

» 건강진단 업무 중 공기매개 감염병 고위험 업무 조사 및 위험도 평가

- 설문조사에서 각 업무담당자들이 직접 평가한 코로나19 위험도 평가 결과는 폐기능검사, 시료 채취, 안내 및 행정, 청력검사, 총괄 또는 전문의 순으로 높게 나타났으나, 50점 만점에 23~28점 사이로 분포하여 업무별 차이는 크지 않았고 전체적으로 중~고위험에 속하였음

- 특수건강진단 검사항목 중 비말이 발생하는 고위험 검사는 폐기능검사, 치아부식증검사, 객담 세포검사, 위내시경검사가 있었음
- 1차검사 항목이면서 2차검사 건수가 많아 빈도가 높은 검사·업무는 진찰 및 행정, 흉부방사선 검사, 폐기능검사, 청력검사, 채혈 순으로 나타났음
- 3밀환경(밀폐, 밀집, 밀접)을 모두 만족하는 고위험 검사 환경은 없었지만, 2가지를 만족하는 검사·업무는 폐기능검사, 청력검사, 채혈, 진찰 및 행정, 심전도검사, 위내시경검사, 초음파검사 등이 있었음
- 코로나19 위험도 평가 결과, 비말 발생 여부, 3밀(밀폐, 밀집, 밀접) 환경 및 검사빈도(1차검사 여부 및 2차검사 실시건수)를 고려하여 검토한 결과 폐기능검사, 청력검사, 치아부식증 검사, 시료채취(감염성 검체 취급)의 위험도가 높아 별도의 지침을 필요로 하며, 행정업무, 진찰, 기타 검사 등은 코로나19 위험이 있지만 별도 지침의 필요성은 낮은 것으로 분석함

» 공기매개 감염병 유행 시기의 근로자 건강진단 업무 지침 제시

- (정책제안) 검진 유예 기간 동안 근로자 건강 모니터링 기능을 유지하고 유예 종료 시 검진 수요 몰림으로 인한 방역조치 준수 미흡 및 검진기관 업무 부담을 완화할 수 있도록 검진 우선순위에 대한 기준안(검진 주기가 6개월 이내인 7개 유해인자, 배치전건강진단, 문진 결과 증상 및 징후 발현자 등)을 제시함
- (공통지침) 특수건강진단기관, 방역관리자, 근로자 건강진단 총괄관리자, 입장 관리자, 검사자, 사업주, 수검자의 역할을 구분하여 준수사항을 제시하였음. 또한 시료채취 시 착용하여야 할 보호구 및 작업방법에 대한 내용을 포함하였음
- (폐활량검사 지침) 이전 폐활량검사 결과가 없거나 다른 검사 결과에서 이전과 현저히 다른 소견이 발견되는 경우, 코로나19 검사 결과 음성 또는 백신접종 등의 사유로 검사의 위험도가 필요성보다 낮다고 판단되는 경우 등 폐활량검사가 필요한 대상자를 구체적으로 제안하고 이외에는 검사 제외를 원칙으로 제시하였으며, 현행 지침의 미비점을 보완하였음
- (청력검사 지침) 마스크 착용으로 인하여 검사 신뢰성이 의심되는 경우 배경소음 통제 방안 등 방역수칙 준수 하에서 정확한 검사가 실시될 수 있도록 하는 지침을 제시하였음
- (치아부식증검사 지침) 일반건강검진의 구강검사와 같이 실시되어 실제적 제외는 거의 없는 것으로 파악되나, 일반 치과 진료와 같은 시술·치료는 진행되지 않기 때문에 비교적 비말 발생은 적으므로 거리두기 방법, 보호구 착용, 환기 등에 대한 지침을 제시하였음

03 연구활용방안

활용방안

- » 감염병 유행 시기의 근로자 건강진단 업무 지침을 활용하여 감염병 유행 등 비상시에도 기존의 근로자 건강관리 기능을 안정적으로 유지하고 감염병으로부터 건강진단 업무 종사자의 건강을 보호할 수 있음
- » 코로나19 등 신종 감염병 유행 시 근로자 건강진단 실시를 위한 정책 근거의 참고자료로 활용
- » 특수건강진단 업무 종사자 대상 교육 자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 최윤정
- 연락처 | 052-703-0862
- e-mail | yoonjung@kosha.or.kr

04

국가 건강검진 우울증 선별검사도구의 근로자 자살 예방 활용 가능성 평가

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월
핵심단어_ 정신건강, 근로자 건강검진, 우울증, 선별검사

01 연구배경

- » 대한민국에서는 2007년부터 기존에 만 40세와 66세를 대상으로 수행하던 생애전환기 검진에 정신건강간이검사를 사용하여 우울증을 선별하였음. 2018년부터는 확대된 대상으로 새로운 우울증선별검사 도구(Patient Health Questionnaire, PHQ-9)가 도입됨
 - 본 연구에서는 국민건강보험공단 직장 가입 근로자를 대상으로 새롭게 도입된 우울증 선별검사 도구를 통한 질환예방 효과를 평가하여 근로자를 대상으로 정신건강 관리를 위한 선별도구로써 활용가능성을 평가함

02 주요연구내용

연구결과

- » 우울증 선별검사 결과에 따른 고위험집단과 정상 집단 간의 차이 분석
 - + 우울증 선별검사 정상군에 비해 우울증 위험집단은 여성이 더 많았으며 소득분포에서 차이를 보였음. 또한 남성에서 말초혈관질환, 경증간질환, 합병증을 동반한 당뇨, 에이즈의 만성 질환에 동반유병되었고, 여성에서는 하기도질환, 위궤양에 더 많이 동반유병되었음. 건강관련 생활습관은 남성에서 음주, 식습관, 신체활동, 비만도에 차이가 있었고, 여성에서는 음주, 식습관, 신체활동, 비만도에서 차이가 있었음
- » 우울증 선별검사 결과에 따른 고위험집단과 정상 집단 간에 우울증 관련 입원을 차이 분석
 - + 미수검자 집단 전체의 2년 추적관찰기간 동안 우울증 및 자해·자살로 인한 누적 발생률은 0.80%이고, 수검자 중에서 정상집단은 0.89%, 우울증 고위험집단은 4.21%로 가장 높았음

〈표 1〉 우울증 및 자해·자살로 인한 입원발생 건(2018-2019)

집단분류	대상자수(명)	발병 건수(건)	추적종결 시점의 누적발생률
수검자	합계	741,423	7,435
	정상	716,760	6,396
	우울증 위험군	24,663	1,039
미수검자	합계	24,928	199
			0.80%

- + 수검자 집단에서 우울증 고위험집단의 입원발생 위험비(Hazard ratio, HR)는 찰스 동반질환 지수(Charson Co-morbidity Index, CCI)와 같은 우울증 입원발생률과 연관된 혼란변수를 보정한 후 남녀에서 각각 4.121(95% 신뢰구간 3.135-5.418), 8.051(95% 신뢰구간 3.093-20.957)로 정상 집단보다 유의하게 높았음
- + 남성에서는 음주습관과 만성질환동반지수가, 여성에서는 신체활동이 유의하게 영향을 주었음

» 우울증 선별검사도구 타당성 분석

- 우울증으로 인한 입원 발생 예측에 대한 선별검사도구의 민감도와 특이도를 분석함
- + 전체 건수 중 실제 입원과 일치한 건은 남성에서 96.4%와 여성에서 95.2%이고, 특이도는 남성에서 97.1%이고 여성에서 96.3%로 높았음
- + 민감도는 남성 14.2%이고 여성에서 13.8%로 낮은 것을 확인함
- + 민감도는 낮지만 특이도가 높고, 음성예측도가 남성에서 99.3%이고 여성에서 98.8%로 높다는 점을 활용하면 우울증 선별검사의 의의가 있다고 판단함

시사점

- » 건강진단에서 사용되고 있는 정신건강 선별검사도구를 근로자 정신건강관리에서의 활용성을 평가한 연구로 기존의 검사도구 및 설문항목을 이용하여 일반 근로자 집단에서 예방관리 도구로써 활용도를 평가한 연구임
- » 우울증 선별검사 결과 고위험군으로 분류된 집단의 경우 향후 우울증 및 자해·자살로 입원할 위험도는 정상 집단보다 약 4.1-8.1배 유의하게 높음을 본 연구 분석 결과를 통해 확인할 수 있었음. 그러나 PHQ-9 검사가 우울증 및 자해·자살로 인한 입원 위험군을 선별하는 검사도구로 활용하기에는 낮은 민감도로 인해 적합성이 떨어지는 것으로 평가됨. 하지만, 특이도가 남성에서 97.1%이고 여성에서 96.3%로 매우 높고, 음성예측도가 남성에서 99.3%이고 여성에서 98.8%로 역시 높다는 면을 활용하면 건강 근로자에서 정신건강 질환 예방을 위한 선별도구로서는 어려울지라도

우울증 고위험 집단에 대한 자해 및 자살과 같은 의도적 손상의 예방과 관리에 활용할 수 있는 방안을 고려할 수 있음

03 연구활용방안

개선방안

- ▶ 검사주기 및 활용방안을 결정하기에 경과관찰기관, 질환의 조작적 정의 등 다양한 연구설계를 적용해 볼 필요가 있으며 업종, 사업장 규모, 근무형태 등 다양한 직업군의 특성을 반영한 검토가 추후 지속될 필요가 있음. 분석 결과 고위험군으로 분류된 업종 및 직업군의 세부 분석을 통해 근로자 정신건강관리사업에 활용할 수 있음
- ▶ 2019년부터 만 20세, 30세, 40세, 50세, 60세, 70세로 확대된 연령을 대상으로 PHQ-9 검사 결과와 질환발병에 따른 타당성 평가를 추가 고려한다면, 근로자 집단에서 우울증으로 인한 자살 및 입원을 예방하는데 중요한 근거 자료로 활용될 수 있을 것임

활용방안

- ▶ 본 연구 결과를 통하여 정신건강관리 사업의 효과를 평가하고 구체적 적용안을 마련하는데 중요한 기초자료로 활용할 수 있다. 또한 근로자 집단에서 정신건강문제로 인해 발생하는 차이 비교를 통해 정신건강 선별검사에 따른 효과를 규명할 수 있으며, 정신건강 사업의 사회적 지원의 이점을 보여줄 수 있음
- ▶ 또한 근로자 집단에서 정신건강문제로 인해 발생하는 차이 비교를 통해 정신건강 선별검사에 따른 효과를 규명할 수 있으며, 정신건강 사업의 사회적 지원의 이점을 보여줄 수 있음



연구담당자 연락처

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

외국인 근로자 대상 폐활량검사의 결과해석을 위한 예측식

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 폐활량검사, 예측식, 외국인근로자, 특수건강진단

01 연구배경

- » 2019년 기준 97,951명의 외국인 근로자가 호흡기 질환 유해인자에 노출되어 폐활량검사를 받았음. 그러나 폐활량검사의 환기장애판정 기준 값을 계산하는 예측식을 한국인과 동일하게 적용하여 결과 해석에 오류가 생길 수 있음
- » 외국인 근로자의 대부분은 비전문취업비자 또는 방문취업비자를 통해 국내에 들어왔는데, 이들의 인종특성과 국가특성을 고려하여 폐활량검사 시 적용할 수 있는 예측식을 제안할 필요가 있음
- » 국내 특수건강진단기관에서 사용 중인 예측식과 외국인 근로자의 국가에서 사용하는 주요 예측식의 판정일치도를 확인하여 대체 가능한 예측식 또는 보정계수를 제안하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 예측식에 따른 예측치의 변화
 - 나이와 신장에 따른 예측치는 그룹에 따라 차이를 보였는데, 몽골인종이 거주하는 지역을 대상으로 만들어진 GLI* 2012-동북아시아인식, 최정근식, 중앙아시아인식의 예측치가 유사하였으며, 말레이인종이 거주하는 지역을 대상으로 만들어진 GLI2012-동남아시아인식, 동남아시아인식, 남아시아인식의 예측식이 유사하였음. 예측식에 따라 예측치는 FVC의 경우 남성 최대 1.38L, 여성 최대 1.35L의 차이를 보였고, FEV1의 경우 남성 최대 1.12L, 여성 최대 0.8L의 차이를 보였음

* GLI : Global Lung function Initiative로 유럽호흡기학회가 주축이 되어 만든 TFT로 현재 유럽과 미국에서 사용이 권고됨

» 외국인 근로자의 폐활량검사 해석 결과

- 인종·지리적 특성을 고려하지 않고, 한국인과 동일한 예측식을 적용하여 폐활량검사 환기장애 결과를 해석함으로써, 그룹별 제한환기장애 판정비율은 남성과 여성 모두 남아시아태평양 그룹이 가장 높았음(남성 22.7%, 여성 21.2%)

» 예측식간 판정일치도

- 국내에서 폐활량검사 시 사용하는 예측식은 GLI2012-동북아시아, 최정근식, GLI2012-동남아시아안식이 있으며, 외국인 근로자의 인종·지리적 특성을 고려하여 주요 예측식을 중앙아시아안식, 동남아시아안식, 남아시아안식으로 선정하였음. 예측식 간 환기장애 판정 일치도 확인 결과 남성, 여성 모두 최정근식과 중앙아시아안식의 판정일치도가 가장 높았음. GLI2012-동남아시아안식과 동남아시아안식의 판정일치도는 남성 0.819, 여성 0.770이었으며, GLI2012-동남아시아안식과 남아시아안식의 판정일치도는 남성 0.881, 여성 0.866이었음. GLI2012-동북아시아안식과 중앙아시아안식의 판정일치도는 남성 0.831, 여성 0.833이었음

» 예측식 및 보정계수 제안

- 한국인을 포함한 동북아시아, 중앙아시아의 예측식으로는 GLI2012-동북아시아안식을 제안함. 선행연구 검토결과 최정근식보다는 GLI2012-동북아시아안식이 더 적절한 것으로 판단하였음.
- 동남아시아와 남아시아의 예측식으로는 GLI2012-동남아시아안식을 제안한다. 동남아시아안식과 남아시아안식은 현재 적용할 수 있는 검사기가 거의 없어 GLI2012-동남아시아안식이 적절할 것으로 판단하며, GLI2012-동남아시아안식을 적용할 수 없는 검사기에는 최정근식에 0.87의 보정계수 적용을 제안함

시사점

- » 특수건강진단 폐활량검사 시 대부분의 건강진단기관에서는 수검자의 국적 또는 인종에 상관없이 한국인 또는 백인을 대상으로 만들어진 예측식을 사용하였으며, 이는 외국인 근로자 폐활량검사 결과의 해석이 정확하지 않을 수 있음을 의미함. 따라서 이번 연구를 통하여 제시한 인종·지리적 특성을 고려한 예측식과 보정계수의 적용이 필요함을 제시함

03 연구활용방안

제언

- » 폐활량검사 실무자와 판정의사에게 적절한 예측식 선택의 중요성에 대한 교육이 필요함. 적합성과 재현성을 만족하는 결과임에도 폐활량검사 결과 수치가 적게 나온 것을 의사소통의 문제로 치부한다면 폐활량검사의 의미가 없으며, 결과에 따른 적절한 관리가 불가함

활용방안

- » 「근로자건강진단 실무지침」에 실무지침에 반영하여 외국인 근로자의 폐활량검사 결과해석에 적용
- » 특수건강진단 폐활량검사 관련 지침 개발 및 교육 자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 이화연
- 연락처 | 052-703-0866
- e-mail | hylee2@kosha.or.kr

06

직업병 인과추론 가이드라인 및 통계분석법 개발 (1)

- g methods 국문 가이드라인 개발

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월
핵심단어_ 인과 그래프, g-formula, 인과추론

01 연구배경

- » 작업장 환경 내 유해물질의 노출을 시간에 따라 변하는 노출 변수로 본다면 근로자들의 현재 노출 변수(또는 고용상태)는 과거 노출 변수에 의해 영향을 받으면서 미래의 노출 변수에 영향을 주는 시간에 따라 바뀌는 내생 교란 요인의 역할을 하게 됨. 따라서 이러한 내생 교란 요인을 적절하게 고려하지 않고 전통적인 통계 분석 방법을 이용하여 자료를 분석한다면 노출 변수의 인과 효과 추정치에는 편향이 발생함
- » 근로자들의 작업환경 내 노출 변수와 건강결과 변수를 반복측정한 자료를 분석할 때 흔히 발생할 수 있는 이러한 편향을 제거하기 위해 하버드대학교의 James M. Robins 교수는 시간에 따라 변화하는 노출을 가지는 복잡한 관찰연구 자료로부터 치료-교란 요인 되먹임(treatment-confounder feedback)의 존재를 반영하고, 건강 근로자 생존 편향과 같은 산업보건 종적 연구에서 흔히 발생할 수 있는 선택 편향(selection bias) 문제를 효과적으로 다룰 수 있는 방법인 g-methods를 개발함
- » 하지만 역학 연구자들은 g-methods에 대한 개념과 기술적인 세부내용에 대한 이해 부족으로 g-methods 사용에 어려움을 겪고 있으며, 국내 산업보건 역학 연구자들도 같은 이유로 현재 국내 산업보건 영역에서 거의 사용하지 못하고 있음. 본 연구에서는 인과 그래프에 대한 이론, g-formula에 대한 이론, g-formula를 실제로 R package를 사용하여 구현하는 방법을 국문으로 작성하고, 반복측정된 특수건강진단 자료에 g-formula를 적용하여 제시된 가설을 분석하여, 국내 역학연구자들이 좀 더 쉽게 근로자의 반복측정자료에 인과추론 통계방법론을 활용할 수 있도록 g-formula 국문 가이드라인을 작성함. 본 연구에서는 g-methods 중에서도 국외 산업보건 역학연구들에서 최근에 다수 활용된 바 있는 g-formula에 초점을 맞추었음

02 주요연구내용

연구결과

» 인과 그래프 가이드라인 작성

- 통계적 인과추론 분야에서 결과에 대한 원인의 인과효과 크기에 대한 편향(교란, 선택 편향 등)을 줄이기 위하여 널리 사용되는 그래프 이론을 소개하고, 인과 그래프를 해석할 때 필요한 규칙을 예시를 통하여 설명함

» g-formula 가이드라인 작성

- g-formula 소개: g-formula는 근로자 종적 자료와 같은 반복측정 자료를 사용하여 시간에 따라 변하는 내생 교란 요인과 노출 변수에 대한 모형, 결과 변수에 대한 모형, 경쟁 사건에 대한 모형을 지정하고, 노출 전략(또는 개입)을 지정하여, 연구자가 지정한 다른 노출 시나리오 하에서의 잠재적 결과를 생성함. 즉, 인과 그래프에서 확인되는 시간에 따라 변하는 치료-교란 요인 되먹임 구조를 반영하여 결과 변수에 대한 노출 전략의 인과효과 크기를 추론할 수 있음
- g-formula 이론: 치료-교란 요인 되먹임이 존재하는 반복측정 자료를 g-formula로 분석하여 올바른 추정치를 제공하기 위해 필요한 가정들을 소개함. 또한, 예제를 사용하여 이러한 자료에서 전통적인 통계 분석 방법을 적용하였을 때 나타나는 문제점을 소개하고 설명하여 g-formula의 필요성을 기술함
- g-formula R package 소개: James M. Robins의 g-formula를 통계 분석 프로그래밍 언어 R로 구현한 R package인 gfoRmula를 소개하고, R package에 내장되어있는 함수와 그 사용법에 대해서 예제를 통해서 설명함

» 특수건강진단 자료 분석

- 납에 노출되는 근로자들의 특수건강진단 자료에 인과 그래프 및 g-formula를 적용하여, 빈혈 발생에 대한 납 노출(혈중 납 농도)의 영향을 분석함
- 인과 그래프를 통해 g-formula에 필요한 모형을 기술한 후, 특수건강진단 자료에 g-formula를 적용함. 특수건강진단 자료에서 혈중 납을 측정한 모든 근로자가 7년간 자연경과 상태로 유지되는 경우와 비교하여, 혈중 납을 측정한 모든 근로자가 7년간(2013년-2019년) 일반 국민의 평균 혈중 납 수준인 $1.6\mu\text{g}/\text{dL}$ 으로 유지된다면 특수건강진단을 받은 대상자 184,771명 중 261명의 빈혈 발생을 예방할 수 있다는 결과가 관찰됨

시사점

- » 인과추론 통계 방법에 대한 이해를 높여 특수건강진단 자료와 같은 근로자 종적 자료 통계 분석의 질을 한층 개선 및 발전시킬 수 있음

03 연구활용방안

활용방안

- » g-formula를 통해 근로자 종적 자료를 활용한 역학조사와 역학연구에서 인과관계를 도출하도록 하여 국내 산업보건 역학조사 및 역학연구 결과의 신뢰성을 높일 수 있을 것으로 기대함



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 직업건강연구실 중부권역학조사팀 예신희
- 연락처 | 032-510-0754
- e-mail | shinheeye@kosha.or.kr

장시간 노동 조사 및 과로사 등 건강장해 예방 방안 연구

- 대형마트, 건물관리업, 택시 및 경차량 운수업

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 장시간 노동, 건강장해, 대형마트 온라인배송기사, 아파트경비원, 대리운전기사

01 연구배경

- » 「근로기준법」이 개정된 이후 근로자의 노동시간을 단축하는 효과는 있었으나 ‘근로시간 및 휴게 시간에 대한 특례’는 장시간 노동을 일으키는 주요인으로 남아있음. 노동시간의 단축이 산업재해를 감소하는 효과가 있으므로 특례업종의 산업재해와 장시간 노동의 연관성을 살펴볼 필요가 있음. 또한 최근 증가하고 있는 특수고용 노동자의 노동시간을 포함한 노동 현황을 파악하고 건강장해를 일으키는 노동 조건을 파악할 필요가 있음
- » 본 연구의 목적은 대형마트 온라인배송기사, 건물관리업의 아파트 경비원과 택시 및 경차량 운수업에 종사하는 대리운전기사의 노동과 건강장해 실태를 파악하고 과로사 등 건강장해 예방을 위한 방안을 마련하는 것임

02 주요연구내용

연구결과

- » 대형마트 온라인배송기사의 장시간 근로 및 건강장해 예방
 - 장시간 노동 및 건강장해
 - + 3개사 배송기사 3명에 대해 직무분석을 실시한 결과 온라인 배송업무는 배송 전 준비(배송 물품 검수, 포장, 상차, 문자 발송 등)에 평균 3시간 48분, 배송에 평균 5시간 58분, 복귀에 평균 47분, 휴게 시간으로 평균 20분 등 총 약 11시간이 하루 업무에 소요됨을 확인함

- + 대형마트 배송기사, 해당 배송 관련 관리자와 심층 면담을 하여 구조화된 설문지를 만들고, 전국 소재 대형마트 3개사에 근무하는 배송기사를 대상으로 온라인 설문조사를 실시하여 277명의 자료를 수집함
- + 근로특성 특이사항은 ‘휴일을 마트 사에서 지정 한다’고 답한 빈도가 41.2%, ‘근무 중 휴게 시간이 전혀 없다’고 답한 빈도가 48%이었음
- + 건강관련 설문에서 특이사항은 ‘주관적 건강상태 인지’ 51.4%가 보통이라고 답하였고, 업무 관련 건강상 문제점으로 ‘근골격계질환’이 44.4%, ‘눈의 피로’ 35% 순이었음
- + 근골격계문제 원인 조사를 위해 증상호소자 1명을 선정하여 ‘근골격계 부담작업 평가’를 실시하였고, 상처와 배송에서 부담작업 제9호*에 해당함을 확인함

* 부담작업 제9호 : 하루에 25회 이상 10kg 이상의 물체를 무릎아래에서 들거나, 어깨 위에서 들거나, 팔을 뻗은 상태에서 드는 작업

- + 그 외 근무 중 위험 사항으로는 ‘교통사고 발생’이 있었고 그 빈도는 37.9%였음
- 장시간 노동과 건강장해 예방 방안
- + 노동시간 감소를 위하여 배송 전 준비 사항에서 검수와 포장 등의 업무를 전담하는 인력을 충원하는 방안이 필요함
- + 근골격계손상 예방을 위해 온라인배송기사를 근골격계 증상조사와 유해요인조사 대상에 포함하여 근골격계질환을 관리하고, 건별 중량물을 제한하는 하고 휴식을 할 수 있도록 휴게일과 휴식시간을 부여하여 건강관리를 하는 것이 필요함

» 대도시 아파트 경비원의 장시간 노동 및 건강장해 예방

- 장시간 노동 및 건강장해
- + 아파트 경비원, 관리소장 및 경비원을 고용한 일개 경비업체 관리자와 심층 면담을 하여 구조화된 설문지를 만들고, 전국 7개 대도시 중·대규모 아파트 경비원을 대상으로 우편 설문조사를 하여 182명의 자료를 수집하였음
- + 근무특성 특이사항은 ‘평균 연령’65.5세, ‘24시간 격일 교대제’가 85.2%, ‘월 근무일 15일’이 92.8% 이 있었다.
- + 근무 중 휴게와 관련한 특이사항은 ‘경비초소를 휴게장소로 사용함’이 55.5%이었고, ‘휴게시간의 온전한 사용 불가능’이 56%이었음
- + 건강관련 설문에서 특이사항은 ‘주관적 건강상태 인지’49.7%가 좋음이라고 답하였음. 질병 유무에 고혈압 31.9%, 당뇨 13.7%, 고지혈증 12.6% 순이었음



+ 감정노동과 작업장 폭력 관한 조사에서는 감정노동 수준은 2개 영역(감정부조화, 감정노동보호 체계)에서 위험으로 평가되었고, 작업장 폭력은 1개 영역(직장/주민의 신체적 폭행)에서 위험으로 평가됨

● 장시간 노동과 건강장해 예방 방안

+ 설문조사 결과 60세 이상의 근로자임에도 건강상 문제점이 두드러지게 나타나지는 않았음. 근무 중 휴게시간이 있어도 별도의 휴게 시설이 마련되어 있지 않은 경우가 과반으로 온전한 휴게시간 보호를 위하여 독립적인 휴게시설 마련이 필요함. 그리고 근로감독을 통하여 감정노동 보호 체계를 강화해야 할 것임

» 대리운전기사의 장시간 노동 및 건강장해 예방

● 장시간 노동 및 건강장해

+ 대리운전기사, 관련 업체 관리자와 심층 면담을 하여 구조화된 설문지를 만들고, 대리운전기사를 대상으로 온라인 설문조사를 실시하여 494명** 에 대한 자료를 수집하였음

+ 근무특성 특이사항으로 전업과 비전업으로 구분이 되었고, 전업과 비전업에서 차이를 보이는 내용은 ‘근무시간’이 전업은 일 평균 8.59시간, 비전업은 5.77시간이었고, 월간 근로일은 전업 평균 22.9일, 비전업 20.8일이었음. 그리고 ‘일 평균 대리운전 횟수’가 전업은 5~7회, 비전업은 3~5회 수행하고 있었음

** 505명에 대한 조사를 실시하였고, 그중 응답자가 여성인 11명에 대한 자료는 일반적 특성만 분석하였기에 494명으로 표시 하였고, 494명 중 전업 256명, 비전업 238명이 응답하였음

+ 전체적인 근무 특성 특이사항은 ‘대기시간’이 평균 116.54분 이었고, 대리운전 ‘Call과 Call 사이 이동시간’이 평균 103.3분이었음. ‘이동수단’은 일반버스 36.8%, 도보 19%, 개인형 이동장치 14.2%, 순환버스 11.7% 순이었음. ‘도보 이동’ 노동자의 1회 평균 이동거리는 1.1km이었음

+ 근무 중 휴게와 관련한 특이사항은 89.3%가 대기시간에 휴식을 취하고 있었고, 94.7%가 휴게 장소가 없는 것으로 응답하였음

+ 근무 특성 상 야간근무가 포함되어 수면의 질 조사를 실시하였고, 그 결과 77.9%가 불면에 해당하였음

+ 건강관련 설문에서 특이사항은 ‘주관적 건강상태 인지’가 보통 44.9%, 좋음 32% 순이었음. 질병 유무에서 고혈압 22.1%, 고지혈증 17.4%, 비만 13% 순이었다. 업무관련 건강문제는 눈의 피로 44.9%, 위장질환 15.6%, 두통 15% 순이었음

- + 감정노동과 작업장 폭력 관한 조사에서는 감정노동 수준은 3개 영역(감정부조화, 조직모니터링, 감정노동보호체계)에서 위험으로 평가 되었고, 작업장 폭력 수준은 1개 영역(직장/고객의 신체적 폭행)에서 위험으로 평가되었음
- + 그 외 업무 중 위험요인으로 고객으로부터의 신체적 폭력과 교통사고가 있었는데, 각각 22.1%, 25.9%가 경험하였음을 답하였음
- 장시간 노동과 건강장해 예방 방안
- + 야간업무와 장시간 운전으로 인한 건강문제가 있으므로 정기적인 검진 제공과 야간특검 대상에 포함 시키는 것이 필요함. 또한, 대기 시 휴게장소를 마련하여 안전하게 휴식을 할 수 있도록 하고, 야간 이동과 야간운전 시 발생가능한 안전사고 예방 교육이 제공되어야 할 것임. 고객의 폭언·폭행으로 보호할 수 있는 비상용 앱을 개발하여 제공하는 것이 필요함

03 연구활용방안

활용방안

- » 해당 직종별 노동자의 건강보호 정책과 제도 방안을 마련하는 기초자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 중앙대학교 백희정 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 박재오
- 연락처 | 052-703-0861
- e-mail | newnicx@kosha.or.kr

택배기사 걱정 근로시간에 관한 연구

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 07월
핵심단어_ 택배기사, 근로시간, 과로, 건강관리

01 연구배경

- » 홈쇼핑 생활화와 코로나바이러스 확산 방지를 위한 비대면 쇼핑으로 택배산업 증가 추세
 - 택배업 종사자는 배송량 증가, 장시간 노동, 야간작업, 감정노동, 교통사고, 중량물 취급에 따른 건강장해, 과도한 업무로 인한 사망 대책으로 업무조건과 작업환경 개선의 필요하여 걱정 노동 시간의 연구가 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- » 택배기사의 과로 방지 작업조건
 - 연구결과 택배기사 1일 노동시간은 평균 11.5~12.3시간으로, 1주 6일로 하면 69.0~73.8 시간이었음
 - 산재보상보험법에 의하면 1주 60시간을 초과하는 장시간노동으로 발생하는 뇌·심혈관질환은 업무상 질병으로 인정될 수 있음
 - 노·사·정 합의 기구에서 택배기사의 과로 방지를 위하여 1주 최대 노동시간을 60시간으로 합의 하고 초과하지 않도록 규제
 - 바람직한 노동시간은 1일 8시간 또는 1주 48시간 정도로 하여 신체 부담 감소
 - + 1일 8시간이나 1주 48시간을 초과 시 신체 부담 감소를 위한 건강관리 활동 필요
- » 택배기사의 건강관리를 위한 보건관리 방안
 - 택배기사의 건강진단과 사후관리
 - + 건강진단은 뇌심혈관질환 예방, 유해물질 노출 검사, 근골격계질환 부담작업 유해요인조사, 정신건강 조사 및 심리상담

- 업무적합성 평가(work-fitness evaluation)
- + 특수건강진단 실시
- + 택배기사에게 업무 중 심박수 측정기기를 착용하게 하여 업무 적합성 평가를 실시하고 스스로 업무강도 조절 유도
- + 1일 8시간이나 1주 48시간을 초과 시 신체 부담 감소를 위한 건강관리 활동 필요

시사점

- » 택배기사의 노동시간을 1주 최대 60시간으로 규제하되, 노동시간은 하루 8시간 또는 1주 48시간 정도로 조절하고 시간 초과 시 건강관리를 위한 보건관리 방안 제시

03 연구활용방안

제언

- » 택배기사의 노동시간을 1주 최대 60시간으로 규제하여, 노동시간 너무 길지 않도록 유도

활용방안

- » 택배기사의 과로 방지를 위한 적정 근로시간을 정하는 데 기초자료로 참고
- » 택배기사의 과로로 인한 건강장해를 관리하기 위한 정책을 구상하는 데 활용
- » 택배기사의 건강관리를 위한 건강진단 설계에 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 한양대학교 장태원 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 류향우
- 연락처 | 052-703-0855
- e-mail | r7645@kosha.or.kr

신종감염병 발생 사업장 대응체계 개선

- 코로나19 사례를 중심으로

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 신종감염병, 대응체계, 사업장, 코로나19

01 연구배경

- » 고용노동부는 2020년 코로나19 유행 초기부터 「코로나19 예방 및 확산방지를 위한 사업장 대응 지침」을 발표하고 코로나19 발생 동향에 따라 지속적으로 내용을 업데이트 해 왔음. 그러나 사업장에서 집단감염 사례가 지속되어 집단감염이 발생한 사업장에서 코로나19 대응지침이 제대로 지켜지지 않은 원인을 파악하고 이를 대응방안에 반영할 필요가 있음
- » 본 연구의 목적은 사업장 코로나19 집단감염 사례를 조사·분석하여 향후 신종감염병의 출현에 대비하여 사업주의 조치사항 등 사업장에서 활용할 수 있는 사업장 감염병 대응 매뉴얼을 마련하고 효과적인 정부 대응체계를 제시하는 것임

02 주요연구내용

연구결과

- » 사업장 언론보도를 중심으로 한 사업장 집단감염 사례 분석
 - 2020년도 상반기에 발생한 서울 구로구 콜센터 코로나19 대규모 집단감염은 밀집된 환경, 사회적 거리두기가 지켜지지 않는 점이 원인으로 지목되고 물류센터의 경우에는 사업장 방역 수칙이 제대로 지켜지지 않았다는 것이 주요 원인으로 제기됨
 - 2020년도 중반에도 대기업에서 집단감염이 잇따르자 이에 대한 원인으로 3밀(밀접, 밀집, 밀폐) 위험요인에 대한 사회적 경각심이 더욱 높아짐

- 2020년도 하반기에는 샤워실, 화장실, 탈의실, 휴게실 등 근로자들이 공동으로 사용하는 장소에서 코로나19 전파 위험이 높은 것으로 나타났음
- 2021년도 상반기에는 확진 사실을 숨기고 업무를 지속하는 문제, 공용공간(식당, 화장실) 환경 관리 미흡, 환기 불충분, 작업장 내 소음으로 큰 소리로 동료간 대화 시 침방울이 더 튀는 환경 등 작업환경의 문제, 탈의, 근무 중 잠시 마스크를 벗는 경우, 협력업체 직원이 식당을 같이 이용하는 경우, 버스를 같이 타는 것이 문제점으로 부각되었다. 또한, 외국인 근로자가 많고 특히 밀집·밀집·밀폐된 작업공간과 회사 기숙사에서 공동생활을 하는 사업장에서 집단감염이 증가함
- 2021년 중반 이후로는 사업장에 외국인 근로자, 일용직 근로자가 많은 곳일수록 집단감염이 증가하였고, 집단감염이 많은 사업장은 주로 건설업종, 백화점, 소규모 사업장이었음. 사업장 내 상용 근로자가 아닌 일용직 근로자, 사업장 외부인 등이 관리가 되지 않아 문제가 된 사례라고 할 수 있음

» 보건관리자 전문가 델파이 조사 결과

- 예방체계 구축에서 가장 중요한 부분은 감염병 이해를 통한 사업주 및 관리자 협조와 의심자 발생 시 보고라인 구축이었으며, 사업장 내 감염병 관리를 위한 컨트롤타워 필요, 신종감염병 담당자에 대한 전문성 확보로 나타났음
- 정책요구도에서는 사업장 대응 지침에 대한 신속한 제공, 보건관리자 인력 확보를 위한 법제화, 감염병 관리 예산 사용 범위 확대 순으로 필요하다고 하였음
- 신종감염병 유행 시 방역에 필요한 인력 및 업무, 보건관리자를 지원하는 정보, 자가격리 범위, 행동수칙 등 사업장 실질적 지침과 감염병 원인, 증상, 전파 경로, 전염력, 치료방법 등의 정보를 우선적으로 제공받아야 한다고 응답하였음

» 보건관리자 설문조사 결과(196명)

- 응답자 중 확진자가 발생했다는 사업장은 전체의 49.5%이었으며, 자가격리자 발생은 73.0%, 매뉴얼은 88.8%의 사업장에서 마련하고 있었음
- 사업장 내 코로나19 관리 현황으로는 체온 측정(96.4%), 손소독제 비치(96.4%), 백신 현황 파악(91.8%), 출장·회식 자제(89.8%), 개인캡 사용(88.3%), 자가 모니터링(85.7%)이 비교적 높은 비율로 실시되고 있었고, 휴게실·흡연실 폐쇄(50.0%), 유연·재택근무 실시(54.6%), 책상 사이 간격 확대(57.5%), 사무실 가림판 설치(60.7%)가 잘 실시되지 않는 것으로 나타났음



- 코로나19 관련 사업장 내 제도로는 백신접종 후 휴가제공(78.1%), 비대면 회의(77.0%), 확진 시 유급휴가(63.8%)에 비해 유연근무제(52.6%), 가족돌봄휴가(53.1%), 재택근무(54.6%), 코로나 의심증상 시 유급휴가(58.2%)의 실시 비율이 낮은 것으로 나타났음. 코로나19 감염 관리를 위한 중요 정도는 5점 만점에서 아프면 쉴 수 있는 여건 마련이 4.5점, 감염병 관리를 위한 관리자 협조와 근로자 협조가 4.4점으로 가장 중요하다고 응답하였음
- 코로나19 전파방지를 위해 우선적으로 제공받고 싶은 정보로는 감염현황에 대한 내용이 전체의 38.6%이었으며, 매뉴얼 37.1%, 정부지침에 대한 내용 16.7%, 교육자료 내용은 7.6%이었음
- 신종감염병 법 개정 요구 내용은 보건관리자 관련 내용 30.7%, 정부의 역할 29.1%, 사업장 관련 28.3%, 업종에 대한 특수성을 고려한 지침 제시 5.5%, 근로자 관련 4.7% 순으로 응답하였음

» 신종감염병 대응체계 제시

- (감염관리를 위한 사업장 강제 조치) 기존 「산업안전보건법」에 신종감염병에 대한 사업주 및 근로자의 의무사항과 위험요인 관리방안 규정을 추가하거나, 방역관리자 항목을 신설하는 방안을 제안함
- (유관기관 협력체계 구축) 신종감염병 위기단계 중 ‘주의’ 이상 시 고용노동부는 비상대책회의를 통하여 TF팀을 구성하고 신종감염병 대응체계를 구축하도록 함. 고용노동부와 산업안전보건 공단의 역할을 구분하여 사업장을 대상으로 최신 정보의 파악, 지침 제시, 지원방안 마련, 교육 자료 개발, 현장점검을 지원하도록 함. 홈페이지 내 신종감염병 관련 사이트 탭을 별도로 구축하여 사업장에서 신속·편리하게 관련 정보에 접근할 수 있도록 함

» 신종감염병 사업장 매뉴얼 제시

- 현행 사업장 대응 지침을 토대로 방역 전담부서 및 담당자의 업무, 방역물품 및 예산 확보, 업무 지속계획 수립 시 검토되어야 할 항목, 사업장 내 감염병 위험도평가 지표, 방역관리 점검표, 재택근무 시 근로자 관리 방안, 사무공간 및 공용공간 내 방역지침, 출퇴근 시 지침 세부사항 등을 보완한 매뉴얼을 제시함

03 연구활용방안

활용방안

- » 연구결과를 바탕으로 신종감염병 유행 시 고용노동부 내 신종감염병 T/F 구축, 유관기관 협력, 사업장 지원 방안, 홍보 및 교육 자료 제작, 가이드라인 제작 등을 수행할 필요가 있음. 또한, 신종 감염병 유행 시 방역담당자와 이를 지원하는 행정명령 등을 제안할 수 있음
- » 연구결과를 바탕으로 신종감염병 사업장 가이드라인에는 사업장 체계구축, 예방수칙에서 사회적 거리두기를 구축, 근로자 교육 내용을 좀 더 자세히 제시하여 이를 활용할 수 있음



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 을지대학교 최은희 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 최윤정
- 연락처 | 052-703-0862
- e-mail | yoonjung@kosha.or.kr

직종별 건강진단 도입 방안 마련

- 택배, 건설업

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 택배 종사자, 건설기계 운전자, 건강진단, 사후관리

01 연구배경

- » 택배 노동자는 특수형태근로종사자로서 특수건강진단 대상이 아니며 산재보험 적용도 미흡한 실정임. 그리고 개인 사업주가 많아 건강 보호조치의 의무도 스스로 책임을 져야 하는 상황에 놓여 있어 2년마다 실시하는 국민건강보험 검진을 시행 받을 수 있는 자격은 있으나 수검률은 높지 않으리라고 추정됨
- » 또한 건설업 중장비 기계 운전 등에 종사하는 노동자도 특수형태근로종사자로서 마찬가지로의 상황에 놓여 있으며, 특히 건설업 특수형태근로종사자의 경우는 건설업 특성상 단기간 종사, 작업장소의 빈번한 이동 등으로 건강진단을 둘러싼 관리 자체가 어려운 조건에 놓여 있음
- » 따라서 「산업안전보건법」상 건강진단제도 적용을 받지 못하는 특수형태근로종사자 중에서 택배업 종사자와 건설업 특수형태근로종사자에 대한 건강진단 도입방안 마련과 사후관리 방안을 마련하여 질병 예방을 위한 조치를 하고자 함
 - 그리고 미장공, 도장공 등 옥외장소에서 주로 작업을 함에 따라 미세먼지나 폭염, 한파 등에 노출되고 있는 건설노동자들의 특성을 고려한 건강진단제도 개선방안 마련이 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- » 특수형태근로종사자의 직종별 건강진단(안) 개발에서 고려해야 할 점
 - 특수형태근로종사자의 안전보건 관리에 있어서 기존의 기업별 접근 방식으로는 한계가 있으며, 새로운 시각의 접근이 필요하고 노동환경개선 노력이 병행되어야 함
 - 건강진단(안)이 만들어진다고 해서 질병 예방이 된다고 보기 어려우며, 오히려 실효성 있는 사후관리가 더 중요하다고 판단되므로 사후관리가 제대로 시행될 수 있는 현장 조건, 제도개선이 선행될 필요가 있음

» 택배업

● 택배 종사자 건강진단 현황

+ 택배 종사자의 경우 이전에는 건강보험 지역가입자로 일반건강진단을 받았으나 택배 종사자의 급사가 사회적 문제로 대두된 이후 본 연구에서 조사한 4개의 택배 사업장에서 대부분 정부지원 사업(직종별 건강진단, 심층 건강진단) 건강진단을 실시하고 있는 것으로 파악됨

+ 택배업 종사하면서 국민건강보험공단 건강검진을 61.7%가 받았고 31.4%는 받지 않았다고 응답하였고, 건강검진은 2018년에 14.6%, 2019년에 24.62%, 2020년에 34.5%, 2021년에 45%로 택배업 종사자의 건강에 관한 관심 증가로 건강검진을 받는 비율이 높아지는 경향을 보임. 검진을 받지 않은 응답자의 77%는 시간이 없어서 건강검진을 받지 않았다고 응답하였음

● 택배 종사자 및 사용자 실태조사 결과

+ 택배업 종사자가 호소한 가장 많은 증상은 상지근육통>하지근육통>전신피로>두통 및 눈의 피로>요통>그 외 증상(위장질환 등) 순이었으며, 경험한 사고는 넘어짐>부딪힘>물체에 맞음 순이었음

+ 그리고 택배 종사자에게 필요한 안전보건 관리로 근골격계질환(64.6%), 뇌심혈관계질환(63.9%), 직무스트레스 관리, 주기적 근로자건강진단, 감정노동 관리, 주기적 건강상담 순으로 필요 정도를 응답하였음

+ 택배업 사용자가 필요한 안전보건 관리로 직무스트레스 관리(75%), 주기적 근로자건강진단(70%), 감정노동 관리, 뇌심혈관계질환, 근골격계질환 관리 순이었으며, 87%의 사업장에서 근골격계 유해요인조사를 실시하고 있다고 응답하였음

● 택배 종사자의 직종별 건강진단(안)

+ 건강진단 대상은 직고용 택배 종사자 및 특수고용형태 종사자를 모두 포함하여 실시하며, 건강진단 주기는 연 1회 실시하는 것으로 함

계통	검진항목
일반 (1차 기본)	- 문진과 진찰 및 상담 (직업력, 노출력, 과거 병력, 자각증상, 피부·눈 진찰, 생활습관 조사) - 신체계측(키, 몸무게, 비만도, 허리둘레), 혈압, 시력, 청력 측정 - 청진을 포함한 호흡기 신체 진찰, 흉부방사선 촬영(후전면) - 빈혈검사(Hb), 혈색소, 공복혈당, 간기능검사(AST, ALT, γ-GTP) - 총콜레스테롤, 중성지방(TG), HDL콜레스테롤, LDL 콜레스테롤(4년마다) - 혈청 크레아티닌 검사, 신사구체여과율(e-GFR), 요검사(요단백)



계통	1차	2차
신경계	- 불면증 증상 (ISI) 문진	- 불면증에 대한 정밀면담
위장관계	- 관련 증상 문진	- 없음
뇌심혈관계	- 총콜레스테롤, 중성지방, HDL콜레스테롤, LDL콜레스테롤(1년마다) - 우울증평가(PHQ-9 or PHQ-2) - 뇌심혈관계 발병위험도 평가	고위험 이상에서 진행 - 1안 : 심전도+관상동맥 칼슘 점수 - 2안 : 심전도+관상동맥 CT ※ 음성 시 5년간 유예
피부계	- 없음	- 피부 첩포검사, 피부단자검사 - 면역글로불린량(IgE), KOH 검사
안과계	- 시력검사	- 세극등현미경검사, 정밀안저검사, 정밀 안압 측정, 안과 진찰
청력	- 순음청력검사(1,000Hz)	- 없음

● 택배 종사자 건강진단 사후관리 방안

- + 건강진단 비용지원 및 사후관리 주체를 명확히 하는 것이 필요하며, 사후관리를 위한 대체인력 혹은 대체 인건비 문제 해결이 필요하며, 보건관리 체계 구축이 필요할 것으로 사료됨

» 건설업

● 건설기계 운전자의 건강진단 현황

- + 건설기계 운전자의 경우 건강보험 지역가입자로 일반건강진단을 받는 것이 대부분이었고, 그 외 일부는 건설근로자공제회 건강검진 사업 혹은 경기도 우리 회사 건강주치의 사업을 통해 건강검진을 받고 있었음

● 건설기계 운전자(노동자)의 실태조사 결과

- + 설문에 응답한 건설기계 운전자(N=241)들은 대부분 국민연금/건강보험 지역가입자(83.0%)로 특수형태근로종사자에 해당하며, 건강진단 현황을 보면 직장에서 건강진단을 수검한 비율이 23.7%였으며, 건강진단을 수검했다고 응답한 57명 중 사후관리를 받았다는 응답률은 100%로 주요 사후관리 항목으로 질병상담, 보건교육, 작업관리 순으로 나타났음
- + 질환을 진단받은 건설기계 운전자(N=62)들이 진단받은 질환은 근골격계질환(9.1%), 순환기(고혈압)(7.9%), 소화기(위장)(4.6%)순이었고, 업무와 관련 있다고 생각되는 건강문제로는 근골격계질환(9.1%), 정신(스트레스, 수면장애)(4.1%), 소화기(위장)(3.7%) 순이었음
- + 건설기계 운전자들이 필요하다고 생각되는 검진 유해인자는 분진, 소음, 불편한 자세, 장시간 노동, 기타 노출 유해인자(야간작업) 순이었음

- + 건설기계 운전자의 안전보건 관리현황으로 안전보건교육, 보호구 지급, 주기적 근로자건강진단, 생활습관 개선, 직무 스트레스 관리, 주기적 건강상담, 근로자 질환 관리 순이었음
- + 건설기계 운전자의 필요한 안전보건 관리로 보호구 지급(80.3%)이 가장 높았고, 다음으로 주기적 근로자 건강진단(79.4%), 안전보건 교육(73.4%), 주기적 건강상담(70.1%)이 높았음
- 건설기계 운전자의 직종별 건강진단(안)
- + 건강진단 대상은 직고용 및 특수형태근로종사자로서 건설기계 운전 및 조작원이며, 건강진단 주기는 연 1회 실시하는 것으로 함

계통		검진항목	
일반 (1차 기본)		- 문진과 진찰 및 상담(직업력, 노출력, 과거 병력, 자각증상, 생활습관 조사) - 계통별 신체 진찰 및 신체계측(키, 몸무게, 비만도, 허리둘레), 혈압, 시력, 청력 측정 - 혈액색소, 공복혈당, 간기능검사(AST, ALT, γ-GTP) - 총콜레스테롤, 중성지방(TG), HDL콜레스테롤, LDL 콜레스테롤(4년마다) - 혈청 크레아티닌 검사, 신사구체여과율(e-GFR), 요검사(요단백) - 흉부방사선 촬영(후전면)	
계통		1차	2차
호흡기계		- 청진을 포함한 호흡기 신체 진찰 - 폐활량 검사	- 흉부 방사선 촬영(측면) - 저선량 흉부 전산화단층촬영(증상, 근무 이력 등 종합적 판단 후 필요 시) - 결핵 도말검사
뇌·심혈관계		- 총콜레스테롤, 중성지방(TG), HDL콜레스테롤, LDL콜레스테롤 (1년마다) - 우울증 평가(PHQ-9 or PHQ-2) - 직무스트레스평가 (KOSS®19)	고위험 이상에서 진행 - 당화혈색소(HbA1c), 총콜레스테롤, 중성지방(TG), HDL-콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 - 1안 : 심전도+관상동맥 칼슘 점수 - 2안 : 심전도+관상동맥 CT ※ 음성시 5년간 유예
피부계		- 피부병변에 대한 신체 진찰	- 피부 첩포검사, 피부단자검사 - 면역글로불린정량(IgE), KOH 검사
안과계		- 안구에 대한 신체 진찰	- 세극등현미경검사, 정밀안저검사 - 정밀안압 측정, 안과 진찰
청력		- 순음청력검사(기도)	- 순음청력검사(양측 기도 및 골도, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000Hz) - 중이 검사(고막 운동성 검사)
야간작업	신경계	- 불면증 증상(ISI) 문진	- 심층 면담 및 문진(ESS, PSQI)
	위장관계	- 관련 증상 문진	- 위내시경
	내분비계	- 유방암 관련 증상 문진	- 유방촬영, 유방초음파



- 건설기계 운전자 건강진단 실효성 확보방안
- + 직종별 건강진단 대상자 범위를 정하고, 업종별 혹은 직종별 건강진단 제도 도입을 위한 고민이 필요함

» 옥외작업자 건강 보호 개선방안

- 현행 옥외작업자 건강보호와 관련해서는 고용노동부 건강보호 가이드 등이 있으며, 옥외작업을 유해 요인으로 검진을 수행하는 것은 제한적이기 때문에 옥외작업자의 미세먼지 노출, 고열 및 한랭, 자외선 등에 대한 노출 저감 및 작업 관리로 건강관리를 하는 것이 효용성이 있다고 판단됨

03 연구활용방안

활용방안

- » 택배 및 건설기계 운전자의 직종별 건강진단 제도마련
- » 향후 다른 특수형태근로종사자에 대한 건강진단 개발 및 사후관리 방안 마련 기초자료
- » 안전보건 관리의 새로운 시각을 확대 발전시키는 데 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 부산대학교 김영기 부교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 이소영
- 연락처 | 052-703-0865
- e-mail | leeso@kosha.or.kr

취약지역 야간작업 특수건강진단 실시 개선방안

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 10월
핵심단어_ 야간작업, 취약지역, 특수건강진단, 개선방안

01 연구배경

» 우리나라에서는 야간 교대근무자에 대하여 2014년부터 특수건강진단을 시행하고 있으나, 야간 교대근무를 하는 업종이 매우 다양하고 전국 각지에 흩어져 있어, 기존의 특수건강진단기관이 포괄하지 못하는 문제점이 있어 고용노동부에서는 2018년에 야간작업 특수건강진단기관(이하 ‘야특기관’)을 지정하였으며, 일부에서는 이를 통해 야간작업 특수건강진단을 실시하고 있음. 이러한 상황에서 취약지역 야간작업 특수건강진단의 현황, 야간작업 특수건강진단에 대한 특수건강진단기관(이하 ‘특검기관’)과 야특기관의 검진 수행에 대한 차별성, 취약지역 야간작업 특수건강진단 대상기관과 대상자의 건강진단에 대한 만족도와 애로사항, 문제점 등 현황을 파악함으로써 향후 취약지역 야간작업 특수건강진단 수행에 기초자료로 삼고자 함

02 주요연구내용

연구결과

» 야간교대근무의 건강영향

- 야간/교대근무는 생물학적으로 생체리듬을 교란시켜 뇌심혈관질환, 수면장애, 위장장애, 우울증, 유방암, 대장암, 전립선암 등 다양한 건강문제를 일으키며, 그 외에도 안전의 문제, 사회생활의 단절문제 등 여러 가지 문제를 일으키는 것으로 보고되고 있음

» 취약지역 야간작업 특수건강진단 현황

- 2020년에 1,191,362명이 야간작업 특수건강진단을 받은 것으로 나타났음. 2020년에 취약지역 야간작업 특수건강진단을 수행한 기관은 11개 지역에 56개소였으며, 지역적으로는 강원도가

가장 많았고, 전라남도, 경상남도의 순이었음. 이 기관들을 이용하여 야간작업특수건강진단을 받은 사업장수는 947개소, 수검자수 11,340명이었음. 취약지역 야간특수건강진단 사업장은 병원/요양병원/간병/요양/복지시설/보육시설 등 보건/복지관련 사업장이 518개소로 54.70%를 차지하였고, 주거용부동산 관리/사업시설 유지관리/경비/인력관리 관련 사업장이 353개소로 37.28%를 차지하여 이들 업종에서 91.97%를 차지하였음. 수검인원이 10인 미만인 사업장이 636개소로 67.16%를 차지하고, 수검인원이 20인 미만인 사업장이 786개소로 83%를 차지하였음. 수검인원이 50인 미만인 사업장은 909개소로 95.99%를 차지하였음. 야특기관과 특검기관의 야간작업 특수건강진단 기관별 판정 현황은 A 판정의 비율은 야특기관과 특검기관이 유사하였으나, 야특기관에서 CN 판정이 많고, DN 판정비율은 낮은 것으로 관찰되었음. 특검기관과 야특기관에서 야간작업 특수건강진단을 받은 수검자들의 건강상태는 일부 항목에서 차이가 있었으나, 유의미해 보이지는 않았음

» 취약지역 야특기관과 인근 특검기관 비용분석

- 특검기관을 이용하여 야간작업 특수건강진단을 받을 경우 야특기관에 비하여 거리는 6.47배 더 멀었고, 이동시간은 대중교통을 이용하였을 때 3.62배의 시간이 소요됨. 대중교통을 이용한 경우 교통비는 3.65배 비용이 드는 것으로 평가되었고, 자차를 이용하였을 때 교통비는 16.38배 비용이 많이 드는 것으로 평가됨

» 취약지역 야간작업 특수건강진단 수검자 설문조사

- 취약지역 야간작업에 대한 만족도는 ‘보통이상으로 만족한다’가 92.55%로 비교적 만족하는 것으로 나타났고, 출장검진보다는 내원검진을 약간 더 선호(56.38%)하는 것으로 나타났음. 기타의견으로 야간작업 특수건강진단에 대해 직원의 건강을 생각해주고, 건강상태 확인하면서 이것 저것 관심을 가져줘서 고맙다는 긍정적인 의견과 검진내용이 설문지에 의존도가 높은 점, 항목이 적은 점, 절차와 과정에 대한 부정적인 의견도 있었음

» 취약지역 야간작업 사업장 담당자 설문조사

- 사업장 담당자는 야특기관에 대하여 모두가 보통이상으로 만족한다고 대답하였고, 검진기관에 대한 선호도는 취약지역 야특기관에서 검진받는 것이 좋다고 응답한 경우가 57.89%였음. 취약지역 야특기관에 대하여는 가까워서 접근성이 좋으며 편리하고, 출장검진을 하는 경우 대상 직원의 일정을 고려하여 검진일정을 잡는 것이 매우 어렵다는 의견이었음. 특검기관에 대하여는 숙련도가 양호하다는 의견이었음. 취약지역 야간작업 특수건강기관을 한시적으로 허용해 달라거나, 확대해 달라라는 의견과 검진 항목, 방법, 비용, 사후관리 등에 대한 불만의견이 있었음

» 취약지역 야간작업 특수건강진단 기관 설문조사

- 취약지역 야특기관의 위치는 84.21%가 시내에 있었고, 본원야특을 해결하기 위해 시행하게 되었다는 대답이 78.95%를 차지하였음. 별도의 검진프로그램이 없다는 곳이 63.16%를 차지하였음. 모든 기관에서 의사상담은 수행하고 있었으며, 힘든 점으로 서류가 너무 많고 복잡하다는 의견과 오프라인 교육이 힘들다는 점, 근로자의 인지도가 낮고, 검진항목이 부족하다는 의견과 야간작업 특수건강진단에 대한 교육, 의사 판정교육 등 다양한 교육이 필요하다는 의견을 주었음. 근로자들에 대한 홍보가 부족하다는 의견도 있었음

» 인근 특수건강진단 기관 설문조사

- 대부분의 기관이 검진에 있어서 장거리가 문제가 되지는 않는다고 대답하였음. 검진인원이 50명이상이 되면 출장을 간다는 대답이었으나, 출장일정이 잡혀 있어 취약지역 야간작업 특수건강진단 대상사업장과 일정을 조율하기 힘들다는 의견이었음

» 전문가 면접조사 및 토론회

- 직업환경의학 전문의가 아무리 많이 배출되어도 시장논리에 의해 취약지역의 야간작업 특수건강진단 전체를 담당하기는 어려울 것임. 즉 이것은 의료의 불균형의 국가적인 문제일 수 있다는 지점임. 야간작업의 위험성을 자각하고 제도권으로 편입시켰다는 점에서 야간작업 특수건강진단의 의미가 큼. 그러나 야간작업 특수건강진단을 건강진단을 수행하는 것만으로 의미를 두어서는 안 되고, 산업보건의 맥락에서 검진을 수행하고 어떻게 사후관리를 하여 근로자의 건강을 지킬 것인지에 의미를 두고 해결하려는 생각을 하여야 함

» 산업안전보건공단 관계자 설문조사

- 취약지역 야간작업 특수건강진단기관에 대하여 전반적으로 조금 부족하지만, 질적인 향상방법을 꾀하여야 함. 야특기관이 해당지역의 특수건강진단 수진을 향상에 기여하고 있어 향후 야특기관이 해당지역 야간작업 근로자의 건강을 관리하여야 한다는 것이 다수의 의견이었음

03 연구활용방안

제언

- » 취약지역 중에서 야간작업 특수건강진단기관이 없는 곳에서의 야간작업 특수건강진단 수행현황을 파악하여, 이를 반영할 필요가 있음

- » 향후 야간작업 특수건강진단 실행 시에 현장의 소리를 반영하여, 건강진단 대상의 양적, 질적 향상 방안, 사후관리 수행방안 등을 모색해야 함



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 계명대학교 정인성 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 고경선
- 연락처 | 052-703-0856
- e-mail | k0426@kosha.or.kr

사업장 보건관리자 직접 고용의무에 따른 문제점 및 개선방안 연구

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 사업장 보건관리자, 직접 고용의무, 전문분야별 위탁보건관리

01 연구배경

» 사업장 보건관리 강화

- 상시근로자 300인 이상 사업장은 2021년 10월 21일부터 「기업활동 규제완화에 관한 특별조치법」에 따라 보건관리자를 1명 이상 직접 고용해야 함
- 사업주 또는 경영책임자 등은 2022년 1월 27일부터 「중대재해 처벌 등에 관한 법률」에 따라서 안전보건관리체계의 구축 및 그 이행에 관한 조치, 안전·보건 관계 법령에 따른 의무이행에 필요한 관리상의 조치 등을 해야 함

» 연구 목적

- 사업장에서 보건관리자를 특정 분야 1인의 자격자로 채용할 경우 비전공분야의 업무수행에 제한이 있어, 이에 따른 문제점을 조사하고 이에 대한 해결 방안을 제시하기 위함

02 주요연구내용

연구결과

» 보건관리자 선임제도 및 현황 조사

- 사업장 보건관리 체계 강화
- + 전담 보건관리자가 사업장 보건관리 담당, 300인 미만 사업장은 보건관리 위탁 허용
- + 사업장 보건관리 체계 작동을 위한 산업보건의 선임: 기업의 자율고용
- 보건관리 업무수행 실태조사 결과, 사업장 업종별, 보건관리자 직종별 보건관리 요구도와 업무수행도에 차이가 있었음
- + 제조업은 의사, 간호사에 대해 “일반건강진단 결과 유소견자 지도”, “직무스트레스예방관리”, “특수건강진단 결과 유해인자에 따른 유소견자 지도”를 주로 요구하였고, 산업위생기사에 대해

“취급 화학물질의 법적규제 및 건강위험성에 대한 지도·조언”, “전체환기장치 및 국소배기장치에 관한 설비 점검”, “작업장 순회점검·지도 및 조치의 건의”, “산재 발생의 원인 조사 및 재발 방지를 위한 지도·조언”, “근골격계부담작업 유해요인조사” 주로 요구하였음

- + 비제조업은 의사, 간호사에 대해 “뇌심혈관질환예방관리”와 “근골격계질환예방관리”를 주로 요구하였고, 산업위생기사에 대해 “취급 화학물질에 대한 물질안전보건자료 확인”, “작업장 순회점검·지도 및 조치의 건의”, “근골격계부담작업 유해요인조사”등을 주로 요구하였음
- 보건관리자의 자격에 따라 전문성이 부족한 분야에 대한 보건관리 위탁 요구도가 높았음
- 전문적인 보건관리를 위해, 이미 보건관리자가 있더라도 필요한 업무내용에 따라 보건관리자를 추가로 선임하거나 보건관리 업무를 전문적으로 하는 보건관리전문기관에 전문분야별로 위탁 하여 보건관리 업무가 원활하게 수행되도록 해야 함

» 보건관리 전문분야별 위탁관리 방안

- 보건관리전문기관의 전문분야별 위탁관리 방안, 업무수행 한계와 개선안 제시
- + 직업환경의학, 직업건강간호, 산업위생분야
- 보건관리 전문분야별 위탁관리 관련 법, 규정 개정안
- + 「산업안전보건법 시행령」: 보건관리전문기관의 전문분야별 위탁관리 내용 신설, 건설업도 전문 분야별 부분위탁을 할 수 있도록 건설업 제외 조문 삭제, 보건관리전문기관의 인력·시설 및 장비 기준에 부분위탁관리 지정한계 적용 변경 등 제안
- + 「안전·보건관리전문기관 및 재해예방 전문지도기관 관리규정」: 보건관리전문기관 상대역인 “안전·보건업무담당자”의 자격 구체화, 전문분야별 위탁관리에 대한 직종별 방문주기 기준 제안
- 제도 개선에 대한 규제영향 분석
- + 보건관리전문기관의 전문분야별 위탁 관리는 목적·수단 간 비례가 타당하였음
- + 전문분야별 위탁 관리의 영향평가와 기타 고려 사항은 해당 없음으로 나타남
- + 피 규제자 준수 가능성과 기업의 자율적인 선택권을 보장하기 위한 제도적인 보완을 통하여 행정적 및 재정적 집행가능성을 나타내었으므로 보건관리전문기관의 전문분야별 위탁관리가 실효성이 있다고 검토하였음

시사점

- » 보건관리자 선임제도 강화에 따른 문제점을 도출하고 문제 해결을 위한 대응 방안으로 보건관리 전문기관 전문분야별 위탁관리를 위한 구체적 제도개선안을 제시함

03 연구활용방안

제언

- » 사업장에서 보건관리자 업무가 원활하게 수행될 수 있도록 보건관리자의 표준업무 매뉴얼과 사업장 보건관리상태 표준서식 개발 보급이 필요함

개선방안 또는 정책방안

- » 제도 개선
 - 사업장에서 보건관리자를 특정 분야 1인의 자격자로 채용할 경우 비전공분야의 업무에 전문성 제한이 있어 필요한 업무내용에 따라 보건관리전문기관에 전문분야별(직업환경의학, 직업건강 간호, 산업위생)로 위탁관리하여 보건관리 업무가 종합적으로 원활하게 이루어질 수 있도록 보건관리자 선임제도 관련 법령을 개정할 필요가 있음
- » 정책 방안
 - 사업장에서 보건관리자 업무가 포괄적으로 수행될 수 있도록 보건관리자 표준업무 매뉴얼과 사업장 보건관리상태 표준서식 개발 보급이 필요함
 - 근로감독관 집무규정에서 사용하는 「제조업 등 사업장 안전·보건 감독점검표」의 점검항목에 사업장에 선임된 보건관리자 자격에 따라 전문성이 제한된 보건관리 업무를 원활하게 수행하고 있는지를 포함하여 사업장 안전보건관리체제와 안전보건관리책임자, 안전보건관리자의 직무 이행 적정성을 점검하고 지도하는 방안이 필요함
 - 중대재해 예방을 위한 활동으로 산업보건관리 성과지표를 개발하여 사업장에 보급하고, 사업주 책임 하에 현장 노동자가 참여하여 직장 안전·보건 개선활동을 추진하는데 필요한 참여형 직장 안전·보건개선활동 프로그램 지원과 위험요인 개선 모니터링을 지속적으로 실시해야 함



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 순천향대학교 우극현 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 이미영
- 연락처 | 052-703-0855
- e-mail | cookmom@kosha.or.kr

직업훈련교육 시 산업안전보건교육 내용 반영 방안 연구

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 직업훈련교육, 산업안전보건교육, 직업별 유해위험특성,
국가직무능력표준

01 연구배경

- » 사고·사망 재해율 감소를 위해 직업훈련 단계에서 안전보건교육의 중요성 대두
 - 직업훈련 교육 시 산업안전보건교육은 미숙련 노동자(실업자, 재직자)의 안전보건 인식을 향상 시키기 위한 필수 요소
- + 직업훈련 단계에서 산업안전보건교육 지원방안 개발과 제도개선 필요

02 주요연구내용

연구결과

- » 직업훈련기관의 직업훈련 과정 중 안전보건 현황(면접 및 설문)
 - 안전보건에 관한 훈련내용 부족
 - 교수 인력의 안전보건 역량 부족, 전문성 결여
 - 직업훈련기관의 보호 장구 미흡
 - 직업훈련 과정 평가 시 안전보건은 평가 요소에서 배제되어 있음
- » 직업훈련과 산업안전보건교육의 연계 체계 개선
 - 직업훈련 시 산업안전교육내용 반영 정책 및 제도개선 체계 구축
 - NCS 반영절차에 고용노동부의 『직업훈련국』과 『산업안전보건본부』간 협조 체계를 구축하여 정책방향 제시
- + NCS에 구성되어 있는 산업안전보건관련 내용의 종합검토
- + NCS 절차에 산업안전보건전문가 참여시스템 구축

- + 직업훈련기관 직업훈련교사에 대한 산업안전보건 교육 이수제 도입
- + 직업훈련 과정의 안전보건에 대한 워크숍 개최
- » 직업훈련기관과 산업안전전문기관의 협업체계를 구축하여 직업훈련 시 산업안전보건 교육 내용 반영
 - 직업훈련기관과 산업안전전문기관의 교육 협조 네트워크 구축
- + 상호 협조를 통한 교육 지원방안 협의
- + 주기적 훈련기관 현장 지도
- + 간담회 개최 및 교육실시 등
 - 적정 보호구 지급 및 착용방법 교육
 - 직업훈련 교사를 위한 안전보건교육과정 개발
 - 직업훈련기관을 위한 산업안전교육 가이드 제시 및 활용

시사점

- » 직업훈련과정에서 산업안전보건교육의 현황과 문제점을 파악하고, 산업안전보건교육 내용을 반영 방안과 지원, 협업체계, 제도 개선방안 제시
- » 직업훈련에서의 산업안전보건교육으로 사고·사망 재해율 감소에 기여
 - 안전보건에 대한 근로자의 역량 강화 기반조성
 - 직종별 유해위험요소에 대한 인식 확산
 - 사업장 안전보건 활동의 활성화와 안전문화 정착

03 연구활용방안

제언

- » 직업훈련교육에 산업안전보건교육의 반영 원칙, 프로세스, 가이드 제시
 - 안전보건 전문기관에서 직업훈련기관 및 훈련생에 대한 안전보건지원 사업 추진 제안
- + 직업훈련 시 산업안전보건교육이 활발히 이루어지기 위한 제도적 방안으로 「산업안전보건법」상 교육제도와 직업훈련을 연계하는 방안 제안
- + 사업장 진입단계에서부터 산업안전보건 활성화로 산업재해예방의 기틀 마련에 기여



활용방안

>> 직업훈련기관에서 산업안전보건에 대한 교육내용 반영

- 직업을 갖고자 하는 모든 사람이 산업안전보건 능력을 배양할 수 있는 환경의 조성 기대



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 한국교통대학교 백종배 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 류향우
- 연락처 | 052-703-0858
- e-mail | r7645@kosha.or.kr

14

컴퓨터 신경행동검사 활성화 연구(II)

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 10월
핵심단어_ 신경행동검사, 특수건강진단, 신경계

01 연구배경

» 중추신경계 장애 조기 발견 필요성

- 업무 중 신경계 유해물질 노출로 인한 중추신경계 기능 이상이 장기간 지속되는 경우 치매와 유사한 영구적인 인지기능 장애로 진행되므로 특수검진에서 중추신경계 기능 이상을 조기에 발견하여 적절한 조치를 취해야 함
- 현재 「근로자건강진단 실무지침」의 신경계 2차 검사인 컴퓨터 신경행동검사는 검사 항목만 실려 있고 검사 세부 내용과 유소견자 선별기준이 없어 신경계 장애가 있는 유소견자 발견에 활용되지 않음

» 연구 목적

- 특수검진을 통해 신경계 독성물질에 노출되는 근로자들의 신경계 장애를 조기에 발견하기 위해서 1차 연구에서 제안한 신경계 1차와 2차 검사 방법과 요관찰자 및 유소견자 판정 기준의 현장 적용성을 확인하기 위함

02 주요연구내용

연구결과

» 컴퓨터 신경행동검사 적용 연구 실시

- 1차 연구에서 제안한 컴퓨터 신경행동검사 방법을 2차 연구에 활용하여 근로자의 신경계 검사 활용성을 조사함



- 1차 검사: 신경계 유해인자에 10년 이상 노출된 근로자, 혹은 5년 이상 노출되고 신경계 증상을 호소하는 근로자 및 의사에 의해 검사가 필요하다고 판단되는 근로자를 신경계 1차 검사 대상으로 선정함
- + 5개 특수검진기관에서 총 267명 근로자 대상으로 하여 신경계 검사 실시
- + 신경행동검사 중 부호숫자짜짓기를 1차 검사방법으로 사용
- + 2차 검사 대상은 일반 인구집단 기준 30% 이하의 검사결과를 보인 43명이었음
- 2차 검사: 1차 검사에서 선별한 근로자 22명을 대상으로 신경계 검사 실시
- + 신경행동검사 중 6개 검사항목(선택반응시간, 글자색맞추기, 숫자더하기, 숫자구분, 부호숫자 짜짓기, 정방향 숫자외우기)을 2차 검사방법으로 사용
- 판정기준
- + 6개 검사항목의 측정값 중 2개 이상 검사항목에서 측정값이 일반 인구집단 기준 10% 이하에 해당하고, 동시에 6개 검사항목의 평균이 일반 인구집단 기준 30% 이하인 경우를 유소견자 판정기준으로 적용함
- + 1차 검사 대상 267명 중 3명(1.1%)이 유소견 의심자(D1 의심자)로, 15명(5.6%)이 요관찰자(C1)로 판정되었음
- » 컴퓨터 신경행동검사 현장 적용성 검토
 - 신경행동검사방법 교육
 - + 1차 연구에서 마련한 교육 자료를 활용한 신규 검사자 교육은 2시간 이내로 완료 가능하였음
 - 1차 및 2차 검사의 현장 적용성
 - + 컴퓨터 신경행동검사 1차 검사는 5분 이내로 검사가 가능하여 출장 검진시간 증가 없이 검사가 가능하였고, 2차 검사의 경우 원내에서 30분 이내에서 충분히 검사할 수 있었음
 - 검사 비용
 - + 컴퓨터 신경행동검사 1차 검사 비용은 15,000원으로 유기용제 생물학적 노출평가 비용보다 낮으며, 6개 항목으로 구성된 2차 검사비용은 45,000원 수준으로, 신경계 유해물질 노출로 인한 신경계 장애 조기 발견으로 신경계 손상 악화 예방, 근로자 건강 보호가 가능하여 비용 효과적이라고 추정함



시사점

- » 의료기기로 승인받은 컴퓨터 신경행동검사를 이용하여 특수건강진단기관에서 신경계 독성물질에

노출되는 근로자들에게 사용할 수 있는 신경계 1차, 2차 검사 대상자 선정 방법과 검사 방법, 유소견자 판정기준을 제시함

03 연구활용방안

제언

- » 이 연구 결과에서 제시한 검사 방법을 근로자 건강진단에 활용하면 신경계 유소견자를 조기에 발견하여 신경계 질환 예방 효과를 기대할 수 있음

개선방안 또는 정책방안

- » 제도 개선
 - 뇌독증 등의 신경계 이상을 조기 발견하기 위하여 컴퓨터 신경행동검사를 신경계 1차 검사와 2차 검사로 지정하여 활용할 필요가 있음
 - 컴퓨터 신경행동검사 검사방법과 신경계 유소견자 판정기준을 「근로자건강진단 실무지침」에 반영할 필요가 있음



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 영남대학교 사공준 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 이미영
- 연락처 | 052-703-0855
- e-mail | cookmom@kosha.or.kr

근로자건강진단자료 표준화를 위한 체계 개발 및 적용

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 근로자 건강진단자료, K2B, 표준화, 오류점검, 개선방안

01 연구배경

- » 근로자 건강진단결과 자료의 활용성을 강화하고 표준화할 수 있는 방향으로 자료 체계 기반을 구축하고자 함
- » 근로자 건강진단 자료는 연구목적으로 수집·누적된 자료가 아니므로, 실제 연구수행 및 정책적 방향 도출 등 공공의 목적에 활용하려면 자료의 보안성, 질 관리, 활용성을 고려한 재구성이 필요함
- » 건강진단자료의 오류점검 및 개선방안 마련하고, 자료 표준화 알고리즘 개발 및 적용과 더불어 국제적 표준화로 나아가기 위한 기반을 조성할 필요가 있음

02 주요연구내용

연구결과

- » 특수건강진단 자료 오류 점검
 - K2B 특수건강진단 자료 자체 구성과 주요 오류요인 파악
 - + 하나의 결과코드로 표준화할 수 있는 코드가 검사항목별로 중복 사용되고 있으며, 코드체계의 분류가 세분화되어 있어 데이터 관리 관점에서 도메인¹⁾의 검토가 요구됨
 - 1) 도메인 : 관계형 데이터베이스에서 테이블의 각 속성이 가질 수 있는 값의 집합
 - + K2B 데이터베이스의 검사결과 테이블 색인은 검색성능을 향상시킬 수 없으며, 오히려 저장 속도를 저하시킴으로 색인은 재정이 필요한 상태임. 또한 과거 테이블이 마이그레이션²⁾ 되지 않고 관리되고 있으며, 테이블의 변경 이력관리가 되지 않고 있음
 - 2) 마이그레이션 : 하나의 운영환경으로부터 더 나은 운영환경으로 옮겨가는 과정을 뜻하는 정보통신 용어

- 자료 입력/전송 자료 비교 분석 및 문제점 검토

+ K2B 프로그램 사용기관은 표준화된 형식으로 자료를 입력하여 전송하고 있으나, 자체 개발 프로그램을 사용하는 기관에서는 기관 내에서 생성한 XML³⁾ 자료를 전송하고 있음. XML 자료 생성과정에서 각 항목의 입력된 값 모두를 점검하지는 않으며, 업로드 후 K2B 시스템에서 점검하여 오류를 확인하고, XML을 재생성하는 과정을 반복하는 구조이므로 능동적 오류 처리에 어려움이 있음

3) XML(Extensible Markup Language) : 다목적 마크업 언어

» 외부자료와의 비교분석을 통한 미비점 검토

- 건강보험공단의 자료전송은 JSON⁴⁾ 형식을 이용하고 각 검사 항목별로 일정한 형식의 값을 제공하고 있음. 반면, 특수건강진단 자료 전송은 XML형식을 이용하고 있으며, 각 검사항목별 일정한 형식값이 아닌 검사항목이라는 하나의 항목에 문자형으로 입력되게 되어 있음
- 건강보험공단의 자료 전송 형식과 비교하였을 때, 현재 K2B의 전송방식은 너무 유연성이 높아서 입력 오류를 잡아내지 못함

4) JSON(JavaScript object Notation) : 경량 데이터 교환 형식이며 자바스크립트의 객체 표기법

» 특수건강진단 검사항목 데이터 검토

- 명목형 변수의 경우, 요검사, 영상검사, 병리검사 등에서 검사결과코드와 결과코드가 일치하지 않는 경우, 그리고 검사결과코드 자체에 정성적인 결과 서술 방식과 정량적인 결과 서술 방식이 혼재되어 있는 경우가 많았음
- 연속형 변수의 경우, 비만지수, 체중, 신장, 당화혈색소, 콜레스테롤 등에서 임상적으로 의미가 없는 데이터가 수집되고 있으므로 주요 검사항목별 데이터에 대한 정상범위 반영기준 및 분류 기준에 대한 제시가 필요함

» K2B 자료구조와 전송방식 개선방안 마련

- (자료처리 관점) 검사결과 유형 표준코드의 경우 통합 또는 재설계가 필요하며(예: 정상, 음성, 양성 등은 검사항목별 동일 표준코드화), 검사코드별 검정규칙을 등록하고 모니터링 과정에서 오류를 실시간으로 대응함
- (자료모델링 관점) 도메인에 따른 속성값 분류체계 재정립이 필요함. 즉 자료의 특성과 동일하게 데이터 형식의 분류를 문자형(Char), 수치형(Numeric) 등으로 재정의가 필요함
- (관리체계 관점) 데이터베이스 및 전산시스템 관리의 담당자 분류와 관련 규정 및 문서가 존재

하지 않으므로, 개선을 위해서는 칼럼 및 테이블 이력에 대한 문서관리, 품질관리위원회 및 표준화위원회 구성이 요구됨

- (사전점검 프로세스 고도화) K2B 데이터 전송 전 정의된 데이터의 형식 및 결과값에 대한 오류 점검과 오류내용에 대해 실시간으로 확인할 수 있는 사전점검 시스템 구축이 요구됨

» 특수건강진단 자료 입력 가이드라인 원칙 제시

- 항목별 자료입력코드의 표준화 : 1) 대분류/소분류/변수명/변수설명/변수값의 종류/실제문항 등의 분류표를 구성하여 입력값에 대한 검사항목별 유형화가 필요함. 2) 검사단위와 검사단위 명의 경우 통일되어 있지 않으며, 대부분 통념적으로 사용되는 단위로 되어 있어, 입력 당시의 시스템 등을 통일화하는 것이 필요함. 3) 기입값에 대한 대체값의 록업파일을 생성하고, 변수 값 중 의미 있는 값으로 변환함
- 특수건강진단 입력 가이드라인 : 입력 주체에 따라 달라지는 내용을 동일하게 하기 위해 표준화 하는 것이 필요하며, 1) 숫자형 변수는 평균과 표준편차를 이용하여 이상치를 처리하도록 제안함. 2) 숫자형 변수에 문자가 들어간 경우는 입력단계에서 사전점검 및 변수설정이 되어야 함. 3) 문자형 변수는 주관식의 표준화가 필요함

» 자료의 질 관리 적용대상 선정 및 오류처리 방안 마련

- 이미 수집된 데이터의 오류는 정제를 위해 데이터 사전(data dictionary)⁵⁾에 따라 수정을 진행 하고, 정제과정에서 명백한 오류 자체수정(Self evident correction, SEC) 방식으로 처리함
- 5) 데이터 사전(data dictionary) : 자료에 관한 정보를 모아두는 저장소, 자료 사전이라고도 함. 자료의 이름, 표현방식, 자료의 의미와 사용방식, 그리고 다른 자료와의 관계를 저장함
- 자료관리 표준매뉴얼 DMP(Data Management Plan)를 활용하여 수집된 데이터를 관리함
- DMP에는 데이터에 대한 설명, 수집 방법, 저장 및 보존 계획을 작성하여 문서화하며, 데이터 입력 시 오류를 줄이기 위해 data dictionary에 따라 숫자형/문자형이 구분되어 표준화된 값이 입력될 수 있도록 입력 프로그램을 생성 또는 개정해야 할 필요성이 있음

시사점

- » 자료수집의 관점에서 사전점검 시스템 구축이 필요
- » 검사항목별 임상적 의미를 정의한 구체적 입력가이드라인 마련 필요

03 연구활용방안

활용방안

- » K2B 자료의 오류 파악 및 개선방안의 기초 지식으로 활용
- » 외부자료와 연계가능한 표준자료 기반 조성 노하우 습득 및 기초 지식으로 활용
- » 직업성 건강위험요인과 건강 결과와의 관련성 규명을 위한 공동데이터 모델(Common Data Model, CDM) 구축기반 조성 가능



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 울산대학교 이지호 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 김보애
- 연락처 | 052-703-0864
- e-mail | kboae0307@kosha.or.kr

중대재해 처벌 등에 관한 법률상 직업성 질병의 범위

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 3월

핵심단어_ 중대재해, 직업병, 시행령

01 연구배경

- » 「중대재해 처벌 등에 관한 법률」(이하 「중대재해처벌법」)이 제정되어 2022년 1월 27일부터 시행됨에 따라 관련 쟁점 논의 및 하위법령 마련 등의 후속 조치가 필요한 상황임
- » 제정법의 내용 중 제2조 제2호 다목에서 “동일한 유해요인으로 급성중독 등 대통령령으로 정하는 직업성 질병자가 1년 이내에 3명 이상 발생한 경우”를 하나의 중대산업재해로 정의하고 있는데, 이와 관련하여 해당 직업성 질병자를 대통령령으로 정의할 필요가 있음
- » 본 연구의 목적은 중대산업재해로 분류될 수 있는 직업성 질병을 정의하고, 중대산업재해로 분류될 수 있는 직업성 질병의 범위를 제시하고, 이를 근거로 「중대재해 처벌 등에 관한 법률 시행령」(안)의 일부를 제시하는 것에 있음

02 주요연구내용

연구결과

- » 직업환경의학, 법률 분야 전문가로 구성된 연구진이 제정법의 문구해석과 법의 취지에 입각하여 주요 쟁점을 정리하고 토론하였고, 관련 분야 전문가, 이해당사자 등의 자문과 토론을 통해 시행령(안)을 마련하였음
- » 제정법률 제2조 제2호 다목에 명시된 ‘직업성 질병자’에 대한 이해를 위하여 해당 조항에 대해 크게 4가지로 해석함

- ① 제2조 제2호가 재해의 중대성만을 규정한다

→ 해석 : 가목 ‘사망이 발생한 경우’, 나목 ‘6개월 이상의 치료가 필요한 부상자가 동일한 사고로 2명 이상 발생한 경우’이므로 다목의 질병에 대해서 가목과 나목에 해당할 만한 중대성을 표현하는 것이라고 이해함. 나목의 부상은 원인을 별도로 규정하고 있지 않기에 질병 역시 원인이나 관리방안 등을 고려하는 규정이 아니라 중대성에 대해서만 규정하면 된다고 이해함

- ② 제2조 제2호의 다목에서 각 질환별 요양기간 등의 중증도를 별도로 규정할 필요가 없다

→ 해석 : ‘1년에 3명 이상 발생’은 1, 2명 발생한 경우를 중대재해로 다루지 않겠다는 의미로, 이 부분에서 이미 질병의 중대성을 다루고 있다고 이해함. 이때의 직업병 목록은 부상과 다른 질병의 특성을 고려한 목록화를 하라는 것으로 해석함

- ③ 제2조 제2호 다목의 직업병 목록은 「중대재해처벌법」의 취지에 맞게 제한된 목록화가 필요하다

→ 해석 : 제2조 제2호의 다목의 급성중독 등의 직업성 질환을 시행령으로 규정하는 것은 급성 중독의 특성에 맞는 직업병 목록, 즉 중증의 상태에 이르게 할 수 있고, 비교적 인과관계 규명과 사업주의 예방가능성을 확인할 수 있는 직업병을 시행령으로 별도 규정하라는 의미로 해석함

- ④ 「중대재해처벌법」의 실효성을 높이기 위해 목록을 제한해야 한다

→ 해석 : 제2조 제2호에서 모든 직업병을 목록화 할 경우, 오로지 「중대재해처벌법」 제4조* 규정의 해석에 따라서 절대적으로 처벌여부가 결정된다고 이해함. 따라서 특정 질병만이라도 반드시 처벌이 가능하도록 질병이 중하면서 인과성 규명이 일정하게 가능한 질병을 목록화하라는 의미로 해석함. 직업성 질병을 정하는데 <표 1> 중대재해처벌대상 직업성 질병을 정하는데 있어 고려한 5가지 기준을 제시함

* 「중대재해처벌법」 제4조(사업주와 경영책임자등의 안전 및 보건 확보의무) ① 사업주 또는 경영책임자 등은 사업주나 법인 또는 기관이 실질적으로 지배·운영·관리하는 사업 또는 사업장에서 종사자의 안전·보건상 유해 또는 위험을 방지하기 위하여 그 사업 또는 사업장의 특성 및 규모 등을 고려하여 다음 각 호에 따른 조치를 하여야 한다.

1. 재해예방에 필요한 인력 및 예산 등 안전보건관리체계의 구축 및 그 이행에 관한 조치
2. 재해 발생 시 재발방지 대책의 수립 및 그 이행에 관한 조치
3. 중앙행정기관·지방자치단체가 관계 법령에 따라 개선, 시정 등을 명한 사항의 이행에 관한 조치
4. 안전·보건 관계 법령에 따른 의무이행에 필요한 관리상의 조치

② 제1항제1호·제4호의 조치에 관한 구체적인 사항은 대통령령으로 정한다.

〈표 1〉 중대재해처벌대상 직업성 질병을 정하는데 있어 고려한 5가지 기준

기준	내용
1) 업무와 인과관계 파악 가능	- 유해요인 노출과 질병발생간에 잠복기가 짧은 경우 - 단일요인으로 초래된 질병이 아니거나, 잠복기가 긴 질병이라도 원인의 정량적 평가가 가능해 유해요인을 구분할 수 있는 경우
2) 예방을 위한 사업주 의무가 산업법 등에 명시	- 질병을 예방할 수 있는 조치가 산업법 등에 명시되어 있는 경우
3) 법상 의무 이행으로 사업주의 질병 예방 가능	- 「산업안전보건법」 등에 명시된 조치 의무 이행으로 질병 예방이 가능한 경우
4) 질병으로 인한 신체 피해의 심각성	- 질병으로 인해 신체적/정신적 피해가 심각한 경우
5) 사회적 관심이 높은 중대질병	- 1)~4) 조건을 충분히 만족하지 못하더라도 사회적 관심이 높아 사업주 처벌을 통해 질병 예방이 필요한 경우

» 위의 4가지 해석을 근거로 〈표 2〉 시행령 4가지 안 분류 기준을 마련하였고, 이에 대한 4개의 시행령(안)을 제시함

〈표 2〉 시행령 4가지 안 분류

	직업병 목록 제한(-)	직업별 목록 제한(+)
중대성에 질병중증도 포함(+)	1안 (해석 ① ③)	2안 (해석 ① ④)
중대성에 질병중증도 포함(-)	1-1안 (해석 ② ③)	2-1안 (해석 ② ④)

03 연구활용방안

제언

- » 외국 사례 검토, 법률, 의학적인 논의 과정을 통해 연구결과와 같이 4가지 안을 제시함. 4가지 안이지만, 결국 대상 질병의 범위를 좁힐 것인지, 아니면 최대한 넓히고 제4조의 판단에 의해 처벌의 기준이 될 수 있도록 둘지를 결정하는 것이 될 것임
- » 중대시민재해처럼 질병별 중증도를 별도로 두는 것과 이미 법에서 기술하고 있는 “동일요인”, “1년에 3명 이상 발생”이라는 중대성만으로 충분하여 질병별 중증도까지 정하는 것이 시행령에 위임된 것은 아니라는 의견이 다 해석 가능한 상황임. 위임의 범위를 줄이는 것이 적절하며, 질병별 중증도를 정하는 기준 역시 임의성이 개입될 여지가 있어, 4가지 안을 두 가지 안으로 좁히려면, 질병별 중증도를 표시하지 않는 방안, 즉 1-1안과 2-1안이 더 유력하게 논의될 필요가 있음. 이 연구에서는 법안 해석의 다양성으로 인해 한 가지 안을 제안하는 것이 적절하지 않다고 판단하여 한 가지 단일안을 제안하지 않았음. 다만 여러 안을 제시한 근거, 주요 쟁점 등을 정리함으로써 의사결정에 기여하고자 했음
- » 또한 시행령 안을 마련하는데, “법안의 문구적 해석”만을 기준으로 할 경우, 다양한 의견을 정리하고 결론내기 어렵다고 판단됨. 따라서, “범의 취지”를 기준으로 논의와 의견을 모아내는 과정이 필요하다고 판단됨. 법률 전문가 뿐 아니라, 산업보건, 직업환경의학 분야의 전문가, 노동계, 경영계 등의 의견까지 수렴하여 최종안이 마련되는 과정이 필요하다고 판단됨



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 가톨릭대학교 서울성모병원 구정완 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 박재오
- 연락처 | 052-703-0861
- e-mail | newnicx@kosha.or.kr

고객 등 제3자의 폭언등에 의한 건강보호범위 해석지침 개발

연구기간_ 2021년 08월 ~ 2021년 09월
핵심단어_ 고객 등, 제3자, 폭언, 해석지침

01 연구배경

- » 「산업안전보건법」 제41조(고객의 폭언 등에 의한 건강장해 예방조치) 제2항 개정으로 “고객의 폭언 등으로 인한 건강장해가 발생하거나 발생할 현저한 우려가 있는 경우” 보호조치 범위 확대

• 건강장해 예방 조치 대상

법 개정 전	법 개정 후	변경 내용
고객의 폭언 등* 으로 인해 건강장해가 발생하거나 발생할 현저한 우려가 있는 고객응대근로자	업무와 관련하여 고객 등 제3자의 폭언 등으로 인하여 건강장해가 발생하거나 발생할 현저한 우려가 있는 근로자	보호조치 및 불이익처우 금지 대상 요건에 ‘업무 관련성’을 추가하여 업무 외 사항 제외

* 고객의 폭언 등; 폭언, 폭행, 그밖에 적정 범위를 벗어난 신체적·정신적 고통을 유발하는 행위

- + 근로자와 제3자와의 사적인 관계에서 발생한 문제는 사업주 조치의무 부과 제외
- + 법의 해석 범위를 정하기 위한 해석지침 마련

02 주요연구내용

연구결과

» 업무관련성

- 개정된 「산업안전보건법」 제41조 제2항의 ‘업무와 관련하여’의 해석 기준
- + 근로계약에 따라 수행
- + 사업주가 근로자에 대하여 지시, 통제할 수 있는 장소, 시간적 범위
- + 개인적 일탈행위이거나 사적인 행위 제외

» 고객 등 제3자 범위

- 고객과 같은 종류의 대상이자 법률관계로서 고용관계를 맺은 당사자 외의 자를 의미
- 업무적 연관성이 없는 제3자 특성
- + 사업주와 고용관계를 맺고 있지 않은 자
- + 근로자의 업무와 이해관계가 있는 자
- + 근로자가 업무적 관계에서 재량이나 자율성의 정도가 낮은 위치

» 종합판단

- “업무” 관련성을 먼저 판단하여, 관련성이 있는 경우에 “제3자”를 판단하여 인정
- 고객 등 제3자 가해 행위에 의한 근로자의 건강보호 범위는 “업무”와 “제3자”에 대한 판단기준을 통하여 모두 해당이 되어야 함

시사점

- » “고객의 폭언 등으로 인한 건강장해가 발생하거나 발생할 현저한 우려가 있는 경우”의 보호조치 범위 마련

03 연구활용방안

활용방안

- » 「산업안전보건법」 제41조 제2항 개정으로 고객 등 제3자의 범위에 대한 판단기준을 제시하여, 근로자의 보호조치와 법 개정 정착에 기여
- 「산업안전보건법」 제41조 제2항의 해석을 위해 보완적으로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 가톨릭대학교 백은미 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 류향우
- 연락처 | 052-703-0858
- e-mail | r7645@kosha.or.kr

Occupational Safety & Health Research Institute





IV

직업환경



01. 국내 보급형 수동식시료채취기 개발 연구(Ⅲ)	212
02. 석면조사기관 정도관리를 위한 석면시료은행 구축 연구	214
03. 한국형 얼굴 사이즈 DB구축 및 호흡보호구 선정 기준 연구(I)	217
04. 금속 3D 프린팅 사업장의 나노입자 특성 연구	220
05. 건설업 작업환경측정제도 개선 및 공정 표준화 연구	223
06. 포괄적 작업환경 평가 시범사업 연구(II)	225
07. 작업환경측정 보고제도 개선방안 연구	229
08. 산업위생분야 인력수급 및 지정인력 전문성 제고 방안 연구	232
09. 산업안전보건법상의 석면관리제도 발전방향 연구	235
10. 석면해체·제거근로자 석면노출수준 및 작업환경관리실태 평가	239
11. 학교 조리실 환기장치 실태조사 및 표준환기방안 마련연구	243

01

국내 보급형 수동식시료채취기 개발 연구(Ⅲ)

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 수동식시료채취기, 프로토타입, 시료채취율

01 연구배경

- » 수동식시료채취기 개발 연구는 프로토타입 디자인 설계, 흡착제(활성탄) 선정, 성능평가 및 65종의 화학물질에 대한 시료 채취율을 제시하여 국내 보급형 수동식시료채취기의 모델을 제시하고자 함
- » 선행 연구에서는 수동식시료채취기 개발을 위한 챔버 시스템 구축, 수동식시료채취기 프로토타입 기본 설계 및 흡착제(활성탄) 선정을 위한 실험을 수행함

02 주요연구내용

연구결과

- » 프로토타입 디자인
 - 수동식시료채취기의 프로토타입 디자인은 다양한 시도를 통해 1차와 2차로 나누어 디자인을 하였으며, 최종 5개의 프로토타입 디자인을 선정함
 - + 프로토타입 A, B, C는 배치형과 방사형의 중간 형태로 프로토타입 D와 E는 배치형으로 디자인함
 - + 프로토타입 A의 외형은 8각형, 프로토타입 B와 C는 원통형, 그리고 프로토타입 D와 E는 한 방향으로 확산이 이루어지는 방식으로 현재 시판되고 있는 시료채취기와 비슷한 형태로 제작함
- » 저장안정성 평가
 - 프로토타입 B와 D 모델을 이용하여 저장안정성 평가를 실시하였으며, 벤젠 등 15종의 물질을 상온보관과 냉장보관 방법으로 저장안정성 평가함. 시료보관을 위한 최대기간 산정은 회귀 방정식을 이용하여 산정함
 - + 연구대상물질 15종의 물질 중 벤젠 등 12종 물질의 저장안정성은 매우 우수하였음

- + 디클로로메탄, 메틸에틸케톤, 사이클로헥사논은 냉장 보관을 추천하며, 시료 채취 후 가능한 빠른 시일 안에 분석해야만 좋은 결과를 얻을 수 있음
- + 저장안정성은 화학적 분류보다는 각 화학물질의 특성에 따라 시료손실의 정도가 다르기 때문에 시료채취율을 제공하는 화학물질의 저장안정성 확인이 필요함

» 시료채취율

- 72종의 물질에 대한 시료채취율 실험결과 65종에 대한 시료채취율을 파악함
- + 프로토타입 A, B, C 디자인은 시판중인 제품보다 시료채취율이 비슷하거나 우수하였으며, 프로토타입 D, E 디자인은 시판중인 제품보다 시료채취율이 낮게 평가됨
- + 능동식 시료채취방법으로 포집한 시료 중 디클로로메탄은 2시간 이후, 메틸프로필케톤 등 13종의 물질은 4시간 이후에 파과현상이 발생하여 장시간 평가가 어려웠음. 뿐만 아니라 일부 실험에서는 능동식 시료채취방법의 재현성이 매우 불규칙 하였으며, 수동식시료채취기 보다 포집량이 낮아 연구에 활용할 수 없었음
- + 디메틸포름아미드는 시판중인 제품에서 시료채취율을 제공하고 있으나, 수동식시료채취기의 흡착제로 활성탄을 사용하는 것은 부적정한 것으로 평가됨
- + 65종 이외의 화학물질에 대한 시료채취율을 제공할 필요가 있으며, 프로토타입을 금형제작을 통해 제작할 경우 추가적인 실험이 필요함

03 연구활용방안

활용방안

- » 외국산 제품을 국산화하여 산업안전보건공단에서 추진하고 있는 ‘화학물질 노출정보 알리미*’ 사업에 활용하고자 함

* 안전보건공단 홈페이지(www.kosha.or.kr) 참조



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 직업환경연구실 이광용
- 연락처 | 052-703-0895
- e-mail | withyou123@kosha.or.kr

02

석면조사기관 정도관리를 위한 석면시료은행 구축 연구

- 정도관리를 위한 석면시료 확충 및 데이터베이스 구축 중심으로

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 정도관리, 고형시료, 석면, 시료은행, 관광현미경

01 연구배경

- » 「산업안전보건법」에서는 1990년 석면을 허가대상 유해 물질로 포함한 이래 2016년 6종의 석면을 완전히 금지 유해 물질로 지정하는 등 석면에 대한 관리를 강화함
- » 2009년에는 건축물 해체·제거 시 석면 관리 강화를 위하여 석면조사기관 제도를 도입하였으며, 이에 따라 석면조사기관의 석면조사 신뢰성 및 정확성을 확보하기 위한 석면조사기관 정도관리 제도가 운영되고 있음
 - 고형시료 중 석면분석 정도관리 제도 시행을 위한 시료 확보 연구가 2010년 수행되었으나 10여 년간 정도관리를 수행하면서 석면 시료의 양과 다양성이 고갈되어 석면 시료 추가 확충 및 최신화 연구가 필요하게 됨
 - 또한 석면 시료 은행이 구축된 이후인 2011년부터 2020년까지 10년간 고형시료 석면분석 정도 관리에 참여한 기관들의 석면분석 오류발생 주요 원인을 파악하여 향후 석면조사기관 분석능력 향상을 위한 방향 설정 근거를 제시하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 최근 10년간(2011년~2020년) 정도관리 실시 결과 분석
 - 최근 10년간 고형시료 중 석면분석 정도관리 실시 결과 적합률은 최저 89.4% ~ 최대 97.2%, 평균 92.8%로 나타남



- 국내 정도관리는 전년도 정도관리 부적합기관, 정도관리 신규참여기관 및 기존 기관 중 신규 분석자는 산업안전보건연구원을 내방하여 정도관리를 실시하고, 전년도 적합기관 분석자에게는 우편으로 시료를 배포하여 정도관리를 실시하였는데 내방분석 정도관리 참여기관의 오류가 시료 배포 정도관리 참여기관의 분석오류보다 월등히 높게 나타남
- 정도관리 참여기관은 분석오류 발생 빈도는 음성오류(석면이 함유된 시료에서 석면 불검출)가 89건, 양성오류(석면이 함유되지 않은 시료에서 석면 검출)가 64건, 동정오류 1(석면 1종 이상 함유된 시료에서 가장 높은 함유율의 석면을 잘못 구분)이 120건, 동종오류 2(석면 2종 이상 함유된 시료에서 두 번째 높은 함유율의 석면을 검출하지 못하거나 종류를 잘못 구분)가 42건, 동종오류 3(함유된 석면 이외에 다른 석면을 검출)이 85건 발생하였으며, 각 오류의 세부 내용은 다음과 같음
 - + 음성오류 89건 중 내방 기관 부적합 건수가 86건, 시료 배포기관 부적합 건수는 3건이었으며, 내방 기관의 음성오류 중 가장 큰 비중을 차지한 것은 트레모라이트석면 불검출이었으며 다음은 안소필라이트석면이었음
 - + 양성오류 64건 중 내방 기관 오류는 52건, 시료 배포기관 오류는 12건이었으며, 양성오류 중 가장 큰 오류는 석면 미함유 시료에서 백석면을 검출한 경우임
 - + 석면 1종 이상 함유된 시료에서 가장 높은 함유율의 석면을 잘못 구분하거나 함유된 석면 이외에 다른 석면을 검출한 오류에서는 백석면보다는 트레모라이트석면 등 각섬석계 석면의 분석 오류 비율이 높았으며, 석면 2종 이상 함유된 시료에서 두 번째 높은 함유율의 석면을 검출하지 못하거나 종류를 잘못 구분한 오류에서는 석면을 잘못 구분한 오류보다 석면을 검출하지 못한 비율이 높았음

» 석면 시료 은행 구축

- 국내 석면조사기관 고형시료 석면분석 정확성과 정밀도 확보를 위한 정도관리 운영을 위해 국내 건축물 해체·제거 현장에서 발생하는 건축물 자재 등을 확보하여 정도관리용 시료 저장소인 석면 시료은행을 구축하였음
- 정도관리용 시료는 고용노동부 「석면조사 및 안전성 평가 등에 관한 규정(고용노동부 고시 제 2020-13호, 2020.1.6.)」의 편광현미경을 이용한 건축자재 분석법을 적용하였음
- + 총 53종의 석면 및 비석면 정도관리용 시료 확보
- + 시료의 성상, 석면 함유여부, 석면의 종류, 함유량, 광학적 특성을 분석하여 석면시료은행 관리 카드 작성

시사점

- » 총 53종의 석면 및 비석면 시료와 시료별 데이터 관리를 위한 석면시료은행 관리카드는 향후 매회 정도관리에 적합한 시료 선정을 위한 자료로 활용되어, 국내 석면조사기관의 고형시료 석면 분석의 정확성과 정밀도 확보를 위한 정도관리 프로그램의 안정적 운영에 기여할 것으로 기대됨
- » 또한 시료 선정을 위한 참고자료로 활용하기 위하여 최근 10년간 국내 석면조사기관 고형시료 정도관리 실시 결과를 분석함. 특히 분석오류 발생 비율을 고려하여 향후 분석 능력 향상이 필요한 부분을 파악하였음
 - 분석 결과 향후 정도관리는 흔하게 사용되지는 않았지만 과거 건축자재에 사용이 되었던 각섬 석계 석면을 구분할 수 있는 능력과 비석면 섬유와 백석면을 구분해 낼 수 있는 능력, 그리고 분석 대상 시료에서 석면이 1종 검출되더라도 추가 석면이 있는지 확인할 수 있는 능력을 향상시킬 수 있는 방향으로 정도관리가 진행되는 것이 바람직함
- » 마지막으로 1990년 이후 석면이 허가대상 및 금지 유해물질로 포함됨에 따라 다양한 시료의 확보가 쉽지 않은 상황으로 추가적인 정도 관리용 시료의 다양성 확보를 위해서는 단년도에 걸친 연구로 시료를 확보하는 것보다는 연구원 및 공단의 여타 사업 수행 중 얻을 수 있는 정보를 통해 지속적으로 정도관리용 시료를 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

03 연구활용방안

활용방안

- » 확보된 시료를 국내 석면조사기관 분석능력 향상을 위한 정도관리에 활용
- » 최근 10년간 국내 석면조사기관 정도관리 실시 분석 결과를 정도관리용 시료 선정을 위한 참고자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 직업환경연구실 김준범
- 연락처 | 052-703-0883
- e-mail | k2cop@kosha.or.kr

한국형 얼굴사이즈 DB 구축 및 호흡보호구 선정기준 연구(I)

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 호흡보호구, 밀착도 검사, 얼굴사이즈, 검사 패널

01 연구배경

- » 국내 호흡보호구의 선정, 사용 및 관리 분야뿐만 아니라 검인증, 제품생산, 기준 또는 표준 제·개정 분야 등에서 얼굴 형태 및 사이즈에 관한 연구 자료가 부족함
- » 전국 규모 노동인구의 호흡보호구 관련 얼굴 사이즈에 관한 적절한 표준이 없으며, 인구분포 비율이 반영되면서 얼굴의 형태와 사이즈 특성 정보를 제공할 수 있는 표준(예, 검사 패널)도 없는 실정으로 우리나라에 밀착도 검사 제도의 도입이 필요하며, 제도 도입 전에 호흡보호구 관련 얼굴 사이즈의 데이터베이스(Database, DB) 구축, 밀착도 검사 패널 개발, 기준이나 지침 개선 등을 위한 연구 자료가 필요함
- » 따라서 1차 년도 과제로서 호흡보호구 사용 노동자의 얼굴 형태 및 사이즈 DB 구축을 위한 예비조사를 실시하여, 얼굴 형태 및 사이즈 기준 제정을 위한 근거자료를 제시함으로써 호흡보호구의 선정, 밀착도 검사 및 노동자 호흡보호제도의 실효성을 높이고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 호흡보호구의 선정 등 규정 현황
 - 호흡보호구를 사용하는 노동자의 산업재해 예방에 관한 사항은 「산업안전보건법」(이하 「산안법」) 및 같은 법 하위 법규에 규정되어 있으며, 기술적인 사항은 고용노동부 고시(예, 검인증 측면) 또는 KOSHA GUIDE(예, 선정·사용 및 관리 측면)에 규정되어 있음

- 호흡보호구의 선정, 사용 또는 관리에 관한 규정은 「산안법 안전보건규칙」 제32조(보호구의 지급 등) 등 다수의 조항에 명시되어 있으며, 세부 기술적인 사항은 KOSHA GUIDE H-82-2020(호흡보호구의 선정·사용 및 관리에 관한 지침)에 명시되어 있음

» 한국 노동인구의 얼굴 사이즈 DB 구축

- Size Korea 제6차 조사에서 확보된 자료 중 3D 머리측정자료가 있는 2,752명의 자료를 활용하여 얼굴측정 기준점(18개 항목)과 얼굴사이즈 정의(21개 항목)를 추출, 계산하여 제시하였고, ISO/TS 16976-2 및 KS A ISO 15535에 따라 한국 노동인구의 얼굴 사이즈 DB를 구축함
- 한국 노동인구의 얼굴사이즈 DB를 구성하는 21개 얼굴사이즈 항목 중 얼굴 너비의 평균과 표준편차는 남녀 각각 137.6 ± 5.7 mm, 133.5 ± 5.1 mm이었고, 얼굴수직길이의 평균과 표준편차는 남녀 각각 116.6 ± 7.0 mm, 107.8 ± 6.8 mm였음

» 한국형 호흡보호구 밀착도 검사 패널 개발

- 호흡보호구 밀착도 검사 패널은 이변량 패널과 주성분분석 패널로 구분하여 개발함
- + 이변량 패널은 이 연구에서 구축된 얼굴사이즈 DB의 얼굴너비와 얼굴수직길이 항목으로 구성된 좌표축 각각에 대하여 가장 큰 값(남성 평균 + 2표준편차)과 가장 작은 값(여성 평균 - 2표준편차)으로 이루어진 길이를 4등분하여 10개 구역으로 나눴고, 10개 구역에 분포된 연구대상자는 전체 연구대상자 중 적어도 95% 이상 포함하도록 함
- + 이변량 패널에 연구대상자 2,731명의 95.2%를 포함한 것으로 나타났으며, 남자와 여자 연구대상자 각각 94.9%, 95.5%를 포함한 것으로 나타났음
- + 이변량 패널을 ‘25명 밀착도 검사 패널 모델’에 적용할 경우 남자와 여자는 각각 13명, 12명으로 선정되고 10구역에 대해 성별 구역별 인구분포 비율을 고려하여 2~4명이 검사 대상자로 선정된 것으로 나타남
- + 주성분분석 패널은 얼굴사이즈 DB에 있는 10가지 얼굴사이즈 항목을 이용하여 주성분분석 기법으로 통계분석을 실시한 후, 주성분1 및 주성분2로 구성된 좌표축에 따라 원심이 동일한 2개의 타원으로 구성하고, 2개의 직선을 수직 교차시켜 2개 타원을 총 8개 구역으로 구분함
- + 2개 타원에 분포된 연구대상자는 전체 연구대상자를 적어도 95% 이상 포함하도록 하였으며, 내부 타원은 2개 타원에 분포된 연구대상자의 약 절반을 포함하도록 하였음
- + 주성분분석 패널은 연구대상자 2,037명의 95.5%를 포함한 것으로 나타났으며, 남자 및 여자 연구대상자 각각 95.1%, 96.1%를 포함한 것으로 나타남
- + 주성분분석 패널을 ‘25명 밀착도 검사 패널 모델’에 적용시킬 경우 남자 및 여자는 각각 13명,



12명으로 선정되고 8구역에 대해 성별 구역별 인구분포 비율을 고려하여 2~6명이 검사 대상으로 선정된 것으로 나타남

» 호흡보호구 선정 등 기준 개선 방향

- 호흡보호구의 선정, 사용 및 관리를 중심으로 「산업안전보건법」 상 기준 또는 지침의 개선 방향은 다음과 같음
- + 첫째, 기존의 KOSHA GUIDE에 한국 노동인구의 얼굴 형태 및 사이즈 기준을 추가하여 개정함
- + 둘째, 「산업안전보건법」 및 같은 법 하위 법규의 특정 조항을 개정함
- + 셋째, 한국 노동자 얼굴사이즈 표준 관련 새로운 KOSHA GUIDE를 제정함

시사점

» 호흡보호구 관련 제도의 실효성 제고 기여

- 한국 노동인구의 얼굴 사이즈 및 한국형 호흡보호구 밀착도 검사 패널은 노동자 호흡보호구 선정 등 업무뿐만 아니라 법규나 지침의 개선에 활용될 때 호흡보호구의 선정, 사용 및 관리 제도의 실효성 제고에 기여할 수 있음

03 연구활용방안

활용방안

» 호흡보호구 선정 등 업무에서 얼굴의 인체표준으로 활용

- 한국 노동인구의 얼굴사이즈 DB를 바탕으로 산출된 얼굴사이즈의 평균, 표준편차 등 정보와 한국형 호흡보호구 밀착도 검사 패널에서 제시된 얼굴의 형태 및 사이즈 정보는 호흡보호구의 선정, 사용, 관리 등 업무에서 우리나라 노동자의 얼굴사이즈에 관한 인체표준으로 활용이 가능함



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박정근
- 연락처 | 052-703-0882
- e-mail | jkpark@kosha.or.kr

04

금속 3D 프린팅 사업장의 나노입자 특성 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 3D프린팅, 분말소결방식, 금속분말, 나노입자, 노출평가

01 연구배경

- » 새로운 산업을 이끌 기술로 주목받는 3D 프린팅(적층 제조) 활용 기술이 다양하게 시도됨
- » 새로운 기술의 도입에 따른 새로운 유해인자의 노출에 대한 우려가 있음
 - 플라스틱 소재 프린팅 기술, 챔버 내 발생 실험 등이 주로 연구되었음
 - 산업용, 금속 3D 프린팅에 대한 연구는 미흡함
- » 금속 소재를 사용하는 3D 프린팅에서 나노입자와 주요 유해인자를 평가하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 입자상물질 평가
 - 분말 소결(PBF, powder bed fusion) 방식(4개소)과 전기화학방식(1개소)을 사용하는 사업 현장에서 입자 수, 입경 및 표면적 등을 직독식 장비로 측정하고, 공기 중 금속을 포집하여 성분 및 형상 등을 분석함
 - 입자 수 농도는 사업장별 중위수로 4,367~10,033개/ cm^3 로 확인되었으며, 질량농도에서는 근무 시간 중 작업 형태에 따라서 농도변화가 강하게 나타났으나 수 농도에서는 큰 변화가 없었는데, 이는 작업에 따라 작은 입자의 발생보다 큰 입자의 발생으로 인한 영향으로 판단됨
 - 근무시간 중 작업장 내의 100nm 이하 크기의 입자는 전체 입자 수의 44.9~83.5%를 차지 하였으나 유럽의 나노물질 참조값(20,000#/ cm^3 또는 40,000#/ cm^3) 보다는 낮았음



- 공기 중 시료에서 사용 소재와 관련된 알루미늄, 니켈, 마그네슘, 티타늄이 검출되었으며 검출 빈도가 가장 높았던 물질은 알루미늄으로 최대값 $166\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 노출기준($10\text{ mg}/\text{m}^3$) 및 벤치마크레벨($\text{BL } 660\mu\text{g}/\text{m}^3$)에 비해서 상대적으로 낮았음

» 생물학적 노출지표 및 표면오염도 평가 등

- 생물학적 노출지표 검사에서 니켈의 경우 최대값이 $20\mu\text{g}/\text{L}$ 수준으로 기준값(주말, $80\mu\text{g}/\text{L}$)에 비해서 낮았으며, 대부분의 값은 일반인의 참고값($5\mu\text{g}/\text{L}$)보다 낮았음
- 표면오염도 조사에서 사업장 및 지점별로 차이가 컸으나, 니켈($643\mu\text{g}/100\text{cm}^2$)과 알루미늄($414\mu\text{g}/100\text{cm}^2$)이 상대적으로 큰 값을 보였으며 손의 오염도 조사에서는 다양한 금속이 소량 검출되었으나 1개 사업장의 보호장갑을 착용하지 않고 작업한 작업자에서 티타늄($22,036\mu\text{g}$)과 알루미늄($2,192\mu\text{g}$)이 상대적으로 매우 높게 검출됨
- 사무직 15명과 작업자 17명을 대상으로 설문한 결과, 건강 증상 경험을 응답한 비율은 작업자가 사무직보다 높았으며($p=0.005$) 작업자 중에는 사용하는 소재의 유해성에 대해서 보통 이상으로 인식하는 비율이 83%였고, 물질안전보건자료와 인터넷정보를 활용하는 것으로 나타남

시사점

- » 금속 3D 프린팅 사업장에서 발생 되는 입자는 100nm 이하의 나노입자가 많았으나, 유럽의 기준보다 아주 낮은 수준에서 발생하였음
- » 공기 중 금속의 농도도 노출기준 및 벤치마크레벨보다 낮았으나, 일부 작업장 내 중금속 표면오염도가 높아 호흡보호구 뿐만 아니라 보호장갑의 착용도 중요함을 확인함

03 연구활용방안

활용방안

- » 금속 3D 프린팅 작업 시 노출 유해인자에 대한 기초자료 제공
- » 관련 산업 근로자의 건강보호 및 후속연구에 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박해동
- 연락처 | 052-703-0885
- e-mail | workenv@kosha.or.kr

건설업 작업환경측정제도 개선 및 공정 표준화 연구

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 건설업, 작업환경측정제도, 공정 표준화

01 연구배경

- » 기존의 작업환경측정제도가 고정된 환경, 지속 작업을 수행하는 제조업에 적합하게 설계되어 일회성 작업, 현장의 이동성 등 다양한 건설 현장에 적합하지 않은 쾌적한 작업환경조성을 위한 기초 자료로 기능하지 않고 있다는 비판이 지속적으로 제기되고 있음
- » 건설 현장 특성이 고려된 건설업 특화 작업환경측정제도 및 건설업 표준공정을 제안하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 건설업 작업환경 측정 및 특수건강 진단 현황 분석
 - 10개 건설 사업장의 작업환경측정 및 특수건강검진 자료를 비교 분석한 결과, 동일 유해인자에 대해 작업환경측정과 특수건강진단에서 제시한 공정명은 100% 일치하지 않아 건설업에서도 표준공정제시가 중요함을 확인함
- » 공정 표준화 및 단위작업 조사
 - 건설업 근로자는 공중에 따라 특정 유해인자가 지속적으로 노출되는 구조임
 - 건설 종류와 작업현장마다 혼재되어 사용하고 있는 단위작업명과 공중명을 파악함
 - 건설업 특성상 행동 방식이 다양하고 유해인자 노출 파악이 쉽지 않음으로 공정 표준화 작업이 필요함
 - 건설공사 표준품셈, 건설근로자 기능등급제 60개 통합직종, 각 현장별 공중표를 참조해 유사 작업 및 동일 유해인자에 노출되는 직종들을 통합해 1차 공중명 표준을 진행해 총 66개 직종으로 분류하였음

- 전문가 자문회의, 심층인터뷰(FGI), 설문조사를 통해 1차 분류된 공종명을 검토하여 최종적으로 표준 공종 62개를 제안함

» 건설업 작업환경측정 가이드 제작

- 62개 표준 공종을 바탕으로 전문가 자문회의, 심층인터뷰(FGI), 설문조사, 공청회 의견을 반영하여 건설업 작업환경측정 가이드를 제작함
- 가이드에서 공종별 노출 유해인자, 측정방법, 측정주기, 측정시간을 제시함

시사점

- » 현행 작업환경측정제도는 제조업 기반으로 제도화되어 있지만 건설업의 경우 작업 특성이 다른 업종과는 매우 상이하여 측정시기, 시료채취방법, 단위작업장소 선정, 개선조치 등 건설업에 특화된 작업환경측정 제도 개선이 필요함

03 연구활용방안

활용방안

- » 건설업의 작업환경측정, 특수건강진단, 표준공정 및 단위작업을 조사하여 건설업의 작업환경 측정 가이드라인 제작과 측정제도 개선
- » 법제도 반영



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 서울과학기술대학교 김기연 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업환경연구실 김세동, 황은송
- 연락처 | 052-703-0893
- e-mail | envi773@kosha.or.kr

포괄적 작업환경 평가 시범사업 연구(II)

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 작업환경측정, 위험성평가, 측정제도

01 연구배경

- » 작업환경 측정제도는 산업보건의 기본이며 직업병 예방에 많은 역할을 해왔으나, 지속적으로 신뢰성에 대한 문제점이 제기되고 있음
- » 현행 작업환경측정 제도에 위험성평가 개념을 접목하여 포괄적 작업환경평가 제도를 도입하기 위하여 시범사업을 연구로 진행함
- » 총 3년의 연구 중 2년 차의 연구를 진행하였으며, 1차 년도에 제시된 연구결과를 바탕으로 하여 시범사업장에 포괄적 작업환경측정 전략을 적용하고, 문제점 개선 등의 관리방향을 제안하고자 함
- » 노사정 및 관계기관의 의견수렴을 통하여 새로운 제도의 도입 및 운영을 위한 제반조건을 마련하는 것을 최종 목표(3차 년도)로 하고 있음

02 주요연구내용

연구결과

- » 포괄적 측정 전략을 적용하여 평가한 결과
 - 유사노출그룹을 측정대상 모집단으로 선정하여 평가함으로서, 측정 팀(지점)은 34% 감소하였으나, 팀별 평균 측정 시료수는 25% 증가함
 - 최고노출 상황을 측정 전략에 반영한 결과, 시범사업장의 가장 중요한 유해인자인 입자상물질의 노출지수가 4.5배 증가하였으며 최근 7년간 기존 측정에서는 노출기준 초과건수가 없었으나,

포괄적 측정에서 입자상물질 측정시료의 8.2%가 노출기준을 초과함

- 포괄적 측정결과를 반영하여 최종 위험성평가를 진행한 결과 작업 특성별 측정주기를 다음과 같이 제안하였음

- + (기준) 석탄 및 회분진 취급 공정의 석탄분진 등 20여개 물질, 6개월 주기 측정
(제안) 유해인자 11종, 측정주기 세분화 : 수시(1종), 3개월(종), 6개월(4종), 1년(4종)

- + (기준) 용접작업에서 14개 물질, 6개월 주기 측정
(제안) 유해인자 9종, 대정비 주기(6개월)를 고려하여 측정주기는 6개월로 변동없음

- + (기준) 유기화합물 등 32종, 6개월 주기 측정
(제안) 유해인자 13종은 6개월 주기, 위험성이 낮은 20종은 1년 내 위험성 평가 후 측정여부 재평가

- 시범사업장의 특성에 따라 위험성이 낮은 인자에 대한 측정은 완화되고, 위험성이 높은 인자 및 정비작업 등의 고농도 노출가능 작업에 대한 측정을 강화함으로써 ‘선택과 집중’ 전략을 제안함

» 포괄적 작업환경평가 결과에 따른 작업환경개선 및 관리방안 제시

- 위험도 수준에 따른 ‘유지’, ‘관찰’, ‘개선’, ‘중점 관리’의 4등급으로 관리단계를 제안하며, 위험성이 ‘낮음’에 해당할 경우 1년 내 위험성평가로 대체하고, CMR 등 고독성물질에 대해서는 노출수준에 따라 측정 주기를 3개월로 단축하는 방안을 제안함
- 화학물질의 ‘구매-사용-폐기’ 체계 마련이 필요하며, 화학물질 고유독성을 근거로 한 전문가의 위험성 평가를 통하여 위험성에 따른 관리 우선순위를 선정하고, 이에 따른 작업환경개선이 연결되는 관리가 필요함
- 안전보건관리시스템의 현장 작동성 강화를 위하여 전담조직 구성, 협력사 안전보건 제안제도 활성화 등이 필요하며, 실질적인 위험성 평가의 시행과 위험성에 대한 의사소통에 대한 노력이 필요함
- 포괄적 작업환경평가 결과 허용불가 수준으로 평가된 공정에 대한 개선방안으로 분진억제 시스템을 제안하며, 그 밖에 습식화, 격리, 제거, 환기, 작업관리 등을 통해서 입자상물질 노출 수준을 줄여야 함
- 작업환경개선의 절차와 방법론에 관한 규정 마련이 필요함

» 설문조사 및 심층면접조사를 통한 포괄적 작업환경 평가를 위한 실행조건

- 현행 제도에 따른 측정결과에 대하여 80%의 응답자가 신뢰한다고 응답함

- + 보건관리 전문가와 사업장 소속 응답자 90% 신뢰, 규제기관 및 학계 56% 불신
- 유해성이 있음에도 측정하지 않는 점과 사업주의 눈치를 봐야 하는 점이 가장 큰 문제점으로 인식하고 있었음
- 측정기관 종사자는 측정 단위를 유사노출그룹으로 하여 동일 부서에 확대 적용하는 방안과 위험성 정도에 따라 측정 주기를 다양하게 적용하는 안에 대해서 반대(51~67%)가 많았고, 학계 및 정부관계자는 모든 개선 방향에서 찬성(79~99%)이 많았음
- 새로운 측정제도에 대해서 참여 의향을 물어 본 결과 찬성(42%)이 반대(36%)보다 다소 높게 나타났으나, 보건관리 전문기관 종사자는 찬반이 50%로 양분되었으며, 사업장 보건관리자는 찬성(63%)비율이 더 높게 나타났음
- 노동단체의 심층 면접조사에서 전반적인 개선 취지와 방향성에는 공감하지만, 다음과 같은 문제가 먼저 해결되어야 한다는 의견이었음
- 노동단체의 심층 면접조사에서 전반적인 개선 취지와 방향성에는 공감하지만, 다음과 같은 문제가 먼저 해결되어야 한다는 의견이었음
- + 노동자 참여권 보장, 위험성평가의 신뢰성 확보와 사용자 측의 악용 가능성 문제, 노동자의 최소한의 법적 권리 보장, 측정기관의 전문성 확보

시사점

- » 3년으로 계획된 연구의 2년차 과제 보고서로서, 1차 년도에 시행한 연구결과를 시범사업장에 적용하여, 기존의 측정제도에서 파악하지 못했던 고위험 상황을 측정하였고, 위험성 순위에 따른 작업환경관리가 가능할 것으로 평가하였음
- » 설문조사와 면접을 통하여 의견 및 문제 제기를 수렴하였는데, 새로운 제도 도입에 대한 긍정적인 기대와 함께 여러 우려의 목소리가 있었으며 향후, 예상되는 문제를 사전에 해결하거나 제도화 과정에서 극복될 수 있도록 세심한 준비가 필요할 것으로 판단됨

03 연구활용방안

제언

- » 관련기관 및 노사정이 모두 동의하는 다음의 문제에 대해 우선적인 고려 필요

- 측정대상 물질 확대
- 최고 노출상황 반영을 위한 전문가 직접 개입 방안
- 특이적인작업 상황을 측정하기 위한 임시(수시)측정 활성화 방안

» 개선방향 중 반대와 우려의 의견이 많았던 방향에 대한 보완

- 위험성평가 결과에 기반한 다양한 측정주기 조정안
- 측정 단위를 유사노출그룹으로 확대 적용하는 방안

» 새로운 측정제도 도입을 위한 장애요인 극복을 위한 후속연구 필요

- 노동자의 실제적 참여권 보장 및 최소한의 법적 권리 보장방안
- 임의적인 측정주기 완화 등 제도 악용 방지 방안
- 위험성평가의 신뢰성을 위한 사업장, 노동자, 측정기관 종사자의 전문성 확보 방안
- 새로운 측정제도 참여 유도 방안



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 노동환경건강연구소 이윤근 소장
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박해동
- 연락처 | 052-703-0885
- e-mail | workenv@kosha.or.kr

작업환경측정 보고제도 개선방안 연구

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 작업환경측정, 측정보고제도, K2B, 산업안전보건법

01 연구배경

- » 작업환경측정 결과의 보고에서 유해요인의 노출수준에 따라 근로감독이 달라질 수 있으며, 보고 제도가 사업주의 부담이 될 수 있다는 논란이 지속됨
 - 작업환경측정은 대부분 작업환경측정기관에 위탁되고 사업주가 위탁기관을 지정하면서 측정 비용을 지불하므로 작업환경측정 결과가 사업주에게 유리한 쪽으로 보고될 수 있으므로 신뢰성이 잠재적으로 떨어질 수 있음
 - 작업환경측정결과 데이터베이스(database, DB)는 민감한 사업장 정보를 포함하고 있기 때문에 자료의 활용 측면에서 질적, 구조적인 한계를 가지고 있음
- » 작업환경측정 결과의 보고제도에 대한 사업주의 부담을 줄이고 측정 결과의 신뢰성을 높이기 위하여 현행 작업환경측정 결과 보고의 규정 등 제도에 관한 개선안을 마련하고자 하였음
 - 아울러, 작업환경측정 결과 DB의 활용도를 높이기 위해 작업환경측정 결과 보고 시스템(K2B)의 입력양식에 대한 개선안도 함께 마련하고자 하였음

02 주요연구내용

연구결과

- » 작업환경측정 보고 제도 유지

자문회의, 설문조사, 간담회의 결과를 종합해 볼 때 현재의 작업환경측정 보고 제도를 유지하자는 것으로 나타남

- 작업환경측정 보고 제도의 목적과 측정 결과 DB의 활용 측면에서 사업장, 감독기관, 측정기관의 의견이 다른 것으로 나타났으며, 노동계는 작업환경측정 제도의 전체적인 측면에서 개선이 필요하다는 입장을 보인 것으로 나타남

» 「산업안전보건법 시행규칙」 별지 서식 개선

- 작업환경측정 결과표(「산업안전보건법 시행규칙」 별지 제83호 서식)가 사업장에서 유용하게 활용되고 정부의 정책 활용에도 도움 되도록 하기 위해 개선이 필요함
- 결과표의 '종합의견'란에서 고노출 유해인자(노출기준 50% 이상)의 경우 노출 단위작업과 작업내용, 국소배기장치의 적정성, 개인보호구 착용상태 등을 체크리스트나 표의 형태로 작성하도록 함으로써 종합의견을 쉽게 확인할 수 있을 뿐만 아니라 K2B에 입력이 용이할 수 있도록 개선(안)을 제시함

» 작업환경측정 및 정도관리 등에 관한 고시 개선

- 고노출 사업장에 대한 정부의 감독은 「작업환경측정 및 정도관리 등에 관한 고시(고용노동부 고시 제2020-44호)」 제42조(지방고용노동관서의 조치)에 따라 시행되고 있으나, 유해요인의 노출수준에 따라 이루어지는 감독은 측정데이터에 대한 왜곡 보고의 원인으로 작용할 수 있음
- 측정대상 유해인자에 대한 고노출 우려가 있는 사업장의 경우 근로감독관이 사업장에 직접 방문하여 시정조치를 요구하는 방식 대신, 산업안전보건공단이나 지방노동관서에 등록된 산업보건 지도사 등에 의한 컨설팅 방식을 통해 시정되도록 해당 고시의 규정을 개선하는 것이 바람직함
- 또한 고노출 우려가 있는 중소기업의 경우 국가가 비용을 지원함으로써 작업환경측정 결과 보고 등 사업의 효율성을 높이며, 간담회나 설명회를 통해 정부의 지원정책 및 작업환경 개선 방안 등을 설명하는 방안이 효과적일 수 있음

» K2B 입력 시스템 및 자료 개선

- 작업환경측정 결과 데이터의 신뢰성과 활용성을 높이기 위해 '공정'과 '직종(직무)'에 대한 입력 방식을 개선할 필요가 있음
- + '공정'의 경우 공정코드를 검색하고 입력하는 방식을 표준화시키며, 입력자가 신뢰성 있게 입력할 수 있도록 교육이 필요함
- + '직종'은 정책적 활용 특성상 데이터 입력자가 직무에 대한 특성, 내용 설명, 기입요령 등을 숙지하도록 하여 표준화된 정보가 입력될 수 있도록 함 및 정부관계자는 모든 개선 방향에서 찬성(79~99%)이 많았음



시사점

- » 작업환경측정 결과보고 제도는 작업환경측정제도의 일부라 할 수 있으므로 보고 제도만 별도로 개선하는 것은 한계가 있음
 - 본 연구는 작업환경측정 결과보고 관련 규정과 보고시스템을 살펴보면서 이해관계자(사업주, 작업환경측정기관, 정부, 노동계 등)의 의견을 통해 작업환경측정 결과보고 제도의 개선을 위한 근거자료를 마련하였음
 - 향후 본 연구 결과는 작업환경측정 결과보고 관련 정책 수립이나 추가적인 연구에서 기초 자료로 활용될 수 있으며, 작업환경측정 결과보고 제도의 이행과정에서 이해관계자의 이해와 관심 제고에 기여할 것임

03 연구활용방안

활용방안

- » 본 연구의 결과는 작업환경측정 결과보고 제도를 개선하기 위한 정책 수립의 기초자료로 활용될 수 있으며, 작업환경측정 결과 보고 시스템(K2B)을 개선할 때 근거자료로 사용될 수 있음



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 한성보건안전기술원(주) 대표이사 임대성
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박정근
- 연락처 | 052-703-0882
- e-mail | jkpark@kosha.or.kr

산업위생분야 인력수급 및 지정인력 전문성 제고 방안 연구

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 산업위생, 인력, 전문성

01 연구배경

- » 1981년 「산업안전보건법」이 제정된 이후 법 적용대상 사업장 수가 지속적으로 증가하고, 산업위생 관련기관이 신설됨에 따라 산업위생 인력에 대한 수요도 더욱 확대되고 있음. 그러나 산업위생 종사 인력과 관련 연구는 1건에 불과하고, 대학기관 등에서 배출하는 산업위생 인력에 대한 교육과정 등을 체계적으로 확인한 연구도 거의 없는 상황임
- » 현행 산업위생 인력 현황을 체계적으로 조사하여 향후 수요를 예측하고, 국내외 대학 등의 교육과정 및 시스템 등을 확인하여 전문가 육성을 위한 중장기 방안을 마련할 필요가 있음

02 주요연구내용

연구결과

- » 국내·외 산업위생 교육기관 현황 및 교육과정 확인
 - 2021학년도 기준 전국 산업(안전)보건(환경) 관련학과가 있는 교육기관은 총 54개소로 확인
 - + 고등교육기관별 구분: 전문대학 16개소, 대학 18개소 및 대학원 20개소(원격대학은 5개소)
 - 16개 전문대학, 18개 대학 및 20개 대학원에 대하여 교육목표, 교육과정과 산업위생분야 교육과정을 체계적으로 정리
 - 미국, 영국, 일본 등 산업위생분야 관련 대학의 교과내용을 조사
- » 국내 산업위생 교육기관 졸업자 현황 추산
 - 산업위생분야 전문대학 및 대학의 졸업자 수, 취업률 및 전공비율을 기반으로 전문대학 산업위생졸업자는 154.6명, 대학의 산업위생분야 졸업자는 209.4명으로 총 364명으로 추산

- 산업위생분야 국가기술자격인 산업위생관리기술사, 산업보건지도사, 산업위생관리기사 및 산업기사 등의 연도별 합격자 현황 및 누적 현황 등을 제시
- » 외국의 산업위생분야 전문가 종사자 현황 제시
 - 미국 OSHA, ABIH 등, 영국 HSE 등, 일본 작업환경측정협회 등의 홈페이지에 방문하여 종사자 현황 등을 파악하고 독일 및 프랑스의 산업위생 교육을 확인
- » 국내 산업위생 종사자 근무만족도 등 현황 조사
 - 국내 산업위생분야 지정인력의 근무만족도 등에 대하여 설문조사를 실시하여 일반적 특성, 기관특성, 근로시간, 직무만족도 등을 파악
 - 산업위생분야 지정인력의 근무만족도 25점 만점에 평균 16.72점, 단변량 분석결과 지역, 성별, 고용형태에 따라 유의한 차이를 확인
 - 다변량 분석결과 직무만족도는 총 급여와 지정구분이 영향요인으로 조사
- » 산업위생분야 지정인력 현황 및 향후 전망
 - 국내 산업위생분야 지정기관 인력의 공급으로 전문대학 및 대학은 매년 약 364명이 관련 분야로 취업하고, 산업위생분야 국가기술자격자는 1년에 약 2,431명이 배출
 - 2021년 기준 우리나라 고용노동부 지정 총 산업위생분야 종사자 수는 2,254명으로 수요 인력을 추산
 - 최근 산업위생관리 기사 및 산업기사 합격자의 폭증으로 수급은 무리가 없는 것으로 판단
- » 산업위생분야 지정인력 전문성 제고 방안 제시
 - 선행연구, 설문조사 및 FGI 결과를 바탕으로 산업위생분야 지정기관의 인력기준 개정(안) 제시 및 발전방안을 마련
 - 작업환경측정기관의 분석 전담자, 종합안전보건진단기관 및 보건진단기관의 분석전문가의 인력기준의 개정(안) 제시
 - 보건관리자 자격기준 중 학위취득자 및 대기환경기사 삭제(안) 제언
 - 산업위생분야 전문성제고를 위한 지정인력의 의견으로 지정측정기관 직무교육 의무화를 도출 하고 관련규정 개정 및 직무교육의 교육내용(안) 마련
 - 산업안전보건공단 산업보건 전문화프로그램 다원화 및 선택권 확대 제언
 - 학회 등을 활용한 교육 이수화 제도 및 전문교육의 포괄적 인정 제언 및 교육 이수제 도입 의견 확인
 - 산업위생분야 지정인력의 처우개선을 위해 지정측정기관 평가 개선(안) 제시

03 연구활용방안

활용방안

» 정책적 기대효과

- 국내외 대학 등의 학과명, 교과목 등을 파악하여 작업환경측정기관, 특수건강진단기관, 안전보건교육기관 등 산업보건 서비스기관의 인력기준 개정에 근거자료로 활용 가능

» 기술적 기대효과

- 산업위생 인력 현황을 파악하고 수요를 예측하여 인력 확보를 위한 중장기계획 마련에 기초자료로 활용 가능



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 대한한의대학교 피영규 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업환경연구실 이광용
- 연락처 | 052-703-0895
- e-mail | withyou123@kosha.or.kr

산업안전보건법상의 석면관리제도 발전방향 연구

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 산업안전보건법 제117조, 석면회수, 석면해체·제거작업

01 연구배경

» 사업장 내에서의 석면의 사용 주체와 석면 관리에 대한 정부 관계 부처간의 책임 범위와 현행 「산업안전보건법」상의 석면 해체·제거업자의 등록 요건의 인력 기준을 검토함으로써 「산업안전보건법」상의 석면 관련 법령과 「석면안전관리법」 간의 관계를 명확히 규명하여 「산업안전보건법」 내 석면 관리에 대한 정책적·법률적 개선방안을 도출하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 「산업안전보건법」 상의 현행 석면관리제도의 문제점을 파악하기 위해, 본 연구는 다음의 4가지 관점을 검토함
 - 「산업안전보건법」 제117조의 “누구든지” 표현에 의한 석면 사용자의 불확실성의 문제점
 - 「산업안전보건법」 상의 석면함유가능물질의 범위
 - 「산업안전보건법」 상의 석면회수조치의 필요성
 - 마지막으로 「산업안전보건법」 제121조의 인력 기준
- » 「산업안전보건법」 목적에 따른 석면 사용 주체의 명확화
 - 「산업안전보건법」은 사업주의 의무로 규정되어 있고 사업주는 산업재해로부터 근로자를 보호하기 위해 안전보건조치를 수행해야 함
 - 현행 「산업안전보건법」 제117조 제1항의 석면의 사용주체도 사업주로 되어있어야 하지만 현재 “누구든지”로 표현되어 있음. 그러나 그것은 「산업안전보건법」의 목적에 어긋나고, 석면 취급

근로자의 보호 규정 주체가 사업주이므로 「산업안전보건법」 제117조 제1항의 “누구든지”를 “사업주”로 개정하는 것이 타당할 것으로 판단됨

» 「산업안전보건법」 상의 석면 관리 주체의 명확화

- 현행 석면함유가능물질에 관한 법적 근거는 「산업안전보건법」 상에 없고 「석면안전관리법」 상에 그 근거 조문이 있음
- + 특히 현행 「석면안전관리법」에서 석면함유가능물질을 4가지 광물만으로 규정하고 있어, 4가지 광물 이외의 석면함유가능물질에 관한 관리의 문제가 발생할 수 있음
- + 또한 석면함유가능물질에 대한 관리도 「석면안전관리법」에 근거하여 이루어지고 있으므로 석면 함유 가능 물질의 관리에 대한 법적 근거가 없는 「산업안전보건법」이 아니라 「석면안전관리법」에 관리하는 것이 타당하다고 판단됨
- 현행 「산업안전보건법」 제117조 제3항에서는 고용노동부 장관의 승인요건에 적합하지 않은 경우에는 승인을 취소할 수 있도록 규정하고 있으나, 승인이 취소된 석면 관련 제품에 대해 고용 노동부장관이 회수를 명할 수 있는 법적 근거 조항이 「산업안전보건법」 상에 없음
- + 「산업안전보건법」 제117조의 제5항에 “고용노동부장관은 제3항에 의해 승인이 취소된 경우에는 지체 없이 유통 중인 석면의 회수에 필요한 조치를 명할 수 있다.”는 조항을 추가할 필요가 있을 것으로 판단됨

» 현행 「산업안전보건법」 제121조의 석면해체·제거작업업체의 인력기준 강화

- 현행 석면 해체업체 등록은 기술 인원 2인과 장비만 가지고 있으면 등록이 가능하며, 등록만 되면 어느 장소에서든 석면해체작업을 수행할 수 있고, 타 현장에서 이중으로 업무수행이 가능한 것으로 조사됨
- 현장의 석면 작업의 부실 관리를 방지하기 위해 현행 등록기준을 일부 강화할 필요가 있음. 따라서 현행 등록 기준인 기술인원 2명에 작업인원 4명을(석면해체공, 습윤 및 고착공, 석면포장공, 석면운반공) 추가하여 등록기준을 강화하는 것이 타당하다고 판단됨

» 모든 현장에서 현행 석면해체·제거 작업업체의 등록 코드화

- 석면 관련 작업 현장에서 작업기간과 작업내용, 작업 인원과 장비를 등록을 통한 코드화로 관리가 되면, 작업현장이 보다 안전하게 작업할 수 있음
- 더불어 한번 등록된 작업자는 작업이 완료될 때까지 다른 현장에 등록할 수 없도록 하면 석면 관련 작업의 부실한 관리도 감소시킬 수 있음

» 석면해체·제거 작업자의 교육 활성화

- 석면해체·제거 작업의 교육에 대한 부분은 특별교육(전문가 과정)의 한 형태로 산업안전보건 공단에서 교육을 실시하는 것이 타당함
- 공단 교육원에 산업안전보건 강사 자격에 준하는 교육과정으로 기술인원 및 작업인원에 대하여 충분한 교육을 이수한 자에게 석면해체·제거 작업을 하도록 규정하면 보다 전문화된 자가 작업을 수행할 수 있을 것이라 판단됨

시사점

» 「산업안전보건법」 제117조 제1항의 “누구든지”라는 표현으로 인한 불명확한 석면 사용주체에 관해 「산업안전보건법」과 「석면안전관리법」의 법률적 검토를 통해 현행 「산업안전보건법」 제117조 제1항의 “누구든지”를 “사업주”로 변경할 필요가 있음

- 이는 「산업안전보건법」의 목적에 부합하며, 책임주체를 “사업주”로 변경할 경우 사업주가 석면 취급 근로자들의 보호를 보다 적극적으로 수행할 수 있을 것으로 사료됨

» 석면의 관리에 관해 「산업안전보건법」과 「석면안전관리법」이 적용되어 행정집행 상의 혼란을 야기 시킬 가능성이 있음

- 따라서 「산업안전보건법」과 「석면안전관리법」의 법률적 검토를 통해 석면관리 주체를 명확하게 제시함
- 특히 「산업안전보건법」상의 석면함유가능물질의 관리 범위 및 석면 회수조치의 개정(안)을 제시 하여, 두 행정집행 기관의 혼란을 방지시킬 수 있을 것으로 사료됨

» 본 연구의 결과를 토대로 석면 해체·제거업체의 등록기준을 강화하면 석면 해체·제거 작업의 관리의 용이성, 적격 수급인 선정기준 강화 및 특별교육을 통한 전문성 강화 등을 통하여 전문성이 없는 석면 해체·제거업체의 난립 방지시킬 수 있을 것으로 판단됨

03 연구활용방안

활용방안

» 「산업안전보건법」의 목적에 맞는 석면 사용 주체 및 관리 주체를 명확히 제시함으로써 「산업안전보건법」 상의 석면 관련 법 해석에 의한 산업현장의 혼란을 방지할 수 있음

- » 석면해체·제거 작업의 인력기준을 개선하여 석면해체·제거 작업의 관리의 편리성 및 전문성이 강화될 것으로 보이며 본 연구가 「산업안전보건법」의 석면 관련 개정 준비뿐만 아니라, 사업장에서 석면 관련 사고의 책임을 분명하게 밝힐 수 있을 것으로 기대함



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 인제대학교 박민수 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업환경연구실 김준범
- 연락처 | 052-703-0883
- e-mail | k2cop@kosha.or.kr

석면해체·제거근로자 석면노출 수준 및 작업환경관리실태 평가

연구기간_ 2021년 6월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 석면해체·제거, 노출수준, 고용현황, 건강관리카드

01 연구배경

- » 석면해체·제거 작업 시 신고하도록 하는 등의 「산업안전보건법」이 시행된 이래로 안전성 평가와 석면해체·제거작업 현장의 공기정화 모니터링 등의 제도는 정착단계에 있으나 석면해체·제거작업 근로자들의 고용구조 및 현황, 근로자들의 석면노출, 석면해체·제거 작업현장의 작업환경관리 실태에 대한 정보는 매우 제한적임
- » 본 연구는 석면노출로 인한 근로자의 건강장해 예방을 위해 석면해체·제거 작업에 종사하는 근로자들의 고용구조 및 현황을 파악하고, 석면해체·제거 근로자들의 석면노출 수준 및 작업환경관리 실태를 평가함으로써 「산업안전보건법」 제도(건강관리카드, 안전성평가 등)와 연계하여 향후 작업환경개선을 위한 정책적 관리방안을 도출하는데 있음

02 주요연구내용

연구결과

- » 석면해체·제거 근로자 고용구조 및 현황
 - 석면해체·제거 근로자들의 평균 연령은 47.5세로 41세 이상이 전체의 75.1%를 차지하였고, 51세 이상이 42.2%로 근로자의 연령이 높은 특성을 보였음
 - 고용 형태는 정규직 근로자가 14.8%에 불과했지만 일용직 근로자는 77.3%로 대부분을 차지함
 - 석면해체·제거 작업에 종사하는 기간은 1년 이상~5년 이하가 47.7%로 거의 절반을 차지하고 있는 것으로 나타남

- 최근 1년 내 실제 작업 일은 100일 이상이 61.6%로 가장 높게 나타났고, 약 80%가 최근 1개월 내 실제 11일 이상 석면해체·제거 작업에 종사하고 있음
- 석면해체·제거 근로자의 25.8%만 건강관리카드 제도를 알고 있었고, 3.1%만이 석면건강관리 카드를 보유하고 있음
- 석면해체·제거 근로자의 75.8%가 위생설비를 항상 이용한다고 하였으나 작업 후 현장 샤워 시설을 이용한다는 비율이 85% 이상이었으며, 일부 귀가 후 주거지에서 샤워하는 경우도 있었음

» 석면해체·제거 근로자의 석면노출 수준

- 석면해체·제거 근로자들의 평균 석면노출 수준은 0.026개/cc로 작업환경측정 근로자 노출 기준 이하로 나타났으나 최고 노출수준은 0.2498개/cc로 상당히 높은 수준을 보였음
- 실내와 실외의 노출수준 비교 시 실내는 0.031개/cc였고, 실외는 0.017개/cc로 실내에서의 노출수준이 높은 분포를 보였고, 실내의 노출농도가 높은 시료는 대부분 텍스타일 해체·제거 작업이었음
- 석면함유자재별 석면노출 수준은 텍스타일이 0.029개/cc, 슬레이트가 0.017개/cc, 밤라이트가 0.085개/cc로 나타남

» 석면해체·제거 작업의 작업환경관리실태

- 석면해체·제거 작업은 실내가 73.9%로 실외 작업보다 많은 분포를 차지하였고, 해체·제거작업 현장 투입인원은 10인 이하가 73.8%로 대부분을 차지함
- 실태조사 기간 중 석면해체·제거 작업은 학교가 38.6%로 가장 높은 분포를 보였고, 석면함유 자재는 텍스타일이 57.4%로 가장 많았으며, 슬레이트가 24.1%, 밤라이트가 16.7%순이었음
- 석면해체·제거 작업 전 및 작업 중 습윤 여부에 대한 조사에서 석면해체·제거 작업 전 천정내부의 습윤은 88.1%가 수행하는 것으로 나타났으며, 습윤 시간은 30분이 59.5%로 가장 높은 분포를 보였으며, 습윤방법은 수동형 분무기 사용이 94.9%로 대부분을 차지하였음
- 감시창은 47.6%가 설치하였고, 폐기물 반출구의 경우에도 69.8%가 설치하였으며, Clearance 후 농도측정 전 청소는 81.0%가 실시하는 것으로 나타났고, 비닐보양 철거 후 대부분 청소를 실시하고 있었으며, 청소방법으로는 40.5% 정도가 습식과 건식을 병행하는 것으로 나타남
- 석면해체·제거 근로자의 안전확보를 위한 내·외부의 비계설치에 대하여 대부분 적절하다고 인식하고 있으며, 안전교육은 거의 대부분 실시한다고 하였고, 작업 중 66.7%의 근로자들이 안전고리를 체결하고 작업하는 것으로 파악됨

» 건강관리카드 제도 개선방안

- 카드 발급대상을 기존 석면 건강관리카드 발급대상 이외에 시설물 및 건축물의 유지관리, 전기 설비 및 배선, 케이블 설치 등 부수적인 작업으로 인해 석면에 노출될 수 있는 직종의 근로자들도 석면카드 발급대상 범주에 포함될 수 있도록 대상을 확대할 필요가 있음

» 석면해체·제거업자 인력기준 강화

- 우리나라의 석면해체·제거 시장의 규모에 비해 과도한 등록업자 수의 조정을 위해 석면해체·제거업자의 등록요건 중 필수인력 요건의 강화(예, 최소 4명 이상), 현재의 등록제를 지정제로 변경, 그리고 사후관리 측면에서 갱신(예, 2년)제도 도입이 필요함

» 석면해체·제거작업의 근로자 노출평가 개선방안

- 석면해체·제거작업이 완료된 후 석면농도기준 준수 평가와 아울러 작업 중 근로자에 대한 노출 평가도 병행하여 이루어져야 함. 또한 근로자 노출평가 수행기관에 대한 세부적인 논의가 필요함

» 석면해체·제거작업 근로자의 교육의무

- 석면의 위험성에 비해 석면해체·제거 근로자를 대상으로 한 전문교육은 전무한 실정이므로 이들을 위한 의무교육 제도의 도입이 필요함

» 석면해체·제거작업 신고 시 위험성평가 의무화

- 석면해체·제거 작업현장은 다양한 형태의 유해·위험요인이 존재하므로 중대한 비석면 위험도 고려하여 안전한 작업수행이 될 수 있도록 석면해체·제거 작업신고서에 위험성평가를 필수항목으로 편제시키고 이를 안전성평가와 연계하는 방안의 검토가 필요함

» 석면조사자/분석자 대상 전문교육 활성화

- 석면조사자/분석자를 대상으로 한 전문교육을 제공하는 교육기관은 현재 전무한 실정이므로 산업안전보건연구원을 통해 석면조사자 및 분석자를 위한 전문가양성 교육과정의 재운영이 필요함

» 석면조사기관의 필수장비 강화

- 석면해체·제거 작업 후 정화검사 시에 밀폐시설 내에서 건조한 상태에서 분진을 충분히 비산시킨 후 공기정화 샘플링을 할 수 있도록 송풍기를 필수장비 목록에 추가하는 방안의 검토가 필요함

03 연구활용방안

활용방안

- » 석면해체·제거 작업 근로자들의 고용현황 파악을 통한 체계적 관리방안의 수립에 활용
- » 석면해체·제거 작업 수행에 따른 근로자들의 석면노출 저감을 위한 정책방안 수립에 활용
- » 석면해체·제거 작업현장의 안전한 석면관리를 위한 개선방안 수립에 활용
- » 석면노출 근로자들의 체계적 추적관리를 위한 건강관리카드 제도의 저변확대에 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 한국RMS(주) 양혁승 대표이사
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업환경연구실 이광용
- 연락처 | 052-703-0895
- e-mail | withyou123@kosha.or.kr

학교 조리실 환기장치 실태조사 및 표준환기방안 마련연구

연구기간_ 2021년 4월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 조리실 환기, 조리흙, 학교 급식실 환기, 조리흙 후드

01 연구배경

- » 학교 급식 조리사의 일산화탄소 중독 사례 보고, 선행된 조리환경연구에서도 일산화탄소 등의 중독물질의 고농도 현상이 확인되었으며, 2021년도에 국내 학교 급식 조리사의 호흡기암이 직업성 질환으로 인정받는 등 조리 중에 발생하는 조리흙, 미세분진, 일산화탄소 등의 유해 물질에 대한 사회적 관심이 높아지고 있음
- » 학교 급식실 조리환경에 대한 실태자료 부족 및 조리환경에 적합한 공학적 기본대책으로서의 환기 기준이 없어 이에 대한 필요성이 제기되었음

02 주요연구내용

연구결과

- » 학교 급식실 환기실태조사
 - 조리대 및 튀김기에서 다량의 조리 흙이 발생되었고, 현재 설치된 캐노피형태의 후드로는 조리 실무원의 호흡영역을 보호하지 못하고 있음
 - 조리대에 설치된 후드의 경우 후드면 풍속 0.5m/s를 만족하지 못하고, 송풍기 정격 유량 및 정압 등에 대한 설계 기준이 없어 효율적인 환기시스템 설치가 어려움
 - 모든 급식실에 전체 환기를 위한 후드 미설치로 인해 상부에 정체된 고열 환기가 불량하여 여름철 고온다습한 환경이 조성되고 있음
- » 조리기구별 환기 기준 마련
 - 조리대, 튀김솥, 국솥, 오븐, 밥솥 및 식기 세척기 등 6가지 조리기구별 환기 기준 제시
 - 환기량은 후드면 풍속 0.5m/s와 0.7m/s(조리대 및 튀김솥)에 후드 개구면적을 곱하여 환기량을 계산함
 - 전체 환기량은 급식실 바닥면적 당 0.2m³/min·m²로 계산함

- 자연 급기구의 기류 유입속도는 2.5m/s 이하로 유지하고, 외부에 개방된 흡기구에는 위생 해충 및 쥐 등의 침입을 방지하기 위해 방충·방서 시설을 설치할 것하며 자연급기구 유입속도가 2.5m/s 이상일 경우 강제 급기 필요함
- 송풍기는 조리실 외부에 설치하고 주변 민원 발생 시 조리흠을 저감할 수 있는 필터, 전기집진기 등을 설치하며 토출구는 지붕면으로부터 1m 이상 돌출 되도록 할 것
- 덕트 반송속도는 5m/s~10m/s 범위에서 설치하고, 스테인리스 스틸 등의 재질로 하되, 청소와 배기 배출수 관리를 철저히 해야 하며 가지 덕트에는 유량 조정용 댐퍼를 설치하여야 함

시사점

- » 조리실 환기설비 설계 및 운영을 위한 국제기준 및 타법의 기준, 관련 문헌을 종합적으로 검토하여 우리나라 단체급식 조리실에 적합한 기준을 제안
- » 조리실의 환기 기준은 국소배기장치의 성능 유지를 위해 기존의 제어속도가 아니라 설비별 후드면 속도를 기준으로 제시하였으며, 전체 환기에 대한 강제 기준을 제안함으로써 환기에 의한 유해 요인 감소의 실효성을 높임

03 연구활용방안

활용방안

- » 학교 급식실 뿐만 아니라 단체 급식소를 운영하고 있는 기업 및 기관의 대형 상업용 급식실 환기 시스템 설계 및 운영에 활용
- » 조리실 관련 환기기준 제정이나 법 개정 시 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | (주)벤티크 하현철 대표
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 직업환경연구실 이유진
- 연락처 | 052-703-0886
- e-mail | miummi@kosha.or.kr

Occupational Safety & Health Research Institute





V

산업화학



01. 생물정보학(Bioinformatics) 기법을 이용한 혼합물질 독성기전 연구	248
02. 반복투여독성시험 대체시험법 적합성 연구	252
03. 작업장 화학물질 위험성 평가(Risk Assessment) 시 정량적 유해성 결정에 관한 연구	256
04. 화학물질 노출 농도 결정 요인으로서 작업공정 및 활동 영향 분석	259
05. 흡입독성시험 증기발생장치의 개선 연구	262
06. 사업장 내 화학물질에 의한 알러지성 호흡기질환의 AOP 연계 연구	264
07. DNA 손상지표 코멧시험(Comet assay)을 활용한 3차원 배양세포에서의 유전독성영향연구	268
08. MSDS 개선을 위한 석유계 물질 내 유해물질 분석 연구	271
09. 호흡기의 검체제작 정밀도 향상을 위한 가이드라인 개발연구	274
10. 발암성시험의 실험동물(랫드) 생존율 향상을 위한 개선방안	276
11. MSDS 제출 및 비공개 승인 심사제도 발전방안 연구	278
12. 소규모 사업장 화학물질 관리 역량 향상을 위한 연구	280
13. 산업안전보건법 규제영향분석을 위한 건강편익 산정방식 개선 연구	284
14. 알루미늄 노출기준 개정을 위한 국내 실태조사 및 사회경제적 영향 분석 연구	288

01

생물정보학(Bioinformatics) 기법을 이용한 혼합물질 독성기전 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월
핵심단어_ 생물정보학, 기법, 혼합물질, 독성, 기전

01 연구배경

» 본 연구에서는 사회적 이슈가 된 각 공정별 혼합물질의 노출에 대한 혼합유해성, 독성병리 기전 등을 빅데이터(Big Data)를 비롯한 생물정보학(Bioinformatics) 기법 및 새로운 지식정보 분석을 통해 과학적 설명을 가능하게 하고, 공정별 혼합물질 독성영향의 Key events relationships(KER) 및 독성병리 기전을 설명함으로써 사회이슈에 부응하고 향후 만성·발암성 흡입독성시험·연구의 변화를 이끌어낼 수 있는 기반이 되고자 함. 구체적으로는 반도체 제조, 그라비아 인쇄, 건설업 도장 공정 등 다양한 화학물질 취급 공정에서 발생할 수 있는 혼합물질의 독성 및 특정장기에서의 질환 예측을 위함

02 주요연구내용

연구결과

» 반도체 제조, 그라비아 인쇄 및 건설업 도장 공정에서 발생하는 화학물질의 조합에 대한 지식 기반 자료분석(Data mining)으로, 자료 수집 및 그룹화(target organ, common effect/AO, common specific mode of action/AOP), 증거가중치(Weight of evidence; WoE)에 근거하여 자료를 체계화함. 화학물질 상호간 작용기전, 화학물질과 생체 반응(단백질, 유전자, 세포 소기관 등) 관련 연구결과물을 검색하여 각 공정에서 발생하는 혼합 물질 구성 조합에 대한 유전자 발현 분석(Differential gene expression analysis)을 수행하고 비교 독성유전체학 데이터베이스(comparative toxicogenomics database(CTD)) 등을 이용한 화학물질 독성유전체 발현 분석을 수행함. KEGG DB 등에서 검색한 데이터를 분석하여, 혼합물질 관련 특정 유전자, 단백질 등에

관련된 특정 pathway 상의 유전자들 및 여러 단백질 간의 상호 작용 (protein-protein interactions)을 고찰하였음

- » 반도체 제조업의 경우 주요 독성을 나타내는 여러 가지 화학물질의 조합 중에서 질산(nitric acid), 아세톤(acetone), 에탄올(ethanol) 및 이소프로필알콜(isopropyl alcohol) 이었으며, 추후 기체-액체 경계(air-liquid interface; ALI) 시스템에서 세포를 성장시키면서 화학물질을 노출시키는 시험관 내(*in vitro*) 시험 등을 통해 이를 검증하는 연구가 후속되어야 할 것으로 판단됨. 그라비아 인쇄공정의 경우 주요 독성을 나타내는 여러 가지 화학물질의 혼합 중에서 에탈올과의 혼합물질이 가장 의심되었으며, 추후 시험관 내(*in vitro*) 및 생체 내(*in vivo*) 시험 등을 통해 에탄올을 포함한 혼합물질의 암(cancer)과 신경퇴화(neurodegeneration)를 검증하는 연구가 후속되어야 할 것으로 판단됨. 건설업 중 도장 공정의 경우 주요 독성을 나타내는 여러 가지 화학물질의 혼합 중에서 벤젠, 톨루엔, 크실렌 등 10가지의 화학물질 혼합물과 더불어 포틀랜드 시멘트 성분물질도 또한 독성을 유발하는 것으로 의심되었으며, 추후 시험관 내(*in vitro*) 및 생체 내(*in vivo*) 시험 등을 통해 이들 화학물질을 포함한 혼합물질의 죽상동맥경화증(atherosclerosis), 신경퇴화(neurodegeneration) 및 호흡기 과민성(respiratory sensitization)을 검증하는 연구가 후속되어야 할 것으로 판단됨

시사점

- » 생물정보학 기법을 이용한 혼합물질에 대한 독성기전 연구는 고품질의 대단위 데이터를 확보하는 문제해결이 앞으로의 후속연구를 위해 반드시 필요할 것임. 추가적인 실증연구를 위해서는 우선 연구비 확보가 반드시 필요하며, 다양한 작업장 환경에서의 복합 혼합물질에 대한 연구가 지속되어야 할 것임. 여러 공정 등의 부작용으로 유방암, 신경퇴화 등이 보고 되어 있고 실험적 검증이 필요하나, 실험모델의 대변성이 충분히 고려될 필요가 있음
- » 국가에서 진행되고 있는 빅데이터 인프라 사업과 연계하여 작업자 부작용에 대한 데이터베이스를 구축하고 고품질의 데이터 축적이 가장 시급하다고 할 것임. 실험적 검증이 가능한 부작용에 대한 실험적 검증을 병행하는 것이 적절해 보이며, 이런 검증연구를 위한 연구비 확충, 투자 확대가 필요함. 장기적으로는 산업화학물질에 대한 대체독성 평가 및 독성예측을 수행할 수 있는 중장기 연구과제가 필요함

03 연구활용방안

제언

- » 새로운 노출평가 모델, 체외 접근 방식, Omics 관련 도구, Organ-On-A-Chip 및 3차원 세포 배양, 컴퓨터 모의실험(*in silico*) 방법, 역학 및 실험 방법을 포함한 모든 경로에 걸쳐 기술 및 방법론의 개발과 더불어 그것들의 공동 사용 모델은 혼합물질의 위험성평가와 우려 혼합물질의 우선순위를 재고할 것임. 일반적으로, 이러한 모든 증거들의 조합사용은 AOP, 특히 정량적 AOP에 대한 더 나은 이해를 가져오고, 따라서 혼합물질 독성에 대한 더 나은 통찰에 기여하게 될 것임

개선방안 또는 정책방안

- » 많은 연구들이 단일 화학물질 노출 및 건강 영향에 초점을 맞추는 것처럼 작업장 관련 정책은 종종 단일 작용 화학물질의 노출에 관한 것이며, 잠재적인 혼합물질 상호작용 효과에 대한 임상 지침은 거의 없음. 개인이 평생 동안 노출될 수 있는 거의 무한한 수의 화학물질 및 이들의 조합이 존재하며, 개별 화학물질에 대해 설정된 안전해 보이는 작업 조건이 혼합물질이 포함된 작업환경에는 적용되지 않을 수 있음. 혼합물질이 발생하는 작업환경에서는 "작업장에서 사용되는 주요 물질" 목록을 개발하고 항상 업데이트해야 함. 상호작용 효과에 대한 연구를 이용할 수 있는 물질의 수가 제한되어 있으므로 용매를 나열하는 것이 우선되어야 하며, 다음과 같은 것들을 포함해야 함
 - 작업 환경에 사용된 용매
 - 용매가 사용되는 공정
 - 용매가 사용되는 시설의 위치
 - 시설에서 연간 사용되는 (사용 가능한) 용매의 양
 - 현재 용매의 노출에 대한 건강검진을 받고 있는 노동자의 수

활용방안

- » 혼합물질 유해성 예측을 위한 작용방식(MOA) 분류 및 주요사건(KE)의 우선순위 결정에 활용
- » 흡입독성연구 및 시험의 대상물질 우선순위 결정에 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 산업화학연구실 흡입독성시험1부 임경택
- 연락처 | 042-869-8533
- e-mail | rim3249@kosha.or.kr

02

반복투여독성시험 대체시험법 적합성 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 반복투여독성, 대체시험, Organ-On-A-Chips, 미세 유체 시스템, In vitro

01 연구배경

- » 전통적으로 독성시험은 주로 실험동물을 기반으로 하고 있으나 이러한 접근방법은 비효율적이고 비경제적이며 종간 차이로 인하여 사람에서의 해석에 많은 어려움이 있음
- » 현재는 분자 생물학 및 컴퓨터 과학의 기술 발전으로 *in vitro* 생화학 및 세포 기반 분석과 설치류를 이용하지 않는 모델을 독성시험에 사용할 수 있다고 판단하고 있음
- » 이러한 방법들은 경제적이며 효율적이며, 현재는 질병 특이적, 기전 기반이며, 생물학적 관찰을 포괄적으로 포함하여 예측독성의 분야로 상당한 진전을 이루었으나 상대적으로 반복투여독성을 평가하는 데는 발전하지 않았음
- » 최근에는 미세 유체를 정밀하게 조작하고 처리하는 미세유체 시스템이 전 세계적으로 활발히 연구되고 있고, 상당히 발전되어 상업화되어 있음. 이러한 미세 유체는 샘플 준비, 반응, 분리, 검출 및 세포 배양, 분류 및 세포 용해와 같은 작동 단위를 통합하고 있음
- » Organ-On-A-Chips(OOAC)은 다양한 화학, 생물학 및 재료 과학 분야가 결합되어 있어 세계 경제 포럼에서 "10대 신흥기술" 중 하나로 선정되어 있으며, OOAC는 실험동물 모델의 미래 대체 기술로 제안되었음
- » 따라서, 본 연구는 반복투여독성시험을 대체하기 위하여 OOAC 기술의 최근 발전상황을 조사하여 세포 생물학적 평가에 대한 미래 관점을 논의함으로 산업독성 연구의 적용 가능성을 평가하여 반복투여독성 대체시험법에 대한 적합성을 검토함

02 주요연구내용

연구결과

- » 본 연구는 현재의 과학기술의 발전으로 반복투여독성시험을 대체할 할 수 있는 가장 가능성 있는 기술로 OOAC 기술에 대해 조사한 연구임. 새로운 기술인 OOAC는 사람의 조직, 장기 및 생체 내의 역동적인 생물학적인 특성을 모방한 미세공학적 사람 세포 기반 시스템임
- » 현재 *in vitro* 시험에 사용되고 있는 2차원 단층세포는 생체조직의 구조, 기능, 기계적 특성을 정확히 반영하지 못하고 있으며, 체내의 복잡하고 역동적인 3차원 환경을 모방하지 못하고 있음. 그러나 미세 유체 기술 기반의 OOAC는 인체 장기의 복잡한 구조, 미세 환경 및 생리적 기능을 모사할 수 있어 신약 스크리닝 및 독성 평가에 이상적인 도구가 될 수 있다고 생각함
- » OOAC는 미세 유체 기술의 소형화, 통합 및 경제적인 특성을 가질 뿐만 아니라 화학적 농도 구배 및 유체 전단력과 같은 여러 시스템적 매개변수를 정확하게 제어할 수 있으며 세포 그래픽 배양을 구축하고 실현할 수 있음
- » 현재 인체 장기를 모사하여 개발된 OOAC는 미국, 영국, 프랑스, 네덜란드, 이스라엘, 중국에서 활발히 연구되고 있으며, 개발된 OOAC로는 간 칩, 폐 칩, 장 칩, 혈관 칩, 심장 칩 및 다기관 칩이 상업화되어 있음. 그러나 그 사용이 아직까지 글로벌 제약회사 위주로 제한적이나 이를 이용한 연구는 증가하고 있음
- » OOAC 기술의 장점은 여러 칩을 서로 연결한 Body-On-A-Chip에 있으며, 현재 OOAC는 다양한 인체 장기 구조와 기능의 모델이 설계되어 있으며 Emulate 사인 경우 최대 12개 장기까지 서로 연결가능 하다고 광고하고 있음. 서로 연결된 모델을 이용하여 신약, 백신, 화학물질 등에 대한 효능 및 안전성 평가에 이용하고 있음
- » Body-On-A-Chip은 반복투여독성시험의 목표인 특정 장기에 나타는 영향 평가에 예측력을 높일 수 있을 것으로 판단되나 용량-반응 평가에는 아직 부족할 것으로 판단되고 직접적으로 반복 투여독성시험을 일대일로 대체하기에는 어려움이 있을 것으로 판단됨. 이후 통합적시험평가 접근법(IATA) 방법과 같이 평가될 것으로 생각함

- » Body-On-A-Chip의 산업독성연구를 위한 잠재력 가치에는 의심의 여지가 없으나 그 적용 및 활용을 위해서는 규제 문제와 비용적인 영향에 대해서 통찰력있는 연구가 추가로 요구될 것으로 판단됨

시사점

- » 산업독성 연구에서 독성을 확인하고 그 독성을 특성화하기는 상당히 어려운 문제임. 더욱이 미래에 우리가 직면한 새로운 위험의 영향에 대해서는 산업안전보건 분야의 큰 도전과제임
- » 더욱이 코로나 팬더믹 시대에 많은 노동환경 변화로 인한 산업재해와 원인을 규명하기에는 더욱 어려워질 것으로 예상되고 있음
- » 그러므로 산업독성연구에 미세유체 시스템 기반의 Organ-On-A-Chip은 노동자의 개인화 독성연구에 활용함으로써 가까운 미래에는 노동자의 유해성 노출에 대한 확인을 위한 유용한 도구가 될 수 있을 것으로 판단함

03 연구활용방안

제언

- » 현재 화학물질의 유해성을 확인하기 위해 많은 동물을 사용하고 있으나, 유해성 확인을 위한 효율성은 매우 낮음
- » 그러므로 동물을 이용한 연구는 비경제적이며 동물을 다루는 연구자들에게도 많은 스트레스를 가중시키고 있으며, 종간 차이로 인하여 사람과의 관련성에 대해 많은 의문이 제기되고 있으며, 그 결과의 해석에 많은 어려움이 있는 것이 현실임
- » 현재 세계적으로 동물을 이용하지 않거나 점차 동물 사용을 줄이고 기전적 연구 방향으로 변화하고 있음
- » Body-On-A-Chip은 현재 최신의 연구 주제로 전 세계적으로 활발히 연구되고 있고, 산업독성 연구를 위한 그 잠재력 가치는 크다고 생각하나 추후 이를 활용 및 적용하기 위해서는 Body-On-A-Chip의 발전과 규제기관의 대응 등에 관한 연구자들의 지속적인 관심이 요구됨



활용방안

- » 산업독성연구를 위한 Body-On-A-Chip은 유용한 도구로 생각되나 아직까지 그 발전 상황 등을 고려할 때 반복투여독성시험의 결과를 일대일로 완전히 대체하기로는 어려움이 있다고 판단함
- » 그러나 미세유체 시스템 기반의 Organ-On-A-Chip의 활용은 사람에서 산업 화학물질의 유해성을 확인하는 데 있어 예측력을 높이는데 활용할 수 있다고 생각함



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 산업화학연구실 흡입독성시험2부 서동석
- 연락처 | 042-869-8514
- e-mail | seeds@kosha.or.kr

03

작업장 화학물질 위험성 평가 (Risk Assessment) 시 정량적 유해성 결정에 관한 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 무영향수준, 노출기준, 화학물질 위험성 평가, 유해성

01 연구배경

- » 화학물질 위험성 평가에 대한 기본 원칙은 화학물질의 유해성 확인, 유해성 평가 및 노출 평가, 위험성 결정, 위험성 관리이며, 이에 대한 방법론은 정성적 혹은 정량적 접근 방식이 있으나, 현재 국내 작업장 화학물질 위험성 평가는 정량적인 평가를 위한 준비가 부족한 실정임
- 최근 유럽에서는 이러한 평가를 위한 모델에서 유해성 자료로 작업자 무영향수준(DNEL: Derived No Effect Level)을 도출하여 활용하고 있음. 아울러 무영향수준과 노출기준과의 관계도 지속적으로 논의되고 있으나, 국내 산업보건 영역에서는 이러한 개념과 역할이 명확하게 인식되고 있지 않음
- + 이에 작업장 화학물질 위험성 평가에서의 유해성 결정 방식과 노출기준 설정 방법론을 조사·분석하여 작업장에서의 정량적 유해성 결정 기반을 마련하고 방향을 설정하고자함

02 주요연구내용

연구결과

- » 국내·외 정량적 화학물질 위험성 평가에서의 유해성 결정 방식
- 환경부 「화학물질등록평가법」과 유럽연합 REACH 제도에 따른 10톤 이상 화학물질의 안전성 평가에서의 유해성 평가 방법과 평가 모델에서의 적용 방식을 검토한 결과, 공통적으로 이용 가능한 모든 정보를 평가·통합하고, GHS에 따른 유해성 분류·표시를 확인하고, 건강에 기반한 유해 기준치를 도출하도록 하고 있음

+ 이러한 정량적인 기준치를 도출하기 위하여 여러 독성 종말점 중에서 적정 용량 기술자를 선정, 보정하고, 불확실성을 고려함으로써 무영향수준을 도출함. 그러나 유럽에서의 통합 접근 전략과 달리 국내 제도에서는 환경 보건 영역을 중심으로 제시된 것이어서 산업 보건 측면에서 작업장에 대한 노출기준 적용, 정성적 유해성 평가 등의 추가 고려사항이 포함되어 있지 않아 화학물질 관리의 일관된 맥락에서 제도적 연계 필요성을 인식할 수 있었음

» 유해성 기반의 노출기준 설정 방식

- 국내에서의 노출기준 설정 방식은 대상 화학물질에 대한 유해성·위험성 평가와 사회성·경제성 평가 결과를 바탕으로 법적 관리 필요성 및 그 수준을 결정하고 있으며, 대개 ACGIH(미국 산업위생전문가협회)의 노출기준을 기반으로 하고 있음. 그러나 유럽에서의 노출기준은 법적 노출기준과 지시적 노출기준 두 가지로 구분하며, 유해성, 즉 건강 영향에 기반하여 설정한 노출기준은 지시적 기준으로 화학물질 위험성 평가 시에도 기준치로 활용됨. 반면 법적 노출기준은 사회경제적 요인 등을 추가로 고려한 것으로, 위험성에 기반하여 설정되어 화학물질 위험성 평가의 기준치로 권고하고 있지 않음. 이러한 유럽의 노출기준 설정 방식은 화학물질의 통합적 규제 전략 내에서 함께 작동하는 것으로 이를 설정하기 위한 일반적인 의사 결정 체계와 필요 정보 및 기준을 제시하고 있음

» 무영향수준(DNEL)과 노출기준(OEL)과의 비교 분석

- 작업자 무영향수준과 직업적 노출기준(OEL: Occupational Exposure Limit) 설정 방법론에 대한 논의 내용을 조사한 결과, 기본적으로 동일한 원칙과 체계를 따르고 있었음

+ 이에 따라 독일 재해보험기구(DGUV)에서 통합 정리하여 제공하고 있는 작업자 장기 흡입 노출에 대한 무영향수준(DNEL)과 국내에서 준용하고 있는 ACGIH의 노출기준(TLV-TWA)을 비교한 결과 상관성이 있음을 확인할 수 있었으며, 이를 유해성별로 구분하여 분석한 결과 특정 유해성에 대한 연관이 상대적으로 높음을 알 수 있었음. 이는 화학물질 제조·수입자가 등록 시 제출한 자료의 일부인 무영향수준이 노출기준이 아직 제정되지 않은 여러 화학물질의 위험성 평가에 활용될 수 있음을 보여주었음

» 국내 작업장 화학물질 위험성 평가(유해성 파트) 기준 마련

- 국내 상황에 적합한 화학물질 위험성 평가에서의 유해성 결정 방식은 정보의 양 및 전문 역량을 고려하여 정성적인 평가를 필수적으로 진행한 후, 필요 시 정량적인 평가를 자율적으로 수행 하도록 하는 방향으로 하는 것이 적절할 것으로 판단됨. 이 과정에서 정성적인 방식은 유해성 밴드를, 정량적인 방식은 무영향수준, 노출기준을 활용할 수 있을 것임

- + 또한 정책 입안자 혹은 전문가의 측면에서 노출기준 설정과 관련된 판단을 위한 필요 자료 범위를 구체적으로 제시하였음. 이에 따라 관리가 필요한 우선순위 물질을 대상으로 노출기준을 제안하고, 결정하는 등 체계적이고 과학적인 증거에 기반하여 화학물질 관리 전략을 수립할 필요가 있음

시사점

- » 화학물질의 무영향수준(DNEL)과 노출기준(OEL)의 관계를 조사하고, 산업보건 측면에서 활용 가능하도록 개념을 정리하였으며, 이를 바탕으로 국내 작업장 정량적 화학물질 위험성 평가(유해성 파트)의 기준을 제안하였음

03 연구활용방안

활용방안

- » 화학물질 위험성 평가를 위해 필수적인 요소인 유해성과 노출 정보 중, 국내 작업장 화학물질 위험성 평가에서의 정량적 유해성 결정 방식과 수집할 수 있는 화학물질 유해성 관련 정보의 양과 평가자의 전문 역량을 고려한 정책적 방향성을 확인할 수 있었음
- » 이와 같은 방식으로 도출된 무영향수준과 전문가 논의를 통해 설정된 노출기준을 비교한 결과, 화학물질의 정량적 위험성 평가에 있어 노출기준 미제정 물질에 대한 기준치로서 무영향수준 활용 가능성을 보여줌으로써 단계적 화학물질 위험성 평가의 기반을 마련하고, 그 작동성을 높일 것으로 기대됨
- » 아울러 국내 노출기준 설정 방법론을 체계적으로 보완하여 과학적 증거에 기반한 화학물질 관리 정책 결정에 기여할 수 있을 것임



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 산업화학연구실 화학물질평가1부 이혜진
- 연락처 | 042-869-0352
- e-mail | hana1226@kosha.or.kr

화학물질 노출 농도 결정 요인으로서 작업공정 및 활동 영향 분석

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 공정, 납, 노출농도, 노출 농도 결정인자

01 연구배경

- » 화학물질의 노출 농도는 특정한 용도로 사용 혹은 공정에 따라 달라짐
 - 관심을 가져야 할 ‘노출 상황’에 대해 화학물질관리 정책을 이행할 필요가 있음
- » 화학물질 노출 측정 결과를 해석할 때 필요한 맥락 정보에 대한 확인 필요
 - 국내에서 측정한 공기 중 납 농도를 공정과 활동에 따라 분류하여 공정 및 활동에 따라 어떤 특징을 보이는지 살펴보고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- » 납의 특성
 - 사업장에서 사용되는 납의 형태
 - + 금속 납, 납 화합물, 납 외에 여러 성분이 같이 존재하는 UVCB(Chemical Substance of Unknown or Variable Composition, Complex Reaction Products and Biological Materials)
 - 금속을 사용하는 공정으로는 용해 및 주조, 압출, 연마가 일반적임
 - 공기 중 납의 발생 형태
 - + 납이 용해되어 미스트 형태로 발생 가능하나, 납의 끓는점 이상으로 취급하는 경우는 거의 없음
 - + 연마 및 분말 취급 공정에서는 납 분진이 발생
 - + 스프레이의 경우 납이 미스트 형태로 발생

» 작업장 화학물질의 공기 중 노출 농도 결정인자

- + 활동(공정) 요인, 물질 특성 요인, 국소제어 기술, 발생원 분리, 희석, 작업자 분리, 개인행동, 표면 오염, 호흡보호구 요인 등이 있음
- + 노출 농도 결정인자를 이해하는 것은 공기 중 화학물질이 발생하고, 전달되고, 감소하는 과정을 이해하는 것을 의미함

» 활동 혹은 공정 분류에 대한 문헌 고찰

- 공정 분류
- + 유럽 연합에서 화학물질 등록 법률 이행을 위해서, 공기 중 노출 농도 결정요인 중 하나인 공정을 28개의 “PROC”으로 분류하여 사용함
- + PROC은 공기 중으로 화학물질이 방출되는 원리에 근거한 것이 아니라 경험에 근거하여 만들어 졌고, PROC끼리 서로 배타적이지 않아서 같은 공정에 대해서 분류에 차이가 생기는 경우가 있음
- 활동 분류
- + ART(Advanced REACH Tool) 모델의 “활동”은 공기 중 방출되는 화학물질의 성상을 기준으로 활동에서 일어나는 에너지의 크기와 종류를 근거로 하여 22개로 분류되고 있음

» 작업장 납 노출에 대한 문헌 고찰

- 작업환경측정 신뢰성평가 및 작업환경측정 자료의 납 노출 농도 비교
- + 작업환경측정 신뢰성평가에서 납 취급 사업장의 노출 농도는 국내에서 사업주에 의해 보고된 작업환경측정 자료 결과와 현격한 차이가 있었음
- 유럽연합의 2008년 자발적인 납 위해도 평가(안)
- + 납의 소비가 많은 곳 중 1차 제련, 2차 제련, 납 산화물과 안정제, 납 결정유리, 세라믹 그릇을 생산하는 곳에서 납 노출 농도가 0.05 mg/m³을 초과하는 경우가 많았으며,
- + 납의 소비가 적은 곳 중에는 청동 및 황동 주조 공장, 납 총알을 사용하는 곳에서 납 노출 농도가 0.05 mg/m³을 초과하는 경우가 많다고 보고함

» 국내 납 노출 공정 및 노출 농도

- 작업환경측정 신뢰도 평가 사업의 납 취급 사업장 분석 결과
- + 납과·아연, 납 스크랩, 동합금 잉곳 용해·주조, 압출·압연, 도장, 안정제 투입 및 포장 공정에서 납 노출 농도가 0.05 mg/m³을 초과하는 것으로 나타남
- + 특히 배터리 제조 및 폐배터리 재활용 공정에서도 납 노출 농도가 0.05 mg/m³을 초과함



시사점

- » 사업장 공정 및 활동의 표준화는 화학물질 노출에 관심을 가져야 할 상황을 체계적으로 확인할 수 있게 함
 - 납의 경우 용해·주조, 연마, 분말 취급, 압연·압출, 도장 공정과 배터리 제조 및 폐배터리 재활용 공정이 노출 농도가 높을 가능성이 있음
- » 화학물질의 노출 농도는 공기 중 노출 농도의 결정요인이라고 알려진 발생과 노출 감소 관련 여러 요인으로 해석되어야 함

03 연구활용방안

제언

- » 국내 납 취급 사업장 중에서 노출기준을 초과하는 사업장이 다수 있을 것으로 판단되므로, 노동자의 납에 의한 건강장해를 예방하기 위해 정부의 적극적인 정책 이행이 필요함

활용방안

- » 국가 작업환경측정 데이터베이스 관리에 활용될 수 있음
- » 납 노출 사업장 관리를 위한 정책 개발의 기초자료로 활용될 수 있음



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 산업화학연구실 화학물질연구센터 이나루
- 연락처 | 042-869-0310
- e-mail | naroolee@kosha.or.kr

05

흡입독성시험 증기발생장치의 개선 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 흡입독성시험, 증기발생장치, 이동식발생장치, 기화방식

01

연구배경

» 기존 증기발생장치의 단점 개선 필요

- 흡입독성시험 수행을 위해 목표농도의 발생 가능성 확보
- + 흡입챔버 내에서 시험물질을 목표하는 농도로 일정하게 노출 및 분석이 가능하게 하는 것이 매우 중요
- + 기존 증기발생장치는 이동에 제한이 있는 고정식 장치로, 발생장치와 노출챔버 간의 일정한 거리가 있어 시험물질 발생 농도의 한계가 있는 단점이 있어 이를 보완할 필요가 있음

02

주요연구내용



연구결과

» 기존 발생장치의 문제점 및 개선가능 항목 검토

- 거리, 온도, 응축, 관직경, 버블링, 증기압에 관해 검토
- 검토 항목 중 개선이 가능할 것으로 판단되는 거리, 버블링을 중점으로 연구를 진행

» 증기발생장치 시제품 제작

- 가스 세척병(gas washing bottle)에서 얻은 아이디어를 활용하여 발생조 제작(발생장치Ⅰ)
- 시험물질의 발생을 위하여 제작된 발생조를 향온수조에 넣고, 향온수조의 부력에 의한 발생조의 움직임을 방지하기 위하여 고정장치를 제작 및 부착(발생장치Ⅰ)
- + 기존발생장치를 활용한 발생장치를 추가로 제작(발생장치Ⅱ)
- + 이동이 가능하도록 제작하여 발생기와 챔버 사이의 거리를 줄임(발생장치Ⅰ, 발생장치Ⅱ)

» 기존 발생장치 및 제작된 발생장치의 유량별 노출농도 비교

- + 기존 고정식 발생장치, 가스 세척병 형태를 이용한 발생장치(발생장치Ⅰ) 및 기존 발생조를 활용한 발생장치(발생장치Ⅱ)의 유량별 노출농도 비교

- + 노출농도 및 T95(흡입챔버 내 목표농도의 95%에 도달하는 시간) 측정
- + 측정결과, 제작된 발생장치는 직접적인 결과만 볼 때 낮은 유량에서만 높은 농도를 발생시킬 수 있을 것으로 판단되었음
- + 하지만, 제작한 발생장치의 발생조의 크기를 고려한다면, 적절한 보안을 거치면 상대적으로 높은 농도의 발생이 가능할 것으로 판단되었음

시사점

- » 흡입독성시험 및 연구를 위한 발생장치의 지속적인 연구·개발이 필요함
 - 발생 및 분석은 흡입독성시험에서 가장 기본적으로 충족되어야 하는 조건임
 - 발생장치는 발생방법, 수조온도, 공기유량, 계절에 따른 기온변화, 농도측정방법, 관경의 길이, 관경의 굵기 등 다양한 변수를 고려한 연구가 요구되며, 구성 부품의 제작기술과 충분한 제작 소요시간 또한 요구됨
 - 증기발생장치의 개선 및 개발은 장기적인 관점의 연구가 수행되어야 함

03 연구활용방안

활용방안

- » 흡입독성시험 및 연구를 위한 시험물질 발생 시 직접 활용
 - 산업안전보건연구원 「안전보건연구개발」 “흡입독성시험 및 평가” 사업의 시험물질 노출에 직접적으로 활용
 - 흡입독성시험 관련 시설·설비의 지속적인 개선 및 유지·보수를 통한 흡입독성 연구의 신뢰성 및 과학적 유효성 확보
 - 증기발생장치 등 흡입독성시험에 활용되는 발생장치의 연구 및 개발을 위한 기초자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 산업화학연구실 흡입독성시험2부 김용순
- 연락처 | 042-869-8511
- e-mail | somays@kosha.or.kr

06

사업장 내 화학물질에 의한 알러지성 호흡기질환의 AOP 연계 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 독성발현경로, 직업성 천식, 화학물질, 호흡기질환, 활성산소

01 연구배경

- » 직업성 알러지성 호흡기질환(천식 등)은 화학물질, 곡물 분진 등 작업장 내 다양한 물질에 노출되어 항원에 의한 알레르기 반응을 일으키는 면역성 질환의 일종으로, 유병 근로자를 확인하기 위한 현재의 임상 기준 검사들은 비용 및 검사기간 등의 이유로 진단 및 직업성 여부를 확인하기 어려움이 있음
- » 사업장 내 화학물질의 노출에 의한 직업성 알러지성 호흡기질환(천식 등)의 초기 탐색을 위한 질병 관련 마커의 발굴을 위한 추가 연구로서, 다량 화학물질의 규제·관리를 위해 기존의 동물 실험을 대체하기 위해 개발된 기법 중 컴퓨터 분석(*In silico*) 및 시험관 내 실험(*In vitro*) 위주의 개발이 필요함
- » 독성발현경로(AOP)는 분자 수준, 세포, 조직 반응 및 현상적으로 관찰할 수 있는 최종 단계의 악영향까지 모든 기전을 표현한 일종의 생물학적 지도로, 2020년 수행한 “화학물질에 의한 면역성 질환의 AOP 적용 연구”를 통해 직업성 알러지성 호흡기질환에 적용할 수 있는 AOP 지도 경로 및 초기 진단을 위한 유용한 마커를 탐색하였으나, 제안된 AOP 및 마커를 질환에 적용하기 위해서 실질적인 실험 검증 연구가 필요함
- » AOP를 이용하여 직업성 알러지성 호흡기질환에 관련된 독성 메커니즘 및 유용한 마커 등을 실험적 연구를 통해 검증하여, 질환 관련 지표를 실험적 탐색 및 제시하고자 하였음

02 주요연구내용

연구결과

» 직업성 천식 질환 관련 AOP의 최신 연구 동향 확인

- 기존 직업성 알러지성 호흡기질환과 관련되어 조사하였던 AOP의 일부 내용의 최신화
- + 기존 AOP 내용 중 분자수준변화(MIE)를 변경함으로써 기존의 Lysine residue로 한정되었던 공유결합의 범위를 제한하지 않고 확대하여 추가적인 화학물질에 의한 위해결과(AO)의 시작 가능성을 제시하였음

» *In vitro*를 이용한 실험적 증빙을 통해 지난 연구과제 제안 AOP 및 관련 핵심현상(KE)의 확인

- 저분자화합물 위주의 시험 물질을 선정 후 사람 호흡기 세포의 3D-cell 모델을 이용하여 세포 독성, 산화적 손상 관련 지표 및 염증 관련 Cytokine/chemokines을 탐색하고, 구성 조직의 형태적 변화를 확인하였음
- + 3차원 배양을 통해 상부 및 하부 호흡기 상피의 직접적인 형태 및 기능적 특성을 재현할 수 있도록 제작된 Mucilair™ 및 Smallair™ 세포 모델 및 천식 환자의 세포로 구성된 Smallair™-asthma 모델을 함께 실험하여 동일 화학물질에 대한 정상인과 천식환자의 생체 내 변화를 동시 탐색함
- + 저분자량 직업성 천식 유발물질 중 노출 보고가 많은 디이소시아네이트(Diisocyanates) 및 무수물(Anhydride) 중 메틸렌 다이페닐 디이소시아네이트(Methylene diphenyl diisocyanate, MDI), 톨루엔 디이소시아네이트(Toluene diisocyanate, TDI) 및 트리멜리트 산무수물(Trimellitic anhydride, TMA)을 시험 물질로 사용함
- + 시험 물질에 의한 3D-cell 모델의 손상을 확인하기 위해 시험물질 투여 24 또는 48시간 후 채취된 세포배양 상층액을 이용한 젖산탈수소효소(Lactate dehydrogenase, LDH) 활성 분석을 통해 세포 누출 손상 결과를 확인하였으며, 세포 손상이 심한 48시간의 결과를 제외한 각 호흡기계 모델에서 시험물질에 의한 농도별 세포 손상을 확인함
- + 산화적 손상 관련 변화를 알아보기 위하여 시험물질 투여 24 또는 48시간 후 채취된 세포배양 상층액에서 존재하는 ROS/RNS 정도를 측정하여, 천식 환자 하부 호흡기계 모델의 경우 시험 물질 투여에 의한 ROS/RNS양의 뚜렷한 증가를 확인할 수 있었고, 정상인 상부호흡기계 모델에서는 24시간 및 48시간에서 물질 및 농도에 따른 변화가 확인됨

- + 기도 내 재구성과 염증 관련 지표를 알아보기 위해 다양한 종류의 Cytokine 및 Chemokine 정도를 측정한 결과로, 정상인의 각 호흡기계 모델에서 시험물질 노출에 의해 Cytokine 및 Chemokine의 특정할 만한 변화는 보이지 않았으나, 천식 환자 하부 호흡기계 모델의 경우 정상인에 비해 몇몇 Cytokine 및 Chemokine의 변화가 확인되었으며, 농도별 TDI 투여에 의한 변화도 확인되었음
- + 3D-cell 모델의 형태학적 변화를 확인한 결과로, 상부호흡기계 모델의 경우 각 단면은 세포 손상 정도에 따라 상피 세포의 높이 변화, 상피 탈락, 비정형 변성 등의 변화를 보였고, 하부호흡기계 모델에서는 상피세포의 과형성 및 낭포 형성이 관찰되거나 심한 경우 배양판에서 탈락하였고, 천식 환자 하부호흡기계 모델은 대조군에서 호흡기계 상피의 변성을 확인할 수 있었으며, 시험 물질의 투여에 의해 변성의 정도가 증가하고 손상으로 인한 상피 탈락 구간이 확인되었음
- + 각 호흡기계 모델의 시험물질에 의한 점액분비 변화 결과로, 48시간 투여군 중 손상이 심해 탈락된 부분에서는 분비가 상대적으로 적어 보였으며, 천식 환자 하부호흡기계 모델에서는 대조군에서 다량의 점액 분비가 확인되었고, MDI 투여에 의한 점액 분비가 증가하였음

시사점

- » 인체 호흡기계 세포로 구성된 3D-cell 모델을 통해 직업성 천식 관련 제안된 AOP 및 KE를 실험적으로 확인하기 위해 *In vitro* 실험을 실시하여 제안된 KE 를 일부 확인함
 - MDI, TDI 및 TMA에 의한 호흡기계 세포 자극 및 손상이 확인되었고, 이와 관련되어 산화적 손상의 지표인 ROS/RNS의 변동을 확인하였음
 - 그러나 다음 단계로 제안된 생체 내 Cytokine 및 Chemokine의 경우 천식환자의 3D-cell 모델에서 변화가 확인되었고 TDI의 경우 농도에 의한 변화가 보였으나, 일관적이지 않음
- » 추가적인 각 요인 별 구성 세포 내 유전체 분석이나 면역관련 세포의 Co-culture를 통한 호흡기계 모델을 이용한 실험적 증빙이 부수적으로 필요할 것으로 여겨짐

03 연구활용방안

활용방안

- » 특정 화학물질 노출에 의한 직업성 알러지성 호흡기질환의 메카니즘 연구를 위한 실험적 데이터 생산으로 해당 질환의 AOP 작성에 대한 연구적 성과 자료 추가
- » 직업성 알러지성 호흡기 질환의 초기진단을 위하여 산화적 스트레스 관련 사항 제안을 통해 직업성 호흡기 질환에 의한 근로자의 건강장해 예방 가능성
- » 대체시험 관련 연구전문 사업 또는 급성흡입독성시험의 시스템적 보완을 위한 자료로 활용 가능
- » 논문, 보고서 작성 배포를 통한 화학물질 또는 구조적 유사 물질 등의 시험 관련 정보 제공



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 산업화학연구실 흡입독성시험1부 조은상
- 연락처 | 042-869-8535
- e-mail | escho@kosha.or.kr

DNA 손상지표

코멧시험(Comet assay)을 활용한 3차원
배양세포에서의 유전독성영향연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월
핵심단어_ 3차원 세포배양, 코멧시험, HepG2

01 연구배경

- » 발암물질의 확인을 위해 수행되는 실험동물을 이용한 발암성시험은 많은 시간과 비용뿐 아니라 과도한 실험동물의 희생이 요구됨에 따라,
 - 발암가능성이 높은 화학물질에 대하여 우선적으로 적용할 필요가 있음
- » 현재 발암가능성이 높은 화학물질을 선별하기 위해 미생물복귀돌연변이시험 등 체외시험법과 실험동물을 이용한 소핵시험 등 생체 시스템에서의 유전독성 시험법이 동시에 활용되고 있으나,
 - 시험의 용이성, 민감도, 특이도 등에서의 한계를 극복한 새로운 시험방법의 개발이 요구되고 있으며,
 - 생명윤리가 강화되는 현실에서 생체 시험을 대체할 수 있는 시스템 또한 요구되고 있음
- » 화학물질의 유전자와 염색체에 대한 영향을 간접적으로 확인하는 코멧시험은 기존의 미생물 복귀 돌연변이시험과 소핵시험을 대체 또는 보완할 수 있는 시험법으로의 가능성이 높게 평가되고 있으며,
 - 특히 생명윤리가 강화되는 현실에서 동물시험의 대체를 목표로 하는 3차원 세포배양 시스템에서의 적용성이 높은 것으로 보고되고 있음
- » 따라서, 본 연구에서는 3차원 세포배양 시스템에서의 코멧시험법을 확립하여 발암성평가에 있어 보다 다양한 정보를 제공하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

» 3차원 세포배양

- Hang-in drop/저부착성 플레이트 복합 배양법과 저부착성 플레이트 단독 배양법을 검토한 결과 Hang-in drop/저부착성 플레이트 복합 배양법에 의한 세포가 더 둥근 구형으로 배양되는 것이 확인되었음
- + 따라서 본 연구에서는 Hang-in drop/저부착성 플레이트 복합 배양법을 3차원 세포배양 시스템으로 선택하였음

» 코멧시험

- CHL/IU 세포와 HepG2 세포를 이용하여 음성대조물질 d-mannitol, 양성대조물질 ethyl methanesulfonate, 대사활성화 양성대조물질 cyclophosphamide를 사용하여 2차원 및 3차원 세포배양 시스템에서 코멧시험의 타당성을 검토한 결과,
- + HepG2 세포를 이용한 3차원 배양 시스템이 코멧시험에 가장 적합한 것으로 나타났음
- HepG2 세포의 3차원 배양 시스템에서 2-methoxyethanol과 benzalkonium chloride의 코멧시험을 실시한 결과,
- + 2-Methoxyethanol은 양성, benzalkonium chloride는 음성으로 나타났음

시사점

» 본 연구를 통하여 HepG2 세포를 이용한 3차원 세포배양시스템에서의 코멧시험은

- 발암가능성이 높은 화학물질의 탐색에 활용 가능성이 확인되었고,
- 본 연구를 통하여 2-Methoxyethanol은 양성, benzalkonium chloride는 음성임이 확인되었음

03 연구활용방안

제언

- » 실험동물을 이용한 발암성평가 대상물질 선정에 있어,
 - 3차원 세포배양 시스템을 이용한 코멧시험은 발암가능성이 높은 화학물질 탐색에 활용할 것이 제안됨

개선방안 또는 정책방안

- » 화학물질의 발암성평가를 위한 실험동물을 이용한 발암성시험의 수행에 있어,
 - 발암 가능성이 높은 화학물질을 우선적으로 수행하기 위한 화학물질 탐색에 있어 3차원 세포 배양시스템에서의 코멧시험의 활용이 제안됨

활용방안

- » 발암성시험 후보물질의 선정에 있어 유전독성 및 발암 기전정보를 제공하는 데 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 산업화학연구실 흡입독성시험1부 임철홍
- 연락처 | 042-869-8532
- e-mail | limch@kosha.or.kr

MSDS 개선을 위한 석유계 물질 내 유해물질 분석 연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 석유계 물질, GC-MS, UVCB, 물질안전보건자료, MSDS

01 연구배경

- » 물질안전보건자료 (Material Safety Data Sheet, 이하 MSDS)는 화학물질을 안전하게 관리하고 사용하기 위한 정보를 기재한 것으로 「산업안전보건법」(이하 「산안법」) 제104조와 제110조에 따라 물질이 근로자에게 건강장해를 일으키는 화학물질 및 물리적 인자 등 (이하 유해물질) 이거나 유해물질을 일정 중량비율 이상 함유한다면 MSDS 상에 구성성분으로 기재하여야 함
- » 석유계 물질은 원유를 증류 및 전환 등의 공정을 통해 정제하여 제조한 것으로, 구성성분의 조성을 기준으로 단일성분물질과 다성분물질, UVCB (Unknown or Variable composition, Complex reaction products or Biological materials) 물질로 구분할 수 있음

 - 단일성분과 다성분 물질은 구성 성분 및 함유량이 명확한 반면, UVCB 물질은 원유 분획과 최종정제공정, 탄소수 및 끓는점 범위 등 물리화학적 특성에 따라 제조 및 정의되기 때문에 다양한 성분을 함유하고 있으며 그 조성을 특정할 수 없음
 - 석유계 UVCB 물질은 탄소수와 끓는점이 유사한 물질이 다수 혼합되어 있으므로 모든 구성 성분을 일일이 규명하기 어려우며, 유해물질을 함유하고 있더라도 MSDS에 기재되지 않을 수 있음
 - 고도로 정제된 단일성분 물질과 정제 및 혼합된 다성분 물질의 경우에도 UVCB 물질로부터 유래한 것이기 때문에 유해물질이 잔존할 수 있으나 MSDS에 반영되지 않을 수 있는데 실제로 2018~2020년 MSDS 적정성 평가를 위한 석유계 물질의 성분 분석 결과 MSDS 상에 유해물질이 누락된 수건의 사례가 있었음
- » 본 연구에서는 다양한 석유계 물질의 성분 분석을 실시하여 석유계 물질의 「산안법」 상 유해인자 함유여부를 확인함으로써 MSDS의 구성성분 및 함유량의 표기 실태를 파악하고 개선방안을 제시하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

» 석유계 물질 자료 조사

- 석유계 물질 및 UVCB 물질의 분류 및 확인방법을 조사한 결과 유럽, 미국 등 외국은 석유계 UVCB 물질에 대한 분류와 관리에 석유계 물질을 그룹화하고 적합한 분석방법을 제공하는 등 유해성·위험성 분류에 어떠한 영향을 줄 수 있는지 판단하는 근거를 제공하고 있으나, 국내는 아직까지 석유계 UVCB의 유해성 분류 및 표시에 대한 구체적인 가이드라인이 없었음

» 대상 유해물질 및 시료 선정

- 「산안법」상 유해물질 중 석유계 물질에서 유래한 것으로 판단되는 탄화수소화합물을 대상으로 GC-MS로 분석이 가능한 물질을 선정한 결과 노말헥산, 벤젠, 시클로헥산, 시클로헥센, 헵탄, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌 (이성질체 포함) 등 10종이었음
- 이 중 벤젠은 발암성 및 생식세포 변이원성 물질이며, 노말헥산과 톨루엔은 생식독성물질, 에틸벤젠은 발암성 물질로 분류되어 있었음
- 분석 대상시료는 국내에서 유통되고 있는 석유계 물질 함유제품을 수거하여 상온·상압에서 액체상태이며, MSDS에 석유계 UVCB 물질을 함유하고 있는 시료를 선정한 결과 21종이었음

» 석유계 물질의 성분 분석방법 최적화

- GC 또는 GC-MS를 이용한 석유계 물질의 분석방법과 이를 통한 분석사례 등을 조사하여 분석 조건을 최적화하고 유효성을 확인한 결과 직선성, 정밀도 및 정확도, 검출한계 및 정량한계는 양호하게 나타났음

» 석유계 물질의 분석 및 유해물질 함유 여부 확인

- GC-MS로 대상 시료 중 대상 유해물질을 분석하여 제조사의 MSDS와 비교한 결과 UVCB 물질을 함유한 시료 21종 중 한계농도 이상의 유해물질을 함유한 제품은 14종으로 66.7%를 차지하였는데 모두 나프타 및 가솔린 계열 UVCB 물질을 함유하고 있는 제품이었음
- 반면에 등유계 및 윤활기유계, 파라핀 및 왁스계 UVCB 물질을 함유한 시료는 모두 대상 유해물질이 검출되지 않았음
- 유해물질의 성분별 함유비율과 MSDS 기재 일치율을 비교한 결과 대부분 구성성분을 누락 하거나 함유량에서 많은 차이를 보였음

시사점

>> 석유계 물질의 MSDS 작성법 제언

- MSDS 작성 시 구성성분의 명칭 및 함유량은 화학제품을 구성하는 성분정보를 성실히 기재하여야 함. 특히 석유계 UVCB 물질을 함유한 경우 유해물질의 분석을 통하여 정확한 성분의 표기와 유해성·위험성 분류를 위한 노력이 필요함
- 함유량은 변화의 폭을 최소화하여 기재하고, 벤젠과 같은 발암성 물질은 0.1% 미만을 함유하고 있더라도 온도조건 등 작업환경에 따라 충분히 한계농도 이상 노출될 수 있으므로 한계농도를 초과하지 않더라도 기재하는 것을 권고함
- 구성성분의 독성자료를 이용하여 분류한 건강 및 환경 유해성은 각 성분에 대한 최고농도에서의 영향을 기재하여야 함
- MSDS 적정성 평가 시 MSDS를 제출하지 않거나 성분을 기재하지 않으면 정확한 성분 및 함유량 평가가 불가능한데 특히 UVCB 물질의 경우 본 연구결과와 같이 충분히 다양한 유해물질을 함유하고 있을 가능성이 있으므로 유해성·위험성 분류에도 영향을 줄 수 있음

03 연구활용방안

활용방안

- >> 본 연구결과는 석유계 물질에 함유되어 유해물질이 분류에 영향을 끼칠 만큼 함유되어 있는지 판단하는 데 도움이 될 수 있으며, 제조사 MSDS와 비교 검토 및 적정성을 확인을 통하여 MSDS 개선을 위한 지침이 될 수 있을 것임. 따라서, MSDS의 구성성분에 UVCB 물질임을 기재하도록 권고하고 추후 자료보완을 통하여 고용노동부에 MSDS 개선방안을 제안하고 협의할 필요가 있으며 석유계 물질의 올바른 MSDS 작성을 통하여 사업장의 화학물질 관리에 기여할 수 있을 것임



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 산업화학연구실 화학물질평가1부 한정희
- 연락처 | 042-863-0353
- e-mail | hanjh@kosha.or.kr

호흡기의 검체제작 정밀도 향상을 위한 가이드라인 개발연구

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ 비강, 후두, 검체제작안전, 검체제작법, 조직도보

01 연구배경

- » 병리검체제작분야는 칼, 포르말린 등 위험요소가 분명함에도 이를 수행하는 실험실의 수나 규모가 작아 위험성평가의 필요성조차 인지하지 못하는 경우가 많음
- » 흡입독성시험은 노출경로인 비강과 후두에 대한 평가가 추가되었으나 독성평가에 최적화된 검체 제작방법 및 체계적으로 정리된 조직학 자료가 없음. 이는 고도로 세분화되고 전문적인 영역으로써 초심자가 접근하기 어렵고, 교육자료를 제작하기 위해서도 시간, 비용, 전문 인력 등이 필요하여 시도하기가 쉽지 않음
- » 따라서 본 연구에서는 병리검체제작 실험실 연구원의 안전한 근무환경 조성을 위해 위험성평가 사례를 제시하고, 비강 및 후두 검체제작법의 표준화와 독성평가를 위한 기초적인 조직학적 정보를 제공함으로써 독성평가품질의 향상에 기여하고자 하였음

02 주요연구내용

연구결과

- » 조직 검체제작 시 안전
 - 검체제작과정을 삭정, 탈회, 조직처리, 포매, 박절, 염색, 폐기물처리의 7단계의 공정으로 분류하였음
 - 검체제작 공정별로 유해위험요인 파악, 위험성 추정, 위험성 결정을 통해 위험성평가를 실시하여 삭정/탈회, 포매, 박절, 폐기물 처리공정에서 반복작업과 불안정한 작업자세에 대한 개선이 필요함을 확인하였음
 - 위험성평가결과에 따른 위험감소대책으로 근골격계에 부담이 되는 자세의 교육, 개인별 보호구 지급, 스트레칭, 휴식, 면담을 통한 의학적 조치 이행, 관련 전문가 자문 등의 대책을 수립하였음



» 호흡기 검체 제작법

- 호흡기 중 검체제작 정밀도가 가장 낮은 비강과 후두에 대하여 정확한 단면을 얻기 위해 가장 중요한 공정인 삭정과정을 표준화할 수 있는 방법을 제시함
- 실무 접근성과 이해도를 높이기 위해 검체제작법에 대한 동영상을 제작하였음

» 조직학 도보 제작

- 비강은 4개의 횡단면과 2개의 종단면에 대해 조직학적 구조와 특징을 설명하고 명칭을 표기하여 도보를 제작하였음
- 후두는 3개의 횡단면과 2개의 종단면에 대해 조직학적 구조와 특징을 설명하고 명칭을 표기하여 도보를 제작하였음

시사점

- » 본 연구원의 검체제작 실험실에서는 가장 주요한 유해위험요인이 근골격계와 관련된 요인이었으나, 실험실마다 안전조치 등에 차이가 있어 주요한 유해위험요인은 다를 수 있으므로 각 실험실마다 작업환경에 맞도록 위험성평가를 실시하여 대책을 수립해야함
- » 더 정확한 독성평가를 위해서는 일관되고 정확한 검체품질이 필수적이며 이를 위해서는 검체제작법의 표준화와 조직학적 지식이 필요함

03 연구활용방안

활용방안

- » 흡입독성연구사업의 병리검체제작업무 수행 시 검체제작기준으로 활용
- » 병리 담당자 및 병리책임자 양성 교재로 활용
- » 관련기관 배포를 통해 전문지식의 공유 및 흡입독성 전문기관으로서의 홍보자료로 활용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 산업화학연구실 흡입독성시험1부 이미주
- 연락처 | 042-869-8534
- e-mail | mjlee@kosha.or.kr

10

발암성시험의 실험동물(랫드) 생존율 향상을 위한 개선방안

연구기간_ 2021년 2월 ~ 2021년 11월
핵심단어_ 발암성, 실험동물, 생존율

01 연구배경

- » 발암성시험은 시험계 동물의 수명을 인간수명의 유사기간 동안 시험물질을 장기간 투여(노출)하여 발암성 평가
 - 랫드는 24개월간 시험물질을 투여(노출)하여 발암성 여부 확인
- » OECD TG(Test Guideline) 451에서는 대조군의 생존율이 25%이하로 떨어질 경우 시험 종료를 권장
- » 발암성시험은 최소의 동물 수로부터 발암성 유병율 등 최대한의 정보를 얻기 위하여 생존율 관리가 필요

02 주요연구내용

연구결과

- » 실험동물에게 영향을 주는 요인 측정 및 분석
 - 물리적 요인 : 소음, 조도, 온도, 상대습도의 영향 없음
 - 생물학적 요인 : 사료, 음용수, 깔짚에 의한 영향 없음
 - 화학적 요인 : 가스상 물질(O_2 , CO_2 , NH_3 , H_2S), 살충제, 살균제, 세제 등의 영향 없음
 - 환경적 요인 : 사육 공간, 복지물품 유무가 생존율에 영향을 줌
 - 기타요인 : 동물 작업방법에 의한 스트레스 및 상해 발생



» 발암성시험 시 생존율향상을 위한 개선방안

- 개선방안 발굴 : 사육 공간 변경, 복지물품 공급, 작업방법 변경
- 발암성시험 시 생존율 향상 : 대조군 랫드 기준으로 18%→58%(수컷), 52%→73%(암컷)

시사점

» 안락사 시점 표준화 필요

- 빈사동물의 안락사를 통한 동물의 고통 감소
- 신체 조직의 자가 용해 방지로 좋은 조직 확보 및 좀 더 명확한 검경 결과 도출

» Historical data 축적

- 축적된 Historical data 분석을 통한 환경적 요인 외에 실험동물(랫드)과 관련된 유전적 요인, 백혈병 유병율의 추적조사 등을 포함한 조직병리학적 관점에서 사망요인 파악

03 연구활용방안

활용방안

» 발암성시험의 실험동물 생존율 감소 원인 분석 및 개선방안 적용

- 발암성시험 시 동물실 환경요인 개선
- 동물실험 시 작업방법 개선 적용



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 산업안전보건연구원 산업화학연구실 흡입독성시험2부 이성배
- 연락처 | 042-869-8513
- e-mail | sblee@kosha.or.kr

MSDS 제출 및 비공개 승인 심사제도 발전방안 연구

연구기간_ 2021년 7월 ~ 2021년 11월

핵심단어_ MSDS, MSDS 제출, 영업비밀, 비공개 승인 심사, 대체명칭

01 연구배경

- » MSDS 제출 및 대체자료 기재 승인제도의 안착 및 발전을 위해 기업 및 노동조합 등 이해당사자의 의견을 수렴·반영하여 관련 제도의 발전방안 마련 필요

02 주요연구내용

연구결과

- » 다양한 방법으로 이해관계자의 의견을 취합
 - 주무관청, 전문가, 노사단체, 국내외 화학물질 관련 업체를 대상으로 포럼 5회 개최
 - 웹사이트를 통한 불특정 이해당사자들의 의견 수렴
- » 의견 취합 결과, 이해관계자들이 대표적으로 다음의 어려움을 겪고 있는 것으로 파악됨
 - MSDS 제출 제도 관련 애로사항
 - + 미분류 물질의 불명으로 인한 제도 이행 요건 불충족
 - MSDS 비공개 심사 제도 관련 애로사항
 - + 연구개발용 제품의 심사로 인한 비즈니스 진행 지연
 - + 현행 대체물질명 적용 시 업계 내 영업비밀 유출 우려
 - 그 외(시스템, 수수료 등) 애로사항
 - + 기 제출한 MSDS의 변경사항을 시스템에 반영하려는 경우 반드시 재제출 필요
 - + 환불 절차 부재로 인한 불필요한 비용 지출

시사점

- » 미분류 물질에 대한 정보 부재로 인한 제도 이행 지연 문제의 개선 필요
 - 올바른 유해성·위험성 분류와 해당 물질 관리에 역량을 집중하는 것이 바람직
- » 제도 이행 관련, 국내·외 업체의 형평성 확보 필요
- » 소량 취급 등 위험이 비교적 낮다고 판단되는 제품군에 대한 규제 완화 필요

03 연구활용방안

제언

- » MSDS 제출 주기를 2년으로 명확화
- » 국내 사업장의 영업비밀 확인서류 제출 인정함으로써 형평성 확보
- » 일부 연구개발용 제품에 대한 비공개 승인 심사 면제

활용방안

- » 「산업안전보건법」 내 MSDS 관련 조항 개정 등 제도 개선 시 활용
 - 「산업안전보건법」 제110조(물질안전보건자료의 작성 및 제출), 제112조(물질안전보건자료의 일부 비공개 승인 등)



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | (사)대한산업보건협회 산업보건환경연구원 조기홍 실장
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 산업화학연구실 화학물질평가1부 정수진
- 연락처 | 042-869-0357
- e-mail | star@kosha.or.kr

12

소규모 사업장 화학물질 관리 역량 향상을 위한 연구

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 소규모사업장, 산업보건서비스, 화학물질관리, 위험성평가

01 연구배경

» 산업재해에서 소규모 사업장의 중요성

- 2019년 통계에 의하면, 소규모 사업장의 노동자들은 전체 산업재해자의 76.6%, 산재 사망자의 61.7%로 산업안전보건관리에서 매우 중요한 부분을 차지하고 있음
- 산업안전보건감독의 위반 건수에서도 50인 미만은 61.7%(2013년)을 차지하고, 화학물질 관련 감독(2019년) 관련 민·형사조치에서도 50%를 차지하는 등 소규모 사업장은 화학물질 안전보건관리에서도 중요한 위치를 차지하는 주 분야라 할 수 있음

» 화학물질 관리 역량 향상을 위한 전략적 접근의 필요성

- 소규모 사업장은 재정적 인적 자원의 제한성으로 인하여 정부가 법과 제도를 통해 소규모 사업장을 동기 부여하고, 민간 서비스를 활용하기 위한 체계적이고 전략적인 접근이 필요함

02 주요연구내용

연구결과

» 화학물질 사고 사례 및 통계 분석을 통해 소규모 사업장 화학물질 관련 재해 분석(2010년 ~ 2020년 산업재해 자료 분석)

- 2019년 전체 산업재해 중 업무상 질병 관련 산업재해는 14.8%이며, 업무상 질병 산업재해 중 화학적 인자로 인한 산업재해는 10.5%에 달함. 한편 10년 동안 화학적 인자에 의한 산업재해 사망자를 살펴보면, 질병 사망자가 사고 사망자보다 3.8배~10.3배 많았으며, 질병 사망자의



1위와 2위는 진폐와 직업성 암이었음. 50인 미만이 차지하는 비율(2020년)은 화학적 사고 재해자의 74.2%, 화학적 인자 업무상 질병자의 44.8%로 분석되었음

» 소규모 사업장 화학물질관리 역량 향상을 위한 질적·양적 연구

- 사전 심층인터뷰 11명, 55문항 전문가 설문 95인, 42문항 사업장 설문 93인, 사후 심층 인터뷰를 전문가와 사업장 그룹에 각각 실시하였음

» 현행 산업보건 제도의 소규모 사업장 화학물질 관리 기여도 인식

- (디딤돌 사업) 사업주 화학물질 유해·위험성 인식 향상 등에 대한 기여도 저조
- + 사업주 화학물질 유해/위험성 인식 향상 기여도 : 긍정 답변 37.9%
- + 작업환경측정 결과의 개선 활용 : 긍정 답변 36.9%
- + 특수건강검진 사후 관리 적정성 : 긍정 답변 32.6%
- (정부 지원 사업) 사업장 방문, 진행과정 등에 대한 부정응답 비율 높음
- + 사업장 방문 : 환영받지 못함 73.5%
- + 사업 진행과정 만족도 : 부정응답 65.6%
- + 소규모 사업장 필요에 관한 내용인가 : 부정응답 54.7%
- + 작업환경 개선 효과 : 부정응답 62.1%
- 정부 지원 사업 대안 : 질적 연구결과
- + 신청단계에서부터 목적과 내용을 분명히 하여 사업장 관점에서 흥미를 가질 수 있도록 하여 참여를 유도해야 함
- + 사업주와 작업자의 인식 전환과 참여가 가능하도록 문제의 발굴과 개선을 함께 할 수 있도록 해야 함
- + 3년 이상의 지속적인 프로그램으로 기획되어야 함

» 소규모 사업장 화학물질 관리 역량 향상을 위한 우선과제

- 화학물질 관리에 가장 큰 영향을 주는 요인으로 사업장 관계자는 법적규제(1위)와 직원의 건강 및 안전(2위), 전문가 그룹은 사업주 의지(1위), 법적규제(2위), 고용노동부 감독(3위)이 차지 하였음
- + 이 결과를 통해서 볼 때, 사업주의 의지를 발휘하게 하기 위해서는 고용노동부의 감독을 통한 법적인 규제를 실효성 있게 개편하는 것과 사업주로 하여금 화학물질 관리가 직원의 건강과 안전에 영향을 어떻게 미치는지에 대한 구체적인 자각과 방법에 관한 훈련이 필요한 것을 알 수 있었음

시사점

- » 사업장 화학물질 관리 체계를 정리하고, 국내외 문헌고찰을 통해 소규모 사업장 내 산업보건 관리의 특징을 파악하였음
- » 아울러 현 수준에서 소규모 사업장에 대한 정부 지원 사업에 대한 인식과 효과성을 파악한 결과, 소규모 사업장 화학물질 관리 향상을 위해 사업장 내부 역량, 중재자로서의 정부의 역할 및 사업장 지원자로서의 중재자의 역할을 규명하고, 지원 모델을 제시하였음

03 연구활용방안

제언

- » 소규모 사업장에 대한 정부의 지원 사업의 개혁 필요
 - 지난 30년 동안 소규모 사업장에서 실제로 화학물질 관리가 가능할 수 있도록 하는 방법론이 개발되거나 발전되지 못함
 - 현재의 방식은 서비스 수행자와 수혜자들에게 절차나 효과 측면에서 긍정적 인식이 50%를 넘지 못해 혁신적인 개혁이 필요함
- » 소규모 사업장 화학물질 관리를 위한 설계 가이드 제안
 - 정부가 법과 감독이라는 하드 파워로 소규모 사업장에서 유해 화학물질 관리의 필요성을 부여하고,
 - 소프트 파워를 통해 소규모 사업장에서도 화학물질 관리가 가능하도록 민간 재원을 활용하여 지원해야 하며,
 - 이러한 설계가 실현되도록 하기 위해 정부, 민간 산업보건서비스 업체, 소규모 사업장에 구분하여 필요한 역량을 갖추어야 함
- » 소규모 사업장 화학물질 관리를 위한 지원 모델: RIEC Program
 - 1단계: 소규모 사업장에서 화학물질 관리의 필요성을 인식(Recognition: R)하고 수용할 수 있도록 사업장과 신뢰 관계를 구축하는 것임
 - 2단계: 사업장과 보건 서비스가 함께 관리할 대상의 유해화학물질을 구분(Identification: I)함
 - 3단계: 위험성 평가(Evaluation: E)를 통해 관리의 우선순위를 세움
 - 4단계: 실행 가능한 최대한 구체적인 개선과 관리(Control: C)를 실행토록 함

☞ 정부는 각 단계의 주요 활동과 지원이 가능하도록 해야 함

- » 2022년부터 소규모 사업장 지원 사업을 새로운 체계인 RIEC program을 시범 사업으로 적용하면서 현장 작동성이 있도록 준비해 나갈 필요가 있음
 - 해당 사업은 고용노동부와 공단 주무부서가 주축이 되어 전문가와 사업장이 함께 시행하여야 한국의 소규모 사업장 지원 모델로 발전시켜 나갈 수 있음



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | (사)한국산업보건학회 학술이사 / 서울대학교 연구교수 박미진
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 산업화학연구실 화학물질평가1부 이해진
- 연락처 | 042-869-0352
- e-mail | hana1226@kosha.or.kr

산업안전보건법 규제영향 분석을 위한 건강편익 산정 방식 개선 연구

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 통계적생명가치, VSL, 건강편익, 사망률, 규제영향분석

01 연구배경

» 근로자의 사망률(사망위험) 변화에 대한 건강편익 산정방식 검토 필요

- 「산업안전보건법」 규제영향분석의 화학물질 관련 건강편익 산정방식은 산업재해비용에 기초한 손실비용을 근거로 산정하는 방식이 활용되고 있으나,
- 사회에서 인식되는 근로자의 생명가치가 점차 높아짐에 따라, 사회후생적 측면에서 적절하고 국제적으로 정착되고 있는 통계적생명가치(Value of a statistical life, VSL)의 도입 검토 필요

02 주요연구내용

연구결과

» 국내외 화학물질 관련 건강편익 산정 동향 조사

- 기존 「산업안전보건법」 규제영향분석의 화학물질 관련 건강편익 산정
- + 기본적으로 1인당 산업재해 손실비용을 직접비용으로 고려하고 간접비용은 하인리히(Heinrich) 방식을 적용하여 직접비용의 4배로 산정하는 방식 적용
- 국내외에서는 화학물질 관련 건강편익 산정 시 건강영향을 사망률(mortality)과 질환율(morbidity)로 구분하여 산정하는 방식을 적용하는 추세이며,
- + 사망률의 변화로 인한 편익은 주로 통계적생명가치(VSL)를 이용하여 평가하는 방식을 채택

» 근로자의 통계적 생명가치(VSL) 선행연구 검토

- 근로자의 통계적생명가치(VSL) 이론적 기초

- + 효용극대화 행위에서 사망률 감소(또는 증가)를 위한 최대 지불의사금액(Willingness to pay, WTP)로 정의되며, 다음 식에 의해 산정됨

$$VSL = \frac{WTP}{\Delta(MORTALITY\ RISK)} \text{ 또는 } \frac{\sum WTP}{\sum \Delta(MORTALITY\ RISK)}$$

- 통계적생명가치(VSL)에 대한 국내 선행연구 검토
- + 국립환경과학원(2017)에 의하면, 18편의 연구로부터 61개의 통계적생명가치(VSL) 추정치가 있으며, 중간값은 10억원임
- + 근로자의 임금함수를 분석한 헤도닉(특성)임금모형(hedonic wage model)에 의한 연구는 송기호(1994), 조윤기(2004), 이승렬(2005), 김효진(2019) 등이 있으며, 김효진(2019)의 통계적생명가치는 모형에 따라 8.08억원 및 13.20억원으로 도출됨
- » 계량경제학적 분석 모형 구축 및 근로자의 통계적생명가치(VSL) 추정
 - 분석자료 구축 : 근로자 특성자료와 산업별 사망률 및 재해율 자료 연계
 - + 「고용형태별근로실태조사」의 근로자 특성자료(2012년~2019년)와 「산업재해현황분석」의 산업별 사망률 및 재해율 자료를 한국표준산업분류 9차 중분류 76개로 연계하여 분석자료 구축
 - 추정을 위한 이론적 모형 : 헤도닉(특성) 임금모형 채택
 - + 임금을 설명하는 특성(변수)으로 나이, 성별, 교육수준, 기업규모, 업종, 직종, 종사상지위 등과 함께 사망률 및 재해율을 포함하여 분석
 - + 이때, 사망률이 증가하면 보상으로 더 높은 임금을 지불하게 되며, 이 보상급여를 사망률의 변화분으로 나누는 방식으로 근로자의 통계적생명가치(VSL)를 산정함
 - 임금함수 추정을 위한 계량경제학적 모형 : 일반최소자승 회귀모형, 표본가중치 반영 일반최소자승 회귀모형 및 가중최소자승 회귀모형으로 추정
 - + 오차항의 이분산성(heteroskedasticity)을 검정하고, 이분산성이 있는 경우 추정계수의 강건한 표준오차(robust standard error)를 추정하는 회귀분석을 진행
- » 근로자의 통계적 생명가치 추정 결과
 - 8년(2012년~2019년) 동안의 임금함수에 대한 각 연도별 추정
 - + 사망만인율의 추정계수는 0.00176~0.00731로 양(+)의 값이며, 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함
 - + 재해천인율의 추정계수는 -0.01372~-0.00761로 음(-)의 값이며, 유의수준 1%에서 통계적으로 유의함

- 사망만인율 및 재해천인율의 통합효과를 고려한 보상임금 추정
- + 사망만인율이 1단위(즉, 1/10,000) 증가하면, 사망도 재해에 포함되므로 재해천인율도 0.1 단위 증가하기 때문에 사망만인율 1단위 증가로 인한 보상임금은 사망률 및 재해율의 통합 효과를 고려해야 함
- + 이 통합효과는 0.00100~0.00609이기에, 사망만인율이 1단위 증가하는 경우 급여는 0.100~0.609% 증가하며, 이를 적용 시 연간급여는 40,301원~273,127원 증가함
- 따라서, 근로자의 통계적생명가치(VSL)는 4.03억원~27.31억원으로 산정됨

시사점

- » 「산업안전보건법」 규제영향에서 건강편익 산정방식의 개선방향 검토를 통하여, 근로자의 통계적 생명가치(VSL)를 추정하고 도입방안을 검토하였음

03 연구활용방안

제언

- » 화학물질 관련 건강편익 산정방식 제언
 - 기존의 산업재해 비용에 기초한 방식에서 사회후생적 측면 및 국내외의 동향을 반영하여,
 - + 건강영향을 사망률 및 질환율로 구분하고 사망률 변화의 편익은 통계적생명가치(VSL)를 적용하는 방식의 도입을 제안함
- » 규제영향분석에 이용하기 위한 근로자의 통계적생명가치(VSL) 제언
 - 추정된 근로자의 통계적생명가치(VSL)의 매년 변동성을 고려하여, 5년(2015~2019년) 이동 평균 통계적생명가치(VSL)인 16.42억원*을 규제영향분석에 이용하는 것을 제안
 - * 95% 신뢰구간 15.63억원 ~ 17.21억원
- » 근로자의 통계적생명가치(VSL) 관련 심화 연구 필요
 - 본 연구는 근로자의 통계적생명가치(VSL)에 대한 일차적인 연구결과이므로, 심화연구 또는 다년도 연구를 통하여 기존 연구의 추정치보다 적절한 대푯값을 도출하는 연구가 필요함



활용방안

- » 「산업안전보건법」 규제영향분석의 화학물질 관련 건강편익 산정에 활용
 - 화학물질 관련 건강편익 산정을 위해 제안한 건강편익 산정방식 적용 가능
 - 근로자의 사망률 변화 관련 편익 산정 시, 본 연구에서 추정된 통계적생명가치(VSL) 활용 가능
- » 근로자의 건강 관련 정책 평가에 활용 가능
 - 산업안전보건법의 화학물질 관련 규제영향분석 외의 근로자 건강 관련 정책 비용편익분석에도 본 연구에서 제안한 건강편익 산정방식 및 통계적생명가치(VSL) 추정치를 이용 가능



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 대진대학교 신영철 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 산업화학연구실 화학물질평가1부 이도희
- 연락처 | 042-869-0358
- e-mail | iamdohee24@kosha.or.kr

14

알루미늄 노출기준 개정을 위한 국내 실태조사 및 사회경제적 영향 분석 연구

연구기간_ 2021년 5월 ~ 2021년 10월

핵심단어_ 가용성염, 금속분진, 피로파우더, 알킬, 불용성화합물

01 연구배경

- » ‘알루미늄 및 그 화합물’(이하 ‘알루미늄’)의 국내 노출기준에 대한 현장 적용의 어려움
 - 현재 여섯 가지(금속분진, 피로파우더, 용접흄, 가용성염, 알킬, 산화알루미늄)로 세분화 되어 있고, 각기 다른 노출기준을 적용하여야 하나 각 세부분류별 정의·기준이 부재함
 - 알루미늄의 국내 노출기준이 준용하고 있는 ACGIH TLV와 차이가 있어 값의 적정성 재검토 필요

02 주요연구내용

연구결과

- » 국내외 알루미늄 노출기준 현황
 - (고용노동부) 5가지로 세분화*하고, 각 분류별로 서로 다른 노출기준을 제시하고 있으며 불용성 화합물에 대한 노출기준이 없음
 - * 가용성염, 금속분진, 알킬, 용접흄, 피로파우더
 - (ACGIH) 2008년 가용성염과 알킬을 제외한 세분류를 통합해 1(R)mg/m³으로 노출기준 제시
 - (OSHA) 금속분진, 산화알루미늄, 불용성화합물에 공통적으로 5/5(R)mg/m³으로 노출기준 제시
 - (일본) 금속분진에 대해 2/0.5(R)mg/m³으로 노출기준을 제시하여 가장 엄격한 관리
- » 알루미늄 독성자료 정리
 - 알루미늄 노출된 근로자에 대한 역학 연구가 부족하고 대부분 폐기능을 위주로 조사됨
 - 알루미늄 용접공 및 알루미늄 생산 작업자를 대상으로 경미한 신경독성을 조사한 연구에서 1.6 mg Al/m³ 수준에서 장기간(40년) 노출되면 유사한 증상이 나타날 수 있다고 추정함

- 동물(쥐)에서 산화알루미늄을 사용한 만성 흡입 연구는 NOAEL(no observed adverse effect level)을 2.45 mg Al/m³으로 설정
- 알루미늄 가용성 화합물에 대한 독성 정보는 경구 노출 실험이 일부 있지만 충분하지 않고, 알킬 화합물은 독성 정보가 부족할 뿐만 아니라 반응성이 매우 높아 주의 깊게 취급되기 때문에 노출 가능성이 낮음
- TLV 설정근거: 진폐(pneumoconiosis), 하기도 자극(lower respiratory tract irritation), 신경독성(neurotoxicity)

» 국내 알루미늄 제조·취급 사업장 대상 노출 실태조사

- 알킬을 제외한 다른 형태의 알루미늄을 사용하는 12개소 사업장의 공기중 알루미늄 농도는 평균 0.016mg/m³이었고, 최대치는 0.0776 mg/m³이었음
- 동일공정에 대하여 총분진 및 호흡성분진을 병치 및 동시 측정하였을 때 알루미늄 총분진 질량 농도의 평균 12.1%가 호흡성분진이었음
- 광학입자계수기로 분진의 크기분포를 실시간으로 측정하여 비교한 결과 용접흄 및 피로파우더 형태의 알루미늄은 총분진의 평균 48.1%가 호흡성분진이었음(단, 광학입자계수기는 알루미늄을 포함한 모든 분진을 계수함)
- 김기연 등(2008)의 연구에 따르면 용해로 및 다이캐스팅 작업에서 총분진 중 알루미늄의 비율은 각각 5.7% 및 20.0%로 광학입자계수기의 결과와 결합하면 총분진 질량농도의 2.7% (0.481*0.057) 및 9.6% (0.481*0.200)로 실태조사 결과보다 다소 낮음

» 알루미늄 노출기준 개정(안) 제시

- 알루미늄 화합물의 정의
 - + (금속분진) 금속 알루미늄 및 그 합금의 가공 과정에서 발생하는 입자상 물질
 - + (피로파우더) 200 메쉬 크기(74μm) 이하의 건조 알루미늄 분말(그보다 큰 경우는 금속분진으로 분류)
 - + (용접흄) 용접과 다이캐스팅 등 알루미늄을 녹는점 이상의 상태에서 가공하는 과정에서 발생하는 입자상 물질
 - + (가용성염) 물에 녹여 사용하는 알루미늄 화합물
 - + (알킬) 알킬기 등과 결합된 형태의 유기 알루미늄
 - + (산화알루미늄) 알루미나 참고
 - + (불용성화합물) 상기의 정의로 분류되지 않는 기타 불용성 알루미늄 화합물

- 알루미늄 노출기준 개정(안)
- + (개정안 1) 가용성염과 알킬을 제외한 모든 형태에 대해 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 을 노출기준으로 통일
- + (개정안 2) 가용성염과 알킬을 제외한 모든 형태에 대해 $1^{(R)}\text{mg}/\text{m}^3$ 을 노출기준으로 제시
- + (개정안 3) 가용성염과 알킬을 제외하고, 피로파우더와 흙에 대해 $1^{(R)}\text{mg}/\text{m}^3$, 금속분진, 산화알루미늄, 불용성화합물에 대해 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 을 노출기준으로 제시

» 노출기준 개정에 따른 사회·경제성 평가

- 노출기준 개정안에 따른 모든 시나리오에서 B/C Ratio가 1보다 크거나, 편익만 존재하므로 사회
- + 경제성 평가결과 충분히 타당한 것으로 평가됨

시사점

- » 알루미늄 화합물의 구분을 가공형태 및 독성에 따라 정리하고, 노출기준 개정(안)을 제시함
- + 개정(안)에 대한 노사 및 작업환경측정기관의 의견 청취가 중요하며, 연구과정에서는 작업환경측정기관의 의견을 주로 청취하였음

활용방안

- » 알루미늄 노출기준 개정을 위한 과학적 근거자료로 활용
 - 국내외 노출기준 조사 및 국내 실태조사를 통해 수집한 정보를 근거로 알루미늄 노출기준을 개정함으로써 알루미늄 노출을 효율적으로 관리하는데 기여
- » 알루미늄에 대한 국내외 노출기준 및 그 설정근거에 대해 정리된 자료를 활용할 수 있고, 실태조사를 통해 다양한 업종에 대해 수집된 최신 노출자료를 활용할 수 있음



연구담당자 연락처

- 연구책임자 | 계명대학교 김승원 교수
- 연구상대역 | 산업안전보건연구원 산업화학연구실 화학물질평가1부 이혜실
- 연락처 | 042-869-0354
- e-mail | loveseal@kosha.or.kr

2021

산업안전보건연구



요약집

2022-산업안전보건연구원-48

발행일 2022년 2월
발행인 산업안전보건연구원장 김은아
발행처 안전보건공단 산업안전보건연구원 연구기획부
주소 44429 울산광역시 중구 종가로 400
연락처 전화 052-703-0814 / 팩스 052-703-0331
홈페이지 <https://oshri.kosha.or.kr>
ISBN 979-11-92138-72-5

* 본 책자 저작권은 안전보건공단 산업안전보건연구원에 있습니다.

