안전은 권리입니다

2020

산업안전보건연구 요약집

Occupational Safety & Health Research Institute

산업재해예방 안전보건공단

산업안전보건연구원

CONTENTS

2020 산업안전보건연구 요약집

I 정책제도

01. 국가적 산업안전보건 정책 집행을 위한 거버넌스 구축 방안 연구 ····· 08
02. 주요 국가간 산업재해율 변화 추이 비교 분석 ····· 12
03. 산업안전보건 데이터 통합 및 정보공개 활용 방안 연구 ····· 14
04. 산업안전보건법 적용 대상 사업 또는 사업장 및 적용 제외 법 규정 등에 관한 연구 ··· 17
05. 산업안전보건위원회 등 사업장 안전보건협의체계 활성화 방안 ····· 20
06. 성인지적 산업안전보건정책 연구 ····· 24
07. 감독관 직무교육 법령과정 개발 ····· 26
08. 재해조사 보고서의 질적 제고를 위한 방안 연구 ····· 29
09. 산업안전보건분야 국제적 논의 활성화에 따른 대응전략 수립 ····· 32
10. 건설기계 특고종사자 보호방안 연구 ····· 36
11. 제조업 끼임 사망사고 감축 및 사업장 효율적 관리방안 연구 ····· 40
12. 정부 산재예방정책이 사망사고 감축에 미치는 영향분석 ····· 43
13. 정기안전보건교육의 적정성 및 적용범위에 관한 연구 ····· 46
14. 산업안전보건법상 특고종사자 확대를 위한 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정에 관한 연구 ····· 50

II 산업안전

01. 건설업 산업재해 감소를 위한 산업구조 및 고용구조 개선방안 ····· 56
02. 안전인증기준 개선 방안 연구 ····· 59
03. 원격조종 타워크레인 작업안전성 강화방안 연구 ····· 62
04. 산업안전 패러다임의 전환을 위한 연구(II) ····· 65
05. 엘리베이터 설치와 유지보수 시 안전작업기준 및 전용발판 개발에 관한 연구 ····· 68
06. 건설업 상시 근로자 수 합리적 산정방안 연구 ····· 70
07. 중소기업 안전보건 강화방안 마련 연구 ····· 73
08. 조선업 산업안전보건관리비 계상기준 마련을 위한 실태조사 및 연구 ····· 76

III 직업건강

01. 다중경로입자 선량측정모델을 활용한 나노물질의 인간등가농도 추정 ····· 80
02. 유해물질 노출 사업장의 외국인 노동자 건강취약성 평가 ····· 84
03. 생물학적 노출평가 표준시료 개발(5) ····· 86
04. 저농도 복합유해물질 노출과 혈액검사 이상 관련성 탐색 연구 ····· 88
05. 특수 및 진폐건강진단 폐기능검사 지침 개발 ····· 91
06. 특수건강진단 정도관리 개선방안 ····· 94
07. 근로자 건강진단자료 관리체계 개선 로드맵 구축 ····· 97
08. 근로자 건강진단 원칙 및 목적에 따른 건강진단 항목, 주기 등 정비 ····· 101
09. 지속적인 근로자 건강관리가 필요한 유해인자의 종류 및 관리방안 마련 연구(건강관리카드 중심으로) ····· 105
10. 질병자의 작업관리 지침 개발 연구(간질환 등) ····· 109

11. 고객응대근로자(방문서비스 직종) 건강보호 매뉴얼 마련 ····· 113
12. 마트노동자 근골격계질환 예방 가이드 마련에 관한 연구 ····· 116
13. 컴퓨터 신경행동검사 활성화 연구 ····· 120
14. 디젤엔진배출물 노출 근로자 특수건강진단 방법 개발 및 시범적용 ····· 122
15. 공기매개 감염병에 관한 사업장 대응 현황 및 개선 방안 ····· 125
16. 방문서비스 직종 고객응대근로자 대상 공기매개 감염병 대응지침 마련 ····· 129
17. 특수건강진단 생물학적 노출평가 개선방안 ····· 131
18. 장시간 노동으로 인한 건강장해 및 과로사 예방 방안 ····· 134

Ⅳ 직업환경

01. 국내 보급형 수동식 시료채취기 개발 연구(Ⅱ) ····· 140
02. 건설업 직종별 노출 유해인자, 노출량, 노출분율에 관한 연구 ····· 143
03. 석탄화력발전소의 공정별 유해인자 노출 위험도 평가 및 작업환경관리방안 마련 연구 ··· 147
04. 산안법 개정에 따른 분석수탁기관 관리를 위한 정도관리 자율항목에 관한 연구 ····· 151
05. 산안법 개정에 따른 허용기준 설정 유해인자의 시료채취 및 분석방법 ····· 153
06. 디젤엔진배출물 노출실태 및 작언환경관리 방안 연구 ····· 156
07. 직독식장치와 센서 기술을 이용한 작업환경 모니터링 현황과 전망 ····· 159
08. 작업환경측정분석 국가산업표준(KS) 제정연구(2) ····· 162
09. 말관리사 폐암발생 원인 및 개선을 위한 정밀 실태 조사 ····· 165
10. 포괄적 작업환경평가 제도 도입을 위한 시범사업 연구 ····· 168
11. 국내외 질식재해 예방 규정 비교 및 개선방향에 대한 연구 ····· 171

V 산업화학

01. 화학물질 노출관리를 위한 노출모델 적용 연구 ····· 176
02. 화학물질 위험성 평가에서의 유해성 등급 분류기준(hazard band) 연구 ····· 179
03. MSDS 시스템 장기적 운영방안(로드맵) 마련 연구 ····· 182
04. 산업안전보건법 내 유해물질 제한 제도화 방안 연구 ····· 186
05. 관리대상 유해물질 제도 개선(안) 실행력 제고 방안 연구 ····· 189
06. 금속화합물 노출기준 개정 방향 연구 ····· 193
07. 화학물질 독성 스크리닝을 위한 3차원 세포배양 기술 적용 타당성 연구 ····· 197
08. 인체피부모델을 활용한 피부자극성 분류 적용방안 연구 ····· 200
09. 난용성물질의 흡입노출 후 표적부위 노출 확인 연구 ····· 203
10. 급성흡입독성시험의 In vitro 대체시험법 적합성 검토 ····· 206
11. 반도체산업 화학물질 독성발현경로 수준별 DB구축 연구 ····· 209
12. 화학물질 및 생활요인 유발 간질환 독성 발현 경로 구축 및 비교 연구 ····· 213
13. 화학물질에 의한 면역성 질환의 AOP 적용 연구 ····· 216
14. 생체지표를 활용한 발암성 조기 탐색법에 관한 연구 ····· 219
15. 화학공장 화재폭발 사고사례의 시스템적 원인분석 ····· 223
16. 화학물질 취급사업장 안전관리체계 개선연구 ····· 226
17. 신산업의 노동자 보호 방안 연구 ····· 229
18. 화학산업 안전풍토(Safety Climate) 조성방안 마련 ····· 232
19. 정량적 위험성평가(CPQRA)방법 도입 방안 마련 연구 ····· 235

Occupational Safety & Health Research Institute

I 정책제도

01. 국가적 산업안전보건 정책 집행을 위한 거버넌스 구축 방안 연구
02. 주요 국가간 산업재해율 변화 추이 비교 분석
03. 산업안전보건 데이터 통합 및 정보공개 활용 방안 연구
04. 산업안전보건법 적용 대상 사업 또는 사업장 및 적용 제외 법 규정 등에 관한 연구
05. 산업안전보건위원회 등 사업장 안전보건협의체계 활성화 방안
06. 성인지적 산업안전보건정책 연구
07. 감독관 직무교육 법령과정 개발
08. 재해조사 보고서의 질적 제고를 위한 방안 연구
09. 산업안전보건분야 국제적 논의 활성화에 따른 대응전략 수립
10. 건설기계 특고종사자 보호방안 연구
11. 제조업 끼임 사망사고 감축 및 사업장 효율적 관리방안 연구
12. 정부 산재예방정책이 사망사고 감축에 미치는 영향 분석
13. 정기안전보건교육의 적정성 및 적용범위에 관한 연구
14. 산업안전보건법상 특고종사자 확대를 위한 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정에 관한 연구

01 국가적 산업안전보건 정책 집행을 위한 거버넌스 구축방안 연구

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **산업안전보건법, 거버넌스, 중앙정부, 지방자치단체, 지방자치법**

01 연구배경

- 지속적인 사업장의 안전보건 개선 노력에도 불구하고, 우리나라의 사고사망만인율은 OECD 회원국과 비교해 볼 때 현저히 높아 '산재왕국'이라는 오명으로부터 벗어나지 못하고 있는 실정임
  - » 산업안전보건 문제는 경제, 사회, 교육 및 문화 등 다양한 분야와 관련되어 있어, 정부 주무부처인 고용노동부 단독으로 사망사고 등 산업재해를 감소시키는 것에는 한계가 있음
  - » 지난 2020년 4월 29일에 발생한 경기도 이천 물류센터 신축현장 화재사고를 계기로 지방자치단체에서는 관할 지역 내에서의 안전보건을 확보하기 위해서 중앙정부가 독점하고 있는 안전관리 감독권(근로감독권)을 지방자치단체에도 부여하여 안전보건을 실효적으로 추진해야 한다는 주장이 제기되었음
  - 따라서, 주요 선진국의 중앙과 지방자치단체(주정부)간 산업안전 분야 거버넌스 사례와 우리나라 17개 광역지방자치단체에서 실행하고 있는 산업안전보건 중장기 사업과 관련 조례 등을 조사하여 실효성 있는 협력방안 마련의 필요성이 대두됨

02 주요연구내용

연구결과

- 우리나라 산업안전보건 거버넌스 현황 검토

» 우리나라는 중앙정책부서인 고용노동부에서 산업안전보건에 대한 지침 등을 지방노동청이나 그 밖의 산하기관에 하달하면, 이들 지방노동청 등 산하기관은 고용노동부의 지침을 실무에서 집행함으로써 중앙정부와 산하기관 간의 업무수행의 통일성과 일관성은 유지하고 있지만, 지방자치단체는 포함되지 않는 것으로 규정되어 있음

외국사례(영국, 독일, 미국, 일본) 비교법적 검토

» 영국 산업안전보건 제도는 산업안전보건청(Health Safety Executive)과 지방자치단체(Local Authority)가 협력하여 산업안전보건 관련 사업을 추진하기 위한 방안으로 산업안전보건청과 지방자치단체를 연계하는 '보건안전 집행 연계위원회(HSE/Local Authority Enforcement Liaison Committee)'를 두고 있음

» 독일 산업안전보건 정책 추진은 연방정부, 주정부 및 재해보험기관(Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung)이 공동의 주체가 되어 효과적인 산업안전보건 정책의 수립 및 집행이라는 목적을 위해 협력하고 있음

» 미국 산업안전보건 제도는 연방정부의 산업안전보건청(Occupational Safety and Health Administration)이 산업안전보건 관련 프로그램을 계획하고 집행하지만, 주정부도 연방정부로부터 주정부의 산업안전보건 관련 계획(State Plan)을 승인받아 프로그램을 개발하여 집행함

» 일본 산업안전보건 체제는 우리나라 산업안전보건 체제와 매우 유사한 중앙정부에 권한이 집중적으로 부여되어 있음

17개 광역지방자치단체 산업안전보건 관련 사업 및 조례 등 검토

» 17개 광역지방자치단체의 산업안전보건 관련 사업, 중장기 계획 및 근거 법령과 담당자 인식조사를 위하여 광역지방자치단체, 의회, 규범 심사보고서, 지방의회 법령데이터베이스, 예산 성과계획서, 중장기 계획, 세부사업계획서, 심층면담 및 인터뷰의 양적·질적 연구방법을 병행하였음

» 검토 자료를 분석하여 분류한 결과, 광역지방자치단체가 관할 지역의 안전보건을 확보하기 위한 관여 방식은 협의, 광의, 최광의 3가지로 구분할 수 있었음

- 협의는 광역지방자치단체가 산업안전보건법 상 사업주로서 부담하는 의무
- 광의는 발주한 사업에 대하여 발주자의 지위에서 점검·감독하는 방식
- 최광의는 당해 사업장이 자치단체의 사업장 또는 자치단체에서 발주한 사업장이 아님에도 불구하고 관할 지역 내에 있는 사업장에 대하여 인·허가권을 매개로 감독하는 방식

시사점

- 산업안전보건 정책 수립단계에서 지방자치단체와의 협력 방안 마련 제도개선
  - » 산업안전보건법 제7조를 개정하여 고용노동부장관이 산업재해예방에 관한 기본계획을 수립할 때 지방자치단체의 장과 협의할 수 있는 근거 규정 마련 필요
- 산업안전보건 정책 집행단계에서 지방자치단체와의 협력 방안 마련 제도개선
  - » 국가와 지방자치단체간의 협력을 통한 산업재해 예방 사업의 실효성을 담보하기 위해서는 지방자치단체 안전담당자를 지방고용노동청 차원에서 구성되는 협의회에 참여시켜 지역사회의 안전보건에 관한 현안 등에 대한 실질적인 논의와 협력 방안 근거 마련 필요
- 산업안전보건 정책 추진에 따른 고용노동부의 컨트롤 타워 기능 강화
  - » 고용노동부는 전국적으로 다양한 조직을 갖추고 있는 지방자치단체 안전보건 담당 공무원에게 산업재해 예방에 필요한 관련 법령이나 개별적·구체적 지침 등을 공유함으로써, 국가와 지방자치단체가 그 기능을 온전하게 발휘할 수 있도록 컨트롤 타워 기능 강화 필요

03 연구활용방안

제언

- 산업재해의 예방과 대응에서 지방자치단체가 협력할 수 있는 단기적 방안
  - » 국가와 지방자치단체간의 지속적 협의체 구성 및 적극적 활용
  - » 국가의 지방자치단체에 산업안전보건법령 해설자료 배포와 산업재해예방 활동 공동 추진
- 국가와 지방자치단체가 협력할 수 있는 장기적 방안
  - » 국가사무로 규정되어 있는 산업안전보건 정책 집행에 따른 사후적 단속 기능인 근로감독권을 지방자치단체에게 부여할 경우, 단속업무의 전국적 통일성을 저해하고, 사업장 관계자들에 대한 인권 침해적 요소가 있을 수 있어 바람직하지 않다고 판단됨
  - » 중앙정부에서 단속적 업무를 수행함에 있어 인적·물적 한계 등으로 해당 지방자치단체에게 지원을 요청할 경우 지원할 수 있는 근거 마련을 위한 추가 연구가 필요함

» 국가와 지방자치단체가 보유하고 있는 인적·물적 자원의 효율적 활용 방안과 산업재해 예방활동에 있어 실질적인 협업 방안에 대한 지속적인 연구가 필요함

활용방안

- 산업재해예방 분야에서 국가와 지방자치단체가 협력할 수 있는 방안을 강구하는데 참고자료로 활용할 수 있음
- 국가와 지방자치단체 간의 협력을 강화하기 위한 산업안전보건법령 등 제도개선의 기초자료로 활용 가능함

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 **김명준**
아주대학교 법학전문대학원 **이진국** 교수

연락처_ 052-703-0821

e-mail_ kmj1111@kosha.or.kr

02 주요 국가간 산업재해율 변화 추이 비교 분석

연구기간_ **2020년 3월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **산재통계제도, 국가 산재율 비교, 회귀분석**

01 연구배경

- 산업재해는 사업장 및 노동자 개별의 노동환경뿐만 아니라 국가의 경제사회적 요인(경제성장, 산업구조, 노동시장 구조 등)에 의해 발생 추이가 달라질 수 있음
  - » 본 연구에서는 산업재해통계에 영향을 줄 수 있는 산재예방 정책의 변화, 산업재해 인정기준 등 통계산출 관련 제도와 함께 국가발전 수준, 산업구조, 노동시장 특성 등을 고려하여 국가 간 산업재해 발생 특성을 살펴보고자 함
  - » 일본, 독일, 미국, 영국을 대상으로 경제사회적 변화와 산재발생추이의 연관성을 실증적으로 분석하여 향후 한국의 산업재해발생추이 및 산재예방사업 설정에 대해 시사점을 도출하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 미국, 독일, 영국, 일본 등 4개국의 산업재해통계 관련 제도 및 발생 추이, 산재예방 사업에 대해 조사 분석함
  - » 분석대상 국가의 산업재해 발생 추이와 1인당 GDP, 건설업 비중, 제조업 비중, 남성취업자 비율 등 산업재해 발생에 영향을 줄 것으로 판단되는 경제사회적 요인에 대한 자료 수집

- 상이한 산업재해 통계 산출 기준 및 국가별 특성을 반영한 패널회귀분석을 실시하여 산업재해 발생에 영향을 주는 경제사회적 요인 및 영향도를 추정함
  - » 사고사망재해율에 영향을 주는 요인으로는 1인당 GDP, 건설업비중, 취업자 중 남성비율, 근로시간 등이 영향을 주는 요인으로 분석됨
  - » 사고재해율은 1인당 GDP, 건설업비중, 근로자중 65세 이상비율, 실업률 등에 영향을 받는 것으로 나타났으며, 비사망재해율도 사고재해율과 같은 요인에 의해 영향을 받는 것으로 도출됨
- 분석대상 국가들과 비교하면, 한국의 사고사망재해율 수준은 상당히 높은 것으로 나타났고, 감소 속도는 상대적으로 낮은 것으로 나타나 정책목표 달성을 위해서는 많은 자원이 투입되어야 할 것임
  - » 산재 위험이 높은 건설업 비중을 고려하면 영국, 일본 등에 비해 높은 사고사망재해율이 나타나고 있어 선진국의 관련 정책들에 대해 점검하고 한국에 맞는 산재예방 정책에 포함시킬 수 있도록 해야 함
  - » 재해율과 양(+)의 연관성을 보이는 65세 이상 근로자 비중에 대해서는 분석 국가에 비해 한국은 근로자의 고령화 속도가 빠른 것으로 나타나 이에 대한 정책이 강화될 필요가 있음

03 연구활용방안

활용방안

- 경제성장, 산업구조 변화 등 경제사회적 변화와 산재와의 연관성을 분석하여 고용노동부 정책 수립 및 공단 사업 추진에 기초자료로 활용

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 **박선영**
서울여자대학교 **이종태** 교수

연락처_ 052-703-0824

e-mail_ psy0906@kosha.or.kr

03 산업안전보건 데이터 통합 및 정보공개 활용 방안 연구

연구기간_ **2020년 3월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **데이터 통합, 자료 연계, 정보 공개**

01 연구배경

- 안전보건공단이 보유하고 있는 4종(행정자료 3종*, 조사자료 1종**)에 대해 2019년 자료를 대상으로 통합 연계할 수 있는 방안 제시
  - » 향후 지속적으로 전체 자료를 통합 연계할 수 있는 기초 마련

    * 행정자료 : 산업재해통계 자료, 특수건강진단 자료, 작업환경측정 자료

    ** 조사자료 : 작업환경 실태조사 자료
- 통합 연계된 자료를 연구자 및 국민에게 공개할 때 필요한 법적·기술적 사항을 검토하고, 자료 공개를 위해 준비할 사항 제시

02 주요연구내용

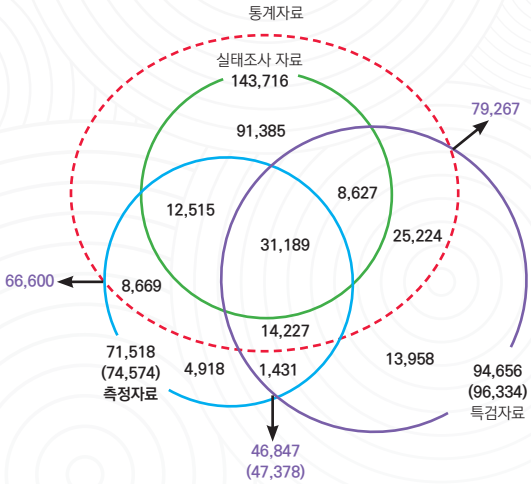
연구결과

- 산업재해통계 자료를 중심으로 산재관리번호와 사업개시번호를 매칭변수로 하여 다른 3개의 자료와 정확매칭(Exact Matching) 방법을 사용하여 연계 실시
- 산업재해통계 자료를 기준으로
  - » 작업환경 실태조사 자료(143,716개 사업장) 모두 연계

» 작업환경측정 자료(71,518개 사업장) 중 66,600개 사업장 연계

» 특수건강진단 자료(94,656개 사업장) 중 79,267개 사업장 연계

- 작업환경 실태조사 자료를 기준으로
  - » 작업환경측정 자료 중 43,704개 사업장 연계
  - » 특수건강진단 자료 중 39,816개 사업장 연계



- 작업환경측정 자료와 특수건강진단 자료는 46,847개 사업장 연계
- 4개 모든 자료가 연계된 사업장은 31,189개소
- 연계된 작업환경 실태조사와 산업재해 통계자료를 이용하여 제조업의 '끼임'으로 인한 사고사망재해 발생 위험도에 따른 지원·감독대상 사업장 선정 방법 제안
- 연계자료의 공개 방안 마련을 위한 법률 검토, 가명처리 방법 및 가명처리 후 검증방법 제시

시사점

- 사업장 단위가 다른 작업환경측정 자료와 특수건강진단 자료로 인해 연계의 어려움은 있으나, 연계할 수 있다는 사실 확인
- 산업안전보건 정책수립 및 산업 재해 관련 연구를 위해 사업장 대상 조사자료, 산업재해 자료, 작업환경측정 및 특수건강진단 자료는 그 자체로도 중요한 자료이지만
  - » 통합 자료를 만들어 사용하면 더 다양하고 의미 있는 정보를 얻을 수 있음

03 연구활용방안

제언

- 자료 연계를 위해서는 개별 자료에서 정확한 사업장 정보를 입력하는 것이 중요

» 측정기관과 특검기관이 안전보건공단으로 자료를 전송할 때 지방 관서, 우편번호(주소), 전화번호의 지역 번호가 불일치하면 전송할 수 없도록 전산시스템 개선

- 개별 자료에서 사용하는 코드의 정비 및 통일화 필요. 특히, 공정 코드는 단순화하여 대분류부터 통일시키는 단계적 접근을 제안
- 국민의 알 권리 향상과 연구 활성화를 위해 자료공개를 꾸준히 준비하면 2~3년 후 자료공개 가능

» 자료 연계와 자료공개 업무를 수행하는 데이터 전담 부서를 지정

- 고용노동부와 안전보건공단의 사업장 지원·감독자료, 고용정보자료 등 외부기관의 자료까지 연계자료의 범위 확대
- 산업안전보건연구원이 연구보고서 외에 연구 과정에서 생산된 설문조사 자료 등 질적·양적 자료를 공개함으로써 우리나라 안전보건분야 연구의 기록물 저장소(Archive) 역할을 할 것을 제언

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 **조윤호**
연락처_ 052-703-0823
e-mail_ uno@kosha.or.kr

04 산업안전보건법 적용 대상 사업 또는 사업장 및 적용 제외 법 규정 등에 관한 연구

연구기간_ **2020년 5월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **산업안전보건법, 한국표준산업분류, 특수형태근로종사자, 플랫폼노동**

01 연구배경

- 약 30년 만에 산업안전보건법이 전부개정 되었으나, 시행령 별표1의 '법의 일부를 적용하지 않는 사업 또는 사업장 및 적용 제외 법 규정'은 개정 전에 비해 큰 변화가 없음
- 현행 시행령 별표1의 대상 사업 또는 사업장의 분류 기준이 한국표준산업분류의 변경 등을 반영하여 적정하게 규정되었는지 여부 및 타법 개정 과정에서 누락되거나 추가해야 할 사항이 있는지 여부확인 필요성 제기

  » 적용 제외 법 규정이 실제 사업장의 유해·위험요인에 비추어 적정한지 여부에 관한 연구 필요
- 법의 일부 적용을 제외하지 않고 전면 적용해야 한다거나(노동계), 상시근로자 5인 미만을 사용하는 사업장에 적용 제외된 법 규정을 확대 적용해야 한다는 의견이 제기되고 있어, 이에 관한 타당성 연구 필요

02 주요연구내용

연구결과

- 산재보험법 상의 특수형태근로종사자 외에도 간병인 등 산업재해의 위험이 높은 새로운 고용형태가 나타나고 있으며, 이에 대한 산안법 규범체계로의 포섭 여부와 당위성이 존재함

- 시행령 별표1의 현행 대상 사업 또는 사업장의 분류 기준은 한국표준산업분류의 변경 사항 등을 반영하지 못하여 현재 중분류와 세분류가 혼재되어 있음
- 실제 사업장의 유해·위험요인에 비추어 현행 적용 제외 법 규정의 적정성 여부를 검토한 바, 산업안전보건을 위한 최소한의 의무로써 사업장 내 안전보건 교육이 필요함
- 상시근로자 5인 미만을 사용하는 사업장의 경우 산업재해위험은 높으나 산업안전규율수용성은 낮다는 문제가 있는데, 산업영역의 안전은 예외대상으로 볼 수 없으므로 규정을 확대 적용할 필요성이 있음

시사점

- 독일의 경우 소규모사업장 특례는 노동시장의 상황에 따른 입법·정책적 판단에 따라 규모를 달리 정하는 바, 독일도 마찬가지로 산업안전에 관한 보편적용주의를 채택함
  - » 비록 헌법재판소에 의해 소규모사업장에 대한 특례의 합헌성이 인정된 바 있으나, 산업안전의 경우 규모에 관계없이 모든 사업장에 산업안전보건법이 당위적으로 적용되어야 함
- 표준 직업 세분류에 따라 위험 빈도와 재해율을 살펴 적용제외 대상범위를 구체적으로 확정할 필요가 있음
- 산업재해의 내용이 신체적 노동능력저하만이 아니라 정신적 재해의 비중이 높아진 상황에서 사무직 근로자에 대한 산업재해예방조치의 필요성이 확대된 이상, 사무직 근로자로만 구성된 사업장에 대한 산안법 적용예외 규정을 두어야 할 당위성은 없음
- 간병인 등 새로운 직군과 플랫폼노동자와 같은 새로운 고용형태에 속한 노무제공자에 대한 산업재해예방조치 구축 필요성이 높아지고 있는바, 관련 업무에 종사하는 노동자와 플랫폼 운영자 그리고 노동력 활용 주체 등 이해관련 당사자 모두가 산업재해예방의무를 적절하게 분담할 필요가 있음

03 연구활용방안

제언

- 소규모사업장의 경우 산업안전보건역량강화를 위한 교육제도 지원 모색

- 사업장 규모별 산업안전보건조직체계의 재정비 필요성
- 표준직업세분류를 통한 통일적 산업안전보건법 적용제외 사업 재구축 필요
- 플랫폼 노동자의 산업재해예방을 위한 의무이행자 발굴 필요

개선방안

- 산업안전보건법 적용범위의 확대를 내용으로 한 법 개정 필요
- 산업안전보건법 적용에 비해 현실적 규범수용성이 떨어지는 사업장에 대한 지원사업 모색
- 새로운 산업안전보건법 적용대상인 특고종사자 직군 발굴 및 플랫폼사업주, 노동자와 이용자 간의 삼면적 산업재해예방의무이행 분담 매뉴얼 및 법령 근거 마련

활용방안

- 향후 산업안전보건법 및 동 시행령 개정을 위한 논의의 기초자료로서 활용

연구담당자 연락처

연구책임자_ 부산대학교 **권혁** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 **송안미**
연락처_ 052-703-0827
e-mail_ julie8818@kosha.or.kr

05 산업안전보건위원회 등 사업장 안전보건협의체계 활성화 방안

연구기간_ **2020년 5월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **산업안전보건위원회, 건설업 노사협의체, 원하청 안전보건협의체, 공공기관 안전근로협의체**

01 연구배경

- 사업장의 산업재해 예방 강화를 위해서는 현장의 위험요인을 잘 알고 있는 사업주와 근로자가 함께 사업장의 안전보건에 관한 사항을 논의하고 해결하려는 노력이 중요함
  - » 사업장 내 안전보건수준 향상을 위해서는 산업안전보건위원회 등 사업장 안전보건협의체계의 실질적 기능이 중요하나 기능이 활성화되지 못하고 있다는 지적이 제기되고 있음
  - » 산업안전보건위원회 등 사업장 안전보건협의체계의 문제점을 살펴보고, 그 기능 및 효과성을 제고할 수 있는 방안을 검토할 필요성이 있음

02 주요연구내용

연구결과

- 국내·외 안전보건협의체계의 비교
  - » 현행 산업안전보건법령에서는 산업안전보건위원회, 안전보건협의체, 건설업 노사협의체, 공공기관 안전근로협의체 등 사업장 내 안전보건 개선을 위한 다층적인 제도적 장치를 마련하고 있음

» 영국의 경우 안전위원회의 설치를 법적으로 강제하지 않으며 안전위원회의 설치는 노동조합이 설립되어 있고 노동조합에 의하여 지명된 복수의 안전대표자의 요청이 있는 때에만 설치됨. 따라서 안전대표자의 요청이 없으면 사업주가 안전위원회를 설치할 의무는 없음

» 독일의 경우 상시근로자 20인 이상인 사업장에 산업안전보건위원회를 설치하도록 하고 있으며, 사용자의 의무는 공법상의 의무에 해당하기 때문에 사용자가 산업안전보건위원회를 설치하는 않는 경우 근로자대표위원회는 산업안전보건행정관청에 이를 신고할 수 있으며 관할 행정관청은 사용자에게 산업안전보건위원회의 설치를 명할 수 있음

» 일본의 경우 1972년 노동안전법의 제정과 더불어 안전위원회와 위생위원회, 그리고 이들을 대체할 수 있는 안전위생위원회의 설치 의무, 소관 업무, 위원회의 구성 등이 법률로 명확하게 규정되어 있음. 따라서 50인 이상의 근로자를 상시적으로 사용하는 전 업종의 사업장은 위생위원회를 설치해야 하고, 안전위원회는 사업장의 업종과 규모에 따라 설치해야 함

» 우리의 산업안전보건위원회 제도를 영국, 일본, 독일의 제도와 비교하면 그 설치요건, 권한, 구성, 운영 등에 있어 각각 다른 점이 있지만 현행 산업안전보건법이 산업안전보건위원회에 대해 비교적 구체적인 사항을 규정하고 있다는 점을 확인할 수 있으며, 영국, 일본, 독일의 산업안전보건위원회 등 사업장 안전보건협의체계와 비교하여, 구성요건, 기능 등에 있어 제도상의 취약성이 크다고 보기는 어렵다고 사료됨

사업장 안전보건협의체계 운영실태 및 사례조사

» 산업안전보건위원회 등 사업장 안전보건협의체 운영 사업장 400개소(제조, 서비스, 건설, 공공 부문)의 안전보건담당자 및 산업안전보건위원회 근로자위원 608명(안전보건담당자 409명, 근로자위원 199명)에 대한 설문조사와 사업장 9개소(제조, 건설, 공공 부문)의 원청업체 안전보건담당자, 원청업체 산업안전보건위원회 근로자위원, 하청업체 사업주(또는 그 대리인), 하청업체 근로자대표에게 인터뷰 조사를 실시함

» 실태조사 및 사례조사 결과, 산업안전보건위원회 등 사업장 안전보건협의체계의 활성화를 위해서는 각 제도의 구성 및 운영의 근간이라 할 수 있는 운영규정을 마련하여 현장에서 시행될 수 있도록 지원 및 지도가 필요한 것으로 나타남

» 운영규정을 제정 내지 개정함에 있어서는 사업장 안전보건협의체계의 구성 및 운영 등에 있어 ① 안전보건에 대한 실질적 권한이 있는 자의 위원으로의 참여 및 회의 참석, ② 근로자위원 또는 근로자대표의 활동 보장, ③ 근로자위원 또는 근로자대표의 전문성 확보를 위한 조치,

④ 실무위원회를 통한 효과적인 회의체 운영, ⑤ 심의·의결사항의 이행에 대한 주기적인 모니터링 등이 중요하다는 점을 확인함

- 산업안전보건위원회 모범 운영규정 매뉴얼 제시
  - » 사업장 안전보건협의체계 각 제도별 모범 운영규정을 제시함
    - 산업안전보건위원회, 안전보건협의체, 건설업 노사협의체, 공공기관 안전근로협의체(총 4종)

시사점

- 사업장 내 안전보건에 대한 실질적 개선을 위해서는 제도적 개선에 초점을 맞추기 보다는 그 운영의 내실화를 기하는 것이 우선적인 과제임
- 산업안전보건위원회, 원·하청 안전보건협의체, 공공기관 안전근로협의체, 건설업 노사협의체에 대한 표준적 또는 모범적 운영규정을 제시하여 현장에 적용 필요함
  - » 「산업안전보건위원회 매뉴얼」상의 모범 운영규정을 제시하여 각 사업장 단위 산업안전보건위원회 표준모델을 작성할 수 있도록 수정·보완하고, 이를 토대로 산업안전보건위원회의 운영을 지도함

03 연구활용방안

제언

- 산업안전보건위원회 등 사업장 내 안전보건협의체계의 활성화를 위해서는 노사가 그 기초가 되는 운영규정을 마련할 수 있도록 운영규정의 표준모델을 제시하는 것이 필요함

개선방안

- 산업안전보건위원회, 중앙 산업안전보건위원회, 원하청 노사 산업안전보건위원회, 건설업 노사협의체, 공공기관 안전근로협의체에 있어 그 특성을 고려한 예시적 운영규정을 제시

활용방안

- 행정관청이 산업안전보건위원회 등 운영과 관련한 지도 시에 활용
- 노사가 운영규정 제·개정시 참고할 수 있는 기본적인 모델 제시

연구담당자 연락처

연구책임자_ 강원대학교 **전형배** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 **나민오**
연락처_ 052-703-0822
e-mail_ mino05@kosha.or.kr

06 성인지적 산업안전보건정책 연구

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **성인지적 분석, 산업안전보건정책, 성평등**

01 연구배경

- 산업안전분야의 법·제도는 근로자의 건강에 직결된다는 점에서 성별에 따른 생물학적, 사회경제적 차이를 반영해야 할 필요성이 가장 큰 분야 중 하나임
  - » 성별에 따른 생물학적 차이는 안전보호구 장비의 규격, 유기용제의 노출기준 등 다양한 산업안전보건기준에 반영되어야 하며 이를 뒷받침할 근거 법령 및 기준이 필요함
  - » 성별 직무분리로 인하여 남성과 여성이 종사하는 산업·업종·직종이 사실상 구분되어 있어 남성 집중분야를 기준으로 산업안전정책을 수립할 경우 여성이 소외되는 현상 발생
  - » 돌봄노동, 환경미화, 미용업, 감정노동, 서서 판매하는 노동 등 여성 집중 분야의 노동에서 발생하는 위험을 예방하기 위한 정책이 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 산재예방기본계획 내 여성 관련 내용의 이행실적 및 추상적인 문제점 정리
- 여성 집중 산업과 업종 대상 산업안전보건정책의 성과와 한계점 도출
- 남성의 신체 조건을 기준으로 설정된 유해성 기준 등 확인
- 산업안전보건정책의 적용 실태 분석 및 정리
- 우리나라의 산업안전보건정책 관련 중요 쟁점과 향후 개선 사항 도출

- 성인지적 산업안전보건정책의 방향 및 법제도적 개선 근거 마련 기초자료 제시
- 산업안전보건정책 적용에서의 성별 격차 완화를 위해 적극적으로 개입해야 할 목표 산업, 업종 등 제시
- 산업안전근로감독 행정에서의 성인지적 관점 강화를 위한 개선방안 마련
- 산재예방 교육 수혜자, 산업안전보건위원 등 성별 분리 통계 생산이 필요한 사항 제시

시사점

- 1981년 산업안전보건법 제정된 이래로 여성의 생물학적 특성을 반영한 법령 개정이 미흡하였으므로 향후 제도개선 추진 시 여성의 생물학적 특성을 반영할 필요가 있음
- 산업안전보건조치 의무 주체인 사업주에게 성인지적 관점을 반영할 제도 마련 필요
- 산업재해 통계 생산 시 여성 근로자의 특성을 반영할 수 있는 방안 마련 필요

03 연구활용방안

제언

- 신체적 차이가 영향을 미치기 때문에 성인지적 산업안전보건 정책의 기본계획 수립
- 산업안전 조사연구 및 통계 생산에서의 성인지적 사항 반영
- 여성의 신체 특성을 반영한 보호구를 제공할 수 있는 제도개선 마련
- 산업안전보건위원회에서 여성의 경험 등을 반영할 수 있는 대표성 확대를 위한 제도개선
- 성인지적 사항을 반영한 근로감독관 직무규정 및 점검표 개정 등 근로감독행정 개선

활용방안

- 성인지적 산업안전보건정책 수립 및 산업안전보건법령 등 개정 시 기초자료로 활용할 수 있음

연구담당자 연락처
연구책임자_ 한국여성정책연구원 **구미영** 연구위원
연구상대역_ 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 **김명준**
연락처_ 052-703-0821
e-mail_ kmj1111@kosha.or.kr

07 감독관 직무교육 법령과정 개발

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **산업안전감독관, 직무교육, 교육과정, 표준교안**

01 연구배경

- 산업재해예방을 위한 정부의 감독 기능과 역할이 중요해짐에 따라 산업안전보건감독관의 업무 형태 및 필요역량을 효과적으로 함양할 수 있는 표준화 된 직무교육과정 설계가 필요
  - » 현행 산업안전보건교육과정에 대한 교재 분석과 교육대상자 설문을 통해 교육제도의 개선사항을 파악하고 산업안전보건법 등 역량강화를 위한 교육내용을 반영할 필요가 있음
  - » 유사 직무를 수행하는 타 기관의 교육 과정을 조사하여 교육 커리큘럼 개선에 활용
  - » 감독관의 업무경력을 고려한 직무교육과정 설계 및 교육 커리큘럼 표준안 마련하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 산업안전감독관 교육과정 분석 및 교육요구 분석
  - » 기존의 교육커리큘럼 중 산업안전보건감독분야(중급이상), 중대재해조사, 신고사건처리, 기타 법위반 조치에 관한 직무교육과정 신설이 필요한 것으로 나타남
  - » 산업안전감독관 201명의 설문결과, 기존 교육과정의 개선사항으로 ① 경력단계별 교육체계 강화 필요, ② 현업 출신 강사 비중을 늘리고 전문강사 풀의 확대 필요, ③ 현장의 지도감독 사례, 관련 법령 적용 방법 등의 사례 위주의 교수법을 적극적으로 활용, ④ 업무과중으로 인한

교육기피를 방지하기 위한 인력충원, 의무교육 확대, 교육내용에 현장의 지도·감독 사례 반영 등을 통해 교육참여를 활성화 할 필요가 있다는 의견이 수렴됨

- 신규과정 중 '신고사건 처리 및 민원대응' 등 5개 과목에 대한 기본과정 신설 필요
- 심화과정은 수사, 안전, 건설, 보건, 화공, 기타 분야별로 보완이 필요한 과정을 수렴

» 사업장 안전보건관리자, 안전보건전문가, 수사 및 법률 전문가 13명에 대한 인터뷰결과, ① 감독점검 역량 향상을 위해 사업장 방문과 사고발생에 대한 체험교육을 강화하고 다양한 사례를 중심으로 교육이 진행되어야 하며, 기술적 조치여부와 함께 문제의 근본적 원인을 탐색하기 위해 안전조직의 운영형태나 구성원의 안전의식을 점검할 수 있어야 함 ② 수사 역량 향상을 위해 형법, 형사소송법, 현장수사실무, 조서작성, 송치의견서, 사고조사보고서 작성 등의 교육을 강화하고 국과수 등과 증거수집 협조사례를 공유해야 함 ③ 법령지식의 향상을 위해 새로운 산안법의 내용을 숙지하고, 노동법과 화학물질관리법 등 폭넓은 연계법령에 대한 지식을 쌓아야 함 ④ 기술적 전문분야의 지식향상을 위한 교육과정과 산업현장, 안전관리구조 등에 대한 이해를 높일 수 있는 교육과정이 마련되어야 한다는 의견이 수렴됨

감독관 직무교육과정 재설계

» 60개의 교과목이 신설 또는 개편, 이동으로 인하여 추가되고, 29개의 교과목이 통폐합 또는 폐지되었으며 3개의 과목이 축소되어, 결과적으로 28개 과목이 더해진 119개의 과목으로 재구성 됨

» 교육체계는 1년차 신규자교육과정(필수), 2년차 초급교육과정(필수), 3~4년차 분야별 중급교육과정(6개 분야, 선택), 5년차 이상 사례응용 등 고급교육과정(7개 분야, 선택)과 전문교육과정(산업안전보건교육원 위탁, 선택)으로 개편(안) 제시함

- 1년차 신규자 과정 및 OJT만으로는 감독관으로서 갖추어야 할 주요역량을 모두 습득하기 어려우므로 2년차에 주요 업무사례를 중심으로 한 기본과정1을 신설하고 필수로 이수하게 하여 필요지식 및 적용사례 등의 교육을 이수하도록 함
- 3~4년차에는 기본과정2 분야별 과정개설을 통해 기본개념 및 필요지식에 대해 감독관이 선택적으로 교육을 수강하도록 함
- 5년차에 전문과정과 더불어 심화과정 개설을 통해 신규자과정 및 기본과정에서 다룬 과목의 심층사례, 토론, 판례를 학습하여 감독관 전문성을 강화하도록 함

교육 커리큘럼 표준안 개발(7개 분야, 119개 표준안)

» 분야별 감독관 워크숍을 통해 변경된 교육체계에 따른 기존 교과목 매칭 및 교과목 개요서 작성 등을 통해 표준화된 교육 커리큘럼 개발(2020.9.22.~2020.10.6., 총 3회)

» 분야별 커리큘럼 표준안의 전문가 검수 실시(2020.10.08.~2020.10.12., 산업안전보건교육원)

☑ 교육과정 운영방안 제시

» ① 교육참여와 운영측면에서 전문성 강화를 위해 2년차 과정의 이수를 의무화 하고, 직무교육 참여 장애요인 해소를 통한 참여율을 제고하고, 정기적인 교육수요조사를 실시할 것을 제안함

» ② 교육과정 측면에서 교과목별 적합한 강사 섭외, 표준화 된 교재개발, 수사 등 특수분야는 전문성 있는 교육기관 위탁운영을 제안함

- 국내에서 운영중인 형법, 형소법 교육기관, 사법경찰관 교육프로그램 운영기관 목록 제공

» ③ 강사측면에서 사내강사 양성 및 인센티브 부여, 전담강사제 도입, 교수법 역량개발 지원 등을 제안함

» ④ 피드백 측면에서 교육내용, 교육구성, 교육환경, 강사피드백에 대한 항목을 교육실시 후 확인할 것을 제안함

시사점

☑ 감독관의 업무경력에 따라 필요한 분야별 지식을 함양할 수 있도록 교육과정 재설계가 필요함

03 연구활용방안

활용방안

☑ 감독관 직무교육 과목별 설계(안)과 교육 커리큘럼 표준안을 바탕으로 교육제도 운영

☑ 외부 교육기관 및 강사풀 활용 가능

연구담당자 연락처

연구책임자_ ㈜입소 **신범석** 공동대표

연구상대역_ 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 **나민오**

연락처_ 052-703-0822

e-mail_ mino05@kosha.or.kr

08 재해조사 보고서의 질적 제고를 위한 방안 연구

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 7월**

핵심단어_ **중대재해, 재해보고서, 재해조사모델, 공개방식**

01 연구배경

- 현행 중대재해조사보고서는 조사자의 역량 등에 따라 내용의 차이가 있어 이를 정부뿐만 아니라 학계 등 다양한 전문가들이 활용하는데 한계가 있는 상황
- 현행 중대재해조사 보고서의 질적 향상을 위해 중대재해조사보고서의 문제점 및 개선방안 도출
- 효과적인 중대재해조사보고서의 활용을 위해 중대재해조사보고서의 공개 방안 마련

02 주요연구내용

연구결과

- 사고의 종류에 따라 맞춤형 재해조사보고서의 필요성
  - » 미국 에너지성(Department of Energy)의 사고조사는 5개의 사고분석 모델을 통해 사고원인을 파악하는 반면, 미국 산업안전보건청(Occupational Safety and Health Administration)과 영국의 안전보건청(Health and Safety Executive)은 사고분석모델보다 사고원인에 대한 정보 수집에 집중

» 산업사고의 종류는 단순 원인부터 복잡한 원인까지 다양하므로 사고의 종류에 따라 맞춤형 사고조사 모델 필요

현행 재해조사시스템의 문제점 파악

» 28명의 인터뷰 및 714건의 중대재해보고서의 분석 결과로 현행 사고조사 시스템의 문제점(조사자 권한, 기간, 조사내용 등) 제시

» 안전보건공단이 현장 조사에 대한 명확한 법적 권한이 없는 점과 짧은 조사 기간의 문제점 도출

» 사고조사보고서에 사고 발생 원인에 대한 직접 원인은 잘 기술되어 있는 반면 간접원인 파악에 대한 내용 부족

조사자의 법적지위 보장 그리고 조사기간의 연장

» 사고현장에서 보다 정확한 조사를 위해 안전보건공단 조사자에 대한 법적 지위 보장 필요

» 현행 조사기간을 7일에서 14일로 연장 필요

[중대재해조사 보고서 3가지 모델 제시]

구 분		모델 1	모델 2	모델 3
조사대상		• 재해 원인이 비교적 단순한 사고	• 중·대형 사고 • 반복적인 사고로 대책 수립을 요하는 경우	• 사회적 물의를 야기한 대형 사고 • 사망자 다수 발생 또는 경제적 손실 큰 경우 등
조사방법	1차	공단 지사 자체 조사	공단 지사 자체 조사	공단 지사 자체 조사
	2차	–	내·외부 전문가	중앙사고조사단 (내·외부 전문가 참여)
조사기간		7일 이내	중앙사고조사단에서 결정	참여 인원 및 조사 상황에 따라 결정
조사내용		현재의 조사내용	1차 조사 후 관리적 측면(안전보건조직, 위험정보 전달체계, 안전보건관리, 교육 등)을 추가 조사	제한 없이 조사 가능: 다양한 기술적 검토 및 조사방법(근본원인 분석, 방호벽 분석, 변화요인 분석 등) 적용
특 징		현재의 중대재해조사와 동일	중앙사고조사단과 내·외부 전문가 협의로 2차 조사 여부 결정하여 진행	현재의 중앙사고조사단 조사와 유사

- 보고서 공개 방안 제시
  - » 공개 대상 : 공단 중앙사고조산단이 조사한 사회적 이슈가 큰 사고와 반복적으로 발생하는 사고 (연간 약 30건)
  - » 공개형식 : 개인정보와 기업의 민간정보를 삭제한 후 전체보고서 공개
  - » 공개주기 : 1심 법원 판결 후 30일 이내

시사점

- 안전보건공단 소속 조사자가 사고 현장에서 조사를 원활하게 할 수 있는 조사권에 대한 법적 근거 마련 필요함
- 현행 7일 이내의 조사 기간을 사고 유형에 따른 조사 기간의 유연성 확보 필요함

03 연구활용방안

개선방안

재해조사 방법의 개선안 제시(조사권, 조사기간, 조사대상)

재해조사의 질적 향상을 위한 조사 전문기관의 필요성 제시

중대재해조사보고서의 작성 방식의 개선 방안 제시

사고의 유형에 따라 맞춤형 중대재해조사 보고서 표준(안) 적용 가능

중대재해조사 보고서의 공개방식(안)을 통해 학계 등 다양한 전문가들의 활용 기대

연구담당자 연락처

연구책임자_ 인제대학교 **김태구** 교수

연구상대역_ 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 **조윤호**

연락처_ 052-703-0823

e-mail_ uno@kosha.or.kr

09 산업안전보건분야 국제적 논의 활성화에 따른 대응전략 수립

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **국제노동기구, 기본협약, 세계산업안전보건연합, COVID-19, 미래의 노동**

01 연구배경

- 산업안전보건 관련 분야에 대한 국제사회의 관심 확대
  - » 국제노동기구(International Labour Organization, 이하 ILO), EU, G20 등 국제기구의 산업안전보건분야에 대한 최근 논의 동향 파악 및 미래 대응과제 검토 필요
- ILO의 100주년 선언문 채택(2019)
  - » 기존 4개 분야의 노동기본권에 산업안전보건분야 추가
- 세계산업안전보건연합(Global OHS Coalition) 기구 창설(2019)
  - » 이 기구는 ILO 및 ILO 산하 프로그램과는 별도로 독립적으로 산업안전보건을 전담하는 세계적 협력기구로서, 우리나라 또한 미래지향적으로 국제협력 연합에 참여 필요

02 주요연구내용

연구결과

- 산업안전보건에 관한 국제기구별 최근 논의 동향
  - » ILO는 COVID-19 확산에 따른 작업장에서 안전보건의 확보 방안으로써 감염 확대에 따른 산업안전보건 리스크 예방 및 통제를 위하여 대책 전반에 대한 검토 실시

» Eurofound는 COVID-19 관련 사회경제 정책 중 건설, 식품제조 등 일부 영역에 EU 회원국에게 산업안전보건관련 지원을 촉구하는 조치 제안

» EU 산업안전보건청은 재택근로에 관한 산업안전보건 기준 준수에 관한 지침 제시

» G20은 의료계 종사자와 기타 필수 근로자에 대한 적절한 예방조치 강조

국제기구별 미래의 노동에서 산업안전보건분야 논의 동향

» ILO는 미래의 노동세계를 변화시키는 주요 요인으로써 디지털화, 인구구성 변화, 자연환경, 작업조직 변경을 지목하고, 이로 인해 변화될 노동환경에 대한 대응방안 제시

» EU는 산업안전보건 전략 2014-2020에서 현존하는 산업안전보건 규정 이행 증진, 작업관련성 질병 예방 개선 그리고 EU 근로자들의 고령화를 3가지 도전과제로 제시하고 7가지 전략 목표 채택

» 특히, G20은 인간이 중심이 된 미래 노동 선언문에서 인구구조의 변화에 따른 고령 근로자를 위하여 지속가능한 안전보건이 담보된 작업환경 마련을 주요 의제로 선정한 바 있음

ILO의 산업안전보건 분야 노동기본권 지위 부여에 대한 논의 및 비준 협약 관리 방안

» 향후 무역협정에서 국제노동기준으로 활용될 가능성이 있으며, 이와 관련해 별도의 국제법상 합의가 있을 경우 산업안전보건의 지위가 격상될 시, FTA 노동조항 상의 의무가 확장될 것임

» ILO 협약 비준 이후 적절한 관리 체계 구축을 위하여 별도 행정위원회를 통한 국내 모니터링 절차 구축과 사회적 대화를 통한 국내 모니터링 체계 구축을 위한 상설 기구 설립 제안

세계산업안전보건연합에 적극 참여

» 이 연합은 현재 6개 태스크 그룹을 구성하고 각 그룹별 사업 목적과 방향을 제시하고 있으며, 이 중 EU 산업안전보건청 주도의 미래 산업안전보건 그룹, WHO 주도의 비감염성 질병 그룹 그리고 ILO 주도의 이주근로자 그룹 등 구체적인 실행 프로그램을 참여할만한 도전과제로 제시함

» 이 연합은 향후 전 세계 산업안전보건을 전담하는 국제 협력기구로서 국제협력 네트워크의 중심축을 담당할 것으로 예상됨에 따라 우리나라 또한 위 활동에 적극 참여하여 국제기구 및 국제사회와 적극적 파트너십을 체결하고 구축할 필요성이 있음

시사점

ILO, EU, G20가 생각하는 노동세계를 변화시키는 주요 요인

» ILO 등 국제기구는 디지털기술, 인구구성 변화, 지속가능한 발전과 산업안전보건관계, 고용형태 및 작업조직변경을 노동세계를 변화시키는 주요 요인으로 제시함

» 노동세계 변화에 따른 대응으로 플랫폼 종사자 등 일하는 사람에 대한 보호 범위 확대, 사회적 취약계층으로서 청년, 여성, 고령 노동자, 외국인 노동자 등에 대한 맞춤형 보호 방안, 사회심리적 요인에 따른 정신건강 보호문제, 양질의 산업안전보건 서비스 제공을 위한 교육제도, 조직제도 정비 등의 방안 논의

ILO, 산업안전보건 분야 협약의 기본협약으로서의 승격 문제

» 산업안전보건 분야가 기본협약으로 승인될 경우 1998년 ILO 선언이 개정되거나 별도의 선언을 채택하게 됨. 다만 변경된 ILO 선언을 인용해 구체적 내용을 규정하는 FTA의 체약 당사국의 권리와 의무가 자동적으로 변경되는 것은 아니며, 법적으로 두 문서는 별개이므로 FTA를 체결한 협정국 간 별도의 국제법상 합의가 있는 경우에 한해서만 산업안전보건의 지위 격상이 FTA 노동조항 의무의 확장으로 이어질 수 있음

» 국제노동규범 이행을 위하여 중장기적으로 사회적 대화기구 내에 국제노동관계를 규율할 수 있는 상설위원회 설치 및 ILO 제144호 국제노동기준에 관한 삼자협의 협약에 따른 고용노동부 국제노동정책협의회의 기능과 추가적으로 필요한 ILO 관련 사회적 논의들을 포괄하는 경제사회노동위원회 상설 회의체가 필요함

산업안전보건 분야 국제협력 활동

» ILO 등 국제기구의 최근 대응 논의와 세계산업안전보건연합(Global OHS Coalition) 협력 사례를 검토한 결과, 산업안전보건은 기술적 보호뿐만 아니라 사회나 경제 발전에 있어서도 중요한 분야(사회적 보호)로 강하게 인식되고 있어, 변화된 노동환경에 대응한 국제적인 협력 및 지원이 중요함을 확인함

03 연구활용방안

제언

- ILO를 비롯하여 국제기구가 새롭게 제시한 산업안전보건분야 논의는 국가 차원의 새로운 대응전략 수립의 기반이 될 것이며, 향후 달성해야할 목표가 될 것임

활용방안

- ILO 산업안전보건 분야 기본협약 지위 격상을 위한 기초 자료 제공 및 협약 비준 이후 관리 방안 등 노사정 중심의 모니터링 절차 및 체계 구축을 위한 논의 자료로 활용
- 산업안전보건 분야의 새로운 국제협력기구인 세계산업안전보건연합에 적극 참여함으로써 국가적, 사회적 대화를 촉진할 수 있는 다양한 네트워크 형성

연구담당자 연락처

연구책임자_ 창원대학교 **오상호** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 **송안미**
연락처_ 052-703-0827
e-mail_ julie8818@kosha.or.kr

10 건설기계 특고종사자 보호방안 연구

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 9월**

핵심단어_ **특수형태근로종사자, 건설기계 특고종사자 보호, 건설기계(27종) 산업재해예방, 특고종사자 전속성, 노무를 제공하는 자**

01 연구배경

- 개정 산업안전보건법 제77조는 27종의 건설기계조종(운전)사를 특수형태근로종사자로 보호대상에 반영하여 건설기계 특고종사자에 대한 안전·보건조치의무와 안전보건교육의무를 법제화 함
  - » 정부는 '20년 3월 「개정 산업안전보건법 시행(20.1.16.)에 따른 건설기계 특수형태근로종사자 보호적용기준」(고용노동부지침)을 통해 건설기계조종(운전)사의 고용형태별 전속성 판단기준과 안전보건조치 및 안전보건교육 실시 주체에 대한 해석을 제시함
- 연구에서는 건설기계 27종의 노무제공 실태를 조사하여 현행 법령의 적용상의 애로사항과 보완점을 확인하고 건설기계 특고종사자의 효과적인 보호방안을 제시하고자 함
  - » 특고종사자의 고용형태와 노무제공방식을 조사하여 유형화하고, 각 유형별로 노무를 제공받는 자(건설업체, 대여업체, 배차업체)가 실질적인 산재예방 권한을 가지고 있는지 확인함
  - » 건설기계 특고종사자의 전속성 판단기준의 적정성을 확인하고 개선방안 제시
  - » 안전보건교육 실시 및 안전보건조치의무 이행실태와 애로사항을 확인하고 건설기계조종(운전)사의 효과적인 보호를 위한 개선방안 제시

02 주요연구내용

연구결과

건설기계(27종)의 사용실태와 계약구조

» 건설기계의 사용용도는 자가용(48.7%)과 영업용(50.6%)으로 구분되며 영업용 건설기계는 건설기계관리법에 따라 일반건설기계대여업 또는 개별건설기계대여업으로 등록함 또한 건설기계조종(운전)사의 고용형태는 건설업체나 레미콘제조업체가 소유한 자가용을 운전하는 정규직 직영기사와 비정규직 특고종사자(도급·불하·지입·용차·개별용차 기사)로 구분됨

» 특고종사자 다수는 건설업체와 직접 계약하는 경우는 드물고 대여업체 또는 레미콘제조업체에 소속되어 건설현장에 노무를 제공하고 있음 만약 소속업체가 건설현장과의 계약 물량을 확보하지 못한 경우, 제3의 대여업체나 법적 실체가 없는 배차(알선)업체와 중층의 위임 관계로 임대차 계약을 체결하고 업무를 수행함

건설기계조종(운전)사의 고용구조와 안전보건 실태조사

» 조종(운전)사의 계약체결 및 노무관리와 경제적의존성은 소속회사(대여·배차업체)에게 높게 나타났으며, 근무장소와 근무내용의 결정권, 안전보건책임주체는 노무를 수령하는 건설업체에게 높게 나타남

» 조종(운전)사는 건설기계 등록, 세무문제 해결 및 주기장 사용을 목적으로 소속회사와 계약을 체결하고, 건설기계 사용·유지·보전에 소요되는 비용과 질병 등으로 조종(운전)사를 대체하는데 소요되는 비용을 본인이 부담함. 한편 노무제공과 관련한 근무시간, 업무내용 등의 계약체결 주도권을 건설업체가 가지고 있으며, 이러한 계약사항에 대한 위반 시에는 소속회사에서 계약을 해지하거나 업무량 배분 시 불이익을 주는 것으로 나타남. 대여(배차)업체는 조종(운전)사에게 주로 '관리회사'로 인식되고 있으며, 용차기사들의 조합형태로 운영하는 배차업체는 기사들과 동일하게 '노무를 제공하는 자'로 인식하고 있음

» 건설업체는 노무수령 시 근무장소와 시간, 업무내용 지시, 보수결정 및 지급 등의 계약체결에 있어 주도적 역할을 수행하는 것으로 나타났으며, 스스로를 조종(운전)사의 산업재해예방을 위한 주체적 역할을 수행하는 자로 인식하고 있으며 특히 원청의 역할이 중요한 것으로 나타남

건설기계(27종) 특고종사자에 대한 보호방안

» 건설기계조종(운전)사에 대한 보호주체의 명확화

- 산재예방의 실질적 권한의 보유 여부와 관계없이 조종(운전)사의 법적지위가 근로자인지 또는 특수형태근로종사자인지에 따라 책임주체가 대여업체(사업주) 또는 건설업체(노무를 제공받는 자)로 결정되는 문제점이 발생함. 그러나 계약당사자의 의도나 대여·알선업체의 역할을 고려할 때 현장에서 보호의무를 부담하는 주체는 건설업체로 확인되며 도급인 또는 사용사업주로서의 책임을 부담지울 필요가 있음
- 산재예방의 책임소재는 근로환경과 작업방식의 결정권을 고려하여 책임주체와 의무의 내용이 결정되어야 하고, 실질적인 예방이 이루어지기 위해서는 책임의 소재에 따라 위험의 지배력을 갖는 책임주체에게 책임을 부여하되 필요시 복수의 책임주체가 공동으로 책임을 부담할 수 있어야 함
- 건설현장에서의 위험에 대한 책임주체는 건설업체(원청 내지 하청)이지만 건설기계의 상태(차량의 점검, 수리, 관리 및 기록보유)와 조종사의 경력 및 교육이수 현황 등의 계약상 발생하는 위험에 대한 관리책임은 대여(알선)업체에게 부여할 필요가 있음 또한 위험에 대한 책임관계가 불명확하거나 중복될 경우에는 건설업체와 대여(알선)업체가 공동사용자로서 책임을 부담토록 개선 필요

» 안전·보건조치 및 교육실시에 대한 효과적인 운영방안

- 건설기계 관련 계약당사자간 안전·보건조치 의무사항을 정리하여 기록·보관하도록 건설기계 작업 및 안전보건조치 확인 양식(안)을 활용하고, 건설기계의 상태, 조종(운전)사의 경력 등에 대한 계약주체 상호간 정보공유와 대여업체의 관리책임 강화, 건설업체의 작업 전·중·후 안전보건조치의 이행확인을 실시할 것을 제안함
- 현행 교육제도의 이행실태 및 요구사항을 고려하여 현행 안전보건교육제도에 대한 보완(안)과 기초안전보건교육기관을 신설(안)을 제안함 전자는 교육시간 산정에 대한 현장의 혼란을 해소하고 교육시간의 부담을 감소시킬 수 있으며, 후자는 현장에서 문제로 지적된 교육내용의 전문성 부족, 중복수강, 교육비용 부담에 관한 문제를 전문기관을 통한 교육, 장·단기 작업기간에 맞춘 교육시간 설정, 산재보험을 통한 교육비용 일괄징수로 해소하고 효과적인 교육제도 정착에 기여할 수 있음

» 건설기계(27종) 특고종사자에 대한 전속성 판단기준의 완화

- 산안법의 전속성은 근기법의 전속성(사용자성 판단요소)과 산재법의 전속성(보험료 납입주체 결정)과 달리 산재예방의 필요성에 따라 정의할 필요가 있음 전속성 기준을 완화하여 일정수준의 경제적 종속성을 갖는 자영업자에 대해서는 산업재해의 보호필요성(위험영역 편입 등)에 따라 산안법의 보호대상으로 포함시켜야 할 것임

» 노무공급계약 유형의 표준화(표준계약서) 필요

시사점

- 계약상 책임주체 외에도 위험을 지배하는 책임주체에게 의무를 부여하되 필요시 복수의 책임주체가 공동으로 책임을 부담할 수 있어야 함
  - » 현장의 안전보건조치의무는 위험에 대한 관리권한을 가진 건설업체가 부담하되 계약상 발생하는 위험에 대한 관리 책임은 대여(알선)업체에게 부여
- 건설기계특고종사자의 안전보건조치의무 이행매뉴얼 제공 및 교육제도 개선
  - » 건설기계 관련 계약당사자간 안전·보건조치 의무사항을 정리하여 기록·보관의무 부여
  - » 교육시간 산정 및 중복교육의 부담을 줄이고 전문성 강화를 위해 교육제도 개선 필요

03 연구활용방안

개선방안

- 책임의 소재에 따라 건설업체와 대여(알선)업체에게 각각의 책임을 부여
- 현행 안전보건교육제도에 대한 보완 및 기초안전보건교육제도 신설

활용방안

- 건설기계 작업 및 안전보건조치 확인 매뉴얼 활용
- 노무공급계약 유형별 표준계약서 제작·활용

연구담당자 연락처

연구책임자_ 동아대학교 정지현 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 나민오
연락처_ 052-703-0822
e-mail_ mino05@kosha.or.kr

11 제조업 끼임 사망사고 감축 및 사업장 효율적 관리방안 연구

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 9월**

핵심단어_ **끼임, 협착, 제조업, 방호장치, 관리감독**

01 연구배경

- 건설업은 떨어짐에 의한 사망사고가 많은 반면, 제조업에서는 끼임에 의한 사망사고가 연간 약 70건으로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 제조업의 끼임 사망사고는 방호장치 제거나 비정형작업에서의 운전정지 미실시 등이 주요 원인임
- 본 연구는 과거의 끼임 사망사고 사례와 현장의 실태 조사를 통해 근본적인 문제점을 파악하고 이에 대한 대책을 제시하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 첫째, 고용노동부, 안전보건공단, 재해예방 전문기관들의 제조업에 대한 관리감독과 지도사업의 실적을 재해발생 상황과 연계하고, 특히 고용노동부의 관리감독 수행이 끼임 재해 발생 사업장과 일치하는지에 대한 적합성 분석과 재해 감소에 대한 효과성을 분석하여 감독 전후 끼임 재해가 통계적으로 감소하는 것을 확인

- 둘째, 2016-2019년 4년간의 끼임 사망사고 273건에 대해 심층적인 사고 원인 분석
  - » 분석결과 방호장치 부적절로 인하여 생산공정 중 발생하는 사고와 에너지원을 차단하지 않은 상태에서의 수리, 정비 등 비정형 작업이 주요 문제임을 파악
  - » 또한, 정형/비정형 작업의 분류 방법과 휴먼 에러에 의한 사고분석 체계 제안
- 셋째, 업종별, 규모별로 선정한 63개 사업장에 대해 체계적 체크리스트를 이용한 현장 방문조사
  - » 조사결과 중소기업일수록 방호장치가 미설치되거나 해제하고 사용하는 곳이 많았으며, 일부 모범적인 기업에서는 연동 장치의 설치나 LOTO(Lock Out and Tag Out)의 실시 등 끼임 재해 예방을 위한 노력을 확인
- 넷째, 통계분석과 현장조사 결과를 바탕으로 끼임 사망사고 예방을 위한 방안 제시
  - » 관리감독 대상 사업장 선정 방안 제시 및 효과적 관리감독 수행을 위한 체크리스트 개발과 관련 법규를 정리하며 개정안 제안

시사점

- 제조업의 끼임 사망사고를 줄이기 위해서는 방호조치 미실시와 정비, 수리 시의 운전정지 미실시의 근본 원인을 파악해 이를 해결해야 함

03 연구활용방안

제언

- 끼임 사망사고는 방호조치 미실시나 무력화, 비정형작업 시의 운전정지 미실시 등에 의해 주로 발생하며, 특히 비정형작업은 관리감독시 표준 작업절차 준수 여부를 파악하기 어려움
  - » 이를 예방하기 위해서는 끼임사고 발생 진입 부위에 연동형 스위치 설치와 LOTO(Lock Out, Tag Out) 실시의 강화 필요

개선방안

- 유해위험방지계획서 대상을 확대하여 끼임 사망사고가 다발하는 기계를 포함
- 정비, 수리 작업 시 LOTO(Lock Out, Tag Out) 실시 의무 대상 기계 확대

활용방안

- 끼임 사망사고 예방을 위한 관리감독 대상 사업장 선정에 활용하고 관리감독 시 본 연구에서 제안한 체크리스트 활용

연구담당자 연락처

연구책임자_ 한경대학교 **박재희** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 **조윤호**
연락처_ 052-703-0823
e-mail_ uno@kosha.or.kr

12 정부 산재예방정책이 사망사고 감축에 미치는 영향분석

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 9월**

핵심단어_ **산재사망사고, 고위험 사업장 집중관리 정책**

01 연구배경

- 2019년 산재사망사고 건수(발생일 기준)는 2018년 대비 68건 감소(7.5%) 하였음
  - » 산재 발생일 기준으로 공식 발표통계를 살펴보면, 2019년 산재사망사고 건수는 839건으로 2018년 907건 대비 68건 감소(7.5% 감소)한 것으로 나타남
- 산재사고 건수 감소에 「고위험 사업장 관리 정책」 등 산재예방사업이 얼마나 효과가 있었는지 분석 필요
  - » 고용노동부는 지난해 산재사고 사망자의 절반을 차지하는 중소규모 건설업에 중점을 두고 정책 역량을 집중해 「고위험 사업장 집중관리 정책」을 시행
  - » 2019년 7월부터 소규모 건설현장에 대해서는 안전보건공단과 순찰 점검반을 운영해 지역별 집중 점검과 감독을 실시
- 산재예방 정책효과 분석에 산업구조변화 등 외부 환경변화를 고려한 종합적 분석 실시
  - » 지난해 산재사망사고 감소에는 정부의 정책적 노력에 따른 효과도 분명히 있지만, 고위험 업종인 건설업과 제조업의 산업비중 감소 및 저위험 업종인 서비스업의 비중 증대와 같은 산업구조 변화에 따른 외부효과도 존재하기 때문에 이에 대한 고려가 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 「고위험 사업장 집중 관리 정책」, 유의미한 단기효과가 창출되었다고 분석됨

» 2019년 산재사망사고 감소는 전년 대비 68명 감소(7.5% 감소)

» 2019년 상반기 5.5% 감소, 2019년 하반기 9.3% 감소

» 정책시행 후, 건설업 하반기 산재사망자수 20건 감소(전년 동기 대비 13.3% 감소)

- 산업구조변화에 따른 외부효과 제외한 순 산재사망사고 감소효과 46명으로 추정됨

» 2019년 산재사망자수(발생일 기준) 전년대비 68명 감소

» 산업구조 변화에 따른 외부효과 -22명, 전체 감소분의 32.3%

» 외부효과 제외한 순 산재사망사고 감소효과 46명, 전체 감소분의 67.6%

» 정책 시행 후, 2019년 하반기 건설업 순 산재사망사고 감소효과 27명

- 「고위험 사업장 집중관리 정책」 중 고용노동부 감독 연계율이 높을수록 감소효과 높음

» 감독연계율이 높은 3억-120억 미만 건설사업장에서 산재사망사고 감소효과 높음

» 감독연계율이 높은 권역에서 산재사망사고 감소효과가 높음

- 산업안전보건 실태조사로 살펴본 산재사망사고 및 산업재해 발생 사업장 특성 분석

» 고령근로자, 외국인근로자, 비정규직근로자의 비중이 상대적으로 높고, 안전인력유지비 및 안전보건활동비 등 안전보건비 지출 비중이 낮은 사업장의 산업재해 발생률이 높게 나타남

03 연구활용방안

정책 제언

- 권역별 산재사망 발생빈도에 따른 행정역량 안배가 필요

» 2019년 하반기 건설업 분야의 권역별 산재사망사고 감소효과는 상당한 편차 존재

» 산재사망사고 감축효과 개선 및 권역별 성과의 편차를 최소화하기 위해서는 권역별 「점검-감독」 비중 및 행정역량 안배에 있어 조정이 필요

- 「고위험 사업장 집중관리」표준매뉴얼 제작 배포

» 2019년 하반기 산재사망사고 감소효과가 큰 7개 권역에 대한 우수사례를 발굴하고 타 권역에 전파하여 성공사례를 공유하고, 표준매뉴얼을 제작·배포·교육

- 산재사망사고 취약계층의 근로자 자질 강화 필요

» 산재사망사고가 발생한 고위험 사업장에서는 고령근로자, 외국인근로자, 비정규근로자 등

상대적으로 산재사망사고에 취약한 계층의 비율이 높음

» 산재사망사고 취약 계층인 고령근로자, 외국인근로자, 비정규근로자를 핵심 목표로 한 근로자 안전행동을 위한 핵심메세지 전달 및 교육 콘텐츠를 개발하여 현장에 보급할 필요가 있음

» 외국인 노동자에 대한 안전교육 강화를 위해 결혼이주여성, 전문 통역사 양성 등을 통해 모국어 안전교육을 확대할 필요가 있음

안전관리비 집행 점검 강화를 통한 기업의 인식전환 필요

» 안전관리비 집행 점검을 강화하고 미집행 사업장에 대해서는 강력한 추징 및 벌금 등 처벌 강화

» 법적, 행정적 책임 이외에 안전관리비 부실 집행 기업에 대해서는 일정 기간 관급공사 입찰 제한을 하는 등 강력한 사회적 책임을 물을 필요가 있음

» 또한, 현행 제도 상 강력한 처벌 및 추징이 어려운 3억원 미만 영세 건설현장의 경우에는 공사계약 체결 시 안전관리비를 공탁 또는 사전 추징(deposit)하고, 공사가 완료된 후 사후 환급해 주는 형태에 대한 심도있는 논의 필요

과정 중심의 안전관리, 그에 따른 면책

» 기업이 자발적으로 산업안전보건 투자를 확대하고, 근로자의 자질 및 안전의식 개선을 위한 교육을 유도하기 위해서는 동기부여와 인센티브 제공 필요

» 평소 사고를 당한 근로자를 대상으로 충분한 안전교육을 실시하고, 사업장 내에서 철저한 안전관리 규정을 준수했다면 비록 산업재해가 발생했다 하더라도 과정상의 과실이 없으므로 사업자(또는 법인)의 과실 비율을 최소화할 수 있는 제도적 장치 필요

연구담당자 연락처

연구책임자_ 대구대학교 **정재휘** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 **박선영**
연락처_ 052-703-0824
e-mail_ psy0906@kosha.or.kr

13 정기안전보건교육의 적정성 및 적용범위에 관한 연구

연구기간_ **2020년 8월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **정기안전보건교육, 안전보건교육 적용확대, 사무직 안전보건교육, 안전보건교육 적용제외 사업장, 안전보건교육제도**

01 연구배경

- 효과적인 사망재해 감소를 위해 정기안전보건교육 제도(이하 정기교육)의 대상, 교육시간, 교육주기, 교육방식에 대한 적정성 검토 및 개선방안 검토
  - » 전체 사고사망자의 77.1%는 50인 미만의 사업장에서 발생하고, 이 중 35.2%가 5인 미만 사업장에서 발생함 그러나 5인 미만 사업장은 산업안전보건법(이하 산안법) 제29조의 근로자 안전보건교육의 적용이 제외(특별교육만 실시)되고 있으며, 50인 미만의 경우에도 14개 업종에 대하여 동일하게 교육 적용이 제외되고 있어, 산업재해의 실질적 감소를 위해서는 산재발생의 위험도가 높은 업종에 대해서 규모에 관계없이 교육이 이루어질 필요가 있음
  - » 최근 사무직에 대한 정신건강장해 위험이 증가하고 있음에도 사무직만을 사용하는 사업장은 교육대상에서 제외되고 있으며, 현장 사무직 근로자의 경우 생산직 근로자와 위험의 노출 수준 등이 다름에도 동일한 교육시간과 주기를 적용받고 있어 개선이 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 국내·외 안전보건교육제도와 비교

» 외국에서는 채용 및 작업변경 시 교육과 위험작업 시 교육 실시에 관한 사업주 의무규정을 두고 있으나 미국, 영국은 교육주기, 교육시간 등을 구체적으로 규율하지 않으며, 독일은 직종의 위험에 따라 교육시간을 달리 정하고 있음. 한편 일본은 산재발생률에 따라 지정사업장이 되면 안전위생교육의 구체적인 계획을 수립하고 1년 동안 실시한 결과를 제출하도록 함. 그러나 국내의 정기교육과 같이 정기적이고 일상적인 교육 제도를 강제하지 않으며 사업주에게 상시적으로 충분한 수준의 교육과 정보제공 의무를 부여하고 있음

사무직 근로자에 대한 정기안전보건교육 실시 필요

» 사무직은 비사무직에 비해 산재발생 위험이 낮지만(사고사망자 9.7배, 사고부상자 7.1배) 이는 산업재해로 처리된 수치이며 실질적으로 발생하는 위험을 반영하는데 한계가 있음. 특히 스트레스, 야간 및 장시간 근로, 고객응대 시 감정노동, 직장 내 괴롭힘 방지, 자살 등의 정신건강장해 예방을 위한 교육의 필요성이 높아지고 있음

» 사무직 종사자의 설문조사 결과 일반 사무직과 현장사무직 모두 안전보건교육에 대한 필요성을 높게 인식하고 있었으며, 정기교육에 대하여 89.4%가 효과적이라고 응답함

» 정기교육 활성화를 위한 교육 운영방식에 대하여 사고 및 산재 다발 사업장의 경우 교육 횟수 및 시간의 가중, 소규모 사업장에 대한 외부 교육지원, 사업주 및 담당자 교육 지원이 필요한 것으로 나타남

적용제외 사업장 중 고위험 업종에 대한 안전보건교육 실시 필요

» 50인 미만 사업장의 적용제외 14개 업종 중 ⅰ) 농업, 어업, 환경정화 및 복원업, ⅱ) 영화·비디오물·방송프로그램 제작 및 배급업, 방송업, 녹음시설 운영업, 예술스포츠여가관련 서비스업, ⅲ) 연구개발업, 보건업(병원제외)의 9개 업종에 대해서는 산재발생 위험도와 사회적 요구 등 산재예방을 위한 교육실시 필요성이 확인됨

» 5인 미만 사업장 중 ① 제조업, ② 건설업, ③ 운수 및 창고업, ④ 농업·임업 및 어업, ⑤ 광업, ⑥ 수도·하수 및 폐기물 처리·원료재생업의 6개 업종에서 5인 미만 사고사망자의 50%가 발생하는 등 산재예방을 위한 교육실시 필요성이 확인됨

» 적용제외 업종 중 ⅰ) 정기교육을 실시하는 사업장에 대한 설문조사 결과 지난 3년간 업무수행 중 사고나 질병은 26.3%가 경험한 것으로 나타났고 교육필요성에 대한 인식은 94.7%로 높게 나타남 반면 ⅱ) 정기교육을 실시하지 않는 사업장에 대한 설문조사 결과 지난 3년간 업무수행 중 사고나 질병은 10.8%가 경험한 것으로 나타났고 교육필요성에 대한 인식은 86.3%로 실제

교육을 실시하는 사업장보다 인식도가 낮게 나타남

- 안전보건교육 적용제외 사업장에 대한 교육의무 부여 방안
  - » 사무직만 사용하는 사업장도 산안법 제29조의 적용대상으로 하되, 일반 사무직과 현장 사무직으로 교육대상을 구분하여 노출되는 위험에 따라 일반 사무직은 연간 4시간, 현장 사무직은 연간 8시간의 교육시간을 부여하고 교육주기는 사업장 여건에 따라 자율적으로 운영할 것을 제안함. 또한 현행 제도보다 교육시간이 감소하는 점을 고려하여 산업재해 발생 시 연간 교육시간의 50%를 가산할 것을 제시함
  - » 50인 미만 적용제외 업종의 경우, 위험도와 교육필요성이 높은 9개 업종에 대하여 다음과 같이 교육의무를 부여하는 방안을 제시함 ① 정기교육(연간 24시간) 의무를 부여하고 특히 농업, 어업, 환경정화 및 복원업에 대해서는 재해발생률과 안전보건관리담당자 선임규정(산안법 제19조)과의 체계성을 고려하여 교육규정을 적용할 필요가 있음. 한편 비용편익을 고려하여 ② 산재발생사업장의 근로자에 대해 안전보건교육의무(발생시 24시간)를 부여하거나 ③ 최소한 작업시 위험요인과 예방대책을 숙지할 수 있도록 채용 시 교육(채용시 8시간)을 적용하는 방안을 제시함
  - » 5인 미만 적용제외 업종의 경우, 위험도와 교육 필요성이 높은 6개 업종에 대하여 비용편익을 고려하여 다음과 같이 교육의무를 부여하는 방안을 제시함 ① 정기교육(연간 8시간) 의무를 부여하거나, ② 산재발생사업장의 근로자에 대한 안전보건교육(발생시 24시간) 의무를 부여, 또는 ③ 채용 시 교육(채용시 8시간)을 적용하는 방안을 제시함

시사점

- 정기교육 제도의 효과성을 제고하기 위해 정기교육 제도의 주기나 교육시간의 강제성을 완화하고 직종의 특성을 고려하여 교육방식과 내용을 다양화할 필요가 있음
- 근로자안전보건교육의무가 제외(특별교육만 실시)되는 50인 미만 14개 업종의 사업장, 5인 미만 6개 업종의 사업장, 사무직만을 사용하는 사업장에 대해서도 산업재해 발생의 위험성과 교육 필요성을 고려하여 교육의무를 부여할 필요가 있음

03 연구활용방안

제언

- 근로자안전보건교육 제도의 개선을 통해 사무직 근로자에 대한 정기교육 의무를 부여하고, 적용제외 업종 중 교육이 필요한 50인 미만 9개 업종과 5인 미만 6개 업종에 대한 안전보건교육 의무를 부여할 것을 제언함

개선방안

- 산안법 제29조와 관계법령의 개정을 통해 교육 제도를 개선함

연구담당자 연락처

연구책임자_ 한서대학교 최서연 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 나민오
연락처_ 052-703-0822
e-mail_ mino05@kosha.or.kr

14 산업안전보건법상 특고종사자 확대를 위한 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정에 관한 연구

연구기간_ **2020년 10월 ~ 2020년 12월**

핵심단어_ **특수형태근로종사자, 산업안전보건기준에 관한 규칙, 산업안전보건법, 안전보건조치**

01 연구배경

- 노동시장 내 고용 형태 다변화로 인한 안전보건 사각지대 증가
  - » 전통적 의미의 '근로자' 개념 외에 용역이나 도급 또는 특수고용 등과 같은 새로운 형태의 계약형태 확대
    - 특히 근로자와 자영업자의 중간적 지위에 있는 '특수형태근로종사자(이하 '특고종사자')'에 대한 고용 증가
  - » 2008년 특고종사자를 대상으로 산재보상보험법(이하 '산재법') 적용 시행
    - 이후 산재법 적용범위에 맞춰 특고종사자의 안전보건을 확보할 수 있는 방향으로 산업안전보건법(이하 '산안법') 보완
- 신규 추가된 5개 특고종사자에 대한 산안법상 보호방안 마련 필요
  - » 40여개 직종, 166~221만 여명(추산)의 특고종사자 중 9개 직종, 47만 명(약 25%)이 산재법의 혜택을 받는 것으로 추정
    - 최근(2020.07.01.) 사회안전망 강화의 차원에서 산재법에 5개 직종 추가(방문판매원, 방문강사, 대여제품 방문 점검원, 가전제품 설치기사, 화물차주)
  - » 신규 추가된 5개 특고종사자에 관한 산안법상 보호방안 마련을 위한 연구 필요
    - 특고종사자 추가에 따른 산안법상 안전보건 보호근거 마련

02 주요연구내용

연구결과

- 문헌검토, 설문조사, 현장조사, 전문가 간담회 등을 통한 5개 직종 유해·위험인자 도출
  - » 방문 판매원 및 강사: 교통사고, 폭언, 폭행, 성희롱, 성폭력, 물림사고, 가정 내 안전사고 등
  - » 방문 점검원: 근골격계 질환, 분진(공기청정기), 피부자극성 물질접촉 등
  - » 가전제품 설치기사: 전도(크레인 등), 추락, 근골격계 질환, 말림재해(장갑끼임 등), 충돌, 낙하 및 전도(상/하역 작업 등), 용접화재, 작업도구 감전, 유해위험물질(냉매 등) 누출 등
  - » 화물차주(일반): 추락, 근골격계 질환, 낙하 및 전도(상/하역 작업 등), 과적, 충돌, 직무스트레스(야간작업 등), 제동장치 이상 등
  - » 화물차주(유해·위험물질): 화학물질 하역 및 투입 오류, 화학물질 누출, 정전기 및 스파크 방지, 이동 시 누출 및 차량사고 등
- 도출된 유해·위험인자를 토대로 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정(안) 제시

시행령 개정 시 추가 조항	연구용역에 따른 시행규칙 개정(안)
신설 영: 제67조제10호 :방문판매원 영: 제67조제11호 : 방문강사 영: 제67조제12호 : 대여제품 방문 점검원 영: 제67조제13호 : 가전제품설치기사 영: 제67조제14호 : 화물차주	제672조(특수형태근로자에 대한 안전조치 및 보건조치) ① 법 제77조제1항에 따른 특수형태근로종사자(이하 "특수형태근로종사자"라 한다) 중 영 제67조제1호·제3호·제7호·제8호·제10호 및 제11호에 해당하는 사람에 대한 안전조치 및 보건조치는 다음 각 호와 같다. -----이하 내용 동일 ----- ② 현행과 같음 ③ 현행과 같음 ④ 현행과 같음 ⑤ 현행과 같음 ⑥ 현행과 같음 ⑦ 특수형태근로종사자 중 영 제67조제12호에 해당하는 사람에 대한 안전조치 및 보건조치는 다음 각 호와 같다. 1. 제 31조부터 제34조까지, 제385조, 제663조부터 666조까지에 따른 조치 2. 법 제41조제1항에 따른 고객의 폭언 등에 대한 대처방법 등이 포함된 대응지침의 제공 및 관련 교육의 실시

	⑧ 특수형태근로종사자 중 영 제67조제13호에 해당하는 사람에 대한 안전조치 및 보건조치는 다음 각 호와 같다. 1. 제3조, 제4조, 제31조부터 34조, 제38조, 제42조, 제44조, 제46조, 제86조, 제95조, 제96조, 제97조, 제147조부터 150조까지, 제173조제1항, 제177조, 제186조, 제233조, 제301조부터 제305조까지, 제313조, 제316조부터 제317조까지, 제319조, 제323조, 제656조부터 제 666조까지에 따른 조치 2. 법 제41조제1항에 따른 고객의 폭언 등에 대한 대처방법 등이 포함된 대응지침의 제공 및 관련 교육의 실시 3. 「산업안전보건법 시행규칙」 제167조제2항에 따른 조치 ⑨ 특수형태근로종사자 중 영 제67조제14호에 해당하는 사람에 대한 안전조치 및 보건조치는 다음 각 호와 같다. 제32조에서 제34조, 제38조, 제159조, 제171조부터 제173조까지, 제177조, 제178조, 제187조부터 제189조까지, 제227조, 제279조, 제297조, 제298조, 제302조, 제663조에서 제666조까지에 따른 조치 2. 업무에 이용하는 자동차의 제동장치가 정상적으로 작동되는지 정기적으로 확인 3. 운전 전·후 차량 안전 점검을 통한 유해·위험물질의 누출 방지 및 폭발·화재 또는 화상 예방을 위한 소화기구 비치 4. 법 제41조제1항에 따른 고객의 폭언 등에 대한 대처방법 등이 포함된 대응지침의 제공 및 관련 교육의 실시

시사점

업종 내 경쟁 심화 및 고객 갑질로 인한 업무스트레스 발생 증대

» 대상 5개 직종 모두 건별 수당이 발생하는 구조로, 경쟁 심화 및 1인당 고객 수 과다

» 대여제품 방문 점검원의 경우 고객 요구에 따라 늦은 밤 또는 새벽, 주말에 방문하는 사례가 많고, 대체인력이 충분히 마련되지 않음

일반화물차주와 특수화물차주에 대한 차별적 안전보건조치 도입 필요 확인

» 주 50시간 이상의 초과근무자 비율은 일반화물차주 78%, 특수화물차주 65% 수준

» 일반화물차주와 달리 특수화물차주는 100%가 정기적으로 안전보건교육을 받고 있다고 응답

- 화학물질관리법, 위험물안전관리법 등에서 규정한 교육 이수

» 유해·위험물질을 다루는 특수화물차주는 일반적인 중량물을 다루는 일반화물차주에 비해 추가적인 위험요소에 노출

- 화학물질 하역 및 투입 오류, 누출, 정전기 및 스파크에 의한 화재·폭발, 이동 시 누출 등

03 연구활용방안

제언

- 본 연구결과를 활용하여 향후 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정(안) 마련 시, 상위법인 산안법 시행령과의 면밀한 관계 검토 필요
  - » 본 연구결과는 산안법 시행령 개정의 구체성을 전제로 하지 않은 바, 향후 상위법 (개정)과의 관계를 보다 체계적으로 검토하여 현실적인 법률 개정안 마련 필요
- 향후 특고종사자와 사업주의 관계를 규명하는 심화연구를 통해 법안 개정의 실효성 확보 필요
  - » 업무 특성상, 특고종사자 사업주 특정의 어려움으로 인해 대다수의 특고종사자들이 산안법상 보호조치 대상에서 배제되는 문제 발생

활용방안

- 도출된 5개 특고직종의 유해·위험인자 및 안전보건 보호조치들을 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정(안) 마련에 활용
- 문헌조사와 더불어 진행된 설문조사, 전문가 간담회, 현장 조사 및 인터뷰 등의 결과는 향후 고용노동부의 정책적 의사결정에 활용

연구담당자 연락처

연구책임자_ 한경대학교 **강찬규** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 **김명중**
연락처_ 052-703-0829
e-mail_ junkim@kosha.or.kr

Occupational Safety & Health Research Institute

II 산업안전

01. 건설업 산업재해 감소를 위한 산업구조 및 고용구조 개선방안
02. 안전인증기준 개선 방안 연구
03. 원격조종 타워크레인 작업안전성 강화방안 연구
04. 산업안전 패러다임의 전환을 위한 연구(II)
05. 엘리베이터 설치와 유지보수 시 안전작업기준 및 전용발판 개발에 관한 연구
06. 건설업 상시 근로자 수 합리적 산정방안 연구
07. 중소기업 안전보건 강화방안 마련 연구
08. 조선업 산업안전보건관리비 계상기준 마련을 위한 실태조사 및 연구

01 건설업 산업재해 감소를 위한 산업구조 및 고용구조 개선 방안

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 12월**

핵심단어_ **건설업, 재해 감소, 산업구조, 고용구조, 근로환경**

01 연구배경

- 전체 사고성 사망자의 50% 이상을 차지하는 건설업 재해예방을 위하여 다양한 기술적인 대안에 대한 연구와 정보제공이 이루어져 왔으나 현재까지 사고성 사망재해 및 일반재해는 증감을 반복하면서 답보상태에 있고 2020년 1월 16일 시행된 산업안전보건법 제67조에서 '건설공사 발주자의 산업재해 예방 조치'라고 하여 발주자를 산업안전보건법 적용범주에 포함시킴으로써 건설 산업에서의 안전보건 문제가 건설공사 생애주기(Life Cycle) 전체로 확대되고 있으며, 이는 건설업의 재해예방을 위하여 기술적인 대안의 테두리에서 벗어나 건설 산업의 건전한 발전과 효과적인 산업재해예방정책 집행에 대한 패러다임의 전환이 필요한 실정임을 나타내고 있는 것임
- 따라서 건설 산업의 기획, 계획, 설계, 시공 및 유지관리 등 전체 과정을 포함하는 건설업 고용구조, 산업구조 및 근로환경 등과 산업재해와의 상관관계를 파악하여 합리적이고, 경제성 높은 대안을 제시할 필요성이 있음

02 주요연구내용

연구결과

- 문헌고찰
  - » 건설업 고용구조, 생산구조 및 근로환경 관련 선행연구와 관련 문헌을 고찰한 결과 각 분야별

저해요인과 개선방안이 주를 이루는 것으로 파악되었고 각 문헌별 차이점과 개선요구사항을 우리 정서에 맞는 제도나 시스템으로 수용할 수 있도록 검토하여야 함을 파악함

건설업 재해관련 통계 분석

» 건설업 관련 고용구조, 생산구조 및 근로환경에서의 특성을 도출하기 위하여 '근로환경조사 자료', '산업안전보건 실태조사 자료'와 '2010년부터 2019년까지의 건설업 재해'를 기반으로 재해를 분석결과, 여러 요인과 상관성이 있음을 파악하였고, 도출된 특성은 건설업 고용구조, 생산구조 및 근로환경의 패러다임 전환과 로드맵을 설계하는데 크게 활용할 수 있을 것으로 판단됨

고용구조, 생산구조 및 근로환경 실태조사

» 건설업 고용구조, 생산구조 및 근로환경의 실태와 문제점 및 개선방안을 도출하기 위하여 설문을 설계하고 개발하였으며, 설문 및 인터뷰 조사와 실태조사를 수행하였고, 설문 및 인터뷰 조사 결과, 고용구조 및 생산구조에 있어서는 재해영향이 큰 요인 위주로 관리가 집중되어 있음을 파악하였으나 복지, 휴식, 작업환경 등 근로환경 요인은 재해에 직접적인 요인은 되지 않으나 개선요구는 큰 것으로 파악됨. 참여자의 전문성과 책임수준에 대한 조사에서는 안전보건총괄책임자와 안전관리자의 경우 책임도 높고, 전문성도 높게 응답되었으나 관리감독자의 경우 법적인 책임수준은 높으나 전문성도 높지 않고 상대적으로 법적 업무를 제대로 수행하지 않고 있어 즉시 개선이 필요한 영역으로 파악되고, 사업주와 설계자는 책임수준은 낮지 않으나 전문성이 부족한 것으로 응답하고, 감독기관이나 컨설팅기관은 책임수준도 낮고 전문성도 낮은 것으로 응답됨

건설업 안전관리 저해요인 도출

» 문헌 및 법제도, 국내외 사례 및 통계분석과 설문 및 인터뷰조사를 통한 건설업 안전관리 저해요인을 도출하였으며, 안전관리 강화를 위해 안전감리 배치, 근로자 휴식 및 복지시설 관련 기준 등이 보완되어야 한다는 것이 파악됨. 해외사례에서는 기획·설계단계에서부터 책임주체별 책임과 역할을 강조하고 인력자격관리, 안전인증 등 사전검증 절차를 운영하고 있는 것과 통계분석결과, 단순노무자, 신규채용자, 중소건설현장, 가설공사 등이 안전관리 저해요인으로 파악됨. 설문조사에서는 안전의식수준, 작업휴식시간, 돌관공사 등이 안전관리 저해요인으로 도출되면서 인터뷰조사에서는 늦은 안전패러다임 전환, 고용의 불안정, 위험성평가 소홀, 역량부족 근로자 투입 및 안전의식 저하 등이 안전관리 저해요인으로 확인됨

- 건설업 구조 부문별 개선방안 및 개선로드맵
  - » 고용구조 개선방안으로는 근로자 경력관리제 도입, 근로조건 적합성 확인절차 수립 및 시행, 고령근로자 관리방안 도입, 고용 안정 및 적정 근로계약 체결, 외국인 고용 프로세스 확립 등을 도출했으며, 생산구조 개선방안으로는 시공 전 단계 안전대책 제고, 국내 건설업 업종 체계 변화에 대응, CM/감리의 역할 강화와 안전감리제도 도입, 적정 공사비 및 공기 반영, 공종별 안전관리 체계 개선이 필요한 것으로 나타남. 근로환경과 관련하여 도출된 개선방안으로는 휴식 및 복지시설 기준 확립, 개인적 요인 개선, 안전관리 업무 준수, 외부적 요인 개선과 안전교육 및 안전의식 강화 등으로 확인됨

03 연구활용방안

제언

- 건설업 안전관리가 취약한 50억원 미만 중소규모 건설현장에 공단 건설 사업을 집중적으로 배치하여 계획을 수립할 필요성 있으며, 모든 건설공사에 대한 안전관리를 전개할 수 있는 건설 사업의 재조정이 필요한 것으로 파악되었고, 대내외적 전문가 의견 수렴과 재해예방기여도, 조직 및 예산 등을 고려하여 공단 건설 사업에 대한 패러다임의 전환이 필요한 것으로 확인됨

활용방안

- 산업안전보건법 개정을 위한 기초자료 활용, 특히 건설업 주체별 역할과 책임을 부여하기 위한 방안으로 활용
- 관련 학회 논문 투고(건설업 재해감소를 위한 고용구조, 생산구조 및 근로환경 관련 논문)

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 **정성춘**
창원대학교 **임형철** 교수

연락처_ 052-703-0841

e-mail_ j94024@kosha.or.kr

02 안전인증기준 개선 방안 연구

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **안전인증, 성능기준, 설계기준**

01 연구배경

- 현행의 안전인증제도는 대상품별 안전인증기준에 적합한 제품만을 제조·유통할 수 있는 구조로 운영되고 있어, 산업발전과 미래 환경변화에 따라 다양하게 제조될 수 있는 제품들의 안전시장 진입을 방해하고 있다는 문제점이 대두되고 있음
  - » 또한, 안전인증 대상품의 안전성능 발현에는 영향이 없는 크기 및 재질 등의 특성에 대한 세부 기준이 많아서 새로운 규격 또는 소재를 활용한 개발환경을 방해하고 있음
  - 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 현행의 안전인증기준을 개별 부속품에 대한 설계기준 적용 방식에서 탈피하여 성능기준 적용방식으로 전환할 수 있는 개선 방안에 대한 검토가 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 실태조사를 토대로 전문가 자문회의를 통하여 국내 안전인증 생태계에서는 즉각적인 안전인증기준의 완전 성능화는 불가능하다는 의견을 도출하였음
  - » 즉, 안전인증 생태계 주체별 성숙도, 인식도 및 성능화 관련 인프라 부재 등의 사유로 중장기적 관점에서의 안전인증제도의 전반적인 개선이 필요한 것으로 확인되었음

- 안전인증 생태계의 현실태를 반영하여 제도의 작동성을 향상시키고자 다음과 같이 추진전략 및 세부 추진과제를 도출함
  - 전략1. 성능중심의 안전인증기준 활성화를 위한 제도 기반 구축
  - 전략2. 산업분야별 작업환경을 반영한 맞춤형 안전인증기준 개발
  - 전략3. 안전인증제도 운영 및 관리 체계 선진화
  - 전략4. 환경변화·사용조건에 따른 인증방식 변경 등 사후관리체계 구축
- 현행의 안전인증제도 운영 방식을 제조자 책임 강화, 안전인증 대상 유연화, 안전인증기준의 국제화·표준화, 사전 규제방식에서 사후 확인방식으로 전환 및 시험·검사기관의 민간 분산 등 국제적 변화에 일치시키고 본 연구과제의 목표인 안전인증기준의 성능 중심으로의 연착륙을 위해서는 다음과 같은 전제조건이 수반되어야 할 것임
  - 현행 안전인증제도의 실행력 향상
  - 제조물책임법 및 리콜제도와의 연계와 안전인증 관련 시장의 감시기능 강화
  - 민간 주도형의 기준 제정방식 도입과 분산형 안전인증 모델 도입을 위한 민간 시험·검사기관 인프라 구축
  - 안전인증 생태계의 안정적 운용을 위한 산업안전보건인증원 업무 및 기능 고도화

시사점

- 2009년도부터 안전인증과 자율안전확인신고 제도를 시행하고 있으나 제조자 책임 강화, 대상품 조정 유연화, 안전인증기준의 국제화·표준화, 사전규제 방식에서 사후확인 방식으로의 전환 및 시험검사기관의 민간 분산 등의 제도 운영에서의 국제적 추세에도 불구하고 현행의 안전인증제도(기준)에서는 특별한 변화가 없는 것으로 분석되었음
  - » 현 시점에서는 안전인증기준의 완전 성능화보다는 선결과제를 순차적으로 해결해 나감으로써 실태조사를 통하여 제기되었던 문제점을 해결하고 이에 따라 안전인증 생태계는 안전인증기준의 성능화라는 외부 변화에 대한 회복력을 가질 것으로 판단됨

03 연구활용방안

제언

법·제도 및 기타 제언

- 추락재해예방 목적의 선행안전 난간대의 국내 건설현장 적용을 위한 방호장치 안전인증 고시 개정(안)
- 이삿짐운반용 리프트의 사다리 붐 높이 제한 관련 위험기계·기구 안전인증 고시 개정(안)
- 산업용 로봇 관련 대상품 구분 제언 및 방호장치 안전인증 고시 개정(안)
- 컨베이어 관련 자율안전확인신고 주체 명확화 및 안전인증 대상품 추가 관련 제언

개선방안

본 연구과제의 목표인 안전인증기준의 성능화는 필수 당면 과제이지만, 현행의 안전인증 생태계가 기준의 성능화라는 변화에 대한 회복력을 가질 수 있도록 제도 운영방식의 개선과 더불어 관련 인프라 구축이 우선되어야 함

활용방안

안전인증기준의 설계중심에서 성능중심으로의 전환에 필요한 제도·인프라 구축에 활용

제도의 작동성 향상을 통한 공단 사업의 효율화 및 인증원 기능의 고도화 방안 수립에 활용

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 **변정환**
한국재난정보학회 **김정곤** 소장

연락처_ 052-703-0843

e-mail_ bjh6918@kosha.or.kr

03 원격조종 타워크레인 작업안전성 강화방안 연구

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **원격조종, 타워크레인, 안전작업 매뉴얼, FMEA, 양중작업 안전**

01 연구배경

- 건설현장에서 타워크레인 사용 중 재해가 지속적으로 발생하고 있으며, 특히 원격조종 타워크레인 운전 중 사고발생 빈도가 높아지고 있어 이에 대한 대책이 필요한 시점임
- 원격조종 타워크레인 운전 중 줄걸이 작업 불량, 사각지대 발생 등으로 인해 다양한 사고가 발생하고 있으므로 현장의 실정에 맞는 원격조종 타워크레인 안전작업 매뉴얼 개발·보급 및 제도적 보완이 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 타워크레인 일반 사항 및 제도 분석
  - » 유인 타워크레인에 비해 원격조종 타워크레인은 사각지대가 많으며, 양중작업 중 이상 상황 발생 시 감지가 어렵고, 양중물의 하중 확인이 어려워 사고 발생 위험성이 높음
  - » 2018년 말 기준 국내 타워크레인(등록기준, 6,283대) 중 원격조종 타워크레인이 29%(1,826대)를 점유함
  - » 미국과 유럽의 경우 운전원과 신호수, 줄걸이 작업자의 자격제도를 도입하여 적용하고 있으며, 국내의 경우 운전원 면허제도는 있지만, 신호수와 줄걸이 작업자에 대한 자격기준은 없음
- 국내·외 타워크레인 매뉴얼 분석

» 해외 제조사별 매뉴얼 분석 결과 작업 중 안전사항에 관해 국내 매뉴얼보다 구체적으로 작성되어 있으며, 작업자의 임무와 책임에 관해 명확히 규정하고 있고, 그림 등을 사용하여 이해하기 쉽게 작성되어 있음

원격조종 타워크레인의 재해원인 분석

» 최근 10년간 (2010~2019년) 타워크레인 관련 재해 분석 결과 양중 작업 시 78.5%, 설치·해체 작업 시 18.5%, 유지·보수 작업 시 3%인 것으로 나타났으며, 양중 작업의 재해원인은 줄걸이 작업방법 미준수 20.1%, 위험장소 접근 18.1%, 운전미숙 및 오조작 15.2% 등의 순으로 나타남

» 또한, 양중 작업에서 발생한 재해(343건)에 대해 고장모드 영향분석(FMEA, Failure Mode and Effect Analysis) 기법을 이용한 위험성 우선도 순위(RPN, Risk Priority Number) 산출 결과 줄걸이 작업방법 미준수, 안전규칙 미준수, 위험장소 접근, 신호체계 미준수, 운전미숙 및 오조작 등의 순으로 나타남

안전작업 매뉴얼 개발을 위한 설문 및 실태조사 결과

» 타워크레인 작업 매뉴얼 비치 여부 대한 설문 분석 결과 '매뉴얼을 비치하고 있음'이 26.1%로 나타났으며, 비치된 매뉴얼은 '안전작업 매뉴얼' 33.9%, '운전 매뉴얼' 32.1%, '공단에서 제공하는 안전작업 가이드' 12.8%, '기타' 21.2%로 분석됨

» 안전작업 매뉴얼의 활용도 향상을 위한 설문 결과 '이해하기 쉽도록 작성' 33.6%, '올바른 사용방법과 재해사례 포함' 21.6%, '매뉴얼에 대한 교육의 필요성' 11.7% 등의 순으로 나타남

» 현장 실태조사 결과 원격조종 타워크레인 운전원, 줄걸이 작업자 및 신호수의 역할 분담, 안전을 위한 필수 준수사항, 안전점검 사항 등에 관한 작업별로 사진이나 그림 등을 이용하여 이해하기 쉽도록 매뉴얼 개발이 필요함

원격조종 타워크레인 안전작업 매뉴얼 개발

» 국내·외 제도 및 매뉴얼 분석, 재해원인분석, 설문 및 실태조사 등을 통해 도출된 결과 및 시사점을 토대로 매뉴얼의 개요, 운전원 매뉴얼, 신호수 매뉴얼, 줄걸이 작업자 매뉴얼 및 부록으로 구성된 안전작업 매뉴얼(안)을 제시하였고, 전문가 의견을 반영하여 매뉴얼을 개발함

시사점

원격조종 타워크레인 관련 작업자별 표준화된 안전작업 매뉴얼의 개발·보급을 통해 원격조종 타워크레인을 이용한 작업 중 발생할 수 있는 재해예방에 기여할 것으로 기대됨

- 타워크레인 재해예방을 위해 양중작업과 관련된 줄걸이 작업자와 신호수의 역할이 중요하므로 역할과 책임에 대한 교육과 해당 기술에 대한 객관적인 평가를 위해 향후 자격제 도입 타당성 검토에 관한 후속 연구가 필요함

03 연구활용방안

제언

- 운전원·줄걸이 작업자·신호수의 필기 및 실기시험을 통한 자격제 도입 검토
- 양중작업의 팀제 운영으로 전문성과 책임의식 고취
- 장비별 전담운전원제 도입으로 장비이력 및 점검의 책임성 강화
- 작업자와 관리감독자 상호 간의 안전확보 상태를 신뢰할 수 있도록 안전카드제 자율적 도입
- IT기기를 이용한 안전 매뉴얼 사용 편의성 제공으로 활용성 강화 필요

개선방안

- 원격조종 타워크레인의 표준화된 안전수칙 제정을 통한 제도적 개선
- 작업자와 관리자 상호간의 역할과 직무 범위 명문화로 책임 강화

활용방안

- 원격조종 타워크레인 안전작업 매뉴얼 개발·보급에 활용
- 건설현장 타워크레인 관련 작업자의 안전교육 자료로 활용
- 학술대회 발표 및 논문 게재를 통한 관련 자료 공유

연구담당자 연락처

연구책임자_ 경기대학교 **박종용** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 **박주동**
연락처_ 052-703-0844
e-mail_ likeaceo99@kosha.or.kr

04 산업안전 패러다임의 전환을 위한 연구(II)

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **안전-II, 레질리언스, 사고분석, 위험성평가, 역량진단**

01 연구배경

- 현대 산업은 대형화·복합화·집적화·고도화된 시스템으로 진화하였으며, Charles Perrow(1984)가 통찰한 정상사고(Normal Accident)를 고려하여야 하는 고위험 사회로 진입함. 특히 한국의 산업재해율은 유럽 선진국의 4~10배 수준에서 벗어나지 못하고 있는 상황으로 산업재해 감소를 위해 발상의 전환 및 혁신적인 실행 방법의 도입이 요구되고 있음
- 이를 위해 기존의 사고 예방 및 대응 방식의 한계를 극복할 수 있는 패러다임 전환 노력이 필요하며, 안전 선진국에서 대두되고 있는 시스템적 안전탄력성 개념과 레질리언스 공학의 방법론을 도입하고 산업 현장에 적용하는 연구가 요구되는 시점임
- 이에 본 연구에서는 이러한 산업 환경 속에서 산업재해 감소를 위하여 「산업안전 패러다임의 전환을 위한 연구(2019)」에서 제시한 안전-II 및 레질리언스 공학에 입각한 위험관리 개념(FRAM*, RAG** 등)에 의한 사고 분석, 위험성 평가, 안전역량진단 분야의 현장 실용모델을 연구·개발하고자 함

* FRAM(Functional Resonance Analysis Method), ** RAG(Resilience Analysis Grid)

02 주요연구내용

연구결과

FRAM 기반의 산업재해 사고원인 분석모형 개발

» 전문가 개선 요구사항을 반영한 FRAM 기반 사고분석의 15개 원칙 제시

» 전문가 개선 요구사항을 반영한 사고분석 각 단계별 세부 활동의 실무적 지침 개발

- 시스템 기능의 도출 및 분석 : 시스템 범위 설정, 기능도출 및 분석
- 기능의 특성화 및 변동성 파악 : 기능의 특성화, 기능의 변동성 여부 판단, 기능의 변동성 징후 분석
- 기능 변동성 요인 및 변동성 파급효과 분석 : 기능 변동성 요인 분석, 기능 변동성 파급효과 분석
- 사고발생 과정 및 사고원인의 이해
- 사고재발 방지를 위한 대응 방안 모색

» 건설업, 제조업, 화학플랜트 등 주요 산업별 적용 방안 제시

» FRAM 기반 사고분석 사례연구 : 2건

- 골리앗 크레인과 지브형 크레인의 충돌사고, 데크 플레이트 붕괴사고

FRAM 기반의 산업현장 맞춤형 위험성 평가 체계 개발

» FRAM 기반 위험성 평가 단계와 위험도 산정 기준 제시

- 분석범위 설정과 대상 기능 규정 : HTA* 또는 시스템공학적인 WDA** 사용

  * HTA(계층적 직무분석 : Hierarchical Task Analysis)

  ** WDA(직무영역분석 : Work Domain Analysis)

- 잠재 변동성 규정 : 외부요인, 내부요인, 그리고 다른 기능으로부터의 영향 확인
- 기능 간 공명의 정의 : 상류-하류 기능 간의 의존성과 변동성의 파급 가능성 등 파악
- 변동성 제어 방도 모색 : 기능의 역량 강화 등 (규율의 강화, 훈련의 규정 등)

» FRAM 기반 위험성 평가의 실용화 방안 모색

레질리언스 공학개념을 반영한 안전역량진단 모델 개발

» 안전역량진단 목적 제시

- 안전수준을 유지 향상할 수 있는 레질리언스 안전 능력 평가

» 안전탄력성 역량 진단의 수행 단계 및 단계별 가이드 제시

- 평가 범위의 설정과 분할 방법, 진단팀의 구성, 필요에 따른 진단 단계의 선택과 구성, 기존 안전직무별 진단 단계의 주의점, 인터뷰와 설문의 수행

» 안전탄력성 진단 결과의 활용

- 조직 규정과 제도의 신설 및 개선, 매뉴얼의 개선, 안전 투자 우선 순위 도출, 안전관리 및 직무안전(NTS: Non-Technical Skills) 교육의 개선과 확장

03 연구활용방안

활용방안

- 공단 주관 기업체 사고조사, 안전역량진단 등 관련 사업 진행 시 시스템안전 개념 적용
- 연구결과를 활용하여 관련 학술지 논문게재 및 학술대회 발표

연구담당자 연락처

연구책임자_ 한국과학기술원 **윤완철** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 **김정섭**
연락처_ 052-703-0812
e-mail_ jsky2001@kosha.or.kr

05 엘리베이터 설치와 유지보수 시 안전작업기준 및 전용발판 개발에 관한 연구

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **엘리베이터, 전용발판, 시스템비계, 안전작업기준**

01 연구배경

- 최근 5년간 엘리베이터 설치, 교체, 유지보수 작업과 관련한 사고재해자는 140명이었고, 그 중 사고사망자는 35명으로서 설치작업 중 12명, 교체작업 중 12명, 유지관리 작업 중 11명이 발생하여 관련 작업의 사고 위험이 매우 높았으며, 그 중 고소작업에 따른 추락사고 위험이 높은 엘리베이터 설치 및 교체 작업의 경우 대부분의 설치 전문업체가 영세하고 엘리베이터 승강로 내 작업발판의 설치가 어려워 작업환경이 열악하므로 관련 안전작업 기준 마련 및 현장 활용도가 높은 전용발판의 개발이 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 엘리베이터 설치 및 유지보수 작업과 관련한 국내·외 법·규정, 설치공정 위험요소(4M), 사고사례 등을 분석하여 안전작업기준(안) 개발
- 엘리베이터 설치 및 유지보수 작업과 관련한 현장 실태조사, 실물구조실험, 현장 적용성 검증 등을 통하여 안전성·현장 적용성이 높은 전용 발판(시스템비계) 개발

시사점

- 국내 엘리베이터 설치 및 유지보수 작업 현장조건을 반영하는 안전작업 기준과 추락사고 위험이

높은 승강로 내부에서 작업대 설치를 위해 강관비계 등의 조립 작업이 필요 없는 전용발판을 개발하여 사고예방을 위한 적극적인 활용이 필요함

03 연구활용방안

제언

- 본 연구를 통하여 개발된 안전작업 기준(안)과 전용 발판(시스템 비계)은 근원적인 추락사고 예방이 가능하므로 체계적인 교육시스템 구축과 현장 보급을 제안함
- 본 연구를 통하여 개발된 엘리베이터 전용 발판(시스템 비계)의 핵심기술은 다른 산업분야의 작업용 발판 개발에 적용 가능하며, 개발된 전용 발판은 7~15인승 승객용 엘리베이터 설치 작업에 한정되므로 연구 성과의 확장 및 발전을 위한 추가 연구를 제안하였음

개선방안

- 엘리베이터 설치 및 유지보수작업 시 추락 위험이 높음에도 불구하고 기존 강관비계 조립식 상부 작업대 설치 방식에 익숙해진 작업자들에게 엘리베이터 전용 작업발판(시스템 비계)에 대한 인식 전환, 적용범위 확대 및 작업 숙련도 향상을 위한 홍보 및 관련 제도 마련이 필요함

활용방안

- 산업안전보건법 및 승강기 안전관리법 등에 반영하여 법령, 규칙 및 기준을 개정 또는 제정 시 기초자료로 활용
- 엘리베이터 설치 및 유지보수 작업자의 교육 및 훈련을 위한 자료로 활용
- 엘리베이터 설치 및 유지 보수 작업용 전용 발판의 안전인증제도 마련을 위한 기초자료로 활용

연구담당자 연락처
연구책임자_ 전남대학교 **이기열** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 **황종문**
연락처_ 052-703-0842
e-mail_ bm0722@kosha.or.kr

06 건설업 상시 근로자 수 합리적 산정방안 연구

연구기간_ **2020년 3월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **건설업 상시 근로자 수, 노무비율, 보정비율, 공사종류**

01 연구배경

- 현행 건설업 상시 근로자 수 산정방식은 공사종류 또는 업종분류의 차등적 고려 없이 「산업안전보건법 시행규칙」의 산업재해발생률 산출 기준(시행규칙 제4조[별표1]의 2호 및 4호)에 따라 종합건설업체에 일괄적으로 노무비율(27%)을 적용하여 상시 근로자 수를 산정하는 한계가 발생하고 있음
  - » 이러한 건설업 상시 근로자 수 산정방식은 공공공사 입찰 時(정부 입·낙찰제도) 종합건설업체의 사고사망만인율 실적을 사용함에 따라 상시 근로자 수는 중요한 결정요인으로 작용함
- 따라서, 공사종류 또는 업종분류에 따라 노무비율이 실무에서도 다름을 보이고, 공공공사 심사에 그 중요성이 큼에 따라, 노무비율 27%에 대해 공사종류별로 그 차이를 보정할 수 있는 공사종류별 보정비율을 산출하여 상시 근로자 수를 차등화하고, 사고사망만인율에 건설업체 공사종류별로 적용하는 것이 필요함
  - » 특히 토목, 건축, 산업환경설비, 조경 등 종합건설업체의 공사종류 또는 업종분류에 따라 작업형태, 기계투입비율 등이 달라지므로, 상시 근로자 수가 다를 수밖에 없으며, 이를 반영해야할 필요성이 제기되고 있음

02 주요연구내용

연구결과

- 현행 노무비율(27%) 기준 상시 근로자 수는 토목공종은 209,564명, 건축공종은 824,667명, 기타공종은 92,812명으로 나타남
- 그러나 본 연구의 공사종류별 차등화한 노무비(율)를 적용한 결과 종합건설공사 사업장 상시 근로자 수는 토목공종은 186,433명, 건축공종은 862,324명, 기타공종은 78,287명, 총 1,127,043명으로 산정됨
- 이에 따라 공사종류별 보정비율의 경우, 토목공종은 89.0%, 건축공종은 104.6%, 기타공종은 84.3%로 아래의 표와 같이 도출됨

[건설업 공사종류별 노무비율의 보정비율 결과]

공종	3년 평균임금* (천원) (A)	3년 평균 노무비 (현행 기준) (천원) (B)	상시 근로자 수 (명) (C=B/(A*12))	3년 평균 환산노무비 (천원) (D)	환산 상시 근로자 수(명) (E=D/(A*12))	보정비율 (F=E/C)
토목	해당없음	8,899,902,556	209,564	7,917,553,600	186,433	89.0%
건축	해당없음	35,022,562,434	824,667	36,621,798,481	862,324	104.6%
기타	해당없음	3,941,622,265	92,812	3,324,735,175	78,287	84.3%
합계	3,539	47,864,087,255	1,127,043	47,864,087,255	1,127,043	100%

*고용노동부 고시『건설업 월평균보수(2016~2018)』의 3년간 평균

03 연구활용방안

제언

- 업종별 또는 공사종류별 보정비율을 「산업안전보건법 시행규칙」 제4조 [별표1]의 4호에 포함하는 개정안을 제언하면서, 개정(안) 한계와 검토주기를 건설공사의 노무비율 공포 기준과 동일하게 3년 평균으로 공사종류별 보정비율을 주기적으로 검증하는 것이 필요하다고 제언함
- 전문건설업체(하도급 공사) 노무비율 적용의 경우 25개 업종에 대해 토목, 건축, 산업/환경, 기타 등으로 재구분하기는 어렵다는 입장을 나타내었다. 이는 현재 국토교통부에서는 29개 업종을 10개

업종 내외로 통합하려는 계획을 가지고 있다는 점 등을 고려하여 단계적으로 도입하는 것이 필요하다고 제언함

개정(안)

- 개정(안) 1(업종별 보정비율 적용) : 연간공사실적액에서 토목건축공사업체의 토목공사실적액과 건축공사실적액을 따로 구분할 수 없을 경우, 토건업종은 기존의 방식으로 유지(보정비율 100분의 100)하고, 토목공사업종은 100분의 89, 건축공사업종은 100분의 104, 기타공사업종은 100분의 84의 보정비율 차등 적용하는 개정(안)을 제시함
- 개정(안) 2(공종별 보정비율 적용) : 연간공사실적액에서 토목건축공사업체의 토목공사실적액과 건축공사실적액을 따로 구분할 수 있는 경우, 실제 공종별로 토목공사업은 100분의 89, 건축공사업은 100분의 104, 기타공사업은 100분의 84의 보정비율 차등 적용하는 개정(안)을 제시함

활용방안

- 산업안전보건법 시행규칙 별표 등의 개정 기초자료로 활용
- 연구결과를 활용하여 관련 학계에서 발표 및 논문 게재

연구담당자 연락처

연구책임자_ 부경대학교 **서용윤** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 **임진석**
연락처_ 052-703-0846
e-mail_ ido0304@kosha.or.kr

07 중소기업 안전보건 강화방안 마련 연구

연구기간_ **2020년 9월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **중소기업, 산업안전보건법, 안전보건 의식, 안전보건 강화, 지원사업, 시스템 개편**

01 연구배경

- 중소기업은 국내경제의 대부분을 차지하고 있음에도, 인력과 자본력 부족으로 체계적인 안전보건관리가 부족하고, 동종업종 대규모 사업장 대비 산업재해율이 높게 나타나고 있으나, 이러한 중소기업에서 필요로 하는 안전보건 지원사업 및 서비스 등에 대한 실태조사와 체계적인 연구가 진행되고 있지 않음
- 중소기업 사업주의 산업안전보건법에 대한 이해도, 준수도에 대한 통계적 자료가 없어 중소기업 사업주의 안전보건 의식 강화와 정부 차원의 실질적 안전보건 지원사업 마련을 위한 기초연구의 필요성이 지속적으로 제기되고 있음

02 주요연구내용

연구결과

- 중소기업 산업재해 현황 조사
  - » 제조업 50인 미만 사업장에서 전체 70% 이상의 재해가 발생되고, 특히 사망만인율이 높은 상위 업종이 다수인 중소 규모 뿌리기업에 대한 안전보건강화 지원책 마련이 필요한 것으로 확인됨

- 중소기업 관련 현행 안전보건 지원사업 성과 분석
  - » 클린사업은 5인 미만, 융자지원사업은 5~9인 사업장에서 효과가 큰 것으로 분석됨
    - 사업장 규모별 차별화된 안전보건 지원사업이 필요한 것으로 확인됨
- 중소기업 사업주의 안전보건 수준 및 인식 관련 설문 결과
  - » 재정부족, 인력부족에 따른 안전보건활동 미흡
  - » 산업안전보건법 및 안전사업 등에 대한 정보전달 공식채널 미비
    - 5인 미만 사업장의 경우 TV, 라디오, 신문 등 언론과 안전관리전문기관을 통해 정보 입수
  - » 금전적인 재정지원 및 처벌조항에 민감하고 현장 수요에 부합되는 지원품목을 요구함
- 중소기업 안전보건 이해관계자 포럼 결과
  - » 산업안전보건법 적용 여부와 관계없이 현장 위험개선 위주의 활동 실시
  - » 산업안전보건법 등에 대한 교육 기회 부족
  - » 안전보건 지원사업 관련 개선 요구사항
    - 연간 계획, 신청 절차·방법, 지원 품목 등에 대한 체계적이고 편리한 서비스 제공을 요구함
    - 지원품목이 한정적이고 단위제품 위주로 현장 수요를 반영한 지원 품목 제공을 요구함

03 연구활용방안

제언

- 중소기업 사업주의 자율안전개선 노력이 지원사업 보다 우선 시 되어야 함
- 중소기업 사업주는 자율안전활동을 위한 독립적 예산 확보 및 효율적 투자 계획 수립 및 집행 필요

개선방안

- 중소기업 사업주 안전보건 의식 강화 방안
  - » 사업주 안전보건교육 법정 의무화 및 사업 등록 시 안전보건활동 계획 등 포함
  - » 사업주 및 정부기관, 안전관리전문기관 간의 긴밀한 업무 연계 형성 필요
  - » 중소기업 맞춤형 안전보건 자료 제공
  - » 중소기업 안전보건활동 집중 확인 및 동종 위반 사례 등 전파

중소기업 안전보건 지원 사업 개편 방향

» 기존 사업 개선 및 확대 방안

- 산재예방요율제 및 할인혜택 다양화
- 단위제품을 공정·시스템 제품 위주로 다변화하고 지원 품목의 자율화 또는 유연화
- 안전보건관리 강화를 위한 재해예방시설 보증사업 시행

» 신규 안전보건 지원사업 개발 방향

- 고위험 업종이 다수인 기간산업(뿌리기업 등) 지원 강화
- 기업규모에 따른 재정지원 차별화 등 단계적 안전보건 지원사업 방식으로 전환
- 도급-수급 관계를 고려한 안전보건 인력 지원 사업 등 신설

» 안전보건 지원사업에 대한 시스템적 개선

- 행정시스템 개선 : 연간계획 표준화, 현장 중심의 품목 선정, 수요자 중심 사업 추천 서비스 등
- 운영시스템 개선 : 지원품목 단가 조정, 지원사업 성과평가, 기술요원 역량 향상 등
- 홍보시스템 개선 : 시기·정책별 사업 홍보, 공단과 중소기업 간의 교류 확대, 홍보 채널 확대 등

활용방안

- 중소기업 안전보건 강화를 위한 「노사정 포럼」등의 기초 자료로 사용
- 중소기업 안전보건 관련 정책 결정 시 참고 자료로 활용

연구담당자 연락처

연구책임자_ 부경대학교 **장성록** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 **박장현**
연락처_ 052-703-0846
e-mail_ jhpark@kosha.or.kr

08 조선업 산업안전보건관리비 계상기준 마련을 위한 실태조사 및 연구

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **조선업, 산업안전보건관리비, 계상 요율, 사용항목, 사용불가항목**

01 연구배경

- 「산업안전보건법」제72조(건설공사 등의 산업안전보건관리비 계상 등)에 근거하여 건설업과 조선업은 고용노동부 장관이 정하여 고시하는 바에 따라 산업안전보건관리비를 도급금액 또는 사업비에 계상하여야 하나,
- 건설업의 경우 고용노동부 고시 제2020-62호(건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준)로서 구체적인 계상기준이 마련되어 있는 반면,
  - » 조선업은 관련 고시가 부재하여 사업장에서 자체적으로 산업안전보건관리비를 임의 계상 및 운영하고 상황임
- 이에 조선업의 특성을 반영한 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준에 대한 구체적인 고시(안)을 마련하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 조선업의 생산체계 분석 결과, ①사업장 내 여러 선종에 대한 다양한 병행작업의 동시다발적 수행, ②협력업체의 사내 및 사외 양분화, ③주요 발주자가 해외 선사라는 특성상 높은 비중의 해외 주문생산방식, ④대형 및 중소형 조선소간 도급형태 및 매출규모의 큰 차이 존재 등의 특성을 도출함

- 건설업의 계상기준 고시 및 선행 연구 고찰, 조선소, 고용노동부 및 안전보건공단 실무자와의 검토를 통하여 8개 비목으로 구성된 사용항목 및 불가항목 기준을 설정하였음
- 설정한 사용항목 및 불가항목 기준을 토대로 조선소 13개사 대상 조선업 산업안전보건관리비 사용 실태조사를 실시하였으며, 수집한 데이터의 분석을 통해 조선업의 중업종 및 규모별 산업안전보건관리비 요율을 [표 1]과 같이 도출함
- 최종적으로 산업안전보건관리비의 계상 주체 및 시기 등을 포함한'조선업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준'고시(안)을 제시하였음

[표 1 업종 및 규모별 안전관리비 계상기준표]

구분	완성배		블록	
	대형	중소형	중형	소형
매출액 대비 적용 요율	1.42%	1.13%	1.50%	2.97%

시사점

- 본 연구에서 도출한 산업안전보건관리비의 사용항목 및 불가항목 기준은 적정한 것으로 검토되었으나, 실태조사를 통하여 도출한 계상 요율에 대해서는 다음과 같은 한계가 존재할 것으로 예상됨
  - » 조선업계의 불황 등과 같은 환경적 요인에 따라 수집된 표본 수의 부족과 더불어 사용항목 및 불가항목 기준에 대한 조선소 실무자의 인식차이가 존재함에 따라 데이터의 현실성 측면에서 한계가 존재함
  - » 요율 기준 도입 시 수급인의 자발적 계상 비용으로 정산의 의무가 없다는 특성상 명목상 기준으로 운영될 가능성이 있으며, 다음의 산업안전보건관리비 과소 또는 과대계상의 문제를 야기할 수 있음
    - 과소계상의 경우 기준금액에 맞춰 수동적으로 산업재해 예방활동을 실시하는 문제점
    - 과대계상의 경우 조선소의 기술적 노하우에 따라 적은 비용으로 충분한 안전 확보가 가능한 상황이 고려되지 않아 불필요한 비용을 창출하게 되거나, 업체 경영부담에 따른 목적 외 사용 문제가 발생할 가능성

- 따라서 현 시점에서는 요율 책정보다는 근로자의 안전의식 고취를 위한 명확하고 보편화된 산업안전보건관리비 사용기준의 설정이 우선되어야할 것으로 예상됨

03 연구활용방안

제언

- 조선업 산업안전보건관리비의 운영방안은 사용항목 운영체계를 확립하는 단기적 방향과 계상 및 운영기준을 정립하는 중장기 방향으로 이원화하여 검토할 수 있음
- 단기적으로는 연구결과인 사용항목 및 불가항목에 대한 지속적인 수정 및 보완을 통해 업계 전반에서 공감대를 형성하고, 이를 통해 조선소 내부 회계구조(ERP)와 연계하여 지속적으로 데이터를 수집하여야 함
- 중장기적으로는 안전관리는 사업장 내 모든 근로자들의 업무라는 공감대를 형성하고, 이에 따라 수급인이 근로자의 보호 및 생산의 효율성을 위해 자발적인 산업안전보건관리비 계상의 필요성 인지를 유도하여 신뢰성 및 현실성을 확보한 계상 및 운영기준을 정립하여야 함

활용방안

- 고용노동부 고시 제정의 기초자료로 활용
- 연구결과를 활용하여 관련 학계에 발표 및 논문 게재

연구담당자 연락처

연구책임자_ (재)한국조달연구원 **오세욱** 연구위원
연구상대역_ 산업안전보건연구원 산업안전연구실 산업안전연구부 **전소영**
연락처_ 052-703-0848
e-mail_ syjeon@kosha.or.kr

III 직업건강

01. 다중경로입자 선량측정모델을 활용한 나노물질의 인간등가농도 추정
02. 유해물질 노출 사업장의 외국인 노동자 건강취약성 평가
03. 생물학적 노출평가 표준시료 개발(5)
04. 저농도 복합유해물질 노출과 혈액검사 이상 관련성 탐색 연구
05. 특수 및 진폐건강진단 폐기능검사 지침 개발
06. 특수건강진단 정도관리 개선방안
07. 근로자 건강진단자료 관리체계 개선 로드맵 구축
08. 근로자 건강진단 원칙 및 목적에 따른 건강진단 항목, 주기 등 정비
09. 지속적인 근로자 건강관리가 필요한 유해인자의 종류 및 관리방안 마련 연구(건강관리카드 중심으로)
10. 질병자의 작업관리 지침 개발 연구(간질환 등)
11. 고객응대근로자(방문서비스 직종) 건강보호 매뉴얼 마련
12. 마트노동자 근골격계질환 예방 가이드 마련에 관한 연구
13. 컴퓨터 신경행동검사 활성화 연구
14. 디젤엔진배출물 노출 근로자 특수건강진단 방법 개발 및 시범적용
15. 공기매개 감염병에 관한 사업장 대응 현황 및 개선 방안
16. 방문서비스 직종 고객응대근로자 대상 공기매개 감염병 대응지침 마련
17. 특수건강진단 생물학적 노출평가 개선방안
18. 장시간 노동으로 인한 건강장해 및 과로사 예방 방안

01 다중경로입자선량측정모델을 활용한 나노물질의 인간등가농도 추정

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **다중경로입자선량측정모델, 나노물질, 인간등가농도, 흡입독성연구, 최대무영향관찰용량**

01 연구배경

- 흡입독성연구에서 사람과 실험동물 폐에서 입자의 침착(deposition)은 전통적으로 각 기도 분지를 대칭으로 취급하는 이상적인 모델을 사용하고 있음. 하지만 사람은 왼쪽에 2개의 엽이 있고 오른쪽에는 3개의 엽이 있어 폐의 기도가 비대칭적이며 이들에서 다른 침착 패턴과 공기흐름의 변화가 초래될 수 있음. 또한 랫트의 폐도 매우 비대칭적이며 전통적인 방법은 침착 예측에 중대한 오류를 야기할 수 있음. 이에 폐 구조의 비대칭성과 입자 크기 등 다양한 파라미터를 고려한 다중경로입자선량측정(multiple-path particle dosimetry, MPPD) 모델의 적용이 필요함
  - » MPPD 모델은 주로 사람과 실험동물에서 폐 침착 분율을 추정하는데 사용되는 계산 모델임. 최근 버전에서는 침착뿐만 아니라 제거율(clearance) 계산이 가능하게 되었음. MPPD 모델에서 계산된 침착분율, 제거율과 함께 최대무영향관찰용량(no observed adverse effect level, NOAEL)을 사용하면 인간에게 적용할 수 있는 인간등가농도(human equivalent concentration, HEC) 추정이 가능함
- 나노물질은 국내외에서 노출기준과 건강영향을 규명하기 위한 연구가 진행 중이지만 현재까지는 자료가 부족한 실정임
  - » 나노물질의 흡입노출시험 결과를 MPPD 모델을 사용하여 침착분율과 제거율을 구하면, 이를 토대로 인간등가농도 추정이 가능할 것으로 사료됨. 인간등가농도는 작업장노출기준을 구하는데 기초 자료로 사용 가능함

- 본 연구에서는 MPPD 모델을 소개하고 MPPD 모델을 사용한 선행 연구를 분석하며 나노물질군에 대한 동물실험 결과를 정리하여 나노물질군의 인간등가농도 추정에 MPPD 모델의 적용가능성을 평가하였음

02 주요연구내용

연구결과

- MPPD 모델 소개
  - » 폐 침착 분율과 제거율을 계산하는 MPPD 모델의 설치와 기본적인 사용방법을 매뉴얼을 통하여 확인하였음. MPPD 모델은 프로그램을 설치하면 누구나 활용이 가능함
  - » MPPD 모델은 랫트, 마우스, 성인과 어린이(침착만) 뿐만 아니라 붉은털 원숭이, 돼지, 토끼의 호흡기관에서 에어로졸의 침착과 제거를 계산함. MPPD 모델은 폐 구조와 입자의 크기에 대한 고려가 이루어짐. 폐 구조에 대한 단일경로 방법은 기도의 전형적인 경로에서 침착을 계산하는 방법이고, 다중경로 방법은 폐의 모든 기도에서 입자의 침착을 계산하고 엽 별, 기도 별 정보를 제공하는 방법임. 뿐만 아니라 머리 영역, 기관기관지 영역, 폐포 영역과 같은 호흡기관의 세 구역에 따라서도 침착분율은 달라지는데 이에 대한 고려도 이루어짐. 한편 종(species) 별 고려 사항으로 랫트는 비부호흡만 가능하며 랫트와 사람의 가장 큰 차이점은 폐포 영역에 도달할 수 있는 입자의 최대 크기로 랫트에서는 약 5 μm, 사람에서는 약 15 μm임
  - » 대표적인 실험결과로 Lee Y 등(2019)에서 먼저, 동물실험은 랫트를 대상으로 한 아만성 흡입독성 연구로 탄소나노튜브와 그래핀 나노입자에 하루 6시간, 주당 5일로 13주간 노출되었고 최대무영향관찰용량값을 도출하였음. 이를 MPPD 모델을 사용하여 침착분율과 제거율을 구하였고, 이를 토대로 인간등가농도를 추정하였음. 여기에 불확실성요소를 고려하여 작업장 노출기준을 제안하였음
- 나노물질군에 대한 동물실험 방법 및 결과
  - » 산화알루미늄, 은 나노입자, 철 나노입자, 이산화티타늄, 산화세륨, 산화아연, 이산화규소, 폴리스티렌(polystyrene), 덴드리머(dendrimer), 나노클레이(nanoclays)를 선정하여 나노물질에 대한 동물실험 문헌을 검토하였음

- 2010년 이후 수행된 동물실험으로 흡입독성연구만 분석에 포함하였고 경구노출 또는 피부노출은 제외하였음
- 생체 내 연구와 시험관내 연구를 함께 수행한 연구에서는 선정 기준에 포함하여 생체 내 연구(동물실험) 내용을 분석하였음
- 최대무영향관찰용량과 최저영향관찰용량 추정이 가능한 문헌을 선정하였음

» 물질 중 산화세륨은 실험연구들의 일관된 결과로 인해 인간등가농도 추정이 가능하다고 판단하였음. 하지만 다른 물질의 경우에는 추정값이 큰 차이를 보이는 경우도 있었고, 무엇보다도 추정값을 제시한 연구의 수가 너무 적었음. 따라서 인간등가농도를 추정하기 위해서는 현재까지의 연구결과만 가지고는 누적된 연구결과가 너무 적고, 이후에 더 많은 연구결과의 축적이 필요함

시사점

- 나노물질은 물질의 종류뿐만 아니라 직경, 종횡비, 응집된 정도 등 다양한 요인에 따라 성질이 완전히 달라지는 특성을 보임. 본 연구에서 은 나노입자의 최저영향관찰용량값은 두 개의 연구에서 각각 5.3 mg/m^{3}과 117 mg/m^{3}으로 큰 차이를 보였다. 이는 최저영향관찰용량값이라는 점과, 한 연구에서는 은 나노입자의 크기가 20-110 nm이고 다른 연구에서는 14-15 nm로 나노물질의 크기 차이가 값에 영향을 주었을 것으로 추정됨
- 화학물질로 인해 발생할 수 있는 급성독성, 아급성독성, 아만성독성, 피부자극성, 발암성 등의 유해성을 밝히기 위해서 주로 사용되는 방법은 동물을 이용한 독성실험임. 하지만 동물을 희생해야 하고 이와 관련하여 윤리적인 문제가 발생됨. 이에 동물실험을 대체하기 위해 다양한 방법을 시도하고 있음. 본 연구에서는 동물을 희생시키지 않고 기존의 실험결과 고찰만으로 사람에게 적용하기 위해 수학적 모델링을 기반으로 한 MPPD 모델을 도입하려고 시도하였으며 일부 나노물질을 대상으로 가능성이 있음을 확인하였음
- 결론적으로 현재까지는 나노물질군에 대한 동물실험결과가 적어 한계가 있었지만 향후 많은 연구가 축적되면 인간등가농도 추정이 가능할 것으로 사료되며, 추정을 위해 MPPD 모델은 활용 가능성이 매우 높다고 할 수 있음

03 연구활용방안

활용방안

- 본 연구는 그 동안 침착 계산에 국한되어 사용되고 있었던 MPPD 모델의 활용 스펙트럼을 넓힐 수 있는 가능성을 제시하였다는데 의의가 있음
- 본 연구를 통하여 나노물질 산업 종사자의 질병을 예방하고 건강을 유지하기 위한 노출기준 선정에 기초 자료로 활용할 수 있으며, 본 연구의 방법론을 사용하여 신물질의 기존에 알려지지 않은 건강영향에 대한 근거 마련이 가능함

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 역학조사부 이지혜
연락처_ 052-703-0870
e-mail_ jhlee01@kosha.or.kr

02 유해물질 노출 사업장의 외국인 노동자 건강취약성 평가

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **외국인, 유해물질, 특수건강진단, 취약성**

01 연구배경

- 외국인 노동자의 규모가 커짐에 따라 작업환경에 따른 직업건강관리 방안이 필요함
  - » 내국인에 비해 외국인은 문화, 인식의 차이, 지식수준, 언어의 차이, 제도적 한계 등으로 건강관리가 어려움
  - » 외국인 노동자의 산재승인 자료 및 특수건강진단 결과를 통해 건강현황 및 유해물질 노출위험 현황을 파악할 필요가 있음

02 주요연구내용

연구결과

- 2018년 특수건강진단을 받은 노동자는 2,146,908명이며, 외국인 수검자는 137,699명으로 내국인 수검자의 약 6% 정도였음
  - » 외국인 노동자 중 남성의 비율은 89.1%로 내국인 노동자 중 남성의 비율(77%)에 비해 높았으며, 50인 미만 사업장의 종사자에서 일하는 비율은 65.3%로 외국인 노동자의 대다수가 소규모 사업장에서 근무하였음
  - » 외국인 노동자가 주로 일하는 업종은 제조업(77.3%), 건설업(18.9%)이었으며, 사후관리 조치 판정은 보호구지급 및 착용지도가 높은 비율(15.5%)을 차지하였음

- 유사한 작업환경에서 내·외국인 노동자의 건강영향은 외국인 노동자와 가장 가까운 점수를 갖는 내국인 노동자 집단을 대조군으로 추출하기 위해 성향점수 매칭 방법을 이용하였고, 2016년과 2018년에 동일한 검사항목 결과를 반복측정 분산분석을 하여 시간에 따른 집단별 차이를 확인하였음
  - » 외국인 노동자 집단에서 디메틸포름아미드(DMF) 노출을 반영한 소변 중 N-메틸포름아미드(NMF)의 이상수치비율 및 평균농도가 유의하게 높았음
  - » 2016년과 2018년 건강진단을 모두 실시한 노동자의 검사결과 추적 결과, 디메틸포름아미드에 노출된 외국인 노동자의 소변 중 NMF 농도가 내국인 노동자보다 2-3배 높았고, 2년간 시간의 변화가 있더라도 유의하게 지속적으로 높은 수준이었음

시사점

- 외국인 노동자의 건강관리를 위한 사후관리 방안 수립에 있어, 디메틸포름아미드 노출에 따른 간담도계, 눈, 피부, 비강, 인두 등의 건강장해를 고려한 건강보호대책을 마련할 것을 제시함

03 연구활용방안

제언

- 소규모 사업장의 외국인 노동자의 직업건강 관리를 위해 보호구의 올바른 착용, 유해물질 노출 위험에 대한 안전보건교육 등 유해물질에 대한 안전보건체계가 필요함

활용방안

- 외국인 노동자에게 취약한 유해물질로 파악된 디메틸포름아미드 노출에 대한 건강장해예방과 소규모 사업장의 직업건강관리를 위한 근거로 활용할 수 있음

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 **박가영**
연락처_ 052-703-0859
e-mail_ kosha558@kosha.or.kr

03 생물학적 노출평가 표준시료 개발(5)-소변 중 1,2-디클로로프로판

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **분석정도관리, 소변 중 1,2-디클로로프로판, 표준 시료, 균질성, 안정성**

01 연구배경

- 산업안전보건연구원에서 근로자 건강진단을 위한 생물학적 노출평가 분석의 신뢰성을 확인하고 향상하기 위하여 유기 분석 12종, 무기 분석 8종 등 총 20종의 표준시료를 제공하여 특수건강진단 분석정도관리와 분석 능력 확인에 활용함
  - » 2021년부터 근로자건강진단 실무지침에 근로자 건강진단 1차 항목으로 적용하는 소변 중 1,2-디클로로프로판 분석을 위한 표준 시료 개발이 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 소변 중 1,2-디클로로프로판을 헤드스페이스 가스크로마토그라프-질량분석검출기로 분석하는 방법을 제시함
  - » 소변 2 mL와 염화나트륨 1 g을 유리 바이알에 넣고 밀봉한 후 60 ℃에서 20분 가열한 다음, 바이알 내부 공간에 평형상태로 존재하는 유기용제를 분석장비에 주입함
  - » 1,2-디클로로프로판 검출한계가 20 μg/L이라서 노출기준인 180 μg/L 수준의 근로자 시료 분석이 가능함
- 소변 중 1,2-디클로로프로판 시료의 균질성과 안정성을 조사함

» 조제한 3 농도의 시료는 모두 균질함을 확인함

» 시료를 조제한 후 상온, 냉장, 냉동, 초저온 냉동 온도에서 1 주일과 1 개월 보관 후 1,2-디클로로프로판의 안정성 조사 결과, 냉장, 냉동 시료는 1 주일 이내 보관 시 안정하였음

시사점

- 소변 중 1,2-디클로로프로판의 분석 방법을 정립하고, 이를 국내 특수건강진단기관에 제시하여 국내 1,2-디클로로프로판 노출 근로자의 생물학적 노출평가 능력 향상에 기여함

03 연구활용방안

활용방안

- 특수건강진단기관 정도관리 항목에 소변 중 1,2-디클로로프로판을 추가하여 정도관리 사업에 연구 결과를 직접 활용함
- 1,2-디클로로프로판 노출 근로자의 생물학적 노출평가의 신뢰도 향상 및 이를 통한 근로자의 건강 보호에 활용함

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 이미영
연락처_ 052-703-0855
e-mail_ cookmom@kosha.or.kr

04 저농도 복합유해물질 노출과 혈액검사 이상 관련성 탐색 연구

연구기간_ **2020년 2월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **복합노출, 저농도, 납, 카드뮴, 간기능검사**

01 연구배경

- 많은 근로자가 직장에서 저농도의 다양한 유해물질에 복합적으로 노출되고 있다고 예상하고 있으나, 저농도 복합노출에 의한 건강영향을 조사하기 위한 자료 해석 방법과 저농도 복합노출에 대한 독성학적 근거가 부족함
- 이 연구는 2019년 "유해물질 복합노출로 인한 건강영향에 대한 통계적 분석방법" 연구의 후속 연구이며, 납과 카드뮴에 저농도로 복합 노출된 근로자들의 혈액 중 납과 카드뮴 농도와 간기능검사(AST, ALT, GGT) 결과와의 관련성을 평가하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 종적 연구는 일반화 추정 방정식(generalized estimating equations, GEE)을 통해 납, 카드뮴 단일 노출에 의한 건강영향과 두 유해물질 복합 노출 영향을 평가하였고, 단면연구는 선형 회귀모형을 통해 단일 노출의 건강영향과 두 물질 목합 노출의 영향을 평가하였음

- 베이지안커널머신 회귀(Bayesian kernel machine regression, BKMR)를 사용하여 각 노출의 중요도, 비선형 연관성, 교호작용 유무, 복합노출의 건강영향을 평가하였음
- 모든 모형과 세 가지 종류의 자료(특수건강진단, KNHANES(한국 국민건강영양조사), NHANES(미국 국민건강영양조사))에서 납과 카드뮴 복합노출에 의한 건강영향 분석결과가 일관되게 나온 것은 GGT(감마글루타밀전이효소) 검사 결과였음. 혈중 납과 혈중 카드뮴은 각각 GGT와 연관성을 보였으며, 복합 노출도 GGT 증가와 연관성이 있었음. 또한 납과 카드뮴은 물질의 노출 수준이 높아질수록 나머지 물질이 GGT를 더 크게 증가시키는 교호작용이 모든 분석에서 일관되게 확인되었고, 혈중 납과 혈중 카드뮴 값이 함께 높아질수록 GGT가 높아지는 복합 노출의 건강 영향도 일관되게 관찰되었음
- 다만, 실제로 혈중 납과 혈중 카드뮴이 증가시키는 GGT의 절대값이 크지는 않았으므로, 납과 카드뮴에 복합적으로 장기간 노출되는 근로자에 대한 건강영향 평가를 추가로 진행할 필요가 있음

시사점

- 혈중 납과 혈중 카드뮴이 동시에 상대적으로 높은 근로자가 일하고 있던 업종은 일반용 도료 및 관련제품 제조업, 그 외 기타 일반목적용 기계 제조업, 그 외 기타 분류 안 된 비금속 광물제품 제조업, 연 및 아연 제련, 정련 및 합금 제조업, 기타 구조용 금속제품 제조업 등이 있었으며, 이러한 업종에 종사하는 근로자들에 대한 직업병 예방정책이 새로이 마련될 필요가 있음

03 연구활용방안

제언

- 현재 특수건강진단 제도에서는 납과 카드뮴이 유해인자인 경우, 간기능검사는 1차 검사항목으로 지정되어 있지 않으므로, 납과 카드뮴에 동시에 다량 노출되는 업종에 종사하는 근로자는 특수건강진단 시 혈중 납 및 혈중 카드뮴 외에 추가로 1차 검사항목으로 간기능검사를 받을 필요가 있음
- 또한, 납과 카드뮴에 동시에 노출되는 사업장에서는 특수건강진단을 시행할 때 혈중 납과 혈중 카드뮴의 기준을 낮출 필요가 있음(현재 기준: 혈중 납, 30㎍/dL; 혈중 카드뮴, 5㎍/L)

개선방안

- 현재 납과 카드뮴에 동시에 노출되는 근로자들에서 특수건강진단 1차 항목으로 간기능검사를 추가하는 방안을 제안함
- 납과 카드뮴에 동시에 노출되는 업종에 종사하는 근로자에서 혈중 납과 혈중 카드뮴의 기준치를 현재 기준보다 낮추는 것을 제안함

활용방안

- 특수건강진단 제도 개선

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 역학조사부 **예신희**
연락처_ 032-510-0754
e-mail_ shinheeye@kosha.or.kr

05 특수 및 진폐건강진단 폐기능검사 지침 개발

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **특수건강진단, 폐활량검사, 표준화, 지침**

01 연구배경

- 폐기능검사(폐활량검사)는 검사자의 전문지식과 숙련된 기술, 경험이 요구됨. 그러나 검사자가 결과를 이해하지 못하고 동일한 검사의 적합성 판단을 서로 다르게 해석하는 사례가 다수 발생하는 등 검사의 신뢰성 문제가 지속됨
- 폐활량검사의 표준화를 위한 노력은 국내(대한결핵 및 호흡기학회) 및 국외(미국흉부학회/유럽호흡기학회)에서 시도되고 있으며, 미국산업안전보건연구원(NIOSH), 미국산업안전보건청(OSHA), 미국직업환경의학회(ACOEM) 등에서는 근로자건강진단을 위한 폐활량검사 가이드를 별도로 배포하고 있으나 우리나라는 관련 자료가 부족함
- 근로자건강진단 시 폐활량검사 방법을 명확히 제시하고 다양한 부적합 검사사례와 적합성 판단기준을 구체적으로 제시하여 실질적인 참고서 역할을 할 수 있는 자료가 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 성별, 나이, 키를 잘못 입력해 수검자의 폐활량예측치가 잘못 계산되는 사례가 지속적으로 확인됨.

검사의 적합성항목 중에서는 조기중단에 대한 문제가 가장 커 전체 1,130건 중 376건(33.3%)이 「조기중단 및 고평부 미도달」로 확인되었음. 376건 중 62건은 기준을 만족하는 자료가 하나도 없어 수검자의 정확한 노력폐활량(FVC)값을 가늠하기 어려운 상황이었음

- 검토자료 1,130건 중 재현성기준을 만족한 자료는 FVC 79.3%, 1초노력호기량(FEV1) 79.6%이었음. 적합한 검사가 없거나 1개뿐이어서 재현성 판단이 불가한 자료는 FVC와 FEV1 모두 전체의 18.1%이었음
- 적합성과 재현성을 만족하는 검사가 3회 이상이지만 추가검사를 실시한 경우는 186건(16.5%)이었으며, 이 중 8회 이상 검사를 실시한 경우도 47건(4.2%)이었음. 활용 가능한 검사이지만 그렇지 못하다고 판단한 경우가 많았음
- 각 기관의 폐활량검사 지침을 검토하였음. 검토대상 67개 중 11개는 KOSHA GUIDE를 그대로 옮긴 자료였으며, 대부분은 정도관리 교육자료와 KOSHA GUIDE를 조합하여 작성한 자료였음. 적합성 항목 중 가장 문제가 되는 것으로 확인된 「조기중단 및 고평부 미확인」상황에 대해 구체적으로 정의한 자료는 14개, 해결방법을 제시한 자료는 10개에 불과하였음. 또한 호기시간 6초를 적합성 기준으로 오인하여 필요 없는 검사를 유도하고 있는 지침은 46개(68.7%)이었음
- 폐기능검사는 흡연상태, 약물복용, 검사당일의 수검자 건강상태, 의복착용상태 등에 영향을 받을 수 있으나 사전안내가 필요함을 명시한 지침은 2개 뿐이었음

시사점

- 이상에서 살펴본 내용들은 각 검진기관에서 준비한 지침이 실무에 크게 도움이 되지 않고 있다는 것과 실무에 도움이 될 수 있는 지침이 필요함을 시사함. 지침은 단순히 기준만을 제시하는 것이 아닌 구체적인 부적합 상황과 가능한 해결방법을 제시함으로써 실무자에게 실질적인 도움이 될 수 있어야 하며, 지속적인 관리를 통해 새롭게 확인된 문제점과 해결방법도 제시할 수 있어야 함

03 연구활용방안

제언

- 지침의 개발과 보급뿐만 아니라 지속적 관리가 필요함. 또한 현재 진행되는 집체교육의 한계점을

보완하여 검사자의 수준별 맞춤형 교육과 검진기관별 특성을 고려한 교육으로의 전환을 고려할 필요가 있음. 그리고 기술적인 면을 강조하는 평가에서 검사결과의 활용가능성을 평가하는 방향으로의 변화가 필요함

활용방안

- KOSHA GUIDE 개정을 위한 기초자료로 활용할 수 있음
- 건강진단기관 배포 및 교육자료로 활용할 수 있음

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 **원용림**
연락처_ 052-703-0857
e-mail_ herhand@kosha.or.kr

06 특수건강진단 정도관리 개선 방안

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **특수건강진단, 정도관리, 개선 방안**

01 연구배경

- 1995년부터 26년 동안 특수건강진단기관 정도관리를 실시하면서 사회적, 제도적 변화와 함께 정도관리에 대한 요구도 변화하고 있어 정도관리 주관 기관인 산업안전보건연구원에서 이에 대한 대응이 시급한 상황임
- 이 연구는 그동안 수행한 정도관리를 전반적으로 분석하여 업무 효율성 측면에서의 문제점을 파악하고 개선방안을 마련하고자 하였음

02 주요연구내용

연구결과

- 특수건강진단기관의 분야별 정도관리 업무 종사자(500명)를 대상으로 설문조사를 실시하여 검사수준 향상을 위한 현실적이고 객관적인 개선 의견을 취합하였음. 응답 중 교육 개선 의견이 많았으며, 기준실험실을 활용한 실습교육, 전문교육기관을 활용한 위탁교육, 다양한 경험과 전문적인 지식을 갖춘 강사의 선정을 통하여 실질적인 교육이 이루어질 수 있도록 하는 요구안을 제시하였음

- 정도관리 업무 합리화 방안으로, 자료와 방문 평가 대상은 질 관리에 필수적인 범위로 제한하였음
  - » 자료평가는 분야별 정도관리에 참여하여 연속 2회 적합을 받은 기관에 대해서는 1회 면제 방안 제시
  - » 방문평가는 질 관리에 필수적인 범위로 제한하여 평가
  - » 현실성이 반영된 평가(보유 기기, 방법, 상황 등) 실시
  - » 정도관리 평가와 기관평가의 연계성 제안
- 분석정도관리 시료 조제 등과 같은 반복적인 업무와 교육 등 민간기관 업무위탁이 가능한 업무를 정리하여 제안하였음
- 단계별 민간기관 업무위탁을 위해, 1단계는 현행제도 개선, 2단계는 제도개선과 이관 대상 민간기관 지원 등 민간기관 이관 준비, 3단계는 점진적 민간기관 이관(관리 및 기술적 측면)을 제시하였음

시사점

- 특수건강진단 정도관리의 현행제도 및 평가 방법을 고찰하고 향후 개선안, 특수건강진단 정도관리 수행 민간기관 이관 방안 등을 제시하여 정도관리 합리화 방안을 마련하고자 하였음
- 특수건강진단 정도관리 참여기관의 업무 담당자들이 희망하는 교육내용 및 방향을 조사하여 현실적이고 실무에 적용할 수 있는 현장 의견을 파악하고 이를 개선안에 반영하였음

03 연구활용방안

제언

- 특수건강진단 정도관리 수행기관인 산업안전보건연구원의 역할과 그 책임을 다 할 수 있는 정도관리 합리화 방안을 마련하여 실행하도록 하는 것이 필요함
- 산업안전보건공단 내·외적으로 제기되고 있는 특수건강진단 정도관리 민간기관 업무 이관에 대하여 전문가와 업무 종사자들의 많은 의견을 듣고 방안을 제시할 시점이 되었다고 판단함

개선방안

- 「특수건강진단기관의 정도관리에 관한 고시」개정
- 고시 개정을 근거로 시료제조 및 배포·수거, 교육 등 민간 위탁 추진
- 정도관리 자료평가 및 방문평가 방법 개선

활용방안

- 정도관리에 관한 고시 개정에 활용할 수 있음
- 정도관리 평가에 활용할 수 있음
- 정도관리 교육 및 세미나 내용 개선에 활용할 수 있음

연구담당자 연락처

연구책임자_ 사회정보연구원 **김기웅** 연구본부장
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 **고경선**
연락처_ 052-703-0856
e-mail_ k0426@kosha.or.kr

07 근로자 건강진단자료 관리체계 개선 로드맵 구축

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **K2B, 자료통합, 보안성, 표준화, 활용성, 로드맵**

01 연구배경

- 근로자 건강진단결과 자료의 오류, 신뢰성, 보안성 등의 문제점 해결을 위한 통계자료 체계의 정비 및 자료입력 체계 개선에 대한 장기계획이 필요함
- K2B는 우리나라 대표적 자료로 결과의 일반화가 가능하다는 장점이 있고, 다른 데이터와의 연계를 위한 기반이 되는 데이터베이스이나 정책적 방안 제시 및 근로자 건강연구자료의 활용성이 제한되어 있음
- 향후 국제적 자료통합 및 비교의 기초 자료로 활용되기 위해서 국제표준에 합당한 요건을 모두 갖추어 구성되어야 함

02 주요연구내용

연구결과

- 검진자료 이용 국내외 선행연구 분석
  - » 자료의 제한점이 있어 단면연구에서는 이용되었으나 그 수는 적으며, K2B 자체로는 코호트 연구 및 정책적 방안을 제시 등에 거의 활용되지 못함

» 우리나라와 같은 국가적 근로자 건강 검진결과를 이용하는 경우는 거의 없으며, 개선방안을 통해 활용성을 높여야 할 필요가 있음

- 근로자 건강진단자료의 관리체계 분석
  - » 특수건강검진의 제한점을 보완할 중요정보인 증상 설문에 대한 활용성 제고가 요구됨
  - » 검진기관마다 다양한 프로그램의 사용으로 자료의 통합과정에서 발생하는 문제점의 해결방안 제시: 데이터 표준화(물리적, 논리적 영역), 데이터 표준화의 방안 검토(소프트웨어 방식의 표준화, API[1])
- 특수건강진단자료 데이터베이스 운영구조에 대한 분석
  - » 사용자의 편의성을 위해 자료 전송 및 검증과 자료축적 과정에서 XML[2]을 이용하여 수행하였으나, 이후 자료 정제과정과 추출과정에서 많은 문제가 발생되고 있음
- 테이블 구조의 적정성 검토
- 향후 데이터베이스(Data base: DB) 안정화에 대한 방향
  - » 세계적으로 공인되어 있는 기준 ISMS(ISO27001)의 경우는 정보의 지속적 접근성, 기밀성 및 무결성 뿐만 아니라 법규 준수 또한 가능하게 하는 정보보안경영시스템(ISMS)의 프레임워크를 제공하므로, 이 기준에 적합한 전산시스템의 정보를 구축할 필요가 있음
- 작업환경측정자료 및 건강보험공단 일반건강검진자료와의 연계 방안
  - » 작업환경측정자료는 사업장 및 공정 단위, 특수건강검진은 개인식별번호 및 부서, 공정 기록, 일반건강검진은 개인 식별번호가 있어 물리적으로 결합은 가능한 상태임
  - » 그러나 측정 대상 물질-건강검진 대상 물질의 행정적 차이가 존재하므로 물리적 결합으로 인한 질적 결함의 문제점을 보완할 필요가 있음
  - » 일반건강검진과 개인번호(비식별화 주민번호)로 물리적 병합이 가능한 상태이나 근로자 건강검진 안에 두 건강검진을 모두 관리할 수 있는 행정 절차를 수립할 필요가 있음

1) API(Appilication Programming Interface, 운영프로그램 제작 인터페이스
2) XML(Extensible Markup Language)

- 통합 직업건강 데이터베이스 구축을 위한 로드맵
  - » 청구중심의 K2B는 유지하고, 연구자 제공용 데이터베이스는 후향적 표준화를 통해 구축함
  - » 후향적 표준화는 국제 표준화 방안에 따름
  - » 표준화 데이터베이스는 마트형 자료제공 등 건강보험공단 자료제공을 벤치마킹함
  - » 작업환경측정 및 일반건강검진 자료를 입수하는 것을 명시화하여 중앙 수집이 가능하도록 정책 변경을 제시함
- 국제 표준화 방안
  - » 근로자 건강검진(특수/일반건강검진)의 국제 표준코드 매칭 방법을 제시함
  - » OMOP-CDM[3]의 각 도메인별 테이블에 대한 기본 정의와 매칭대상 기준에 따라 테이블을 정의하고 차례로 적재함

시사점

- K2B 전산화 시스템의 표준화 구축에 대한 현실적 필요성 대두
- 관리 인력 확충과 예산증액을 포함한 인프라를 구축할 필요가 있음
- 정책적 및 연구 활용에 대한 통계의 활용성 강화 제고

03 연구활용방안

제언

- 건강검진 데이터를 토대로 결과 예측모델, 개인별 맞춤 건강검진, 특수검진모델 개발 등 수많은 데이터 기반의 일들을 수행할 수 있는 산업보건 빅데이터 인프라 구축이 필요함
- 이러한 내용의 구체화를 위해 지속적인 예산의 확보와 개선노력이 요구됨

3) OMOP-CDM(공통데이터모델, Observational Medical Outcome Partnership Data Model)

개선방안

- 운영계 K2B 시스템에서 ETL을 통해 통계 지원을 위한 DW(data warehouse)시스템 구축과 노동부, 공단, 특수 목적 서비스를 위한 데이터 마트 구축이 필요함
- 자료 이용의 범위 확대와 효율적 연구를 위해서는 개인정보 보호를 목적으로 하는 익명화가 선행되어야 함
- 산업보건 빅데이터 시스템을 근간으로 표준화 데이터베이스(CDM: Common Data Model)를 구축함으로써 국내 연구뿐만 아니라 국외 연구와 협업할 수 있는 환경 구축이 선행되어야 함

활용방안

- 빅데이터 자료와 관련된 구조적/일반적 오류 파악의 기초 지식으로 활용할 수 있음
- 외부자료와 연계 가능한 표준자료 기반 조성 노하우 습득 및 기초 지식활용이 가능함
- 국제적 자료 공유의 기반조성을 위한 빅데이터 보안 및 활용 대책 마련에 활용할 수 있음

연구담당자 연락처

연구책임자_ 울산대학교 **이지호** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 **김보애**
연락처_ 052-703-0864
e-mail_ kboae0307@kosha.or.kr

08 근로자 건강진단 원칙 및 목적에 따른 건강진단 항목, 주기 등 정비

연구기간_ **2020년 5월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **근로자 건강진단, 건강감시, 사업장 관리, 일반건강검진, 산업보건서비스**

01 연구배경

- 현재 산업안전보건법에는 "근로자의 건강을 보호·유지하기 위하여", 사업주가 주기적으로 실시하는 건강진단을 시행하고 있음. 특히 근로자건강진단 실무지침에서 "특수건강진단제도는 직업병 예방과 근로자의 건강보호·증진을 위한 중요한 수단의 하나이며 우리나라 산업보건의 발전과 함께 해 온 역사적 의미를 지니고 있다"는 점을 분명히 밝히고 있음. 2019년 발간된'근로자 건강진단 원칙 및 진단항목 평가방법 개발'에서는 국내외 자료를 분석하여 근로자건강진단의 목적을 확인하였음. 원칙 역시 국민건강보험검진과의 차별점을 정리함. 이번 연구에서는 제시한 목적 및 원칙을 보다 구체화하여 제시하고, 평가내용 및 근거자료를 확인하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 감시체계 성격강화를 모색하였음. 산업보건에서의 감시체계는 작업환경감시(workplace surveillance)시와 노동자 건강감시(workers' health surveillance)로 구분할 수 있음. 향후의 근로자건강진단은

일반건강진단의 성격에 맞게, 근로자 집단의 중요한 질환이 무엇인가를 먼저 결정하는 방향으로 재정립되어야 함. 근로자건강진단은 개별 단위와 함께, 사업장 단위로 매년 추적관리를 하는 주기성과 지속성이 있는 감시체계(surveillance) 성격으로 강화하는 것이 필요함

- 건강위험평가(health risk assessment/appraisal) 개념을 도입하였음. 산업보건 영역에서의 "위험성 평가"란 유해·위험요인을 파악하고 해당 유해·위험요인에 의한 부상 또는 질병의 발생 가능성(빈도)과 중대성(강도)을 추정·결정하고 감소대책을 수립하여 실행하는 일련의 과정을 말함. 직업의 다양한 층위 업무관련 건강영향을 고려하고, 지속적인 관리와 개선이라는 산업보건적 측면을 고려할 때 많은 도움이 될 것임. 근로자건강진단을 건강위험평가(health risk appraisal) 개념을 도입하여 뇌심혈관계질환, 특수건강진단, 그리고 향후 근골격계질환 모두에 적용가능한 일관적인 방법론을 제시하고자 하였음
- 여러 해외 문헌리뷰와 국내 연구 등을 기반으로 하여, 다음과 같이 목적을 구체화 하여 정리하였음. 일부 이견을 확인하였고, 전문가 집단의 추가논의와 이해당사자간의 의견수렴이 추가적으로 필요함
  - » 건강이상 조기발견 및 (악화) 예방
  - » 건강증진 등 사후관리
  - » 작업 환경 관리 및 예방조치 효과검증
  - » 근로자 및 사업주에게 인지, 교육, 훈련을 위한 정보 제공
  - » 업무관련성 평가
  - » 업무적합성 평가
  - » 생산성 향상
  - » 직업병 보상
- 근로자건강진단의 원칙을 구체화하였고, 근거자료에 대한 의견을 제시하였음. 먼저, 중요성은 가능성과 중대성으로 개념을 구분하였음. 또한 실행가능성의 측면에서 적절한 선별검사, 검진수용성, 검진이득, 비용효과 등을 검토하였음. 이러한 개념들은 기존 일반건강검진의 내용을 차용하였으나, 근로자건강진단의 특성과 차이점을 고려하여 구체적으로 재서술하였음. 또한 앞서 논의한 여러 지표들을 바탕으로 평가를 위한 후보지표들을 별도의 표에 제시하였음. 마지막으로, 근거자료를 검토하였음. 근로자 집단에 맞는 통계 등 데이터베이스를 구축할 필요성이 매우 컸으며, 이러한 자료들은 향후 근거마련을 위한 기초가 될 것임

- 근로자 건강진단 개인결과표/사업장제안서 서식 개정안을 제안하였음. 집단을 대상으로 하는 의학적 평가 미비, 사후관리 혹은 보건관리와 연계 미흡 등을 보강하고자 현행 유사한 제안서 양식 장,단점 파악 및 벤치마킹하여 새로운 양식을 제안하였음. 기존 건강진단관련 결과표 등 관련 서식과, 작업환경측정결과보고서, 사전조사 관련 KOSHA가이드 초안, 위험성 평가보고서 등의 내용을 함께 검토하였음
- 뇌심혈관계질환은 기존 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증의 목표질환으로 정리하였음. 일반건강진단은 건강위험평가 및 관리라는 방법론 속에서 관리를 중심으로 정리하여 유해인자확인, 건강위험평가, 결과판정, 개선조치라는 틀로 접근하였음. 뇌심혈관계질환에 대한 일반건강진단은 비만 생활습관과 당뇨 등 질환을 직장 내 뇌심혈관질환 관련 유해요인(hazard) 혹은 위험(risk)의 평가 및 관리를 시행하고, 이러한 개념화와는 별도로 기존의 제도적 틀을 유지하는 차원에서 검사항목 등의 변화는 최소화하는 방안을 제안함
- 근골격계질환은 우리나라 산재보상 업무상질병 중 60-70%를 차지하고, 사회적 손실이 큰 직업성 질병이기 때문에 간과할 수 없음. 따라서 근골격계질환에 대한 근로자건강진단을 도입한다면 근골격계 유해요인 조사와 예방관리가 제대로 되지 않는 50인 미만 사업장과 보건관리가 취약한 고위험직종을 우선적으로 접근하는 전략을 취하는 것이 합당하고, 민간기관인 특수건강진단기관보다 공공기관인 근로자건강센터가 비용, 접근성이라는 측면에서 50인 미만 사업장이나 취약한 고위험노동자를 접근하는데 더 타당함. 또한, 근골격계질환 예방사업의 지표를 생성해 사업의 효과를 평가하고, 개선방향을 찾는데 활용해야 할 것임. 근로자건강진단 또는 상담의사는 이 과정에 대한 충분한 교육이 되어야 하며, 노동자들의 산재보상/재활복귀를 지원하고, 근거에 기반한 의학적 권고 제시. 작업부담을 줄이기 위한 다양한 사례를 제공하는 역할을 해야 함

시사점

- 원칙과 근거에 따라 근로자건강진단을 개선하기 위해서, 근로자 집단의 보건 현황을 파악하기 위한 통계 및 데이터베이스 구축이 필요함
- 현재 근로자건강진단에서 포함할 가능성이 있는 목표 질환들 중, 중요도가 큰 목표 질환은 뇌심혈관계질환과 근골격계질환이 있었으며, 근골격계질환과 관련된 근로자건강진단 도입을 검토할 필요가 있음

03 연구활용방안

활용방안

- 근로자건강진단제도의 공급자와 수요자간의 정책 합의, 그리고 정부의 정책 추진을 위한 기본 틀과 향후 근로자 건강진단제도의 체계화를 위한 기초 논리를 제공할 수 있음. 특히, 목적과 원칙을 평가할 수 있는 지표를 정하는 기초를 마련할 수 있고 적절한 지표가 없는 경우, 이를 마련할 수 있는 통계자료 등의 수집을 위한 논리적 근거를 제공할 수 있음
- 원칙의 중요성에 기초한 뇌심혈관계질환 이외에 향후 근골격계질환, 정신건강, 피부질환 등 향후 근로자건강진단의 목표질환을 선정할 논리적 준거점으로 활용 가능함
- 향후 근로자건강진단 결과의 생산, 수집, 배포, 활용을 위한 행정 및 데이터베이스 체계 구축의 근거로 활용될 수 있음

연구담당자 연락처

연구책임자_ 고신대학교 **김정원** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 역학조사부 **예신희**
연락처_ 032-510-0754
e-mail_ shinheeye@kosha.or.kr

09 지속적인 근로자 건강관리가 필요한 유해인자의 종류 및 관리방안 마련 연구 (건강관리카드 중심으로)

연구기간_ **2020년 6월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **건강관리카드, 결정형 유리규산, 폐암, 규폐증**

01 연구배경

- 결정형 유리규산은 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)에서 지정한 제 1군 발암물질로, 폐암 등 호흡기 질환을 포함한 다양한 질환을 유발함. 현재 결정형 유리규산에 대해서는 분진작업 종사이력이 있으면서 진폐증이 확인된 자만 건강관리카드 교부 대상자로 선정하고 있으며, 이는 과도하게 높은 진입장벽으로 작용하고 있음. 따라서 건강관리카드의 본 목적인 '건강장해가 발생할 우려가 있는 업무에 종사하였거나 종사하고 있는 사람을 대상으로 한 직업병의 조기발견 및 지속적인 건강관리'를 위하여, 진폐증의 유무에 상관없이 발암물질인 결정형 유리규산 노출에 대한 건강관리카드 대상자를 확대 등 결정형 유리규산 노출과 관련한 제도의 개선이 필요함
- 본 연구에서는 결정형 유리규산 노출군의 의료 비용 및 기대 수명을 비노출자와 비교함으로써 결정형 유리규산 노출로 인한 경제적 손실을 추정하고, 노출되는 산업과 근로자의 규모를 파악함으로써 결정형 유리규산 관련 건강관리카드 발급 대상의 확대방안을 제안하고자 함
- 연구 목표는 첫째, 문헌고찰을 통해 결정형 유리규산에 노출된 근로자의 건강영향에 대해 분석함. 둘째, 국내의 대규모 자료를 활용하여 산업·직업별 결정형 유리규산에 노출되는 근로자의 수를 파악하며, 관리 대상이 되는 우선순위를 전문가 회의 등을 통하여 선정함. 셋째, 흉부방사선검사에서 진폐증이 확인되지 않은 결정형 유리규산 노출 근로자에서 건강관리카드 발급이 미발급에 비해 주는 편익 및 소요되는 비용을 비교하는 비용-효과 분석을 수행하여, 건강관리카드 발급 관련 정책 개선의 과학적 근거를 제시함

02 주요연구내용

연구결과

- 호흡기를 통한 결정형 유리규산 노출은 규폐증, 폐암, 폐결핵, 만성폐쇄성폐질환을 포함한 다양한 호흡기 질환을 유발하는 것으로 알려져 있음. 결정형 유리규산에 지속적으로 노출되면 기계적·화학적 작용에 의해 폐에 염증을 일으키게 되고 결국 폐조직의 섬유화가 생기게 됨. 호흡기 외 건강영향에 대해서는 위암, 신장질환 및 자가면역 질환과의 연관성이 제기되고 있음
- 한국형 CARcinogen Exposure(CAREX) 데이터에 근거하여 결정형 유리규산 노출 근로자 수 상위 36개 산업을 분류하였으며, 이들 산업에 종사하는 노출 근로자 수는 총 62,275명이었음. 작업환경측정에서 규산(석영)의 노출기준(TWA 0.05 mg/m^3)의 50%에 초과하는 사업장에 근무하는 근로자는 총 13,088명이었으며, 이 중 노출 기준을 100% 초과하는 고농도 노출 산업(소분류)은 14개였음. 고농도 노출산업에 5년 이상 종사하였거나, 그 외 노출산업에 10년 이상 종사한 근로자를 대상으로 건강관리카드를 발급하는 경우 발급대상 최대치는 약 2만여 명으로 추산됨
- 결정형 유리규산 노출자는 비노출자에 비해 폐 관련 직접 의료비의 부담이 1인당 약 330만원이 증가되고, 기대 수명은 4개월 축소되는 것으로 분석됨. 고농도 노출산업에 종사하는 근로자 27,761명을 기준으로 분석할 때, 약 456억원의 폐 관련 직접 의료비가 추가적으로 발생할 것으로 예측되며, 질병으로 인한 기대 수명도 총 8961.25년의 손실이 있을 것으로 예상됨

시사점

- 본 연구는 CAREX 데이터 및 작업환경측정 데이터, 그리고 기존 연구 자료를 바탕으로 유리규산 노출에 따른 위험 근로자군의 작업을 정리하였고 이를 전문가의 자문을 통해 다시 한 번 점검하고 기존의 작업환경측정 누락 작업들에 대하여 보완하였음. CAREX 및 작업환경측정 자료만을 이용하여 노출 산업 및 업무를 제한할 경우, 급성으로 고농도 노출되는 경우나 제도의 사각지대에 있는 소규모 사업장의 근로자들이 누락될 가능성이 있음. 따라서 노출 기준이나 종사 기간에 대해 전문가 판단 하에 유동성을 주는 것이 필요함
- 현재 건강관리카드 프로그램은 흉부 방사선 검사와 폐활량 검사 등을 포함하고 있음. 흉부 방사선 검사는 폐암을 포함한 여러 폐질환을 진단하기 위한 선별 검사로, 노출되는 방사선량이 적으며

비교적 적은 비용으로 촬영할 수 있다는 장점이 있으나, 이미 국민건강보험공단의 일반건강진단 항목에 포함되어 있어 이를 추가로 촬영하는 것에 대한 건강관리카드 프로그램의 효용은 적은 실정임. 이에 전문가 자문의견에서도 저선량 폐 CT등 폐질환 선별검사에 특화된 항목을 건강관리카드 프로그램으로 포함하는 것에 대한 의견이 있었음

03 연구활용방안

제언

- 산업별 결정형 유리규산 노출 업무 중 고농도 노출 업무는 다음과 같음
  - » 토목 건설업의 할석, 미장, 견출, 석공, 조적, 형틀, 콘크리트 타설, 뿜칠, 철거 업무
  - » 금속 주조업
  - » 도자기 및 기타 요업제품 제조업
  - » 석재 성형 가공품 제조업
  - » 자동차 부품 제조업에 종사하는 근로자 중 결정형 유리규산에 노출될 가능성이 있는 업무
  - » 합금철 제조업
  - » 광업
  - » 특수 목적용 기계 제조업에 종사하는 근로자 중 결정형 유리규산에 노출될 가능성이 있는 업무
  - » 자석 및 자석제품 원료 투입, 혼합, 분쇄 공정
  - » 귀금속 장신구 및 관련제품 제조업에서 가공, 성형, 열처리, 건조, 세척, 연마 공정
  - » 석탄 광업에 종사하는 근로자 중 결정형 유리규산에 노출될 가능성이 있는 업무
  - » 항공기, 우주선 및 부품 제조업에 종사하는 근로자 중 결정형 유리규산에 노출될 가능성이 있는 업무
  - » 전기업
- 상기 산업 항목들은 기존의 분진 노출자의 건강관리카드 기 발급 기준을 모두 포함하고 있으며 기존의 기준보다 많은 산업을 포함하고 있음. 상기 고농도 노출 가능 사업 종사자의 경우 유리규산에 노출되는 작업에 종사하였다고 확인되는 경우는 5년의 근무기간 후 건강관리카드를 발급하고, 그 외의 산업에 대해서는 10년의 근무기간을 기준으로 하는 것이 적절하다고 판단됨

개선방안

- 직업성 질환의 조기 발견 및 예방, 근로자 교육의 측면에서 건강관리카드 발급 사업의 활성화가 필요함. 현행 건강관리카드 발급 기준에서는 결정형 유리규산에 고농도로 노출되나 발급 대상에서 누락되는 근로자들이 있음을 확인할 수 있음. 본 연구에서 확인된 노출 산업 및 근로자들을 대상으로 건강관리카드 발급기준 확대 및 재정립을 고려하여야 하며, 본 연구의 질병 비용 모델링 결과를 이용한 근로자 건강관리카드 발급의 경제성 평가가 후속 연구로 필요함

연구담당자 연락처

연구책임자_ 순천향대학교 **이준희** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 역학조사부 **이지혜**
연락처_ 052-703-0870
e-mail_ jhlee01@kosha.or.kr

10 질병자의 작업관리지침 개발연구 (간질환 등)

연구기간_ **2020년 5월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **간질환자 관리지침, 과로, 만성B형간염, 독성간염, 독성지방간질환**

01 연구배경

- 현행 산업보건제도 내에서 간질환 근로자 관리가 필요함
  - » 주요 생산연령층에서 간질환의 질병부담이 높음
    - 국내 간질환은 높은 비중의 B형 간염 수직감염, 음주로 알코올성 간질환, 운동부족, 복부 비만 등의 생활습관과 연관된 비알코올성 간질환 등 30-50대 남성근로자 집단에서 높은 질병 부담의 원인이 되고 있음
  - » 특히, 만성 간질환은 상당 수준으로 악화될 때까지 무증상으로 진행되는 특성으로 인하여 고혈압이나 당뇨, 고지혈증 등의 비감염성 질환과 같은 주기적인 관리가 필요함
  - » 그러나, B형 간염, 알코올성/비알코올성 간질환에 대한 구체적인 정책이나 사후관리 방안에 대한 논의는 비교적 드물며 사업장 단위에서의 예방과 관리에 대한 정책은 부족한 실정임
- 이에 따라 본 연구에서는 간질환에 대한 과학적 증거를 체계적으로 고찰, 종합하고 근로시간 등 직업관련 유해인자 규명을 위한 역학적 연구를 설계 분석하여 이를 기반으로 간질환자의 작업관리 지침을 위한 근거를 마련하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

문헌고찰 요약

- 간질환의 발병에는 다양한 원인이 있으나 공통적으로 간의 염증 증가와 조직학적 손상의 과정을 공유함. 바이러스성 간염, 음주, 비만/대사증후군, 직업/환경적인 화학물질 노출 등 간손상을 일으키는 것으로 알려진 다양한 원인들이 동시에 지방간질환을 발생시키거나 악화시킬 수 있으며, 상호간에 간질환의 악화에 서로 영향을 미칠 수 있음
- 따라서 대사증후군이나 비만, 심혈관질환의 예방에 필요한 적절한 물리적 자극(운동)은 기저 간질환 관리에 반드시 필요한 부분이며, 대사증후군 및 심혈관질환 발병과 관련된 교대근무나 장시간 근로 등은 지방간질환과 관련하여 악영향을 미칠 수 있음

근로자 집단 자료 분석결과

» 단면조사(국민건강영양조사)

- 2007년부터 2018년까지 18세 이상의 주 30시간을 초과 근무하는 전일제 근무자 중 간암/간경변을 앓고 있지 않은 응답자 16,325명의 혈청 AST/ALT를 분석한 결과 근무시간이 증가할수록 간수치 정상 초과 위험에 대한 비차비가 증가하는 경향을 보임

» 종적(추적) 조사(강북삼성병원코호트)

- 2012년부터 2018년까지 종합건강검진을 2회 이상 시행한 근로자 중 주 35시간 이상 근무하는 19-65세이면서 암, 간염 또는 간경화의 과거력, 과도한 음주 습관을 가진 사람, 특정 약을 복용 중인 사람을 제외한 98,862 명을 대상으로 분석을 수행하였음
- 남녀 전체 근로자집단에서 주당 근로시간 길어질수록 간 효소(AST/ALT)수치가 유의하게 증가하였고 지방간 발생률 또한 주 40시간 이하 근로자집단 대비 40시간 초과 근로자에서 유의하게 높았음(표)

[표. 남녀 전체에서 근로시간에 따른 지방간의 발생률]

근로시간 (시간)	관찰인년 (인년)	지방간 발생 수 (명)	100명당 발생률 (95% 신뢰구간)
35-40	61,646	2,691	4.4 (4.2-4.5)
41-52	143,813	8,150	5.7 (5.6-5.8)
53-60	47,978	3,016	6.3 (6.1-6.5)
61-	18,531	1,238	6.7 (6.3-7.1)

시사점

- 기존의 연구 및 분석 결과를 바탕으로 과로나 스트레스가 간손상을 일으킬 수 있다는 제한적인 근거를 확인할 수 있었음
- 그러나 지금까지 확인된 제한적인 과학적 근거와 업무로 인한 과로와 스트레스가 간에 심각한 손상을 줄 수 있다는 사회적인 믿음 간의 간극이 크다는 점에서 근로자 집단을 대상으로 한 체계적인 연구와 소통을 기반으로 산업보건학적인 대책 수립이 필요할 것으로 여겨짐

03 연구활용방안

개선방안

- 연구결과에 따른 간 질환자 근로자 관리지침 개발 권고사항

1) B형 간염 보균자, 만성 지방간 환자에게 특이적인 업무 제한을 두지 않는다. 다만 음주, 약물에 대한 주의 및 체중 조절과 생활 습관의 관리가 필요하며, 이는 일반 근로자보다 좀 더 중요성을 강조할 필요가 있다. 간질환과 관련하여 정기적인 진료가 필요하다.

2) 면역활동기의 B형 간염 환자의 경우 우선적으로 치료가 필요하며, HBV DNA가 안정적으로 조절될 경우 특이적인 업무제한을 두지 않는다. 단, 의사의 지시에 따른 항바이러스 치료가 반드시 필요하다. 임의로 업무를 조절할 필요는 없으나, 의사의 소견에 따라서 일시적 혹은 부분적인 업무 조절이 있을 수 있다.

3) 대상성 간경변 환자의 경우 특이적인 업무제한을 두지 않으나, 추가근무 혹은 교대근무 및 업무상 간에 영향을 줄 수 있는 물질에 대한 노출이 필요할 경우 의사의 업무적합성평가가 필요하다.

4) 비대상성 간경변 환자의 경우 의사의 업무적합성에 대한 확인이 있을 경우 업무가 가능하나, 추가근무 혹은 교대근무 및 업무상 간에 영향을 줄 수 있는 물질에 노출이 예상될 경우 업무에 제한이 필요하다.

5) 간경변 환자의 경우 새로운 화학물질 취급 업무를 수행하게 될 경우 노출시작 후 1~2개월 이내에 발생할 수 있는 독성간염 발생에 대한 주의가 필요하다. 반드시 이 시기에 피로, 무력감, 발열, 구토, 근육통 등 전신 증상을 모니터링하며, 간 기능에 대한 추적검사를 시행하여야 한다.

6) 간질환의 정기적인 진료 주기와 간독성 물질에 대한 구체적인 사안은 KOSHA GUIDE 간담도계 검사 이상 근로자 관리지침(H-206-2020)을 따른다.

제언

- 장시간 근로와 직장 내 음주문화와 업무 스트레스는 건강한 식이 및 운동 습관 유지를 방해할 수 있다는 근거들이 일부 보고되었으나, 비 특이적인 직업적 요인이 특정질환에 미치는 영향에 대해서는 사회적인 요구도를 충족시킬 수준의 연구 결과가 보고되지 않은 실정을 고려할 필요가 있음
- 특히, 질병자를 보호하기 위한 관리 지침이 오히려 간염 보균자의 취업과 근로 유지에 불리하게 작용할 수 있으므로 제도 정착을 위해서는 포괄적인 검토가 선행되어야 할 것임

연구담당자 연락처

연구책임자_ (의)강북삼성병원 **이원철** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 역학조사부 **이경은**
연락처_ 052-703-0871
e-mail_ kyeong85@kosha.or.kr

11 고객응대근로자(방문서비스 직종) 건강보호 매뉴얼 마련

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **고객응대근로자, 방문서비스, 매뉴얼**

01 연구배경

- 2018년 10월 18일부터 고객의 폭언 등으로부터 고객응대 근로자의 건강장해를 예방하기 위하여 사업주 조치의무를 담은 「산업안전보건법」이 시행되었음
- 방문서비스의 경우 지속적인 성희롱을 포함한 감정노동과 폭행 사건이 발생하고 있어, 고객응대 근로자 보호규정 하위법령(시행령 · 시행규칙)에 따라, 방문서비스 근로자에 대한 맞춤형 관리방안을 포함한 매뉴얼 개발이 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 방문서비스 고객응대업무로 인한 문제 상황 발생 시 구체적인 대처방법을 포함한 매뉴얼 마련
  - » 방문간호사, 정신건강복지센터 상담사, 재가요양보호사, 다문화 방문 교육지도사, 돌봄서비스 종사원(아이 돌보미), 방문상담원(건강보험, 국민연금), 도시가스 점검원·검침원, 설치·수리 현장기사, 대여제품 점검원을 위한 매뉴얼 9종을 개발하였음

- 방문서비스 사업주의 조직적 측면에서의 관리방안 제시
  - » 방문서비스 9개 직종별 포커스그룹 인터뷰(FGI)를 실시하여 예방조치 3가지에 대한 내용으로 문구 게시 또는 음성 안내, 고객응대업무 매뉴얼 마련, 건강장해 예방 관련 교육, 사후조치 중 고소·고발 또는 손해배상 청구 지원 규정에 대한 구체적인 내용을 포함하도록 하였음
- 직종별 업무특성을 반영한 구체적인 예방조치
  - » 방문서비스의 특성에 따라 문구와 음성안내 내용 확인과 방문 전에 확인해야 할 사항 등을 포함하였음
- 고객응대업무로 인한 문제 상황 발생 시 구체적인 대처방법 제시
  - » 방문서비스의 특성이 반영된 상황에 대한 빠른 인지 방법, 공격적 행동 및 분노를 누그러뜨리게 하는 방법, 신속한 연락방법 등이 반영되도록 하였음

시사점

- 방문서비스 고객응대근로자는 폭언, 폭력등의 위험이 높으며, 이에 대응할 수 있는 구체적인 방법이 필요하여, 이 연구에서 고객응대근로자의 보호를 위해 매뉴얼을 제공함

03 연구활용방안

제언

- 방문서비스 직종 근로자에 대한 응급 상황에 대한 협력체계 개발
  - » 방문서비스 제공시 직종마다 필요시 혹은 필수적으로 2인 1조 방문을 할 필요가 있으며, 긴급 상황에 대비하여 경찰서 혹은 소방서의 SOS 지원을 위한 지역사회 협력체계를 구축할 필요가 있음
- 방문서비스 직종 근로자의 감정노동 관리를 위한 인프라 구축
  - » 방문서비스 고객응대근로자를 위한 고충처리위원회의 실질적 운영과 폭력 고위험군에 대한 사전 정보를 제공하고, 폭언 폭력 시 강화 휴식시간 연장의 실질적 확보와 상담과 힐링프로그램 자원을 확보할 필요가 있음

- 방문서비스근로자에 대한 인식 변화
  - » 방문서비스를 이용하는 고객이 근로자에 대한 인격을 존중하고 관리자가 근로자의 안전을 중시하는 인식의 변화가 필요함
  - » 또한, 방문서비스 시 반려동물 공격행위에 대해 근로자를 보호할 수 있도록 해야함

개선방안

- 부처별 방문서비스 가이드라인 제시 시 고객응대근로자를 위한 감정노동 및 안전을 포함할 필요가 있음

활용방안

- 고객응대 업무 현장 적용
  - » 고객응대근로자 건강 장해 예방과 사후조치에 대한 실행 시 구체적인 사례를 포함한 매뉴얼을 고객응대근로자 및 사업주에 보급하여, 고객 방문 업무 수행 시 건강 장해 예방에 활용함

연구담당자 연락처

연구책임자_ 을지대학교 최은희 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업건강연구부 이화연
연락처_ 052-703-0866
e-mail_ hylee2@kosha.or.kr

12 마트노동자 근골격계질환 예방 가이드 마련에 관한 연구

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **마트노동자, 상자손잡이, 가이드라인**

01 연구배경

- 2019년 마트노동자 대상 근골격계질환 실태조사 결과에서 근골격계질환을 경험한 노동자가 69.3%로 조사되어 단기적 해결방안으로 제품 상자에 손잡이 설치 등이 요구됨
- 마트노동자가 작업 시 상자 손잡이를 사용하면 약 10%의 무게 감소 효과를 보이고 이와 병행하여 작업 환경을 개선할 경우 최대 약 40%의 무게 감소 효과가 있음
- 현재 마트에서 사용되고 있는 다양한 제품의 포장상자의 현황을 조사하고, 마트 현장 노동자 대상으로 손잡이 선호도 조사 결과와 생체역학적 인간공학평가의 상자 손잡이 활용 종합적 분석을 통해 정량적 근거 기반의 인간공학적 상자 손잡이 설계를 위한 가이드라인의 개발을 목적으로 함

02 주요연구내용

연구결과

- 문헌 조사
  - » 인력운반취급에 대한 근골격계질환 예방 작업방법 및 관리사항과 준수사항 등을 제시함

- 마트 취급 상자 현황 실태조사
  - » 마트에서 유통되는 상자 중량, 입수량 및 상자에 적용된 손잡이 현황 실태 조사
  - » 적용된 손잡이의 형태와 치수, 위치 등 조사
  - » 우선 적용 제품군의 도출 및 상자 손잡이 적용 가능성 탐색함
- 마트노동자 대상 손잡이 선호도 조사
  - » 마트 종사 노동자(49명)가 선호하는 상자 손잡이의 형태, 설치 각도, 배열적 위치 조사를 통한 우선순위 도출
- 상자 손잡이 설계 가이드라인 개발을 위한 인간공학 실험
  - » 상자 들기/내리기 작업에 대한 인체 부하 정도의 정량적 데이터 측정
  - » 상자 중량, 손잡이 형태, 손잡이 위치 및 각도 등 손잡이 설치 시 고려 사항의 설계 범위 도출함
  - » 손잡이 적용 상자의 최대 허용 중량은 최적의 환경에서 작업할 때의 허용 중량으로써, 30kg을 권장함
  - » 상자 손잡이 적용 시, 상자의 중량(상자 무게 포함)은 5kg에서 30kg의 상자에 손잡이를 적용하는 것을 권장함
  - » 상자의 크기(외측)는 길이: 200mm 이상 600mm 이하 / 너비: 200mm 이상 600mm 이하 / 높이: 100mm 이상 600mm 이하의 크기 범위의 상자에 손잡이를 적용하는 것을 권장함
  - » 상자의 중량이 30kg 이상이거나, 크기가 600mm×600mm×600mm (길이×너비×높이) 이상일 경우 인력 운반보다 기계를 활용한 운반 처리를 하는 것을 권장하며, 부득이하게 인력 운반할 경우 두 사람이 운반할 것을 권장함
- 손잡이의 형태는 타원 형태의 손잡이를 적용하는 것이 적합함
- 손잡이의 윗면을 상자 안쪽으로 접을 수 있도록 하는 것이 적합함
  - » 보관 시 이물질이 내부로 유입되는 것을 막을 수 있고 손잡이의 날카로운 면이 손바닥과 접촉하는 것을 방지할 수 있음
- 손잡이의 위치는 상자 측면의 중앙이나 상부에 위치하도록 하고, 손잡이의 중심이 상자 측면의 중앙에 위치하도록 하는 것이 적합함
- 손잡이의 각도가 없는 것이 인체 부하 측면에서 적합하고 손잡이의 크기는 장갑의 착용을 고려하여 여유를 두어 설계하는 것이 바람직함
- 상자 손잡이 설치에 관한 가이드라인 개발

» 손잡이 설치가 적합한 상자의 중량, 크기 기준의 범위 제시

» 상자 손잡이 형태, 위치, 각도, 크기에 대한 설치 가이드라인을 제시

» 상자 인력운반 작업 관련 관리사항과 준수사항 등을 제시

» 손잡이 설치가 불가능한 상자에 대한 활용 가능한 보조도구 제안

시사점

- 마트노동자의 허리 굽힘 모멘트 결과와 손목의 굽힘 각도, 틀어짐의 각도의 결과만으로 인간공학적 상자손잡이의 설계기준을 정리하는 것에 무리가 있음
  - » 생체역학적 실험의 정량적 인체 부하 결과와 현장의 마트 노동자가 선호하는 손잡이의 형태와 조합의 우선순위를 조사한 정성적 선호도 결과를 종합적으로 평가하는 것이 필요함
  - » 본 연구를 통해 수행된 문헌 조사 결과와 실태조사 결과, 선호도 조사 결과, 생체역학 분석 데이터 결과의 종합적인 내용을 바탕으로 인간공학적 상자 손잡이 가이드라인을 제안함

03 연구활용방안

제언

- 상자 손잡이 가이드라인의 현장 적용성을 극대화하기 위해서는 다양한 각도에서의 접근과 노력이 필요함
  - » 상자 손잡이에 대한 현장 적용의 목적을 달성하기 위하여 제품의 유통과 관련된 다양한 이해 당사자간의 합의가 필요함
  - » 자발적 기업 주도적 형태로 손잡이 적용이 이루어져야 함
  - » 국내 시장 환경에 맞춘 적절한 정부의 규제 등 제도화 방안이 마련되어야 함
- 상자 손잡이의 적용이 불가능한 상자의 인력물자 취급에 대해서는 작업 환경 및 작업 관리적 측면의 개선과 마트 현장에 적용 가능한 운반 보조도구의 개발 등의 추가적 연구가 수행되어야 할 것임

활용방안

- 한국인 노동자에 적합한 상자 손잡이 설치에 활용 가능함

- 인력운반작업 절차 및 준수사항, 관리 사항 등을 활용하여 도소매 및 소비자용품 수리업에 특화된 현장의 안전작업교육 자료로 활용 가능함
- 마트 등 도소매 및 소비자용품수리업종 종사 근로자의 양질의 노동력 보존을 위한 쾌적하고 효율적이며 안전한 근로환경을 조성하게 될 것으로 기대됨

연구담당자 연락처

연구책임자_ 순천제일대학교 **김재호** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 **류향우**
연락처_ 052-703-0858
e-mail_ r7645@kosha.or.kr

13 컴퓨터 신경행동검사 활성화 연구

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **한국형 컴퓨터 신경행동검사, 신경계 유해인자, 특수건강진단, 만성독성뇌증**

01 연구배경

- 유기용제와 같은 신경계 유해인자에 의한 중추신경계의 이상은 일반적인 신경계 증상과 감별하기 어렵고, 오래 방치하면 치료가 되지 않는 영구적인 장애로 이어질 수 있으므로 조기 발견이 반드시 필요함
  - » 신경계 유해인자에 대한 특수건강검진 1차 검사로는 의사의 문진, 이학적 검사로만 진행되는 경우가 대부분이며, 2차 검사에 컴퓨터 신경행동검사가 있으나 2차 검사 실시 기준이 없어 거의 실시되고 있지 않음
  - » 신경행동검사 검사 대상자 선별기준, 검사과정과 판정에 대한 표준화 방법을 제시하고 이를 특수건강진단에 활용하여 중추신경계 증상이 있는 근로자의 조기발견을 통해 근로자들의 건강을 보호하기 위한 연구를 수행함

02 주요연구내용

연구결과

- 신경계 유해인자에 10년 이상 장기간 노출되었거나, 신경계 증상을 호소하는 근로자를 대상으로 신경행동검사 중 부호숫자 짝짓기 검사를 실시함. 검사 결과에서 하위 30% 이하를 2차 검사 대상자로 정하였으며, 이들을 대상으로 신경행동검사 6개 항목을 수행함

» 실시 근로자 총 240명 중 9.8%인 23명에서 일반질병 유소견자(C1), 0.8%인 2명에서 직업병 유소견자(D1)에 해당되는 결과를 보임

- 신경행동검사 인력을 위한 검사 매뉴얼과 의사를 위한 표준판정지침안을 제시함
  » 신경행동검사 대상자 선정, 판정 지침을 제시하고 실무지침 개선을 위한 대규모, 다기관 적용 연구를 후속 연구로 제안함

시사점

- 신경계 유해인자 노출 근로자들 중, 10년 이상의 노출 경력이 있거나, 또는 신경계 증상을 호소하는 근로자를 대상으로 컴퓨터 신경행동검사를 특수건강진단 선별검사로 적용할 수 있는 가능성을 확인하였음
  » 출장검진, 원내검진에서도 모두 활용 가능하였고, 선별검사 및 2차 검사로 컴퓨터 신경행동검사를 적용한 결과, 직업병 요관찰자, 유소견자를 선별할 수 있는 객관적 검사 결과를 제시할 수 있었음

03 연구활용방안

개선방안

- 신경계 유해인자에 노출되는 근로자의 중추신경계 이상을 조기 발견, 예방하기 위해 특수건강검진에서 컴퓨터 신경행동검사를 1차 검사로 실시하고, 신경계 요관찰자, 유소견자를 선별할 것을 제안함. 이를 위해 시범사업을 비롯한 후속연구와 특수건강진단 실무지침 개정이 필요함

활용방안

- 한국형 컴퓨터 신경행동검사 매뉴얼, 판정지침안을 실무지침 개정 근거자료로 활용할 수 있음

연구담당자 연락처
연구책임자_ 영남대학교 사공준 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 이미영
연락처_ 052-703-0855
e-mail_ cookmom@kosha.or.kr

14 디젤엔진배출물 노출 근로자 특수건강진단 방법 개발 및 시범적용

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **디젤엔진배출물, 특수건강진단, 건강영향**

01 연구배경

- 디젤엔진배출물의 국제암연구소(IARC)에서 폐암을 유발하는 물질(Group 1)로 지정이 되었으며,
  - » 최근 환경미화원의 폐암으로 인한 산업재해 보상이 이루어진 바가 있으며, 디젤엔진배출물 노출 근로자의 건강보호에 대한 요구가 커지고 있음
  - » 하지만, 현행 제도에서는 아직 디젤엔진 배출물과 관련하여 작업환경측정 및 건강진단 제도 등 근로자 건강을 보호할 수 있는 기본적인 제도가 없는 실정임
- 따라서, 본 연구에서는 디젤엔진배출물 노출군을 대상으로 하는 특수건강진단 제도를 설계하고 시범 운영을 하여 향후, 디젠엔진배출물 노출 근로자 건강보호를 위한 기본 틀을 제안하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 디젤엔진배출물에는 운전종사자, 차량 정비 및 검사원, 생활폐기물 및 음식물쓰레기 수거업무 종사자, 터널 공사 작업자, 건설업 종사자, 열차 및 수상, 항공 운송업 종사자, 항만 종사자, 광부, 제조업 및 유통 산업 등에서 지게차 등의 디젤엔진을 이용한 운반 작업자, 차량 통행이 많은 곳에서 종사하는 작업자 등의 다양한 노동자들이 노출되고 있음

- 디젤엔진배출물 특수건강진단 대상자는 작업환경측정결과를 바탕으로 선정하는 것이 필요함.
  - » 다만, 아직 작업환경측정 방법 및 노출 기준, 노출 실태 등이 정해지지 않았으므로 선정 기준은 시범사업을 통해 노출 실태 파악과 함께 의견수렴을 통해서 결정할 것을 제안함
- 디젤엔진배출물의 비발암성 건강영향으로는 눈, 비강, 인두의 점막 자극 증상, 두통, 구역, 사지 말단의 마비 및 따끔거림과 같은 비특이적인 신경계 증상, 기침, 가래, 호흡곤란 및 천식 악화와 같은 호흡기계 증상, 급성 관상동맥 증후군 유발 및 혈압 상승과 같은 심혈관계 증상이 있으며, 발암성 건강영향으로는 폐암과 방광암이 있음
  - » 특수건강진단 제1차 검사항목으로는 눈, 비강, 인두(점막자극증상 문진), 신경계(신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰), 호흡기계(청진, 흉부방사선(후전면), 폐활량검사), 심혈관계(복부둘레, 혈압, 공복혈당, 총콜레스테롤, 트리글리세라이드, 고밀도 콜레스테롤), 비뇨기계(요검사 10종, 소변세포병리검사)를 실시할 것을 제안함
    - 폐암을 진단하기 위한 방법으로 저선량 CT 촬영을 고려할 수 있으나, 비용-편익 분석에서 비용-효과적이지 않았으며, 전문가 의견에서도 수행가능성이 낮다는 의견이 다수를 차지하였음
  - » 특수건강진단 제2차 검사항목으로는 호흡기계(흉부방사선(측면), 필요 시 흉부방사선(후전면), 작업 중 최대날숨유량 연속측정, 비특이 기도과민검사, 흉부 전산화 단층촬영, 객담세포검사), 심혈관계(혈압, 공복혈당, 당화혈색소, 총콜레스테롤, 트리글리세라이드, 고밀도 콜레스테롤, 저밀도 콜레스테롤, 24시간 심전도, 24시간 혈압), 비뇨기계(필요 시 요검사 10종, 필요 시 소변세포병리검사, 비뇨기관 진료)를 실시할 것을 제안함
  - » 특수건강진단 주기는 12개월마다 하되, 배치 후 첫 번째 특수건강진단 시기는 6개월 이내에 할 것을 제안함

시사점

- 본 연구를 통하여 디젤엔진배출물 노출 근로자에 대한 특수건강진단 제도를 설계하고, 이를 시범 운영하여 건강영향에 적합한 건강진단을 제안하였음
  - » 하지만, 디젤엔진배출물 특수건강진단 대상의 경우에는 작업환경측정 방법 및 노출 기준, 노출 실태, 노출량과 건강영향에 대한 평가가 더 필요한 사항으로 판단됨

03 연구활용방안

개선방안

- 디젤엔진배출물 작업환경측정 시범사업을 통해 우리나라 디젤엔진배출물 노출실태를 파악한 후, 의견수렴을 통하여 특수건강진단 대상자 선정기준을 만들어 특수건강진단을 실시할 것을 제안함

활용방안

- 향후 디젤엔진배출물 노출근로자 특수건강진단을 실시하기 위한 기초적인 자료로 활용할 수 있음

연구담당자 연락처

연구책임자_ 연세대학교 원주세브란스기독병원 **강희태** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 **이상길**
연락처_ 052-703-0860
e-mail_ twincokes@kosha.or.kr

15 공기매개 감염병에 관한 사업장 대응 현황 및 개선 방안

연구기간_ **2020년 5월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **코로나19, 공기매개 감염병, 코로나 대응지침, 감염병 대응지침**

01 연구배경

- 우리나라는 2003년 중증 급성 호흡기 증후군(Severe Acute Respiratory Syndrome, SARS), 2009년 신종 인플루엔자(H1N1 Pandemic), 2015년 중동호흡기증후군(Middle East Respiratory Syndrome, MERS) 등 다양한 호흡기계 감염병을 경험하였고, 현재 우리나라를 포함하여 세계적 대유행이 진행 중인 코로나바이러스감염증-19(Coronavirus Disease 2019, COVID-19, 코로나19)는 주로 비말로 감염되는 호흡기계 감염병임
- 코로나19는 아직까지 질병발생의 역학적 특징이나 질병진행의 임상적 특성이 명확하게 규명되지 않았고 코로나 바이러스의 변이 가능성이 높아 백신과 치료제 개발도 용이하지 않음. 이로 인해 코로나19의 조기 종식이 어려울 것으로 예측되는 가운데 유행의 반복가능성도 높아 코로나19 감염을 예방하고 확산이나 재유행을 막기 위한 사업장 차원의 적극적인 근로자 보호정책이 필요함. 이를 위해서는 사업장의 코로나19 대응 현황이나 문제점을 조사하고 사업장 특성에 적합한 업종별, 직무별 대응 방안과 표준지침을 개발할 필요가 있음

02 주요연구내용

연구결과

- 우리나라의 대표적인 코로나19 사업장 발생 관련 사례로는 클럽관련(277명), 리치웨이관련(208명), 구로콜센터관련(170명), 쿠팡물류센터관련(152명), 광주방문판매모임관련(150명), 제이미주병원 관련(196명), 한사랑요양병원 관련(124명), 천안 운동시설 관련(123명), 청도 대남병원관련(119명), 대실요양병원 관련(101명) 등이었음. 직종별로는 보건의료복지 부문의 감염위험이 크고, 감염위험이 큰 직업군일수록 대체로 여성 종사자 비율이 높았음
- 코로나19 사업장 발생 현황과 코로나19 취약 근로자 집단에 대한 국내외 문헌 고찰을 통한 코로나19 취약노동자 집단 파악 결과를 토대로 코로나19 취약 노동자 집단 평가기준(안)을 도출하였음. 코로나19 취약 노동자 집단 평가항목으로 작업장 위험으로 공간의 밀폐정도, 보건관리도, 방역수칙 준수여부, 업무상위험으로 비말발생 가능성, 사람 간 밀집 정도, 타인 접촉 정도, 군집도, 이용자 체류시간, 질병과 감염에의 노출, 물품 공유 정도, 업무과중, 개인적 위험으로 고위험군, 집단생활을 포함하였음
- 코로나19 사업장 대응 현황을 조사한 결과 제조업은 “전담체계 구축 및 대규모 결근 대비 사업계획 수립”과 “생활 속 거리두기 지침: 회의”를, 건설업은 “노동자 위생관리 강화 및 사업장 청결·소독 유지”, “사업장 내 감염유입 및 확산 방지”, “사업장 내 확진환자 발견 시 조치”에 대해 가장 현장 적용이 어려운 것으로 파악되었음
- COVID-19 사업장 대응을 위한 지침을 일반, 제조업, 건설업, 소규모사업장, 정신건강으로 구분하여 제시하였음

시사점

- 코로나19 취약노동자 집단은 사업장특성, 업무특성, 개인적 특성 등 매우 다양하고 복합적인 요소에 의해 규정되므로 적극적인 모니터링과 관련 법·규정, 대응지침, 연구 등을 통한 정책적 지원이 필요함

03 연구활용방안

제언

- COVID-19 사업장 대응을 위한 지침을 일반, 제조업, 건설업, 소규모사업장, 정신건강으로 구분하여 제시하였으므로 이를 적극적으로 활용하도록 지도할 필요가 있음
- 코로나19로부터 노동자 건강보호를 위한 국내외 지침 개발 현황과 국내 코로나19발생 사업장 특성, 코로나19 감염 발생 특성 등을 고려하여 코로나19로부터 노동자 건강보호를 위해 필요한 지침을 공통, 업종, 직종으로 구분하여 제안하였으므로 이를 바탕으로 추가적인 지침개발이 필요함
- 코로나19로부터 근로자 건강보호를 위한 산업보건 분야 연구로 언택트 산재예방서비스 활성화 방안, 코로나19로 인한 근로자 건강영향의 형평성, 코로나19 취약 근로자 건강보호 방안 등을 제안하였으므로 이를 참고하여 관련 연구를 지원할 필요가 있음

개선방안

- 코로나19와 같은 신종감염병증후군의 위기경보가 주의 이상으로 발령된 경우에 산업안전보건기준에 관한 규칙의 병원체 감염 예방 규정의 적용을 전체 사업장에 적용할 필요가 있음. 이를 사업장 적용 시에 사업주는 근로자의 감염병을 예방하기 위한 조치, 사업장 내에 감염병 환자 등 발생 시에 모든 근로자에게 알리고 다른 근로자의 감염예방을 위한 조치를 취하도록 해야 함. 근로자에게는 보호구 착용과 확진환자 등과 접촉 시 신고를 의무화할 필요가 있음
- 코로나19로부터 근로자 정신건강을 보호하기 위해 정확한 정보 및 지침 제공, 심리지원, 지지체계 및 자기관리 강화 등의 정책적 지원이 필요함

활용방안

- 코로나19 취약 노동자 집단 평가기준(안)을 코로나19 취약 노동자 집단 모니터링, 정책적 우선순위 결정과 근로자 건강형평성 제고에 활용할 수 있음
- 코로나19 사업장 대응 현황, 문제점과 개선의견에 대한 조사결과를 사업장 지원을 위한 정책적 근거로 활용하여 정책지원의 실효성을 높일 수 있음
- 코로나19 사업장 대응을 위해 일반, 제조업, 건설업, 소규모사업장, 정신건강 지침(안)을 적극적으로 활용할 수 있음

- 신종감염병으로부터 근로자 건강보호를 위해 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정 추진(안)과 이에 따른 비용-편익 분석(안)을 관련 규정을 개정하는 데 활용할 수 있음
- 코로나19로부터 근로자 정신건강을 보호하기 위한 정책(안)을 근로자 정신건강 보호 정책에 활용할 수 있음
- 코로나19로부터 노동자 건강보호를 위한 추가 대응지침 개발(안)과 연구 추진(안)을 추가적인 지침 및 연구 개발 정책에 활용할 수 있음

연구담당자 연락처

연구책임자_ 경북대학교 간호학과 최은숙 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 최윤정
연락처_ 052-703-0862
e-mail_ yoonjung@kosha.or.kr

16 방문서비스 고객응대근로자 대상 공기매개감염병 대응지침 마련

연구기간_ **2020년 8월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **방문서비스, 공기매개감염병**

01 연구배경

- COVID-19 및 결핵 등과 같은 공기매개 감염병 유행으로 방문서비스 직종 근로자에 대한 예방 대책이 요구됨
  - » 방문서비스 업무 수행 근로자의 감염병 예방을 위한 대응 매뉴얼을 개발하였음

02 주요연구내용

연구결과

- 공기매개감염병 관리 현황 설문조사 결과
  - » 방문대상자의 COVID-19 관련 정보를 확인할 수 있는 경우는 재가요양보호사 64.0%, 다문화지도사 50.0%, 육아도우미 28.9%였음
  - » 방문 시 확진자와 자가격리자를 만난 경우는 도시가스 점검원이 70.2%였음
  - » 방문장소의 방역평가는 도시가스 점검원이 5점 만점에 4.08점이었으며, 방문간호사가 3.71점, 대여제품점검원이 3.61점으로 조사되었음
  - » 방문 시 착용한 마스크는 직종별로 덴탈마스크 착용이 가장 많았으며, 마스크가 대부분 잘 지급되었으나 재가요양보호사의 경우 마스크 지급률이 60%이었음
  - » 손소독제는 가전제품설치 수리 현장기사 94%, 육아도우미 90.7%, 재가요양보호사 56.0%, 다문화방문지도사 50.0%에게 지급된 것으로 조사되었음

- 공기매개감염병 관리 문제점
  - » 포커스 그룹 인터뷰를 통해 개인정보보호법으로 인해 자가격리자 등에 대한 사전정보 확인이 어려우며, 고객의 감염병 확진 여부를 확인하지 못하고 가정 방문을 하게 되는 문제점이 있는 것으로 조사되었음
- 공기매개감염병 관리를 위한 매뉴얼
  - » 법적규정, 감염병의 증상, 진단, 치료 방법, 예방접종에 관한 내용으로 구성된 직종별 공기매개감염병 관리를 위한 매뉴얼을 개발하였음
  - » 감염병 예방관리를 위해 근로자가 해야 할 일, 사업주가 해야 할 일을 목록화 하였으며, 감염자 발생 시 대처방안을 확진자와 접촉 시 및 확진자 발생 시 단계별 대응절차로 구분하여 작성하였음
  - » 방문서비스 종사자의 정신적 스트레스 및 우울관리방안을 제시하였음

시사점

- 본 연구를 통해 방문서비스 종사자의 감염병 노출 현황 및 실태를 파악하고 이에 대한 사업주의 조치사항, 근로자의 조치사항 및 감염병 대응 체계를 제시함으로써, 방문서비스 종사자의 감염병 예방관리 및 사업장의 감염병 대응 체계 마련에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단됨

03 연구활용방안

활용방안

- 개발된 매뉴얼의 단행본 발간과 교육 및 연구에 활용할 수 있음

연구담당자 연락처

연구책임자_ 가톨릭대학교 **정혜선** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 **류향우**
연락처_ 052-703-0858
e-mail_ r7645@kosha.or.kr

17 특수건강진단 생물학적 노출평가 개선방안

연구기간_ **2020년 8월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **생물학적 노출평가, 시료 채취시기, 수탁분석**

01 연구배경

- 특수건강진단은 원내검진, 출장검진 모두 오전에 실시하는 경우가 대부분이므로, 근로자건강진단 실무지침에 제시된 시료 채취시기를 지켜 생물학적 노출평가 시료를 검진 당시 채취하기 어려움
  - » 검진 전에 건강진단기관에서 미리 제공한 용기에 근로자가 본인 시료를 채취하여 채취시기 확인서와 같이 검진 당일 제공하거나, 원내 방문 시 직접 들고 오는 경우가 있으며, 노출 종료 직후 시료를 채취하지 않거나 안정한 시료 이동 조건을 지키지 않아 분석 결과가 감소하면 실제 유해물질 노출에 따른 평가 결과가 근로자건강진단에 제공되지 못할 우려가 있음
- 생물학적 노출지표물질의 분석은 산업안전보건법 시행규칙에 근거하여 수탁분석을 실시할 수 있으며 수탁 비율이 증가하고 있어, 안정한 시료 운반이나 분석 결과 보고의 표준화가 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 전문가 및 실무자 면담을 통하여 특수건강검진기관의 생물학적 노출평가 과정 현황을 파악하여 실효성 있는 노출평가 제도 개선 방안을 제시함

» 근로자가 충분히 이해할 수 있도록 시료채취와 시료이동 시 주의사항 안내가 필요함. 특히 채취 시기가 "당일(당일 작업 종료 2시간 전부터 직후)"일 경우, 대면 교육이나 안내서를 통한 교육이 중요함

» 검진기관으로 시료 이송을 위한 냉장 또는 냉동 보관용기 제공 및 사용이 필요함

- 전문수탁분석기관을 방문하여 검체 운반에서 결과 통보까지의 절차를 파악하고 수탁분석기관의 기준 및 법과 관련 규정 개정안을 제시함

시사점

- 전문가 및 실무자 면담을 통하여 특수건강검진기관의 생물학적 노출평가 과정 현황을 파악하여 실효성 있는 노출평가 제도 개선 방안을 제시함

03 연구활용방안

개선방안

- 현행 특수검진기관의 생물학적 노출평가 시료채취 관련 제도의 현장(실무) 문제점을 개선하여 현실적으로 적용할 수 있는 개선방안을 제시함

» 채취 시기가 "당일(당일 작업 종료 후 10분-15분 이내)"인 일산화탄소, 혈액 중 카복시헤모글로빈의 경우 일반적인 상황에서는 검사를 실시하지 않고, 응급상황의 노출을 추정하거나, 작업환경 측정결과 노출기준을 초과할 경우에는 생물학적 노출평가를 실시하는 것으로 제안함

» 채취 시기가 "주말(목요일이나 금요일 또는 4-5일간의 연속작업의 작업 종료 2시간 전부터 직후)"일 경우 시료채취 시기가 연속작업 종료 후가 중요한 사항이므로 시료채취 시기를 "목요일이나 금요일"로 인식하여 연속작업에 상관없이 시료를 채취하지 않도록 채취시기에 대한 설명에서 "목요일이나 금요일"을 삭제하도록 제안함

- 현행 산업안전보건법에는 수탁기관에 대해서 적용할 법과 규정이 없으므로 특수건강진단기관의 정도관리에 관한 고시에 "생물학적 노출지표 검사 시료의 분석의뢰 등" 신설을 제안함

활용방안

- 특수건강진단과 사업장 근로자가 활용할 수 있는 시료 채취 및 보관·운반 기술지침 개발 기초 자료로 활용할 수 있음
- 전문수탁기관 관리 제도를 마련하여 수탁분석업무의 신뢰성 확보와 수탁분석 관리체계 표준화에 활용할 수 있음

연구담당자 연락처

연구책임자_ 대한산업보건협회 산업보건환경연구원 **김현수** 책임연구원
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 **이미영**
연락처_ 052-703-0855
e-mail_ cookmom@kosha.or.kr

18 장시간 노동으로 인한 건강장해 및 과로사 예방방안

연구기간_ **2020년 10월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **택배기사, 장시간 노동, 건강장해, 과로사**

01 연구배경

- 택배기사는 자동차나 기계 등을 운전하여 고객이 주문 · 구매한 상품을 고객이 원하는 장소까지 직접 배달해 주는 사람으로 택배대리점과 위수탁계약 관계에 있는 특수형태근로종사자를 의미함
- 온라인 소비와 택배서비스 이용의 증가로 택배산업 노동자들의 노동강도 증가함
- 택배기사들은 코로나-19의 범유행에 따른 택배물량의 수요급등 상황에서 당일 배송에 대한 시간적 압박감, 업무량 과다, 장시간 노동 등의 직무스트레스 환경에 노출됨
- 장시간 노동으로 인한 건강장해와 과로사 예방을 위한 노동환경 개선 방안 마련 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 택배기사, 택배대리점주 및 택배회사 관계자 심층면담을 통해 택배기사의 건강장해 및 과로사 요인을 조사함
  - » 택배기사는 과도한 직무요구와 건강관리 부재
  - » 택배 대리점주는 택배기사의 건강장해 및 과로사 요인으로 건강관리에 대한 대리점주의 적극적 개입의 어려움, 건강관리 주체의 모호성, 택배관련법의 부재, 터미널 부지 확보의 어려움, 택배기사의 자율성, 화주와 택배사의 불공정계약, 낮은 택배단가 제시

» 택배사 관계자는 협소한 물류센터와 물류센터 출점 제한, 하차작업의 비자동화, 물류센터의 지리적 위치, 택배단가 조정의 어려움을 원인으로 제시하였으며, 택배기사의 자율적 지위와 관계법령의 미비를 건강관리의 어려움으로 제기

- "택배기사의 장시간 노동으로 인한 건강장해 및 과로사 예방"주제로 4차례 포럼을 개최하여 택배기사의 건강장해 및 과로사 예방 방안을 도출함
- 문헌고찰과 택배기사 심층면담 결과를 토대로 택배기사를 '차량을 이용하여 고객들이 주문 · 구매한 상품을 고객이 원하는 곳까지 운반하는 자'로 정의함
  - » 직무를 6개의 책무(운송물 인수 및 정리, 배송/반송 및 인도, 반품 및 예약 운송물 수탁, 영업 운송물 수탁, 집화 및 자기계발)와 19개 과업으로 구성
- 참여관찰을 통해 택배기사의 업무활동 소요시간을 측정한 결과, 택배사별 차이는 있었음
  - » 업무시간은 평균 11시간 54분이었으며 배송/반송 및 인도 시간 38%, 운송물 인수 및 정리 시간 28% 운송물 수탁 시간 24%, 집화 시간 10%로 분배됨
  - » 업무시간에 포함하지 않은 점심시간을 포함한 휴게시간은 평균 35분임
  - » 택배기사는 업무 중 음료를 거의 섭취하지 않았고, 화장실은 1회 정도 이용함
  - » 따라서 택배기사의 업무시간은 약 12시간 30분이었음
- 택배기사의 건강관련 노동실태 온라인 설문조사 실시(642명 응답)함
  - » 물량이 가장 많은 화요일 업무시간은 13시간, 물량이 보통인 목요일의 업무시간은 12시간 정도였으며, 일일 배송물량은 200개~300개 이하가 가장 많았음
  - » 건강상태 및 행태, 의료이용도 조사 결과 56.1%는 비만이고, 흡연자 66.5%, 음주빈도가 잦은 자 64.8%, 평소 운동을 하지 않는 자 53%였음. 아침식사 결식률 53.9%, 음식을 짜게 먹는 비율 34%, 1일 평균 수면시간은 6시간 정도이나 수면이 충분치 않다고 느끼는 비율 70.4%로 조사되었음
  - » 최근 2년간 건강검진 미수검률은 39.3%였고, 미충족의료율은 42.5%이었으며 미충족 사유의 93%는 시간이 없어서였음. 27.2%는 만성질환을 보유하였고, 2개 이상의 만성질환 보유율은 10.1%였음. 80% 이상이 근골격계질환 증상을 호소하였음
  - » 질병 예방, 치료와 악화 방지를 위해 사용자의 보험가입, 기본중량 제한, 최대 업무시간 제한 및 밤 9시 이후 배송금지를 가장 많이 희망하였음
  - » 시간적 압박감, 과도한 직무부담, 일-생활 불균형, 금전적 보상, 조직의 지원 요인에 대한

직무스트레스를 겪고 있으나 자율성과 동료의 지지는 좋았음

» 고객으로 인한 감정노동 중 감정규제, 감정부조화가 심하고 고객으로부터 정신적, 신체적 폭력에 노출되어 있으나 이에 대한 보호체계가 없음을 스트레스로 인식하였음

시사점

- 택배기사는 과도한 직무요구와 감염관리에 대한 지원, 질병관리 지원, 사고처리에 대한 안전장치 등의 직무자원 부족이 건강장해 및 과로사의 요인으로 제시함
  - » 택배사 또는 택배대리점의 적극적인 개입과 업무 부담을 줄이기 위한 자동화, 물류센터 부지의 확보 및 관계법령의 제정 등이 필요함
- 택배기사는 1일 12시간 이상을 근무하는 장시간 근로자임
  - » 활동시간 측정 결과, 선별 및 인수시간이 줄어들면 배송 및 수탁시간이 감소함
  - » 장시간 근로는 분류의 자동화가 우선적으로 해결되어야 함
  - » 자동화설비가 구비되어 있는 택배사는 일일 배송 물량감소를 고려해야 함
- 배송 중 수화인에게 통지하기, 수탁 장소 및 운송물 확인하기 등의 과업은 대부분 이동 중 전화나 문자로 수행되므로 운전 시 안전사고 발생의 가능성이 높음
  - » 교통사고를 포함한 안전사고 발생의 예방책 마련과 산업재해보상보험 확대를 고려해야 함
- 택배기사는 과로사의 원인이 되는 뇌심혈관질환 위험요인(흡연, 음주, 비만) 노출 비율이 높으며 근골격계질환 증상 경험률이 매우 높음
  - » 건강검진 미수검률이 일반인에 비해 높고 시간이 없어 의료기관을 이용하지 못하는 미충족의 료율이 높음
  - » 감정노동과 폭력에 쉽게 노출되므로 직무스트레스 관리를 포함한 건강관리 방안 마련이 필요함

03 연구활용방안

제언

- 택배기사의 건강장해 및 과로사 예방을 위해 유해요인 조사대상, 건강진단 대상의 확대 및 직무스트레스 관리 시스템 도입, 산재보상보험 가입 및 고용보험 대상의 확대 등 정부, 택배사 및 대리점,

그리고 특수형태근로종사자인 택배기사 개인적인 차원의 대처 방안 도입이 필요함

- 택배기사의 업무활동 소요시간은 참여관찰을 통해 측정하였으나 관찰 대상자가 한정적이었으므로 추후 택배사별로 대상자를 확대하여 조사함으로써 일반화할 수 있는 자료를 마련하는 연구가 필요함
- 택배기사의 장시간 근로와 건강장해를 유발하는 요인을 면담, 설문조사를 통해 파악한 결과 업무시간, 휴게시간 등은 파악할 수 있었으나 업무강도를 파악할 수 없었음
  - » 택배기사의 근골격계질환 증상 경험률이 높으므로 업무강도를 파악하는 후속연구가 필요함

개선방안

- 안전보건교육제도와 안전 및 보건조치 의무이행 방안, 자동화시스템 도입, 표준계약서 추진, 택배 수수료 조정 등의 개선이 이루어져야 할 것임

활용방안

- 택배기사 면담과 설문조사를 통해 택배기사의 건강장해 및 과로사를 유발하는 노동환경을 광범위하게 파악하였으므로 택배기사의 건강장해와 과로사를 예방하기 위한 정책 마련 시 기초자료로 활용 가능함
- 택배기사의 장시간 노동으로 인한 건강장해 및 과로사 예방 포럼에서 제기된 문제점과 이를 해결하기 위한 노·사·정 및 관계전문가의 합의 내용을 법과 제도 마련에 활용 가능함
- 직무분석 자료는 택배기사의 업무 표준화를 위한 기초자료로 활용될 것이며, 업무활동 소요시간 측정자료는 장시간 근로 유발하는 요인 파악과 택배사별 업무의 차이 비교에 활용 가능함

연구담당자 연락처

연구책임자_ 중앙대학교 **백희정** 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 수동식 시료채취기 개발 연구(Ⅱ)
02. 건설업 직종별 노출 유해인자, 노출량, 노출분율에 관한 연구
03. 석탄화력발전소의 공정별 유해인자 노출 위험도 평가 및 작업환경관리방안 마련 연구
04. 산안법 개정에 따른 분석수탁기관 관리를 위한 정도관리 자율항목에 관한 연구
05. 산안법 개정에 따른 허용기준 설정 유해인자의 시료채취 및 분석방법
06. 디젤엔진배출물 노출실태 및 작언환경관리 방안 연구
07. 직독식장치와 센서 기술을 이용한 작업환경 모니터링 현황과 전망
08. 작업환경측정분석 국가산업표준(KS) 제정연구(2)
09. 말관리사 폐암발생 원인 및 개선을 위한 정밀 실태 조사
10. 포괄적 작업환경평가 제도 도입을 위한 시범사업 연구
11. 국내외 질식재해 예방 규정 비교 및 개선방향에 대한 연구

01 국내 보급형 수동식 시료채취기 개발 연구(II)

연구기간_ **2020년 01월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **수동식 시료채취기, 시험챔버, 휘발성 유기화합물**

01 연구배경

- 이 연구는 안전보건공단이 전국적으로 실시하는'화학물질 노출정보 알리미'사업의 일환으로 수행되고 있으며, 국내 보급형 수동식 시료채취기를 개발하는 중장기 과제로서 2019년 제1차년도 과제에 이어 수행되는 제2차년도 과제임
- 연구의 목적은 2019년에 구축된 시험챔버 시스템에 대한 성능시험을 통해 문제점을 개선하면서 가격이 저렴하고 신뢰성이 있는 국내 보급형 수동식 시료채취기용 시제품 개발 및 성능시험을 실시하고자 하였음

02 주요연구내용

연구결과

- 시험챔버 시스템의 전체 및 구성요소에 따라 일반 및 정밀 성능시험을 실시하였으며, 파악된 문제점을 개선하였음. 기존 항온항습기는 자체의 결함 문제점을 해결할 수 없어 폐기하고 새로운 항온항습기를 제작하기로 하였음. 기류측정기, 배기장치 후단 덕트, 국소배기장치, 실험실 전기 분전반, 멀티가스 모니터, 컨트롤 PC에 대한 일반 성능시험을 통해 문제점을 개선하였음. 단일유기용제 발생장치의 문제점도 혼합유기용제 발생장치 개발로 개선하였음
- 시험챔버 시스템 내부의 온도, 습도, 기류 및 농도 조건에 대한 정밀 성능시험 결과는 일부 조건을 제외하고 대체로 설계조건을 충족시키지 못했음. 그 주된 원인은 항온항습기의 구조적 한계 때문

이었으므로 항온항습기를 새롭게 설계 및 제작하기로 결정하였음

- 수동식 시료채취기 시제품 개발의 초기 단계에서 시료채취 매체 5종(활성탄A, B, C, D, E)에 대해 불순물 검출시험, 파과시험, 흡착력 시험을 실시한 결과, 5종 모두 시제품 제작에 적합한 것으로 나타났음
- 수동식 시료채취기의 시제품은 3종의 방사형(모델1: 방사형, 모델2: 뱃지형 기본 방사형, 모델3: 외부 지지체 이용 방사형)으로 제작하였고 이들에 대한 성능시험 결과에서 시료채취율은 40.9 ~ 56.1㎖/min로 나타났으며, 모델3이 가장 양호한 것으로 나타났음. 제작된 시제품 3종의 시료채취율은 국내에서 시판되고 있는 3M 및 SKC 제품보다 우수한 것으로 나타났으나 추가적인 성능시험이 필요함

시사점

- 시험챔버 시스템에 대한 성능시험을 통해 시스템의 구성요소를 개선한 것은 의미가 있으나 아직 일부 요소(항온항습기)는 추가적인 개선이 필요. 향후 항온항습기 등 구성요소가 완비될 경우 시험챔버 시스템에 대한 완성도를 확인하기 위해 추가적인 성능을 평가하는 것이 중요함
- 수동식 시료채취기용 시료채취 매체와 시제품에 대해 실시한 시험결과가 양호한 것으로 나타난 점은 시제품의 성능 수준이 양호함을 시사해 주고 있음. 향후에 시제품의 디자인 측면까지 양호한 결과로 나타날 경우 시제품의 전체적인 가치가 향상될 것임

03 연구활용방안

제언

- 시험챔버 시스템의 핵심 기능은 개발되는 수동식 시료채취기의 성능을 시험하는 것임. 일반적으로 장치 또는 기기 등 시스템은 수시로 점검하고 개선할 때 높은 성능이 유지되므로 본 연구의 성능시험 및 개선 자료를 최대한 활용하여 신뢰성 있는 시험챔버 시스템이 유지되도록 할 필요가 있음
- 본 연구에서 제시된 수동식 시료채취기의 시제품에 대한 성능시험 결과는 초기단계의 시험결과로 필요 시험항목 중 일부이므로 후속 연구과제에서는 국제적인 시험방법을 통해 확대된 시험항목에 대한 성능시험 결과를 확보해야 할 것임

활용방안

- 시험챔버 시스템의 성능시험 및 개선이 완료될 경우 개발 중인 수동식 시료채취기의 성능시험에 유용하게 활용될 수 있음
- 수동식 시료채취기의 시료매체 및 시제품에 대한 시험 자료는 향후 이어질 성능시험에서 유용한 기초자료로 활용이 가능함
- 본 연구에서 파악된 정보나 연구결과는 관련 학회나 세미나에서 발표될 것이며, 논문게재 또는 지침의 제·개정에 활용될 것임

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박정근
연락처_ 052-703-0882
e-mail_ jkpark@kosha.or.kr

02 건설업 직종별 노출 유해인자, 노출량, 노출분율에 관한 연구

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **건설업 근로자, 직종별 유해인자, 노출량, 노출분율, 노출 위험도**

01 연구배경

- 건설업 근로자는 다양한 유해인자에 복합적으로 노출되는 유해성이 높은 직종으로, 일반 업종의 근로자와 비교하여 암, 호흡기 질환, 근골격계질환, 피부종양 및 접촉성 피부염 등의 발생이 높다는 보고가 있음
- 건설업 근로자는 작업장 이동이 많고, 단위작업 장소에서의 작업시간이 짧으며, 작업환경이 지속적으로 변화하는 특성으로 인해 노출되는 유해인자의 종류, 농도수준 및 특성에 대해서는 잘 알려져 있지 못함
- 이번 연구에서는 문헌조사 및 전문가 설문조사를 통해 건설업 근로자의 주요 직종별 노출 유해인자, 노출량, 노출분율 및 주요 유해인자 발생 단위작업을 파악하여, 건설업 작업환경측정 제도 개선 및 직업성 질환 연관성 규명 등에 활용하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 국내 건설업 근로자의 업무상 질병 발생현황을 살펴보면, 최근 10년간(2009 ~ 2018년) 총 7,902건이 있었으며, 이 중 작업관련질병이 6,648건(84%), 진폐 644건(8%), 직업병(진폐 제외) 610건(8%)이 발생하였음. 직업병(진폐 제외) 610건을 질병별로 살펴보면, 소음성 난청 145건(24%),

세균바이러스 124건(20%), 직업성 암 77건(13%), 물리적 인자로 인한 질병 75건(12%), 석면 57건(9%), 이상기압 42건 (7%) 등 순이었음

» 소음성 난청은 착암공, 견출공, 단순노무, 석공, 토공에서, 물리적 인자에 의한 질병(열사병 등)은 단순노무, 조경공, 철거공, 형틀목공에서, 세균바이러스는 조경공에서, 직업성 암은 석공, 견출공, 착암공, 용접공, 보온공에서, 석면에 의한 질병은 보온공, 철거공, 배관공에서, 유기화합물에 의한 질병은 도장공에서 다수 발생하였음

- 건설업에서의 작업환경측정은 실시 사업장 수 기준으로 2013년 (상반기) 696개 사업장에서 2019년 (하반기) 3,528개 사업장으로, 유해인자별 실시건수로는 2013년 (상반기) 15,710건에서 2019년 (하반기) 138,081건으로 증가하였음

» 작업환경측정 측정건수가 가장 많은 유해인자(2013 ~ 2019년)는 소음(26%), 기타광물성분진(12%), 산화철분진과 흄(6%), 이산화티타늄(5%), 규산염(5%), 망간 및 그 무기화합물(5%), 용접흄(4%) 등의 순으로 나타났음

- 건설업 작업환경분야 전문가 29명을 대상으로 실시한 설문조사 결과, 응답수가 가장 높았던 유해인자는 소음 〉 부적절한 자세 〉 폭염/한랭 〉 중량물 취급 〉 결정체 산화규소 〉 시멘트/콘크리트 분진 〉 진동 〉 금속흄 〉 유기용제류 순이었음

- 유해인자별 응답수준을 고려한 노출위험도 (노출량 × 노출분율)가 높은 상위 직종은 다음과 같았음

» 소 음 : 형틀목공 (7.6) 〉 착암·발파공 (6.54) 〉 견출공 (6.35) 〉 철근공 (6.35) 〉 콘크리트공 (5.9) 〉 토공 (5.86) 〉 철거공 (5.85) 〉 건축목공 (5.48) 〉 건설기계운전원 (5.44) 〉 비계공 (5.33) 등

» 진 동 : 견출공 (6.96) 〉 착암·발파공 (4.15) 〉 콘크리트공 (3.98) 〉 토공 (3.38) 〉 철거공 (3.35) 〉 건설기계운전원 (2.97) 등

» 폭염/한랭 : 형틀목공 (8.41) 〉 콘크리트공 (7.11) 〉 철거공 (6.89) 〉 토공 (6.69) 〉 조경공 (6.65) 〉 비계공 (6.27) 〉 방수공 (5.68) 〉 도로포장공 (5.58) 〉 철근공 (5.51) 〉 석공 (5.45) 〉 용접공 (5.25) 등

» 유해광선(자외선) : 용접공 (6.73) 〉 철근공 (2.84) 〉 플랜트공 (2.63) 〉 철골공 (2.42) 〉 배관보온공 (2.08) 〉 기계설비공 (1.75) 〉 토공 (1.36) 등

» 유기용제류 : 도장공 (5) 〉 도로포장공 (4.5) 〉 방수공 (4.25) 〉 플랜트공 (3.11) 〉 내장·유리공 (2.8) 〉 창호목공 (2.34) 〉 코킹·타일공 (2.12) 등

» 에폭시/우레탄 : 방수공 (3.54) 〉 도장공 (2.99) 〉 내장·유리공 (2.5) 〉 창호목공 (1.75) 〉 코킹·타일공 (1.26) 등

» 이소시아네이트 : 창호목공 (4.08) 〉 내장·유리공 (3.5) 〉 배관·보온공 (2.67) 〉 방수공 (2.4) 〉 도장공 (2.2) 〉 코킹·타일공 (2.04) 등

» 금속흄 : 용접공 (6.55) 〉 설비공 (3.9) 〉 철골공 (3.53) 〉 토공 (2.98) 〉 배관·보온공 (2.81) 〉 플랜트공 (2.51) 〉 철거공 (2.33) 〉기계설비공 (2.17) 〉 석공 (2.06) 〉 창호목공 (1.86) 등

» 6가크롬 : 용접공 (3.21) 〉 플랜트공 (1.45) 〉 미장공 (1.5) 〉 철거공 (2) 〉 기계설비공 (2.33) 〉 배관·보온공 (1.5) 등

» 시멘트/콘크리트 분진: 견출공 (6.27) 〉 조적공 (5.39) 〉 미장공 (5.34) 〉 철거공 (4.76) 〉 콘크리트공 (4.63) 〉 형틀목공 (3.12) 〉 코킹·타일공 (3.07) 등

» 결정체 산화규소 : 콘크리트공 (5.56) 〉 건설기계운전원 (5.39) 〉 착암·발파공 (5.07) 〉 견출공 (4.9) 〉 석공 (4.79) 〉 조적공 (4.55) 〉 철거공 (4.14) 〉 미장공 (4.02) 등

» 디젤엔진배출물 : 건설기계운전원 (5.3) 〉 토공 (3.99) 〉 포장공 (3.88) 〉 착암·발파공 (3) 〉 철골공 (2) 등

» 목분진 : 건축목공 (4.1) 〉 내장·유리공 (3.54) 〉 형틀목공 (3.29) 〉 철거공 (2.78) 〉 창호목공 (2.73) 〉 철골공 (2.25) 〉 토공 (1.63) 등

» 중량물 취급 : 철근공 (6.72) 〉 미장공 (6.03) 〉 조적공 (5.5) 〉 비계공 (5.25) 〉 형틀목공 (5.06) 〉 창호목공 (4.68) 〉 석공 (4.61) 〉 콘크리트공 (4.57) 〉 철거공 (4.46) 등

» 부적절한 자세 : 철근공 (6.14) 〉 콘크리트공 (6.11) 〉 창호목공 (5.5) 〉 코킹·타일공 (5.48) 〉 조적공 (5.46) 〉 철골공 (5.38) 〉 비계공 (5.29) 〉 용접공 (5.26) 〉 조경공 (5.18) 〉 형틀목공 (5.15) 등

» 석면은 철거공에서 노출위험이 있었고, 납은 철골공, 도장공, 철근공에서, 이상기압은 잠수공에서, 일산화탄소는 토공과 착암·발파공에서, 목재방부제는 형틀목공, 건축목공에서, 아스팔트흄은 포장공에서, 미생물은 토공에서 노출위험이 있었음

시사점

- 건설업 근로자는 다양한 유해인자에 복합적으로 노출되고 있음을 확인하였으며, 유해인자별 노출위험도가 높은 직종에서 관련 직업병 발생이 높은 것을 확인할 수 있었음

- 건설업 근로자는 직종에 따라 노출 유해인자 및 직업병 발생 특성이 상이하므로, 건설업 작업환경측정 실시를 단위작업장소별 구분이 아닌 직종별-단위작업(직무)으로 실시할 필요가 있으며, 직무에 대한 구분, 직무별 측정결과에 대한 평가방법 등에 대한 추후 연구가 필요함

03 연구활용방안

제언

- 건설업에 특화된 작업환경측정 제도 마련 및 표준공정 또는 직종별 작업환경측정 필수 유해인자, 측정수, 측정시기 등에 대한 건설업 작업환경측정 가이드라인 개발 필요
- 건설업 노출모델을 통한 유해인자 농도예측 프로그램 개발 및 위험성 평가 등 활용을 위한 추가 연구 필요

활용방안

- 건설업에 특화된 작업환경측정 제도의 마련 및 작업환경측정 가이드라인 기초자료로 활용

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 직업환경연구실 **박현희**
연락처_ 052-703-0883
e-mail_ bioaerosol@kosha.or.kr

03 석탄화력발전소의 공정별 유해인자 노출 위험도 평가 및 작업환경관리방안 마련 연구

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **석탄화력발전소, 석탄분진, 결정체 산화규소, 노출수준, 작업환경관리방안**

01 연구배경

- 석탄화력발전소의 노동자는 설비의 운영과 정비작업 시 석탄분진 및 석탄재분진과 그에 함유된 유해인자에 노출될 수 있으나, 현재까지 우리나라 석탄화력발전소 노동자의 유해인자 노출 수준과 작업환경 관리실태에 대한 지식은 제한적임
- 본 연구는 우리나라 석탄화력발전소에서 설비의 운전, 운영, 경상정비작업 시 노동자의 석탄분진 및 석탄재와 관련된 유해인자 노출 위험성과 관련 작업환경 관리실태를 평가하고, 노동자를 유해인자 노출로부터 보호하기 위한 개선방안을 제시하였음

02 주요연구내용

연구결과

- 유해인자 노출 위험성
  - » 석탄설비의 운영공 중 낙탄청소작업자에서 호흡성분진과 결정체 산화규소의 노출기준을 초과하는 값이 측정되었음

- 호흡성분진의 노출기준을 초과한 측정값 4개 중 상위 3개는 분탄이 많은 낙탄을 건조한 상태에서 삽질하여 청소한 작업자에게서, 나머지 1개는 낙탄을 물청소한 작업자에게서 측정되었음
- 결정체 산화규소의 농도가 노출기준을 초과한 측정값 4개는 모두 건조한 상태에서 분탄이 많은 낙탄을 삽질하여 청소한 작업자에게서 측정되었음
- 유사노출군별 노출기준 초과 가능성을 통계적으로 예측한 결과 호흡성분진은 석탄설비 운영공의 95% 상한값이 노출기준을 초과하였고, 석탄설비 전기공의 95% 상한값은 노출기준의 1/2를 초과하였으며, 결정체 산화규소는 석탄설비 운영공의 95% 상한값이 노출기준을 초과하였음

» 석탄에 함유된 주요 유해 금속 11종(비소, 카드뮴, 코발트, 크롬, 수은, 망간 니켈, 납, 탈륨, 우라늄, 바나듐)에 대한 작업자의 개인노출농도는 노출기준의 1% 미만이었음

- 석탄의 금속함유율이 본 연구결과에 비해 크게 높지 않은 경우 금속의 유의미한 작업 중 노출은 발생하지 않을 것으로 판단됨

» 벤젠, 톨루엔, 자일렌, 노말헥산은 옥내저탄장과 배탄기실의 작업환경에서 검출되지 않았음

- 휘발성 유기화합물의 유의미한 작업 중 노출은 발생하지 않을 것으로 판단됨

» 일산화탄소와 이산화황은 옥내저탄장과 탈황공정의 누설 가능 부위에서 측정한 결과 검출되지 않았음

- 석탄의 자연발화나 설비의 누설이 없는 경우 유의미한 작업 중 노출은 발생하지 않을 것으로 판단됨

» 소음의 노출기준을 초과한 측정값은 없었으나, 보일러 오퍼레이터와 회처리장 운전원에서 특수건강진단 실시 기준을 초과하는 값이 측정되었음

- 보일러/터빈설비의 기계공, 전기공, 발전기술원, 운영감독원과 탈황설비 운영공, 회처리설비 운영공은 95% 신뢰수준의 95% 상한값이 노출기준을 초과하여 작업상황에 따라 노출기준을 초과할 가능성이 있을 것으로 예측되었음
- 보일러/터빈설비의 전기공, 발전기술원과 탈황설비 운영공, 회처리설비 운영공의 95% 상한값은 특수건강진단 실시 기준을 초과하였음

» 석탄설비 중 한 사업장의 배탄기실의 고열 스트레스 지수 측정값이 계속작업 기준을 초과하였고, 보일러/터빈설비는 한 사업장의 보일러 미분기 앞을 제외한 모든 측정값이 계속작업 기준을 초과하였음

- 이송탑의 고열 스트레스 지수는 외부온도와 습도의 영향을 많이 받을 수 있으므로 폭염 시에 측정할 경우 본 연구결과와 달리 계속작업 기준을 초과할 가능성이 있을 것으로 판단됨
- 보일러/터빈설비는 더운 공기가 높은 고열 스트레스 지수의 주요 원인이었음

작업환경 관리실태 및 개선방안

» 실태조사 시 관찰된 사항, 발전소 관계자 및 작업자 문답 내용, 석탄과 석탄재 벌크시료 분석결과, 작업자의 유해인자 노출 위해성 평가 결과를 바탕으로 청소, 환기, 분무/살수장치, 격리, 개인보호구, 물질안전보건자료, 작업환경측정, 기타사항으로 구분하여 작업환경 개선방안을 제안하였으며, 작업환경관리를 위해 발전소 상호간에 벤치마킹할 수 있는 우수 사례를 확인하여 제시하였음

» 석탄분진 및 석탄재분진과 석탄에 함유된 결정체 산화규소 및 금속에 대한 노출을 최소화하기 위해 설비의 개선과 주기적인 점검 및 관리를 통해 낙탄 발생 및 분진 비산을 최소화하고, 운탄 또는 회반출 후 작업장에 축적된 낙탄과 분진을 물청소나 진공청소와 같은 분진의 비산을 최소화할 수 있는 방식으로 지체 없이 청소하며, 수집된 분진이 공급되어 작업환경 중에 재비산 되지 않도록 하는 것이 중요한 개선 필요사항으로 판단됨

» 환기설비와 분무/살수설비의 설치 및 개선 등 공학적 관리방안을 시행하고, 노출 수준에 적합한 성능의 호흡보호구를 올바르게 착용하도록 하며, 물질안전보건자료의 정확한 작성을 통해 석탄분진과 석탄재분진의 유해·위험성을 작업자에게 인지시키고, 작업자의 유해인자 노출 수준을 주기적으로 모니터링 하여 개선조치에 반영할 필요가 있음

» 소음에 대한 노출을 최소화하기 위해 보일러와 터빈 건물 내 고소음 발생구역에서 작업자가 귀마개 등 방음보호구를 올바르게 착용하도록 지속적으로 관리할 필요가 있었으며, 고열 노출로 인한 건강영향을 최소화하기 위해 보일러와 터빈 건물 내부 고열지역과 폭염기의 이송탑 및 컨베이어 작업자가 시원하게 쉴 수 있는 냉방장치가 있는 적절한 휴게공간을 주된 작업 장소에서 가까운 위치에 설치하고 음용수를 제공할 필요가 있음

시사점

우리나라 석탄화력발전소의 발전설비 운전, 운영 및 경상정비작업 시 일부 노동자가 노출기준 이상의 석탄분진, 결정체 산화규소, 소음, 고열에 노출될 수 있음을 확인하였으며, 향후 적절한 작업환경의 개선이 필요함

03 연구활용방안

제언

- 석탄화력발전소 노동자의 유해인자 노출과 관련된 변수가 다양하고 노출수준의 변이가 크므로, 향후 석탄화력발전소 관계자는 본 연구에 제시된 작업환경개선방안과 벤치마킹 사례를 참고하여 각 발전소의 상황에 맞게 자율적으로 능동적인 작업환경개선활동을 추진할 필요가 있음

활용방안

- 본 연구보고서를 우리나라 석탄화력발전소 및 관련 사업장에 배포하고 설명회를 개최하여 노동자의 유해인자 노출 저감에 활용
- 관련 국내외 학술지 및 학술대회에 발표

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 직업환경연구실 **권지운**
연락처_ 052-703-0884
e-mail_ jwk@kosha.or.kr

04 산안법 개정에 따른 분석수탁기관 관리를 위한 정도관리 자율항목에 관한 연구-무기산류

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **정도관리, 자율항목, 무기산, 작업환경측정**

01 연구배경

- 작업환경측정관련 제도의 변경에 따른 분석수탁기관의 관리가 필요함
  - » 분석의뢰 가능항목 확대 : 작업환경측정대상 유해인자 중 법정필수장비 이외의 장비가 필요한 항목에 대해서는 분석의뢰가 가능하도록 제도가 개선되었음
  - » 분석의뢰 및 수탁 확대에 따른 측정결과의 신뢰성을 확보하기 위하여 수탁기관에 대한 자율항목 정도관리를 2020년 하반기부터 실시하고 있음
  - » 주요 장비 중 자율항목 시행이 필요한 이온크로마토그래피에 대한 항목개발이 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 무기산류의 국내외 노출기준, 국외 정도관리 현황 및 측정분석방법을 고찰하여 정도관리용 시료의 매체 및 농도수준을 파악하였음
  - » 대상물질 : 이온크로마토그래프로 분석하는 물질 중 분석이 많은 무기산(황산, 염산, 질산)
  - » 매체 및 제조방법 : 석영여과지에 음이온 표준용액 주입
  - » 농도수준 : 5~100 ㎍/sample
- 무기산류의 측정분석현황
  - » 설문조사 : 187개 기관 중 123개 기관 응답

- 자체분석기관 : 58개소, 위탁기관 : 48개소, 수탁기관 : 16개소

정도관리용 시료를 조제하여 균질성을 확인하고 저장안정성을 확인함

» 대부분의 시료에서 변이계수 5% 미만으로 균질하게 조제 가능하였음

» 16주간 냉장 및 상온보관하면서 회수율을 분석하였으며, 약 90% 이상의 평균회수율로 나타나서 저장안정성은 문제없는 것으로 평가됨

2회의 분석숙련도평가를 통하여 정도관리 대상항목 선정을 위한 평가를 실시함

» 분석 유경험자 6명을 대상으로 분석한 경우, 시료의 물질별 변이계수는 3.8~48.6%였음

» 자율참여 46개 기관을 대상으로 시행한 결과 44개 기관(95.6%)이 적합으로 판정되었으나, 다른 정도관리 물질에 비하여 변이계수가 큰 특성이 있으므로, 향후 자율항목 운영에서 적합 범위산정시 고려되어야 할 것임

시사점

작업환경측정대상 유해인자 중 무기산류의 분석과 관련된 정도관리 항목운영에 대한 실행 가능성을 확인하였음

» 시료의 균질성 및 저장안정성 등을 확인 함

» 2회의 분석능력평가에서 높은 변이(즉, 기관간의 분석값의 차이가 큼)를 보였는데, 이는 정도관리가 필요한 주요한 이유 중 하나가 될 수 있음

03 연구활용방안

활용방안

작업환경측정 정도관리에서 자율항목으로 운영

» '21년 하반기 운영(예정)

연구담당자 연락처
연구책임자_ 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박해동
연락처_ 052-703-0885
e-mail_ workenv@kosha.or.kr

05 산안법 개정에 따른 허용기준 설정 유해인자의 시료채취 및 분석방법 – 1, 2-디클로로프로판, 일산화탄소

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **허용기준 설정 유해인자, 1,2-디클로로프로판, 일산화탄소**

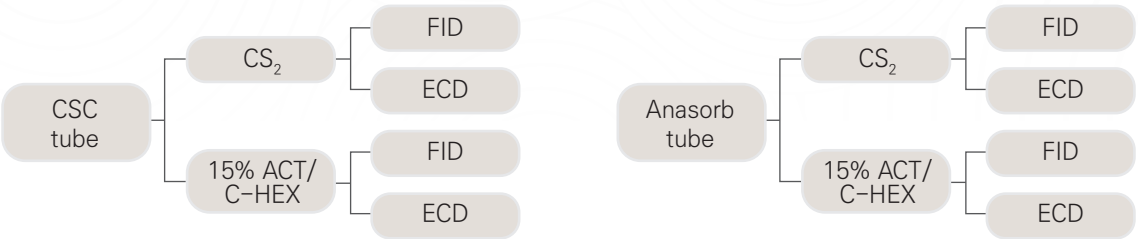
01 연구배경

- 2020년 1월 산업안전보건법 시행령 개정으로 직업병이 발생하거나 CMR(발암성, 생식독성, 변이원성) 물질 등 고유해성으로 인한 직업병 발생우려가 있는 24종을 허용기준 설정 유해인자에 추가하여 38종으로 대폭 확대
- 추가된 물질 중 1,2-디클로로프로판과 일산화탄소의 국내 측정분석 지침이 없어 허용기준 초과여부 감독 및 노출수준 관리를 원활히 하기 위한 작업환경측정·분석 방법 개발 필요

02 주요연구내용

연구결과

- 1,2-디클로로프로판(1,2-dichloropropane)의 포집매체, 탈착용매, 검출기를 선정하여 저장안정성, 적정포집유량, 검출한계, 시료채취오차 등 실험 후 현장 적용성 평가를 통한 측정분석방법 제시



* CS_2:이황화탄소, ACT:아세톤, C-HEX:시클로헥산, FID:불꽃이온화검출기, ECD:전자포획검출기

» 시료 저장안정성 평가를 위해 4가지 농도(노출기준의 0.1, 0.5, 1, 2배)를 매체에 주입하여 30일간 보관하며 분석, 탈착효율 90.4-109.5%(CSC tube, FID), 100.5-111.3%(CSC tube, ECD), 82.8-91.5%(Anasorb tube, FID), 89.1-94.9%(Anasorb tube, ECD)였으며 보관온도에 따른 차이는 없었음

» 두 매체 모두 상온보관 21일 차부터 이동현상(migration)이 나타나기 시작하였으며 저장기간이 길고 농도가 높을수록 이동현상이 많이 발생하고 상온 보관 시 1,2-DCP의 많은 양이 이동하고 빈번하게 나타남

» 검출한계 0.0023-0.0057 mg/mL, 정량한계 0.0076-0.0191 mg/mL 수준이며 ECD보다 FID를 이용한 분석의 직선성이 우수하였음

» 시료채취분석오차 실험결과 ECD 분석 시 ±9.86%(용매:CS_2), ±9.88%(용매:15%ACT/C-HEX)이며 FID 분석 시 ±10.04%(용매:CS_2), ±9.85%(용매:15%ACT/C-HEX)로 전체 추정표준오차의 신뢰구간(±25%)을 모두 만족함

» Anasorb와 CSC 매체의 적정포집유량 실험 결과 10 ppm 노출기준으로 각 2-10 L, 5-10 L 범위로 산정됨

» 1,2-디클로로프로판을 사용하는 작업장 측정 결과, 두 매체의 안정성 및 효용성이 실험실 결과와 동일하게 나타나 현장 적용에 적합하다고 판단됨

일산화탄소(Carbon monoxide)의 국내외 측정분석방법 검토 및 국내 적용성을 고려한 측정분석 방법 제시

» 국내외 주로 사용되는 일산화탄소 측정분석방법은 크게 직독식 장비, 가스크로마토그래프, 검지관, 패시브 도시미터 사용으로 구분되며 이 중 직독식 장비 사용이 가장 실용적인 측정 방법으로 판단되었음

» 측정 방식은 검지관 및 소음 측정방식을 참고하였으며 등간격으로 나누어 측정하는 방식과 연속측정 방식의 동시 도입이 필요하다고 판단되었음

» 시료채취분석오차는 NIOSH와 OSHA method에서 제시한 오차 및 국내 유통되는 직독식 장비의 오차를 고려하여 0.1로 제안하였음

03 연구활용방안

활용방안

- 1,2-디클로로프로판과 일산화탄소의 KOSHA GUIDE(안전보건기술지침) 마련으로 허용기준 초과여부 감독 및 노출수준 관리에 활용

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 직업환경연구실 **노지원**

연락처_ 052-703-0887

e-mail_ rojiwon@kosha.or.kr

06 디젤엔진배출물 노출실태 및 작업환경관리 방안 연구

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **노출기준, 원소탄소, 이산화질소, 호흡성분진**

01 연구배경

- 디젤엔진배출물은 국제암연구소에서 폐암을 유발하는 물질(Group 1)로 분류되어 있으며, 최근 지하철 노동자, 환경미화원, 건설기계 운전원 등 노출위험 작업자에 대한 사회적 관심이 높으나, 건강보호 및 작업환경관리를 위한 제도적 방안이 마련되어있지 못 함
- 최근 연구에 의하면 국내 운수업, 광업(채광), 건설업 등에서 약 41만 여명의 노동자가 디젤엔진배출물에 노출되고 있다고 추정되어 건강장해를 유발하는 새로운 유해인자로 대두되고 있음
- 따라서, 디젤엔진배출물 노출군을 대상으로 노출실태를 파악하고, 노출기준, 작업환경측정 등 노동자의 작업환경관리방안을 마련하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 디젤엔진배출물에 대한 노출기준은 통상 지하탄광과 일반적인 경우를 구분하여 설정하고 있으며, 노출평가 대리인자로는 많은 경우 호흡성 원소탄소(elemental carbon, EC)를 선택하여 노출기준을 제시하고 있음

- 과거와 현재 그리고 국내·외를 막론하고 지하탄광의 디젤엔진배출물 농도가 가장 높았으며, 터널이나 실내에서 지게차 등의 디젤차량을 운전하거나 그 주변에서 작업할 때 고농도로 노출되는 것으로 나타났음
- 과거 디젤차량이 사용되는 7개 업종, 11개 직무를 대상으로 모니터링한 71,987개 블랙카본(black carbon, BC) 자료를 통합해서 분석했을 때 업종별 직무별로 BC 노출농도가 차이가 있는 것을 확인함
  - » 실내에서 디젤차량을 운전하는 지게차 운전자, 실내에서 디젤연료가 사용되는 기기를 작동하는 직무 운전자(적층기기 운전자)가 가장 높은 노출 농도를 보였으며, 실외 작업(배달, 하역 등) 직무 근로자의 평균 농도는 상대적으로 낮았음
  - » 직무별 시간활동별 BC 노출농도를 분석하면 실내외에서 디젤 차량 직접 운전, 디젤 차량 근처에서 직무 활동(생활 폐기물 운반 등) 등의 특정 직무 활동에서 높은 BC 노출을 나타냈음
- 시범사업에서 노출수준 '중' 그룹인 소방관, 항만업 노동자, 자동차 정비/검사원의 EC 농도는 ND-8.2 ㎍/㎥, 호흡성분진(RSP)은 ND-0.76 ㎎/㎥ 그리고 NO_2 농도는 0.02-0.26 ppm 범위였음
  - » 호흡성분진은 소방서의 구급차에서 0.76 ㎎/㎥로 가장 높았으나 구급차를 제외한 다른 시료들은 실외 대조군과 비슷한 수준을 보였음
  - » NO_2는 소방에서 가장 높은 농도를 보였는데 2015년식 구조차에서 0.21 ppm, 구조차가 주차되어있던 차고지에서 0.26 ppm의 농도가 확인되었음.
    - 우리나라 고용노동부의 노출기준 3 ppm과 비교하면 8% 수준이지만, 미국정부산업위생가협회(ACGIH) 노출기준(0.2 ppm)보다는 높은 수준이었음

03 연구활용방안

제언

- 이산화질소를 디젤엔진배출물의 노출평가 대리지표로 제시하며 노출기준은 현행 3 ppm에서 시작하여 0.2 ppm으로 낮추어갈 것을 제시함

- 디젤엔진배출물 대리지표로서의 이산화질소에 대한 노출수준을 별도로 설정할 수도 있지만 이산화질소 노출기준 자체를 낮추는 방안 또한 제안함

- 디젤엔진배출물 노출근로자의 과거노출 등 역학조사에서 폐암 발생 위험도를 평가하는데 EC 노출평가 자료를 참고할 수 있는 기준으로 20 ㎍/㎥를 제시함

개선방안

- 국내·외 노출기준 및 시범사업을 통해 수집한 정보를 바탕으로 디젤엔진배출물 노출기준을 제정하여 디젤엔진배출물 노출을 관리하고 직업병 역학조사에 활용

활용방안

- 국내·외 노출수준 및 관리방법에 대해 정리된 자료를 활용 및 시범사업을 통해 다양한 업종에 대해 수집된 최신 노출자료를 활용
- 산업보건학회 등 관련학회지 논문 발표

연구담당자 연락처

연구책임자_ 계명대학교 **김승원** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업환경연구실 **이광용**
연락처_ 052-703-0895
e-mail_ withyou123@kosha.or.kr

07 직독식장치와 센서 기술을 이용한 작업환경 모니터링 현황과 전망

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **직독식장치, 센서, RTDS(실시간 감지 시스템), 작업환경, 모니터링**

01 연구배경

- 공기 중 유해물질을 측정하는 센서 기술의 발전으로 다양한 직독식장치가 개발되고 있어 작업환경 분야에 적용할 수 있는 방안에 관한 연구가 필요함
- 산업보건 분야에서 RTDS를 활용하여 노출 양상을 더욱 세분화하고 세밀하게 판단할 수 있는 과학적 노출평가 방법에 대한 많은 관심이 집중되고 있음

※ RTDS(실시간 감지 시스템, Real Time Detection Systems)

02 주요연구내용

연구결과

- 상용으로 개발되었거나 연구되고 있는 센서 및 검지관 등의 RTDS는 매우 다양하며, 그 중 노출기준이 설정된 화학물질을 측정할 수 있는 센서의 종류는 114종, 검지관은 127종이 있음
- RTDS를 통해 수집된 실시간 자료를 분석하는 것은 기존의 TWA 기준과 비교하여 초과여부를 판단하는 것과는 다른 접근법이 필요하기 때문에 자료를 분석하는 방법에 있어서 평균, 표준편차, 변화율, 누적분포 등을 이용하여 신뢰할 수 있는 알고리즘을 연구하는 것이 필요함

- RTDS 기술을 작업환경측정 분야에 적용하기 위해서는 산업안전보건법, 시행령, 시행규칙 등 조항들 간 직간접적으로 연관이 있으며, 일부 개정에 관한 검토가 필요함

시사점

- 작업환경측정 분야에 RTDS를 활용하기 위해서는 신뢰성을 제고할 수 있도록 '센서성능평가센터'를 설립하여 상용 센서에 대한 성능을 평가하고, 센서기술 및 데이터 해석을 위한 지침을 제공하여 센서의 선택에 대한 기준을 제시하는 역할을 해야 함
- 지속적으로 개발되고 있는 RTDS 장비들을 측정제도에 반영하기 위해서는 관련 규정의 개정을 종합적으로 검토하여 산업안전보건법 상 근거를 마련할 필요성이 있음
- 단시간 노출기준(STEL), 최고노출기준(C)이 설정되어 있는 대상물질 측정 시 우선적으로 적용, 검토하여 신뢰성을 확보하고 점차 확대하는 것이 타당함

03 연구활용방안

제언

- RTDS를 이용하여 측정 가능한 유해물질의 경우 작업환경측정 주기에 국한하지 않고 사업장에서 사업주 중심으로 상시 혹은 주기적으로 유해인자의 노출 수준을 확인 할 수 있으며, 이를 통해 유해화학물질에 의한 중독사고의 예방이 가능하고, 사업장 내 보건관리자나 보건관리전문기관에 소속된 전문가의 역할을 더욱 강화하는 방법이 될 것임

개선방안

- 공공기관에서 RTDS에 대한 신뢰도 제고 및 상용 장비들에 대한 신뢰성 평가 결과를 제공할 필요가 있음
- RTDS에 대한 기술지침 및 매뉴얼을 개발하여 제공할 필요가 있음
  - » 센서/RTDS 사용가능 여부를 결정할 수 있도록 의사결정 트리와 모니터링 절차, 센서의 정확성 및 정밀도, 데이터 로깅 빈도 등

활용방안

- 산업안전보건법 상 작업환경측정 분야에 센서/RTDS를 적용할 수 있도록 연구결과를 제도화할 수 있는 근거가 될 수 있음
- RTDS의 신뢰성 및 적용성 제고를 위하여 '센서성능평가센터'의 필요성과 설립 시 역할 등을 제시할 때 근거가 될 수 있음

연구담당자 연락처

연구책임자_ 창원대학교 **하권철** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업환경연구실 **김세동**
연락처_ 052-703-0893
e-mail_ rlatpehd7@kosha.or.kr

08 작업환경측정분석 국가산업표준(KS) 제정연구(2)

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **한국산업표준(KS), 국제표준화기구(ISO), 작업환경측정, 분석방법**

01 연구배경

- 국가표준의 활용도를 높이고 표준과 기술기준 간 연계를 강화하기 위하여 산업통상자원부에서 전담하던 표준 개발·운영 업무가 각 부처로 이관('15.7.29.)됨에 따라 고용노동부는 작업장 공기 분과(ISO/TC146/SC2)의 한국산업표준(KS)을 운영·관리하게 되고,
- 이에 따라 연구원에서는 국제표준화기구의 작업장 공기 분과(ISO/TC146/SC2)의 표준을 상시 확인하여 표준 개발이 완료 되었거나, KS로 제정이 필요한 표준을 확인한 결과, 일부 관련 KS의 제정이 필요한 것으로 사료됨
- 따라서, '19년도와 연계해서 「작업환경측정분석 국가산업표준(KS) 제정연구(2)」를 진행하여 KS 제정(안)을 마련하고자 하며, 마련된 KS 제정(안)은 산업통산자원부의 KS 제정 절차에 따라 순차적으로 제정하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 산업안전보건법, 정부 규정 및 관련 지침(안전보건기술지침 분석방법 등)의 용어를 기준으로 용어를 통일화하였고, 국어표준대사전 및 화학용어사전을 활용하여 용어를 합리적으로 선정하였고,

- 산업보건 분야 전문가 자문회의를 거쳐 선정된 용어의 표준성을 재차 검토한 후 산업통상자원부의 KS 제정 양식에 맞추어 KS 제정(안)을 마련함

※ ISO 표준 5종 목록 및 주요내용

» ISO 19087:2018 : 퓨리에-변환 적외선 분광광도기에 의한 호흡성 결정형 실리카분석

- 퓨리에-변환 적외선 분광광도기(FTIR) 방법을 활용한 호흡성 결정형 실리카분석법
- 유사 분석법 : A-1-085 결정형 실리카, NMAM 7602, P&CAM 110

» ISO 21832:2018 : 공기 중 입자의 금속 및 준금속 — 측정 절차 평가의 요구사항

- 공기 중 입자의 금속 및 준금속 측정 절차에 대한 우연 및 계통 오차와 관련된 모든 불확도를 추정하고, 전체 불확도를 계산하는 방법 명시

» ISO 22065:2019 : 가스 및 증기 — 펌프 시료채취기를 이용한 측정 절차 평가 요구사항

- 가스 및 증기를 포집하기 위하여 해당 시료채취기를 사용하여 측정할 때의 절차에 대한 실험 평가 방법

» IEC 62990-1 : 파트 1 : 가스 검지기 — 유해가스 검출기의 성능 요구사항

- 작업장의 유해가스 및 증기의 농도를 측정할 때 사용되는 가스 검지기의 구성, 실험 방법 및 성능 요구사항

» IEC 62990-1/COR 1:2019

- IEC 92990-1 표준의 일부 내용을 수정한 표준으로 해당 표준 내에 반영

03 연구활용방안

활용방안

- 산업표준화법*에 따라 고용노동부는 작업장 공기 분과(ISO/TC146/SC2) 표준을 KS로 하고 있으며, 고용노동부에서 산업안전보건연구원과 협의하여 KS를 운영·관리**함

* 산업표준화법 제29조(산업표준화협력 추진) 정부는 국제표준화기구 또는 외국의 표준화기관과의 표준화에 대한 협력(이하"국제표준화협력"이라 한다)을 촉진하기 위한 시책을 강구하여야 한다.

** 매 5년마다 도래 되는 KS는 개정, 폐지 또는 확인 절차를 거치며, 연구를 통해 마련된 KS 제정(안)은 산업통산자원부의 제정 절차에 따라 순차적으로 제정됨

- 작업장 공기 분과 KS는 작업환경측정·분석 방법뿐만 아니라 용어의 정의, 작업환경측정 고려사항 등 산업보건 전문가, 측정·분석사 등이 기초 자료로 광범위하게 활용할 수 있으며,
- 이 표준을 제정 당시 미국, 독일, 영국 등 여러 나라의 전문가가 참여하였기 때문에 전문성이 보장되며, 세부 내용이 아주 구체적으로 기술되어 있기 때문에 기존의 안전보건기술지침, 흔히 참고하는 NIOSH·OSHA 분석방법 등과 함께 활용할 수 있음

연구담당자 연락처

연구책임자_ 신라환경컨설팅(주) **황용식** 대표이사
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업환경연구실 **김성호**
연락처_ 052-703-0892
e-mail_ sungho.kim@kosha.or.kr

09 말관리사 폐암발생 원인 및 개선을 위한 정밀 실태 조사

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **말관리사, 폐암, 호흡성 결정체 석영, 작업환경관리방안, 건강보호방안**

01 연구배경

- 말(마필)관리사는 경주마 훈련, 사료 먹이기, 마방의 볏짚 교체 등의 업무를 하는 직종으로 우리나라에서는 과천경마장, 부산·경남경마장, 제주 경마장에서 근무
- 우리나라에서 다수의 말관리사가 말을 훈련시키는 과정에서 원형마장과 경주로 바닥재의 모래에서 비산된 호흡성 결정체 석영에 장기간 노출되어 폐암 산재 승인을 받았음
- 본 연구는 말관리사의 작업환경 및 건강관리실태를 조사하여 폐암 발생 예방을 위한 작업환경 개선방안과 건강 보호방안을 제시하였음

02 주요연구내용

연구결과

- 바닥재 모래(벌크) 분석결과
  - » 경마장의 주로, 실내원형마장, 실외원형마장의 바닥재인 모래에서 결정체 석영 피크가 확인되었으며, 석영이 주성분이었음

» 제주와 과천 경마장의 주로, 실내원형마장, 실외원형마장의 모래에서 폐암의 원인이 될 수 있는 중금속(구리, 비소, 수은, 납, 6가크롬, 아연, 니켈)을 분석한 결과, 비소, 수은, 6가크롬은 불검출 되었으며, 그 외 검출된 중금속은 토양환경보전법의 토양오염우려기준 보다 낮은 수준이었음

» 실내마장 모래의 입경 분포를 바닷가 모래, 놀이터 모래와 비교 시 실내마장의 모래가 일반 지역의 모래보다 작은 입자크기로 구성되어 있었음

» 주로, 실내원형마장, 실외원형마장의 모래의 입경 분포를 조사한 결과 가장 많은 분포를 차지한 입경은 600 ㎛~4.75 ㎜이었으며 분진을 많이 발생시키는 250 ㎛ 이하의 입경분포는 모래를 교체하지 않은 원형마장이 가장 높았음

노출평가 결과

» 원형마장에서 조마삭 운동 시 호흡성 결정체 석영은 불검출 또는 우리나라 노출기준(0.05 ㎎/㎥) 대비 매우 낮은 수준이었으며, 조마삭 운동 시간이 과거에 비해 짧고 살수 등 작업환경관리를 실시하여 과거와 달리 노출 수준이 낮게 나타난 것으로 판단되었음

» 총분진 농도는 살수작업을 실시하지 않은 경우 실내 마장이 가장 높았으며, 이용 시간이 증가할수록 증가하였음

작업환경관리 방안

» 모래 세척 후에 세척 전과 비교하여 비산성이 높은 작은 크기의 입자가 제거되어 모래 세척의 효과가 확인되었음

- 경주로 이외에 실내 마장이나 실외 연습장 등의 모래를 주기적으로 교체하여 분진의 노출을 최소화할 필요가 있으며, 적절한 세척 주기는 후속 연구가 필요함

» 살수 여부에 따라 총분진과 호흡성 분진 농도에 차이가 나타났으며, 살수에 의한 분진 저감 효과가 있는 것으로 판단됨

- 미설치된 분진 발생장소에 살수장치를 추가로 설치할 필요가 있으며 효과적인 살수를 위해 자동 살수시스템 적용을 고려해야 함

» 필요시 즉각적인 작업환경 개선조치를 실행할 수 있도록 총분진 실시간모니터링 장비를 이용한 작업환경관리방안을 제안하였음

건강관리체계 개선방안

» 보건관리자의 역할 강화, 산업보건의 제도 운영 및 적절한 검진항목 검토, 건강증진 사업, 작업복귀 원칙 등이 논의될 수 있는 산업안전보건위원회 운영을 활성화시킬 필요가 있음

» 채용 시, 기혼여성, 40세미만, 40~49세, 50세 이상으로 구분하여 10년 이상 근무, 혹은 40세 이상에서 저선량 폐CT 도입 등 추가 건강검진 항목 및 주기를 제안하였음

» 1개월 이상의 휴업치료를 요하는 주요 중증질환자의 업무복귀(직업성 질환 뿐 아니라 일반질환에 유병되어 복귀할 경우에도 해당됨)와 폐암 환자에 대한 업무적합성 평가와 작업 복귀프로그램을 제안하였음

시사점

- 말관리사의 호흡성 결정체 석영 노출 저감을 위해 살수와 바닥재인 모래의 주기적인 세척 및 교체가 효과적인 방안임이 확인되었음
- 말관리사의 건강관리체계에 과부족한 건강검진 항목 등 개선이 필요한 사항이 확인되었음

03 연구활용방안

제언

- 본 연구에서 제안된 작업환경 개선방안과 건강관리체계의 개선안에 따라 향후 말관리사의 호흡성 결정체 석영 노출을 최소화하고 건강을 관리할 필요가 있음

활용방안

- 본 연구보고서를 우리나라 말관리사의 작업환경관리 및 건강보호에 활용
- 관련 국내외 학술지 및 학술대회에 발표

연구담당자 연락처

연구책임자_ 대한산업보건협회 **조기홍** 실장
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업환경연구실 **권지운**
연락처_ 052-703-0884
e-mail_ jwk@kosha.or.kr

10 포괄적 작업환경평가 제도 도입을 위한 시범사업 연구

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **작업환경측정, 측정주기, 위험성평가**

01 연구배경

- 작업환경측정제도의 발전방안에 대한 시범사업을 통하여 실효성을 확보하고자 함
  - » 현행 측정제도의 일률적인 대상 및 주기에 대한 문제제기가 있어왔고,
  - » 노동자, 사업주, 전문가들 모두에게 신뢰를 얻지 못하고 있음
  - » 이에, 위험성평가 개념을 접목한 제도 도입이 검토되고 있으며,
  - » 석탄화력발전소를 대상으로 3년 계획의 시범사업을 추진하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 시범 사업장의 현황파악
  - » 최근 작업환경측정결과 보고서를 분석하여, 측정물질, 노출수준 등을 파악함
  - » 화학물질 사용현황 분석 : 독성(유해성) 및 사용량 정보를 이용하여 위험성평가 실시

» 벌크시료분석을 통한 주요 노출가능인자 파악

» 보완적 작업환경측정 실시 : 일부작업의 고독성물질을 대상으로 함

- 결정형 유리규산 : ND-0.052 ㎎/㎥, 1,2-디클로로에틸렌 : 51.6-86.8ppm 등

☑ 관계자 간담회 실시

» 노동단체, 경영자단체, 측정기관, 전문가, 행정기관 참여

» 측정제도의 개선/보완에는 동의하나, 방향성에 있어서는 논의가 필요함

☑ 시범사업장의 포괄적 작업환경평가시 고려사항 도출 및 제안내용

» 선택과 집중 필요 : 위험성평가를 통한 측정대상과 주기를 선정함

- 위험성 등급(4단계)에 따른 측정주기 선정

» 최고 노출 근로자에 대한 평가를 위하여 수시측정 병행 및 노동자 참여

» 단위작업장소보다 확대된 개념의 유사노출그룹을 측정대상단위로 하되 반복측정 실시

» 측정전략 : 유해성평가-사용정보파악-노출수준예측-정밀작업환경측정

» 제품 구매단계부터 유해성을 고려할 수 있는 화학물질 관리 시스템 구축을 제안함

☑ 작업환경측정 제도개선 방향

» 위험성평가와 전문가 의견을 반영하여 측정 대상물질을 확대

» 위험성 정도에 따른 측정주기의 조정범위를 확대할 필요가 있음

- (현행) 3개월~1년 (개선) 수시~3년

» 최고노출근로자 평가를 위한 수시측정 제도 병행

» 유사노출그룹에 대한 반복측정을 통하여 측정결과의 신뢰도 향상

» 기존 측정결과, 사용제품의 유해성평가, 작업장 순회조사를 통한 사전 위험성평가 실시

» 실효성 있는 제도의 도입 및 정착을 위하여 현행제도의 병행을 통하여 선택적으로 적용할 수 있도록 유도

시사점

☑ 3년 계획의 시범사업 중 1년차 연구에 해당함

☑ 시범평가를 통하여 작업환경측정제도의 개선방향과 도입방안을 모색하고자 하였음

» 시범사업의 위험성평가를 접목한 측정전략은 각 사업장별 환경에 따라 조정이 필요할 수 있음

03 연구활용방안

개선방안

- 동 연구는 3년 과제 중 1년차 연구결과이며, 전체 연구 완료 후 정책반영 예정임
- 작업환경측정제도의 개선방안을 모색하여 향후 정책에 반영
  - » 현행 제도를 보완(또는 대체) 할 수 있는 제도의 모색
  - » 제도 도입의 실효성을 강화하기 위한 방안 도출

연구담당자 연락처

연구책임자_ 노동환경건강연구소 **이윤근** 소장
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업환경연구실 **박해동**
연락처_ 052-703-0885
e-mail_ workenv@kosha.or.kr

11 국내외 질식재해 예방 규정 비교 및 개선방향에 대한 연구

연구기간_ **2020년 7월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **밀폐공간, 질식재해, 밀폐공간 작업**

01 연구배경

- 안전보건규칙상의 '밀폐공간'은 최초 제정(82년) 당시 산소결핍, 황화수소만을 다루었으며 '03년부터 화재·폭발 등의 위험장소까지 포함하여 정의하고 있음
- 외형적으로는 밀폐공간 범위와 종류는 늘었지만 산소결핍, 황화수소, 일산화탄소 중독 예방에 초점이 맞춰져 있고, 화재·폭발 관련 규정은 사실상 화재·폭발 예방규정에서 다루고 있어 체계적이지 않다는 지적
- 이에 현행 안전보건규칙 상 밀폐공간작업 관련 규정들을 외국 규정과 비교, 검토하여, 명확성과 실행력이 보강된 제도 개선안을 마련하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 외국(독일, 미국, 일본)의 밀폐공간 질식 재해 예방 제도
  - » 각 국가별 밀폐공간 정의에 대한 개념이 차이가 있으나, 밀폐공간의 정의 부분 이외에 실제 밀폐공간 작업을 실행하는데 대한 예방조치는 외국과 우리나라가 크게 다르지 않음
  - » 독일과 미국의 경우 밀폐공간의 개념을 장소의 개념보단 상황적 개념으로 정의하고 있어 작업 현장에서 밀폐공간에 대해 판단해야 하는 경우, 사업자나 밀폐공간관리자들의 더욱 세밀한 주의가 필요함

» 우리나라와 일본의 경우는 장소의 개념으로 주로 장소 내부를 정하고 있으며, 특히 일본의 경우는 산소결핍과 황화수소 중독에 집중 관리되고 있음

- 국내 밀폐공간 관련 법규 비교
  - » 산업안전보건기준에 관한 규칙에는 밀폐공간 작업으로 인한 질식재해 예방규정 외에도 관리대상물질, 화재 및 폭발 예방, 건설공사 시에 발생할 수 있는 밀폐공간에서의 안전보건 조치사항들이 서로 다른 목적으로 정의되어 있음
  - » 이러한 법규들을 밀폐공간이라는 하나의 큰 주제로 통합하여 법제화 하는 것은 현재로서 여러 가지 어려운 점이 있는 것으로 판단됨
  - » 현재의 법 체계는 통합하지 않되, 밀폐공간 사고재해 예방 가이드를 별도로 제작하여 중독, 화재·폭발, 질식 등을 포괄하는 가이드를 만들어 배포하는 것이 더욱 효과적이라고 판단됨

03 연구활용방안

제언

- 국내 대형 질식재해의 주요 원인을 보면 결국, 밀폐공간을 관리해야 할 사업주나 관리자들의 밀폐공간의 개념과 위험성의 인지부족으로 인한 영향으로 함축될 수 있음
- 밀폐공간 작업의 발주처가 제조업, 건설업, 농업, 공공기관 등으로 다양해서 여러 관리 주무부처가 혼재되어 있는 상태로 고용노동부 단독으로 산재예방전략 수립과 활동에 한계가 있음
- 따라서, 우리가 코로나 19라는 감염병 위기를 범정부 차원에서 대응을 하듯이 안전보건 문제, 특히 중대재해로 일어날 가능성이 높은 밀폐공간 작업에 대해서는 전 부처가 해당 부처 소관의 밀폐공간을 스스로 찾고 관리감독해야 한다는 의지를 가지고 홍보하고 예방활동을 해야 할 필요가 있음

개선방안

- 국내 산업안전보건기준에 관한 규칙상의 밀폐공간의 정의에 대한 개념 설정
  - » 밀폐공간으로 정의되고 있는 18종의 밀폐공간을 현장 관리감독자나 근로자들이 명확하게 이해할 수 있도록 가이드를 작성하여 제공하는 방법

» 밀폐공간 정의를 장소의 개념이 아닌 상황적 개념으로 개편하는 방법

- 작업 현장에서 명확한 개념적 판단을 할 수 없는 경우가 발생할 수 있어 외부 전문가에 의한 밀폐공간 확인 인증 제도의 도입도 검토할 필요가 있음

특별히 위험한 밀폐공간 작업에 대한 작업허가제도 도입

» 안전보건규칙의 18종의 밀폐공간 중 1-17호까지는 밀폐공간 내 작업 시의 조치를 모두 준수할 수 있는 작업허가제를 실시(밀폐공간 위험이 존재하지 않는다는 전문가의 확인서 있는 경우 제외)

» 18호의 경우, 일반 밀폐공간으로 유해가스 발생 장소 등에 대한 조치기준만 이행하게 하는 방식으로 제안함

밀폐공간 관련 교육의무 시행 및 유해가스 측정자 자격 확대

» 원청이나 발주처의 관리감독자가 밀폐공간 작업을 책임 있게 관리감독하기 위해서 밀폐공간 관련 교육을 의무적으로 받도록 함

» 5인 미만 사업장은 사업주가 밀폐공간 관련 교육을 받도록 함

» 산소 및 유해가스 측정에 대한 교육을 받은 자는 측정할 수 있도록 측정자의 자격을 확대

활용방안

산안법상 밀폐공간 관리규정 수립의 근거로 활용

산업보건학회 등 관련학회지 논문 발표

연구담당자 연락처

연구책임자_ ㈜한성보건안전기술원 **임대성** 대표
연구상대역_ 산업안전보건연구원 직업환경연구실 **이광용**
연락처_ 052-703-0895
e-mail_ withyou123@kosha.or.kr

Occupational Safety & Health Research Institute

V 산업화학

01. 화학물질 노출관리를 위한 노출모델 적용 연구
02. 화학물질 위험성 평가에서의 유해성 등급 분류기준(hazard band) 연구
03. MSDS 시스템 장기적 운영방안(로드맵) 마련 연구
04. 산업안전보건법 내 유해물질 제한 제도화 방안 연구
05. 관리대상 유해물질 제도 개선(안) 실행력 제고 방안 연구
06. 금속화합물 노출기준 개정 방향 연구
07. 화학물질 독성 스크리닝을 위한 3차원 세포배양 기술 적용 타당성 연구
08. 인체피부모델을 활용한 피부자극성 분류 적용방안 연구
09. 난용성물질의 흡입노출 후 표적부위 노출 확인 연구
10. 급성흡입독성시험의 In vitro 대체시험법 적합성 검토
11. 반도체산업 화학물질 독성발현경로 수준별 DB구축 연구
12. 화학물질 및 생활요인 유발 간질환 독성 발현 경로 구축 및 비교 연구
13. 화학물질에 의한 면역성 질환의 AOP 적용 연구
14. 생체지표를 활용한 발암성 조기 탐색법에 관한 연구
15. 화학공장 화재폭발 사고사례의 시스템적 원인분석
16. 화학물질 취급사업장 안전관리체계 개선연구
17. 신산업의 노동자 보호 방안 연구
18. 화학산업 안전풍토(Safety Climate) 조성방안 마련
19. 정량적 위험성평가(CPQRA)방법 도입 방안 마련 연구

01 화학물질 노출관리를 위한 노출모델 적용 연구

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **노출 모델, ECETOC TRA, 디클로로메탄, 위험성평가**

01 연구배경

- 노동자 건강장해 예방을 위해, 사각지대 없이 유해 화학물질을 관리 할 필요성이 높아지고,
  - » 화학물질 등록 제도에서 화학물질의 안전한 사용에 대한 사전평가를 요구하고 있기 때문에 화학물질 노출모델 사용이 늘어나고 있고
  - » 이에 따라 노출모델 개발 및 검증에 대한 연구가 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 전문가 인터뷰 결과, 사업장 화학물질 관리는 위험성평가를 통해 이루어져야 하며, 노출평가에서 작업환경측정의 한계를 인정하고, 노출모델을 적극적으로 활용하여 리스크관리조치(RMM)에 대한 판단이 이루어져야 한다고 의견이 수렴됨

- 1단계(Tier 1) 화학물질 노출 모델의 활용성은 확인되었으나, 노출모델에 대한 정도관리, 리스크관리조치(RMM) 정의 등이 보완되어야 하고, 실제 화학물질 사용 사업장에서 노출모델을 이용하여 화학물질관리를 어떻게 할 것인가에 대한 연구가 필요하다는 것이 유럽연합의 현재 권고임
- 디클로로메탄에 대한 작업환경측정결과, 신뢰성평가 결과 및 ECETOC TRA 추정값을 비교해 본 결과, 노출 추정값은 공정과 환기조건에 따라 크게 다르게 나타났으며, 거의 모든 공정에서 안전하게 사용하기 위해서는 국소 배기 시설이 필요하다고 나타남. 작업환경측정결과는 공정과 환기조건에 따른 차이가 크게 보이지 않음. 신뢰성 평가 결과는 공정과 환기조건의 차이에 따라 측정값의 차이가 보임
- 국내 화학물질 위험성평가는 CHARM을 사용하고 있으나 사용자 역량과 활용 목적에 맞게 위험성평가 방법을 자유롭게 선택할 필요가 있음. 특히, 소규모사업장에서의 화학물질 위험성평가는 법적인 의무사항이 아니므로, 개선조치 여부를 판단하는 목적인 COSHH 이센셜을 활용할 필요가 있고, 위험성평가 방법 보급보다 위험이 높은 공정과 작업에 대해 구체적이고 실용적인 개선조치 시트 개발이 우선되어야 함

시사점

- 화학물질 노출모델은 노출평가의 방법으로 제한점을 인지하고 노출 상황의 맥락적 정보와 함께 사용하여야 함
- 화학물질 노출평가는 화학물질관리의 한 과정으로 유해성 인식과 리스크관리조치 판단 단계와 이어져야 하며, 가장 중요한 것은 사업장에서 실제 실행되도록 하는 것임

03 연구활용방안

제언

- 화학물질 노출모델의 개발 및 검증은 다각도로 이루어져야 하며, 기준값이 되는 것은 작업환경측정 결과임. 현재의 노출수준 (참값)을 반영할 수 있어야 하므로 우선적으로 공공사업을 통해 여러 노출상황에 대한 맥락적 정보와 함께 품질 높은 작업환경측정값을 산출해야 함

활용방안

- 본 연구는 유해 화학물질 사업장 관리를 위한 공공 지원 대책 수립 및 정책 개발의 기초 자료로 활용될 수 있음
- 본 연구는 노출시나리오 중 작업장 노출 평가의 실효성을 확보하기 위한 정책 개발의 기초 자료로 활용될 수 있음

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 화학물질평가1부 이나루
연락처_ 042-869-0351
e-mail_ naroolee@kosha.or.kr

02 화학물질 위험성 평가에서의 유해성 등급 분류기준(hazard band) 연구

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **유해성 밴드, 정성적 화학물질 위험성 평가**

01 연구배경

- 전 세계적으로 사용되는 화학물질은 지속적으로 증가하는데 반해 화학물질의 위험성을 관리할 수 있는 노출기준이 설정되어 있는 물질은 제한적이고, 측정을 할 수 있는 물질은 극히 일부에 해당함
  - » 이렇게 모든 화학물질에 대한 측정에는 한계가 있어 작업장 노출을 평가·관리하기 위한 대체 수단으로 유해성 범주화(밴딩) 기법이 많이 활용됨
- 최근 이러한 정성적인 기법 내에서도 유해성 관점의 변화가 확인되었고, 보다 정량적인 방법으로의 접근을 지향하고 있는 추세이기도 함
  - » 이러한 국내·외 유해성 평가에서의 접근법을 조사·분석함으로써 국내에서 주로 활용되는 위험성 평가 기법 내 유해성 결정에서의 제한점을 확인하고 개선방안을 제시하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 국외 화학물질 위험성 평가에서의 유해성 결정방식
  - » 국외 화학물질 위험성 평가에서 특히 정성적인 밴딩 방식을 활용하는 방법론(COSHH Essentials, NIOSH Occupational Exposure Banding, ECHA Risk Characterization)을 대상으로 유해성 결정방식을 검토한 결과, 각 방법은 공통적으로 유해성을 그룹화하는 정성적인

접근방법을 포함하고 있지만, 그 목적, 활용범위, 결정 로직 등에서 차이가 있었음. 또한 국내에서 정성적인 접근 방법은 스크리닝 목적으로 활용하고, 정량적인 평가 방법론 도입의 필요성을 인식할 수 있었음

- 국내 화학물질 위험성 평가에서의 유해성 결정방식
  - » 국내에서는 안전보건공단에서 제공하는 화학물질 위험성 평가 툴인 CHARM이 많이 활용되고 있음. 해설서에는 두 가지 방식(곱셈법, 행렬법)을 설명하고 있으며, 전산시스템은 곱셈법 방식을 적용하여 제공되고 있음. 이는 유해성과 노출수준이 높아질수록 위험의 우선순위로 관리하는 방식이나, 일반적으로 화학물질의 위험성을 평가할 때 유해성에 기반한 노출 허용 범위 대비 추정 노출량을 비교하는 행렬법 방식이 관리조치를 제시하는데 더 적합할 것으로 판단됨
- 국내·외 화학물질 위험성 평가에서의 유해성 결정방식 비교 분석
  - » 조사 대상 평가 방식에서 정성적으로 유해성을 밴드화하는 국외 방법론은 각각 밴드를 설정한 근거가 있었으며, 국내·외 유해성 밴드를 비교한 결과 유사하지만 동일하지는 않았음. 특히 CHARM의 행렬법이 COSHH Essentials와 유해성 밴드 할당이 제일 유사함을 확인할 수 있었음
- 국내 화학물질 위험성 평가 툴 개선방안
  - » 화학물질 위험성 평가의 목적이 무엇인지를 명확히 인식하고 단계별로 접근 방법론(정성 및 정량적)을 연구·개발하여 기반을 마련할 필요가 있음. 현재 활용되고 있는 평가 툴에 대하여 정성적 평가 방법에서의 개선(안)을 제안하였음. 가장 기초적인 스크리닝 목적의 화학물질 평가·관리 툴로 기능을 단순화하고, 이때 정책적인 방향과 위험성 결정 로직, 유해성 밴드 할당 로직을 고려하였음
- 국내 화학물질 위험성 평가 기법 개선(안) 적용 및 유효성 검증
  - » 유해성 밴드 개선(안)에 대하여 일부 제시 기준에 대한 안전역을 확인하고, 국내 노출기준 설정물질을 대상으로 보수적인 추정력을 가지는지 비교, 검증하였음. 그 결과 99% 이상이 정량적이면서 과학적·사회적·경제적·정치적 평가의 결과로서 설정된 노출기준과 동일한 범위에 속하거나 보다 보수적인 범위에 속하는 것을 확인할 수 있었음. 추가로 현재의 관리대상 유해물질을 대상으로 관리조치를 확인하기 위하여 개선(안)을 적용한 결과, 일부 물질은 조화된 유해성 정보를 바탕으로 설비 조치 외에 일반 환기로 노출 관리가 충분한 것으로 나타났음. 이에 따라 이러한 정성적인 평가 결과만으로 관리조치를 함으로써 무조건 위험이 감소되었다는

부적절한 인식을 줄 우려도 있었음. 따라서 평가 툴의 목적과 사용 범위, 제한점 등을 분명히 명시할 필요가 있음

시사점

- 화학물질 위험성 평가 중 컨트롤 밴딩 방식 접근법에서의 유해성 범주화(hazard banding) 관점의 변화를 확인하고, 유해성에 기반한 국내 화학물질 위험성 평가 개선방안을 제안하였음

03 연구활용방안

개선방안

- 화학물질을 평가하는 이유는 안전하게 그 위험성을 관리하기 위함임. 본 연구에서는 국내 화학물질 위험성 평가의 현재 수준과 개선 방향을 확인할 수 있었음
  - » 흔히 국내에서 언급·활용되고 있는 화학물질 위험성 평가는 0단계로 스크리닝 차원의 정성적인 평가 도구임. 그러나 내부의 결정 로직, 유해성 밴드 할당 등에 개선이 필요하여 본 연구에서는 해당 과정을 검토하여 개선(안)을 제시하였으며, 개선(안)에 대한 기본적인 차원의 검증 및 적용을 실시하였음
- 향후 화학물질의 정성적 위험성 평가는 기초적인 단계의 화학물질 평가·관리 툴로서 목적을 분명히 하고, 전산시스템에 개선(안)의 로직을 적용 혹은 보완을 통해 제공한다면 화학물질 위험성 평가 툴의 현장 작동성에 기여할 수 있을 것임
  - » 아울러 추가로 논의된 화학물질 위험성 평가 접근방식(방법론)에 대한 검토 내용은 국내 화학물질 평가·관리에 있어 지향점 혹은 단계별 목표를 수립하는데 활용 가능함

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 화학물질평가1부 이혜진
연락처_ 042-869-0352
e-mail_ hana1226@kosha.or.kr

03 MSDS 시스템 장기적 운영방안(로드맵) 마련 연구

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **MSDS, MSDS 시스템, 신뢰성, 이해당사자, 로드맵**

01 연구배경

MSDS 제출 의무화

» 2018년 12월 「산업안전보건법」 전면개정으로 MSDS 제출이 의무화되어, 고용노동부는 산업용제품에 대한 방대한 데이터베이스를 구축하여 화학물질에 노출되는 노동자를 과학적이고 효과적으로 보호할 수 있는 기회를 갖게 되었음

» 이에 따라 MSDS 제출 의무를 가진 기업의 상황을 분석하고 기업과 노동조합 이해당사자들이 MSDS 시스템에 동의하고 협력할 수 있는 장기적 운영방안(로드맵)을 마련하게 되었음

02 주요연구내용

연구결과

선행연구 검토 결과

» MSDS는 노동자 보호를 위한 알권리 도구로부터 공급망 정보전달 도구로서의 새로운 위상을 획득하고 있으므로 고용노동부와 안전보건공단에서도 변화되는 위상에 맞는 정책 개발이 요구됨

MSDS 신뢰성 제고 방안

» MSDS 신뢰성을 높이기 위해서는 유해성정보의 질을 개선하는 것이 가장 중요하며, 단일물질의 경우 발암성 물질 등 유해성이 큰 물질부터 표준적인 정보를 마련하여 신뢰성을 높여야 하고, 혼합물의 경우 전문역량이 부족한 중소기업을 위하여 MSDS editor를 이용해 공급망 정보를 사용해 양질의 MSDS를 만들도록 지원할 필요가 있음

기업이해당사자 포럼 운영 결과

» MSDS를 제출할 책임이 있는 기업 이해당사자들과 포럼을 3회 개최하여 MSDS 시스템의 목적이 1) MSDS 신뢰성 제고와 2) MSDS 활용성 제고라는 점에 대해 공유하였으며, 기업 이해당사자들이 이러한 목적 달성을 위하여 이해당사자 포럼을 구성해 상호 협력하자는 우호적 답변을 하였음. 따라서 2021년부터 기업과 노동조합의 이해당사자들과 함께 'MSDS 신뢰성 제고와 활용성 강화를 위한 포럼(가칭)'을 운영할 필요가 있음. 이 때 기업 이해당사자들은 기업의 실무를 맡고 있는 전문가들이 올 수 있도록 해야 함. 그리고 안전보건공단 홈페이지를 통해 기업 화학안전 전문가 등록을 추진해야 함

로드맵 마련

» 로드맵은 2021년부터 2030년까지 10년간 장기계획으로 마련되었으며, 1단계(2021-2023)는 신규 제품 및 100톤 이상 제조 수입되는 기존 제품 MSDS가 제출되는 시기로서 MSDS 시스템의 안착을 가장 중요한 목표로 하였음. 이를 위하여 사용자 친화적 전산시스템을 구축하고 MSDS editor를 보급하며 MSDS 유해성 정보의 신뢰성을 높이기 위한 표준 분류 정보의 마련이 핵심적 과제임. 2단계(2024-2026)는 모든 제품 MSDS 제출이 완료되는 기간이고 MSDS 신뢰성 제고 노력이 본격화되는 한편, MSDS 정보 활용을 위한 데이터 연계를 준비하는 단계로 설정하였음. 3단계(2027-2030)는 데이터 연계 등을 통한 MSDS 정보의 적극적 활용을 목표로 하였음. 로드맵의 성공적 이행을 위한 운영체계로서 이해당사자 포럼을 두도록 제안하였고, MSDS 시스템에 구축되는 정보를 대시보드를 통해 사회와 공유함으로써 MSDS 시스템의 명확한 목적과 역할을 사회가 인식하도록 하고, 이를 통해 지속적인 지지와 협력을 구축하도록 제안하였음

성과지표 제안

» 로드맵의 성과는 MSDS의 품질 개선과 MSDS 정보의 활용성으로 평가하도록 하였음. MSDS 품질은 유해성 정보의 신뢰성을 중심에 놓고, 품질 목표와 성과지표를 제시하였음. 유해성

정보의 특성상 부분적인 분류 차이를 인정해야 한다는 점을 강조하면서 발암성, 변이원성, 생식독성 물질부터 유해성 분류의 질을 높여야 한다고 제안하였음. 한편 혼합물 MSDS 품질 개선을 위해서는 MSDS editor의 사용자가 충분히 늘어나야 함을 강조하여 이용률 등의 지표를 제시하였음. MSDS 정보의 활용성에 대한 성과지표는 계량적 지표 제시가 불가능하므로, 작업환경측정과 MSDS 시스템의 연동을 위한 작업환경측정 보고서 양식 개선을 첫 번째 성과지표로 두었고, 용도 정보 제공 서비스와 위험저감조치 라이브러리 서비스를 두 번째와 세 번째 성과지표로 제시하였음

시사점

과학적 정보에 기초한 화학물질 관리 역량 강화

» 우리나라 고용노동부는 MSDS 제출시스템을 구축하면서 유럽 등 일부 국가가 선진적으로 시행 중인 화학제품 데이터베이스 구축의 영역에 동참하게 되었음. 산업용제품 데이터베이스 구축은 고용노동부 정책의 질을 제고하고 국제사회에서 한국의 화학물질관리정책 위상을 높일 것으로 기대됨

» 따라서 MSDS 시스템의 성공적 안착이 중요한데, 사용자 친화적 환경과 MSDS editor 보급이라는 인프라도 중요하지만 이해당사자 포럼을 통해 시행착오를 함께 겪고 협력하며 앞으로 나아가는 정책운용이 더 중요함. 본 연구를 통해 협력의 기반이 조성된 만큼, 적극적으로 이해당사자 참여를 통한 공동정책개발이 추진될 필요가 있음

03 연구활용방안

제언

예측-확인-평가의 순환형 화학물질 관리체계 정착 필요

» MSDS 시스템 안착을 통하여 양질의 MSDS 정보를 확보하면, 작업환경측정데이터베이스와 연동하여 예측-확인-평가의 순환형 화학물질 관리체계를 정착시켜야 함

산업안전보건법 상 하위사용자 책임 강화

» 향후 고용노동부의 화학물질 관리 정책은 안전이 확인된 용도로 화학제품을 사용하도록 하고,

화학제품 사용자가 법에서 요구하는 안전보건기준 및 MSDS의 위험저감조치를 준수하도록 이끌어야 함. 이를 위하여 화학제품 사용자인 하위사용자 책임을 보다 명확히 할 필요가 있음

개선방안

- 「산업안전보건법」에 화학제품 사용자의 책임으로서 MSDS에 적시된 용도로만 사용할 것을 신설하고, 그 외의 용도로 사용할 경우 스스로 위험성 평가(또는 위해성 평가)를 실시하지 않을 경우 처벌할 수 있도록 해야 함(화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률과 연계)
- 작업환경측정 데이터베이스와 MSDS 정보의 연계를 위하여 작업환경측정보고서의 화학물질 사용 상태 정보 양식을 수정해야 함

활용방안

- 본 연구 결과를 통하여 MSDS의 질 개선 및 활용성 제고를 위한 이해당사자 포럼을 적극 운영하여 2030년까지 화학물질로부터 노동자의 건강과 안전을 최대한으로 보호할 수 있어야 함

연구담당자 연락처

연구책임자_ 노동환경건강연구소 **김신범** 부소장
연구상대역_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 화학물질평가2부 **박진우**
연락처_ 042-869-0372
e-mail_ husigi@kosha.or.kr

04 산업안전보건법 내 유해물질 제한 제도화 방안 연구

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **유해물질, 제한제도, 산업안전보건법, 디클로로메탄**

01 연구배경

- 유해물질을 관리하기 위한 제도가 현행의 시스템 내에 마련되어 있지만 그럼에도 불구하고 여전히 관리 범위를 벗어나는 수준의 위험이 발생할 여지가 있다면 이를 관리하기 위한 추가적인 조치가 필요함
- REACH를 벤치마크 하여 환경부의 화학물질 등록 및 평가에 관한 법률(이하 화평법)이 제정되었고 REACH처럼 화평법 안에 제한 제도가 포함되어 있지만 노동자를 적극적으로 보호하기에는 현실적인 한계가 예상되어 산업안전보건법(이하 산안법)에 별도의 제한 규정을 신설하는 것이 필요함
- 심각한 위험을 유발시킬 수 있는 화학물질을 제대로 관리하기 위해 필요시 되는 제한 제도가 산안법 내에 마련되어 노동자들의 건강을 보호할 수 있는 효율적인 방안으로써 운영되는 것이 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 산안법 내 금지물질 목록의 일부는 제한의 성격을 갖고 있음. 이런 전례가 있으므로 노동자의 건강과 생명에 심각한 위험을 초래할 수 있는 물질에 대해 제한의 성격이 반영된 내용으로 금지물질 목록에 추가할 수 있을 것으로 판단됨. 예를 들어, 산안법의 금지물질 목록에는 황린 성냥, 벤젠을 함유한 고무풀, 그리고 백연을 포함한 페인트의 제조 등이 포함되어 있음. 이는 각 제품을 제조하는데 황린, 벤젠, 그리고 납을 사용함에 있어 특정 용도에서의 노출로 인해 나타나는 위험을 관리하기 어려우므로 해당 용도에 대해서 제조 등을 금지시킨 사례임

- 또는 산안법 내에 제한제도를 신설하는 방안도 고려될 수 있음. 이 역시 화평법과 별도로 산안법 내에 금지물질 지정의 전례가 있어 충분히 가능한 방안이라고 판단됨. 다만, 기존 법을 활용하는 측면에서 제한 성격을 갖는 금지물질 목록을 추가하는 방안이 좀 더 현실적임
- 위험이 큰 물질에 대해 제한을 제안하기 위해서는 물질의 용도와 노출위험이 평가될 수 있어야 함. 국내의 작업환경실태조사 자료를 통해 용도 파악이 가능하지만 대상물질이 한정(774종)되어 포괄적이지 못함. 작업환경측정자료 역시 측정대상물질에만 한정되어 있고 전반적인 노출 상황을 파악하기에는 한계가 있음. 용도파악을 위해 REACH에서의 등록 정보와 같은 형태의 자료 구축이 필요함. 노출 평가를 위해서는 작업환경측정 이외에도 모델링 툴을 활용하는 방안이 고려되어야 함. 직업병으로 인정된 통계 자료의 경우, 소규모 사업장의 보고가 반영되지 못한 정황이 보이고 원인이 불분명한 경우가 많음. 직업성 암의 경우 특정암에 대한 인정사례가 집중되어 있어 다양한 직업병 파악이 어려운 한계가 있음. 화평법의 등록자료가 안정적으로 공유되기 전까지는 제한 검토가 필요한 물질 리스트 중에서 기존 규제 대상물질들에 대한 자료를 최대한 활용하여 제한 필요성에 대한 검토가 어느 정도 가능할 것임. 다만, 측정자료 및 실태조사 자료가 더욱 효과적으로 활용될 수 있는 맥락적인 정보 등이 보강되어야 함
- 디클로로메탄은 제한을 검토해야 하는 우선순위가 가장 높은 물질임. 해외의 사례에서도 페인트 제거제로 사용되는 것 자체 혹은 0.1 % 이하의 함량 제한을 설정하고 있음. 국내에서도 세척 및 세정 용도로 디클로로메탄이 함유된 제품을 사용하면서 재해 및 사망사고가 다발하고 있음. 비록 제한을 통한 효과가 비용보다 적게 추계되고 있지만 환경부의 유독물지정으로 인해 관련 관리 시설을 설비해야 해서 새로운 투자비용으로 볼 수 없음. 그럼에도 세척 및 세정 용도의 설비에서 최근까지도 사망사고를 포함한 재해가 빈발하고 있어 제한의 필요성은 여전히 유효함. 따라서 세척 및 세정 용도로 사용되는 제품에서의 디클로로메탄 함량규제(0.1 % 미만)와 더불어 안전하고 저렴한 세척제 및 세척기의 개발 및 보급에 대한 정부의 지원 정책이 병행되어야 함

시사점

- 유해물질 제한 제도의 필요성 및 정부의 정책 지원의 형태를 제안함

03 연구활용방안

제언

- 산안법 내 제한의 내용이 고려된 금지물질 목록을 추가하는 방안을 제언함
- 세척제/세정제 용도의 제품에서 디클로로메탄 함량규제(0.1 % 미만)를 제언함

개선방안

- 기존 세척제에 비해 안전하면서도 저렴한 세척제 및 세척기의 기술개발이 정부에 의해 지원되어야 함
- 위험이 큰 물질에 대해 제한을 제안하기 위해서는 물질의 용도와 노출위험이 평가될 수 있어야 함. 국내의 작업환경실태조사 자료를 통해 용도 파악이 일부 가능하지만 대상물질이 한정(774종)되어 포괄적이지 못함. 작업환경 측정자료 역시 측정대상물질에만 한정되어 있고 정확한 노출 상황을 파악하기에는 한계가 있음. 다만, 작업환경 실태조사 자료 및 측정자료가 더욱 효과적으로 활용될 수 있는 맥락적인 정보 등이 보강되어야 함. 또한 실태조사는 조사 사업장에서 취급하는 모든 물질에 대한 조사로 확대하는 것을 고려해 보아야 함. 더불어 노출 평가를 위해서는 작업환경측정 이외에도 모델링 툴을 활용하는 방안이 고려되어야 함
- 작업환경실태조사 자료와 작업환경측정자료 모두 MSDS와 연동되도록 해야 더욱 정확한 정보 활용이 가능함. 그리고 두 개의 데이터 세트가 서로 연계될 수 있다면 특정 물질의 산업별/용도별/공정별 노출 위험을 파악하거나 추정할 수 있을 것임
- 직업병과 관련된 통계 자료의 경우, 소규모 사업장의 보고가 반영되지 못한 정황이 보이고 원인이 불분명한 경우가 많음. 직업성 암의 경우 특정암(특히, 폐암)에 대한 인정사례가 집중되어 있어 다양한 직업병 파악이 어려운 한계가 있음. 현재 기관마다 보유하고 있는 데이터가 서로 다름. 화학물질과 관련된 직업병/사고와 관련된 통계가 체계적으로 관리될 필요가 있음

연구담당자 연락처

연구책임자_ 노동환경건강연구소 **김원** 실장
연구상대역_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 화학물질평가2부 **조지훈**
연락처_ 042-869-0373
e-mail_ lmalone@kosha.or.kr

05 관리대상 유해물질 제도 개선(안) 실행력 제고 방안 연구

연구기간_ **2020년 4월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **화학물질관리감독, 감독방법, 관리대상유해물질, 사업주 책임 강화, 산업안전보건법 현장실행력**

01 연구배경

- 현 관리대상 유해물질 제도의 문제점 및 국외 화학물질 제도
  - » 국내에 유통되고 있는 화학물질이 4만 4천여 종에 이르고, 매년 신규 300여 종의 화학물질이 유입되고 있으나, 현행 산업안전보건법상 관리대상 유해물질(173종)의 목록화된 관리로는 관리의 사각지대가 많고, 선제적인 예방이 불가능함
  - » 유럽과 북미 국가의 산업보건- 화학물질 노출 관리 제도는 사업주의 책임 강화에 기반한 화학물질 위험성 평가 방식으로 발전되어 왔음

02 주요연구내용

연구결과

- 관리대상 유해물질 제도 개선(안)
  - » (개정안 제420조) 관리대상 물질: GHS 분류에 따라 건강 유해성1)이 규정된 화학물질
  - » (개정안 제439조) 사업주는 사업장에서 취급하는 화학물질 목록* 작성·비치

* 제품명(성분명), 사용량, 작업내용, 유해성분류 표기, 특별관리물질 여부 표기(출처: MSDS)

1) GHS 기반 유해성 기준으로 화학물질을 범주화하여 관리/특별관리로 구분함

» (개정안 제422조 등) 노출 평가 결과에 따라 설비 등 차등 관리[2)]

- 작업환경측정 결과 10% 미만/화학물질 위험성 평가 결과 허용 가능→ 설비 면제
- 작업환경측정 결과 노출기준 초과/화학물질 위험성 평가 결과 허용 불가능하여 즉시 개선필요 → 노출관리 프로그램 실시

실행력 제고 방안(`20년)

» 관리대상 유해물질 제도 개선(안)에 대한 시범 사업 실시 결과

- 유해성이 있는 모든 화학물질을 사업주 주체로 관리한다는 취지와 이를 위한 화학물질 목록 관리, 과정의 실행에 대해서 사업장 화학물질 관리자 및 근로감독관들은 타당성을 인정함
- 노출 평가 결과에 따라 관리를 다르게 한다는 기본 의미는 좋으나, 현재 실행되고 있는 작업환경측정 및 위험성 평가 결과에 따라 법적 관리(설비면제, 노출관리 프로그램 적용 등)가 달라진다면 노출 평가에 왜곡이 더 발생할 가능성이 있어 이에 대한 심각한 우려의 목소리들이 존재함
- 중소기업은 전담 인력과 재원이 부족하여 산업안전보건법을 자체적으로 이해하는 데 분명한 한계가 있으며, 사업장에서 행해야 할 것 중심으로 지도 안내하는 별도 프로그램이 있어야 함

» 화학물질 감독 결과와 근로 감독관 점검 방법의 미국 사례와의 비교

- `17~`19년 감독 결과는 서류 확인의 단편적인 것[3)]이 74%를 차지하며, 감독 집행이 산업보건 핵심적 체계인 「유해물질 파악- 평가-개선」에 대한 과정 수립을 유도하는 효과는 거의 없음
- 화학물질 감독 결과 전체 위반업체 중 300인 미만 업체가 91.5%를 차지하고, 그 중 50인 미만이 49.5%를 차지하였음
- 현재 감독 방법은 법적 목록만이 제시된 점검표여서 그 자체로는 논리와 규정에 근거한 판단이 어려움. 또한 산업안전보건법 위반 여부의 판단이 노동자 보호에 있지 않고, 산업안전보건법 문구 준수 자체에 있음[4)]

2) 개선(안)에 대한 사회경제성 평가 결과, 직업성 암 예방 효과만으로도 비용대비 효과 6.1~47.6배임

3) 물질안전보건자료 작성 비치, 안전보건 교육, 건강 진단이 화학물질 위반의 74.3%이며, 관계 설비와 국소배기장치 성능은 각각 약 1.7%임

4) 국소배기설치가 어려운 컨테이너 안에서 또는 외부에서 유기 용매 과량 작업자에게 사업주는 방독 마스크 지급 의무 문구 없음으로 감독관에 법적 제제 불가능했던 사례

- 안전보건 주요문제에 대해 감독을 통한 억제 효과를 기대할 수 없고, 현재의 감독 방식으로는 산업보건 체계수립 유인효과가 거의 없어서 지속적 개선이 불가능함. 현 제도 실행은 효과성과 실현의 구체성을 담보하지 못함 ⇒ 감독 방식의 혁신이 필요함
- 미국 감독의 경우, 감독 매뉴얼에 기반한 구체적인 실행을 통해 감독관들이 동일한 논리와 우선순위를 가지고 감독할 수 있게 구성되어 있음

시사점

- 감독관 및 사업장 현장에서는 작업환경측정 및 화학물질 위험성 평가 제도가 현장의 노출을 제대로 반영하고 있지 않다고 인식하고 있으나 이를 구체적으로 밝힐 연구는 매우 부족함
- 현 규칙은 관리대상 유해물질 취급 사업장의 화학물질 관리 원칙을 제시하지 못하며, 맥락이 배제된 기술사항의 나열로 작업자 유해 화학물질 노출 예방 기여에 상당히 제한적임
- 근로감독관에 의한 화학물질 노출 감독은 정해진 프로토콜이나 매뉴얼이 없이 진행되고 있음. 감독의 전략과 방법론을 개발하고, 감독관의 역량 계발 계획을 체계적으로 세워 감독의 질을 향상시켜야 하며, 효과성 평가를 통한 지속적 개선 방법을 찾을 필요가 있음.
- 중소기업의 화학물질 관리를 위해서는 사업주가 화학물질의 유해성을 알고, 가능한 관리 방법부터 찾을 수 있도록 사업주의 눈높이에서 소통하면서, 현장에서 작동하는 프로그램을 만들어야 함. 영국의 COSHH가 좋은 예가 될 수 있음

03 연구활용방안

제언

- 산업안전보건에 관한 규칙은 처벌을 위함이 아니라, 사업주가 책임있는 자세로 근로자 건강장해를 예방하기 위한 가이드를 제시하는 것임
- 처벌은 규칙위반의 억제 효과를 나타냄으로 사업주가 꼭 해야 하는 우선순위에 집중을 두어야 함 (유해물질 파악-평가-조치)
- 규칙 문구의 적용에 관한 사항은 근로감독관이 이 법을 집행하는 목적과 방법을 규정하고, 사업장이

먼저 실행하게 함으로써 구체화할 수 있음(지속적 연구 필요: 근로 감독관 집행의 방향과 방법을 구체적이고 명확하게 제시하는 감독관 역량 계발과 현장 매뉴얼 개발이 시급한 과제임)

- 유해 화학물질의 사각지대 해소와 사업주 주도의 화학물질 관리를 위해 기존 틀에 얽매이지 않고, 개선(안)을 수정하는 것과 안전보건감독 방식의 개혁에 대한 고용노동부, 노동계, 경영계의 사회적 합의가 필요함

개선방안

- 개선(안)은 「유해성 인지(목록 작성)-노출 평가-기준 비교-관리조치」의 핵심 과정만을 우선 규정하고, 지속적인 현장 집행을 통한 효과성 평가를 토대로 지속적으로 좀 더 정교화 할 필요가 있음
- 개선(안) 수정 전에라도 현재의 법을 효과적인 감독이 되도록 재구성한 매뉴얼을 통해 감독 방식을 전환할 필요가 있음. 유해물질 파악(MSDS, 제114조 물질안전보건자료의 게시 및 교육, 제115조 물질안전보건자료대상물질 용기 등 경고 표시) - 평가(제125조 작업환경측정, 제36조 위험성평가)의 현재 규정을 구조화하여 점검할 수 있도록 해야 함

활용방안

- 근로감독관을 통한 화학물질 관리 매뉴얼 활용 및 화학물질 감독 전략 수립을 위한 자료로 활용 가능함
- 산업안전보건법 상의 화학물질 노출 관리를 유해 물질 확인- 노출 평가- 관리의 체계적 방안 수립에 적극 활용 가능함

연구담당자 연락처

연구책임자_ 서울대학교 박미진 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 화학물질평가1부 이혜진
연락처_ 042-869-0352
e-mail_ hana1226@kosha.or.kr

06 금속화합물 노출기준 개정 방향 연구

연구기간_ **2020년 04월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **금속, 금속화합물, 분류(categorization), Occupational Exposure Limits(OELs)**

01 연구배경

- 우리나라 산업안전보건법에는 39종의 금속성분에 대하여 96개의 노출기준이 있는데, 이는 1) 가용성/수용성 또는 불용성, 2) 유기화합물 또는 무기화합물/염, 3) 분진, 미스트 및 흄 등 금속화합물의 구분에 따라 구별되어 있음
- 금속화합물의 노출평가 및 작업환경평가를 시행하여야 하는 정부 기관, 사업장, 측정기관의 혼돈이 지속해서 제기되어 왔고, 특히 새로운 금속화합물의 MSDS 작성 시, 해당 금속화합물을 적절히 구분하여 노출기준을 부여하는 데에 혼동이 있었음
- 금속 및 금속화합물의 분류(categorization) 근거를 고찰함으로써 현행 노출기준에 해당하는 금속화합물의 범위를 명확히 하는 것이 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 주요금속 5종의 국가별 노출기준 비교(보고서 부록 2 참조)
  - » 국가별로 금속화합물을 분류하는 방식이 다양하고, 해당 분류의 노출기준도 큰 차이가 있음
  - » ACGIH TLV와 비교를 해도, 구분이 일치하지 않거나(TLV의 통합 또는 철회), 값에 차이가 있는 경우가 있음(2018년 개정된 크롬화합물 등)

주요 금속 5종의 작업환경측정 결과 K2B data(2013-2019) 분석

» 주요 금속화합물 5종에 대한 측정횟수(2013~2019년) 분포: 노출기준의 분류는 3개(수은)에서 12개(크롬)까지 다양하나, 실제 사업장에서 측정하는(노출기준 구분) 물질은 매우 제한적임

» 납: 측정의 대부분은(96%) "납 및 그 무기화합물"에 해당하고 테트라메틸/에틸납과는 혼동의 소지가 적어 문제가 없는 것으로 판단됨

» 니켈: 불용성이 가장 큰 비중을 차지하나(61%), 가용성(9%) 및 니켈 금속(29%)도 상당 부분을 차지하고 있어, 이들의 분류를 명확히 할 필요가 있는 것으로 판단됨

» 수은: 알킬/아릴수은과 무기수은의 구분은 어려움이 없는 것으로 판단됨

» 알루미늄: 용접흄(44%), 금속분진(25%), 알파-알루미나(19%), 가용성 염(10%)이 두루 측정되고 있는데, 이들의 노출기준은 2-10 mg/m^{3}으로 차이가 있음. ACGIH TLV가 이러한 구분 없이 노출기준을 1 mg/m^{3}로 단순 설정한 것과 비교하면 정리가 필요한 것으로 판단됨

» 크롬: 현행 12가지 분류의 노출기준 중 8가지 분류에 대한 측정결과가 있는데, 이중 크롬 3가 화합물(71%), 크롬 6가 불용성(15%), 크롬 6가 수용성(13%)이 주로 측정됨. ACGIH TLV의 2018년 개정에 맞추어 크롬 6가의 수용성과 불용성 구분을 통합하고, 개별 물질로 구분되어있는 크롬화합물의 상당 부분은 크롬 6가 화합물로 통합함으로써 크롬화합물의 구분이 간명하게 정리될 수 있을 것으로 판단됨

» TWA 측정결과를 구간으로 나누어 분석한 결과, 금속종류에 상관없이 불검출이 50% 정도로 가장 많았으며, 노출기준을 초과하는 경우는 거의 없었음(납의 경우 72/208,224건=0.03%)

무기/유기 기준

» 금속 및 금속화합물의 category 중 금속의 유기화합물로 category 되어있는 경우는 수은 화합물과 주석 정도가 있음

» 유기화합물은 기본 골격 구조에 탄화수소(C-H)가 있음. 무기화합물은 유기화합물 이외의 화합물을 이름. 대부분 무기화합물은 이온 결합으로 결합하고 있는 염의 형태로 존재함. 금속과 탄소원자 사이에 최소한 한 개 이상의 결합이 있는 화합물(탄소가 직접 금속과 결합)을 "유기 금속화합물(organometallic compounds)"이라고 함. 금속과 탄소 사이의 직접 결합 없이 organic ligands를 포함하는 화합물은 metalorganic compounds라 이름. 이를 우리말로

번역했을 때 구분이 쉽지 않으나, TLV documentation 용례[1]를 보아 "금속 유기화합물"은 엄밀한 의미의 "organometallic", 즉 금속과 탄소가 직접 결합된 구조의 화합물로 국한하는 것으로 해석하는 것이 타당할 것임

» 구분 절차 제안: 금속화합물을 유기와 무기화합물 구분할 때 먼저 유기금속화합물에 대한 사전적 정의를 부여하여 1단계에서 금속과 탄소 사이의 직접적인 결합이 있는지에 따라 무기와 유기를 구분해야 함. 단, 이 단계에서 유기화합물로 구분되는 경우라도, 체내에서 금속이온 형태로 존재할 수 있는지에 따라 무기화합물 구분에 해당하는 노출기준을 적용할 수 있을 것임[2]. 그러나 이때 그 화합물이 해당 금속이온 형태로 해리되는지를 반드시 확인해야 함

수용성(가용성)/불용성 기준

» 금속화합물이 물에 녹는지(water solubility)는 금속의 bioavailability(생체가용성)를 좌우하는 중요한 기준이 됨. 물에 녹는다는 것은 가수분해와는 전혀 다른 의미로, 물에 녹은 화합물은 금속이온 형태로 체내에 흡수되고 분포되는 것을 가정함

» 크롬화합물 용해도[3][4], 니켈화합물 용해도[5]의 경우 적용할 기준 있음

» 용해도 구분이 있는 다른 금속의 경우 (예: 알루미늄) 살충제 구분기준[6], 염 화합물 용해도 기준[7], 의약품 기준[8] 등을 적용해 볼 수 있음

---

1) TLV documentation 〈Ni and its INORGANIC compounds〉에 Nickel acetate (탄소와 니켈이 직접 결합하지는 않지만, 탄소를 포함하므로 metalorganic compound인) 이 포함되어있다. 즉, 탄소를 포함하기만 하는 것은 무기화합물로 구분한다.

2) 가용할만한 독성데이터가 있다면 유기금속화합물은 무기화합물과 같은 category에 둘 수 없다. 다만 category를 구분할 수 있을 정도의 독성데이터가 없는 경우, 최대한 보수적이고 사전주의적인 원칙을 적용하여, 노출기준 구분의 무기화합물에 우선 포함 시키는 것이 타당하다, 이후 추가적인 독성자료가 생산되면 근거를 갖추어 무기화합물과 다른 노출기준을 부여하도록 하면 될 것이다.

3) TLV documentation on chromium and inorganic compounds, 2019 / Chromium compounds의 solubility (OSHA, 2006)

4) Cr(III)는 대부분 insoluble / poorly soluble in water (예외: Chromium acetate, Chromium chloride hexahydrate, chromium nitrate) Cr(VI)는 자연적으로 존재하기보다는 대개 산업공정에서 의도적, 비의도적으로 만들어지는 것으로, highly water-soluble인 경우가 많다.

5) Hart J, Nickel compounds. a category approach for metals in EU legislation, 2008

6) Ronald Ney, "Fate and Transport of Organic Chemicals in the Environment" 1995; p. 10 http://npic.orst.edu/envir/watersol.html [National Pesticide Information Center with US EPA]

7) http://chemed.chem.purdue.edu/genchem/topicreview/bp/ch18/soluble.php#rules

8) Savjani KT, Gajjar AK, Savjani JK. Drug solubility: importance and enhancement techniques. ISRN Pharm. 2012;2012:195727. doi:10.5402/2012/195727 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3399483/

시사점

- 금속 및 금속화합물의 구분을 정돈하고, 각 구분에 해당하는 화합물의 범위를 명확히 함으로써,
  - » ACGIH TLV의 구분 통합 및 철회, 기준값 개정 등을 반영함
  - » 현재 우리나라 사업장에서 의미 있게 측정되고 있는지를 확인함
- 새로운 금속화합물에 노출기준을 적용하고자 할 때, 구분에서 빠지거나 구분이 모호한 경우를 최소화하는 방향의 개정이 필요함
  - » 유기/무기, 수용성(가용성)/불용성 기준을 실무적으로 정의함
  - » category를 구분할 수 있을 정도의 독성데이터가 없는 경우, 사전주의원칙에 따라 노출기준이 있는 구분에 우선 포함 시키고, 이후 추가적인 독성자료가 생산되면 근거를 갖추어 다른 노출기준을 부여함
- 현행 노출기준을 최대한 신속하게 ACGIH TLVs와 조화를 시키는 것이 바람직하고, 우리나라의 특수성(사용량, 사용방식, 노출특성 등)을 고려하여 국내기준이 필요한 경우 별도의 절차를 거쳐 기준을 설정함

03 연구활용방안

제언

- 기존 고용노동부 고시에 게재된 금속 및 금속화합물의 구분을 정돈하고, 구분기준에 해당하는 화합물의 범위를 명확히 함으로써, 새로운 금속화합물에 노출기준을 적용하고자 할 때, 구분에서 빠지거나 구분이 모호한 경우를 최소화하는 방향의 개정이 필요함
- 현행 노출기준 구분에 해당하지 않는 금속화합물의 경우, “노출기준”구분 이외의 관리기준을 제안할 필요가 있음

연구담당자 연락처

연구책임자_ 순천향대학교 **박정임** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 화학물질평가1부 **박나영**
연락처_ 042-869-0355
e-mail_ nypark@kosha.or.kr

07 화학물질 독성 스크리닝을 위한 3차원 세포배양 기술 적용 타당성 연구

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 12월**

핵심단어_ **3차원 세포배양, 대체시험법, 유해성평가**

01 연구배경

- 유해성평가 자료를 생산하기 위하여 실험동물을 사용한 독성시험이 수행되어 왔으나,
  - » 생명윤리가 강화되고, 과학기술이 발전함에 따라 동물의 사용을 줄이거나 사용하지 않는 유해성평가 방법이 개발되고 있음
- 3차원 세포배양 기술은 실험동물을 사용하지 않고 사람에 대한 유해영향을 확인할 수 있는 기술로,
  - » 산업화학물질의 유해성평가에서 3차원 세포배양 기술의 적용 및 활용을 위한 타당성을 확인할 필요가 있음

02 주요연구내용

연구결과

- 생명윤리준수를 위해 기존의 실험동물을 사용한 유해성시험방법의 대체가 필요함에 따라
  - » 급성독성시험은 급성독성추정(ATE, Acute Toxicity Estimate) 개념을 도입하여 시험동물의 수를 줄였으며,

» 피부과민성은 독성발현경로(AOP, Adverse Outcome Pathway)가 대체시험법에 적용되었고,

» 피부 부식성/피부 자극성 및 눈 손상성/눈 자극성은 3차원 세포배양 기술이 적용되어 동물시험이 대체되고 있음

- 유전독성을 평가하기 위해서는 기존의 *in vitro* 시험은 위양성(false positive) 문제로 추가적인 동물시험이 필요함에 따라 이를 보완하기 위하여,

» 세포배양기술(3차원 인공피부모델, 현적배양(hang-in drop) 간세포, 3차원 기도배양)을 적용하여 소핵시험과 코멧시험이 개발되고 있음

- 한편, 3차원 세포배양 기술이 유해성평가에 사용되기 위해서는 신규화학물질의 유해성평가 등 유해성평가체계에 포함되어야 하며,

» 3차원 세포배양 기술은 유전독성 확인뿐 아니라 발암성시험물질 선정을 위한 스크리닝 시험 및 발암기전 확인을 위한 유용한 도구로 활용될 수 있음

시사점

- 3차원 세포배양 기술은 화학물질의 유해성평가에 있어 동물시험을 대체할 수 있어 생명윤리적 대응에 유효함

» 따라서 유해성평가에서 3차원 세포배양 기술이 활용되기 위해서는 유해성평가 기술의 개발과 함께 제도적 뒷받침이 필요함

- 3차원 세포배양 기술을 적용한 시험법은 발암성시험 대상 선정 및 평가에 활용되면 보다 효과적으로 발암성평가가 가능함

03 연구활용방안

제언

- 3차원 세포배양 기술의 적용을 위한 시험법 개발과 함께 제도적 개선이 필요
- 3차원 세포배양 기술의 실험실적 연구개발을 통해 발암성우려물질 선정 및 발암기전 연구에 적용이 필요

개선방안

- 유해성평가에 국제적으로 인정되는 동물시험대체법의 적용을 위해 시험법 개발 및 관련 규정의 개정이 필요함

활용방안

- 새로운 유해성 평가기법의 적용을 위한 제도개선의 근거자료로 활용
- 발암성시험 대상물질 선정을 위한 유전독성평가 기법 적용에 활용

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 병리검사부 **임철홍**
연락처_ 042-869-8531
e-mail_ limch@kosha.or.kr

08 인체피부모델을 이용한 산업화학물질의 피부 자극성 분류 적용방안 연구

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **인체피부모델, 피부 자극성, GLP, 표준작업지침서, GHS**

01 연구배경

- 본 연구는 산업안전보건연구원에 인체피부모델을 이용한 생체외(*In vitro*) 피부 자극성 시험시스템을 우수실험실 운영규정(GLP) 수준으로 구축하여 산업현장에서 많이 사용되고 있는 화학물질의 피부 자극성 분류정보를 신속하게 생산 및 제공하여 화학물질의 피부접촉에 의한 산업재해를 예방하고, 건강 유해성 평가를 위한 연구원의 시험 및 연구기능을 강화하는 방안을 제시하고자 하였음

02 주요연구내용

연구결과

- OECD TG No. 439(*In Vitro* Skin Irritation: Reconstructed Human Epidermis Test Method) 및 국립환경과학원 고시 제2020-46호(제27항 생체외 피부 자극성시험(인체피부모델시험))에서 규정하고 있는 SkinEthic™ RHE 인체피부모델을 이용한 생체외(*In vitro*) 피부 자극성 시험의 신뢰성 확보를 위하여 표준작업지침서(SOP) 5종 및 시험관련 기록지 4종을 개발하였음

- 인체피부모델(SkinEthic™ RHE)의 기능 재현성 및 숙련도 확인을 위한 숙련도 검증시험을 실시한 결과 OECD TG No. 439 및 국립환경과학원 고시 제2020-46호에서 규정하는 UN GHS 분류와 일치하였음
- 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률에 따라 사전등록된 물질로 제조·수입량이 연간 100톤 이상인 물질 중 피부 부식성/자극성 시험결과가 없는 물질을 대상으로 고용노동부 노출기준 설정물질 2종(3-Heptanone, 4-Heptanone)과 ECHA REACH 발암성 예측물질 2종(4-Hydroxybutyl acrylate, Antimony sulfide)을 선정하여 피부 자극성 시험을 실시한 결과,
  - » 시험물질(4종)의 세포생존률이 2.10~44.7%로 모두 50% 이하이고, 표준편차(SD)가 18 이하이며, 시험인정조건을 모두 만족하였으므로 피부 자극성 물질(UN GHS 피부 부식성/피부 자극성 구분 2)로 판정하였음
- 향후, SkinEthic™ RHE 인체피부모델을 이용한 생체외(*In vitro*) 피부 자극성 시험에 대한 GLP 인증을 취득함으로써 연구원의 GLP 시험항목을 확대하고,
  - » 일본 수출제한 조치 관련 소재·부품·장비 제조 및 개발에 사용되는 화학물질의 피부 자극성 시험자료 생산을 지원함으로써 해당산업 종사근로자의 건강을 보호하고 경쟁력을 강화할 수 있을 것임

시사점

- GLP 수준의 인체피부모델을 이용한 피부 자극성 시험을 통해 동물을 사용하지 않고, 신속·정확하게 피부 자극성 정보를 생산·제공함으로써 화학물질 누출 및 피부접촉으로 인한 산업재해 예방에 기여할 수 있을 것으로 기대됨

03 연구활용방안

제언

- 인체피부모델을 이용한 생체외(*In vitro*) 피부 자극성 시험의 신뢰도 확보 및 연구원의 화학물질로 인한 산업재해 예방 기능을 강화하기 위하여 해당 시험항목에 대한 GLP 인증을 추진하는 것이 필요함

» 또한, 종합적인 피부노출 평가를 위해 인체피부모델을 이용한 생체외(*In vitro*) 피부 부식성 시험에 대한 GLP 인증도 추진할 것을 제안하였음

활용방안

- 인체피부모델을 이용한 피부 자극성 시험결과는 안전보건공단의 MSDS를 통하여 GHS 분류결과(피부 부식성/피부 자극성 구분 2) 및 분류근거(시험방법 및 결과)를 사업장 및 근로자 등에게 제공
- 연구결과는 한국산업보건학회 등의 학회발표, 국내·외 우수 학술지 논문게재 및 관련 후속연구의 기초연구로 활용

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 흡입시험연구부 **김현옥**
연락처_ 042-869-8511
e-mail_ okhokim@kosha.or.kr

09 난용성물질의 흡입노출 후 표적부위 노출 확인 연구

연구기간_ **2020년 2월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **흡입노출, 리튬 니켈 망간 코발트 산화물, 기관지폐포세척액, 모의폐액, 조직분석**

01 연구배경

- 물질별 특성 등에 따른 금속의 유해성 평가를 위한 연구의 필요성 제기
  - » 주요 선진국에서는 금속의 유해성 평가를 카테고리/Read across 접근 방법 등을 활용하고 있으나, 금속의 특성, 금속-금속 화합물 등에 관한 정보 부족으로 실제 평가 시에는 고려해야 할 사항들이 많음
  - » 특히 금속-금속 화합물에 관한 자료는 아직 많지 않기 때문에 관련 물질의 유해성을 확인하기 위한 연구가 필요함
  - » 또한 난용성물질은 일정 기간 동안 조직 내에 체류하여 생체 내 유해 영향을 미칠 수 있기 때문에 이와 관련된 지속적인 연구가 필요함
  - » 본 시험은 금속-금속 화합물 중 향후 사용량이 많을 것으로 예상되는 물질인 리튬 니켈 망간 코발트 산화물(Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide, NMC)을 대상으로 독성영향과 노출 후 조직 내 분포 경향을 확인하였음

02 주요연구내용

연구결과

NMC 흡입노출 후 실험동물의 영향

» NMC 흡입노출 후 기관지폐포세척액 분석 결과 암수 T2(중간농도, 1 mg/m^3) 및 T3(고농도, 2 mg/m^3)에서 total protein과 lactate dehydrogenase의 유의한 증가가 관찰되었음

» 부검 시 암수 T3(고농도, 2 mg/m^3) 시험군에서 기관기관지림프절의 크기증가 소견이 관찰되었음

» 폐조직의 조직병리학적 검사 결과 T1(저농도, 0.5 mg/m^3), T2(중간농도, 1 mg/m^3) 및 T3(고농도, 2 mg/m^3) 시험군에서 염증소견이 관찰되었음

» 회복군에서 폐조직의 조직병리학적 검사 결과 폐의 염증소견이 회복되는 것이 확인되었음

» 기관지폐포세척액 분석 결과와 폐의 조직병리학적 소견을 통해 LOAEC(Lowest observed adverse effect concentration)을 0.5 mg/m^3 로 제안함

NMC 흡입노출 후 주요장기의 침착결과 확인

» NMC의 많은 부분을 차지하는 니켈의 경우 대부분 폐에 축적되고, 비교적 짧은 회복기를 통해 빠르게 감소하는 결과를 확인하였음

» 코발트의 경우 신장, 간, 부신의 순으로 축적되는 양이 많았으며, 기존연구의 간, 신장 및 폐에 주로 침착되는 결과와 유사한 결과를 확인하였음

시사점

NMC의 28일 흡입노출 후 폐에 미칠 수 있는 유해성과 회복 가능성을 확인

» 실험동물을 이용한 흡입독성시험 결과 전신독성에 관련된 영향은 확인되지 않았으나, 폐에 유해한 영향이 미치는 것이 확인됨

» 폐에서 확인된 염증소견은 회복기를 통해 비교적 빠르게 회복되는 것이 확인되었음

주요장기의 침착과 관련된 추가 연구의 필요

» 흡입노출 이후 금속-금속 복합물의 체내 주요장기 분포는 기존결과와 유사한 경향이 확인되었으나, 니켈의 경우 그 결과가 기존의 연구와는 다른 영향이 관찰되었음

» 물질의 특성 등에 따라 서로 다른 결과가 나올 수 있기 때문에 이와 관련된 추가 연구가 필요함

03 연구활용방안

개선방안

- 물질 노출 후 조직 내 분석과 관련된 연구 및 시험법의 개선
  - » 금속 등 난용성물질을 대상으로 하는 모의 폐액, 모의 위액 등 in-vitro 분석법 확립과 조직 내 침착정도의 정량 분석과 관련된 연구 및 시험 역량 강화

활용방안

- 학술발표 등을 통해 관련 연구자에 정보제공 및 정보교류를 통한 관련 연구 역량강화
  - » 흡입노출 후 유해성 및 회복에 관한 독성학적 결과와 노출 후 전위되는 주요장기에 대한 내용을 통해 유해성 평가 및 향후 연구방향 설정에 활용

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 흡입시험연구부 **김용순**
연락처_ 042-869-8512
e-mail_ somays@kosha.or.kr

10 급성흡입독성시험의 In vitro 대체시험법 적합성 검토

연구기간_ **2020년 2월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **EpiAirway, ALI, 대체시험법, In vitro, 급성흡입독성**

01 연구배경

- 급성흡입독성의 평가는 화학제품 사용을 위한 필수적인 규제 요구 사항이며 최근 세계적으로 화학물질 및 제품을 생산 및 유통하는 회사에서 흡입독성 정보의 필요성은 더욱 증가하고 있음
- REACH, HPV Chemicals Challenge, Lautenberg Act는 흡입독성시험의 수행에서 가능한 동물을 이용하지 않는 대체시험법을 의무화하는 조항을 REACH 프로그램에 포함하였음. 국립연구위원회 보고서 '21세기 독성시험: 비전과 전략'에서도 동물 실험을 *in vitro* 사람기반 시험시스템으로 대체할 것을 권장하고 있음
- 미국 정부규제 기관은 급성흡입독성시험을 포함하여 급성독성시험을 위한 *in vitro* 대체시험 방법의 개발 및 검증을 최우선으로 생각하고 있음. EPA는 살충제에 요구되는 급성흡입독성 시험을 포함하여 급성독성 '6세트'에 대한 *in vivo* 시험을 줄이는 것을 목표로 하고 있으며, 급성흡입독성시험 결정을 위해 경제적이고 표준화된 정확한 *in vitro* 시험 절차의 개발 및 검증에 대한 요구가 증가하고 있음

- 최근 OECD에 인간 유래 기관기관지 상피 세포로 구성된 3차원 *in vitro* 점막 모델이 *in vivo* 급성흡입독성시험법을 대체하기 위한 새로운 시험법으로 제출되었음. 따라서 본 연구에서는 동물을 이용하는 *in vivo* 급성흡입독성시험의 대체로 3차원 인체세포 모델에 대한 적합성을 평가하고자 하였음

02 주요연구내용

연구결과

- 3차원 인체세포 모델인 EpiAirway 모델을 이용하여 *in vivo* 급성흡입독성시험을 대체하기 위한 적합성을 평가한 결과, 화학물질의 유해성에 관하여 랫드를 이용한 LD_{50}에 따른 분류보다 더 높은 예측력을 보임
- 독성이 강한 GHS 구분 1~2에 해당하는 화학물질은 100% 정확하게 확인이 가능한 것으로 평가됨
- GHS 구분 1~2에 해당하는 화학물질이 랫드를 이용한 시험에서 독성이 확인되지 않았던 화학물질도 본 시험의 모델로는 확인 가능함
- 사람 세포를 사용하므로 시험결과를 사람에게 외삽 할 경우 종간 차이로 인한 변이가 없음
- 동물을 사용하지 않으므로 동물 윤리적인 문제로부터 자유로움
- 이러한 결과를 바탕으로 인체세포 모델을 이용한 *in vitro* 급성흡입독성의 평가는 적합한 것으로 평가됨

시사점

- *In vivo* 급성흡입독성시험을 대체하기 위한 인체 상피세포 모델을 이용한 시험방법 및 화학물질의 분류 기준이 단순함
- 해당 시험 방법을 이용한 화학물질의 유해성 평가방법은 빠르고, 쉽게 많은 화학물질을 스크리닝 할 수 있으며, 인체세포 모델을 이용하므로 동물 윤리적인 문제로부터 자유로움
- 또한 본 시험법을 활용하여 급성흡입독성을 평가하면 동물을 이용한 시험법보다 경제적이며, 보다 신속하게 많은 화학물질의 유해성 규명이 가능함

03 연구활용방안

제언

- 화학물질의 안전한 관리를 위하여 2005년 EU에서 REACH가 시행된 이후 유해성 및 위해성 심사·평가 등을 위해 동물을 이용하지 않는 방법에 대해 활발히 연구되고 있음
- 최근에는 기존 유해성 정보와 새로운 유해성 정보들을 통합하고 이들의 결과가 인체에 미치는 영향을 예측 평가하는 방법으로써 통합시험평가 접근법 (IATA)을 이용하고 있음
- *In vitro* 시험방법으로 오가노이드나 줄기세포를 이용하여 생체의 일부 기능을 작은 칩속에 묘사한 organ-on-a chip 등과 같은 연구가 활발히 연구되고 있으며 동물에서의 연구결과 보다 인체에서의 유해성을 규명하는데 있어 민감도가 더 높은 것으로 여겨지고 있음
- 이러한 대체시험방법들은 높은 수준의 지식 및 기술 등이 요구되므로 미래의 유해성 평가를 위해서는 지속적인 관심과 연구가 진행되어야 함

활용방안

- 산업화학연구실에서 수행하고 있는 *in vivo* 급성흡입독성시험을 본 연구결과의 시험법을 활용함으로써 보다 빠르고, 쉽고, 정확하고, 경제적으로 급성흡입독성 결과를 도출할 수 있을 것으로 판단됨

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 흡입시험연구부 서동석
연락처_ 042-869-8514
e-mail_ seods@kosha.or.kr

11 반도체산업 화학물질 독성발현경로 수준별 DB구축 연구

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **반도체, 화학물질, 독성발현경로, DB**

01 연구배경

- 빅데이터를 활용한 사회이슈 해결, 반도체, 전자산업 관련 현안 해결 및 미래대응
  - » 반도체공정 화학물질 만성 · 발암성 흡입독성시험 대상물질 선정 효율화에 기여
    - 사회적 이슈인 반도체, 전자산업 관련 화학물질(기존&신규) 노출에 대한 독성발현경로의 구축을 위한 각 수준별 시험자료 구축

02 주요연구내용

연구결과

- 선행연구 분석 및 세부 연구결과
  - » 반도체산업 공정별 자료검색 입력 및 분석내용을 정리, AOP 검색 및 분석(동일 AO, 공정, 유해성)을 수행하였고, 기존 AOPs의 검색 및 확인(AOPwiki, AOP-KB)·검증으로, 반도체산업 화학물질의 AOP 분석에 사용한 사이트들을 정리하였음
  - » 정리 결과, 48종 화학물질에서 11개의 AOPs를 가짐을 알 수 있었으며, 벤젠(Benzene)의 노출로 인한 독성현상의 개략도는 있지만, 독성발현경로(AOP)는 아직 개발되어 있지 않았음
  - » 반도체산업에서 발생한 업무상 질병에 대한 인정 사례와의 상관성에 대한 분석을 위해 위 참고문헌의 내용을 분석 고찰하였고, 대표적인 인정 사례를 찾을 수 있었으며, AOP 추가 DB 검색

으로 stressor AOP(sAOP) DB 내용의 입력을 수행하였으며, 103종의 화학물질이 AOPs를 갖으며, 26종은 사례증거(Case evidences)를 갖는다는 것을 알 수 있었음

» AOP 분석 결과에 대한 엑셀 프로그램(.xlsx) 정리를 수행하였고, 전체 320종의 화학물질은 42개 AOPs를 갖으며, 주요 190종 화학물질이 11개 AOPs에 해당함을 알 수 있었으며, '19년도 연구(In silico prediction) 결과물과의 비교를 통해,

- 변이원성(복귀돌연변이 by Derek & Sarah-Nexus, Danish, Vega, T.E.S.T.(EPA), OECD Toolbox)의 경우, ('19년도 연구의) 모든 프로그램에서 양성으로 예측된 물질 8종 중 4종이 해당 AOPs가 있음과, 발암성(by Derek & Sarah-Nexus, Danish, Vega)의 경우, 모든 프로그램에서 양성으로 예측된 물질 11종 중 2종이 해당 AOPs가 있음을 알게 되었음

☑ 1차 자문회의('20, 6, 17) 기술자문 및 이를 반영한 보완 추진

» AOPwiki에 AOP가 구축되어 있는 화학물질에 Weight of evidence(증거의 가중치)를 주어 resorting → 190개 물질에 대해, CTD, pathway studio, sAOP 상에서 검색되는 data 및 참고문헌 내용을 분석하여 KE로 사용하도록 하였으며,

» 이 resorting 190개 물질에 대해, CTD 및 pathway studio 상에서 검색되는 data 및 참고문헌 내용을 분석하여 유사성(예, 동일 species, target organ, pathway 등) 분류하고, KER 타당성 분석 → 참고문헌의 실험적 결과 수집 및 분석을 Key events, Key events relationship에 대한 근거자료 수집하였음

» 추가적으로 각 화학물질들에 대한 정보 및 독성 기준별 분류(Categorizing)하여 증거의 가중치(WoE) 근거자료들을 별도 정리하였음

☑ 추가 AOP 검색 및 교차검증을 위한 방법으로서 AOP Exploratory Research Assistant (AOPERA) step 1~4의 tools을 활용하여 부가적인 연구결과들을 얻을 수 있었음

☑ AOP 체계화를 위한 추가정보의 검색(190종에 대한 사람 및 실험동물 관련 문헌 등 자료 조사)을 CTD, ATSDR, sAOP 등의 DB를 활용하여 수행하였으며, 이상의 결과물들을 종합하여, AOP 자료의 체계화를 수행하였음

☑ AOP 자료의 체계화

» 190종 화학물질과 사람 및 실험동물에서의 혈액·조직병리, 병변, 기관, 개체의 질병과 연계하여 자료의 구축(40종) 및 고찰하였고, 공통인자들(공정별 시험자료, 바이오마커, AOPs, 질병 등)을 선별 고찰하였음.

» 반도체산업 화학물질 관련 특이 바이오마커의 제안으로, AOPs에서 mRNA 발현의 응용과 더불어 바이오마커로서의 활용 가능성을 검증하였고, 직업성 질환 특이 AOPs 분석 및 KER 제시와 AOPs 분석에 대한 Taxanomic 분류, 그리고 화학물질 발암성 추정도구서의 AOPs 분석 결과를 제시하였음

» 반도체산업 화학물질 직업성 질환 특이 Biomarkers 비교탐색(190종 중 41종)_산안법 시행규칙 별표24 및 CTD 자료와의 교차검증(12개 biomarkers가 유방암 관련)

» 반도체산업 화학물질(50종)로 인한 직업성 질환 특이 AOPs 분석 및 KER을 제시하였으며, 각 AOPs 분석에 대한 Taxanomic 분류를 찾을 수 있었음

- 단일물질에 대한 AOP는 화학물질 관련 정보의 양과 질에 상당히 의존하며, 또한 동 AOP의 신뢰도가 높아야 이를 바탕으로 다른 화학물질의 AOP를 추론할 수 있는 feedback과 같은 양상을 보여, 마치 "뫼비우스의 띠"를 연상케 하였으나, 혼합물질의 AOP에서는 각 화학물질이 갖는 독성영향들의 관계성(KER) 및 종말점(AO)의 파악을 용이하게 하는 것으로 판단되었으며, 정보 및 독성 기준별 분류(Categorizing)를 통한 WoE(증거의 가중치) 근거자료들을 별도 정리하였음
- 2차 자문회의('20, 10. 23) 기술자문 및 이를 반영한 보완 추진

» 발암관련 AOP 개발은 low dose, long-term exposure가 고려되어야 하므로 실제 연구사업 시작 시에는 가능한 단순한 AOP부터 시작하는 것이 권장되며, 본 연구에서는 발암관련으로 AOPwiki에서 검색되는 AOP_107과 AOP_200을 기본 틀로 하여 추가적인 정보인 Key events를 데이터베이스화 하였음

- 산업현장에서 사용되는 화학물질에 대한 정보를 기반으로 복합 AOP 개발과 노출 시나리오(복합노출)의 확보가 필요하며, 참고문헌(김수근 등, 2007)에서 도출한 반도체산업 화학물질 중 그 노출 시나리오(Exposure scenario; ES)를 구체적으로 보일 수 있는 화학물질들에 대한 노출 시나리오를 나타냈음

시사점

- 반도체산업 화학물질 직업성 질환 특이 바이오마커의 비교탐색(190종 중 41종)으로 산안법 시행규칙 별표24 및 CTD 자료와의 교차검증으로 12개 바이오마커가 유방암 관련임을 알 수 있었고,

» 직업성 질환 발생에 특이적인 50종의 화학물질에 대한 AOP를 제시하였음.

- 화학물질 발암성 추정도구로서의 AOP 응용을 위해 단일물질과 혼합물질에서의 응용가능성을

고찰하였으며, 반도체산업 화학물질에 의한 직업병 발생의 병리학적·안전관리적 예방(안)을 제시하였고, 화학물질 예측독성평가 사업에 활용 가능함

03 연구활용방안

제언

- 발암 위험요소의 식별을 위한 노동자 의료 및 건강 정책이 필요하며, 일차적 예방으로 개인 상담을 통한 고위험군 노동자의 평가 및 노동자 건강 스크리닝의 기본 목적인 암의 조기 발견, 암 사망 위험이 더 높은 노동자와 낮은 노동자를 구분하여 선별 검사 등이 비용 효율적이며, 이에 따른 노동자의 인식 향상으로 참여도를 제고시키는 것이 중요함
  - » 이를 위한 제언으로 산업안전보건법에서의 작업환경측정/특수건강검진/화학물질 관리제도, 즉 산업위생분야 일부 유해인자에 대한 정량적/기술적 측정을 관련 노동자 직무 활동 등(공정/직무/화학물질 취급방법 등)의 기록을 포함하여 관련 직업성 질환의 예방과 보상에 활용 필요

개선방안

- 위험에 대한 인식, 공학적 제어 및 작업관행 개선, 개인보호구 착용, 오염 제거 및 폐기물 처리 등
  - » 암 예방 및 조기 발견의 노력과 정밀(분자) 암 예방 연구의 활성화 필요

활용방안

- 화학물질 취급사업장 노동자 및 안전보건관리자 등 화학물질 관련 정책입안 기관(고용노동부, 산업통상자원부 등)에 제공
  - » 관련분야 SCI급 논문게재 및 국내외 학회발표, 제도화 방안 모색에 활용
    - 향후 전산기법을 활용한 화학물질 예측독성평가 교육 및 후속연구 추진에 활용

연구담당자 연락처
연구책임자_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 시험기획부 **임경택**
연락처_ 042-869-8541
e-mail_ rim3249@kosha.or.kr

12 화학물질 및 생활요인 유발 간질환 독성 발현 경로 구축 및 비교 연구

연구기간_ **2020년 1월 1일~ 2020년 11월 30일**

핵심단어_ **독성발현경로, 화학물질 간질환, 생활요인 간질환**

01 연구배경

- AOP는 전통적인 독성평가에서 분자 수준의 지표를 유해성평가 같은 규제에 활용 할 수 있도록 한 프레임워크임
- 노동자에게서 간질환은 유병율이 높은 질환이나 근로환경에서 화학물질로 인한 영향과 개인 생활에 의한 영향을 구별하는 것은 현재 건강검진에서는 어려움
- AOP는 기존 평가방법을 대체하여 분자 수준에서 간질환의 예측 및 구별이 가능하며, 또한, 이런 간질환 AOP의 네트워크를 통하여 화학물질이 근로자의 생활요인으로 인한 기저 간질환에 어떻게 영향을 미치는지 평가가 가능함
- 따라서, 본 연구는 OECD AOP Wiki 등 데이터베이스와 여러 문헌을 바탕으로 주요 간질환 AOP를 구축하고 이를 통하여 화학물질 유발 및 생활요인 간질환을 비교하고, 공통 Key events(KE)를 확인하여 화학물질이 생활요인 간질환에 대해 어떤 기전을 통해 영향을 미칠 수 있는지를 확인하였음

02 주요연구내용

연구결과

- 본 연구에서 화학물질요인 간질환과 생활요인 간질환으로 간질환 재분류 기준을 설정하고 이를 기준으로 AOP Wiki에서 관련 AOP와 데이터베이스에서 관련 문헌 등을 수집하여 AOP를 작성하였음

- AOP Wiki를 통해 수집한 AOP에서 화학물질 간질환 AOP는 간손상 1개, 간지방증 5개, 간섬유증 1개, 간암 3개, 기타 1개 총 11개를 수집하였으며, 약물 간질환 AOP는 간손상 1개, 간지방증 2개, 간섬유증 2개, 간암 5개, 담즙정체 1개로 총 11개를 수집하였음
- 생활요인 간질환 중 알코올 간질환 AOP는 간손상 2개, 간지방증 4개, 간섬유증 2개, 간암 1개로 총 9개를 작성하였음
- 비알코올 간질환 AOP 중 비만관련으로는 간손상 3개, 간지방증 4개, 간섬유증 3개, 간암 6개로 총 15개를 작성하였으며, 당뇨병 관련 AOP는 간손상 1개, 간지방증 2개, 간섬유증 1개, 간암 3개로 총 7개를 작성하였음. 따라서, 비알코올 간질환에서 총 22개 AOP를 작성하였음
- 약물 간질환 AOP는 지방증 3개를 작성하였으며, 바이러스 간염 AOP 중 A형 간염은 간손상 1개, B형 간염은 간손상 1개, 지방증 1개, 섬유증 1개, 간암 3개로 총 6개를 작성 하였으며, C형 간염은 간손상 2개, 지방증 2개, 섬유증 1개, 간암 1개로 총 6개를 작성 하였음. 따라서, 바이러스 간염 AOP는 총 13개의 AOP를 작성하였음
- 그 외, 기타원인 간질환 AOP 중 면역장애 원인에서 자가 면역 간질환은 간손상 3개, 원발성 담관 경화증은 담관 경화증 AOP 1개를 작성하였으며, 유전 및 대사장애 원인 중 혈색소 침착증 및 윌슨병은 간손상 AOP 각 1개를 작성하였음. 따라서, 총 6개의 AOP를 작성하였음
- 화학물질 및 생활요인 유발 간질환 AOP 네트워킹 구축 결과 화학물질 간질환 AOP는 KE에서 Cyp2E1 활성, 산화스트레스, 미토콘드리아 기능이상, 미토콘드리아 지방산 베타 산화 억제, CD36 상향 조절, SCD-1 상향조절, PPARα 활성 및 억제, PPARγ 활성, ChREBP 및 SREBP 활성, LXRα 활성을 통해 생활요인 간질환 AOP와 연결되었으며, 화학물질 유발 AOP 중 AOP37, AOP60, AOP220은 생활요인 간질환 AOP에서도 공통적으로 확인되었음

시사점

- 본 연구에서는 AOP를 통해서 화학물질 요인 간질환과 생활요인 간질환의 병인기전의 차이점을 확인하였음
- 또한, 화학물질 및 생활요인 간질환 AOP의 네트워크를 제시하여 화학물질이 생활요인 간질환에 어떻게 영향을 줄 수 있는지에 대하여 가능성을 제시하였음

03 연구활용방안

제언

- 본 연구에서는 AOP 구축을 통하여 체계적으로 분자수준에서 상위수준까지 어떤 경로로 화학물질이 생활요인 간질환에 영향을 미칠 수 있는지에 대한 가능성을 확인하였음
- 또한, 화학물질을 사용하는 노동자들 중에서 특히 기저 간질환이 있는 노동자들은 관련 업무배제나 부득이한 경우, 보호구나 환기시설 사용을 통해서 주의를 더욱 기울이는 것이 필요하며, 사업주가 이에 대한 면밀한 관리가 필요하다고 사료됨

활용방안

- 화학물질 예측독성평가 사업에 활용
- SCI급 논문게재 및 국내외 학회발표

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 병리검사부 이용훈
연락처_ 042-869-8532
e-mail_ dvmone@kosha.or.kr

13 화학물질에 의한 면역성 질환의 AOP 적용 연구 –직업성 폐질환을 중심으로–

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **AOP, 독성발현경로, 직업성 폐질환, 직업성 천식**

01 연구배경

- 분진 및 화학물질 등 사업장 내 노출에 의한 근로자의 직업성 폐질환 증가로 초기 진단 등을 위한 추가 연구 필요
- 기존 독성시험과 다르게 컴퓨터 분석(*in silico*) 및 시험관내 실험(*in vitro*) 중심의 대체시험법을 이용한 연구 필요
- 유해화학물질에 의한 직업성 폐질환 관련, 분자수준 지표연구를 통해 위해성 평가까지 활용 가능한 독성발현경로(Adverse Outcome Pathway, AOP)와 연계한 질병 메커니즘 탐색 필요
- 직업성 폐질환의 초기 진단을 위한 유용한 마커 발굴 가능성 파악

02 주요연구내용

연구결과

- 국내·외 인체사례분석 및 문헌 조사, 국내외 웹데이터 탐색을 통하여 직업성호흡기 질환 중 직업성 천식의 유발물질을 특정하고, 해당 물질이 분류된 작업(공정) 카테고리 및 CAS 번호를 중심으로 탐색함
  - » 총 400여 물질이 검토되었으며, 두 개 이상의 데이터베이스에서 공통적으로 탐색된 물질은 80여종으로 나타남

» 이소시아네이트류(MDI, TDI 및 HDI 포함) 및 무수화물(anhydrides), 금속류, 아민 등 포함

- AOP 데이터베이스인 AOP wiki를 통하여 검색된 화학물질과 연동(interaction) 연구
  - » 검색된 화학물질 관련된 18종의 AOP를 탐색한 결과, 간질환 및 순환기계 부전, 유선종양 등의 질환에 주로 관여하는 것으로 확인됨
  - » AOP wiki내 호흡기계 질환으로 명시되거나 면역계통 이상으로 발생하는 피부질환과 관련된 AOP를 탐색 결과, 각 12종 및 3종의 AOP 확인
- 직업성 천식 관련 기존 AOP 검토 및 추가 제안
  - » AOP wiki 내 직업성 천식과 관련된 AOP는 세포 손상을 일으킬 수 있는 다양한 경로를 포함하여 수지상세포 및 T-림프구의 작용에 의해 호흡기감작 관련된 1건이 개발 중으로 확인됨
  - » 일부 화학물질 노출 근로자의 임상적 증상과 맞지 않는 경우가 있어 문헌조사를 통해 추가적인 KE 및 기전을 검토
  - » 이소시아네이트류 및 금속류(미세먼지 내의 금속물질 포함)를 중심으로 인체, 동물 및 세포에서의 실험 문헌을 바탕으로 주요 KE를 탐색
  - » 염증, Th-17 면역, Th1/Th2 면역, 산화적 손상, 특정miRNA의 변화 및 이온채널의 변동 등의 탐색 되었고, 이를 중심으로 천식과 관련된 2건의 AOP 구성안을 제안함
- 직업성 천식과 면역성으로 발생되는 피부질환 사이의 관련 KE 검색 결과, 수지상 세포와 관련된 T-림프구의 작용이 공통적으로 작용하는 것을 확인하였으며, 직업성 천식 외 기타 폐쇄성폐질환과 관련된 KE를 비교한 결과, 사이토카인 및 염증관련 세포의 작용 및 침착, T-림프구의 활성화 등이 공통적으로 탐색됨

시사점

- 화학물질에 의한 직업성 천식의 물질 별 정보 및 유해요소를 다양한 경로를 통해 검토하여 유해요소 확인
- 질병의 매커니즘 분석을 위해 기존의 AOP 경로 상 KE를 탐색하고, 추가적인 KE를 제시하여 새로운 AOP 구성안를 제안함
- 각 화학물질과 관련하여 천식 관련 AOP와 연결할 수 있는, 임상적으로 이용 가능한 다양한 기전 마커를 탐색하고, 이를 기반으로 직업성 천식의 조기 진단 및 원인 화학물질의 스크리닝을 위한 기초 자료를 제공함

03 연구활용방안

제언

- 동물을 이용한 독성시험을 줄이고, 다양한 화학물질의 유해성을 빠르게 탐색하기 위하여 현재 많은 대체시험이 개발되고 있으며, 향후 화학물질의 규제 정책에 이용될 것으로 예상되기에, 대체 시험법의 개발을 위한 기초적인 도구로서 AOP를 이용한 화학물질의 유해성 탐색은 지속적으로 이뤄져야 함
- 분자 및 조직수준에서 확인된 직업성 천식과 기타 질환(폐질환 및 면역성 피부질환)과의 공통적 경로가 존재하므로, 한 질환이 발생한 경우 추가적 질환의 가능성을 염두에 두고 이에 대한 사업주 및 근로자의 주의가 더욱 요구됨

활용방안

- 근로자 노출 화학물질의 폐질환 관련 위험성 제고
- 화학물질 취급 사업장, 관련 연구자 및 정책입안자에 데이터 제공
- 질환의 초기진단 가능성 제시를 통해 직업성 호흡기 질환에 의한 근로자의 건강 장해 예방
- 관련 분야 국내·외 논문 게재 및 학회 발표

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 병리검사부 **조은상**
연락처_ 042-869-8534
e-mail_ escho@kosha.or.kr

14 생체지표를 활용한 발암성 조기 탐색법에 관한 연구

연구기간_ **2020년 1월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **발암성시험, 잔여시료, 기전연구, 생체지표개발**

01 연구배경

- 발암성 시험과정에서 발생하는 시료는 희귀성과 중요성이 높으나, 현재는 만성 독성 및 발암성 평가의 목적으로만 사용하고 있음
- 발암성 시험과정 중에 발생하는 검체의 활용도를 높여 독성 및 발암성 평가이외에 추가적인 결과를 도출할 필요성이 있음
- 본 연구에서는 발암성시험 수행과정에서 발생하는 시료를 활용하여 독성 및 발암성 규명이외의 독성기전, 생체지표 개발 등 추가적인 연구에 활용하기 위한 방안을 모색하였음

02 주요연구내용

연구결과

- 발암성 시험은 용량설정을 위한 예비시험과 발암성평가를 위한 본시험으로 구성됨
  - » 예비시험은 4주 반복독성시험 후 추가적으로 13주 반복독성시험을 수행함
  - » 본시험은 랫드의 경우 104주, 마우스는 78주 동안 반복 노출하여 종양발생을 확인함

- 발암성시험에서 발암성평가이외의 목적으로 활용 가능한 검체
  - » 4주 및 13주의 예비시험에서는 혈청, 파라핀블록(50종류), 생조직(22종류), 기관지폐포세척액(bronchiolo- alveolar lavage fluid) 등을 활용 가능함
  - » 발암성 본시험에서는 혈청, 파라핀블록(50종류), 생조직(22종류) 등을 활용 가능함
- 기 수행한 독성시험과 연구과제를 통하여 분석한 결과, 현재 수행 가능한 병리적 기법은 조직병리검사, 면역염색(immunohistochemistry, IHC), 전자현미경, 임상병리검사, 비색법(colorimetric assay), terminal deoxynucleotidyl transferase dUTP nick end labeling (TUNEL) 등 이었음
- 보유 장비 등을 분석한 결과, 현재 수행중인 기법이외에 추가적으로 수행 가능한 병리적 기법은 *in situ* hybridization (ISH) 및 microarray 이었음
- 내부적으로 수행 가능한 생체지표 탐지기법과 활용 가능한 시료의 종류를 바탕으로 발암성 생체지표별 탐지기법과 기법별 필요 시료를 분석한 결과, 탐색가능한 발암성 생체지표는 genetic biomarker인 deoxyribonucleic acid(DNA), noncoding ribonucleic acid(RNA), 암 단백질 등이었음
  - » genetic biomarker
    - 활용 가능한 탐지기법은 microarray, ISH, IHC임
    - 필요한 시료형태 중 활용 가능한 검체는 생조직, 혈액, 파라핀블록임
  - » non-coding RNA
    - 활용 가능한 탐지기법은 microarray, ISH 등임
    - 필요한 시료형태 중 활용 가능한 검체는 생조직, 혈청, 혈장, 파라핀블록 등임
  - » cancer protein
    - 활용 가능한 탐지기법은 효소면역측정법(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA), 비색법 등임
    - 필요한 시료형태 중 활용 가능한 검체는 생조직, 혈청 등임
- 발암성 조기탐색을 위한 독성기전 규명 및 생체지표발굴연구를 위해 발암성 예비시험인 4주 및 13주 반복 예비시험과 2년 발암성 본 시험 결과를 연계하고 병리학적 기법을 접목한 방안을 제시함
  - » 4주 반복독성시험

- 독성이 관찰된 장기 및 항목을 파악함
- 형태적 특징 및 관련 항목과의 관련성 등을 분석하여 예상되는 기전을 조사하여 분류함
- 각 기전을 확인할 수 있는 분석법 및 관련 종양생체지표 조사
- 실제 적용할 분석법과 시료 결정

» 13주 반복독성시험

- 독성기전 및 종양생체지표 분석을 위한 필요 시료 채취 및 분석수행
- 가설에 대한 일차 평가

» 발암성시험 본시험

- 13주 반복독성시험과 동일한 시료 채취 및 분석을 수행
- 독성기전은 13주 반복독성시험의 분석결과와의 일치성과 연관성 분석 등을 통해 이차 평가함
- 종양생체지표분석은 조직병리학적 검사결과를 활용하여 발암성여부를 확인한 후, 발암성이 있는 경우에는 종양생체지표의 발현여부를 확인하고, 13주 반복독성시험의 분석결과와 연계하여 평가함

시사점

- 발암성 수행과정에서 발생하는 검체의 활용을 극대화하여 독성변화의 기전규명 및 종양생체지표 개발 연구시 추가적인 동물사용 및 비용을 절감할 수 있음
- 산업보건분야에서는 화학물질중심의 관리가 이루어짐을 고려할 때 물질중심의 연구가 현실적임
- 독성정보의 생산에 더하여 독성기전의 규명과 생체지표발굴연구를 통해 산업화학물질의 흡입독성 연구기관으로서의 위상 제고

03 연구활용방안

제언

- 흡입독성시험과정에서 발생하는 시료를 적절한 시점에 적절한 방식으로 채취, 보존하여 연구사업에서 활용할 필요가 있음

- 발생시료는 외부 필요기관에 분양하는 형태로 화학물질 연구에 기여할 수 있을 것임

활용방안

- 흡입독성연구사업에서 기전 및 생체지표 발굴연구에 활용
- 흡입독성연구 사업계획 수립 시 활용

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 병리검사부 이미주
연락처_ 042-869-8533
e-mail_ mjlee@kosha.or.kr

15 화학공장 화재·폭발 사고사례의 시스템적 원인분석에 관한 연구

연구기간_ **2020년 2월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **시스템적 사고분석, AcciMap, STAMP, FRAM, CAST**

01 연구배경

- 화학공장과 같이 복잡하고 고도화되어 있으며, 공정 간의 연관성이 높은 작업과 관련된 사고를 예방하기 위해서는 사고를 분석할 때 사회, 기술, 조직 등과 관련된 통합적인 시스템의 측면에서 접근할 필요가 있음
- 국외에서는 시스템적 관점에서 통합적으로 사고를 분석하기 위해 2000년 전후로 AcciMap(1997년), STAMP[1)](2004년), FRAM[2)](2004년) 등의 시스템적 사고분석기법을 도입하여 활용하고 있으나 아직 국내 산업안전 분야에 적용된 사례나 연구결과는 찾아보기 어려움
- 따라서 현재까지 제안된 시스템적 사고분석기법들의 방법론을 조사하고, 국내 화학공장에서 발생한 화재·폭발 사고사례를 시스템적 사고분석기법으로 분석하여 그 분석사례를 제공하고자 하였음
- 또한, 사고분석결과를 비교하여 분석기법별 특징을 정리하고 공단 및 고용노동부의 산업재해 관련 사고 조사 시에 활용할 수 있는 방안 등을 제안하고자 하였음

1) Systems-Theoretic Accident Model and Process, 시스템이론 기반의 사고원인 모델 및 분석 절차
2) Functional Resonance Analysis Method, 기능 공명 분석방법

02 주요연구내용

연구결과

- 시스템적 사고분석기법 중 대표적인 AcciMap, STAMP, FRAM의 사고조사 방법론을 조사하여 정리하고, 각 기법의 모델 형태, 분석방법 및 절차, 장단점을 비교함
- 화학공장의 일상 생산공정 중에 발생한 화재·폭발 사고를 시스템적 사고분석기법으로 분석하고 도출된 사고 원인 관련 요소들과 권고사항을 서로 비교함
- 화학공장의 정비보수 작업 중에 발생한 화재·폭발 사고를 시스템적 사고분석기법으로 모델링하고 그 결과를 비교하였으며, 추가로 조사가 필요한 사항을 파악함
- 화학공장에서 시험 운전 작업 중 발생한 사고를 시스템적 사고분석기법으로 모델링하고 그 결과를 비교함

시사점

- AcciMap은 사고 원인을 구조적인 다이어그램으로 표현하여 사고 원인 관련 요인들 간의 관계를 쉽게 보여줄 수 있는 장점이 있었지만, 업무의 단계별 구분이 어려운 단점이 있었음
- STAMP는 업무의 단계별로 모형화가 가능했고, 각 조직의 구성요소별 안전책임, 결함, 권고사항을 세세하게 분석할 수 있는 장점이 있었지만, 가장 많은 데이터를 필요로 하고 시간도 오래 소요되었음. 그러나 그에 따른 사고 원인 관련 요소와 권고사항을 도출할 수 있었음
- FRAM은 기능을 추가하거나 삭제하기가 비교적 쉽고 각 기능 간의 연결 관계를 모델을 통해 쉽게 파악할 수 있는 장점이 있었지만, 노드(기능)의 수가 많아지면 기능 간의 관계가 복잡해져 생성된 모델을 직관적으로 알아보기 어려운 단점이 있었음

03 연구활용방안

제언

- 공단의 「재해 등의 기술적 원인조사 업무처리지침」재해조사 의견서에 시스템적 사고분석기법을 적용하는 것이 필요할 것임

- STAMP를 이용해서 시스템 구성요소별로 사고 원인을 분석한 후 재해 발생과 관련된 원인 요소들을 AcciMap을 이용하여 체계적으로 나타낼 수 있으며, FRAM을 이용하여 시스템 기능 간의 연결 관계를 기술하는 방법을 적용할 수 있음
- AcciMap, STAMP, FRAM 등의 시스템적 사고분석 기법을 이용하여 산업안전보건법, 고용노동부, 안전보건공단, 사업장, 생산시스템 등 전체적인 측면에서 사고를 분석할 수 있으며, 이에 따른 사고 예방대책도 제시할 수 있을 것임

활용방안

- 연구결과는 안전보건 전문가 및 관계자의 교육 및 기술자료로 활용 가능함

연구담당자 연락처

연구책임자_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 위험성연구부 **서동현**
연락처_ 042-869-0332
e-mail_ seodh93@kosha.or.kr

16 화학물질 취급사업장 안전관리체계 개선연구

연구기간_ **2020년 5월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **PSM, 화학물질 취급사업장, 안전관리체계, 작업위험관리체계**

01 연구배경

- 우리나라는 1990년 화학설비 유해위험방지계획서 실시, 1995년 공정안전관리(PSM, Process Safety Management)제도 시행, 2005년 공정안전보고서 이행상태평가제 도입 및 2014년 공정안전보고서 제출대상 확대 등 1990년대 이후 중대산업사고를 예방하기 위해 다각적으로 노력하였음
- 그러나 최근 화학공장에서의 촉매 포장실 화재 사고, 압축 공정 폭발사고, 스티렌모노머 유출사고 등과 같은 중대산업사고는 PSM 제도의 예방한계를 보여주고 있으며, 화학물질 취급사업장의 업종과 규모, 사용량 및 생산시설의 종류, 공정특성 등 사업장 특성을 고려하지 않은 일방적 제도 적용에 대한 개선의 문제가 지속해서 제기되고 있음
- 특히, 교육의 중요성은 누구나 인식하고 있지만, PSM 보고서 작성자 교육, 운전 및 정비 등 관련 업무 종사자에 대한 교육이 재해예방으로 이어질 수 있는 교육의 실효성 확보도 시급한 과제로 대두되고 있음
- 따라서 국가가 제도적으로 공정안전관리과정에 가장 합리적인 개입 방식이 무엇인가에 대해 논의하여 화학물질 취급사업장의 위험관리를 위한 관련 제도의 문제점을 분석하고 개선점을 제시하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- 현재의 법규를 적용하여 화학물질 취급사업장을 A~E tier로 5개의 기준으로 분류함. 국내 법규의 기준을 이용한 방법이 차별화된 안전관리 체계에 적용하는 가장 적합한 전략이라고 할 수 있었음
- PSM의 작동성을 고려하여 PSM 대상 사업장(A, B tier)에 대한 차별화된 운영방안을 제시함
- 소규모 사업장 및 우리나라 안전관리 법규 테두리 밖에 있던 사업장에 대한 화학물질 취급 작업 위험관리체계 방안을 제시함
- 화학물질 취급사업장 근로자들의 인터뷰나 설문조사 결과를 통하여 도출된 교육수요의 불균형과 필요로 하는 교육을 고려하여 개선방안을 제시함

시사점

- 화학물질 취급사업장의 위험 특성을 분류하는 적합한 방법은 현재 운영되고 있는 제도와 연계하여 분류하는 방안이라 판단됨. 그리고 이 분류 방안에 따라 PSM의 PDCA가 잘 작동하기 위해서는 위험 수준에 따라 안전보건공단 및 전문가의 효과적인 역할 분담과 양질의 전문인력풀 관리방안 도입이 필요함
- 비정형작업 등 사고위험이 큰 작업의 안전성을 높이기 위하여 작업위험관리체계 도입이 필요하며, PSM 의무교육대상의 확대, 안전보건공단의 교육 총괄 및 허브기능 강화, 지역별 교육 저변의 확대 및 이를 위한 교육사업 투자 강화가 필요함

03 연구활용방안

개선방안

- 화학물질 취급사업장의 위험도 분류 기준과 규제 차별화 전략을 제시함
- 국내 PSM제도가 본연의 취지에 맞게 사업장에서 PDCA가 잘 작동할 수 있도록 구성요소 및 운영 방안에 대한 개선을 제안함

- 정형작업과 비정형작업을 위한 작업위험관리체계의 사업장 적용 방안을 제안함
- PSM 교육의 활성화 방안을 제안함

활용방안

- 본 연구에서 제시한 화학물질 취급사업장의 등급분류 기준 및 차별화 전략, PSM 제도 개선을 위한 제안, PSM 관련 교육 제안사항 등은 관련 제도 개선에 활용할 수 있을 것임

연구담당자 연락처

연구책임자_ 한국안전학회 **백종배** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 위험성연구부 **서동현**
연락처_ 042-869-0332
e-mail_ seodh93@kosha.or.kr

17 신산업의 노동자 보호 방안 연구

연구기간_ **2020년 5월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **ICT, IOT, Big Data, 수소에너지**

01 연구배경

- ICT, IOT, Big Data 등이 광범위하게 활용되고 있는 4차 산업혁명에 따라 화학 공장 및 수소 에너지 관련 시설은 새로운 사고 형태와 안전관리상의 문제점이 제기되고 있으며, 특히 4차 산업혁명 핵심의 에너지원으로서 수소의 생산기지, 충전소 등과 같은 관련 시설의 저압수소에 대한 안전관리와 노동자 보호방안 마련이 필요함
- 수소 충전소 등 고압수소(1MPa이상)는 '고압가스안전법'에 따라 안전 관리가 이뤄지나 저압수소는 저압가스와 유사하고 산업안전보건법에 따른 관리 대상이므로 저압수소에 대한 안전기준 정립이 필요하며, 신기술이 적용된 저압수소 설비 등은 신규 시장의 형성에 따라 선제적인 안전기준 정립이 요구되므로 안전기준에 대한 방향과 근로자 보호방안의 정립이 매우 중요함
- 따라서 본 연구에서는 '신산업'을 "IOT, ICT, 빅데이터, 드론 등 4차산업 신기술을 안전관리에 응용하는 화학사업장"과 "수소연료전지발전소, 수전해 시설 등 저압수소시설을 보유한 사업장"등의 두 가지로 정의하고 노동자 보호방안을 조사하였음

02 주요연구내용

연구결과

- 화학 공장 및 수소 에너지 관련 시설의 스마트 안전설비 사용실태 및 그 설비에 대한 안전조치 현황조사 및 스마트 안전설비에 대한 안전조치 기술개발 사례조사
  - » 화학 공장 및 수소 에너지 관련 시설의 스마트 안전설비 사용실태 및 그 설비에 대한 안전조치 현황조사
  - » 화학 공장 및 수소 에너지 관련 시설에서 ICT, IOT기반 기술, Big Data 이용 현황 및 안전관리 문제점 파악
  - » 이를 위해서 사업장 방문 조사를 통하여 자료를 수집한 결과 실시간 실내측위 및 위치정보 기술, 클라우드 기술, 스마트 헬멧, 드론 활용기술, IOT 기반의 스마트 센서 분야에서 개발과 이용이 활발하게 이루어지기 시작하고 있으며, 현재 대기업의 경우 신기술의 안전설비에 대해 자체적으로 활발한 투자가 이루어지고 있으나, 중소기업의 경우 그렇지 못하고 있는 실정임
  - » 석유화학업종의 경우 Safety Integrated System (SIS)과 같은 자동화 요소가 잘 정착이 되어 있었으며 실시간 작업자 안전관리 플랫폼은 기존의 안전시스템과의 조화가 필요하다는 것이 도출되었으나 아직 높은 에러율 등 신뢰성 문제가 있어 전적으로 의존하기는 어려움.
- 스마트 안전설비에 대한 안전조치 기술기준 적용 방안 검토
  - » 아직까지 완전히 신뢰하기보다 보조수단으로써 이용가치가 있고 기술의 발전에 따라 향후 적용범위를 넓힐 수 있도록 규제의 완화가 필요하며, 또한 각종 센서의 경우 검교정 주기 및 배터리 교체 주기 기준이 필요하지만 법제화할 정도는 아니며 제조사의 권고에 맞춰 하는 것이 적합함
- 수소 화재폭발 사고사례 특성 분석 및 액화수소의 화재폭발 위험성 조사
  - » 낮은 최소점화에너지와 넓은 범위의 인화성 및 폭굉성으로 인해 밀폐 공간에서 큰 폭발사고가 여러 건 발생하였으며, 액화수소는 아직 국내에 도입 전이나 액화수소를 취급하는 노동자들의 안전과 관련하여 극저온 화상 사고와 과충전으로 인한 기화 후 누출·화재·폭발 위험이 존재함
- 수소의 화재·폭발·누출 예방방안, 수소 에너지 관련 시설의 공정 특성에 따른 화재 및 수소취성 등의 위험요소별 방지대책 제시
  - » 수소연료전지발전소, 수소충전소, 수소 승용차/상용트럭/상용버스의 위험성에 대하여 Phast

및 FLACS 시뮬레이션을 진행하였으며, 수소 시설에서 누출이 발생할 경우, 확산, 고압방출화재, 가스폭발의 영향 등으로 구분하여 현실적인 안전거리를 제시하였음.

시사점

- 국내 저압수소설비 시설에서의 근로자 안전조치에 대한 제도적 정비가 요구되고 있음
- 수소 사업장의 근로자 안전교육 프로그램 및 매뉴얼, 안전관리 체크리스트의 개발 보급이 필요함
- 다양한 위험상황을 고려한 저압 및 고압의 수소취급설비에 대한 안전거리의 검토가 필요

03 연구활용방안

제언

- 4차 산업 혁명 핵심의 에너지원으로서 수소의 생산기지, 충전소와 같은 관련 시설에서 필요한 안전관리 및 근로자 보호를 위하여 관리주체별 실현가능한 요소 파악 및 제언을 통하여 시행령 시행규칙 등의 근거로 활용할 수 있는 다음과 같은 활용방안을 제시함.
  - » 산업용 드론의 지속적인 검토 및 기술개발 지원
  - » 스마트 안전설비에 대한 방폭 지원
  - » 스마트 안전기술 신뢰성 확보의 지원
  - » 수소산업 근로자의 안전교육 및 안전훈련에 대한 제도개선
  - » 수소안전거리의 제안
  - » 저압수소 사업장의 근로자 보호 방안

연구담당자 연락처

연구책임자_ 아주대학교 **정승호** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 위험성연구부 **한우섭**
연락처_ 042-869-0331
e-mail_ hanpaule@kosha.or.kr

18 화학산업 안전풍토(Safety Climate) 조성방안 마련

연구기간_ **2020년 6월 ~ 2020년 11월**

핵심단어_ **화학산업, 안전풍토, 산업재해, 재해예방**

01 연구배경

- 국내 산재사고 사망률은 OECD 국가 중 매우 높은 수준이며 특히 화학산업의 재해는 근로자뿐 아니라 지역주민의 안전도 위협함
- 최근 선진사례와 연구 결과에 따르면 조직의 안전풍토 향상이 산재사고 예방에 효과적임
- 따라서 국내 화학산업에 적용할 수 있는 신뢰롭고 타당한 안전풍토 측정 프로세스와 실행모형 개발이 필요함

02 주요연구내용

연구결과

- 안전풍토에 대한 선행연구 검토와 선진 안전 화학기업에 대한 사례분석 결과, 안전풍토와 작업장 안전과의 관계 확인
- 국내 화학기업 6개 사업장의 안전 전문가와 근로자 35명의 심층면담을 통해 안전풍토가 근로자의 안전 동기와 역량을 통해 안전행동 및 재해발생에 영향을 미치는 현장 사례 수집
- 안전풍토와 관련 결과 변인을 측정하는 예비설문을 개발하고, 2개의 화학 사업장에 적용하여 신뢰도와 타당도 확인

- 예비설문 분석 결과와 현장 전문가의 의견을 바탕으로 최종 안전풍토 진단 설문지를 개발
  - » 최종 설문은 총 4개의 안전풍토 하위차원(경영진 안전 의지, 안전관리 시스템, 현장 안전, 협력업체 지원)에 해당되는 9개의 세부지표(경영진 안전 의지, 안전규정 및 절차, 안전교육 및 훈련, 사고관리, 안전 제안, 안전관리조직, 관리감독자 안전 리더십, 현장 실천, 협력업체 지원)를 측정하는 56개의 문항과 4개의 결과변인(안전역량, 안전동기, 안전준수, 참여 행동)을 측정하는 16개의 문항으로 구성됨
- 최종 안전풍토 진단 설문과 심층면담으로 구성된 안전풍토 측정 프로세스를 시범 사업장에 적용
- 시범 적용 결과를 바탕으로 안전풍토 측정 프로세스에 대한 실행모형과 확산방안 제안

시사점

- 선행연구 결과와 현장 전문가들의 의견을 종합적으로 반영한 신뢰롭고 타당한 안전풍토 척도 개발
- 기업에서 활용할 수 있는 안전풍토 진단 매뉴얼과 안전풍토 진단 결과 보고서 샘플 제공
- 안전풍토 측정 프로세스에 대한 실행모형과 확산방안 제안

03 연구활용방안

활용

- 화학산업 사업장에서 안전풍토 조성 실행모형 사용 매뉴얼과 보고서 샘플을 활용하여 안전풍토를 주기적으로 진단하고 이를 바탕으로 안전풍토 조성방안을 마련할 수 있음
- 단, 경영진을 비롯한 조직 구성원들이 안전풍토 진단의 목적이 평가가 아니라 사업장의 안전풍토 조성을 위한 학습 과정임을 명확히 이해할 수 있도록 해야 함
- 이를 위해서는 진단결과를 구성원들에게 환류하고 향상 방안을 스스로 도출하여 실천하는 시스템 도입이 필요

제언

- 안전풍토의 중요성에 대한 사회적 분위기 제고를 위해 안전풍토 진단 사례 활용
- 안전풍토 조성 실행모형을 보다 효과적으로 활용하기 위해서는 지속적인 자료 축적을 통해 안전풍토 진단 척도의 규준점수를 마련하고, 다양한 유형의 사업장으로의 일반화 가능성을 확대해야 함
- 안전풍토 조성 실행모형의 현장 적용을 위해서는 안전풍토 전문가 양성 필요

연구담당자 연락처

연구책임자_ 충남대학교 이선희 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 위험성연구부 최이락
연락처_ 042-869-0334
e-mail_ yirac@kosha.or.kr

19 정량적 위험성평가(CPQRA)방법 도입 방안 마련 연구

연구기간_ **2020년 5월 ~ 2020년 10월**

핵심단어_ **정량적 위험성평가, 리스크, 사고영향, 빈도**

01 연구배경

- "공정안전관리제도"에 의해 중대산업사고 예방을 위한 국가적 시스템이 완성단계에 접어들었다고 할 수 있으나, 중대산업사고로 규정되어 있는 화재, 폭발과 독성물질의 확산으로 인한 피해를 예측하기 위한 위험성평가는 국내의 경우 아직도 피해예측 범위를 벗어나지 못하고 있는 실정임
- 또한 중대산업사고에 대해 정량적인 분석을 통해 중대산업사고 예방을 위한 전략을 수립해야하지만, 현재 국내 실정으로는 정량적 위험성평가를 제대로 활용하지 못하고 있으며, 정량적 위험성평가를 수행함에 있어 빈도분석으로부터 빈도를 제대로 계산하지 못하고 Risk에 대한 기준을 바탕으로 위험도 감소 대책을 규정하는데 어려움이 있음
- 미국, 유럽 등에서는 QRA(Quantitative Risk Assessment)를 수행하여 위험의 Criteria (수용수준)를 결정하고 있으며 QRA의 결과인 개인적 위험성과 사회적 위험성을 이용한 CPQRA(Chemical Process Quantitative Risk Assessment) 표준안을 제시하여 CPQRA를 수행하고 있음
- 본 연구에서는 정량적 위험성평가에 대한 해외 사례, 해외 기준 등을 분석하여 정확한 정량적 위험성평가를 수행할 수 있도록 살펴보고 향후 정책의 수립에 활용할 수 있는 근거를 제공하고자 함

02 주요연구내용

연구결과

- CPQRA에 대한 표준안을 제시하기 위해 CPQRA, TNO, API RP 752 등에서 제시하고 있는 QRA에 대해 조사 및 국내 사례의 분석결과를 활용하여 빈도 분석을 FTA 없이도 ETA 방법을 통해 수행하여 개인적 위험성(IR)과 사회적 위험성(SR)을 구할 수 있는 CPQRA 표준안을 제시하였음
- 국내 Risk Criteria을 설정에 활용할 수 있도록 HSE R2P2(Reducing Risk Protecting People)에 제시된 영국의 Risk Criteria와, TNO Coloured book에 제시된 네덜란드의 Risk Criteria 등 해외 Risk Criteria를 분석한 결과, 영국의 경우 개인적 위험성은 기준으로 제시되어 있지만, 사회적 위험성에 대한 기준은 제시되고 있지 않았으며, 네덜란드는 개인적 위험(IR), 사회적 위험(SR)이 모두 제시되고 있음
- 국내의 PSM 제도에 QRA를 도입하기 위한 설문조사를 수행하여 현재 사업장에서의 위험성평가 현황, QRA 도입을 위해 필요한 사항 등을 조사한 결과, 현장에서는 QRA가 필요한 것에 대해서는 인지를 하고 있지만 현재 시점에서 QRA를 강화하는 것에 대해서는 부정적인 입장을 나타내었다. 이는 기업에서 정량적 위험성평가를 수행할 수 있는 제반 여건이 갖춰지지 않은 상황에서 정부에서 제도를 강화하게 된다면, 제대로 된 수행이 불가능할 것으로 판단됨
- CPQRA 수행을 제도적으로 보완하기 위하여 「공정안전보고서의 제출·심사·확인 및 이행상태평가 등에 관한 규정」 제28조에 대한 개정(안)을 제시하였음

시사점

- CPQRA 결과를 비교하고 적용할 수 있는 국내 실정에 맞는 Risk Criteria 설정 필요
- 기업에서 원활하게 CPQRA를 수행할 수 있도록 신뢰할 수 있는 관련 S/W 지원 및 지속적인 CPQRA에 대한 교육 필요
- 사업장에서 CPQRA가 효과적으로 활용될 수 있도록 적용성 검증 시범사업 시행 필요

03 연구활용방안

제언

- 현재 국내의 정량적 위험성평가의 경우 공정안전관리제도에서 피해예측 부분만 수행하고 있으며 중대산업사고에 대한 정량적인 분석을 수행하기 어려운 실정으로, 연구된 내용을 바탕으로 국내에 정량적 위험성평가를 적용하고 활용할 수 있도록 근거자료를 제공하였음

연구담당자 연락처

연구책임자_ 광운대학교 **고재욱** 교수
연구상대역_ 산업안전보건연구원 산업화학연구실 위험성연구부 **한우섭**
연락처_ 042-869-0331
e-mail_ hanpaule@kosha.or.kr

2020

산업안전보건연구 요약집

Occupational Safety &
Health Research Institute

발행처 안전보건공단 산업안전보건연구원
주소 44429 울산광역시 중구 종가로 400 북정동
연락처 전화 052-7030-813 / 팩스 052-7030-331
홈페이지 www.kosha.or.kr/oshri

* 본 책자 저작권은 안전보건공단 산업안전보건연구원에 있습니다.