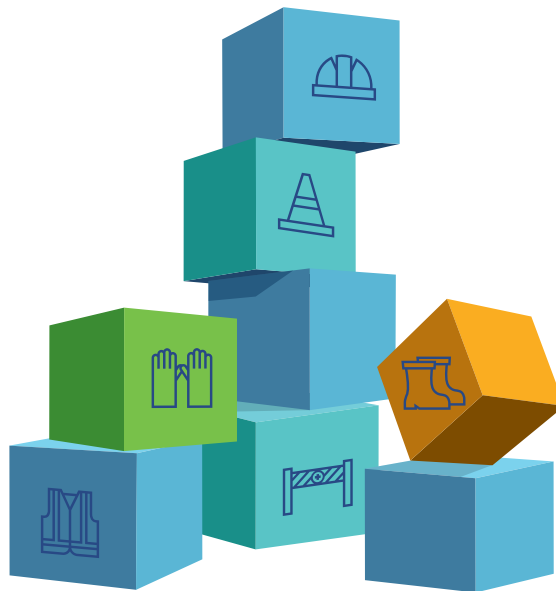


2018 산업안전보건연구 요약집



CONTENTS

I 정책연구분야

01. 예방문화 선행지표 개발을 위한 한국 - 독일 공동연구	8
02. 경기변동과 산업재해의 연관성 연구	10
03. 한국과 유럽의 근로환경 비교 - 신체적 위험요인 노출과 노동자 건강	12
04. 제5차 근로환경조사를 활용한 근로환경 시계열 연구 - 근로환경 만족도를 중심으로	14
05. 중대재해 경험에 따른 주변 노동자의 심리적 외상 연구	16
06. 사회보장법적 측면에서 본 산업안전보건법의 지위와 역할에 관한 연구	18
07. 기업의 산업재해 공시제도 도입방안 연구	20
08. 원·하청 산업재해 통합통계 산출 III	22
09. 스마트공장 노동자 보호를 위한 안전보건기준 마련 연구	25
10. 중대재해예방을 위한 제도개선방안연구 - 이동식크레인을 중심으로	27
11. 사업주 및 관리감독자의 실효성 있는 교육방안에 관한 연구	29
12. 산업안전보건교육 실시의무 대상 확대를 위한 연구	32
13. 산업안전보건법 개편에 따른 하위법령 정비방안 연구	34
14. 특수형태근로종사자 등에 대한 산업재해 예방을 위한 의무규정 마련 방안 연구	36
15. 산업안전보건법상 수감명령제도 도입에 따른 제도 마련에 관한 연구	39
16. 산업안전보건법 위반에 따른 행정형벌 등의 부과를 위한 「산업안전보건기준에 관한 규칙」정비 방안 연구	42
17. 직장 내 괴롭힘 예방을 위한 산업보건 측면의 정책연구	45

Ⅱ 안전연구분야

01. 조립된 가설기자재(시스템) 인증제도 및 기준에 관한 연구	48
02. 이동식크레인 안전성 향상을 위한 방호장치 개선 연구	51
03. 정전기 방전 검지기술 및 관련기기 방폭기술 개발	53
04. 달비계 작업의 안전성 향상 방안 연구	55
05. 안전기술 향상을 위한 ICT 융·복합 연구	58
06. 건설업 발주자 안전보건 책무이행을 위한 매뉴얼 개발 연구	60
07. 산업별 재생산업 규모 예측 및 안전보건 기준 개선 연구	62
08. 건설업 산업안전보건관리비 사용 투명성 강화방안 연구	64
09. 건설현장 작업발판과 안전통로의 안전성 확보를 통한 사고사망 감소방안 연구	66

Ⅲ 직업건강연구분야

01. 생물학적 노출평가 표준시료 개발(3) - 소변중 O-크레졸	70
02. 노동자 건강진단 실무지침 개선 - 생물학적 노출기준	72
03. 의료기관 종사 노동자의 방사선 노출관리 방안	75
04. 우정사업본부 안전보건관리 실태분석 및 관리모델	77
05. 특수형태근로종사자에 대한 건강관리 방안 연구	79
06. 과로사(과로자살) 예방을 위한 정책 연구(2)	82
07. 노동자 구강건강증진 매뉴얼 개발	85
08. 산업재해 트라우마 관리프로그램 운영모델 개발	87
09. 감정노동 종사자의 스트레스 평가도구 개선 및 활용방안 마련 연구	89

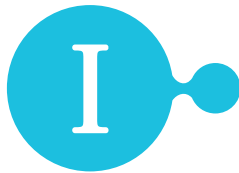
10. 전자산업의 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안 마련 – 반도체 제조업 중심	91
11. 서비스산업 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안 마련	93
12. 근로자 건강진단 제도개선 방안 연구	95
13. 간호사 직무스트레스 평가제도 마련에 관한 정책연구	98
14. 근골격계질환의 특수건강진단 적용연구(I)	101
15. 민원대응 직원 감정노동 실태조사	103

IV 직업환경연구분야

01. 제조업 사업장 공정별 유해물질 노출실태 편람 개발	106
02. 건설업 직종별 노출 매트릭스 구축 연구(IV) – 우레탄 방수작업자의 톨루엔 디이소시아네이트 노출 중심	108
03. 3D 프린터 사용자에게 대한 초미세입자 노출평가	111
04. 환경미화원의 작업환경 실태조사 및 건강검진 개선에 관한 연구	113
05. 작업환경측정 정도관리 자율항목 도입을 위한 연구(1) – 포름알데히드	115
06. 급성중독사고 예방을 위한 분석자동화 시스템 구축	117
07. 작업환경측정분석 국가산업표준(KS) 개정 II	119
08. 지하철 노동자 미세먼지, 라돈, 디젤연소배출물 노출위험 평가 및 관리방안 마련	121
09. 밀폐공간 사고예방을 위한 첨단기술 활용방안 연구	124
10. 작업환경측정 대상정보 표준화 연구(II)	126
11. 석면 해체·제거작업 안전성 확보를 위한 매뉴얼 개발	128
12. 건설업 보건관리 위험성 평가 모델 개발(II) – 토목건설공사	130
13. 작업환경실태조사 예비조사	132
14. 항공기 청소노동자의 직무 및 노출가능 유해인자 특성 연구	134
15. 옥외작업자 건강보호 방안(II) – 한랭작업을 중심으로	136

V 화학물질분야

01. 회트류 재생공정 노동자 건강보호 기준 연구	140
02. 화학물질정보분야에서의 OECD TOOLBOX 활용방안 연구	142
03. 나노입자 측정 기술 고도화 연구(II)	144
04. 식품가공 및 식품첨가물 제조공정 발생물질의 변이원성 연구	146
05. 집진공정의 화재폭발 예방 및 개선방안 연구 - 백필터 및 사이클론 집진장치 중심으로	148
06. 화학공장의 사고사례를 활용한 정상 및 비정상 작업시의 화재폭발사고 원인조사	150
07. 흡입독성시험 대상 후보물질 선정을 위한 데이터베이스 구축 연구	152
08. 피부자극성 시험방법 고찰 및 연구	154
09. 산업화학물질의 호흡기 영향 평가 연구 - 살생물질(BKC) 중심	156
10. 산업화학물질 특성에 따른 증기/에어로졸 등 발생 및 분석에 관한 연구	159
11. 금속산화물의 에어로졸 발생 및 분석법 연구	162
12. 1-PROPANOL의 독성병리연구 - 간에서의 효소변화	164
13. TETRACHLOROETHYLENE 유발 병변 연구	166
14. 병리진단 기법을 이용한 유해화학물질의 호흡기계 영향 연구 - PHMG·HCL 전신노출 랫드의 폐손상 독성기전	168
15. 산업안전보건법상 관리대상 유해물질의 분류체계 및 관리기준 개선방안 연구(II)	170
16. 물질안전보건자료 최신화 관리	172
17. 물질안전보건자료 신규작성	175
18. 산업안전보건법상 제조 등 금지 및 허가대상물질 정비방안 연구	177
19. 산업용 화학제품 관리를 위한 기반 구축	180
20. 탄소물질의 독성정보 재공 체계 구축에 관한 연구	183
21. 화재·폭발분야 안전보건규칙 개정안 마련 및 규제영향분석	185
22. 화학사고 위험경보제 성과분석 및 개선방안 연구	187
23. 화학물질 노출기준의 현장 적용성 강화 연구	189



정책연구분야

01. 예방문화 선행지표 개발을 위한 한국 - 독일 공동연구
02. 경기변동과 산업재해의 연관성 연구
03. 한국과 유럽의 근로환경 비교 - 신체적 위험요인 노출과 노동자 건강
04. 제5차 근로환경조사를 활용한 근로환경 시계열 연구 - 근로환경 만족도를 중심으로
05. 중대재해 경험에 따른 주변 노동자의 심리적 외상 연구
06. 사회보장법적 측면에서 본 산업안전보건법의 지위와 역할에 관한 연구
07. 기업의 산업재해 공시제도 도입방안 연구
08. 원·하청 산업재해 통합통계 산출Ⅲ
09. 스마트공장 노동자 보호를 위한 안전보건기준 마련 연구
10. 중대재해예방을 위한 제도개선방안연구 - 이동식크레인을 중심으로
11. 사업주 및 관리감독자의 실효성 있는 교육방안에 관한 연구
12. 산업안전보건교육 실시의무 대상 확대를 위한 연구
13. 산업안전보건법 개편에 따른 하위법령 정비방안 연구
14. 특수형태근로종사자 등에 대한 산업재해 예방을 위한 의무규정 마련 방안 연구
15. 산업안전보건법상 수감명령제도 도입에 따른 제도 마련에 관한 연구
16. 산업안전보건법 위반에 따른 행정형벌 등의 부과를 위한 「산업안전보건기준에 관한 규칙」정비 방안 연구
17. 직장 내 괴롭힘 예방을 위한 산업보건 측면의 정책연구

01

예방문화 선행지표 개발을 위한 한국 - 독일 공동연구

 **연구기간** 2018년 2월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** 예방문화, 산업안전보건의 신뢰, 선행지표

연구배경

- 2008년 세계산업안전보건대회(대한민국, 서울) 이후 언급된 예방문화에 대한 관심이 지속적으로 높아지고 있으며, 국제노동기구(ILO) 산하의 국제사회보장협회(ISSA)를 중심으로 예방문화를 측정하기 위한 국제적인 수준의 노력이 지속되어 왔음. 특히, ISSA의 예방문화위원회내에서 독일재해보험조합(DGUV)과 한국산업안전보건공단(KOSHA)를 중심으로 단기공동연구(2016년)가 진행된 바 있으며 그 결과, 리더십, 의사소통, 학습조직, 참여, 신뢰의 5가지 요인이 예방문화를 구성하는 하위요인으로 도출된 바 있음
- 특히, 다양한 선행연구에서 산업안전보건의 신뢰는 근로자의 안전행동, 안전리더십, 안전분위기 등과 관련성이 있는 주요 요인으로 언급되고 있음. 이에 2016년 단기공동연구의 연장선상에서 KOSHA-DGUV는 산업안전보건의 신뢰 요인을 중심으로 예방문화 선행지표 개발을 위한 3년간의 국제 공동 연구를 수행하고자 함
 - 본 연구는 3년간의 공동 연구 중 1년차 연구에 해당하는 내용으로 KOSHA에 의해 수행된 주요 내용을 정리하였음

주요연구내용

연구결과

- 예방문화와 관련하여 그 동안 진행된 국제적인 논의 및 내용들을 정리하였으며 산업안전보건의 관점에서 신뢰에 대한 선행연구를 취약성, 안전행동, 안전리더십, 안전분위기 등을 중심으로 정리하였고, Schein의 연구모델을 중심으로 전체 공동연구의 진행방향에 대하여 언급함
- 선행연구 검토와 함께 KOSHA는 한국 근로자들을 대상으로 개방형 질문을 통해 신뢰와 예방의 개념에 대해 조사하여 그 결과를 토대로 산업안전보건의 신뢰 개념에 대한 조작적 정의를 내렸음. 즉 신뢰 선행지표로 신임, 협동, 예측, 배려, 정의의 5가지 예비요인을 예상하고 77문항의 예비문항을 구성하였음

- 예비연구의 성격으로 국내 근로자들을 대상으로 탐색적 요인분석을 실시한 결과, 최종 63개 문항에 대한 5가지 요인구조가 확인되었고 각 요인은 개방성, 역량, 협동, 배려, 공정성으로 명명되었음. 준거타당도를 확인한 결과, 구성된 신뢰 요인들은 안전분위기 관련 요인들과 모두 높은 정적 상관관계가 있었음
- 추가적으로 제5차 근로환경조사를 활용하여 신뢰와 관련되는 문항을 추출하여 안전행동 및 건강 관련 문항과 상관 분석을 실시한 결과, 정서활력, 직무몰입, 근로환경만족 등의 문항들과 유의한 관련성이 있었음

시사점

- 예방문화의 개념을 중심으로 산업안전보건에서 신뢰의 중요성을 선행연구를 토대로 정리하였음. 특히, 신뢰를 측정할 수 있는 예비문항을 구성하였으며, 국내 근로자들을 대상으로 한 예비 탐색적 요인분석 결과, 유의미한 결과로 요인구조를 확인할 수 있었음
- 신뢰 요인을 중심으로 하는 선행지표 개발을 위한 선행연구 검토 및 예비문항의 구성이 1년차 연구의 주요 목표인 바, KOSHA에 의해 구성된 예비문항이 유의한 요인구조로 구성될 수 있음을 예비설문조사를 통해 확인하였으며 제5차 근로환경조사 분석결과에서도 유의미한 결과를 기대할 수 있을 것으로 예측됨

연구활용방안

제언

- KOHSA에 의해 구성된 예비문항을 DGUV와의 협업작업을 통해 하나의 최종 예비문항으로 구성하여, 국제 전문가 워크숍을 통한 내용타당도 확보 및 요인구조 확인을 위한 한국과 독일의 현장 설문조사 등이 후속연구로 진행될 필요가 있음

활용

- 한국과 독일, 두 국가 간의 예방문화 선행지표 개발 공동연구를 기반으로 향후 3년차 연구에는 개발된 지표보급 매뉴얼 개발을 통해 예방문화 형성 및 산업재해 예방에 기여할 수 있음

💡 **연구기간** 2018년 2월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 경기변동, 재해자, 사고재해자, 업무상사고사망, 회귀분석

📖 연구배경

- 경기 호황/불황, 산업별 가동률 변화 등 경기변동에 따른 공급에 대한 수요증가는 노동자들에게 빠른 작업속도를 요구하게 되고 미숙련노동자들의 투입을 증가시켜 산업재해의 가능성을 증가시킬 수 있음
- 또한 사업장 수, 규모 등도 변화시켜 노동자들이 처한 산업 재해 발생 위험을 변화시킬 수 있으며, 생산 제품 종류의 변화 및 생산량 증가를 위한 생산방법 변화도 산업재해 발생 위험을 변화시키는 요인이 됨
- 본 연구는 경기변동(산업별 생산 변화 등)이 산업재해에 어떠한 영향을 미치는지를 계량경제학적 기법을 활용하여 결과를 도출하고 이를 산업재해 예방 정책 및 관련 사업 활용하고자 함

📖 주요연구내용

연구결과

- 월별 발생 산업재해 발생과 경기변동 관련지표는 산업별 지표 중 제조업 가동률, 건설업에서는 국내 건설수주액과 건축 착공현황, 서비스업에서는 생산지수의 변화분이 영향을 주는 것으로 분석됨
- 월별 발생하는 산업재해(재해자, 사고재해자, 업무상사고사망자)에 영향을 주는 건축착공현황의 경우는 해당 월에 건축(주택, 오피스 등)부문에서 많은 사업이 시작되면 이와 관련하여 산업재해가 비례하여 증가하는 것으로 나타남
- 서비스업의 경우는 서비스업 생산지수 증분(변화량)이 약 1개월의 시차를 두고 재해자 및 사고재해자를 증가시키는 것으로 나타났는데 이는 과거 서비스업 수요 증가로 인해 생산액이 늘어나는 추이보다 더 큰 폭의 증가가 있는 후 약 1개월 후에 재해자 및 사고재해자가 늘어난다는 것을 의미함
- 분기별 발생하는 재해자, 사고재해자, 업무상사고사망자를 설명하는 경기변동 지표 중 산업별 지표를 살펴보면, 월별 산업재해외를 다르게 전반적인 경기 호황 또는 불황을 나타낼 수 있는 지표가 포함됨

- 경제성장률은 재해자 및 사고재해자 발생과 통계적으로도 유의한 연관성이 있다고 분석되었는데 이는 국내총생산액이 증가되어 산업별로 활발한 활동이 일어나게 되면 산업재해 발생 확률이 늘어날 수 있기 때문으로 해석됨
- 설비투자지수는 경우는 약 6개월의 시차를 두고 설비투자지수의 증가는 업무상사고사망자를 감소시키는 것으로 나타났는데 생산기기, 차량 등 생산에 필요한 설비를 신규로 교체하거나 구입하는 것이 산업 재해를 줄이는 방향으로 영향을 줄 수 있다는 것으로 추측됨

시사점

- 연구를 통해 우리나라에서 산업재해와 경기변동 간의 관계가 통계적으로 유의하다는 점을 확인할 수 있었으며 제조업가동률, 건축착공현황(동), 근로자수 증분 등 산업재해발생에 영향을 주는 개별 지표도 도출할 수 있었음
- 경기변동 관련 지표들은 전반적인 추이변화 뿐만 아니라 증분(difference)의 변화도 산업재해 발생과 통계적으로 유의한 연관성을 가지는 것으로 나타났는데, 이는 다른 문헌에서도 언급되었듯이 급격한 수요 변화로 인해 관련 노동시장에 노동자들이 급격히 늘면 미숙련노동자의 진입 가능성이 높고 이에 따라 산재발생위험에 영향을 주었기 때문으로 판단됨

연구활용방안

활용

- 산재발생과 관련 있는 경기지표를 분석하여 고용부의 중장기적 산재예방정책방향 및 공단의 산재예방 사업수립에 기초자료로 활용

03

한국과 유럽의 근로환경 비교

- 신체적 위험요인 노출과 노동자 건강

💡 **연구기간** 2018년 2월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 근로환경조사(KWCS), 유럽 근로환경조사(EWCS), 국제비교, 신체적 위험요인

📖 **연구배경**

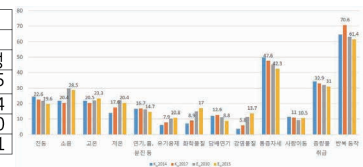
- 한국의 근로환경조사*는 유럽 근로환경조사와 동일한 설문문항을 사용함으로써 유럽 각국의 노동환경과 직접적 비교가능한 자료임에도 불구하고 그 동안 유럽과의 비교연구가 거의 이루어지지 못함
 - * 전국 취업자 5만명을 대상으로 3년(5차 조사 2017년)마다 취업자 특성(직종, 업종, 종사상 지위, 고용계약 등), 작업환경(물리·화학·심리적 위험요인 노출, 폭력·차별 등), 일과 삶의 균형 등 300여 문항에 대해 조사
- 유럽과의 비교연구에 대한 첫 단계로 신체에 영향을 주는 유해·위험요인에 대한 노출정도와 주관적 건강상태에 대해 한국과 유럽 28개국과 비교하여 우리나라의 수준을 파악코자 함

📖 **주요연구내용****연구결과**

- 한국 근로환경조사(4차: 2014년, 5차: 2017년), 유럽 근로환경조사(5차: 2010년, 6차: 2015년)의 임금근로자(전체 조사대상 취업자중 한국은 약 75%, 유럽은 85%)를 대상으로 분석
- EU-OSHA(2013)를 기초로 국가비교를 위해 유럽 28개국의 산업안전보건관련 규정과 시스템, 산업 관련 제도, 경제적 환경 등을 고려하여 5개 그룹 및 국가별(EU-28) 비교
 - 서유럽(5개) : 독일, 오스트리아, 벨기에, 룩셈부르크, 네덜란드
 - 아일랜드/영국(2개) : 영국, 아일랜드
 - 북유럽(3개) : 스웨덴, 덴마크, 핀란드
 - 남부/라틴유럽(7개) : 프랑스, 스페인, 그리스, 이탈리아, 포르투갈, 키프로스, 몰타
- 중앙/동유럽(11개) : 불가리아, 크로아티아, 체코, 헝가리, 폴란드, 루마니아, 슬로베니아, 슬로바키아, 라트비아, 에스토니아, 리투아니아

- 신체적 위험요인을 인간공학적 위험요인(진동, 통증자세, 사람이동, 중량물 취급), 환경적 위험요인(진동, 소음, 고온, 저온), 생물학적/화학적 위험요인(분진, 유기용제, 담배연기, 감염물질)으로 구분하고, 개별 요인과 함께 전체 신체적 위험요인 지표 및 3개 요인별 지표 비교
- 임금근로자 중 위험요인별 노출 노동자 비율
 - 한국은 2014년 대비 2017년 모든 위험요인 지표에서 증가한 반면 EU28개국은 생화학적 위험요인을 제외하고 모든 지표에서 감소, 유럽 5개권역 중 남부/라틴유럽과 유사한 수준
 - 신체적 위험요인 지표는 전체 29개국 중 26위, 인간공학적 위험요인은 25위, 환경적 위험요인은 23위, 생화학적 위험요인은 27위로 유럽과 비교할 때 후순위에 위치
 - 지표를 구성하는 13개 위험인자별 순위를 보면 전체 29개국 중 진동 18위, 소음 3위, 고온 10위, 저온 10위, 연기·흙·분진 20위, 유기용제 7위, 화학물질 1위, 담배연기 21위, 감염물질 1위, 통증을 주는 자세 22위, 사람을 들거나 올리거나 이동시킴 20위, 중량물 취급 18위, 반복동작 26위였음

한국	한국(%)						유럽(EU28개국, %)											
	2014년			2017년			2010년				2015년							
	총계	남성	여성	총계	남성	여성	총계	남성	여성	총계	남성	여성	총계	남성	여성	총계	남성	여성
신체적 위험요인 지표	16.6	18.3	14.3	19.1	21.2	16.3	16.7	19.5	13.4	16.4	19.2	13.5						
인간공학적 위험요인 지표	25.3	26.3	23.8	27.5	29.0	25.5	24.3	26.6	21.8	23.4	25.3	21.4						
환경적 위험요인 지표	16.0	19.2	11.6	17.5	21.0	12.9	16.3	21.7	10.1	15.5	21.0	10.0						
생화학적 위험요인 지표	9.0	10.8	6.4	11.9	14.2	8.8	9.3	11.6	6.6	9.7	12.2	7.1						



- 임금근로자 중 위험요인별 노출시간 비교 : 유럽에 비해 노동시간이 길어 인자별 노출시간에서는 소음(6위), 통증을 주는 자세(27위)를 제외한 모든 요인에 대해 가장 하위인 29위였음

시사점

- 한국의 임금노동자가 유럽 28개국과 비교할 때 유해요인에 노출되는 노동자의 비율과 노출시간에 있어 하위 수준에 있으며, 유럽 5개 그룹별 비교에서 업종, 직종 분포의 영향보다는 구매력 평가 1인당 국민 소득 GDP(PPP) 수준이 비슷한 남부/라틴유럽과 유사함

연구활용방안

활용

- 한국의 유해위험요인에 대한 노출 수준에 대한 유럽과 비교·평가를 위한 기초 자료로 활용

04

제5차 근로환경조사를 활용한 근로환경 시계열 연구 - 근로환경 만족도를 중심으로

 **연구기간** 2018년 2월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** 근로환경, 근로환경조사, 근로환경만족도시계열연구, KWCS

연구배경

- 근로환경조사는 2006년 1차 조사를 시작으로 최근 2017년 5차 조사가 완료됨에 따라 그동안 노동자의 근로환경 연구의 기초자료로써 활용되었음
- 근로환경조사를 이용하여 근로환경 개선을 위한 다수의 연구가 수행되었으나, 노동자의 안전보건에 영향을 미치는 근로조건을 개선할 필요성이 있음.
- 본 연구를 통해 시간에 흐름에 따라 근로환경의 변화와 근로환경 만족도, 지역의 산업변화에 대해 연구하여 현재까지의 근로환경변화와 향후 근로환경 예측을 위한 기초자료를 마련하고자 함

주요연구내용

연구결과

- 주당 평균 근로시간은 약 44.4시간으로 이전 조사 결과에 비해 단축된 것으로 나타났음
- 직종에 따라 화이트칼라(관리자, 전문가, 사무직)와 블루칼라(서비스, 판매, 기능원, 장치·기계 조작) 직군으로 분류하였을 때 블루칼라가 평균 근로시간이 더 감소하였음
- 근로환경만족도와 업무강도(매우 빠른 속도로 일함, 엄격한 마감시간에 맞춰서 일함)는 높아지는 경향을 보였으며, 업무 자율성(일의 순서, 작업 방법, 작업속도/작업률)은 낮아지는 경향을 보였음
- 컨조인트분석을 통해 근로환경만족도에 공통적으로 영향을 주는 변수는 임금근로자 종사상 지위, 물리적 환경 위험인자, 업무강도, 주당 근로시간, 사회적 환경(괴롭힘/폭력, 직장상사의 자질 및 태도), 기술 및 재량, 소득으로 나타났음
- 컨조인트분석 결과 근로환경만족도를 높이는 요인은 직장 상사의 자질 및 태도가 중립·긍정적인 경우, 물리적 환경 위험인자가 절반 이하인 경우, 종사상 지위가 상용/임시 근로자의 경우, 근로시간이 40시간 이하, 소득이 400만원 이상, 기술 및 재량권이 존재하는 경우, 업무강도가 낮은 경우로 나타났음

- 컨조인트분석 결과 근로환경만족도를 낮추는 요인은 직장 상사의 자질 및 태도가 부정적인 경우, 물리적 환경 위험인자가 절반 초과인 경우, 종사상 지위가 일용 근로자의 경우, 근로시간이 52시간 초과, 소득이 400만원 미만, 기술 및 재량권이 없는 경우, 업무강도가 높은 경우로 나타났음
- 근로환경만족도에 가장 많은 비중을 차지하는 요인으로서는 5차 조사는 직장 상사의 자질 및 태도, 4차 조사는 종사상지위(일용/임시/상용근로자), 3차 조사는 종사상지위, 2차 조사는 직장내 괴롭힘으로 나타났음
- 지역별 산업변화를 파악하여 지역별로 산업의 분포가 다름을 확인하였고, 이를 통해 정책과 사업수립에 있어서 지역별 산업 특성에 맞는 사업설계가 필요함을 확인하였음

시사점

- 컨조인트분석은 개별 제품이나 서비스를 구성하는 다양한 특성을 사람들이 어떻게 평가 하는지를 파악 하는 데 사용됨. 본 연구를 통해 일반적인 회귀분석으로 회귀계수만 제시하는 한계점을 보완하여, 사업장에서 근무하는 근로자들이 근로환경을 구성하는 요인들이 근로환경만족도에 얼마만큼의 비중을 차지하는 지 분석하고 근로환경요소의 비중을 시각적으로 제시한 것에 새로운 접근법으로 분석한 것에 시사점을 둠

연구활용방안

제언

- 연구 결과를 바탕으로 근로환경 만족도가 낮은 근로자에 대한 일과 생활의 균형에 관한 후속연구에 활용
- 안전보건 예방 정책 수립 혹은 공단 사업 수행 시에 각 지역별 산업 특성을 고려하여 지역에 맞는 정책과 사업을 수립한다면 효과적일 것이라 판단하며, 향후 정책과 사업을 계획할 때 지역을 고려하여야 한다는 참고자료로 활용
- 주 52시간 근로시간 단축에 따라 근로시간 감소가 업무강도, 근로환경만족도 등 근로환경에 미치는 영향에 대한 심층연구 필요

05

중대재해 경험에 따른 주변 노동자의 심리적 외상 연구

 **연구기간** 2018년 2월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** 심리적 외상, 트라우마, 중대재해

연구배경

- 노동자의 사망과 같은 사업장의 중대재해는 사회적으로 다양한 이슈를 야기하며 특히, 외상사건(traumatic event)의 발생은 외상 경험을 직간접적으로 경험한 주변의 노동자들에게 외상 후 스트레스 장애(post traumatic stress disorder; PTSD)를 유발할 수 있음
- 경찰공무원, 소방공무원 등 업무 특성상 위험하거나 잠재적인 위해상황에 노출되는 직종에 대한 외상 후 스트레스 장애와 관련한 다양한 연구들이 이루어지고 있으나, 사업장에서 일어나는 중대재해를 직간접으로 경험할 수 있는 일반적인 노동자의 외상 후 스트레스 장애에 대한 연구는 국내에서 많이 다루어지고 있지 않는 실정임
- 이에 중대재해 발생 사업장의 주변 노동자들이 사고 이후 빠른 시일 내 정상적인 업무가 가능하도록 산업현장에서 발생하는 외상 후 스트레스 장애와 연관되는 심리사회적 요인의 관리를 위한 기초연구가 필요함

주요연구내용

연구결과

- 중대재해가 발생한 사업장을 대상으로 현장조사를 통해 외상후 스트레스 장애 및 안전보건과의 연관성에 대해 분석한 결과, 사건충격척도의 고위험군과 직접/간접 목격 집단의 상당 수(약 34%)가 일치하는 것으로 나타났음
※ 본 연구에서 중대재해는 사망자 1명 이상 발생한 재해를 대상으로 하였음
- 사건충격척도를 중심으로 집단을 구분하여 분석한 결과, 사고집단의 안전실천 수준이 낮고 사건충격 수준 및 간이정신진단검사의 수준이 상대적으로 좋지 못한 것으로 나타났으며 주관적 목격여부에 따른 분석결과에서도 안전분위기의 경영가치, 사건충격척도의 총점과 하위요인에서 유의한 차이가 나타났음

- 사고집단의 연령과 직책에 따라 분석한 결과, 30대에서 상대적으로 높은 강박, 회피 등의 증상이 나타났으며, 관리자 집단의 안전분위기 총점은 높았으나 사건충격척도의 회피 수준 등도 더 높은 것으로 나타났음
- 상관분석 결과, 사건충격척도와 간이정신진단검사 모두가 안전분위기와 부적 상관을 나타내고 있었으며, 회귀분석을 통해 과각성, 회피, 신체화 강박성격 등의 요인이 안전분위기에 영향을 미치는 것으로 확인하였다. 관련 업무에 종사하는 심리상담사와의 면담결과, 효율적인 심리접근을 위해 심리상담사에 대한 교육, 정보, 지원 등이 필요해 보였음

시사점

- PTSD 등의 심리적 외상이 산업안전보건에 부정적인 영향을 가질 것이라는 가설에 대해 경험적 연구를 통해 검증을 하였으며, 향후 중대재해 발생 사업장에 대한 심리사회적 관리 필요성을 구체적으로 확인하였음

연구활용방안

정책방안

- 기존 KOSHA GUIDE(사업장의 중대재해 발생시 급성 스트레스에 대한 조기대응 지침)에 트라우마 관련 상담지원 등에 대한 내용이 보다 구체적으로 반영될 수 있어야 할 것이며, 동 지침에 대한 적극적인 보급노력이 필요해 보임
- 산업현장 심리상담사의 역량강화를 위해 관련 단체와 정부기관 간의 협업을 통한 정책적, 제도적 뒷받침이 필요해 보이며, 심리상담에 대한 인식개선과 다양한 현장접목형 심리적 중재기법의 지원 노력이 필요함

활용

- 산업안전보건 분야의 심리적 접근 노력의 일환으로 특히, 중대재해를 경험하는 노동자들이 정상적인 업무복귀를 통해 안전보건 측면의 2차 사고의 예방 및 사업장 정신건강 지원을 위한 기초연구로써의 활용이 가능함

06

사회보장법적 측면에서 본 산업안전보건법의 지위와 역할에 관한 연구

💡 **연구기간** 2018년 2월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 기본권, 사회국가원리, 사회보장법, 산업안전보건법

📖 연구배경

- 산업안전보건법은 원칙적으로 근로기준법상의 근로자를 보호하는 법으로 근로계약관계에 있는 사업주에게 예방 의무를 부과하고 있음. 이에 따라 근로자가 근무하는 사업장이 아닌 도급자·수급자 사이 및 특수형태근로종사자에게 발생하는 산업재해에 대해서는 예방조치가 미비한 실정임
- 본래 산안법이 보호하고자 하는 것은 직장이나 산업환경 속에서 발생할 수 있는 각종의 물리적 위험요소로부터의 안전에 한정되는 것이었으나, 최근 출·퇴근에서 발생할 수 있는 재해까지도 산업재해보상의 영역에 포함되는 등 근로환경을 둘러싼 전반적인 안전망은 꾸준히 확대되었다고 평가할 수 있음
- 이러한 흐름 속에서 기본권과 사회보장법적 접근을 통하여 산업안전보건법규정을 재해석함으로써 산업안전보건법은 일하는 사람의 기본권 사상을 실현하는 수단으로써 구현될 수 있음을 인식하고자 함

📖 주요연구내용

연구결과

- 산업안전보건영역은 시대의 변화에 따라 점차 확장되고 있는 사회보장권의 내용과 범위에 따라, 향후 산업안전보건·산업재해예방에 대하여 국민의 안전권문제와 충돌될 수 있는 문제일 수 있음
- 이에 따라 산안법의 안전보건조치의무의 관점에서 위 문제들을 포괄할 수 있는 사회보장법적 접근, 즉 사회보장법의 헌법적 기초연구를 바탕으로 산안법의 특성을 이해함
 - 모든 국민은 근로의 권리를 가짐과 동시에 근로의 의무를 지며(헌법 제32조 제1항, 제2항), 근로조건의 기준은 인간의 존엄성을 보장하도록 법률로 정하여야 함(동조 제3항)
 - 사회보장의 기본이념은 “모든 국민이 다양한 사회적 위험으로부터 벗어나 행복하고 인간다운 생활을 향유할 수 있도록 자립을 지원하며, 사회참여·자아실현에 필요한 제도와 여건을 조성하여 사회통합과 행복한 복지사회를 실현하는 것(제2조)”임

- 이 기본이념은 근로자(‘일하는 사람’)의 안전과 보건, 즉 근로자의 신체·건강(육체적·정신적)을 보장하고 보호하기 위한 산업안전보건법의 목적을 포괄하고 있다고 할 수 있음
- 헌법상의 기본원리이자 국가목표규정인 사회국가원리는 사회현상에 대하여 방관적이었던 국가가 경제·사회·문화의 모든 영역에서 사회정의 실현을 하는 것이며, 이에 따라 사회보장법의 기본이념을 실현하고 구현하여야 하는 주체 또한 국가임
- 사회국가원리는 궁극적으로 인간의 존엄성과 기본권적 자유를 실현하고자 하는 국가원리로서 이해할 수 있음
- 사회국가원리를 바탕으로 근로권의 보장과 근로자의 보호 및 사회보장을 실현하기 위하여 「근로기준법(1953)」이 제정됨. 이 법은 근로자의 안전과 보건에 관하여 10개의 조항을 두고 있었으나, 이들 조항으로는 산업재해를 근원적으로 예방하는 데에는 한계가 있었음
- 위 한계에 직면함으로써 「산업안전보건법」의 제정이 요구되었음. 산업안전보건법은 산업재해를 적극적 및 종합적으로 예방하기 위하여 제정되었으며, 본 연구에서는 이러한 배경을 통하여, 근로자(‘일하는 사람’)의 권리와 기본권 사상을 실현하는 수단으로써 구현될 수 있음을 인식함

시사점

- 사회보장법의 헌법적 기초를 파악하여, 사회보장법적 성격을 지닌 산업안전보건법을 기본권 실현을 위한 수단으로써 이해하고자 함
- 산업안전보건법의 전면개정안이 논의되고 국회를 통과한 시점(2018.12.27.목)에서, 산업안전보건법이 갖는 사회보장법적 지위와 그 내용을 검토하여 기본권적·사회국가적 성격을 이해하고, 향후 산안법이 나아가야 할 방향을 제시하는데 이바지하고자 함

연구활용방안

활용

- 산업안전보건법의 사회보장실현을 위한 수단으로써의 기초자료 마련
- 산업안전보건법의 사회보장법적 법적 논리 제시

💡 **연구기간** 2018년 5월 ~ 2018년 10월

💡 **핵심단어** 산업재해, 공시제도, 경제적 손실비용 추정

📖 연구배경

- 영국, 미국, EU 등 선진 외국에서는 산업재해 발생 시 직접비용과 간접비용, 보험비용과 비보험비용 등 안전사고 발생에 따른 손실비용을 항목별로 계산하여 재해손실비용을 산출하고 있음. 우리나라에서도 많은 연구에서 산업종류에 따라 재해손실 직·간접비가 1:4가 아니라는 사례연구가 많이 진행되어 왔고, 지금도 진행되고 있음
- 그러나 국내 사업장의 경우, 산업재해로 인한 손실비용에 대한 체계적인 산정기준이 없어 계산하는 사람에 따라 손실비용의 차이가 발생하며, 특히 간접비용에 대한 산출기준이 없어 고용노동부를 포함한 각종 기관과 회사에서는 일반적으로 하인리히방식을 채택하여 간접비를 직접비의 4배를 적용하고 있는 것이 현실임
- 본 연구의 목적은 기업의 안전보건 공시제도 도입을 위해 산업재해로 인한 직·간접 손실발생 항목을 규정하고, 각 항목별 손실액을 추정하는 것임

📖 주요연구내용

연구결과

- 재해손실비용 산출기준은 재해개요와 재해손실비용 항목으로 구성함. 재해손실비용 항목을 직접·보험비용 항목과 간접·비보험비용으로 구성하였으며, 회사손실비용에 사회와 개인의 손실비용항목을 추가함
- 항목의 타당도를 조사하기 위해 전문가를 대상으로 온라인 설문조사를 한 후 CVI(content validity index)를 산출하였음
- 재해손실비용 산출결과, 사망재해 평균 금액은 제조업의 경우 약 63억 3천만원, 건설업의 경우는 약 6억 6천만원, 서비스업은 약 3억 2천만원으로 나타났음
- 재해손실비용 산출결과, 중경상재해 평균 금액은 제조업의 경우 약 5천 3백만원, 건설업의 경우는 약 2억 5천 9백만원, 서비스업은 약 2천만원으로 나타났음
- 휴업일수 90일이상 중상재해의 평균 휴업일수는 303일로 나타났으며, 재해손실비용의 직접비 평균 금액은 27,492,401원, 간접비 평균금액은 17,493,804원으로 총 44,986,205원의 경제적 손실이 발생

하였음. 평균 직간접비는 직접비가 1:0.6으로 하인리히 1:4보다 낮았음

- 휴업일수 90일미만 경상재해의 평균 휴업일수는 43일로 나타났으며, 재해손실비용의 직접비 평균금액은 6,357,896원, 간접비 평균금액은 12,115,993원으로 총 18,473,889원의 경제적 손실이 발생하였음. 평균 직간접비는 직접비가 1:2.9로 하인리히 1:4보다 낮았음

시사점

- 본 연구는 중대(산업)사고 발생 사업장을 대상으로 직접·보험비용 항목과 간접·비보험 항목을 구성하고 간접·비보험 항목에 매출, 관리손실 등을 반영하였음.
- 87년 전인 1931년에 확립된 하인리히 직접비와 간접비 1:4에 대해 간접비의 항목을 정립하고 생산손실을 생산/매출손실로 수정하였으며, 기타손실비용도 기타관리손실로 정의하여 간접비가 현실적으로 산출될 수 있는 가능성을 확인하였음
- 중대(산업)사고 발생 사업장 재해손실 산출 표준화 연구결과, 중대(산업)사고 발생사업장의 산업특성, 과거 발생한 중대(산업)사고 발생사업장 재해손실비용 특이성 등을 감안한 재해손실비용 산출기준을 개발할 수 있고 사례검증을 통해 산출기준 적합성을 확인하였음
- 사망1건당 재해손실비와 사고 시 재해손실비를 산출할 수 있음. 이 재해손실비용으로 중대(산업)사고발생 사업장에서 재해가 발생하는 경우, 간략하게 사고건수에 손실비용을 곱하여 쉽고 편리하게 재해손실비용 추정이 가능함
- 직접비와 간접비의 비율은 사망 시와 사고 시로 나누어 확인할 수 있음. 사망 시의 간접비가 사고시의 간접비의 몇 배인지 추산할 수 있음. 또한, 실무에서 직·간접비를 적용하는 경우최대·최소값의 변동이 크므로 평균값 사용의 가능성도 확인할 수 있었음

연구활용방안

정책방안

- 경영층에 사고예방을 위한 안전투자 중요성 보고 및 관리자, 관리감독자교육과 직원대상 안전보건교육 자료에 활용 가능함
- 공시제도는 단계적으로 적용하여, 사망재해는 별지서식을 정하여 보고하게 하거나 전용 온라인 홈페이지를 통해 입력하게 하여 공시하게 할 수 있으며, 일정규모 이상의 기업은 '안전보건 경영보고서'에 자발적으로 공시하게 할 수도 있음

💡 **연구기간** 2018년 2월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 산업안전보건, 행정규칙, 체계 정비, 용어 순화

📖 연구배경

- 원청(도급업체)의 하청(수급업체) 노동자에 대한 산재예방 책임강화 방안으로 원·하청의 산업재해를 통합적으로 관리하는 「원·하청 산업재해 통합관리 제도*」가 신설(산업안전보건법 제9조의2 개정 2017.4.8.)되었음
 - * 원청의 사고사망 만인율보다 원청과 하청의 사고 사망자를 합한 통합 사고사망 만인율이 높은 경우 명단을 공표하는 제도
 - 적용 대상 : 제조업, 철도·궤도 및 석도운수업 1,000인 이상 사업장('18.1.1 시행), 500인 이상 사업장('19.1.1 시행)
- 제도 신설에 따라 다음의 연구 목적을 위해 연구를 수행하였음
 - 법 적용 대상 사업장에 대한 실태 파악 : 2018년부터 제도가 시행된 1,000인 이상 사업장에 대해서는 현장 작동성 및 하청 사업장에 대한 안전 관리의 변화를 중심으로, 2019년 법 적용 대상인 1,000인 미만 사업장에 대해서는 전반적인 원·하청 관리에 대한 실태 파악
 - 실태조사에서 획득한 원·하청 사업장 정보를 기초로 원·하청 산업재해 통합 통계 산출 및 제도 시행 시 명단 공표 대상 사업장 수의 추정
 - 2019년 실시될 첫 명단 공표를 위해 1,000인 이상 사업장에서 제출 받은 원·하청 사업장의 재해 정보에 대한 검증 방안 제시

📖 주요연구내용

연구결과

- 심층면접 결과 (조사대상 500인 이상 1,000인 미만 사업장)
 - 업종별 공정의 특성에 따라 상주 및 비상주 하청업체에 의한 작업 내용 파악, 하청 사업장에 대한 안전 관리 및 재해발생 파악 방법 등 조사
 - 제도 시행에 따른 애로 사항 및 문제점은 비상주 하청업체의 정보 파악, 물류 차량 운전자 등 단기 작업 출입 인원 파악 및 재해 발생 파악의 어려움이 주요 내용임

- 설문조사 결과 (조사대상 : 500인이상~1,000인미만 177개소, 1,000인이상 125개소)
 - (1,000인 미만) 비상주 하청업체 근로자수 관리는 '출입시스템 기록'이 가장 많고(40.2%), 재해자수 관리는 '현업부서에서 보고'가 가장 많음(상주: 54.5%, 비상주 : 63.2%). 제도에 대해 원청 안전관리자들은 제도의 필요성은 28.7%, 제도의 효과성은 20.6%만 긍정적으로 평가하고 있어 제도에 대해 부정적인 시각이 많음
 - (1,000인 이상) 하청업체 근로자수 산출을 위한 전산시스템을 갖춘 업체는 49.5%이며, 제도시행 이후 하청업체에 대한 관리 강화가 85.3%, 하청 안전관리에 대한 경영진의 인식 변화가 74.8%, 안전관리자의 인식 변화 80.6%, 하청업체 경영진의 인식 변화 85.3% 등 제도시행에 따른 긍정적인 변화가 있음을 시사
- 통합재해율 산출을 위한 기초자료(산재관리번호, 사업개시번호) 취합 결과
 - 취합된 하청 사업자의 산재관리번호와 사업개시번호의 정확도는 1,000인 미만 56.7%, 1,000인 이상 78.6%로 2017년 1,000인 이상 사업장 실태조사 시 자료의 정확도 13.2%를 고려할 때 하청업체 관리 수준은 향상된 것으로 판단됨
- 기초자료에서 파악된 산재관리번호와 개시번호를 바탕으로 3종류의 통합 통계를 산출하였으며, 산출 결과 공표 사업장은 3개소에서 5개소로 나타나 정확한 자료 조사를 하더라도 공표 대상 사업장은 연간 10개소 미만일 것으로 추정

(단위: ,%)

구분		실태조사 기초조사 자료 기준		공식통계 전산자료 기준		고용부 산재보고 자료 기준	
		a*	b*	a	b	a	b
1,000인 미만							
화학제품 제조업	사업장 A	0.00	0.32	0.00	0.32	0.00	0.32
	사업장 B	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.40
1,000인 이상							
선박건조 및 수리업	사업장 C	0.00	0.41	0.00	0.45	0.00	0.45
금속 제련업	사업장 D	0.00	2.06	0.00	2.29	0.00	2.29
	사업장 E	0.00	9.28	0.00	0.00	0.00	5.37

* a : 원청업체 업무상 사고 사망 만인율

* b : 원청업체 및 하청업체를 통합하여 산출한 업무상 사고 사망 만인율

* 공표 대상 : a < b

- 보고된 사고사망자의 검증을 위해 고용부 산재보고 자료 DB, 공식통계 전산자료 DB, 중대재해조사 DB, 산재은폐 자료, 언론매체 자료 등 사전 확인
- 사전 확인 후 현장조사가 필요한 대상 사업장을 선정하여 사업장별 근로자수, 재해자수 관리 대장 등을 조사하고 현장 확인

시사점

- 제도시행 전인 2017년 1,000인 이상 사업장을 대상으로 실시한 실태조사에 비해 500인 이상 사업장을 대상으로 한 금년 조사 결과 하청업체에 대한 관리 수준은 많이 높아졌으나, 1,000인 이상 사업장은 제도가 이미 시행된 점을 고려할 때 보다 철저한 관리가 필요
- 원청 안전관리자들이 판단하는 제도에 대한 필요성과 효과성은 낮게 평가하고 있음. 그 주요 원인으로 정부는 안전관리의 기본이 사업장 내에서 몇 명이 무슨 작업을 하는지 파악부터 시작되어야 한다는 점에서 제도를 마련한 반면, 안전관리자들은 제도에서 요구하는 수준을 맞추기 위해 많은 인력과 시간이 소모되어 안전관리자의 본연의 업무인 현장 안전관리에 지장을 초래한다는 인식의 차이라 판단됨
- 제도에 대해 안전관리자들의 부정적인 평가에 반해 제도가 시행된 1,000인 이상 사업장을 대상으로 한 조사에서는 하청에 대한 안전관리 활동, 경영진 및 안전관리자의 하청 안전관리에 대한 인식 및 태도의 변화는 제도에 따른 긍정적인 효과를 나타냄
- 제도시행 측면에서 명단 공표를 위해서는 하청업체의 근로자수 및 재해자수를 정확히 확인할 수 있는 방안이 향후 마련될 필요가 있음

연구활용방안

활용

- 산업안전보건 정책 및 사업을 위해 500인 이상 사업장의 실태 자료 제공
- 2019년 첫 명단 공표를 위한 자료 검증 방안을 검토함으로써 명단 공표 제도의 시행 착오를 줄이고 발표 자료의 신뢰성 향상에 활용

스마트공장 노동자 보호를 위한 안전보건기준 마련 연구

 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 10월

 **핵심단어** 스마트공장, 안전보건기준, 노동자 보호

연구배경

- 이 연구는 스마트공장 구축으로 인해 발생하는 유해·위험요인으로부터 노동자를 보호할 안전보건 기준을 마련할 필요에서 시작되었음
- 이 연구는 스마트공장 노동자들에 대한 안전보건 기준의 확립을 위한 기초 연구이며, 선진국의 사례와 현장의 소리를 반영하여 제도 및 운영상의 문제점 발견을 통하여 합리적인 개선방안을 도출하고자 하였음

주요연구내용

연구결과

- 물리적 유해 및 위험요인에 대한 노출은 전통·재래식 공장에서 스마트공장으로 전환되면서 변화가 있다고 보았으나 전체 연구대상의 절반 이상은 별 다른 위험이 없다고 응답하였으나, 우리나라 대표적인 스마트공장에 대해 관찰한 결과 여전히 산업용 로봇이 스마트공장 내에 일부 수작업도 병행되고 있으므로 물리적 위험이 모두 사라졌다고 보기는 어려움
- 화학적 및 생물학적 유해위험요인도 마찬가지로 전체의 절반 이상은 별 다른 위험이 없다고 응답하였나, 인간공학적 유해 및 위험요인은 관리자의 인지적 작업부담이 늘었다는 답변이 과반을 넘었음
- 스마트공장에서 생산 관련 계약형태 등 위험의 외주화 작업은 줄어든 것으로 조사되었음. 대부분 스마트공장의 통제센터에서 원청의 직원 3명 정도가 위험에 대한 관찰을 연속적으로 하고 있었으며, 정비 시간 단축으로 스마트센서와 주요 기계설비에 대해 실시하는 정기나 수시 검사를 제외하고는 하청 업체들이 관여하지 않고 있었음
- 근로계약, 노동방식 등 노동형태의 변화는 거의 없는 것으로 나타났음. 스마트공장에서 일하는 전체 직원의 약1/5은 별도의 사내 교육을 받고 새 스마트공장 작업에 투입되고 있었음

시사점

- 생산방식 변화에 따른 관리감독자의 역할 등 안전보건관리체제는 변화가 필요할 것으로 전망됨. 중간 관리자들도 통제센터에서 과거 3일 걸리던 보수작업을 12시간 이내로 처리해야 하므로 업무 부담이 과거보다 늘었고, 지속적인 통제센터에서의 관찰과 조치 등으로 보다 강도 높은 정신작업이 필요하게 됨으로써 이러한 정신적 부담을 경감시키는 조치가 필요할 것으로 보이며, 또한 스마트화된 정비관리 인력의 양성도 필요할 것으로 전망됨
- 기계-인간 협동 방식과 기계-인간 생산방식에 따른 위험요인은 현 시점에서 크지 않지만 앞으로 증가할 전망이다. 현재 협동로봇(Cobot)에 대한 법규가 미비하여 협동로봇과 작업하는 중소/중견기업은 적지만 앞으로 법규가 마련된다면 협동로봇에 대한 수요 증가가 예상되므로 향후 이에 대한 고려가 필요할 것으로 전망됨
- 생산방식 변화에 대한 노동자의 적응도는 스마트공장에 대한 특별 교육을 통하여 대부분 큰 문제없이 적응하고 있으나 보다 고도의 관리를 위해서는 스마트공장 특화 교육 프로그램을 개발할 필요가 있음 특히, 프랑스와 독일처럼 스마트공장 실험실과 연계된 심화교육의 필요성이 대두될 수 있으므로 정부 또는 대학과 협력하여 스마트공장 핵심인력을 양성할 필요가 있을 것임.
- 대량의 자동화 공정의 도입과 근무인력의 감소로 인하여 스마트공장 생산방식 변화로 인한 건강장애 요인은 감소될 것으로 예상되나 당분간 지속적 관찰이 필요함
- 스마트공장의 안전보건 유해·위험요인 분석은 사람, 스마트 기계, 그리고 인간과 기계의 공동 작업 환경에 대한 위험요인 분석이 필요할 것으로 사료됨
- 기계-인간 인터페이스의 변화에 따른 노동자 안전보건 확보방안의 경우 현재는 산업용 로봇과의 공존 작업에 대한 위험분석을 실시하고, 가까운 미래에는 널리 사용될 협동로봇과의 공동 작업에 대한 위험 분석이 필요할 것임

연구활용방안

활용 및 제언

- 스마트공장은 대부분 통합 관리되고 있으나 미래 스마트공장은 일반문제와 공장관리에 치명적인 안전 문제를 분리해서 관리해야 할 필요가 있을 것으로 사료됨
- 프랑스의 예와 같이 중소규모 스마트공장을 대상으로 권역별로 현장 경험용 데모공장을 만들어 교육 기관과 정부 합동으로 인력을 양성할 필요가 있음

10

중대재해예방을 위한 제도개선방안연구 - 이동식크레인을 중심으로

💡 **연구기간** 2018년 2월 ~ 2018년 9월

💡 **핵심단어** 이동식크레인 중대재해, 불안정한 행동, 차량탑재형 이동식크레인, 카고크레인

📖 연구배경

- 동력크레인 중 이동식크레인으로 인한 사망사고에 대해서는 그 심각성에도 불구하고 크게 주목받고 있지 않음
- 최근 5년간 이동식크레인으로 인한 사망자수는 매년 10명을 넘어서고 있는데 이는 최근 문제가 된 타워크레인으로 인한 사망자 수를 웃도는 수치이며 최근 2년간 사망자 수는 22명, 18명 등 20명에 가까운 수치를 보이고 있어 적절한 대책이 필요함

📖 주요연구내용

연구결과

- 최근 5년간 이동식 크레인 중대재해조사보고서 분석 결과 건설기계관리법상 관리되는 기중기에 비해 차량탑재형 이동식 크레인의 사고비중이 높았으며, 재해발생형태로는 떨어짐과 맞음이 가장 많은 비중을 차지하였음
- 불안정한 상태에 따른 재해요인으로는 방호조치 부적절, 작업환경 부적절과 작업 공정 및 절차의 부적절 순으로 높은 비중을 차지하였고, 불안정한 행동에 따른 재해요인으로는 안전관리감독 소홀과 작업공정 및 절차 미준수가 가장 많은 부분을 차지하였음
- 불안정한 행동 요인을 줄이기 위한 주요 대책으로 “작업관계자에 대한 자격 및 전문교육 강화”, “안전 관리자 대상 크레인 전문교육 실시”에 대한 응답 비율이 높아 안전관리감독 소홀, 작업공정 및 절차 미준수를 교육을 통하여 해결하고자 하는 결과가 도출되었음
- 안전관리자와 작업관계자를 대상으로 한 설문조사 및 집단면접 결과 재해발생 요인으로 작업공정 및 절차 미준수와 안전관리감독 소홀이 가장 높은 비중을 차지하여 중대재해 조사 보고서 분석 결과 나타난 재해발생 요인과 비슷한 결과를 보였음

시사점

- 이동식크레인에서의 떨어짐 및 부딪힘으로 인한 재해를 예방하기 위한 제도적 개선방안을 다음과 같이 제안함
 - 첫째, 기계기구의 결함 및 불법개조 방지를 위한 인증 및 검사 제도를 정비할 필요가 있음. 이와 관련하여 2016년 이후부터는 차량탑재형 이동식크레인도 안전검사 대상에 포함되었으나 심층면접조사 결과 수구자에게 불편함을 야기하고 있음이 드러났고 검사 주체간의 혼선으로 인한 관리의 사각지대가 생길 수 있으므로 간결하게 정리해 나갈 필요가 있을 것임
 - 둘째, 위험기계기구의 대여자의 의무를 보다 세분화하고 상세히 규정하여 대여하는자(소유자)-대여받는자(사업주)간의 법해석의 혼돈을 방지할 필요가 있으며, 다만 이 경우 카고크레인업체의 영세성, 작업의 특수성, 산안법에서 규정한 사업주의 의무 등을 고려하여 합리적으로 조정해야 할 것임
 - 셋째, 이동식크레인 중 차량탑재형 이동식크레인 조종사에 대해서도 일정 교육 및 훈련을 통해 자격을 보유하도록 유해위험취업제한에 관한 규칙을 개정할 필요가 있음. 산업안전보건법이 규정하고 있는 현장에서 준수되어야 할 각종 의무들이 차량탑재형 이동식크레인이 사용되는 현장의 영세함 및 인식 부족으로 인해 잘 이행되지 않고 있으며, 사업주 역시 조종사에게 의존하기 때문에 조종사의 능력이 매우 중요함. 또한 기존의 기중기 조종사 면허도 한번 취득한 후에는 별도의 보수 교육을 요하지 않고 있는데 설문조사 결과 그 필요성이 지적되었으며, 외국에서도 조종사에 대한 보수교육 과정을 운영하고 있으므로 향후에는 이를 반영하여 제도를 개선해 나갈 필요가 있을 것임

연구활용방안

활용

- 다양한 기인물에 의한 중대재해 예방을 위한 제도적 개선방안을 발굴해 내기 위한 연구를 계속적으로 수행해 나갈 필요가 있음
- 본 연구를 토대로 제안한 제도적 개선방안은 이동식크레인에 의한 중대사망사고 예방을 위한 정책 및 법제도 마련에 활용할 수 있음

11

사업주 및 관리감독자의 실효성 있는 교육방안에 관한 연구

 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 10월

 **핵심단어** 사업주, 관리감독자, 안전보건교육, 직무역량, 관리책임자

연구배경

- 사업주는 사업장의 산재예방활동에 있어 정책결정, 자금의 지원, 작업조건의 조성 등 매우 중요한 역할을 하여야 할 위치에 있지만 안전보건교육 실시 의무자 및 교육이수 대상자에서 제외되어 있음
- 관리감독자는 최종 생산단계의 근로자를 직접 지휘·감독하는 자로서 높은 직무역량을 갖추어야 할 자이나 일반 근로자와 동일한 범주에서 안전보건교육 이수 대상으로 분류되어 있어 교육의 실효성이 낮은 실정임
- 사업주 대상 안전보건교육이 매우 중요하나 이에 대한 법적 근거가 미비하고 규모와 업종 등에 따른 실효성 있는 사업주 대상 교육제도의 도입이 요구됨
- 관리감독자의 범위가 불분명하여 위험작업에 대한 지휘·감독체계가 정립되지 못한 실정이므로 관리감독자의 범위를 재설정 하고 위험작업에 대한 책임과 권한을 명확히 함으로서 해당 작업에 필요한 직무역량 강화를 위한 교육과정 제시가 요구됨

주요연구내용

연구결과

- 미국, 일본, 싱가포르, 영국, 독일 등 선진 외국의 안전보건교육제도를 고찰하고 우수 사례의 국내 적용 가능성 검토하고 국내 사업주 및 관리감독자를 대상으로 설문조사를 실시해 구체적인 방안 마련에 참조하였음
- 미국은 전국을 10개 권역으로 구분하여 각 권역별 1~6개씩 OTH 교육센터를 지정하여 총 37개 교육기관을 운영하고 있으며, 교육기관은 주로 안전보건교육 강사 양성과정을 운영하고 교육기관에서 교육을 이수한 자는 OSHA 홈페이지에 게시함으로써 각 사업장에서 자유롭게 활용. 교육 강사는 4년의 주기로 재교육을 받도록 하고 사업장은 강사로부터 근로자 대상 교육(10시간제) 또는 관리감독자 등 전문교육(30시간제)을 이수하고 이수증을 발부받고 5년 주기로 교육을 이수하고 있음

- 일본은 우리나라 관리감독자에 해당하는 직함을 직장과 작업주임자로 구분하여 운영하되 직장은 조직 체계상 범용적 관리자에 해당되는 자이고 작업주임자는 근로자를 직접 지휘·감독하는 자로서 일선의 기술직 관리자임
- 일본은 중대재해가 발생한 사업장에 대하여 지방 노동국장이 산업재해방지를 위하여 종합적인 개선 조치가 필요하다고 판단되는 사업장에 대하여 ‘안전위생개선계획’ 수립을 지시할 수 있도록 하는 규정(제79조)을 근거로 사업장의 안전보건교육 계획을 포함하도록 하고 있으며(법 제99조의2), 사업주 대상 안전보건교육을 필요에 따라 수행할 수 있으나 사업주를 구체적으로 지칭하여 교육을 이수하도록 규정하는 제도는 없는 것으로 조사되었음
- 독일은 상시근로자 50인 미만 사업장은 사업주 대상 안전보건교육을 이수하든지 안전관리자 등 안전보건관리 업무 수행자를 선임 또는 외부 위탁하도록 하고 있음
- 설문조사 결과, 사업주는 사업장의 안전보건개선을 위한 투자, 정책의 결정, 작업조건의 조성 등 매우 중요한 역할을 담당하기 때문에 사업주 대상 안전보건교육을 의무화 하는 것이 필요하다는 의견은 매우 높은 것으로 나타났으나 그 적용 방법 등에 대한 의견들은 매우 다양하여 구체적인 시행방안을 모색하는 것이 필요한 것으로 판단됨
- 사업주 대상 교육은 안전보건 관리책임자를 선임하지 않은 사업장은 안전보건업무를 사업주가 직접 수행하겠다는 경영체계이므로 관리책임자 의무선임 대상 사업장이 아닌 소규모 사업장은 독일과 유사하게 사업주가 직접 안전보건교육을 의무적으로 이수하도록 하는 제도 마련이 필요한 것으로 판단되며, 이는 사전 예방적 교육으로서 관리책임자 대상 교육내용과 유사한 성격의 교육으로 진행하는 것이 타당할 것으로 사료됨
- 관리감독자 대상 안전보건교육은 근로자와 동일·유사한 범주에서 시행하고 있어 그 실효성이 낮다는 단점을 보완하기 위하여 관리감독자 대상 교육을 기존의 범용적 관리자에 대해서는 교육내용을 보완하고, 고위험작업 등 작업 중 관리감독자를 선임하여야 할 작업에 대한 관리감독자는 교육내용 및 방법을 강화하여 직접 근로자에게 해당 작업내용을 교육할 수 있는 역량을 강화하도록 교육제도의 개선을 제안함. 이는 마치 일본의 직장 및 작업 주임자를 구분한 것과 유사함
- 관리감독자를 선임하여야 할 고위험작업에 해당되는 작업에는 해당 작업에 대한 직무역량을 강화한 교육내용을 이수한 자를 선임할 수 있도록 제도화 필요
- 교육기관의 역량을 강화하기 위하여 교육기관별 관리감독자 대상 교육은 교육과정을 개발하여 안전보건공단 등의 허가를 받아 시행하도록 의무화하고 교육이수자의 결과를 DB화하여 관리할 것을 제안함.

시사점

- 산재예방을 위해서는 안전보건교육제도의 정립이 매우 중요한 과제인 것으로 사료됨
- 사업주 대상 교육제도의 신설과 관리감독자 대상 교육제도의 개선이 요구됨

연구활용방안

제언

- 교육자료들을 폭넓게 개발하여 보급함으로써 사업장 또는 교육기관에서 이를 활용하여 교육할 수 있도록 교육자료 개발비 예산 확보
- 소규모 사업장의 사업주 대상 교육은 교육비용을 산재예방기금에서 지급할 수 있도록 권장. 이는 전반적으로 산재보상비용의 절감을 얻을 수 있기 때문에 기금 운용 차원에서 유익한 것으로 사료됨

개선방안 또는 정책방안

- 안전보건관리책임자 의무선임 대상 사업장이 아닌 경우에는 사업주 대상 안전보건교육을 의무화하는 것이 필요
- 산재 공표 대상 사업장인 경우에는 '특별안전보건개선계획'의 수립을 의무화하고 그 내용에는 안전보건교육 수행계획을 의무적으로 반영토록 하되, 사업장의 특성에 따라 자율성을 부여하고 사업주 대상 교육을 권장하는 방향의 정책을 도입
- 관리감독자 대상 교육은 작업책임자 개념을 도입하여 책임과 권한을 부여하되 작업책임자는 외부 교육기관에서 해당 작업에 대한 전문교육을 받도록 의무화 규정
- 교육기관은 전문교육인 경우 교육과정을 개발하여 승인 후 수행토록 의무화함으로써 교육내용의 실효성 확보

활용

- 안전보건교육제도의 제·개정에 활용
- 안전보건교육제도의 정책 방향에 활용

12

산업안전보건교육 실시의무 대상 확대를 위한 연구

 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 10월

 **핵심단어** 산업안전보건교육, 특수형태근로종사자, 규제영향분석, 재해율

연구배경

- 2015년도 재해율을 살펴보면 50인 이상 사업장에서는 감소한 반면, 50인 미만 사업장에서는 증가한 것으로 나타남
- 50인 미만의 산업장의 재해율을 감소시키기 위해서는 산업재해 예방활동을 통해 재해의 원인을 제거하거나 감소시킬 필요가 있음
- 특히 산업안전보건교육을 통해 사업주 및 근로자의 지식, 태도, 신념을 변화시켜 안전행동을 실천하도록 하여 산업재해를 감소시켜야 함
- 현행 산업안전보건법에서 5인 미만 사업장, 일부 업종 및 특수형태근로종사자는 산업안전보건 교육실시 의무에서 제외되고 있음. 따라서 안전보건교육을 통해 안전의식 향상 및 재해예방 효과를 거두기 위해서는 현재의 안전보건교육제도에 대한 고찰이 필요
- 본 연구는 산업안전보건교육 면제 범위의 타당성 등 현 실태를 진단하고 업종·규모별 및 특수형태 근로종사자 교육의무 대상 확대의 타당성, 실효성 및 시행방안을 검토하여 제도 개선방향을 도출하고자함

주요연구내용

연구결과

- 국내·외 산업안전보건교육 제도 조사 및 실태조사를 통해 현행 산업안전보건법 영 별표 1에서 제시하고 있는 업종과 9개 업종의 특수형태근로종사자(보험설계사, 골프장 캐디, 학습지 교사, 레미콘 기사, 택배 기사, 퀵서비스 기사, 대출모집인, 신용카드회원 모집인, 대리운전기사)에 대한 산업안전보건교육 실시를 점진적으로 확대할 필요가 있을 것으로 판단됨
- 국내외 문헌조사를 통해 사업주들의 안전의식 강화가 사업장 내 안전보건활동에 영향을 미치는 것을 고려하여 사업주에 대한 안전보건교육의 의무화가 필요함

- 산업안전보건교육 실시의무 대상 확대를 위해 영 별표 1에서 제시하고 있는 사업장에 대해 사회적 이슈 발생 업종, 재해율 분석, 비용-편익 분석을 통한 16개 업종과 9개 업종의 특수형태근로종사자를 우선순위 안전보건교육 대상자로 선정함
- 우선 교육 대상자로 선정된 16개 업종과 9개 업종의 특수형태근로종사자를 위한 안전보건교육 형태를 제시함

시사점

- 9개 업종의 특수형태근로종사자 실태 조사를 통해 그 결과 두 가지 유형으로 분류할 수 있음. 특수형태 근로종사자가 사업주로부터 현장에서 감독을 받는 유형과 사업주로부터 현장에서 감독을 받지 않는 유형임. 따라서 특수형태근로종사자들이 사업주로부터 현장에서 감독을 받는다면, 사업주는 일반직원과 특수형태근로종사자를 구별 없이 안전보건교육을 실시하여야함. 다만 현장에서 감독을 받지 않는 경우 현행 제도로서는 특수형태근로종사자를 보호할 수 없으므로 별도의 제도 마련이 필요

연구활용방안

제언

- 안전보건공단을 통해 안전보건교육 우선순위 사업장으로 선정된 사업장과 9개 업종의 특수형태근로 종사자들의 안전보건교육을 충실히 이행할 수 있도록 안전보건교육 지원 사업을 제시. 단, 점진적으로 민간위탁 교육기관을 활용할 것을 제언함

개선방안 또는 정책방안

- 안전보건교육 우선순위 사업장과 9개 업종의 특수형태근로종사자의 안전보건교육 실시를 위해 산업안전 보건법(제2조의2제1항 관련) 및 시행규칙 제33조 제1항의 교육시간 [별표8]과 [별표8의2] 및 시행령 제48조(과태료의 부과기준) [별표13]의 개정(안)을 제시함

활용

- 안전보건교육제도의 제·개정에 활용
- 안전보건교육제도의 정책 방향에 활용

13

산업안전보건법 개편에 따른 하위법령 정비방안 연구

 **연구기간** 2018년 5월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** 산업안전보건법, 산업재해, 유해·위험, 도급제한, 특수형태근로종사자, 하위법령

연구배경

- 2018년 2월 9일 「산업안전보건법」 전부개정안이 입법예고 되었고, 제정 이후 최대 규모의 개정인 만큼 많은 관계자의 주목을 받고 있음
- 산업안전보건법령은 ‘산업안전’부터 ‘보건’, ‘산업재해’까지 근로자의 안전과 보건 관련 전반을 규율하고 있는 일반법에 해당하는 법으로, 이 법의 개정에 따른 사회적 파장은 클 것으로 예상
- 「산업안전보건법」은 1981년 제정된 이후 산업환경의 변화에 따라 2018년 현재 총 40회의 개정(타법 개정 포함)이 되었으며, 잦은 개정에 따라 입법체계가 불명확해지고 기존조문 위치 변동을 최소화하기 위한 부가조문 증가에 따라 「산업안전보건법」의 입법취지를 달성하기 위한 올바른 집행과 근로자 및 사업주의 예측이 어려워져 개정의 필요성이 오래 전부터 제기되어 옴
- 이와 같이 전부개정안의 진행에 따라 법 개정이후의 안정적인 법 적용 및 효과적인 하위법령의 마련의 필요성이 대두됨
- 이 연구는 「산업안전보건법」 전부개정안에 따른 하위법령의 정비방안을 주목적으로 하며, 이와 함께 신설 조문의 하위법령 마련 및 행정질서벌(行政秩序罰)의 적절성 검토 및 개선방안을 제시하는 것을 목적으로 함

주요연구내용

연구결과

- 「산업안전보건법」 전부개정안 위임규정을 검토하고 현행 시행령, 시행규칙을 위임입법 체계에 맞춰 수정·재배열함
- 「산업안전보건법」 전부개정안 신설규정에 따른 시행령, 시행규칙 정비·마련 및 주요 조문에 대한 해설 제공
 - 「산업안전보건법」 전부개정안의 특수형태근로종사자에 대하여, 특수형태근로종사자의 범위, 안전 및 보건 교육 대상 특수형태근로종사자, 프로그램 마련·시행 등의 대상 가맹본부를 규정하는 하위법령 제시

- 유해한 작업의 도급금지 관련 조문의 재배열 및 유해한 작업을 도급하려는 자가 고용노동부장관의 승인을 받고자 하는 경우 받아야 하는 안전보건 관련 평가내용에 대한 규정, 도급승인 연장 및 변경, 도급승인의 취소, 도급승인 등의 기준 제시
- 산업안전보건에 대한 기업의 대표자 책임 강화를 위한 작업중지와 긴급대피의 실효성 제고를 위한 법령 정비안 제시 및 도급 금지 및 도급사업의 안전·보건조치 마련
- 건설공사 발주자 책임강화에 따른 신설 조문과 관련하여, 산업재해 예방조치 대상 건설공사의 정의 규정 및 기본안전보건대상, 안전보건조정자의 선임, 안전보건조정자의 업무 등 제시
- 타워크레인 등록제도의 도입 등과 관련하여, 설치·해체업 인력·시설 및 장비기준, 설치·해체업 등록 신청, 타워크레인 설치·해체업자의 등록 취소 등의 사유에 대한 하위법령 제시
- 물질안전보건자료 심사자료 규정과 관련하여, 물질안전보건자료의 작성·제출 제외 대상 화학물질, 물질안전보건자료의 작성방법 및 기재사항, 물질안전보건자료 등의 제출방법 및 시기, 변경이 필요한 물질, 비공개 승인 또는 연장승인을 위한 제출서류 및 제출시기, 대체자료 정보의 제공 요구 등을 위한 하위법령 정비
- 「산업안전보건법」의 행정실서벌 부과기준(일반기준, 개별기준)에 따른 문제점과 주요국의 입법례를 검토하여, 과태료 부과기준의 성격 명시화·일반기준의 명확화·개별기준의 정비 등 과태료 부과기준 개선을 위한 개선방안 제시

시사점

- 「산업안전보건법」 전부개정안에 따른 하위법령을 제시하고 입법시에 효율적으로 대응할 수 있도록 함
- 「산업안전보건법」 행정실서벌 부과기준의 문제점과 주요국 입법례 분석을 통하여 과태료 부과기준 개선방안을 제시

연구활용방안

개선방안 또는 정책방안

- 「산업안전보건법」 전부개정안에 따른 하위법령 전체 조문안을 제시하고 주요조문에 대한 해설자료를 제공함
- 「산업안전보건법」 전부개정안 신설조문에 대한 하위법령 신설안을 제시함

활용

- 「산업안전보건법」 전부개정안에 따른 시행령, 시행규칙으로 활용 가능

특수형태근로종사자 등에 대한 산업재해 예방을 위한 의무규정 마련 방안 연구

 **연구기간** 2018년 5월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** 산업안전보건법 하위법령, 특수형태근로종사자, 감정노동자, 프랜차이즈

연구배경

- 1990년 전부개정 이후 28년 만에 2018년 2월 9일 정부는 산업안전보건법 전부개정법률(안)을 입법예고 하였으며, '위험에 노출되는 일하는 모든 사람을 보호한다'는 대원칙을 설정하고 고객응대 근로자, 특수형태근로종사자, 앱 기반 배달종사자 및 가맹점주와 그 소속 근로자를 산안법의 보호대상자로 편입함
- 다만, 새로운 입법체계로서 근거규정은 법률에 마련되었으나 사업주의 개별적인 조치의무는 하위법령에 위임하고 있어 구체적인 안전보건상의 의무규정 마련이 요청되고 있음
- 산업안전보건법 개정안의 입법취지를 고려하여, 고용관계의 특성 및 업무 특성에 따른 위험의 내용과 정도에 따라 하위법령의 세부 규정을 마련할 필요가 있으며, 이에 인적 적용대상별 특성에 맞는 구체적인 사업주 의무 규정을 마련하기 위한 입법론적 방안을 제시하고자 함

주요연구내용

연구결과

- 특수형태근로종사자
 - 특수형태근로종사자에게 일반적 안전보건조치로서 건강검진 및 안전보건교육 필요
 - 특수형태근로종사자의 범위 설정은 산업재해보상보험법상 개념으로 함
 - 특수형태근로종사자 중 대리운전기사 업무는 특수건강진단대상업무로 보고 나머지 8개 직종은 일반 건강검진 및 임시건강진단 대상업무로 봄
 - 특수형태근로종사자 중 신용카드 모집인, 대출모집인, 보험설계사, 학습지교사는 매분기 3시간 이상 안전보건교육대상자로 구분하고 나머지 직종은 매분기 6시간 이상 안전보건교육대상자로 구분함
 - 안전보건교육의 내용은 특수형태근로종사자의 업무 특성을 고려하여 안전운전에 관한 사항과 감정노동에 관한 사항을 추가함
 - 특수형태근로종사자에게 필요한 개별적 안전보건조치의무의 내용은 현행 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 요구될 사항을 분석하여 검토함

- 신용카드모집인, 대출모집인, 보험설계사, 학습지교사에게 적용 가능한 예방조치의무가 유사하여 하나의 형태로 분류함
- 그 밖의 직종들은 주로 운전업무와 관련된 공통된 내용과 함께 개별적인 안전보건상의 위험을 고려하여 개별적 예방조치사항을 정함

● 고객응대 근로자

- 고객응대 근로자에 관한 하위법령은 2018년 10월 18일부터 시행되었으므로, 개정법령의 내용을 중심으로 타당성 분석(평가) 및 추가적으로 고려가 필요한 사항들을 제안함
- 구체적으로 시행령상의 조치내용과 관련하여 문구게시 또는 음성안내, 고객응대업무 매뉴얼 관련, 교육 실시 및 그 밖의 필요한 조치와 외국 사례를 기초로 상시 정신건강 체크제도 도입 필요성을 검토함
- 시행규칙 상의 조치내용과 관련하여 업무의 일시적 중단 또는 전환, 치료 및 상담 지원 그리고 법률적 지원 등에서 추가적인 논의사항을 검토함

● 프랜차이즈 가맹본부

- 가맹본부가 가맹점주에게 설비 등을 제공하는 경우 정보제공의무의 필요성과 일반적인 안전보건프로그램 내용을 제안함
- 안전보건프로그램 내용으로 가맹점주와 가맹점 근로자의 안전보건을 고려한 프랜차이즈 시스템 및 가맹점 인테리어 디자인, 가맹점 안전보건매뉴얼 작성 및 제공, 가맹계약시 안전보건프로그램에 대한 안내 및 교육 그리고 이후 주기적인 안내 및 교육, 안전보건 조치사항에 대한 가맹점의 보고와 이에 대한 검토 및 개선사항에 대한 정보제공 및 공유, 재해발생시 조치사항 및 이에 대한 가맹본부의 지원, 가맹점 안전보건 우수사례 발굴 및 시상 그리고 우수사례 타 가맹점에 정보제공 및 전파 등이 있음
- 구체적인 안전보건프로그램 시행방법은 가맹계약서 부록의 형태로 책자를 만들어 제공하고, 가맹계약이 유지되는 동안 예컨대 1년에 1회씩 주기적인 교육 실시 또한 가맹본부는 최소한 6개월에 1회 이상 가맹점 안전보건에 대한 순회점검 및 지도 실시 등이 고려될 수 있음

시사점

- 특수형태근로종사자들의 직종별 업무특성과 위험의 내용과 정도가 달라 이를 고려한 안전보건조치 의무가 실행될 수 있음
- 고객응대 근로자의 하위법령 평가와 추가적인 지원 등이 고려되어 향후 건강상의 위험을 예방하기 위한 조치로 확장할 수 있음

| 연구담당자 연락처 |

산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 정책제도연구부 송안미

전화 : 052-7030-827 / e-mail : julie8818@kosha.or.kr

- 프랜차이즈 가맹점 및 그 종사자가 지속적으로 증가하고 있고 이들의 재해 노출도가 높은 편이어서 가맹본부에게 일정한 책임을 부여해 가맹점주와 소속 근로자의 안전보건상의 위험이 감소될 수 있음

 연구활용방안

활용

- 산업안전보건법상 안전보건에 취약한 계층의 특별한 법적 보호를 위한 예방정책 및 입법 수립을 위한 기초자료 제공

산업안전보건법상 수강명령제도 도입에 따른 제도 마련에 관한 연구

💡 **연구기간** 2018년 5월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 수강명령, 산업안전보건법 개정안, 수강명령 집행프로그램, 양벌규정, 과잉금지원칙

📖 연구배경

- 산업안전보건법 전부개정법률안 제180조는 ‘형벌과 수강명령 등의 병과’라는 조문표제 하에 산업현장에서 안전·보건조치 의무를 위반하여 근로자가 사망한 경우 안전·보건조치 의무를 위반한 피고인에 대하여 법원이 유죄판결을 선고하는 경우 그 피고인에게 200시간 범위 내에서 수강명령을 병과하도록 규정하고 있음
- 수강명령이란 유죄판결을 받은 행위자에 대하여 자유형의 집행을 대신하거나 자유형을 집행하는 중에 사회교육시설 내지 교정시설에서 일정기간 동안 교육이나 학습을 받도록 명하는 형사제재로서 범죄자에게 심성을 계발하고 바른 가치관을 심어 주며, 성행을 교정하여 사회에 정상적으로 복귀하도록 돕는 처우수단을 의미함
- 산업안전보건 분야에 수강명령제도를 도입하고자 하는 취지는 산업현장에서 근로자가 사망한 경우 안전·보건조치 의무를 위반한 사업주로 하여금 수강과정에 참가하게 하여 준법의식을 고취시킴으로써 사업주 등의 재범을 예방하고 사업주로 하여금 안전·보건조치 의무를 다하도록 하기 위함임
- 그러나 산업계 일부에서는 산업안전보건법 개정안의 수강명령제도가 산업현장의 현실을 충분히 반영하지 않고 있을 뿐만 아니라 사업주에 대한 과도한 처벌로서 과잉처벌의 위험소지를 안고 있다는 주장이 제기됨
- 수강명령은 행위자의 잘못된 인식과 행동습관이 범죄의 원인이 되었다고 판단되는 경우에 교육과 치료를 통하여 자신의 문제에 대한 인식을 갖고 대처기술을 습득하도록 함으로써 재범을 막고 사회적응을 돕는 것을 목적으로 하는 제재이므로 행위자의 법준수의식을 고취시키는 것을 내용으로 하는 산업안전보건법 개정안의 수강명령제도는 원칙적으로 타당성을 인정받기에 충분함
- 다만, 산업안전보건법 위반행위에 대한 제재수단으로 수강명령제도를 도입하는 경우 적법성, 타당성 및 정당성이 담보되어야 하므로 산업안전보건법 개정안에 명시된 수강명령제도를 면밀히 검토하여 위험적 요소들을 불식시켜야 할 뿐만 아니라 실제 집행에서도 그 실효성이 담보될 수 있도록 관련 프로그램을 구성해야 할 필요가 있음

- 이 연구는 산업안전보건법 전부개정법률안을 통하여 도입하고자 하는 수강명령제도의 본질과 그 주요 내용 및 관련 규정에 대한 심도 있는 논의를 전개하여 이 제재수단을 둘러싸고 발생할 수 있는 다양한 법적·실무적 문제점을 해소하고, 수강명령제도의 구체적 집행방안을 실효성 있게 구축하기 위한 관련 프로그램을 제시하는 것을 목적으로 함

주요연구내용

연구결과

- 산업안전보건법 개정안에 수강명령제도를 도입하는 취지가 산업현장에서 사망사건의 예방에 있다는 점, 형사제재의 분야에서는 행위자의 특성에 맞는 제재를 부과하는 것이 더 적절하다는 점, 지금까지 산업현장에서 사망사건이 획기적으로 줄어들지 않고 있다는 점, 산업안전보건법 위반자 중 전과자도 적지 않다는 점, 특히 산업안전보건법 위반사건에 대한 형사제재의 수위가 낮아 산업현장에서 일반 예방적 효과를 거두기 어렵다는 점 등에 비추어보면 수강명령제도의 도입이 비례원칙에 위반된다고 보기 어렵고, 수강명령제도 도입의 필요성이 인정됨
- 특히 산업안전보건법 위반사건의 대부분은 약식명령이 청구로 종결되었으며, 최근 10년간 (2007~2016) 제1심 법원이 처리한 내용을 보면, 실형을 선고한 건수는 매년 5건 이하에 불과했음. 대부분의 사건에서 법원은 피고인에게 벌금형 등 재산형을 선고해 온 형사사법기관의 대응실태를 보면, 전통적인 제재만으로는 산업안전보건법 위반사건을 저감시키기에 한계가 있으므로 수강명령제도를 활용할 필요가 있음
- 다만 약식명령시에도 수강명령을 병과하도록 규정한 내용(산업안전보건법 전부개정법률안 제180조 제1항)은 재범위험성 여부를 정식의 공판절차에서 판단해야 한다는 점에서 과잉금지원칙에 위반될 소지가 있으므로 산업안전보건법 전부개정법률안 제180조 제1항의 규정내용 중 약식명령 발령시 수강명령 병과에 관한 내용을 삭제해야 함
- 산업안전보건법 전부개정법률안은 수강명령의 필요적 병과를 규정하고 있으나 이는 행위자의 특성을 고려하지 아니한 것으로서 산업계의 동의를 어렵게 하고 있을 뿐만 아니라 이로써 수강명령 집행의 실효성도 떨어뜨릴 수 있으므로 산업계의 자발적인 법규준수를 유도하기 위해서는 수강명령을 임의적으로 병과하여 법관의 재판재량을 보장하되, 예외적으로 “2회 이상 위반한 자”에 대하여 필요적으로 병과하도록 하는 것이 타당함
- 산업안전보건법에 수강명령제도를 도입하는 경우 이 제도의 실효적 집행을 위한 구체적인 프로그램을 구축해야 하므로 수강명령제도의 집행을 위한 일반적 사항, 수강명령 프로그램의 목적과 목표 등 주요 내용, 수강명령 집행절차 등을 논의하였음

시사점

- 산업안전보건법 전부개정안에 규정되어 있는 수강명령제도가 제 기능을 발휘할 수 있도록 법률적 개선 방안을 제시함
- 산업안전보건법 전부개정법률안에 수강명령제도가 도입될 것을 전제로 실무에서 법원이나 보호관찰관이 위탁하는 수강명령 집행사안을 고용노동부의 입장에서 어떠한 방식으로 집행할 것인지에 관한 실무 지침을 제시함
- 그 밖의 산업안전보건법 전부개정법률안이 국회에서 통과될 경우 수강명령의 실효적 집행을 위한 대응 방안을 제시함

연구활용방안

개선방안

- 산업안전보건법 전부개정법률안 제180조에 규정되어 있는 수강명령의 근거규정들에 대한 개선방안을 제시함
 - 사업주 이외의 행위자를 처벌하기 위한 기존의 양벌규정 역적용 방식을 폐기하는 대신 명확한 근거 규정을 신설함(산업안전보건법 전부개정법률안 제179조의2 신설)
 - 약식명령 발령시 수강명령 병과에 관한 내용을 삭제함
 - 수강명령의 필요적 병과를 임의적 병과로 수정하여 법관의 재판재량을 보장하되, 다만 예외적으로 '2회 이상 위반한 자'에 대하여 필요적으로 병과하도록 수정함
 - 수강명령제도 도입 시 그 집행프로그램(수강 장소, 시간 등 일반적 사항, 수강과정, 수강명령 집행절차 등)을 제시함
- 향후 산업안전보건 분야에 수강명령제도가 도입될 것을 전제로 고용노동부의 입장에서 취해야 할 몇 가지 대응책을 제시함
 - 수강명령의 집행과 관련한 고용노동부 자체의 내부 규정을 제정·시행해야 함
 - 수강명령 집행에 필요한 표준매뉴얼을 작성하여 전국적으로 분산되어 있는 수강명령 집행기관에서 수강명령 집행업무의 통일성과 투명성을 확보함
 - 동영상 등 강의교재 외 방법을 확보하여 수강의 내용인 교육의 질을 제고하고 특히 강사의 질을 확보하기 위한 방안을 연구해야 함

산업안전보건법 위반에 따른 행정형벌 등의 부과를 위한 「산업안전보건기준에 관한 규칙」정비 방안 연구

💡 **연구기간** 2018년 6월 1일 ~ 2018년 11월 30일

💡 **핵심단어** 안전보건기준, 안전조치, 보건조치, 산업안전법칙, 행정형벌

📖 연구배경

- 1981년에 제정되고 1990년 전면개정 된 이후 15차례의 일부개정이 이루어진 현행 산업안전보건법은 작업장에서의 안전을 확보하여 산업현장에서 근로자의 안전과 보건, 생명과 신체를 보호하는 목적을 가짐
- 현행 「산업안전보건기준에 관한 규칙」은 제1조(목적)에서 위임의 근거 조문을 “제5조, 제12조, 제14조, 제23조부터 제25조까지, 제29조, 제33조, 제34조, 제35조, 제36조, 제37조, 제38조, 제38조의2 및 제38조의3 등”로 언급하고 있으며, 이외에도 “제38조의3 등”이라는 기타규정을 두어 위임의 근거를 명확하게 파악할 수 없는 문제점을 내포하고 있음
- 산업안전보건법령 위반 시 행정형벌 부과 체계의 포괄성으로 인하여 죄형법정주의 원칙에 위배될 소지가 있으며 안전보건기준 집행의 실효성을 취약하게 만드는 문제점이 있음
- 사업주의 의무위반에 따른 형벌부과를 위한 구성요건으로서 불명확한 측면이나 비례원칙에 대한 위반이 될 가능성이 있는 규정들을 정비하여 규범의 실효성을 확보하면서도 수규자의 예측가능성을 보장할 수 있도록 안전보건기준을 정비할 필요가 있음

📖 주요연구내용

연구결과

- 검찰청 사건 통계에 따르면 산업안전보건법 위반사범 관련 사건은 2007년 4,490건에서 2016년 1만 1,789건으로 증가하였으며, 산안법 위반사범의 처분결과를 보면, 구속 구공판이 4건, 불구속 구공판이 493건, 구약식이 1만17건이었음. 2016년 1심 법원에서 선고된 720건의 산안법 위반사범 대부분은 재산형(463건)과 집행유예(109건)로 종결되었으며, 실형은 4건임

- 산업안전보건법 위반사범에 대한 행정형벌의 부과율이 낮고 행정제재의 실효성 확보 수단이 미약한 것으로 평가되는 이유는 산업안전보건법 위반 시 형벌이 부과되는 구성요건이 불명확하여 사업주의 단순한 주의의무를 규정한 것인지, 불법구성요건이 되는 행위의무를 구성한 것인지 구분이 되지 않기 때문임. 따라서 본 연구는 산업안전보건법 위반행위에 부과되는 행정형벌의 구성요건적 명확성을 확보하기 위하여 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 내용을 정비함
- 안전보건규칙이 모법 제23조 및 제24조에서 위임한 사항을 규정하고 있음에도 불구하고 현행 안전보건규칙 제1조는 위임의 근거 조문을 “제5조, 제12조, 제14조, 제23조부터 제25조까지, 제29조, 제33조, 제34조, 제35조, 제36조, 제37조, 제38조, 제38조의2 및 제38조의3”로 언급하고 있으며 이외에도 “제38조의3 등”이라는 기타규정을 두어 위임의 근거가 되는 조문을 명확하게 파악할 수 없는 문제점이 있음
- 따라서, 수권규정의 정비와 관련하여 위임의 근거 조문에서 위임하는 구체적인 입법사항(위임사항)의 내용을 분석하고, 법체계상 모법 시행규칙인 「산업안전보건법 시행규칙」으로 이관되어야 하는 사항을 정비함

시사점

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」규정의 전반적 검토 및 각 조문별 구체적 위임근거 및 타당성 분석 결과 제5조의 일반적인 사업자의 의무를 규정하는 조문을 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 근거 조문으로 규정하는 것은 타당하지 않으며, 본법에서 정신적 스트레스의 방지 의무에 관하여 규정하고 있는 점을 고려하여 「산업안전보건법 시행령」에서 규정하도록 하는 것이 바람직함.
- 안전보건기준의 제669조 ‘직무스트레스에 의한 건강장해 예방 조치’ 안전보건규칙의 제669조는 본문에서 “법 제5조제1항에 따라”라는 문언을 명시함으로써 위임의 근거 조문을 명시하고 있으나 이와 같이 위임의 근거가 되는 규정을 제5조로 명시하고 있는 조문은 전체 조문 중 제669조가 유일하므로 「산업안전보건기준에 관한 규칙」제669조의 내용을 「산업안전보건법 시행령」시행령의 조문으로 상향하여 입법하도록 조문을 이동하고 안전보건규칙에서는 해당 조문을 삭제하도록 제안함

연구활용방안

제언

- 행정형벌의 부과를 위한 의무의 내용과 과태료 등의 제재부과에 해당하는 의무내용 등을 구분하고, 산업안전보건기준에 관한 규칙의 재구성안을 제시함. 안전보건기준의 수권규정을 정비하는 방안으로서 안전조치와 보건조치에 관하여 규정하는 구성요건적 규정임을 명시하도록 정비하는 것이 바람직함
- 사업주의 위반행위의 경중에 따라 단계적으로 제재가 부과되도록 하였으며, 단순한 주의의무를 위반한 경우에는 상대적으로 행정형벌을 경감하고 주의의무를 위반하여 중대한 결과가 발생한 때에는 상대적으로 행정형벌을 가중함으로써 비례원칙에 부합하도록 제재가 부과되도록 하였음. 이외에도 안전·보건 표지 부착 의무의 위반과 같은 질서위반행위에 대해서는 의무 위반 시 과태료를 부과하도록 정비안을 제안함

직장 내 괴롭힘 예방을 위한 산업보건 측면의 정책연구

 **연구기간** 2018년 10월 ~ 2018년 12월

 **핵심단어** 직장 내 괴롭힘, 실태조사, 건강영향, 교육 규정, 예방 교육 제도

연구배경

- 직장 내 괴롭힘은 직장 내의 지위나 다수의 우월성을 이용하여 직장 안팎에서 특정 근로자를 소외 시키거나 괴롭히는 학대행위로 개인 차원에서는 특정인의 인격을 침해하고 신체적, 심리적 고통을 초래하는 동시에 기업 차원에서는 근로자의 직무열의를 감소시키고 조직 분위기를 저해하여 기업의 생산성과 경쟁력에도 큰 손실을 초래함
- 본 연구에서는 직장 내 괴롭힘의 국내·외 실태를 파악하고, 관련 규정을 검토함으로써 직장 내 괴롭힘으로 인한 사업주 및 근로자 교육과 근로자 보호방안 등을 모색하기 위한 방안을 제시하고자 함

주요연구내용

연구결과

- 직장 내 괴롭힘 현황조사 결과 인권위원회 설문조사에서는 직장 내 괴롭힘 경험 비율이 73.3%로 나타났으며, 괴롭힘 행위자는 상급자 또는 임원, 경영진이 77.6%이었고, 한국노동연구원 설문조사에서는 과거 5년간 직장 내 괴롭힘의 피해 경험자 비율은 66.3%로 나타났으며, 괴롭힘 가해자는 상사 및 선배직급이 대부분임
- 직장 내 괴롭힘으로 인한 건강문제 조사 결과, 국내 연구에서는 직장 내 괴롭힘이 우울증상, 소진, 이직의도에 영향을 미치고 사회부적응, 신체적 증상, 불안, 수면장애를 유발하며, 당사자가 아닌 목격자까지 그 영향이 확대되는 것으로 조사됨. 국외 연구 조사 결과 직장 내 괴롭힘은 직무스트레스를 포함한 모든 스트레스보다 사업주에게 심각한 문제이며, 사회적 고립과 부적응, 우울증, 강박증, 분노, 불안, 병가 등에 영향을 미치는 것으로 조사됨
- 직장 내 괴롭힘 예방 교육은 산업안전보건교육 제도 안에서 운영되기 보다는 별개의 법안으로 제정되어 예방 교육이 시행될 필요가 있으므로, 직장 내 괴롭힘 예방 교육관련 법 조항을 신설하고 하부 시행규칙에 예방교육 및 예방교육기관에 대한 내용을 포함하여 법안이 개정되기를 제안함

- 직장 내 괴롭힘 관련 예방 교육제도로 교육대상은 전 업종(5인 이상 사업장)의 사업주와 근로자를 대상으로 하며, 교육방법은 자체교육(강의식)과 기관위탁교육의 방법으로 실시할 수 있으며 교육시간은 연 1회 이상, 1시간 이상의 교육을 실시하고, 미실시 과태료는 500만원 이하로 제한함
- 직장 내 괴롭힘 예방 교육의 강사는 사업장내에서 인사·노무관리 업무를 담당하는 자로 사업주가 강사로 적당하다고 지정하는 자와 전문강사가 교육 강사로 활용될 수 있으며, 직장 내 괴롭힘 예방 교육 전문강사 양성은 현재 성희롱 예방 교육기관에서 실시하고 총 16시간의 교육을 이수해야 하는 방안을 제안함
- 직장 내 괴롭힘 예방 위탁 교육 기관은 기존에 등록된 산업안전보건교육 위탁교육기관과 노무법인, 비영리법인 중 고용노동부 장관에게 '직장 내 괴롭힘 예방 교육 기관'으로 등록한 교육기관으로 강사를 2인 이상 보유한 기관에서 실시할 수 있도록 제한함

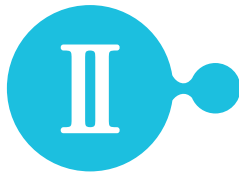
연구활용방안

정책방안

- 산업안전보건법 상 직장 내 괴롭힘 관련 법안을 개정하고, 괴롭힘 관련 예방 교육 제도의 시행 근거를 제안하는데 활용

활용

- 직장 내 괴롭힘 예방 교육 실시 규정 및 가이드로 활용



안전연구분야

- 01. 조립된 가설기자재(시스템) 인증제도 및 기준에 관한 연구
- 02. 이동식크레인 안전성 향상을 위한 방호장치 개선 연구
- 03. 정전기 방전 검지기술 및 관련기기 방폭기술 개발
- 04. 달비계 작업의 안전성 향상 방안 연구
- 05. 안전기술 향상을 위한 ICT 융·복합 연구
- 06. 건설업 발주자 안전보건 책무이행을 위한 매뉴얼 개발 연구
- 07. 산업별 재생산업 규모 예측 및 안전보건 기준 개선 연구
- 08. 건설업 산업안전보건관리비 사용 투명성 강화방안 연구
- 09. 건설현장 작업발판과 안전통로의 안전성 확보를 통한 사고사망 감소방안 연구

01

조립된 가설기자재(시스템) 인증제도 및 기준에 관한 연구

💡 **연구기간** 018년 1월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 조립된 가설기자재, 시스템 안전인증, 타당성 검토, 제도 및 기준

📖 연구배경

- 현재 가설기자재 안전인증 및 자율안전확인인 신고 기준은 수직재, 수평재, 가새재 등 가설구조물을 구성하고 있는 각각의 단위 부재별로 재료, 구조 및 성능기준을 적용하고 있음. 이러한 안전인증 및 자율안전확인인 신고 주요 부재인 동바리, 비계 등 가설구조물 설치를 위해 현장 조립을 하는 경우에는 일부 부재의 누락 또는 연결부 작업불량 등으로 가설구조물의 안전성이 저하되거나 붕괴사고를 유발하는 등의 위험성에 대한 고려가 미흡한 실정임
- 또한 건축 및 건설구조물의 대형화, 고도화, 복잡화 등으로 인하여 가설기자재 재료, 구조 등의 다양화에 대한 시장 요구에 따라 현행 안전인증 및 자율안전확인인 신고 고시에 정의되지 않은 특수구조 제품 또는 완성품 형태의 가설기자재 개발과 사용이 증가하고 있음
- 따라서 현재와 같이 가설구조물 구성 부재에 대한 단품 인증이 아닌 부재간의 결합과 구성 방법을 포함한 가설기자재 시스템 전체 인증에 대한 제도 및 기준 설정의 필요성이 확대되고 있음

📖 주요연구내용

연구결과

- 조립된 가설기자재(시스템) 안전인증 관련 문헌 고찰
 - 기존의 단일 부재의 성능평가 방식이 아닌 시스템의 전체적 구조성능을 포괄하여 평가할 수 있는 평가 방법과 기준이 필요할 것으로 파악되었음
 - 조립 형태의 가설구조물인 거푸집동바리와 비계의 무너짐 또는 넘어짐의 주요 요인은 설계의 오류, 현장에서 부재 조립 시 오류, 과다하중 작용, 구조물 자체의 결함, 구조검토 및 조립도 미준수 등으로 분석되었음
- 국내외 가설기자재 성능평가 시험방법 분석
 - 국내의 가설기자재 성능시험은 시스템을 구성하는 주요 부재의 단일부재단위로 성능실험을 실시함 즉, 조립된 가설기자재와 구조물의 전체적 성능시험기준은 마련되어 있지 않은 것으로 파악되었음

- 일본의 가설공업회, 미국의 ANSI, 영국의 BS, 독일의 DIN 등에서는 조립된 가설기자재 시험법에서 주요 구성품과 조립품에 대한 성능검증을 위한 시험절차, 평가항목 및 성능 평가방법에 대하여 상세히 규정하고 있는 것으로 조사됨. 또한 조립된 가설기자재 개별 부재 및 시스템 단위의 성능시험에 대해 상세히 규정하고 있는 것으로 파악되었음
- 구조해석을 통한 시스템 안전인증제도의 타당성 분석
 - 압축력을 주로 받는 구조부재의 특성에 따라 해당 구조 부재의 유효좌굴길이에 영향을 미치는 인자들이 전체 구조성능을 좌우하는 것으로 나타났음
 - 이러한 주요 영향인자들은 단일 부재의 실험으로는 파악하기 어렵고, 인위적인 조정 등도 비합리적인 것으로 파악됨. 또한, 실제 현장에서 조립되고 설치된 상태에서의 주요 기하학적 영향인자를 효과적이고 합리적으로 반영할 수 있는 실험방법, 절차 및 이에 대한 제도가 필요한 것으로 파악되었음
- 실물실험을 통한 시스템 안전인증제도의 타당성 분석
 - 기존의 단일 부재 성능평가로는 조립된 구조물의 구조 성능을 평가하기에 한계가 있으므로 시스템 단위의 성능평가가 제품의 인증 단계에서 필요한 것으로 분석됨
- 조립된 가설기자재(시스템) 안전인증 도입방안 제시
 - 안전인증, 자율안전확인신고의 절차에 관한 고시, 방호장치 안전인증 고시, 한국산업안전보건공단 기술 지침(시스템동바리 안전작업지침, 거꾸집동바리 구조검토 및 설치 안전보건작업지침, 시스템비계 안전작업지침) 등에서 조립된 가설기자재(시스템동바리 및 시스템비계)의 안전인증을 도입할 것과 시스템 안전인증 도입 시 비용편익이 클 것으로 기대된다고 제안하였음. 또한, 시스템 안전인증 도입에 따른 제도 개선(안)에 대한 타당성 검토 결과 적절한 것으로 나타났음

시사점

- 문헌 고찰, 성능평가 시험방법 분석, 구조검토 및 실물실험 등을 통한 조립된 가설기자재(시스템) 안전인증제도의 도입 타당성 검토 결과, 전반적으로 적절한 것으로 나타났으며, 급변하는 국제정세 및 가설기자재의 안전성확보와 품질보증 등 가설기자재 관련 이해당사자의 신뢰도 확보를 위해서는 시스템 안전인증제도의 도입이 조속히 이루어져야 할 것으로 판단됨
- 조립된 가설기자재(시스템) 안전인증 도입 시 현행 단품 안전인증과 시스템 안전인증을 병행하면서 점차적으로 시스템 안전인증으로 전환하는 것이 타당할 것으로 사료됨

📖 연구활용방안

제언

- 향후 조립된 가설기자재(시스템) 안전인증 도입방안 정착을 통한 안전성 확보와 품질보증, 대국민 신뢰도 확보와 국외 가설기자재 시장에 활발한 진출을 위해서는 성능평가형식(실험모델)과 시험방법을 먼저 정립하고, 문헌과 구조해석, 실험 등의 보다 광범위하고 면밀한 추가 연구를 통해 설계기준과 연계된 시험성능기준과 해체기준 등을 포함한 매뉴얼을 마련할 필요가 있음
- 또한, 조립된 가설기자재(시스템) 성능시험을 위해서는 허용하중용량이 큰 만능압축인장시험장치와 시험실을 구축할 필요성이 있음

개선방안 또는 정책방안

- 안전인증·자율안전확인신고의 절차에 관한 고시와 방호장치 안전인증 고시에서 조립된 가설기자재(시스템) 중 비계 및 동바리의 항목을 추가하여 개정할 필요성이 있음
- 시스템동바리 안전작업지침, 거꾸집동바리 구조검토 및 설치 안전보건작업지침, 시스템비계 안전작업지침 등 조립된 가설기자재(시스템) 관련 안전보건작업지침을 시스템 안전인증에 부합하게 개정할 필요성이 있음

활용

- 가설기자재 관련 정책 및 사업계획에 반영, KOSHA GUIDE 신설 및 개정, 논문 투고 등

02

이동식크레인 안전성 향상을 위한 방호장치 개선 연구

💡 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 이동식크레인, 과부하방지장치, 방호장치

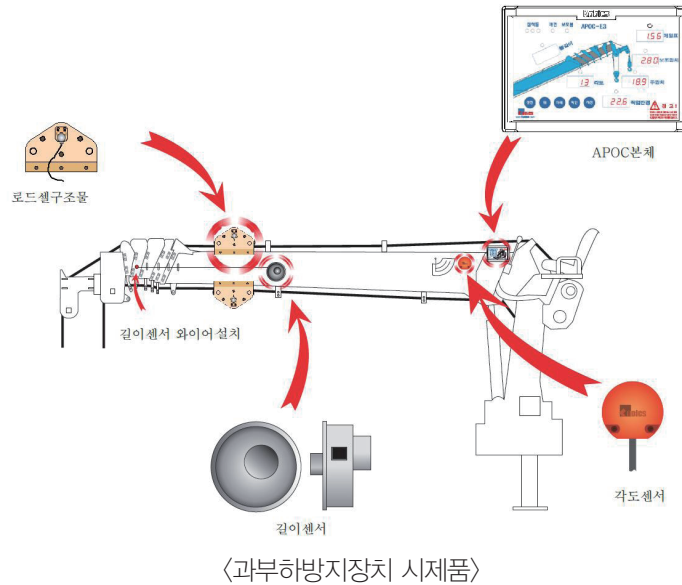
📖 연구배경

- 2009년 이전에 생산된 이동식크레인은 안전인증 대상이 아니어서 과부하방지장치와 같은 방호장치가 적용되지 않고 산업현장에서 운용되었으며, 이에 따른 안전성 확보에 대한 문제가 제기되어 왔음. 이에 2016년 안전검사 대상으로 포함되어 과부하방지장치, 권과방지장치, 비상정지장치와 같은 방호장치 부착이 의무화 되었음에도 현재 유통되고 있는 방호장치의 기술적, 제도적인 이유로 부착을 기피하고 있으며, 안전검사 불합격을 회피하기 위하여 안전검사 수검 자체를 기피하고 있는 실정임
- 따라서 이동식크레인의 과부하방지장치의 기술적, 제도적 문제점을 분석하고 이를 개선하여 이동식 크레인 사업주의 자발적인 설치를 유도하고, 안전검사를 수검받게 하여 노후화된 이동식크레인의 안전성을 관리할 필요가 있음

📖 주요연구내용

연구결과

- 이동식크레인의 과부하방지장치를 기술적, 제도적 측면에서 문제점을 분석하고 이를 개선하기 위하여 기존의 관련기술과 국내 · 외 관련 기준을 고려하여 과부하방지장치를 추가로 장착해야 하는 이동식크레인에 대하여 기술적으로 가장 적합한 방식을 제안함. 이를 바탕으로 시제품을 제작하였으며, 향후 관련 검사제도 개선방향을 제시하였음
- 시제품에 사용한 이동식 과부하방지장치는 와이어로프가 장력 측정 방식이 다른 방식들과 달리 훅에 걸리는 하중을 직접적으로 측정한다는 면에서 여러 모델의 제조사 제원표를 가지고 정격하중을 데이터화하여 적용할 수 있는 장점이 있음. 따라서 과부하방지장치가 적용되지 않은 이동식크레인에 추가적으로 적용하기에는 가장 적합한 방식으로 이를 제안함



- 현행 과부하방지장치는 안전검사에 관한 특례에 따라 검사기준을 생략하고 있다는 점을 이용, 제 기능을 하지 못하는 유압스위치식 과부하방지장치를 부착하고 검사 이후 과부하방지장치 기능을 해제하고 사용하는 등 문제가 발생하고 있음. 따라서 이동식 크레인의 안전성을 확보하기 위해서는 과부하방지장치가 필수인 점을 고려하여 향후 관련 검사제도 개선방향으로 압력스위치식 과부하 방지장치는 더 이상 적용하지 못하도록 제한해야 하며 안전검사에 관한 특례 적용 대상에서 제외해야 할 것임

연구활용방안

제언

- 이동식크레인 과부하방지장치 보급 확대
- 학술대회 발표 및 논문게재를 통한 학술적 근거 및 관련 지식 홍보

03

정전기 방전 검지기술 및 관련기기 방폭기술 개발

💡 **연구기간** 2018년 2월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 정전기, 방전, 검지기, 화재·폭발, 방폭

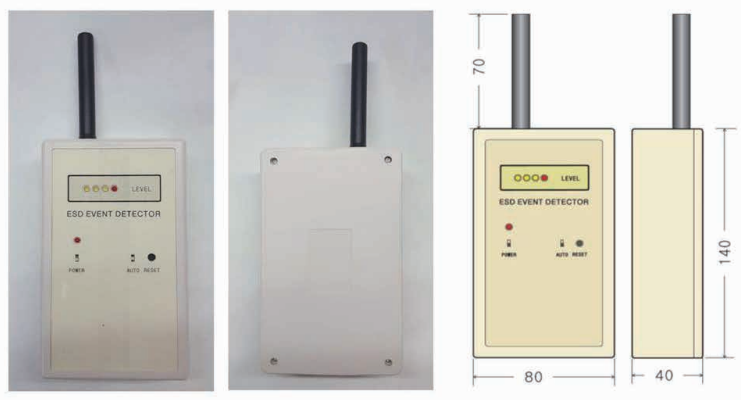
📖 연구배경

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙 제 325조(정전기로 인한 화재 폭발 등 방지)」는 정전기에 의한 화재·폭발 및 생산 공정상 정전기에 의한 재해위험을 예방하기 위하여 접지, 도전성 재료 사용, 가습 및 제전기 사용 등의 안전조치를 하여야 한다고 규정되어 있으나, 이를 위해서는 화재·폭발 위험장소에서의 정전기에 의한 사전적 예방 조치인 정전기 방전 예지를 위한 사전 검지기술 및 검지기가 절대적으로 필요함
- 그러나 우리나라의 경우에는 아직까지 이에 대한 연구와 관련기기의 방폭구조의 기술 적용을 위한 기술 기준이 없는 실정임

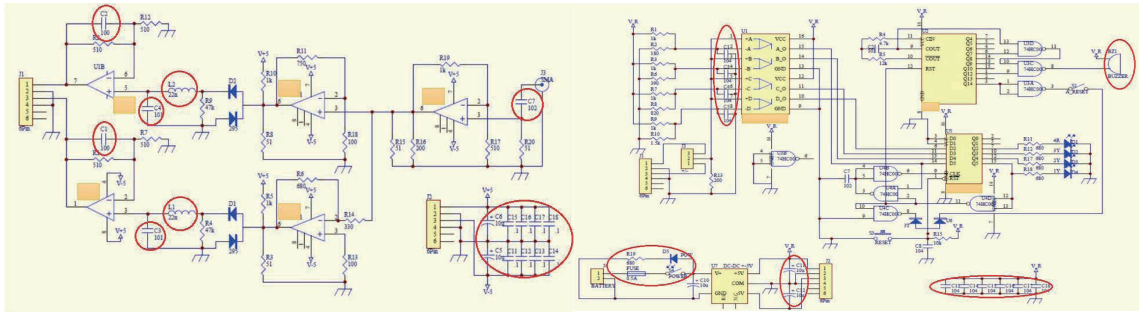
📖 주요연구내용

연구결과

- 정전기 방전 검지기 시제품 2개를 개발해 제작하였으며, 인화성 가스, 인화성 액체 및 가연성 분진의 사용·취급 공정에서 적용 가능한 본질안전 방폭구조 ib급의 기술을 개발함



〈정전기 방전 검지기 시제품〉



〈방폭 성능 관련 주요 도면〉

시사점

- 화재·폭발 위험장소에서의 정전기에 의한 사고방지를 위한 사전적 조치를 강구하여, 정전기 대전 및 방전에 의한 중대재해 및 중대산업사고 예방에 기여할 수 있음
- 또한 산업안전보건법 시행규칙, KOSHA GUIDE에 반영하여 중대재해 및 중대산업사고의 선제적인 예방과 더불어 관련 제품의 국산화를 통한 외화 절감에도 기여할 것으로 판단

연구활용방안

개선방안 또는 정책방안

- 산업안전보건법 시행규칙 제2장 안전·보건진단 등의 제127조(진단기관의 인력·시설 및 장비기준)와 관련된 별표 16의2에서 '일반안전진단기관'의 시설·장비 기준에서 제시하는 정전전하량 측정기 및 정전 전위 측정기에 부가하여 본 연구에서 개발하는 방폭구조의 정전기 방전 검지기를 추가

활용

- 본 연구의 개발품에 대하여 실용화 과정을 통하여 우선적으로 고용부 및 안전보건공단의 사고 조사 시나 안전진단 시에 활용할 예정이며, 향후 기술이전 과정 등을 통하여 사업장에 보급할 계획임

04

달비계 작업의 안전성 향상 방안 연구

💡 연구기간 2018년 1월 ~ 2018년 11월 30일

💡 핵심단어 달비계, 로프, 떨어짐, 수직구명줄, 안전대

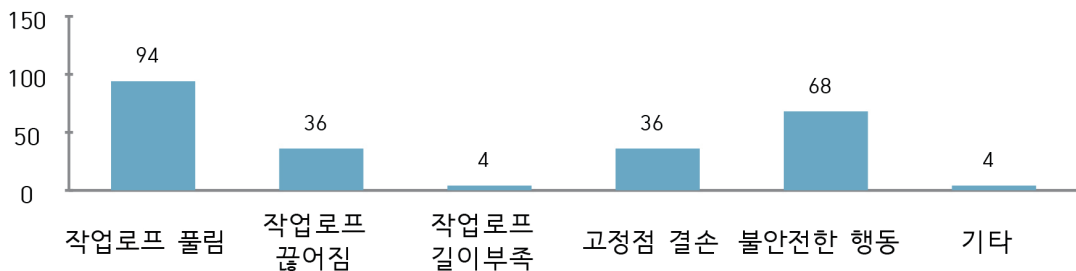
📖 연구배경

- 달비계를 이용한 작업 시 작업로프의 풀림, 끊어짐 또는 작업자의 불안정한 작업방법 등으로 인한 떨어짐 재해가 연간 평균 10건 이상 꾸준히 발생하고 있음
- 달비계 작업이 주로 건설현장의 마감공정이나 완공된 건물의 유지보수, 유리창 청소 등에서 활용되어 사용빈도가 다른 설비에 비해 상대적으로 높지 않으나 대부분의 재해가 떨어짐 재해로서 일단 재해가 발생하면 사고사망으로 이르게 되는 점으로 보아 더욱 더 집중적으로 관리할 필요가 있음

📖 주요연구내용

연구결과

- 국내 · 외 달비계 관련 선행연구 및 문헌자료, 법령 · 안전기준 등의 분석을 통하여 국내 법령 및 기준에 대해 개정할 필요가 있는 부분을 파악함
- 지난 15년간 발생한 달비계 관련 재해사례를 분석하여 특성군을 도출하고 특성군 간의 재해발생 원인 별에 대해 분석함



〈재해발생 원인별 사고재해자수 및 현황〉

- 국내 실정에 맞는 달비계 설비 및 작업방법의 개선방안을 도출하기 위해 국내 산업현장에서의 달비계 사용실태 및 설문조사를 실시하고 결과를 분석함
 - 달비계 관련 교육과 로프 매듭법, 로프 점검기준, 불안정한 행동 등과 같은 위험 인지에 대한 설문에 대하여는 대부분 인지도가 낮게 도출되었고, 기초적인 달비계 작업의 위험요인에 대하여 사전에 인지하고 있는지 여부를 질의하고 이에 따라 가장 위험한 요인은 무엇인지를 질의하였음
- 국내 · 외 선행연구 및 문헌자료, 법령 · 안전기준, 재해사례분석, 설문조사 및 인터뷰 결과를 토대로 달비계 설비 및 작업방법의 개선방안을 제시하고 달비계 관련 법령 및 고시, KOSHA GUIDE의 개정(안)을 제시함

시사점

- 국내 건설현장에서 실제 사용하고 있는 달비계(Boatswain's Chair)와 산업안전보건법 등에서 언급하는 곤돌라 형식의 달비계(Hanging Scaffolding)에 대한 국내 법령 및 기준이 일원화 되어있지 않고 혼재되어 사용되고 있음
- 이에 따라 법령 및 고시, KOSHA GUIDE의 내용을 곤돌라형 달비계와 작업의자형 달비계로 구분하여 제 · 개정할 필요가 있음

연구활용방안

제언

- 국내 산업현장에서 달비계의 설비 및 작업방법의 개선이 이루어지고, 법령 및 고시, KOSHA GUIDE의 제 · 개정이 시행된다면 달비계 관련 재해발생 원인을 사전에 인지하고, 작업자뿐만 아니라 현장관리자, 발주자, 등이 재해 감소를 위한 공동의 노력을 이행하는 기준이 될 것이라 사료됨

개선방안 또는 정책방안

- 안전성 확보를 위하여 달비계 작업대의 앞/뒤쪽 보호벨트 설치와 매듭 대신 연결장치 사용, 로프를 벨트로 대체 등을 반영하여 달비계 설비를 개선할 필요가 있음

| 연구담당자 연락처 |

산업안전보건연구원 산업안전연구실 정성준

전화 : 052-7030-841 / e-mail : kosha3104@kosha.or.kr

- 재해가 다발하는 근본적인 원인인 수직구명줄 설치와 안전대 착용·체결에 관한 내용을 법령 및 고시에 조항을 포함시켜 달비계 작업 시 작업자가 항상 준수할 수 있도록 관리할 필요가 있음

활용

- 달비계 관련 KOSHA GUIDE 및 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 제·개정 시 참고 및 근거자료로 활용
- 2019년도 한국안전학회 춘계학술대회 발표(5월) 및 추후 관련 학회 논문 게재할 예정

💡 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 안전산업, 안전기술, ICT 융·복합, ICT 융·복합 안전기술, 로드맵

📖 연구배경

- 전 세계적으로 4차 산업혁명과 정보화 혁명 등으로 사람, 사물, 데이터 등 모든 것이 인터넷으로 연결되는 초연결사회(Hyper-connected Society)로 진입 중임. 우리나라는 세계 최고의 인프라와 제조업 경쟁력을 보유하고 있어 초연결사회(Hyper-connected Society) 구현에 유리한 조건을 갖추고 있으나 극복해야할 여러 가지 과제가 산재함
 - 특히 제조업 등에 신기술과 융·복합 기술 등이 적용됨에 따라, 산업현장의 변화가 급격하게 이루지고 있어 새로운 유해위험요인이 발생될 우려가 존재함
- 이렇게 변화하는 산업현장에서 발생할 수 있는 유해위험요인을 선제적으로 예방할 수 있도록 1차적으로 현재 작업환경에 ICT(Information & Communication Technology) 융·복합 안전기술을 접목하여, 안전을 도모할 수 있는 기술사례를 발굴할 필요가 있음
- 또한 1차적으로 발굴된 안전기술 관련 ICT 융·복합 기술 개발사례를 전파하고, 산업재해예방을 위한 ICT 융·복합 안전기술 실용화를 제언하기 위한 연구를 수행할 필요가 있음

📖 주요연구내용

연구결과

- ICT 융·복합 안전기술 관련 국내외 선행 연구 및 문헌 등에 대한 조사를 통해, ICT 융·복합, 안전산업, 안전기술, ICT 융·복합 안전기술의 개념 및 유형을 정립함
- ICT 융·복합 안전기술 및 제품 개발을 위해, 2012년~2017년 12월까지 수집한 산업재해 데이터 총 496,207건 중 업종, 사고발생형태, 기인물, 사고개요 키워드 분석 및 빈도분석 등을 통해 사고 유형과 주요 원인 등을 도출함
- 분석을 통해 사고사망과 인과관계가 있는 사고발생형태, 기인물 등의 키워드와 빈도 등을 종합하여 사고발생형태 및 업종별 주요 기인물을 연계하는 작업을 실시함

- 산업재해예방 관련 ICT 융·복합 안전기술 개발 사례 및 현황, 특히 분석 등과 산업재해 분석 결과를 종합하여 관련 ICT 융·복합 안전기술 제품 후보를 도출하였음
- 이러한 분석을 통해 현재 상용화되어 있는 밴드 타입의 기기와 안전모를 중심으로 ICT 융·복합 안전 기술 제품을 개발하는 것이 현실성 있는 것으로 파악되었음
- 제품의 형태와 속성을 중심으로 형태-결합분석 매트릭스를 구축하여 다양한 ICT 안전모와 안전밴드 제품 컨셉을 도출하였음
- 마지막으로 본 연구에서 도출된 결과를 체계적으로 실행하기 위한 ICT 융·복합 안전기술 개발 실용화 로드맵을 구축하였음



〈ICT 융·복합 안전기술 총괄(안) 로드맵〉

연구활용방안

활용

- ICT 융·복합 안전기술 실용화 로드맵을 기반으로 단계적으로 산업재해 예방을 위한 안전기술 및 제품 등을 개발하여 근로자에게 보급할 수 있음
- 관련 관리 기준 마련에 필요한 기초자료로 활용될 수 있음

06

건설업 발주자 안전보건 책무이행을 위한 매뉴얼 개발 연구

💡 **연구기간** 2018년 3월 ~ 2018년 10월

💡 **핵심단어** 건설업, 발주자, 안전보건 책무, 매뉴

📖 연구배경

- 건설공사는 발주자의 요구에 의해 진행되며, 발주자의 의사결정은 계획, 설계, 시공의 사업 전반에 영향을 미침
- 건설공사 재해 감소를 위해 산업안전보건법에 발주자의 안전·보건조치 의무가 신설되었으며, 발주자는 기본, 설계, 공사안전보건대장을 작성하여야 함
- 이에 발주자의 원활한 안전보건관리 업무 수행을 지원하기 위한 매뉴얼 개발이 필요함

📖 주요연구내용

연구결과

- 건설공사 사업단계별로 발주자의 역할과 책임을 도출하여 매뉴얼의 내용과 작성방법 개발에 적용함
- 기본안전보건대장에는 중점관리 유해·위험요인, 설계와 공사발주 시 반영될 주요 안전보건 조건, 역량을 갖춘 설계자와 시공자를 선정하기 위한 조건 등이 핵심 요소로 반영되어야 함
- 설계안전보건대장의 핵심 사항은 위험성 평가에 근거한 안전설계의 구체적인 내용, 잔존 유해·위험요인, 적정 공사기간 산출근거, 산업안전보건관리비 산출 내역 등임
- 공사안전보건대장을 통해 유해·위험방지계획이 적절하게 작성되고 조치가 이행되었음을 확인하여야 하며, 산업안전보건관리비의 변경이력, 공사기간 변경 이력, 설계변경 이력관리 등을 통해 발주자가 적절하게 지원하고 있음을 확인하여야 함

시사점

- 발주자는 건설현장의 안전보건관리 활동에 적극적으로 참여하여야 하며, 발주자가 건설분야 안전보건 전문성이 부족한 경우에는 건설분야 안전보건 전문가를 적극적으로 활용하여야 함과 민간의 고급 안전 보건 인력을 요구하는 시장이 활성화될 것임

연구활용방안

제언

- 발주자의 안전보건 이행의무 확대 및 위험의 외주화 근절을 위해서는 전체 건설공사에 대한 확대 방안을 연구하여 제시할 필요성이 있음

개선방안 또는 정책방안

- 산업안전보건법 시행령과 산업안전보건법 시행규칙에 연구 결과 활용 예정

활용

- 산업안전보건법 시행령과 시행규칙에 관련 내용을 신설
- 발주자 건설공사 안전보건관리 업무수행 지침 고시

 **연구기간** 2018년 2월 ~ 2018년 10월

 **핵심단어** 재생산업, 사고사망, 건축물 해체, 리모델링

연구배경

- 1970년대 농업 위주에서 제조업 중심으로 산업구조가 변화함에 따라 주거 및 상업시설의 형태도 단층 건물에서 고층·대형 건물로 급격히 변화하였음. 국내 경제의 지속적인 성장과 더불어 주요 인프라 시설도 1970~1990년 사이에 활발하게 공급되었음
- 이에 따라 다양한 분야에서 재생산업이 거론되고 있으나, 재생산업의 범위, 규모, 재생산업에서 발생하는 재해의 특성 등이 아직 명확하게 정리되어 있지 않음
- 본 연구에서는 재생산업의 범위를 건축물, SOC, 산업단지로 한정하여 산업재해 및 해당 작업을 분석하여 관계 법령 및 안전보건기술 기준의 개선방안을 모색하였음

주요연구내용

연구결과

- 건축물 분야, SOC 분야, 산업단지 분야에서의 노후실태 등에 대한 분석 결과 건축물 분야 및 SOC 분야 모두 30년 이상 노후건축물 수가 매년 증가하고 있으며, 착공 후 20년 이상 노후산업단지도 지속적으로 증가하고 있음
- 최근 6년간 재생산업관련 산업재해를 분석한 결과, 재생산업과 관련한 건설업에서의 재해 비율은 25% 내외였으며, 재해 개요만으로 재생산업으로 분류가 불가능한 사고사망자가 약 25%로 재생과 관련한 건설업에서의 사망사고 비율은 최소 25%에서 최대 50%로 추정됨
- 세부적으로 분석한 결과, 2017년 기준 건설업 사고사망자 수 506명 중 재생산업관련 사고사망자 수는 123명으로 이중 건축물 분야에서 77명, SOC 분야에서 46명이 발생함. 특히 SOC분야에서는 도로유지 보수 작업에서 재해자 수가 22명으로 가장 높게 나타남
 - 재생산업으로 구분할 수 있는 텍스트 키워드를 추출한 결과 ‘리모델링공사’, ‘증축공사’, ‘하자보수’, ‘보수 작업’, ‘도로확장공사’, ‘도로보수’, ‘보수공사’등으로 나타남

- 재생산업 관련 작업과 안전보건공단 건설업 공종별 위험성 평가 모델에서 제시하고 있는 작업들을 비교 분석한 결과 가설구조물 설치, 해체작업 등 여러 작업들이 '기타'로 분류되어 위험성평가 모델이 제시되어 있지 않은 것으로 나타남
 - 특히, 지붕작업은 매년 가장 많이 발생하는 작업 중에 하나임에도 불구하고 위험성평가 모델을 제시하고 있지 않은 것으로 나타나 위험성 평가 모델을 추가하여야 할 것으로 판단됨
- 사고사망자가 가장 많은 구조물해체 관련 법령을 분석한 결과, 유해·위험방지계획서 대상 사업장 기준이 깊이 10m 이상 굴착공사, 지상높이 31m 이상 건축물 등 중규모 이상 공사에만 해당되는 것으로 나타남. 건축물의 사고사망자 45% 이상이 3억 미만의 소규모 공사에서 발생하고 있으므로 유해·위험방지 계획서 대상이 아닌 사업장에 대한 개선 방안이 필요한 것으로 판단됨
- 또한 지붕공사 안전보건작업 기술지침에 보수 부분에 관한 기준에 대하여 보완이 필요하며, 도로유지 보수 작업 중 포장보수작업에 대한 안전작업 지침의 제정이 필요함. 건축물 내·외부 도장작업에 관한 지침 또한 제정이 필요한 것으로 사료됨

☞ 연구활용방안

활용

- 재생산업의 분야별 규모 예측 결과를 통하여 미래 산업안전의 변화에 대응하는 기초연구자료로 활용
- 재생산업과 관련하여 도출한 작업과 재생산업관련 사고사망자 분석 자료를 바탕으로 재생산업에서 새로운 산업재해 요인에 대처할 수 있는 산업재해 예방 및 제도 보완의 연구자료로 활용
- 현행 재생산업과 관련한 법령 및 기술기준들 개선하고 제정하는데 기초연구자료로 활용

건설업 산업안전보건관리비 사용 투명성 강화방안 연구

💡 **연구기간** 2018년 3월 ~ 2018년 10월

💡 **핵심단어** 건설업산업안전보건관리비, 안전관리비 사용기준, 안전관리비 목적 외 사용

📖 연구배경

- 건설업 산업안전보건관리비는 건설 사업장 내 근로자들을 산업재해로부터 보호하고 안전한 작업환경을 조성하는데 사용되는 비용임에도 목적 외 사용이 지속적으로 발생하고 있음
- 따라서, 산업안전보건관리비가 건설재해 예방활동을 위해 적합하게 사용되도록 안전관리비 투명성 제고 방안의 검토가 필요

📖 주요연구내용

연구결과

- 건설업 산업안전보건관리비 사용 실태 파악을 위해 관련 실무자 및 전문가 등 다양한 이해관계자와 인터뷰를 실시하고, 이를 토대로 건설 근로자 및 관리자를 대상으로 산업안전보건관리비 사용 실태 관련 설문조사를 수행하여 다음의 결론을 도출함
 - 산업안전보건관리비의 사용내역을 일반 근로자에게도 공개하여 자율적인 감시체계 구축 필요
 - 현행 산업안전보건관리비 사용 불가 항목 중 근로자 보호 취지를 갖고 있는 항목들을 발굴하여 사용기준 완화 필요
 - 명백한 산업안전보건관리비 허위 사용에 대해서는 과태료 부과금액을 상향하여 투명한 산업안전보건관리비의 사용을 유도
 - 산업안전보건관리비의 올바른 집행을 유도하기 위하여 중·소규모 건설현장을 대상으로 한 교육 및 기술지도 강화방안 제안
 - 공사 진척에 따른 산업안전보건관리비 사용기준에 대한 과태료 부과기준 완화

시사점

- 산업안전보건관리비의 올바른 집행을 유도하기 위해서 사용내역공개와 같은 자율적인 감시체계 구축 및 허위 사용에 대한 과태료 상향 등이 필요

연구활용방안

개선방안 또는 정책방안

- 산업안전보건법 제30조(산업안전보건관리비의 계상 등)에 안전관리비 사용내역 공개항목을 추가 시 자율적인 감시체계 구축 가능
- 산업안전보건관리비의 명백한 허위사용에 대한 과태료 상향을 제안
- 재해예방지도기관의 K2B시스템을 활용하여 산업안전보건관리비의 올바른 사용에 대한 효율적인 감시 시스템 제안

활용

- 산업안전보건관리비의 투명성 강화를 위하여 관련 법 개정이나 정책수립 시 활용 가능

건설현장 작업발판과 안전통로의 안전성 확보를 통한 사고사망 감소방안 연구

💡 연구기간 2018년 6월 ~ 2018년 11월

💡 핵심단어 작업발판, 안전통로, 사고사망, 인과지도모형

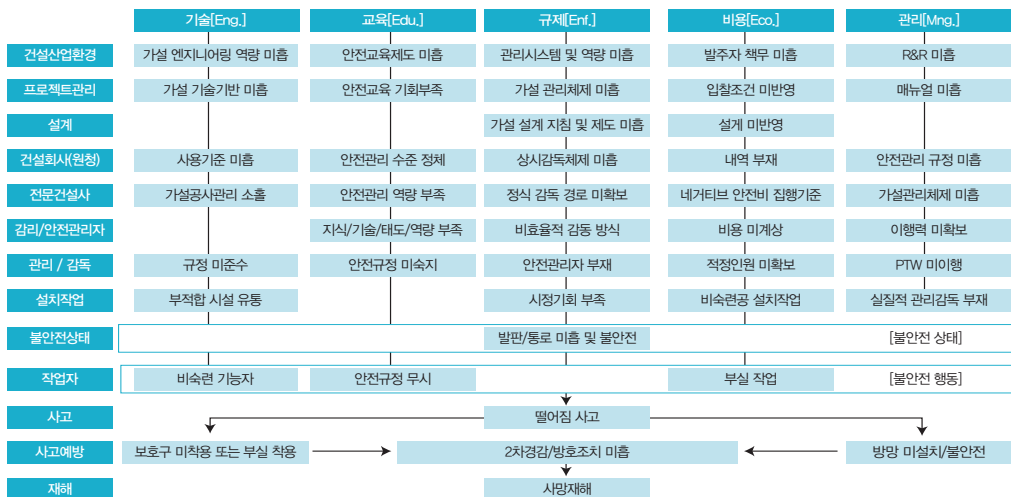
📖 연구배경

- 매년 평균 500여명의 건설업 사고사망 재해 중 작업발판·안전통로 등의 가설시설물에서 추락사고가 60% 이상 차지
- 특히, 중·소규모 및 영세규모 건설현장의 작업발판과 안전통로의 안전성 확보는 사고사망자수를 감소 시키기 위한 중요한 과제 중 하나임

📖 주요연구내용

연구결과

- 2011년부터 2016년까지 건설현장 추락·전도 관련 사망사고 분석 및 현장 방문을 통한 실태조사 결과를 바탕으로 작업발판 및 안전통로에 대한 문제점들을 도출



〈작업발판 등 기인 사고사망재해 인과지도〉

- 기술, 교육, 규제, 관리, 비용 등의 원인으로 분류한 '작업발판 등 기인 떨어짐 사고사망재해 인과지도 모형' 개발
- 인과지도 모형을 통해 중·소규모 및 영세규모 건설현장의 작업발판과 안전통로의 안전성 확보를 위한 종합적 예방대책 제안

기술적 예방 대책(Engineering): 이동식 비계 통로 개선, 사다리 사용 기준 개선
 교육적 예방 대책(Education): 관리감독자 및 특별안전교육의 법정직무교육화 필요
 규제적 예방 대책(Enforcement): 인허가 도서에 가시설도면 의무화
 비용적 예방 대책(Economy): 중·소규모 현장의 적정 안전관리비 확보
 관리적 예방 대책(Management): 공사규모에 따른 관리시스템과 절차 보급

시사점

- 작업발판 및 안전통로의 안전성 확보를 위해서는 사고 사망재해의 직접적인 원인뿐만 아니라 교육, 규제, 관리, 비용 등의 간접적인 요인을 고려한 종합적인 대책이 필요

연구활용방안

제언

- 기술적 관점에서 작업발판 및 안전통로와 관련한 산업안전보건 기준에 관한 규칙 중 현실에 맞지 않는 일부 사항들의 정비 필요
- 교육적 측면으로 중·소규모 및 영세규모 건설현장의 사업주 및 관리감독자에 대한 교육제도 강화를 통해 안전의식 고취 및 안전관리 역량 향상 필요
- 규제 측면으로는 기존의 '재해예방전문지도기관의 기술지도' 제도를 건설사와 기술지도기관 간의 계약이 아닌 발주자와 기술지도기관과의 계약으로 제도를 수정하여 발주자에 의한 상시 관리감독체제를 구축할 것을 제안

개선방안 또는 정책방안

- 공사금액 120억 이하 중·소규모 및 영세규모 건설현장의 사업주, 관리감독자에 대한 의무 교육 강화
- 비계공 등 유해위험작업 근로자에 대한 교육프로그램 개발 및 의무 교육 강화

활용

- 건설업의 작업발판 및 안전통로와 관련한 제도 개선 및 안전 정책 수립 시 제안된 '작업발판 등 기인 떨어짐 사고사망재해 인과지도 모형'을 통해 종합적 대책 마련에 활용



직업건강연구분야

01. 생물학적 노출평가 표준시료 개발(3) - 소변중 O-크레졸
02. 노동자 건강진단 실무지침 개선 - 생물학적 노출기준
03. 의료기관 종사 노동자의 방사선 노출관리 방안
04. 우정사업본부 안전보건관리 실태분석 및 관리모델
05. 특수형태근로종사자에 대한 건강관리 방안 연구
06. 과로사(과로자살) 예방을 위한 정책 연구(2)
07. 노동자 구강건강증진 매뉴얼 개발
08. 산업재해 트라우마 관리프로그램 운영모델 개발
09. 감정노동 종사자의 스트레스 평가도구 개선 및 활용방안 마련 연구
10. 전자산업의 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안 마련 - 반도체 제조업 중심
11. 서비스산업 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안 마련
12. 근로자 건강진단 제도개선 방안 연구
13. 간호사 직무스트레스 평가제도 마련에 관한 정책연구
14. 근골격계질환의 특수건강진단 적용연구(1)
15. 민원대응 직원 감정노동 실태조사

01

생물학적 노출평가 표준시료 개발(3)

- 소변 중 o-크레졸

 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** 특수건강진단 분석정도관리, 소변 중 o-크레졸, 표준시료, 균질성, 안정성

연구배경

- 특수건강진단기관 분석정도관리는 1995년 혈액 중 납과 소변 중 마뇨산 등 2 항목으로 시작하였고 2018년 현재 유기 분석 11 항목, 무기 분석 7 항목으로 총 18 항목을 분석정도관리 항목으로 운영하여 유해화학물질의 생물학적 노출평가 분석 신뢰도를 높이는데 기여하였음
- 연구원에서는 2005년까지 총 15항목의 정도관리 표준시료를 개발하여 정도관리에 활용하였으며, 2015년부터 연차적으로 국내 생물학적 노출 평가에 필요한 분석 항목을 추가로 개발하고 있음
- 본 연구는 국내 생물학적 노출 평가 수행 항목 추가가 필요한 항목을 선정하여 분석정도관리 활용을 위한 표준 시료를 개발하고, 이를 분석정도관리에 활용할 것을 목적으로 함

주요연구내용

연구결과

- 정도관리 항목 개발과 특수건강진단 실무 활용성을 고려하여 톨루엔의 특수건강진단 생물학적 노출 평가 2차 항목인 소변 중 o-크레졸을 본 연구의 표준시료 개발 대상으로 선정하였음
- 소변 중 o-크레졸을 가스크로마토그래프-질량분석기로 분석하였고 o-크레졸 표준 시료의 균질성을 조사한 결과, 조제한 3 가지 농도 시료를 모두 균질하게 조제하였음을 확인
- 시료를 조제한 후 25 °C, 4 °C, -20 °C, -80 °C에서 1 주일, 1 개월이 경과한 시점의 안정성을 조사한 결과, 조제한 표준시료는 모두 1 개월까지 큰 농도 변화를 보이지 않았으며 이상의 결과로부터 소변 중 o-크레졸 표준 시료의 신뢰도를 확인하였음

시사점

- 신규로 소변 중 o-크레졸을 특수건강진단 분석정도관리 항목에 추가하여 향후 톨루엔의 노출 지표로 o-크레졸 적용을 위한 분석 신뢰도 확인에 활용하면 특수건강진단기관의 효율적인 수행에 중요한 역할 예상

연구활용방안

활용

- 본 연구 결과를 근거로 특수건강진단기관 정도관리 항목에 소변 중 o-크레졸을 추가하여 정도관리 사업에 연구 결과를 직접 활용함으로써 톨루엔 노출 근로자의 생물학적 노출 평가의 신뢰도 향상 및 이를 통한 근로자의 건강 보호에 기여

02

노동자 건강진단 실무지침 개선 - 생물학적 노출기준

💡 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 근로자 건강진단, 특수건강진단, 실무지침, 생물학적 노출평가, 노출기준

📖 연구배경

- 근로자 건강진단 실무지침은 1999년 제정되었고, 현재 2013년 4개정판으로 개정되었음. 근로자 건강진단 실무지침 제3권 「유해인자별 건강장해」에서 제시하는 유해인자 중 최근 외국에서 노출기준이 개정되고, 최신 지견 및 새로운 직업병 발생 사례, 발암성 재평가 등을 반영하여 추가 고찰 및 업데이트가 필요한 상황임
- 제1권 「생물학적 노출평가」 항목에서 근로자를 위한 특수건강진단 대상으로 정해져 있는 물질 중에는 우리나라에만 생물학적 노출평가 지표물질이 제시되어 있거나, 외국에만 제시되어 있거나, 국내외 제시된 기준값들이 서로 다르거나, 우리나라의 고용노동부 작업환경측정 화학물질 및 물리적인자의 노출 기준은 강화되었는데 생물학적 노출평가 노출기준값은 변경되지 않고 계속 과거의 노출수준 지표물질 노출지표값이 그대로 유지된 물질들도 있음에 따라 체계적인 관리와 검토가 필요함
- 본 연구는 근로자 건강진단 실무지침의 「유해인자별 건강장해」, 「생물학적 노출기준」을 최신 지견을 반영하여 수정·보완하고 노출지표물질 및 기준값의 개선안을 제시하는 것을 목적으로 함

📖 주요연구내용

연구결과

- 실무지침 제1권 생물학적 노출기준 개선을 위하여 유해물질의 노출기준 변경 근거 제시를 위한 국내 및 해외 문헌 고찰을 수행하였으며 이를 토대로 노출기준이 강화된 물질, 지표물질이 최신화 되어 추가 되는 물질, 노출평가에서 지표물질이 삭제된 물질 중 현실적으로 반영이 가능한 항목으로 유기화합물 8종 17항목, 중금속 4종 6항목, 허가대상 2종 2항목을 선정하였음. 세부 물질은 톨루엔, 트리클로로에틸렌, 퍼클로로에틸렌, 노말헥산, 메틸알코올, 벤젠, 스티렌, 이황화탄소, 수은, 니켈, 비소임. 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준(고용노동부 고시 제2018-62호)에서 제·개정된 물질이나 노출기준에 대한 생물학적 노출평가의 상관관계에 따라 생물학적 노출평가의 지표물질이나 검사값의 조정이 필요한 물질을 우선 선정하여 제안하였음

- 물질의 반감기에 따라 시료채취시기 중 작업 종료 후에 대하여 정의하였음. '당일(end of shift)'은 당일 작업종료 2시간 전부터 직후(As soon as possible after exposure ceases)까지로 하면 작업종료 직후의 개념이 모호하여 반감기(half-life)에 따라 구분할 필요가 있음. 즉, 반감기가 1시간 이내면 작업종료 2시간 전부터 작업종료 직후 10분 이내에 시료를 채취하고, 반감기가 1시간~4시간인 경우 작업종료 2시간 전부터 작업종료 후 1시간 이내에 시료를 채취함. 그리고 반감기가 4시간~16시간인 경우 작업종료 2시간 전부터 작업종료 후 2시간 이내에 시료를 채취함
- 독성 물질 데이터베이스와 국내외 문헌 검색을 통해 특수건강진단 실무지침 제3권에 수록된 유해인자 179종에 대하여 유해인자별 건강장해 항목을 전반적으로 고찰하였음. 또한 국내외 사례를 추가하였음. 변경을 제안한 유해인자는 총 50개로 내용은 유해인자별 독성 및 건강장해 정보, 국내외 노출기준 변경 사항, 국내외 최신 직업병 사례 등임. 그 밖의 국내 및 해외 유관기관의 노출기준 표를 업데이트하여 실무지침 개선안을 제시하였음

시사점

- 현행 근로자 건강진단 실무지침은 179종의 유해인자에 대하여 제시하고 있고, 특수건강진단 수행을 위해 의료진이 참고할 뿐 아니라 사업장내 보건관리를 위한 정보로도 널리 활용되고 있으므로 주기적인 업데이트가 필요한데, 2012년 특수건강진단항목을 개정하기 위한 연구 이후 변화된 과학적 연구결과를 반영하지 못하였음. 본 연구는 최근 노출기준이 수정된 유해인자 등 특수건강진단 실무지침 1권에 실린 생물학적 노출기준과, 특수건강진단 실무지침 3권에 실린 유해인자를 검토하되, 표적장기별 건강장해와 노출기준 항목(기중 노출기준)을 중심으로 업데이트 하였음
- 본 연구에서 제안한 하향된 기준값의 수준은 분석 장비, 분석방법 등의 적용에 특별한 제한점은 없으며, 연구원에서 시행하는 특수건강진단 분석정도관리를 통해 충분한 검증을 할 수 있음. 특수건강진단 대상 유해인자물질 중에 외국에는 생물학적 노출평가물질이 제시되어 있지만, 우리나라에 도입되지 않은 물질도 있었음. 이러한 유해물질에 대해서는 국내 사용현황 및 사용량에 대한 실태 파악과 문헌 조사 등을 하여 국내적용을 방안을 연구할 필요가 있음
- 현재 근로자 건강진단 실무지침에서는 미국 산업 위생가 협회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)등 널리 알려진 독성 정보 문헌을 기반으로 고찰을 하였기에, 본 연구에서 아시아권 및 국내외 같이 특정 지역에서만 관심을 끈 독성 정보에 대해서는 본문 형식이 아닌 증례 보고 형태로 언급하여 독자에게 주의를 환기시키고자 하였음. 한국산업안전보건공단에서 발행하는 직업병 발생경보(KOSHA-Alert)는 중대 직업성 질환이 발생하는 경우 발령되며, 관련 사업장 및 의료기관에 배포하는 한편 홈페이지에 게시됨에 따라 국내 직업병 발생 상황을 대변하고 있는 자료로 판단되어

본 연구에서 정리를 하였음. 또한 직업환경의학회지(Annals of Occupational and Environmental Medicine, AOEM)에 보고된 유해물질도 함께 정리하여, 한국의 특수성을 반영하려고 시도하였음

📖 연구활용방안

제언

- 국내 사례를 고찰하면서 직업환경의학회지에 증례보고가 있었지만 현재 근로자 건강진단 실무지침에는 유해인자에 포함되어 있지 않은 물질이 있었음. 한 레로 수용성 은나노입자에 만성적으로 노출된 근로자에서 발생한 일반 은피증(argyria) 예가 있음(Jung et al., 2017). 은피증은 장기간 은에 노출되면 발생할 수 있는 피부 색소 침착 질환으로 수용성 은나노입자를 만성적으로 섭취하고 근력 약화를 보인 사례가 보고되었음. 또 다른 예로 소화기 약제 제조 공장에서 냉매로 사용되는 2,2-dichloro-1,1,1-trifluoroethane(HCFC-123)에 노출된 근로자에게 발생한 독성 간염 사례가 있음(Shin et al., 2018). 세 번째 사례는 방청윤활제(노말부탄, 이소부탄, 바름 등)의 피부 접촉에 의한 수부과각화증 및 관절구축 증례가 있었음. 새로운 물질에 대한 노출기준과 허용한계에 대하여 전문가의 합의가 필요하며, 근로자 건강진단 실무지침에 추가되어야 함
- 근로자 건강진단 실무지침 개정 시에 가장 어려웠던 점은 유관기관마다 유해인자의 명칭 등이 달라 단순 비교가 어려웠던 점임. 이를 정리하기 위해서는 다양한 분야의 전문가가 정기적으로 합의하여 근로자 건강진단 실무지침 개정을 추진하는 방안을 제시함. 이러한 작업이 지속되면 특수건강진단 등 산업보건 영역에서 많은 도움이 될 것으로 기대됨

활용

- 이 연구는 유해물질 건강장해, 생물학적 노출평가, 노출기준의 최근 동향을 반영하여, 작업장 개선 및 직업병 조기발견 등 산업재해 예방에 기여할 것으로 기대됨. 또한 근로자 건강진단 실무지침과 관련 법 규정을 단계적으로 추진하는데 도움이 될 것으로 기대됨

03

의료기관 종사 노동자의 방사선 노출관리 방안

 **연구기간** 2017년 03월 ~ 2017년 11월

 **핵심단어** 방사선, 공간방사선량, 개인피폭선량, 인터벤션

연구배경

- 의료기관에서의 방사선 및 방사성동위원소의 사용은 정확한 진단 및 적절한 치료를 위하여 광범위하게 사용되고 있으며 첨단기술 발달과 함께 사용량이 급격하게 증가
- 2017년 한국방사선진흥협회 방사선 및 방사성동위원소 이용실태 조사에 따르면 의료기관은 방사선발생 장치 총 84,756대를 사용하고 있으며 매년 약 4% 증가 추세
- 의료기관 방사선 분야 종사 노동자는 의료인(의사, 간호사), 의료기사(방사선사, 임상병리사 등), 업무보조원(간호조무사, 청소원 등)으로 구성되어 있으며 원자력안전위원회 원자력안전통계연보에 따르면 2015년 기준 약 81,771명이 의료기관에서 방사선 관련 업무를 수행 중
- 2016년 의료기관 종사 노동자의 평균 피폭선량은 0.44 mSv로 매년 조금씩 증가 추세
- 따라서 의료기관 종사 노동자의 직무별(의료인, 의료기사, 업무보조원) 및 분야별(영상의학과, 방사선종양학과, 핵의학과) 방사선 노출 실태를 측정하고 개인피폭선량을 분석하여 적절한 방사선장해방어 조치 및 피폭저감화 방안 제시

주요연구내용

연구결과

- 이론적 피폭선량을 기준으로 광자극형광선량계(OSL)로 공간방사선량 및 표면방사선량을 측정하고 방사선계측기를 이용하여 공간방사선량을 측정
- 방사선측정 결과 각 병원별 시설구조, 환경에 따라 다소 차이를 보였으나 전체적으로 규제 범위 내 방사선량값이 측정됨
- 광자극형광선량계(OSL)와 방사선계측기에서 공통적으로 방사선 노출이 가장 높게 측정된 분야로는 영상 의학과 일반촬영실이었으며 영상의학과 일반촬영실의 경우 촬영실 출입문을 열고 측정했을 때와 닫고 촬영했을 때의 차이는 약 4배에서 7배의 차이를 보임

- 방사선피폭저감화를 위해 방사선 방호 및 안전관련 교육과 근무환경 조성을 위한 보건관리가 필요
- 또한, 광자극형광선량계를 이용하여 영상의학과 Fluoroscopy(인터벤션)에서의 의학적 중재시술시 높은 선량의 방사선 노출 가능성 확인
- 영상의학과 Fluoroscopy(인터벤션)은 중재시술시 지속적인 방사선사용이 이루어져 고선량에 노출되는 집단으로 방사선 모니터링과 방호장구를 착용하여 방사선 노출에 대해 적극적인 방사선장해방호 조치 필요
- 직무별로는 방사선사의 개인피폭선량이 높게 나타났으며 근무 분야별 연간피폭선량은 영상의학과 1.3 mSv, 핵의학과 0.32 mSv, 방사선종양학과 0.11 mSv 순으로 나타남

연구활용방안

개선방안 또는 정책방안

- 광자극형광선량계 측정 결과 Fluoroscopy(인터벤션)에서 높은 선량이 측정되었으나, 법적 방사선피폭선량 모니터링에 사용되는 열형광선량계(TLD)는 낮은 선량을 기록
- 현재 선량 기록 측면에서 살펴보면 시술시 방호복 안에 열형광선량계를 착용하여 실제 방사선이 노출되는 정도를 정확히 측정이 안되므로 특수 분야의 경우 정확한 선량 측정을 위하여 피부나 손을 측정할 수 있는 링(반지)선량계 등을 이용하여 방사선 노출 모니터링에 대한 추가적인 연구가 필요
- 또한 병원과 협회 등 유관기관과의 긴밀한 협조를 통하여 방사선관계(작업)종사자의 방사선 노출에 대하여 보다 정확한 규명이 요구되고 방사선 노출 저감화를 위하여 시술방법 및 근무환경 개선을 위한 교육, 시술시 착용 용이한 방사선 방호장구 개발 등 부가적인 노력과 관리가 필요

04

우정사업본부 안전보건관리 실태분석 및 관리모델

💡 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 우정사업본부, 집배원 안전, 안전보건조직, 작업장 안전, 안전문화

📖 연구배경

- 우정사업본부 종사자의 사망사고 보도 등 사회적 관심이 급증
 - 매년 300건 이상의 안전사고가 발생하는 등 빈번한 재해발생으로 인하여 우정사업본부 내외에서 안전관리 대책 요구 증가
- 집배원 노동조건 개선 기획추진단과 같은 사회적 대화기구에서 우정사업본부의 안전보건 관리체계개발 및 안전문화 강화 필요성 제기

📖 주요연구내용

- 우정사업본부의 안전보건 관리실태를 파악하기 위하여 규정 및 조직체계 분석, 현장조사, 관계자 면담, 표본조사 실시
- 특정직 공무원 및 유사업종 안전보건 관리체계 벤치마킹을 위하여 소방청 등 공무원 조직과 택배업, 은행업 사업장의 안전보건 관리체계 조사 및 우정사업본부 적용가능성 검토
- 국외 우편사업자의 안전보건 관리체계 파악을 위하여 일본 우편주식회사의 관리체계, 현장의 안전보건활동 파악
- 산업안전보건관리 조직체계 제안 및 규정 매뉴얼 작성 및 제안

연구결과

- 우정사업본부의 안전보건 관리실태 파악결과, 안전보건 전담조직이 부재하고 업무담당자의 순환보직으로 인하여 담당자 교체가 빈번하여 전문성을 가지고 지속적으로 수행이 어려움
- 특정직 공무원 및 유사업종 벤치마킹
 - (소방청) 본부부터 일선관서까지 안전보건부문의 일관된 조직을 구성하고 있으며, 전국에 천명이상의 소방안전보건 전담인력을 두고 협력하여 활동

- (경찰청) PTSD(심적 외상후 스트레스 장애)가 높은 업무특성 상 정신건강을 위한 제도(마음동행센터) 운영 중
- (택배업) 안전보건경영시스템의 도입운영, 본사의 안전보건관리부서의 사전안전성평가제도운영이 모범적
- (은행업) 고객응대 시 폭언 등에 노출되는 창구직원을 위하여 고객으로부터 분리, 담당자 교체, 치료 및 상담지원 등을 실시
- 일본 우편사업자(Japan Post)의 안전보건 관리체계 파악
 - (산업안전) 노동안전위생법(안위법)에 따라 총괄관리자, 안전·위생관리자를 선임하며, 안전위생위원회, 건강진단, 스트레스 검사를 실시
 - (운송안전) 화물자동차운송사업법(화차법)에 따라 운송안전관리체계를 운영하고 있으며 운송위험성평가 등을 실시
 - (집배원 안전) 톨박스미팅, 교통위험예지훈련 등
- 산업안전보건관리 조직체계 개발 및 제안
 - 본부장을 전국안전보건관리책임자로 하고 지방청장, 총괄(집중)국장을 각급 안전보건관리책임자로 하는 일원화되고 독립된 조직 신설
 - 본부, 지방청에 안전보건환경팀을 설치하여 컨트롤타워, 기술지원 수행
 - 안전보건 내부심사회를 신설하여 이행실태 및 집행적절성 등 평가
- 우정사업본부에 적용할 산업안전보건 규정, 매뉴얼 개발 및 제안
 - 안전보건관리규정, 관리책임자 및 관리감독자 업무매뉴얼, 위험성평가 실시규정(안), 근골격계부담작업 유해요인조사 매뉴얼을 작성 후 제안

📄 연구활용방안

활용

- 본 연구를 통하여 제시된 안전보건관리 조직체계는 향후 우정사업본부에서 안전보건전담조직 신설 검토 시에 근거자료로써 유용하게 활용될 수 있을 것임.
- 우정사업본부의 안전보건 관리체계안과 안전보건업무 담당자 매뉴얼은 현장에서 관리책임자와 업무 담당자들이 일상의 안전보건관리를 실시할 때에 상시적으로 활용할 수 있는 지침으로 활용될 수 있을 것임

05

특수형태근로종사자에 대한 건강관리 방안 연구

💡 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 10월

💡 **핵심단어** 특수형태 근로종사자, 근로자 건강진단, 근로환경, 비용편익분석

📖 연구배경

- 「산업재해보상보험법(이하 '산재법') 제 125조」에 따라 특수형태 근로종사자로 분류되는 직종에는 「① 보험설계사, ② 콘크리트믹서트럭 자차 운전기사, ③ 학습지 교사, ④ 골프장 캐디, ⑤ 택배 배송기사, ⑥ 퀵서비스 배송기사, ⑦ 대출모집인, ⑧ 신용카드회원 모집인, ⑨ 대리운전기사」로 9개 직종이 포함됨
- 산재법에서 특수형태 근로종사자를 산재보험 당연적용 대상으로 적용범위를 확대한 것은 특수형태 근로종사자가 지닌 근로자의 취약적 특성 즉, '사업주 전속성', '경제적 종속성', '노동의 계속성', '노동의 비대체성'으로 인해 근로자로서 특수형태 근로종사자에 대한 사회적 보호의 필요성이 인정되었기 때문임
- 한편, 고용노동부에서는 산업안전보건법을 최근 변화된 노동력 사용실태에 맞게 법의 보호대상과 발주자·도급인 등 산업재해 예방을 위한 책임주체를 확대하는 등 산업안전·보건에 관한 기준을 확립하여 산업재해 예방을 위한 법의 실효성을 제고하고자 산업안전보건법 전부개정법률(안)을 입법예고(고용노동부 공고 제2018-66호) 하였고, 이에 특수형태 근로종사자에 대해서 안전·보건조치를 할 수 있도록 하는 근거와 건강진단을 포함하는 건강관리 방안 마련의 필요성이 제기됨
- 따라서, 본 연구에서는 산업재해보상보험법의 특수형태근로종사자의 현황을 규모, 근로시간, 노출 유해인자, 건강진단 및 발생 질환을 분석하고 근로자 건강진단을 사업을 중심으로 산업안전보건법 제43조의 적용방안 및 건강관리방안을 제시하고자 함

📖 주요연구내용

연구결과

- 특수형태 근로종사자는 산업재해 발생률이 전체 근로자보다 높을 뿐만 아니라 발생률이 계속해서 증가하고 있음
- 특수형태 근로종사자의 일반건강진단 실시의 근거로 활용할 수 있는 뇌심혈관질환 재해 10만인률이 전체 근로자 대비 특수형태 근로종사자에서 더 높았음. 직종별로는 택배 배송기사, 보험설계사, 퀵서비스 배송기사, 콘크리트믹서트럭 자차 운전기사에서 뇌·심혈관질환재해가 주로 발생한 것으로 분석됨

- 특수형태종사자들이 호소하는 주된 업무관련 건강영향은 정신건강의 위협과 근골격계 통증이었음. 콘크리트믹서트럭 자차 운전기사의 경우 ‘광물성 분진’에 대한 노출 위험이 있었고 대리운전기사에서 야간작업에 대한 직업적 노출 위험을 확인
- 본 연구에서 제안한 ‘특수형태 근로종사자의 직종별 건강진단(안)’에 따라 근로자 건강진단사업 대상에 특수형태근로자를 포함할 경우 추가적으로 소요되는 총 비용에 대한 비용편익분석결과 편익/비용비는 2.6배로 산출됨. 추가 지출 비용 총액은 19,708,146천원, 총 편익은 실제 입직자 수를 기준으로 산정하여 51,877,927천원으로 편익을 75%로 조정하였을 때 편익/비용비는 1.6배, 50%로 조정하였을 경우 1.1배로 산출됨

시사점

- 특수형태 근로종사자는 규모가 점차 증가하고 있는 새롭게 변화된 유형의 노동집단 중 하나로 산업재해 발생률이 높을 뿐만 아니라 발생률이 계속해서 증가하고 있기 때문에 산업안전보건법 개정을 통하여 체계적인 건강관리가 필요함
- 산재법에서 정의된 9개의 특수형태 근로종사자뿐만 아니라 다양한 고용형태에서 발생하는 노동자유형의 건강진단을 포함한 업무상 재해발생을 포괄적으로 예방하기 위해서는 산업안전보건법의 적용대상이 사용자의 지휘·감독적 사용종속성 뿐만 아니라 경제적 종속성 여부를 포함하는 넓은 의미의 사용종속의 기준을 적용할 필요가 있음
- 특수형태 근로종사자에서의 근로자 일반건강진단의 수행과 철저한 사후관리의 기대효과는 편익/비용 비의 분석결과 뿐만 아니라 특수형태 근로종사자에서 뇌심혈관질환 업무상질병으로 인한 사망이 많았다는 점에서 근로자 뇌·심혈관질환 재해예방과 함께 산업재해사망자 감소효과까지 기대할 수 있을 것으로 보임

연구활용방안

제언

- 본 연구에서는 근로환경조사 및 산재통계 분석결과, 직업의학전문의 자문 결과를 토대로 산업안전보건법 제43조에 적용하기 위한 특수형태 근로종사자의 직종별 건강진단(안)을 설계하였으며, 기본적으로 9개 특수형태 근로종사자 모두 근로자 일반건강진단을 위한 직종분류를 준용하여 그들이 사무실에서 사무업무에 종사하는 근로자는 아니라는 점에서 ‘기타 근로자’로 분류하여, ‘일반건강진단’을 1년에 1회씩 받도록 함
- 2년에 1회 주기로 수행되는 지역가입자의 일반건강검진으로 갈음되지 않는 근로자 일반건강진단의 대상과

주기에 대해서는 주된 사업장의 사업주가 그 비용을 부담하여 별도의 일반건강진단을 실시하거나 해당 특수형태 근로종사자를 건강보험 직장가입자로 전환하는 방안을 제안함

- 콘크리트믹서트럭 자차 운전기사와 대리운전 기사의 경우, 각각 광물성분진 노출과 야간작업에 대한 '근로자 특수건강진단'을 포함하였음. 직업환경의학전문 의 자문 및 현장 평가, 선행연구고찰 결과를 통해 광물성 분진 노출가능성이 높다고 평가되어 최소한 2년에 1회 '호흡기계 임상검사'를 주 내용으로 하는 '근로자 특수건강진단'을 받는 것을 제안하였고 대리운전 기사의 야간작업에 대한 특수건강진단을 최소한 1년에 1회 실시하도록 건강진단 안을 제안함

개선방안 또는 정책방안

- 본 연구에서 제안한 '특수형태 근로종사자의 직종별 건강진단(안)'에 따르면 특수형태 근로종사자 9개 직종 중에서 7개 직종은 '근로자 일반건강진단'만 수진하게 됨. '근로자 특수건강진단'과는 달리 '근로자 일반건강진단'결과에 대한 사업주의 사후관리 의무가 간과되는 경향이 있으나 '근로자 일반건강진단'이 본래의 목적인 '근로자의 건강보호·유지'를 위해 활용될 수 있도록 사업주의 사후관리 책임을 강화하는 것이 필요함
- 또한 일반건강진단기관이 사후관리소견서를 해당 사업장에 통보하지 않을 시 과태료, 벌금의 불이익을 얻게 하는 등 제도적 강제방안마련을 통해 사후관리에 대한 체계적 관리가 요구되며 이를 위하여 건강진단 적용대상 뿐만 아니라 사후관리에 관한 기존의 고시의 제·개정이 뒷받침 되어야 함
- 특수형태 근로종사자를 적극적으로 보호하고 산재예방과 보상을 연계한 효율적이고 합리적인 사업수행을 위해서는 특수형태 근로종사자로부터 노무를 제공받는 사업주에게 특수형태 근로종사자의 산재보험 적용 배제 여부와 무관하게 건강진단 실시 및 사후관리 의무부여가 요구됨
- 광물성 분진 및 야간작업 외에 여러 직종에 걸쳐 위험요인으로 파악되는 근골격계 부담작업, 전신진동, 감정 노동, 야외작업으로 인한 자외선 노출 등은 현행 특수건강진단 유해인자로 건강진단에 포함되지 않아 '특수형태 근로종사자의 직종별 건강진단(안)'에서 제외되었지만, 근로자 건강진단 외의 근로자 보건교육 및 건강증진 사업에 취약 집단으로서 특수형태 근로종사자를 포함하여 평가가 이루어져야 할 것임

활용

- 특수형태 근로종사자의 근로환경과 산재발생 실태에 대한 심층 분석 결과를 특수형태 근로종사자의 건강 보호를 위한 정책을 개발의 근거자료로 활용 가능
- 본 연구에서 제시한 특수형태 근로종사자의 건강진단안과 비용·편익 분석 자료를 활용하여 관련 법규정을 개정하고 특수형태 근로종사자의 건강진단 실무를 적용할 수 있음

💡 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 10월

💡 **핵심단어** 과로사, 장시간 노동, 뇌심혈관계 질환, 과로사방지법

📖 연구배경

- 2014년 일본에서 과로사방지법이 제정, 시행됨에 따라 국내에서도 이와 관련한 법안 제정의 요구가 높아지는 추세임
- 따라서, 일본 등에서 시행하고 있는 과로사 관련 정책 및 입법 사례 분석을 통해 우리나라에 실제 적용 가능한 정책 방안에 대한 연구가 필요함
- 이 연구에서는 과로사(과로자살) 예방을 위한 정책적 개입에 대해 전문가와 노·사 간의 다양한 의견을 청취하고 이를 바탕으로 실현 가능한 정책을 다양한 수준에서 제안하고자 하였음

📖 주요연구내용

연구결과

- 과로사 및 과로자살의 실태를 파악하고자 통계청 사망원인자료를 바탕으로 직종별 사망 건수를 살펴 보았으나 이 경우에는 임금근로자와 자영업의 구분이 없고 직업분류 역시 대분류를 사용하고 있어 실제적인 고위험군을 정의하는데 어려움이 있었음
- 근로환경조사 원시자료(2006~2017)를 통해서 다양한 형태의 근로시간 관련 지표를 살펴 본 결과, 전체적으로 장시간 노동과 관련한 지표들이 개선되는 양상이었으나 이것만으로는 장시간 노동의 건강영향을 확인할 수는 없었음
- 현재 일본에서 시행되고 있는 과로사 등 방지 대책은 조사연구(과로사 등 사례 분석, 역학연구 등) 및 교육 활동(국민과 교육기관을 대상으로 과중 노동에 의한 건강장해 방지 등) 실시, 상담체제 정비(노동조건 및 건강관리 관련 상담 창구 설치 등), 민간단체 활동(과로사 등 방지대책 추진을 위한 심포지엄 개최 등)을 지원하고 있음
- 일본 현지 조사에서 확인한 바에 따르면 과로사 방지법이라는 기본법을 통해 전체적인 방향과 틀을 잡고 구체적인 규제는 기존의 근로기준법이나 노동안전위생법을 통해 적용하고 있었음

- 지도감독은 장시간 노동 예방이라는 목적에 맞게 체계적으로 이루어지고 있었고 근로기준법상 법정노동 시간에 대한 항목이 사업장의 규모와 관계없이 적용되고 있다는 점에서 한국보다 노동시간에 대한 규제의 포괄범위가 더 넓었음
- 산업보건의 차원에서 실시하고 있는 장시간 노동자에 대한 의사면접제나 스트레스체크제도의 경우, 실제 현장에서 실효성이 높게 시행되고 있다고 보기에는 어려움이 있었음
- 한편 이 연구에서 다양한 직종의 노동자들과 간담회를 수행한 결과, 근로기준법이나 산업안전보건법의 사각지대가 존재하기 때문에 실제 같은 직무라고 하더라도 지역별로 노동시간과 방식에도 큰 차이가 있었고 특히, 만성적인 저임금 구조가 장시간 노동으로 이어질 수밖에 없는 상황이었음을 확인함

시사점

- 과로사의 실태를 파악하기 위해서는 사망의 원인을 파악하고 그 중에서 과로와 관련된 사망을 파악하여야 함. 이를 위해서는 관련 기관의 자료 협조에 대한 제도적 기반을 마련하고 일본과 같은 형태의 사례 분석 연구 등이 지속적으로 이루어질 수 있는 연구기반을 구축해야하며 근로환경조사 연구대상자 중 일부를 장기간 추적 조사하여 실제 질병 발생의 추이를 살피는 등 조사방법을 보완할 필요가 있음
- 일본의 과로사 방지법은 기본법으로서 정부가 이와 관련한 정책을 지속적으로 추진할 수 있는 근거가 된다는 점에서 의미가 있음. 실제 장시간 노동자 수를 줄이는 것을 정책적 목표를 설정하고 프로그램 법으로서의 역할을 수행을 한다는 점에서 의미가 있고, 공무원 및 감독관, 사업주나 노동자들의 과로사에 대한 인식이 전환되는 등의 성과가 있었다고 볼 수 있었음
- 근로기준법 등의 개정이 이루어지고는 있으나 이의 실제적인 적용이 어려운 사각지대가 직무별로 발생하고 있음. 과로사와 과로자살의 예방을 위해서는 직무별로 구체적인 실태조사에 기반 하여 법령 수준을 포함한 정책 사업이나 지원 등 다양한 정책적 수준에서 대안을 구체적으로 마련할 필요가 있음

연구활용방안

제언

- 과로사와 과로자살 예방을 위해 국가가 장기적인 목표를 가지고 지속적으로 정책을 수립하고 집행할 수 있는 근거를 마련해야 함. 지속적인 정책 수립과 시행을 국가의 책임으로 명시하는 과로사 등의 예방을 위한 법률 제정이 필요함

- 장시간 노동을 포함한 업무상 부하와 심리적 부하, 정신건강에 대한 개입을 할 수 있는 산업안전보건법의 개정도 필요함
- 과로사(과로자살) 예방을 위해서는 직무별 예방 대책의 마련이 필요하며 다양한 수준에서 정책적 개입을 고민해야 함
- 노동시간의 기록 및 보존과 사각지대 해소를 위한 근로기준법의 개정이 필요하며 실효성을 높이기 위한 근로감독 제도 개선이 함께 수행되어야 함

개선방안 또는 정책방안

- 이 연구에서 과로사 예방의 정책적 개입을 위한 규범적 정의로 과로를 일본의 법령과 같이 '업무에서의 과중한 부하'와 '업무에서의 강한 심리적 부하'로 정의하였으며 '뇌혈관 혹은 심장질환과 이로 인한 사망'과 '정신질환 또는 자살에 의한 사망'으로 정의하였음
- 법령 상의 사각지대를 예방하고 노동자들의 과로사와 과로자살을 예방하기 위한 노동법 및 기타 관련 법령 개정, 정책적 지원 사업 및 네트워크 구축 등이 별도로 중요하게 논의되어야 하고, 일본의 예처럼 주요 직무에 대한 다양한 실태조사를 기반으로 다양한 수준의 정책적 개입 방안 마련을 위한 연구가 추가적으로 필요함
- 과로사 방지법의 제정을 통해 수십 년간 지속되어 온 노동의 관행과 인식에 대한 개입과 과로사 예방법 제정을 통해 지속적인 정책적 개입이 함께 이루어져야함

💡 **연구기간** 2018년 5월 ~ 2018년 10월

💡 **핵심단어** 노동자 구강건강증진, 구강건강증진 사업, 구강검진제도

📖 연구배경

- 노동자의 구강질환 유병률이 높고 산취급 노동자의 치아부식증이 꾸준히 증가하고 있으나 노동자 대상의 일반 및 특수 구강검진 수검률이 낮고 사업장 구강건강증진 활동은 미흡한 실정임
- 따라서 이번 연구에서는 노동자의 구강건강증진 인식과 활동을 개선하여 구강건강 향상을 도모할 수 있도록 사업장에서 필요한 구강건강증진 매뉴얼을 개발하고자 함

📖 주요연구내용

연구결과

- 한국 노동자의 1/3가량이 충치와 치주염에 이환되어 있었고 관리전문직에 비해 생산직의 구강건강이 열악하였음. 노동자의 일반 구강검진 수검률은 40%에도 미치지 못하였고 특수 구강검진의 타당도에 심각한 우려가 제기되었음. 사업장에서 업무담당자의 12%와 노동자의 3%만이 구강관리 프로그램을 경험하였으나 이들의 2/3가량이 사업장 구강관리 프로그램을 요구하고 있었음
- 이번 연구에서는 사업장 구강건강증진 사업과 노동자 구강검진 활성화를 통하여 구강상병을 관리함으로써 노동자의 건강 및 삶의 질 향상에 기여하는 노동자 구강건강증진 활동모형을 개발하였음. 사업장 구강관리 프로그램은 추진 주체의 역량에 따라 기본형 또는 심화형을 선택할 수 있도록 구성하였고 외부치과자원과의 연계를 고려하였음. 기본형은 구강 보건 정보제공과 교육이 주된 방법이었고 심화형은 4회차 실천교육 방식이었음. 연구의 결과물로서 사업장 구강관리 프로그램 운영주체인 업무담당자와 참여치과인력 대상의 교육용 매뉴얼을 개발하였음

시사점

- 향후에 사업장 구강관리 프로그램 시범사업을 추진하여 이번 연구에서 개발된 매뉴얼을 이용한 담당자 교육과 외부치과자원의 참여를 지원하고 운영과정에 유용한 관련 자료와 도구를 지속적으로 개발할 필요성이 있었음
- 전문가 델파이조사에서 산취급 노동자 대상의 특수 구강검진 개선과 구강관리 프로그램 활성화를 위한 법적 근거 강화가 시급하다는 견해를 확인할 수 있었음. 구체적으로 특수 구강검진에 사용 중인 검사기록지 개선과 직업원인 여부를 감별하기 위해 필수적인 문진표 개발이 필요하였음. 특수 구강검진 지침서 개발과 특수 구강검진 인력 개발을 통한 질적 향상을 도모할 필요성이 있었음. 무엇보다도 산업안전보건법 시행규칙에 '구강보건교육'항목(시행규칙 제33조)과 '구강검사'항목(시행규칙 제100조)을 포함시키는 것이 효과적이라고 검토되었음

연구활용방안

활용

- 이번 연구를 통해 개발된 '노동자 구강건강증진 매뉴얼'은 개별 사업장에서 구강관리 프로그램을 운영할 업무담당자와 참여치과인력을 위한 교육용 지침으로 활용될 수 있음. 또한 이를 토대로 업무담당자를 위한 실무매뉴얼이 개발될 수 있고 매뉴얼의 각 내용별로 다양한 형태의 자료와 도구를 개발하는 데에 효과적인 지침으로 활용될 수 있음
- 이번 연구에서 특수 구강검진 개선을 위한 관련 검사기록지 개선과 문진표 개발 방향을 도출할 수 있었고 사업장 구강보건교육과 일반 구강검진 활성화를 위한 산업안전보건법 시행규칙 개정안을 도출할 수 있었음

산업재해 트라우마 관리프로그램 운영모델 개발

💡 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 10월

💡 **핵심단어** 직업성 트라우마, 외상 후 스트레스장애, PTSD

📖 연구배경

- 치명적인 산업재해와 관련하여 발생한 심리적 트라우마에 대하여 보장 및 관리하는 사회적인 대비책이 필요하나, 실제 사례에서 노동자에 대한 위기관리 혹은 심리적 외상을 다루는 데에는 그동안 한계가 있었음
- 직장인의 트라우마에 대한 실태 및 특성을 파악하고 2017년 11월 1일 전국 시행된 산업재해 트라우마 관리프로그램의 운영현황 및 문제점을 살펴보고자 함
- 이를 통해 보다 효율적인 프로그램의 운영을 위해 개선방안을 제시하고, 궁극적으로 중대재해를 직간접적으로 경험한 노동자의 트라우마 관리 체계를 구축하는 방안을 모색하는 것을 목적으로 함

📖 주요연구내용

연구결과

- 국내 · 외 유사사례 학술문헌 조사, 국내 산업재해 트라우마 실 사례 조사, 델파이 조사, 패널 토론회 개최 등의 방법을 활용하여 본 연구를 수행함
 - 1) 학술문헌 고찰 : 직업성 트라우마와 일반적인 외상 후 스트레스 장애의 차이점 및 직업성 트라우마 평가 도구 부족 확인
 - 2) 국내 트라우마 관리사례 조사 : 광주트라우마센터, 안산온마음센터, 국가트라우마센터, 경찰 트라우마센터, 소방공무원 '찾아가는 심리 상담실'
 - 3) 국내 산업재해 트라우마 상담사례 조사 : 2017년 11월부터 2018년 8월까지 총 18개 사업장에 대하여 트라우마 상담을 실시한 바 있으며, 2016~2017년 산업재해 승인 건 중 외상 후 스트레스 장애로 승인받은 건은 총 40건, 급성스트레스장애는 총 8건임
 - 4) 근로자건강센터 상담자 포커스 그룹인터뷰 : 현행 매뉴얼의 개선점 제안(고용노동부와 안전보건공단의 역할 명시 / 관리프로그램 대상 명확화 / 적절한 교육자료와 자문기관 정보 수록 / 가족과 직장동료에 대한 교육방안)

- 5) 전문가 델파이 조사 : 산업재해 트라우마 관리 매뉴얼 및 성과지표(안)에 대하여 전문가 검토를 통해 컨센서스를 형성함
- 6) 패널 토론회 : 장기적으로는 직업성 트라우마센터(가칭)를 설립하여 정신건강의학과 및 직업환경의학과 전문의가 함께 관리하는 것이 효율적일 것으로 판단되나, 현 근로자건강센터 주도 관리체계에서는 정신건강의학과 및 직업환경의학과로의 진료의뢰 연계가 원활하도록 네트워크 구성이 필요할 것임
- 이를 바탕으로 중대재해 발생 시 상담 전문가 및 사업장이 활용할 수 있는 산업재해 트라우마 관리 매뉴얼을 개정하였으며, 프로그램의 성과를 평가할 수 있는 성과지표를 제시함

시사점

- 산업재해 트라우마 관리를 위한 체계를 논의하였고 산업재해 트라우마 관리프로그램 운영 및 발전 방안을 제시함
- 시범사업에서 나타난 운영상의 문제점, 보완사항 등을 개선하여 보다 효율적인 사업 전개가 가능하도록 함

연구활용방안

활용

- 본 연구결과로부터 도출된 산업재해 트라우마 관리 매뉴얼을 활용함으로써 근로자건강센터 및 사업장에서 산업재해 트라우마를 관리할 수 있음
- 본 연구결과로부터 도출된 성과지표를 바탕으로 산업재해 트라우마 관리프로그램의 성과를 평가할 수 있음
- 산업재해 트라우마 관리의 당위성과 이론적 근거를 확립함으로써 국회토론회 및 관련 법규 개정의 입법 자료로 활용 가능함
- 효율적인 산업재해 트라우마 관리프로그램 운영을 위한 기초자료로 활용 가능함

감정노동 종사자의 스트레스 평가도구 개선 및 활용방안 마련 연구

 **연구기간** 2018년 3월 ~ 2018년 10월

 **핵심단어** 직무스트레스, 감정노동, 직장폭력, 직무환경 평가도구

연구배경

- 최근 서비스 산업의 확산으로 고객응대업무를 담당하는 감정노동 종사자들의 수가 점차 증가하고, 감정노동 종사자들의 스트레스로 인한 건강문제가 심각한 수준에 이르고 있어 감정노동 종사자들의 스트레스를 포괄적이고 정량적으로 평가할 수 있는 감정노동 종사자의 스트레스 평가도구의 개발의 필요성이 증가함

주요연구내용

연구결과

- 연구를 통하여 감정노동 종사자 직무환경 평가도구(WCQKEL)를 제안하였는데, 이는 본 연구를 통하여 보완된 한국인 직무스트레스 측정도구(KOSS), 한국형 감정노동 평가도구(K_ELS), 한국형 작업장폭력 평가도구(K_WVS)를 활용하여 감정노동 종사자의 스트레스를 포괄적이고 정량적으로 평가할 수 있도록 구성됨
- 보완된 KOSS는 물리환경(2문항), 직무요구(3문항), 직무자율성 결여(2문항), 사회적 지지 부족(2문항), 직업불안정(2문항), 조직불공정성(4문항), 보상부적절(2문항), 일-삶의 균형(2문항)으로 총 19문항으로 구성하였음
- 보완된 K_ELS는 감정규제(2문항), 감정부조화(3문항), 조직모니터링(2문항), 감정노동 보호체계(4문항)으로 총 11문항으로 구성하였음
- 보완된 K_WVS는 고객의 정신적 성적 폭력(4문항), 직장 내 정신적 성적 폭력(4문항), 직장/고객 신체적 폭행(2문항), 직장폭력 보호체계(3문항)으로 총 13문항으로 구성하였음
- 감정노동 종사자들의 스트레스를 포괄적으로 평가하기 위해서는 KOSS, K_ELS, K_WVS를 같이 사용할 것을 권장하고, 감정노동 혹은 직장폭력 노출만을 평가하기 위해서는 해당되는 평가도구만을 사용할 수 있으며 결과의 해석은 각 도구의 하부영역을 단순 합산하여 노출강도 및 수준을 평가할 수 있음

- 본 연구에서는 약 370명의 설문조사를 통하여 평가도구의 신뢰도 및 타당도 평가를 수행하였고, 우울 (PHQ9)에 대한 응답을 동시에 조사하고 수신자판단특성(Receiver Operating Characteristic, ROC)분석을 하여 성별 참고치를 제시함

시사점

- 기존의 KOSS, K_ELS, K_WVS를 활용하여 수행된 연구논문 및 감정노동 실태조사에서 밝혀진 분석 결과와 연구자 델파이, 연구자 회의 등을 통하여 세 도구를 개정하였음
- 감정 노동자의 스트레스를 평가함에 3개의 평가도구를 사용하고 각 영역별로 단순 합산하여 점수화하면 노출강도를 확인할 수 있음

📖 연구활용방안

활용

- 본 연구결과를 통하여 개선된 KOSS, K_ELS, K_WVS를 활용하여 감정노동 종사자의 직무스트레스, 감정노동 강도 및 수준과 업무수행과정에서 발생하는 다양한 형태의 직장 폭력의 노출과 경험을 객관적으로 평가하는데 활용이 가능할 것임

10

전자산업의 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안 마련 -반도체 제조업 중심

 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** 전자산업, 반도체제조업, 보건관리 실태조사, 노동자 보호방안

연구배경

- 국내 · 외 전자산업, 특히 반도체 제조업의 최신동향 및 보건관리 실태조사를 통해 노동자 보호방안 개발 필요성이 대두됨
- 이 연구는 국내 전자산업(반도체 제조업)의 최신동향 및 고용실태를 조사하고, 안전보건관리체계 실태를 조사하고, 건강영향평가를 통해서 노동자 건강보호방안을 제시하며, 안전보건관리 전담기구의 조직 및 역할 제안을 목적으로 함

주요연구내용

연구결과

- 국내 반도체 산업에서 근로자 파견, 기술용역, 사내하청이 주로 활용하고 있어서, 하청업체 노동자들의 처우개선과 안전보건에 대한 고려가 필요
- 국내 반도체 제조업 산업안전보건관리체계 실태조사 결과 반도체 제조업 하청업체 노동자들에 대한 산업안전보건관리가 미흡한 것으로 나타났음. 국내 화학물질의 수입 · 사용 통제, 대체물질 제한 등 유해 화학물질 관리가 미비하여 산업안전보건법에 따라 시행하는 작업환경측정, 위험도조사, 특수검진, 보건관리대행 등의 산업보건서비스가 산업보건의 문제를 밝히고 해결하는 수단이 아닌 준수 유무에 치우친 것으로 파악되었음. 산업보건의 문제가 보건관리자 혹은 보건관리 대행 기관의 업무로 인식되고 있었음
- 5년간(2013~2017)의 반도체 제조업 작업환경측정자료를 분석한 결과, 산업안전보건법에 규정된 “작업환경측정대상물질”에 속하지 않은 영업비밀물질의 노출평가를 하지 않았고, 반도체 산업에서 화학물질의 유해성과 노출 파악이 이루어지지 않고 있었음

- 국내 반도체 제조업의 건강영향을 한국산업안전보건공단에서 제공한 산업재해(2008 ~ 2017) 자료로부터 분석한 결과, 유방암, 뇌암, 폐암, 백혈병 등의 직업성 암과 화상, 화학물질 노출에 의한 화학물질 중독, 화농염, 흡입손상, 폐렴, 피부염 등이 발생하였음을 확인하고 화학물질 중독 재해가 주로 하청업체 노동자들이 수행하는 청소, 시설유지보수, 실험실, 약품이동, 생산 등의 작업에서 발생하였음
- 하청업체 노동자들의 안전보건관리모델 개발, 작업환경개선 및 직업성질환 및 산업재해 예방대책 수립, 사업장 단위 맞춤형 안전보건관리프로그램 개발, 안전보건전문가 양성을 제안하고 국내 반도체 제조업 안전보건관리 전담기구의 조직 체계를 제시하였으며, 이 기구가 반도체 제조업의 산업안전보건관리를 총괄하는 역할을 맡아서 새로운 작업장 산업안전보건관리 모델을 구축하여, 현장에서 작업장 관리 감독 및 지도, 노출평가, 건강영향평가, 역학조사 등을 수행할 것을 제안하였음

시사점

- 영업비밀물질에 대한 산업안전보건법의 개정 작업과 함께 성분 규명, 유해성 구분, 노출평가 수행 및 반도체 제조업에서 사용 중인 국제암기구 Group1 발암물질들에 대한 대체물질 개발이나 노출을 줄이기 위한 개선대책이 필요함
- 반도체 제조업 산업안전보건관리체계의 원칙과 방향을 노동자 보호 중심으로 전환하기 위한 산업안전보건체계의 방향전환 방안을 제시함

연구활용방안

활용

- 산업안전보건법 또는 산업안전보건 관련 제도 등을 개선하는데 필요한 기초자료로 활용
- 전자산업(반도체 제조업) 노동자들의 안전과 건강을 위한 예방대책, 전자산업노동자 건강보호방안과 전자산업 안전보건관리 전담기구의 조직 및 역할 마련의 기초 자료 제공

11

서비스산업 보건관리 실태조사 및 노동자 보호방안 마련

 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** 서비스산업 보건관리, 서비스산업센터

연구배경

- 서비스산업이 확대되고 있음에도 불구하고, 이에 종사하는 노동자들을 위한 안전보건은 매우 취약하며, 특히 감정노동, 과로사, 트라우마 등이 최근 사회문제로 대두됨
- 서비스산업 종사 노동자 건강보호를 위해 도매 및 소매업, 숙박 및 음식점업, 보건업, 운수업, 택배업, 우편취급업, 우편업, 콜센터 및 텔레마케팅 서비스업, 정보통신업 등 9종의 국내 주요 서비스산업을 대상으로 노동자 보건관리대책이 필요함

주요연구내용

연구결과

- 서비스산업 노동자는 물리적·화학적 및 근골격계 위험요인에 노출되어 있으며 감정노동 및 트라우마, 직무스트레스 등 정신건강과 관련된 문제가 심각하였음
- 제도적 관리 방안으로 법적 규정 준수 및 입법 지원, 직종별 법적 규정 및 제도 마련, 서비스 산업센터 설치, 연구 개발, 지역사회 연계 및 협조체계 구축이 필요
- 사회적 관리방안으로 사회적 인식 전환, 홍보 및 캠페인 실시 등을 제안하였고, 조직 내 관리방안으로 교육 및 훈련, 업무 규정 및 매뉴얼 구축, 근무 환경 개선, 의사소통 창구 마련, 인식 개선, 근로 조건 개선을 제안하였음
- 서비스산업 노동자 건강보호를 위한 서비스산업센터 마련 등의 집중적인 관리 필요성을 제안함

시사점

- 9개 고위험 서비스산업을 중심으로 최근 사회문제로 새롭게 대두되고 있는 감정노동, 과로사, 트라우마 등에 대응하기 위하여 서비스산업의 최신동향, 보건관리 실태, 노동자 보호방안 등을 제시

| 연구담당자 연락처 |

산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 이미영

전화 : 052-7030-855 / e-mail : cookmom@kosha.or.kr

연구활용방안

활용

- 본 연구에서 조사한 자료들을 활용하여 서비스산업 노동자 건강보호를 위한 규정 마련과 서비스산업센터 등 노동자 건강보호 조직 구축에 활용

💡 **연구기간** 2018년 8월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 근로자 건강진단, 대상자, 유해인자, 노출수준

📖 연구배경

- 산업안전보건법에 따른 특수건강진단은 유해인자에 노출되는 근로자에 대하여 건강이상을 조기에 발견하고 직업성 질환을 예방하기 위하여 사업주가 시행하는 건강진단임
- 건강장애의 발생은 위험요인의 독성(유해성)과 노출되는 정도에 따라 다르지만, 특수건강진단에서는 노출수준, 노출기간 등을 반영하지 않고 대상자를 선정하도록 하여 합리적인 개선이 필요하다는 의견이 제기되었음
- 특수건강진단 대상 유해인자에 대하여 주기적인 건강검진으로 확인하기 어려운 급성 또는 자극성 유해인자나 유해성이 비교적 낮아서 건강장애 발생 가능성이 낮은 물질에 대하여 특수건강진단 대상 유해인자로 지정되어 있으면 예외를 둘 근거가 없고, 잠재적 건강장애가 우려되는 물질에 대하여 특수건강진단 대상으로 하기 어려운 구조에 대해서 개선이 필요하다는 의견이 제기되었음
- 이 연구에서 근로자 건강진단의 변화 과정을 살피고, 외국의 근로자 건강검진제도를 조사하고, 전문가 및 관련자 의견을 조사하여 근로자 건강진단 제도의 개선 방안을 마련하고자 하였음

📖 주요연구내용

연구결과

- 독일, 프랑스, 이태리, 일본 등 직업적 위험요인에 노출되는 근로자에 대한 건강검진을 실시하는 나라의 사례를 조사한 결과, 각국의 산업보건체계 및 기타 여건에 따라 구체적인 내용은 서로 다르지만, 대부분 노출수준을 고려하여 대상자를 선정하고 있음
- 특수건강진단 대상자 선정 방식에 대해서는 직업환경의학 전문의와 노·사 관계자 모두 노출수준이나 노출기간을 고려하지 않는 것은 적절하지 않다는 의견을 제시하였음
- 건강장애의 발생가능성을 고려한 대상자 선정 방식이 필요하며, 그 방식으로는 관련 전문가와 사업주가 함께 선정하는 것이 가장 합리적이라는 의견을 제시하였음

- 특수건강진단 대상 유해인자는 크게 필수 대상 유해인자와 예외를 둘 수 있는 유해인자로 구분할 것을 제안하였음
 - － 첫째, 중대한 건강장해가 발생할 우려가 있는 물질인 제초 등의 금지물질(2종), 허가대상물질(12종), 산업 안전보건규칙에 따른 특별관리물질(34종), 유해인자의 유해성이 높은 물질(56종), 피부 및 호흡기계 감작 물질(1종)에 대해서는 현재와 같이 노출수준에 관계없이 반드시 특수건강진단을 받도록 하였고, 물질 안전보건자료의 유해위험 문구를 바탕으로 구분한 유해성 등급이 D 또는 E에 해당할 경우 반드시 특수 건강진단을 받도록 하였음
 - － 둘째, 소음, 진동, 야간작업에 대해서는 현행 산업안전보건법 및 관련 규정에서 정한 노출수준 및 노출 기준에 부합하는 경우 특수건강진단을 받도록 하였음
 - － 셋째, 화학물질 중 산업안전보건법에 따른 금지물질, 허가대상물질, 산업안전보건규칙에 따른 특별관리 물질은 아니지만 유해성이 높은 물질에 해당하지 않는 경우 특수건강진단을 시행하는 직업환경의학 전문의가 작업환경을 평가하여 건강장해가 발생할 우려가 낮다고 판단할 경우에는 특수건강진단을 받지 않을 수 있도록 하되, 검진 주기별로 평가하여 작업조건이나 노출수준이 변하였을 경우 특수건강진단을 시행하도록 하였음
 - － 넷째, 위에서 언급한 유해인자 외에 분진(석면 제외)과 물리적 인자(소음, 진동 제외)에 대해서는 유해 인자의 유해성, 노출수준에 따른 건강장해의 발생가능성 등에 대한 자료가 충분치 못하므로 이에 대한 근거가 마련될 때까지 노출수준에 관계없이 특수건강진단을 받도록 하였음
- 이와 같은 기준에 따라 특수건강진단 대상자를 선별할 경우 직업환경의학 전문의가 작업환경을 평가 하고 대상자를 선별하는 과정에 적절한 비용이 보장되어야 실제 작동이 가능하고, 사업주에게는 작업환경을 개선하는 동기를 부여할 수 있기 때문에 비용산출방식이 변화되어야 함
- 비용-편익분석 결과, 예외를 둘 수 있는 유해인자의 경우 비용은 감소하게 되고, 유해인자 노출로 인한 건강장해가 발생할 가능성이 낮은 경우에 대상자에서 제외하는 방식을 제안한 것이므로 특수건강진단 대상자에서 제외되더라도 감소하는 편익은 없다고 판단하였음
- 이 연구에서 제안한 바에 따라 새로운 유해인자에 대해 특수건강진단을 시행하는 것은 비용-편익비가 13.88배~208.07배에 이르는 것으로 나타나 특수건강진단을 실시하는 것이 비용 대비 편익이 큰 것으로 나타났음
- 일반건강진단을 대신하고 있는 건강보험공단 일반검진에서 이상지질혈증 검사항목에 연령 제한이 생기고 검사주기가 4년으로 연장된 것은 뇌심혈관질환을 업무상질병으로 인정하고 있는 현실에서 근로자 보건관리에 상당히 큰 제약으로 작용하고 있는 바, 건강보험공단의 정책변화를 촉구하여 이상 지질혈증 검사를 포함한 뇌심혈관질환 예방 및 관리에 집중할 수 있는 검진체계를 구축하는 것이 근로자 보건관리를 위해서 반드시 필요하다고 판단됨

시사점

- 특수건강진단 제도가 보다 효율적이고 효과적으로 운영될 수 있도록 개선할 필요가 있음
- 이를 위해 특수건강진단 대상 유해인자와 대상자 선정의 원칙을 제시하였음

연구활용방안

제언

- 현재의 특수건강진단 제도를 잘 운영하기 위한 개선방법을 찾는 것도 중요하고, 변화된 산업보건 환경에서 일하는 사람의 건강을 보호하기 위한 체계를 구축하는 것도 중요함
- 이를 위해서는 장기적인 비전과 단기적인 개선방법에 대하여 함께 연구하는 것이 필요함

개선방안 또는 정책방안

- 특수건강진단 제도를 효과적이고 효율적으로 운영하기 위해 유해성이 높아서 건강장해를 유발할 가능성이 높은 물질에 노출될 가능성을 고려하여 특수건강진단 대상 유해인자를 선정하고 대상자를 선별하는 것이 필요함
- 일반건강진단을 대신하고 있는 건강보험공단 일반검진에서 뇌심혈관질환의 예방에 필요한 검사항목을 제시함으로써 사업장 근로자 보건관리 및 관련 정책에 적용하도록 하였음

간호사 직무스트레스 평가제도 마련에 관한 정책연구

💡 **연구기간** 2018년 6월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 의료기관, 간호사, 직무스트레스, 평가도구

📖 연구배경

- 24시간 지속적으로 환자의 상태를 파악하고 양질의 간호를 제공해야 하는 간호사의 열악한 근무조건을 알리는 공영방송의 보도와 2018년 초, 서울시내 대형 병원 신규 간호사의 자살사건이 발생하면서 ‘태움’이라는 간호사의 직장 내 괴롭힘 문제가 수면 위로 떠오르고, 간호사의 근무환경과 직무스트레스에 대한 사회적 관심이 증가함
- 사회환경, 특히 의료환경의 변화로 간호사는 위대한 근무환경에 노출되고 있으며, 많은 업무량과 높은 업무강도는 업무 부담을 가중시키고 있음. 환자를 중심으로 다양한 부서와 상호협력 해야 하는 업무의 특성으로 간호사는 대인관계 갈등, 감정노동, 폭력 등의 상황에 노출되기도 하며, 임종환자, 말기환자, 중환자, 응급환자 등을 간호하는 상황에서 의료한계에 대한 심리적 부담과 전문직으로서의 역할갈등도 겪게 됨
- 대부분이 여성인 간호사들은 교대근무, 육아 등의 문제로 일과 가정 및 일과 여가 등의 불균형으로 어려움을 겪고 있으며, 특히 육아문제에 부딪히면 조직의 지원 부족으로 결국 이직을 결정하게 됨
- 간호업무의 특성과 자원의 부족은 간호사 직무스트레스의 주요인이며, 직무스트레스는 과도한 긴장과 불안 등을 야기하여 소진으로 이어지고, 이는 우울, 수면장애 등의 심인성 장애를 일으키기도 하여, 간호사 개인에게는 이직으로, 기관에게는 환자안전의 위협과 의료의 질 저하라는 부정적인 결과를 초래하므로, 이러한 부정적인 결과를 예방하기 위하여 고용주는 간호사의 직무스트레스를 평가하고, 예방 및 관리를 필요가 있음
- 그 동안 국외의 많은 기관과 연구자들이 직무스트레스 평가도구를 개발하였고, 국내에서도 한국인 직무스트레스 평가도구(KOSS)가 개발되어 산업 현장에서 이 도구를 보편적으로 사용하고 있으며, 간호사의 직무스트레스를 평가하는데도 활발히 사용되었으나, 이 도구는 간호현장과 간호사의 업무특성을 반영하는데 한계가 있음이 지적되고 있어, 의료기관 간호사의 직무스트레스를 정확히 평가하는 데 무리가 있음
- 따라서 본 연구의 목적은 의료기관 간호사의 업무특성을 반영한 직무스트레스 평가하기 위한 도구를 개발하고, 평가제도 마련을 위한 정책제언을 제시하고자 함

☞ 주요연구내용

연구결과

- 의료기관 간호사의 직무스트레스 평가 도구 개발
 - 직무스트레스와 반응에 대해 DCM, ERI, NIOSH, KOSS, JD-R모형 등 이론적 모형을 고찰하고, 한국인 직무스트레스 평가도구(KOSS)와 국내·외에서 개발된 간호사 직무스트레스 평가도구를 비교, 고찰하여 간호사 직무스트레스 문항을 추출하였음
 - 상급종합병원, 종합병원, 요양병원을 포함한 병원급 의료기관에서 근무하는 신규간호사, 경력간호사 및 간호관리자 33명을 대상으로 질적 연구방법인 초점집단면담과 심층면담을 통해 간호사 직무스트레스 유발요인 확인
 - 문헌고찰과 질적연구를 통해 의료기관 간호사 직무스트레스 모형을 구안한 후, 직무스트레스 모형에 의거하여 영역별 예비문항 구성
 - 직무스트레스 도구개발 전문가, 간호학자, 간호관리자로 구성된 전문가 집단에게 2차에 걸친 델파이 조사를 실시하여 예비문항의 내용타당도 검토
 - 고용노동부 관계자와 의료기관 간호관리자, 직업건강간호학회, 직업환경의학회 임원, 보건의료노동조합 관계자, 병원 간호사 단체의 임원 등으로 구성된 직무스트레스 평가제도에 대한 정책 간담회에서 예비문항 검토
 - 예비조사로 예비도구 문항의 내용이해도를 검토하여 수정한 후, 상급종합병원, 종합병원, 요양병원을 포함한 병원급 근무 간호사 750명을 대상으로 설문조사 실시
 - 수집한 자료로 구성타당도와 신뢰도를 산출하여 한국의 의료기관 간호사 직무스트레스 평가도구(Korean Nurses' Occupational Stress Scale: K-NOSS) 제시
- 간호사 직무스트레스 평가도구 사용지침 작성
 - 개발된 의료기관 간호사 직무스트레스 평가도구를 의료기관에서 사용할 수 있도록 사용지침 작성
- 간호사 직무스트레스 평가제도 도입방안 제시
 - 고용노동부, 의료기관 간호사와 간호관리자, 직업건강관련 간호학회, 의학회, 간호학자, 보건의료노동조합 관계자, 간호사 단체 임원 등과 간담회를 개최하여 의료기관 간호사 직무스트레스 평가 및 관리제도에 대한 의견을 수렴하고, 평가제도 도입방안 제시

시사점

- 간호사의 열악한 근무환경과 간호업무의 특성은 직무스트레스를 야기하며 이는 조직내 갈등, 우울증과 같은 질병, 이직 등으로 나타남. 간호사의 직무스트레스를 관리하기 위하여 평가도구를 개발하고 이를 의료기관에서 활용할 수 있도록 도입방안을 제시함

연구활용방안

제언

- 간호사 직무스트레스를 관리하기 위하여 연구결과 제시된 한국의 의료기관 간호사 직무스트레스 평가 도구의 평가 결과에 따른 직무스트레스 완화 계획을 세우는 것이 의무화 되어야 하며, 직장 내 폭력을 예방하기 위하여 직장폭력 감시 모니터링 체계를 구축해야 함
- 간호사의 직무스트레스를 감소하기 위해서 일인당 업무량 감소, 인력난 해결, 처우 개선 등 근본적 문제를 해결 할 수 있도록 제도가 반드시 뒷받침되어야 함

활용

- 개발한 도구는 의원급을 제외한 의료기관에서 간호사의 직무스트레스 평가에 활용
- 의료기관에서는 본 도구의 평가 결과에 따라, 간호사의 건강보호를 위한 중재방안을 마련
- 제시한 의료기관 간호사 직무스트레스 평가제도 도입 방안은 정부, 의료기관, 간호계에서 의료기관 간호사의 업무환경 개선을 위한 기초자료로 활용

14

근골격계질환의 특수건강진단 적용연구(Ⅰ)

청소, 요식업-고용형태가 취약한 종사자를 위한
포괄적 근골격계질환 예방관리 방안 제언

 **연구기간** 2018년 6월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** 청소업, 음식점업, 근골격계질환, 예방관리방안, 고용형태

연구배경

- 작업관련 근골격계질환과 같은 전형적인 직업병이 아닌 노동자 건강문제는 일상적이고 지속적이므로 종합적인 관점에서 관리되어야 하는데, 용역업체와 같이 사업주가 직접 관리감독 할 수 없고, 고용형태가 불안정한 노동자가 집중되어 있으며 규모도 영세한 사업장에서 현행 안전보건기준에 관한 규칙을 근거로 하는 예방활동이 실행되기 어려움
- 따라서 근골격계질환 취약집단이면서 고용형태가 취약한 직업군 종사자를 위한 예방지침은 그들의 직업적 특성(사업장 특성, 고용 특성 및 노동자 특성)에 맞는 맞춤형 근골격계질환 예방관리방안이 필요함

주요연구내용

연구결과

- 유럽 및 일본은 근골격계질환 예방에 초점을 두어야 할 업무 대상을 먼저 정하고, 근골격계증상이 나타나기 전 단계에서 일차 예방에 집중하되, 기술적(공학적) 관리/작업환경관리, 조직적 관리/작업관리, 노동자 중심 관리/건강관리 등을 함께 고려하는 종합적인 근골격계질환 예방관리를 수행하고 있음
- 기존 DB(근로환경조사결과, 산재사례)의 심층분석, 청소업 및 음식점업 종사자들의 심층면접 및 산업안전 보건법 규정 등을 통해 분석한 결과, 연구대상 4개 직종 노동자들은 소속 사업장의 특성(용역업체 소속 청소원, 5인 미만 영세 식당 종업원 등)과 고용형태 상의 특성(지자체소속 환경미화원을 제외하면 대부분 일용직이거나 임시직)으로 인하여 산업안전보건법에 의한 보호가 미흡하고, 청소업 및 음식점업에 종사하는 노동자들의 개인적 특성(고령, 1년 미만의 짧은 근무기간 등)으로 인한 근골격계 손상에 대해 취약함
- 청소업 및 음식점업 종사자의 복합적인 취약성을 감안하여 적절한 근골격계질환 예방관리방안으로 노동자들이 배워서 스스로 행할 수 있는 일상적인 일차 예방 활동을 제언함

| 연구담당자 연락처 |

산업안전보건연구원 직업건강연구실 직업건강연구부 이미영

전화 : 052-7030-855 / e-mail : cookmom@kosha.or.kr

- 또한 근무시간 중 적절한 휴식의 보장, 근골격계질환 예방교육 및 훈련 중심의 기초안전보건교육 실시 및 지원, 근로자건강센터 또는 분소를 이용한 진료 및 근골격계손상 예방교육과 훈련 제공을 정책 방향으로 제안함

시사점

- 고용형태가 취약하면서 소속 사업장이 매우 영세하여 현행 산업보건제도의 보호를 받지 못하는 청소업 및 음식점업 종사자의 근골격계질환 예방을 위한 기본 이론과 다양한 정보를 제시함

연구활용방안

활용

- 청소업 및 음식점업 종사자의 작업관련 근골격계질환을 예방하기 위한 관리 지침으로 활용

💡 **연구기간** 2018년 10월 ~ 2018년 12월

💡 **핵심단어** 민원대응, 감정노동

📖 연구배경

- 최근 공공기관에 대한 성희롱, 폭언 등의 특이 민원이 급속하게 증가하고 있음
- 안전보건공단(이하 ‘공단’)은 기술지원 · 감독에 따른 조치, 인증 · 검사 불합격, 지원 탈락, 법 해석에 불만을 가진 다양한 민원인이 증가하고 있어 공단의 감정노동 실태조사 및 보호방안이 필요함

📖 주요연구내용

연구결과

- 주요 연구방법
 - 2018.11.19.(월)~12.7.(금)까지 공단 전 직원을 대상으로 온라인 설문조사를 실시하여 807명이 응답하였음
 - 7개 지부 및 지사를 방문하여 총 100명에 대해 감정노동 직무담당 직원 면접에 의한 실태조사를 실시하였음
- 주요 연구 내용
 - 설문조사를 통한 감정노동 고위험군 파악은 전화상담을 주로 하는 부서였고, 고객과의 갈등을 겪는 감정노동 고위험군 파악은 인증/검사 업무, 재정지원, 기술지원, 심사확인 업무이었음. 관련 부서는 1인 사업주, 50인 미만 사업주, 미확인 민원인을 주로 응대하였음
 - 주로 겪는 사례들은 제도에 대한 불만토로, 절차에 대한 불만토로, 불합리한 요구, 사업장 방문 거부, 불합격 항의 전화를 경험하였으며, 상부의 고소 · 고발 위협은 전체 9.37%, 모독 · 폭언 · 욕설은 전체 17.46%가 경험하여 이에 대한 보호방안이 필요하였음
 - 보호방안으로는 많은 전화 응대량으로 인한 감정노동은 콜센터 강화, ARS 도입, 다양한 채널 활용이 있었음. 주로 겪는 사례들은 전화응대와 대면응대로 구분하여 전화의 경우 개인정보 보호, 녹음멘트가 도입되어야 하며, 대면의 경우 직원 보호를 위한 가이드라인 마련, 만족도 평가 개선이 가장 우선적으로 필요함

시사점

- 공단 직원의 감정노동 위험 수준은 높았으며, 위험 수준이 높은 군은 소진, 이직의도가 높고, 회복탄력성이 낮았음
- 공공 업무에 대한 성과 증진을 위하여 감정노동 보호방안 마련 및 도입이 필요함
- 공단의 감정노동 보호방안 마련을 위해서는 이를 위한 공단의 직원 보호를 위한 선언, 감정노동 가이드 라인과 악성민원 응대지침 마련을 위한 조직 구성이 우선적으로 선행되어야 함

연구활용방안

활용

- 본 연구는 민원응대 직원을 위한 전화 응대 개선 및 대면 업무 개선 시 직원 보호 방안마련에 활용 가능함



IV 직업환경연구분야

01. 제조업 사업장 공정별 유해물질 노출실태 편람 개발
02. 건설업 직종별 노출 매트릭스 구축 연구(Ⅳ) - 우레탄 방수작업자의 톨루엔 디이소시아네이트 노출 중심
03. 3D 프린터 사용자에 대한 초미세입자 노출평가
04. 환경미화원의 작업환경 실태조사 및 건강검진 개선에 관한 연구
05. 작업환경측정 정도관리 자율항목 도입을 위한 연구(Ⅰ) - 포름알데히드
06. 급성중독사고 예방을 위한 분석자동화 시스템 구축
07. 작업환경측정분석 국가산업표준(KS) 개정Ⅱ
08. 지하철 노동자 미세먼지, 라돈, 디젤연소배출물 노출위험 평가 및 관리방안 마련
09. 밀폐공간 사고예방을 위한 첨단기술 활용방안 연구
10. 작업환경측정 대상정보 표준화 연구(Ⅱ)
11. 석면 해체·제거작업 안전성 확보를 위한 매뉴얼 개발
12. 건설업 보건관리 위험성 평가 모델 개발(Ⅱ) - 토목건설공사
13. 작업환경실태조사 예비조사
14. 항공기 청소노동자의 직무 및 노출가능 유해인자 특성 연구
15. 옥외작업자 건강보호 방안(Ⅱ) - 한랭작업을 중심으로

01

제조업 사업장 공정별 유해물질 노출실태 편람 개발

 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** 산업보건해설서, 산업보건일람표, 노출정보, 제조업

연구배경

- 변화된 산업구조에 따른 작업공정 흐름도와 업무(작업) 내용을 파악하고 노출 유해인자의 정보를 체계적으로 정리하여 근로자의 건강을 보호하고 산업보건업무의 활성화에 기여할 수 있는 지침서 마련이 필요함
- 산업별 공정흐름도와 작업내용, 유해인자에 대한 체계적이고 계통적으로 정리된 산업보건해설서와 산업보건 일람표를 작성하고자 함

주요연구내용

연구결과

- 산업보건해설서란 산업별 산업보건 정보를 개괄적으로 파악할 수 있도록 작성된 것을 의미함. 2017년 전국의 작업환경측정기관에서 측정한 작업환경측정 자료의 사업장수, 근로자수, 측정인자수, 특별관리 물질수, 시료수 및 산업보건 분야에서 중요성 등을 고려하여 표준산업분류(KSIC) 체계를 바탕으로 업종을 구분하여 전체 25개 업종을 선정함
- 보고서의 표준화를 위하여 기존 연구 자료와 참고문헌 등을 참조하여 서론(업종, 특성 등을 설명), 종사자들의 작업내용(종사자들이 하고 있는 일에 대해 공정 중심으로 설명), 작업환경(노출유해인자 및 노출 정보), 노출되는 유해물질(건강 위험요인, 노출될 수 있는 독성 물질들을 나열하고 건강영향에 대한 설명), 건강장해(질병, 유해·위험요인, 건강장해, 예방대책 등 기술), 작업환경 관리방안 등의 항목으로 제안하였음
 - 2017년 작업환경측정 결과 DB 자료를 근거로 클리닝 작업을 거쳐서 해당 업종의 노출 가능 유해인자 종류, 노출수준(시료수, 평균, 표준편차, 노출기준 초과 비율, 노출기준 50% 초과 비율 등)을 표시함
- 산업보건일람표는 단위사업장 또는 단위공정별 산업보건 정보를 손쉽게 얻을 수 있는 요약집을 의미함. 2017년 전국의 작업환경측정기관에서 측정한 시료수, 산업보건 분야에서 중요성 등을 고려하여 표준 산업분류(KSIC) 체계를 기준으로 업종을 구분하여 전체 100개 생산 공정이나 작업장을 선정함

- 산업보건일람표의 표준화를 위하여 기존 연구 자료와 참고문헌 등을 참조하여 작업개요, 공정명 및 공정개요, 유해인자, 건강영향, 작업환경관리, 작업 및 건강관리, 관련법규, 기타(주요 노출정보 및 산업보건 분야에서 중요하게 다뤄야 할 사항) 등의 항목으로 제안하였음

연구활용방안

활용

- 사업장에서 업종과 공정에 대한 산업보건 현장 실무를 위한 지침서로 활용할 수 있으며, 궁극적으로 업종 및 공정별 유해인자에 대한 정보를 제공함으로써 근로자의 건강보호에 기여할 것으로 기대됨
- 업종 및 공정별로 체계적으로 정리하여 제공되는 편람은 지정측정기관 등 산업보건서비스 제공 기관 등에서 다양한 산업보건 관련 서비스를 제공하는데 있어 업종 및 공정별 유해인자에 대한 기초자료로 활용

02

건설업 직종별 노출 매트릭스 구축 연구 (IV)

- 우레탄 방수작업자의 톨루엔 디이소시아네이트 노출 중심

 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** 건설업 보건관리, 우레탄 방수, 이소시아네이트, TDI

연구배경

- 톨루엔 디이소시아네이트(TDI)는 직업성 천식을 유발하는 대표적인 물질이며, 국제암연구소(IARC)에서 인체 발암 가능 물질(Group 2B)로 규정하고 있음
- 건설현장 우레탄 방수작업에서 사용하는 도료에 디이소시아네이트류가 함유되어 있으며, 작업자 직접 도포방식으로 공기 중 또는 피부를 통해 노출되고 있으나, 우리나라는 현재까지 노출수준에 대해 조사된 자료가 없음
- 이번 연구에서 건설업 우레탄 방수작업자에게 노출되는 톨루엔 디이소시아네이트(TDI)의 노출농도 수준을 파악하여 건설현장 근로자의 직업성 천식 등 발생과의 연관성 등 규명자료로 활용하고, 작업 환경개선방안을 제시하고자 함

주요연구내용

연구결과

- 국내 건설현장 방수업 및 방수공의 규모는 약 2,000여개소, 약 20,000명으로 추정되며, 전체 건설직 근로자의 연령분포와 비교하여 50, 60대 근로자 비율이 높아 고령화 되었고, 호흡기 질환(일반질병)의 요관찰자 비율이 특수건강진단 수검자의 10.4% 수준으로 높았음
- 건설용 우레탄 방수도료에는 발암성, 생식독성물질들이 함유되어 있었으며, 발암성으로는 4,4'-메틸렌비스(2-클로로아닐린), 디(2-에틸헥실)프탈레이트, 톨루엔 디이소시아네이트, 메틸이소부틸케톤, 시클로헥사논, 이산화티타늄, 카본블랙, 케로젠 등이 있었고 생식독성물질로는 디(2-에틸헥실)프탈레이트, 2-에톡시에틸아세테이트, 톨루엔 등이 함유되어 있었음

- 일반건축물을 신축하는 5개 건설현장의 옥상, 1층 주차장, 건물 내부 우레탄 방수작업을 대상으로 TDI의 농도를 평가한 결과, 2,4-TDI 기하평균농도는 0.058 ppb(범위 0.01 ~ 0.5 ppb)이었고, 2,6-TDI는 0.523 ppb(0.026 ~ 22.81 ppb)로 노출기준의 1/10 미만 수준이었음. 다만, 전체 시료 중 2,6-TDI에서 네 개 시료가 노출기준을 초과하였음
- 시료포집방법으로 필터방법과 임핀저 방법을 비교한 결과, 2,4-TDI에서는 농도간 상관성이 약하였으나, 2,6-TDI는 필터와 임핀저 간의 상관성이 매우 강하였고, 임핀저법으로 평가한 농도수준이 필터법보다 약 5.7배 더 높았음. 임핀저법으로 평가한 2,6-TDI 시료의 약 26%는 노출기준을 초과하였음. 방수도로 도포작업에서 발생하는 입자 크기 및 다량체 함량 등의 차이가 원인으로 판단됨
- 우레탄 도료를 사용한 방수작업에 대한 휘발성 유기화합물 노출평가 결과, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌, 에틸 아세테이트(초산 에틸), n-부틸아세테이트(노말 초산 부틸)가 검출되었으며, 휘발성 유기화합물의 혼합물질 평가결과(n=63), 기하평균이 0.743로 노출기준의 약 75%수준이었으며, 25개 시료(39.7%)는 노출기준을 초과하는 수준이었음
- 우레탄 방수 작업도구별 표면에서 채취한 디이소시아네이트의 색도는 믹서기 (mixer)에서 평균 1.58로 가장 높았고, 롤러(roller) (0.94), 따개(opener) (0.67)순으로 높았음. 작업도구의 표면 평가 결과는 사업장에 따라 상이하여, 사업장별 작업도구 관리 수준에 차이가 있음을 확인할 수 있었음. 이번 연구의 피부노출평가에서는 보호의 및 보호장갑 등의 착용으로 검출이 거의 되지 않았으나, 작업도구 오염 및 계절영향에 따른 노출 잠재위험을 확인하였음

시사점

- 디이소시아네이트류는 공기 중 농도가 극히 낮더라도 천식환자가 발생할 수 있으며, 발암성 등 작업자의 건강에 중대한 건강장해를 유발할 수 있는 물질로 노출을 최소화 하기 위한 노력이 필요함. 공기 중 노출을 최소화 하기 위해 배합작업 등 도료를 집중적으로 취급하는 작업에 이동식 국소배기장치를 사용하거나, 실내 방수 작업에서는 전체 환기를 위한 환기팬의 사용 등이 검토될 필요가 있음. 또한 작업 후 배합기(mixer) 및 롤러 등 작업도구에 대한 주기적인 세척 등 관리를 통해 작업자의 피부노출을 최소화할 필요가 있음

연구활용방안

제언

- 공기 중 디이소시아네이트를 평가할 때는 발생하는 입자의 크기 및 도료의 특성(단량체, 다량체 등)을 확인하여 가장 적절한 노출평가 방법을 정하여 평가하여야 하며, 향후 총 이소시아네이트(total NCO기)를 평가할 수 있는 방법 및 정량화된 피부노출평가 방안에 대한 국내 현장평가 적용 연구 등이 필요함

활용

- 건설업 보건관리자용 업무 가이드라인 개발
- 산업보건학회 학술대회 발표 및 국내외 산업보건관련 학회지 논문 발표

💡 연구기간 2017년 03월 ~ 2017년 11월

💡 핵심단어 3D 프린터, 초미세입자, 노출평가

📖 연구배경

- 3D 프린팅 산업은 기기산업, 항공우주 산업, 자동차 산업 등 여러 분야에 활용되고 있으며, 사용자 또한 증가하고 있음
- 3D 프린터 작동 시 초미세입자, 유기화합물 등이 발생하며, 초미세입자는 호흡기계에 침착되어 천식 등의 질환이 발병할 수 있으며, 초미세입자는 비산되어 폐뿐만 아니라 피부, 신경 및 뇌까지 침착되어 건강상의 문제를 일으킬 가능성이 있다고 보고됨
- 3D 프린터 작동 시 발생하는 인자에 대한 연구는 챔버 및 실험실적 연구로만 수행되었고, 사용자에게 대한 노출평가는 국내에는 없었음
- 본 연구에서는 3D 프린터 취급 사용자에게 대한 초미세입자 노출농도 수준을 파악하고, 작업환경을 개선하기 위한 기초자료로 활용하고자 함

📖 주요연구내용

연구결과

- 3D 프린팅 작업 시 발생하는 주입자의 크기는 대체적으로 100 nm보다 작은 비의도적 나노입자이고, 저가형 용융적층형(fused deposition modeling, FDM) 3D 프린팅 작업 시 발생하는 주입자의 크기가 가장 작았음
- 저가형 FDM-3D 프린팅 예열 작업 시 입자수 농도와 표면적 농도가 급격하게 증가하였고, 프린팅 노즐을 수리할 때에도 높은 입자수 농도와 표면적 농도를 보였음
- 산업용 FDM-3D 프린터의 경우, 예열 작업 및 작업 중 입자수 농도와 표면적 농도는 낮은 수준이었으며, 작업 중의 특이한 농도 변화는 없었으나, 미세하게 13.3~17.8 nm의 입자수 농도가 증가하는 경향을 보였음
- 입자수 농도와 표면적 농도 간의 높은 상관관계를 보였고, 저가형 FDM-3D 프린팅 작업장의 입자수 농도와 표면적 농도가 다른 3D 프린팅 작업장에 비해 높았음

- 작업 중 농도와 배경농도를 비교했을 때는 대체적으로 작업 중 농도가 배경농도에 비해 높았으나, 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않음
- TEM 시편 분석 결과 대부분의 3D 프린팅 작업장에서 입자가 서로 뭉쳐있는 이미지를 관찰하였고, 프린터 내부, 실내 및 복도에서 측정된 시편의 이미지가 서로 유사함
- EDS 성분 분석 결과 대부분의 입자는 탄소를 중심으로 다양한 원소(산소, 실리카 등)가 서로 다른 비율로 구성됨
- 유기화합물(이소프로필알콜, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌 등) 및 금속(나트륨, 마그네슘, 알루미늄, 칼륨, 칼슘, 크롬, 철 등)이 미량으로 검출되었음
- 저가형 FDM-3D 프린터의 경우, 예열 작업과 노즐의 문제가 발생하는 상황에서 높은 입자수 농도와 표면적 농도를 보이므로 국소배기장치(공학적)를 설치하거나, 덮개가 달린 3D 프린터를 구입(대체)하거나, 작업 부스를 설치(격리)하는 등 근로자의 노출을 최소화 할 필요가 있다고 판단되며, 위의 모든 관리 방안이 어려울 경우에는 최소한 호흡용 보호구를 제공하여 위와 같은 작업 시에는 착용할 것을 권장함
- 3D 프린팅 사업장에서 유기화합물 및 금속 성분이 검출되었으나, 제조사에서 제공하는 MSDS 문서에는 구체적인 성분이 표기되어 있지 않음. 향후 3D 프린팅 소재에 대한 분석연구가 필요할 것을 사료됨

시사점

- 기기산업, 항공우주 산업, 자동차 산업 등 국내의 3D 프린팅 기술의 활용도는 앞으로 더욱 중요해질 것이고, 그 사용자 수도 증가할 것으로 예상함
- 국내의 3D 프린터 기기의 제조·유통을 보면 재료압출 방식이 가장 많으며, 필라멘트를 사용하는 재료 압출 방식은 다른 방식에 비해 비의도적 나노입자가 많이 발생하므로 사용자에게 대한 주의가 필요함
- 재료압출 방식의 경우, 작업 전 노즐 부분을 가열할 때와 프린팅 기기를 켜 상태에서 노즐 부분을 수리할 때 비의도적 나노입자가 많이 발생하므로 해당 작업 시 사용자의 나노입자 노출을 저감할 수 있는 국소배기장치, 격리시설, 덮개가 달린 3D 프린팅 기기 등 공학적 개선방안의 도입이 필요함

연구활용방안

활용

- 3D 프린팅 사업장의 작업환경 관리 및 근로자의 건강보호를 위한 기초자료 활용

04

환경미화원의 작업환경 실태조사 및 건강검진 개선에 관한 연구

 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 10월

 **핵심단어** 환경미화원, 디젤배출물, 생물학적 인자, 건강검진, 관리방안

연구배경

- 환경미화원은 디젤배출물질, 생물학적 인자, 근골격계 문제와 같은 작업환경의 문제뿐만 아니라 안전 사고 및 스트레스 등의 어려움을 겪고 있음
- 최근 장기간 환경미화원으로 근무한 노동자에게서 폐암이 발생하는 등 환경미화원의 건강보호대책의 필요성이 제기되고 있어 정확한 실태조사와 정책적 대안 제시 연구가 필요함

주요연구내용

연구결과

- 디젤배출물질의 대표적인 지표물질인 원소탄소의 노출수준은 기하평균으로 $2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로써 과거 ACGIH의 TLVs($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)보다 낮은 수준이며, 이는 디젤 엔진기술의 발전에 따른 영향으로 판단됨
- PM_{2.5}의 노출 수준은 기하평균으로 $99.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 로써 대기기준이나 실내 기준보다 훨씬 높은 수준이며, 생물학적 인자의 경우 박테리아와 곰팡이의 농도가 실내 권고기준에 비해 일부 높은 수준임
- 이산화질소의 경우 기하평균으로 53.3 ppb수준으로써 일부가 대기 기준보다 높으나, 휘발성 유기화합물의 노출수준은 관련기준들에 비하여 현저히 낮음
- 디젤배출물질의 폐암 등을 예방하기 위한 기준은 원소탄소 $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (호흡성) 그리고 호흡기 자극을 예방하기 위한 이산화질소 0.2 ppm의 기준을 설정하고, 향후 관리기술의 발달과 그에 따른 노출수준을 고려하여 보다 엄격한 관리기준을 제시할 필요가 있으며,
 - 정부종합대책에서 제시된 바와 같이 최신 디젤차량이나 친환경차량으로 전환이 신속히 이루어져야 함
 - 시설 개선 이전에는 환경미화원의 유해물질 노출 특성에 적합한 개인보호구의 적절한 지급과 교체가 보장되어야 함
- 건강증상 경험에 대한 설문조사 결과 환경미화원들의 사후 건강관리가 절실히 필요하다고 판단되었고, 환경미화원들의 흡연율이나 음주 정도는 일반인들과 비슷하거나 오히려 낮은 수준이었으며 만성질환에

대한 유병율 역시 일반인구와 비슷한 수준으로 나타난 반면, 치료율이 현저히 낮았는데 이는 작업 여건상 건강관리가 어려운 여건 때문인 것으로 판단됨

- 설문조사자 중 약 10% 정도는 야간노동에 해당하는 작업을 수행하고 있고 디젤연소배출물 등에 노출 되는 것을 고려할 때 야간노동과 이산화질소 등에 적합한 특수건강검진이 실시되어야 함
- 근골격계 위험은 환경미화원들이 경험하는 가장 전형적인 직업성 위험요인이며 민원으로 인한 스트레스 등을 심각하게 경험하고 있는 것을 고려할 때 산업안전보건법 등에서 보장하고 있는 체계를 적극 활용 하여 이를 관리할 필요가 있음
- 해외 사례를 참고하여 파상풍이나 감염관리를 위한 예방활동과 날카로운 물체에 의한 자상 등을 예방 하기 위한 관리가 도입되어야 함

시사점

- 환경미화원들이 경험하고 있는 다양한 유해인자와 건강증상들을 포괄적으로 파악할 수 있었으며, 유해 인자들의 노출위험을 줄일 수 있는 공학적인 개선과 개인보호구의 활용이 시급하다는 것을 알 수 있었음
- 건강관리가 적극적으로 이루어질 수 있으면서도 환경미화원들 각자가 부담을 갖지 않을 수 있는 현실적 으로 가능한 시스템이 도입되어야 함

연구활용방안

제언

- 현재보다는 과거의 노출이 우려되고 있기 때문에 과거 노출의 양상을 파악하고 그로 인하여 발생할 수 있는 향후 건강관리 및 질병 관리체계 도입 필요

개선방안 또는 정책방안

- 기존 작업환경측정 제도보다 좀 더 유연한 평가시스템이나 연구의 형태의 노출 평가 시스템 구축이 필요하고 환경미화원들의 건강에 영향을 미칠 수 있는 유해인자들에 대한 포괄적인 평가가 고려되어야 함
- 지자체, 환경미화업체 대표자, 그리고 환경미화원 노동조합 대표자가 환경미화원들의 안전과 건강문제를 다룰 수 있는 산업안전보건 협의체를 구성할 필요가 있음

작업환경측정 정도관리 자유허목 도입을 위한 연구(1)-포름알데히드

 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** 정도관리, 자유허목, 포름알데히드, 작업환경측정

연구배경

- 1992년부터 시행된 작업환경측정 정도관리는 약 25년 동안 유기화합물과 금속을 중심으로 운영되었으며, 이들의 분석결과에 대한 신뢰성 향상에 기여하였음
- 정도관리 범위 확대에 대한 요구 증대로 관련법령 개정(고용노동부고시 제2017-27호)을 통하여 자유허목 도입에 대한 근거가 마련되었음
- 이번 연구에서 물질의 특성, 분석장비 및 사회적 요구사항 등을 고려하여 포름알데히드를 자유허목으로 도입하기 위한 근거자료를 마련하고자 함

주요연구내용

연구결과

- 포름알데히드를 평가하는 방법을 분석장비별로 보면, 액체크로마토그래피법, 가스크로마토그래피법, 흡광광도계법이 있으며, 채취매체는 유도체가 코팅된 실리카겔관 또는 여과지, 수동식시료채취기 등이 있음
- 설문조사결과 국내 대부분의 기관에서는 유도체가 코팅된 실리카겔관으로 포집하여 액체크로마토그래피법으로 분석하고 있음
- '17년 작업환경측정 결과자료에서 포름알데히드는 7,080건이 보고되었으며, 기하평균은 0.0037 ppm(기하표준편차 1.373)이며, 노출기준의 10% 미만인 72.7%, 노출기준의 50% 이상은 1.4%, 노출기준 초과는 0.1% 수준이었음
- 영국에서 시행하고 있는 알데히드류 정도관리에서 포름알데히드 시료농도는 3.1~7.8 $\mu\text{g}/\text{filter}$ 수준이었으며, 적합률은 78~91%였고, 독일의 정도관리에서는 시료농도 0.04~0.23 mg/m^3 에서 61~100%의 적합률을 보이고 있음

- 국내외 대부분의 정도관리에서 이상값을 제거하고 기준값을 산정하는 방식은 유사하나, 적합범위는 표준편차의 2배를 적용하는 경우와 3배를 적용하는 경우로 나뉘며, 세부사항에서 조금씩 차이가 있음
- 포름알데히드 표준시약 2종을 이용하여 시료조제 시 이론값의 $\pm 4\%$ 이내이며 변이계수 4% 미만에서 시료가 제조되었음
- 포름알데히드 농도 1~10 $\mu\text{g}/\text{sample}$ 시료를 3개월간 상온 및 냉장보관 하였을 때 초기값의 $\pm 10\%$ 이내에서 안정성을 확인함
- 2회의 실험실간 분석숙련도평가를 통하여 시료송부 시 시료안정성을 확인함
- 자율적으로 참여한 36개 기관의 분석능력평가에서, 기관들이 제출한 분석값에서 이상값을 제거한 후에도 변이계수가 30%를 넘는 시료들이 발생하여 이를 이용한 적합범위 산정은 부적합하였음
- 이에, 연구원에서 분석한 값을 기준값으로 하고, 변이계수를 4.5%로 적용하여 적합범위를 산정하였으며, 이때 적합기관은 61%였음
- 자율참여기관의 부적합 요인을 분석하여, 표준용액 농도적용, 희석배수 적용, 탈착효율 실험시약의 순도 등의 포름알데히드분석에서 발생가능한 오류요인을 제시함

시사점

- 자율참여한 36개 기관을 대상으로 시행한 분석능력평가에서 61%의 적합률을 보여 정도관리의 필요성이 재확인 되었으며, 유기 및 무기분야의 정도관리와 같이 향후 분석능력이 향상되면서 적합률은 상승할 것으로 기대됨

연구활용방안

제언

- 작업환경측정 결과의 신뢰성향상을 위하여 다양한 인자 및 분석방법에 대한 자율정도관리항목 개발 및 확대적용 필요

활용

- 작업환경측정 정도관리 자율항목으로 포름알데히드 적용

06

급성중독사고 예방을 위한 분석자동화 시스템 구축

💡 **연구기간** 2018년 5월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 수동식시료채취기, 분석자동화, 화학물질, GC-MS

📖 연구배경

- 화학물질로 인한 급성중독사고가 지속 발생하고 있으며 이러한 중독사고는 취급물질의 유해위험성에 대한 인식이 부족하여 주로 발생한 것으로 노동자들이 스스로 위험을 인지하고 대처할 수 있도록 국가 차원에서 지원 체계를 마련할 필요가 있음
- 이를 위해 공단에서는 수동식시료채취기를 제공하여 노동자들이 스스로 측정하도록 하고 그 측정시료에 대한 분석결과를 제공해주는 자가측정지원 사업을 계획하고 있음
- 당해 사업을 원활히 수행하기 위해서는 측정시료에 대한 분석결과를 신속히 제공하는 분석 자동화 시스템을 구축할 필요가 있음
- 이를 통해 유해화학물질에 노출되고 있는 노동자들에게 신속한 분석결과를 제공하여 화학물질에 의한 급성중독사고 예방에 기여하고자 함

📖 주요연구내용

연구결과

- 사업대상 화학물질 우선순위 검토결과 : 1차 년도 사업대상은 톨루엔, 디메틸포름아미드, 노말헥산, 디클로로메탄, 트리클로로에틸렌, 벤젠 등 17종이 우선순위가 높았음
- 수동식시료채취기 전처리 자동화 방안 : 다양한 형태의 수동식시료채취기에 보편적으로 적용할 수 있는 전처리 자동화 방안은 수동식시료채취기내의 흡착제를 분리하여 바이알에 담아 탈착용매를 가하여 분석물질을 추출하는 것임. 연구를 통해 흡착제가 들어 있는 바이알에 탈착용매를 자동으로 주입하고 마개를 하는 “탈착용매 자동주입장치”를 개발하였음
- 기기분석 자동화 방안 : 가스크로마토그래프-질량분석기(GC-MS)를 이용하여 미지시료의 크로마토그램과 질량스펙트럼을 표준시료 분석결과와 비교 분석하여 정성, 정량결과를 생성하는 기기분석 자동화 프로그램을 개발하였음

시사점

- 연구를 통해 공단에서 계획 중에 있는 자가측정지원 사업의 1차년도 후보물질 17종을 제시하였고 수동식시료채취기에 포집된 시료를 효율적으로 분석하기 위해 탈착용매 자동주입장치와 기기분석 자동화 프로그램을 개발하였음
- 연구결과를 활용하여 화학물질로 인한 급성중독사고 예방을 위해 공단에서 추진 중에 있는 자가측정지원 사업을 효율적으로 지원할 수 있을 것으로 판단됨

연구활용방안

제언

- 자가측정지원 사업의 1차 년도 대상 후보군은 톨루엔, 디메틸포름아미드, 디클로로메탄, 트리클로로 에틸렌 등 17종이었고 상기 우선순위 물질을 중심으로 사업을 추진할 필요가 있었음
- 자가측정지원 사업을 안정적으로 추진하기 위해서는 국산 수동식시료채취기를 개발할 필요성이 있으므로 향후 수동식시료채취기 개발과 함께 이에 적합한 발전된 형태의 자동화 프로그램을 연구할 필요가 있음

활용

- 이 연구는 화학물질로 인한 급성중독사고 예방을 위해 공단에서 추진 중에 있는 자가측정지원 사업을 지원하기 위한 분석자동화 시스템을 구축하는 것임
- 연구를 통해 구축된 분석자동화 시스템을 활용하여 수동식시료채취기에 포집된 분석대상 물질을 신속히 분석할 수 있음
- 향후 자가측정지원 사업이 광역 단위에서 본격적으로 추진될 경우 연구를 통해 구축된 분석자동화 시스템을 광역 실험실에 적용하여 해당 사업이 원활히 추진될 수 있도록 지원할 수 있음

작업환경측정분석 국가산업표준(KS) 개정 II

 **연구기간** 2018년 3월 ~ 2018년 10월

 **핵심단어** 국제표준화기구(ISO), 한국산업표준(KS), 방법표준, 작업환경측정분석

연구배경

- 국제표준화기구(ISO) 사업장공기 분과(ISO TC 146/ SC 2)의 표준문서가 산업표준화법시행령 개정 ('15.3.3.)에 따라 산업자원부에서 고용노동부로 이관됨
- 이관된 한국산업표준(KS) 문서는 31종이며, 번역된 용어의 오역이 많고, 일원화된 기준이 없어 사용자가 문서를 이해하는데 어려움이 많음 ('17년 : 10종, '18년 : 21종)
 - ※ 한국산업표준(KS) 문서 21종
 - 측정방법 : KS I ISO 8760, 8761, 13137
 - 분석방법 : KS I ISO 11041, 11174, 15202-1, 15202-2, 16200-1, 16702, 16740, 17734-1, 17734-2, 17735, 17737, 21438-1, 21438-2, 21438-3, 30011
 - 기타, 입재(분진) : KS I ISO 15767, 24095, 28439
- 이에 따라 국가산업표준(KS)의 용어를 공인된 표준 문서 및 관련법 용어를 참고하여 일원화하고, 국제 수준에 맞추어 국가산업표준 개정(안)을 만들고자 함

주요연구내용

연구결과

- 이관된 한국산업표준(KS) 문서 21종의 용어 및 내용을 수정하고, 국제표준화기구(ISO)의 문서를 검토하여 누락된 부분을 추가 함
- 국제표준기구(ISO)의 문서를 한국산업표준(KS) 문서로 변경하는 과정에서 형식 등을 국제규격에 부합 하도록 개정 함
- 한국산업표준(KS) 문서가 국내의 작업환경측정기관에서 적용할 수 있는 범위인지를 검토하고, 기존의 작업환경 측정 및 분석방법과 비교하여 적용함

- 공인된 표준 문서의 기본 용어를 참고하되, 작업환경측정 및 분석관련 법적용어, KOSHA 가이드 등 관련 문헌을 참조하여, 사용자가 쉽게 이해할 수 있는 수준의 용어로 표준화 함
- KS 국가표준이 기존의 고시와 보급된 작업환경측정 및 분석방법에 대응할 수 있는지에 대한 활용 가능성을 조사한 결과는 기술적 수준과 방법적인 측면에서 대부분 국가표준이 작업환경평가에 활용될 수 있으나, 일산화탄소 등 직독식 방법에 대해서는 향후 국제화에 부합할 수 있는 수준으로 국내의 관련 제도에 대한 검토가 필요함

시사점

- 앞으로 국가산업표준을 개정(안) 함으로써 발전된 분석기술 등을 사용자에게 보급하고, 국내의 산업 현장에 적용할 수 있음
- KOSHA 가이드 외에 국내에서 참고할 수 있는 표준문서로서 사용자가 다양한 분석방법을 활용할 수 있음

연구활용방안

활용

- 국가산업표준(KS) 중 작업환경측정분석 시험방법을 활용하여 근로자의 건강을 보호하고, 사업장을 관리할 수 있는 효과가 있음

지하철 노동자 미세먼지, 라돈, 디젤연소배출물 노출위험 평가 및 관리방안 마련

💡 **연구기간** 2018년 3월 ~ 2018년 10월

💡 **핵심단어** 지하철, 디젤연소배출물, 라돈, 미세먼지

📖 연구배경

- 지하철 환경 관련 선행 연구는 대부분 역사나 승강장 등에서 발생하는 실내공기질 관리대상 유해인자 (PM10, 이산화질소, 오존 등)를 측정하는데 초점을 맞춘 연구였음.
- 지하철 환경에서 발생하는 주요 건강위험인자는 초미세먼지를 포함한 다양한 크기의 먼지, 디젤연소 배출물, 라돈, 극저주파 등이나, 지하철 노동자에 대한 이들 유해인자 노출을 평가하는 연구는 거의 없었음
- 전국 지하철 운행 규모, 지하철 이용객 수의 급격한 증가, 지하철 노동자들의 호흡기질환 발생 등을 볼 때, 지하철 환경에서 주요 유해인자의 발생과 문제점을 종합하는 연구가 필요함

📖 주요연구내용

연구결과

- 실내공기질 관리법에 따라 전국 지하철에서 과거 10년 이상(2005~2018년) 연 1회 승강장, 역사 등에서 자체 측정한 PM10, NO2, 오존, 라돈 등의 자료를 분석한 결과
 - 과거 10년 동안 전국 지하철 PM10 농도(측정 수 n=11,248개)는 평균 77.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (표준편차 23.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 범위는 7.3~170.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 였음. 지하철 역사 PM10 농도에 유의한 영향을 미치는 변수는 스크린 도어 설치, 환승역 존재, 계절 등이었음
 - 역사에서 공기 중 라돈 수준(Bq/m³)의 평균은 우리나라 환경부 기준 148 Bq/m³ 이하 였으나, 개별 장소별 측정 자료를 분석한 결과, WHO의 권고 기준인 100 Bq/m³을 초과한 사례가 총 29개소 발견되었음
- 지하철 작업환경 측정 결과 자료를 분석한 결과, 화학적 유해인자에 대한 총 34,423건의 측정 결과 중 92.1%인 31,714건은 노출 기준의 10% 이하 수준을 나타내었고, 노출 기준을 초과한 건수는 총 44건으로 전체 분석 대상 중 0.1%에 불과하였음

- 과거 지하철 환경 중 라돈농도를 평가한 자료를 분석한 결과, 서울 지하철은 2000년 이후 자료에서 공기 중 라돈 수준이 148 Bq/m³을 넘는 승강장, 대합실, 역무실(펌프장 제외)이 총 86개소였음. 부산은 역무실 3개소에서 148 Bq/m³을 초과하였음. 이들 자료 대부분 3개월 가량 누적해서 측정한 결과이기 때문에 지하철 환경의 공기 중 라돈 오염을 의심할 수 있음
- 서울 3개 지하철역 펌프장, 승강장, 역무실에서 시간별 공기 중 라돈 농도를 실시간으로 측정한 결과, 라돈 발생원인 펌프장에서 발생한 라돈이 적정하게 관리되지 않을 경우 승강장과 역무실에도 영향을 미칠 수 있다는 것을 발견하였음
- 먼지 입자 크기별 비율을 분석한 결과, 지하철 먼지는 크기가 작은 입자가 대부분임을 확인하였음. 흡입성 먼지 중에서 PM_{2.5}(초미세먼지) 농도가 차지하는 비율은 평균 66% 였으며, 최대 99% 였음. PM₁₀ 중에서 PM_{2.5} 농도가 차지하는 비율은 평균 76.8% 였으며, 최대는 99.6% 였음. 이 결과는 지하철 환경에서 발생하는 먼지가 대부분 건강에 위험한 미세먼지와 초미세먼지임을 알 수 있음
- 승무원, 역무원, 기술직 노동자 일부를 대상으로 PM_{2.5}와 디젤 연소 배출물의 대리 인자인 블랙카본(black carbon)의 노출 수준을 근무 시간별로 조사한 결과,
 - 직무별 PM_{2.5} 평균 노출 농도를 비교하면, 기술직 76.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=3,173), 승무원 63.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=1,582), 역무원 39.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=9,330) 순서였음. 최대값을 비교하면 기술직 2,774 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 역무원 1,402 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 승무원 200.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 였음
 - 블랙카본의 직무별 평균 노출 농도는 기술직 9.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=3,173), 승무원 5.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=1,582), 역무원 2.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (n=9,330) 순서였음. 최대값을 비교하면 기술직 283.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 역무원 75.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 승무원 52.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 였음
 - 기술직 노동자의 경우, 모터를 이용해서 터널을 정비할 때 PM_{2.5} 및 블랙카본의 농도수준이 가장 높았음. 다만, 국내외에서 PM_{2.5} 및 블랙카본에 대한 노출기준은 아직 제정되지 않아 노출수준을 평가할 수 없는 한계가 있었음

시사점

- 지하철 환경은 주요 호흡기 질환 위험인자인 먼지, 라돈, 디젤연소배출물의 발생과 노출가능성이 높고, 극저주파 자기장 등의 위험도 상시 존재함을 확인하였음. 지하철 미세먼지(PM₁₀)의 평균농도는 현행 실내공기질 관리법 기준(150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 초과하는 수준은 아니나, 대기환경 기준(50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)보다 높은 수준이었고, 승강장 등에서 공기 중 라돈 수준이 실내공기질 관리법 기준(148 Bq/m³)을 초과하는 사례가 있었음

- 미세먼지, 초미세먼지, 디젤배출연소물 등의 주요 발생원은 정비 작업 때 사용하는 디젤 차량이며, 라돈은 펌프장 등 기술직 노동자 작업공간에서 및 운행 중 특정구간에서 600 Bq/m^3 을 초과하는 사례가 있었음

📖 연구활용방안

제언

- 지하철 환경 노동자 건강보호를 위해 미세먼지, 라돈, 디젤연소배출물의 발생 및 노출을 평가할 수 있는 관리기준 마련 및 지하철 환경에 적합한 작업환경측정 제도의 검토가 필요함
- 지하철 환경에서 발생하는 미세먼지와 초미세먼지에 대한 기준을 실내공기질 관리법 기준이 아닌 대기 환경 기준으로 강화하는 것에 대한 검토가 필요함
- 지하철 미세먼지와 디젤배출연소물 발생 감소를 위해 디젤차량을 전기차량으로 교체하고 정비 작업 시 살수작업을 실시할 것을 제안함
- 공기 중 라돈은 환기, 발생원 특성, 계절 등에 따라 변이가 심하기 때문에, 전국 지하철 내 라돈 발생 수준을 조사하고, '라돈지도'를 작성, 이를 근거로 적절한 환기장치의 설치 운영이 필요함
- 지하철 노동자의 건강 보호 및 관리를 위해 직무 노출 매트릭스(JEM) 도입에 따른 유해 인자 노출 및 질병 감시 체계의 구축이 필요함

활용

- 지하철 노동자의 직무특성별 질병 발생 위험을 파악하고 추적할 수 있는 체계를 구축하여 직업병 예방 및 보상에 필요한 자료로 활용
- 산업보건학회 학술대회 발표 및 국내외 산업보건관련 학회지 논문 발표

밀폐공간 사고예방을 위한 첨단기술 활용방안 연구

 **연구기간** 2018년 3월 ~ 2018년 10월

 **핵심단어** 밀폐공간, 질식재해, 첨단기술, IoT

연구배경

- 밀폐공간 질식재해가 지속적으로 발생하고 있고, 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 재해예방을 위하여 첨단기술을 이용하는 것이 현실적으로 가능해 지고 있음
- 본 연구에서는 밀폐공간 사고예방을 위하여 현재 기술발전 현황과 밀폐공간의 특성을 파악하여, 해당 기술을 어떻게 적용할 수 있는지에 대하여 연구하였음

주요연구내용

연구결과

- 2011년부터 2017년까지 총 7년간의 밀폐공간 질식재해 현황을 분석한 결과, 총 241명의 재해자 중 127명이 사망(52.7%) 하였으며, 원인물질은 산소, 황화수소, 일산화탄소 순이었음. 계절에 따라 여름철에는 황화수소, 겨울에는 일산화탄소가 원인을 크게 차지하였음. 장소로는 오폐수처리장, 저장용기, 건설현장, 맨홀 순이었고, 건설업과 제조업에서 사망자의 73%를 차지하였음. 근속기간이 짧을수록 사망자 수가 증가하였고, 50인 미만의 소규모 사업장에서 사망자의 58%가 발생하였음
- 4차산업혁명(은, IoT(사물인터넷), 빅데이터, 클라우드, 인공지능을 내세워 발전하고 있음. 센서를 장착한 사물과 사용자를 연결해주는 초연결 사회로 가고 있고 밀폐공간 질식재해의 예방에도 다양하게 이용될 수 있음을 검토하였음
- 밀폐공간 작업에 따른 첨단기술 적용에 대해서는 현재 사업장에서 적용되고 있는 사례를 검토하였고, 실제로 다양한 분야(중화학, 건설, 오폐수처리장 등)에서 활용되고 있음
- 본 연구에서 개발한 측정기 시스템을 현장적용 평가를 실시하였음. 모듈형태로서 센서, 통신 방법 교체 형으로 개발하여 상황에 맞게 사용자가 센서와 통신방법을 선택할 수 있도록 하였음. 캐리어(이동체: 로봇, 드론 등)를 이용하여 고정형 측정시스템이 아닌 이동형 측정이 가능하게 개발하였음. 건설현장(산소, 일산화탄소)과 오폐수처리장(산소, 황화수소)에서 현장평가를 실시하였음

시사점

- 통계를 보면 밀폐공간 질식재해는 언제 어디서나 발생할 수 있는 상황이기에 항상 작업 전/중/후 규정 준수가 필수적임
- 4차산업혁명으로 IoT, 빅데이터, 클라우드, 인공지능의 기술적 발전이 이루어지며 활용가능 한 기술이 증가하고 있음. 특히 센서, 통신기술이 매우 중요함을 알 수 있었음
- 다양한 산업현장에서 실시간으로 측정값을 수신할 수 있어 관리에 매우 유리함
- 다양한 조건에서도 캐리어를 어떻게 활용하느냐에 따라 다양한 환경에서의 측정이 가능함을 확인하였음
- 모든 측정의 기본은 신뢰성이 함께 수반되어야 하나 시판되고 있는 유해가스 측정 센서에 대해서는 현재 검증절차가 없으므로 국가차원의 측정센서 검증 및 관리감독 기능을 강화한 신뢰성 확보 방안 마련이 필요함

연구활용방안

제언

- 시장성이 작다는 이유로 유해가스 센서 산업은 적극적인 개발이 이루어지지 않고 있음. 따라서 다양한 작업환경에서 사용할 수 있는 센서 개발, 인증 등의 정책적 지원이 필요함
- 측정방법(간격, 위치, 개수, 개인/지역 등), 자료분석(평균, 최댓값, 오차범위, 상관성 등), 직독식 측정 법제화 등의 논의 필요

활용

- 밀폐공간과 같이 급성중독이 발생할 수 있는 작업환경에 활용 가능
- 밀폐공간에 국한되지 않고 다양한 사업장에서 작업환경측정의 보완 또는 대체 방법으로 활용 가능하고 작업환경 개선 시 즉시 효과 평가에 활용할 수 있어 적극적인 관리 가능

10

작업환경측정 대상정보 표준화 연구(II)

 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 10월

 **핵심단어** 작업환경측정, 공정, 표준화, 노출 감시체계

연구배경

- 국가가 필요한 안전보건 정책을 수립하고 효과적으로 집행하기 위해서는 국가 차원에서 안전보건 현황을 지속적으로 감시하고 확인할 수 있는 적절한 지표가 필요
- 2017년 실시한 '작업환경측정 대상정보에 대한 표준화 연구'를 통해 현재의 작업환경측정 결과 정보를 수집하고 있는 K2B 체계의 개선과 수집되는 과정에서의 업종, 공정, 직무 등의 표준화된 정보 수집의 필요성 확인
- 주요 업종을 선정하여 업종, 공정을 포함한 주요 노출감시체계 활용에 필요한 정보의 표준화 작업을 실시하고 표준화 정보의 활용이 가능한 제도개선 방안의 검토가 필요함

주요연구내용

연구결과

- 연구결과
- 국외 노출감시체계 운영 사례 고찰
 - 국가 노출감시체계로 오랫동안 운영되고 있는 독일과 프랑스의 사례 고찰
- 업종, 공정, 직무에 대한 표준화
 - 최종 표준화된 결과는 총 1,112개의 자료가 업종별로는 대분류 8, 중분류 23, 소분류 39, 세분류 53, 세세분류 70개의 업종으로 구분함. 표준화 공정은 총 161개였고, K2B 코드가 부여된 공정 수는 148개였고, 기존 K2B 코드에 해당되지 않는 신규 공정명은 13개이었고 표준직무는 총 13개의 직무군으로 코딩됨

시사점

- 매년 약 4~5만개의 사업장을 대상으로 작업환경측정이 시행되고 있으나, 본 연구에서는 70개 세세분류 업종에 해당되는 180개 사업장의 측정정보만을 가지고 161개의 공정으로 표준화 했다는 제한점이 있음

연구활용방안

제언

- 표준화된 정보는 일부에 불과할 수 있으나 우선 이 자료를 현행 K2B 시스템 내에 투입하여 향후 작업 환경측정 기관에서 측정결과를 전송할 때, 보다 정확한 표준공정으로 입력할 수 있도록 시스템 개선이 필요함

활용

- 본 연구에서 구축된 총 70개의 세세분류 업종에 대한 161개 표준공정의 정보는 K2B 시스템 내의 데이터 베이스로 투입되어 향후 지속적으로 수집되는 작업환경측정 자료의 표준공정에 대한 보다 정확한 정보의 입력이 가능해지고, 이렇게 모아진 자료는 국가 노출감시체계로 활용될 수 있음

11

석면 해체·제거작업 안전성 확보를 위한 매뉴얼 개발

 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 7월

 **핵심단어** 석면해체·제거, 석면 잔재물, 잔재물 조사, 석면농도 측정

연구배경

- 최근 학교 석면해체·제거 작업이 완료된 현장에서 석면잔재물이 발견되어 학부모의 문제제기와 등교 거부 등 사회적 이슈가 되어 석면해체·제거작업의 안전성 확보를 위한 석면해체·제거작업 승인 전 현장실사 매뉴얼과 석면해체·제거 작업 완료 후 잔재물 조사 및 처리 매뉴얼 개발 필요

주요연구내용

연구결과

- 석면 해체·제거작업 승인 전 현장실사 매뉴얼은 석면 해체·제거작업 계획서, 석면조사결과, 건축물 등의 구성 및 위치 등의 적정여부를 석면해체·제거작업 신고에 따른 작업 승인 전 근로감독관이 현장을 방문하여 판단할 수 있도록 하기 위하여 개발함
- 석면 해체·제거작업 승인 전 현장실사 매뉴얼은 안전보건공단에서 2013년 발행한 석면 해체·제거작업 길잡이와 통계조사 결과를 참고하여 개발하였으며, 매뉴얼 구성은 석면해체·제거 작업계획서 검토 및 확인방법, 석면조사결과서 검토 및 확인방법, 지정폐기물 처리의 검토 및 확인방법, 석면해체·제거작업 승인 전 현장실사 방법, 석면해체·제거작업 중 불시감독 방법과 관련 법령 및 지침, 석면해체·제거작업 계획서 작성 예시 및 표준 등을 참고자료로 구성함
- 석면 해체·제거작업 완료 후 잔재물 조사 및 처리 매뉴얼은 석면해체·제거작업 시 발생하는 석면 잔재물이 작업 완료 후에도 해당 현장에 존재할 가능성이 있어, 이를 적절한 방법으로 조사하고 제거하는 절차를 석면해체·제거업자, 건물주, 사업주, 석면관리업무 담당자들이 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위하여 개발함

- 석면 해체·제거작업 완료 후 잔재물 조사 및 처리 매뉴얼은 역시 안전보건공단 석면해체·제거작업 길잡이와 통계조사 결과를 참고하여 개발하였으며 주요 구성내용은 석면 해체·제거 작업 완료 후 잔재물 조사 및 처리 절차, 석면 해체·제거 잔재물 처리방법(포장, 경고표지, 청소, 운반), 석면 해체·제거 작업 완료 후 현장실사 방법과 참고자료로 구성

연구활용방안

활용

- 본 연구는 석면 해체·제거 작업의 일선현장에서 근로감독관, 해체·제거업자, 조사기관의 업무에 직접 적용할 수 있도록 작성되어 현장 근로자 안전보건 향상 및 학부모, 교직원, 건물주, 사업주의 석면 노출과 관련된 관리에 도움이 될 것으로 판단됨

 **연구기간** 2018년 3월 ~ 2018년 10월

 **핵심단어** 건설업 보건관리, 위험성 평가, 보건관리 지침, 토목건설공사

연구배경

- 토목건설공사는 근로자의 유동성이 심하고 중량물을 취급하는 작업이 많으며, 수차의 하도급 작업이 이루지는 형태를 갖추고 있음. 또한 옥외작업과 가변적이며 일회성 작업이 주를 이루고 있기 때문에 다양한 위험요소가 존재하고 있음
- 토목건설공사 현장의 특성을 고려한 보건관리 기법에 대한 이해 부족 등으로 현장의 보건관리가 정착 되지 못하고 있음
- 본 연구에서는 토목건설공사 현장의 특성에 맞는 특화된 위험성평가 모델 및 위험성평가 기법을 개발 하여 실무 업무에 활용하는데 기여하고자 함

주요연구내용

연구결과

- 토목공사의 주요 9개 공사(토공사, 철근콘크리트공사, 교량공사, 터널공사, 항만공사, 댐공사, 포장공사, 관로공사, 철도공사)에 대한 개요 및 공정별 유해위험요인을 정리하였으며, 이 중에서 특히 중점을 두어야 할 건강 유해위험요인에 대해서는 별도로 건강유해성을 제시하였음
- 토공사에서는 소음, 분진, 디젤엔진배출물, 산소결핍, 유해가스(메탄, 일산화탄소), 인간공학적 요인 등 유해위험요인에 대한 관리방안을 제시하였음
- 철근콘크리트공사에서는 시멘트, 시멘트 혼화제, 지연제, 촉진제, 거푸집 박리제 등 화학물질, 산소결핍, 소음, 진동 등 유해위험요인에 대한 관리방안을 제시하였음
- 교량공사에서는 소음, 진동, 시멘트, 용접작업에 의한 호흡기, 안질환, 피부질환, 에폭시 방수 도료, 산소 결핍 등 유해위험요인에 대한 관리방안을 제시하였음
- 터널공사에서는 분진, 조도관리, 소음, 진동, 발파 후 유해가스, 심리적 불안 등 유해위험요인에 대한 관리방안을 제시하였음

- 항만공사에서는 잠수작업자에 의한 수중작업, 이상기압, 소음, 분진, 신체부담작업 등 유해위험요인에 대한 관리방안을 제시하였음
- 댐공사에 대하여 젖은 시멘트, 분진, 진동, 소음, 거푸집 박리제, 콘크리트 피막양생제 등 유해위험요인에 대한 관리방안을 제시하였음
- 포장공사에 대하여 아스팔트 흙, 고열, 직사광선, 소음, 진동 등 유해위험요인에 대한 관리방안을 제시하였음
- 관로공사에 대하여 고온 작업환경에 따른 열중증, 저온환경에서의 동상, 찻뚜껑무시, 직무스트레스, 근골격계 부담작업 등 유해위험요인에 대한 관리방안을 제시하였음
- 철도공사에 대하여 옥외작업에 따른 폭염, 한랭, 용접작업 등 유해위험요인에 대한 관리방안을 제시하였음
- 토목건설공사 현장의 주요 유해위험요인과 건강영향에 따른 위험성 평가 추진개요, 노출수준 등급과 중대성 분류기준, 위험성 평가의 기록 및 모니터링, 위험성평가 교육방안 등을 제시하였음

시사점

- 토목건설공사 현장이 스스로 위험요인을 도출하고 산업재해를 사전에 예방할 수 있도록 토공사, 철근 콘크리트 공사, 교량, 터널, 항만, 댐, 도로포장, 관로 및 철도공사를 선정하여 위험성평가 기법을 활용한 보건관리 실무 매뉴얼을 개발하였음
- 이번 연구를 통해 토목건설공사 현장의 위험성평가가 활성화될 수 있는 기반을 조성하여, 건설업 보건 관리자의 실질적인 업무 수행을 지원이 가능할 것임

연구활용방안

활용

- 토목건설공사 현장의 위험성 평가 활동의 실무 지침으로 활용
- 토목건설공사 현장의 유해요인의 파악과 건강영향에 대한 교육자료로 활용
- 토목건설공사 현장의 보건관리업무의 가이드로 활용

13

작업환경실태조사 예비조사

💡 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 10월

💡 **핵심단어** 제 6차 작업환경실태조사, 예비조사

📖 연구배경

- 2019년에 실시될 “작업환경실태조사”를 효율적으로 수행함으로써 신뢰성과 실효성을 담보한 실태 조사 결과를 도출할 수 있도록
 - 실태조사용 조사표와 조사지침서 개발, 2019년 조사대상 사업장 선정, 조사대상 사업장에 대한 조사표의 현장 적용성 평가를 위한 표본 조사 실시 및 과거 실태조사의 방법, 결과, 활용성 등을 분석하여 보다 실용적이고 효율적인 실태조사 방안을 제안하고자 함

📖 주요연구내용

연구결과

- 2019년 작업환경실태조사 조사표와 조사지침서 개발을 위하여 2014년 조사에서 사용된 조사표를 기준으로 1) 법령개정과 관련된 사항을 수정하고, 2) 조사의 목적이 불분명하거나 내용이 모호하여 조사결과의 활용성이 없는 경우는 삭제하고, 3) 조사항목의 배치를 달리하여 효율성을 높일 수 있는 경우는 조정하는 방식으로 우선 검토하였으며, 조사항목은 조사자의 용이성, 편의성, 연계성, 신뢰성 확보가 가능하도록 구성하였으며 조사에 필요한 항목별 해설 및 작성요령을 포함한 조사지침서 개발
- 2019년의 조사대상은 2014년의 조사대상 범위에 준하되, 비제조업 사업장 중 5인 미만 사업장을 표본에 포함시키는 정도로 변경을 제안하였으며, 제조업 5인 이상 사업장 145,279개소 전수조사, 5인 미만 제조업 중 14개 표적업종(산재 소분류 기준) 사업장 12,884개소 전수조사, 기타 제조업 5인 미만 사업장 213,916개소 중 11,837개소(약 5.5%) 표본조사, 비제조업 중 21개 표적업종(산재 중분류 기준)에 대하여 5인 이상 5,645개소(1.9%), 5인 미만 4,355개소(0.5%)를 선정하여 총 18만개 사업장을 조사대상으로 제안
- 과거 조사의 제한점을 극복하면서 향후 조사결과의 신뢰성과 활용도제고를 위하여 다음과 같은 고려가 필요할 것으로 제안함

첫째, 우리나라 산업구조의 급격한 변화로 5년 주기의 조사가 실태를 반영하기 어렵기 때문에 향후 조사에서는 조사대상 사업장의 업종과 업종별 조사 사업장 수를 조정하고, 조사주기 단축으로 산업구조의 변화를 반영할 필요가 있으며, 조사의 실시 주기는 기존에 조사되고 있는 산업안전보건동향조사 및 근로환경조사가 3년마다 실시되고 있는 점, 환경부의 화학물질통계조사가 2년마다 수행하고 있는 점을 고려할 때 질병관리본부에서 시행하는 국민건강영양조사와 환경부의 국민환경보건기초조사처럼 3년 주기로 하되 3년 동안 지속적으로 조사하는 방식을 참조할 것을 제안함

둘째, 실태조사의 항목이 광범위하고 법적 근거가 취약하여 조사사업장의 참여를 성실하게 유도하기에 어려움이 크기 때문에 조사의 법적근거를 만들고 동시에 조사항목을 단순화함으로써 사업장의 참여를 유도하는 것이 필요하므로 산업안전보건법 제8조에 작업환경실태조사의 법적 근거와 기업의 협조를 명시하는 조항을 신설할 것을 제안함

셋째, 조사결과의 신뢰도에 부정적인 영향을 미치는 핵심요인은 정해진 예산과 조사에 필요한 전문 인력 확보의 어려움으로 파악되므로, 조사원의 채용방법 및 과정과 교육훈련 내용, 조사원의 업무량에 관한 내용 및 조사원 교육훈련에 대한 일정, 조사원 교육시간의 적절성이 검토되어야 하며, 국가단위의 통계 조사 및 공단에서 실시하는 근로환경실태조사, 산업안전보건동향조사와 마찬가지로 CAPI(Computer-assisted personal interviewing)/ TAPI(Tablet-assisted personal interviewing)의 도입을 적극 추진할 필요가 있음

넷째, 조사에 들인 노력에 비하여 조사결과의 활용이 제한적이라는 지적이 제기됨에 따라 조사결과의 주요 이용자(작성기관 내부, 연구기관 및 관련학회, 민간 등)의 수요와 이용자 유형별 용도를 조사하여 활용을 극대화할 수 있는 방안을 마련하고 조직적으로 지원할 수 있는 시스템을 갖추려는 노력이 필요함

☞ 연구활용방안

제언

- 조사품질 향상을 위하여 제안된 사항들에 대하여 근본적인 개선대책과 전략을 제시하지 못한 것은 이 연구의 제한점으로 향후 조사사업의 신뢰도와 활용도를 높이기 위한 체계적인 연구수행 필요

활용

- 본 연구에서 제안된 작업환경실태조사표와 조사지침서는 2019년 제6차 작업환경실태조사에 활용 예정

14

항공기 청소노동자의 직무 및 노출가능 유해인자 특성 연구

💡 **연구기간** 2018년 9월 ~ 2018년 12월

💡 **핵심단어** 항공기, 청소노동자, 기내청소, 살충제, 소독제

📖 연구배경

- 항공기 청소노동자들은 일반 청소업무와 달리 좁은 작업 공간과 제한된 시간 내에 작업해야 하는 특수성이 있는데, 해당 직무에 대한 노출 가능 유해인자에 대해서는 체계적인 정보가 부족함
- 최근 국내 항공사 기내 살충소독제 피레스린계(pyrethroids) 델타메트린 중독으로 인한 청소노동자 집단 실신 사건과 기내 청소제품의 구성성분(TEMP, CH2200) 논란과 관련하여, 항공기 청소노동자를 대상으로 한 작업환경 유해도 평가의 필요성이 제기되었음
- 실제 현장에서 청소노동자가 사용하는 화학제품 및 화학물질 목록을 파악하고 노출가능 유해인자를 평가하고자 함

📖 주요연구내용

연구결과

- 항공기 청소 작업은 기체청소, 기내 일반 클리닝, 기내 스페셜 클리닝, 기내 딥 클리닝으로 구분되어 있음
- 기체청소는 항공기 외부의 오염물질을 마른 걸레로 닦아내는 작업으로, 필요시 물을 사용하고 있음 (15분 이내 작업)
- 기내 청소는 작업시간에 따라 구분 되고 있으며, 가장 청소시간이 긴 딥 클리닝(4시간 소요)의 경우 소독 및 살충작업이 포함되어 있음. 살충제 성분으로는 퍼메트린, 델타메트린이 확인되었으며, 항공기 청소작업 시 취급하는 화학물질 중 산업안전보건법 관리대상물질로는 아세톤(시트접착제), 크실렌(검 제거제)이 함유되어 있음
- 일부 국가(호주, 뉴질랜드 등)에서는 입항하는 모든 항공기에 대한 검역을 반드시 실시하여야 하며, 세계보건기구(WHO)에서 권장하고 있는 살충소독제를 사용하고 있음

- 국내 항공사 23개의 청소 협력 업체, 95명을 대상으로 실시한 설문조사 결과, 청소노동자들은 주로 분진 발생에 가장 큰 불편함을 느꼈고, 개인보호장비는 장갑을 위주로 착용하였음
- 현장 직무조사 결과 좁은 공간에서의 제한된 움직임과 불편한 자세 그리고 중량물 취급으로 인한 근골격계 증상과 분진발생에 대한 불편함이 가장 컸으며, 소독 및 살충 작업 시 화학물질 사용으로 인한 불안감을 호소하였음
- 항공기 기내, 휴게장소, 실외에 대한 온·습도, 소음, 분진, 휘발성 유기화합물, 악취, 총 보유세균, 총 보유진균에 대하여 직독식 장비로 측정하였으며, 일부 청소노동자에 한해 소음, 분진에 대한 개인시료 측정을 실시하였으며, 직독식 장비 측정결과, 각 유해인자별 노출기준을 초과하는 항목은 없었으며, 호흡성 분진에 대한 일부 개인시료는 실내공기질 기준($0.15\text{mg}/\text{m}^3$)을 초과하였음

시사점

- 항공기 청소노동자들의 작업현장에서는 청소공간 및 작업종류에 따라 다양한 유해인자에 노출되고 있음을 확인할 수 있었음
- 설문조사 및 현장 조사 결과 대부분의 청소노동자들은 개인보호장비를 착용하지 않거나 부적절한 보호장비를 착용하는 것으로 확인되었으며, 이에 대한 실질적인 교육 및 관리가 필요함

연구활용방안

제언

- 항공기 청소노동자가 작업하는 현장에서 발생하는 유해인자를 직독식 장비를 활용하여 예비조사를 실시하였으나, 대부분의 결과 값은 노출기준을 초과하지 않았음. 이는 정해진 비행 일정을 준수하기 위해 짧은 시간 내에 청소를 해야 되는 특수성으로 완벽한 개인노출을 평가하는데 제한이 있었음. 이에 대해서는 보다 많은 개인시료 측정을 이용한 추가적인 연구가 필요함

활용

- 산업보건학회 학술대회 발표 및 국내외 산업보건관련 학회지 논문 발표
- 항공기 청소노동자 작업환경관리 가이드로 활용

15

옥외작업자 건강보호 방안(II) -한랭작업을 중심으로

💡 **연구기간** 2018년 10월 ~ 2018년 12월

💡 **핵심단어** 한랭작업, 옥외작업자 건강보호, 산업안전보건법

📖 연구배경

- 산업안전보건법 제24조(보건조치)에서 사업주는 저온 등에 의한 건강장해를 예방하기 위하여 필요한 조치를 하여야 하며, 시행령 제32조의 8(유해 · 위험작업에 대한 근로시간 제한 등)에서 다량의 저온 물체를 취급하는 작업과 현저히 춥고 차가운 장소에서 하는 작업에 대해서는 작업과 휴식의 적절한 배분, 그 밖에 근로시간과 관련된 근로조건의 개선을 통하여 근로자의 건강보호를 위한 조치를 하여야 한다고 규정
- 또한, 산업안전보건 기준에 관한 규칙 제6장 온도 · 습도에 의한 건강장해의 예방에서 한랭작업장의 설비기준과 성능, 작업관리(한랭질환 예방조치, 휴식과 휴게시설의 설치, 출입의 금지), 보호구(방한모, 방한장갑 및 방한복)지급 등을 규정하고 있으나, 사업주가 취해야 할 한랭작업에 대해 작업과 휴식의 적정배분, 기타 근로시간과 관련된 근로조건의 개선 등에 관한 구체적인 가이드가 없는 실정임
- 기후변화로 인한 한파의 가능성이 증가하고 있어 장시간 옥외에서 작업하는 근로자의 건강장해가 우려됨에 따라 저온환경에 노출되는 옥외근로자에 대한 건강장해 예방조치 및 근로조건 개선방안 마련이 필요함

📖 주요연구내용

연구결과

- 영국, 미국, 캐나다 등은 산업안전보건법의 일반적 의무로 한랭 작업환경에서 일하는 근로자들을 사업주가 최선을 다해서 보호할 수 있는 조치를 취하도록 하고 있으며 이러한 규정은 영향력을 가지고 있음
- 한편, 뉴질랜드, 캐나다, 일본 등은 한랭 작업환경의 노출 기준을 제시하여 이 기준에 따른 안전한 작업과 필요한 조치를 지침으로 제시하고 있고, 이러한 지침은 반드시 준수해야 하는 강제규정은 아니며, 사업주가 근로자 보호의무를 다하기 위하여 필요한 정보와 가이드를 권고사항으로 제시하고 있음

- 현재 우리나라에서는 산업안전보건법 제24조의 규정에 근거하여 사업주는 사업을 행함에 있어 근로자의 한랭에 의한 건강장해를 예방하기 위하여 산업안전보건기준에 관한 규칙의 규정에 의하여 필요한 조치를 취해야 함

시사점

- 현재 국내 한랭 환경에 대한 노출기준은 없으며 세계적으로도 한랭작업에 대한 노출기준은 명확하지 않으나, 정부에서 한파특보와 체감온도 등을 발표하고 있어 한랭작업에 대한 별도의 노출기준을 제시하는 것보다는 기상청 등 정부에서 발표하고 있는 지표 등을 적용하면 될 것으로 판단됨

연구활용방안

제언

- 한랭 환경에서 옥외작업을 하는 근로자들을 보호하기 위해 강제규정을 두는 것보다는 사업주가 근로자를 보호하기 위해 지킬 수 있는 지침(가이드)을 제공하는 것을 제안함

활용

- 본 연구를 통하여 개발된 가이드를 사업주가 옥외작업 근로자들을 한랭 환경으로부터 보호할 수 있도록 사업장에 배포하여 활용하도록 권고



화학물질연구분야

01. 희토류 재생공정 노동자 건강보호 기준 연구
02. 화학물질정보분야에서의 OECD TOOLBOX 활용방안 연구
03. 나노입자 측정 기술 고도화 연구(II)
04. 식품가공 및 식품첨가물 제조공정 발생물질의 변이원성 연구
05. 집진공정의 화재폭발 예방 및 개선방안 연구 - 백필터 및 사이클론 집진장치 중심으로
06. 화학공장의 사고사례를 활용한 정상 및 비정상 작업시의 화재폭발사고 원인조사
07. 흡입독성시험 대상 후보물질 선정을 위한 데이터베이스 구축 연구
08. 피부자극성 시험방법 고찰 및 연구
09. 산업화학물질의 호흡기 영향 평가 연구 - 살생물질(BKC) 중심
10. 산업화학물질 특성에 따른 증기/에어로졸 등 발생 및 분석에 관한 연구
11. 금속산화물의 에어로졸 발생 및 분석법 연구
12. 1-PROPANOL의 독성병리연구 - 간에서의 효소변화
13. TETRACHLOROETHYLENE 유발 병변 연구
14. 병리진단 기법을 이용한 유해화학물질의 호흡기계 영향 연구 - PHMG·HCL 전신노출 랫드의 폐손상 독성기전
15. 산업안전보건법상 관리대상 유해물질의 분류체계 및 관리기준 개선방안 연구(II)
16. 물질안전보건자료 최신화 관리
17. 물질안전보건자료 신규작성
18. 산업안전보건법상 제조 등 금지 및 허가대상물질 정비방안 연구
19. 산업용 화학제품 관리를 위한 기반 구축
20. 탄소물질의 독성정보 재공 체계 구축에 관한 연구
21. 화재·폭발분야 안전보건규칙 개정안 마련 및 규제영향분석
22. 화학사고 위험경보제 성과분석 및 개선방안 연구
23. 화학물질 노출기준의 현장 적용성 강화 연구

01

희토류 재생공정 노동자 건강보호 기준 연구

💡 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 희토류, 재활용, 유해성/위험성, 노동자 안전

📖 연구배경

- 첨단산업 발달과 더불어 희토류(rare earths)의 수요가 증가하고 있는데 희토류 자원이 일부 국가에 편재해 있고 이를 외교 수단으로 활용하고 있음. 희토류의 원활한 공급에 세계적인 관심이 높아지고 있으며, 희토류의 재활용에 대한 관심도 점차 커지고 있음
- 최근 “희토류기술위원회”(ISO/TC 298)가 신설되고 우리나라는 위원회에서 재활용 분야를 맡게 됨으로써 향후 희토류 재활용 산업은 더욱 활성화될 것으로 기대되고 있음
- 아직 국내에서는 희토류 관련 산업인프라는 부족한 실정이나 재활용 과정에서 잠재적 유해성·위험성이 확인되고 있음
- 따라서 향후 전자·통신 산업의 발전과 더불어 희토류 소재 재활용 산업의 도래에 대비하여 노동자 건강보호에 선제적으로 대응하고자 함

📖 주요연구내용

연구결과

- 희토류 재활용 산업 발달과 더불어 노동자들은 재활용 과정 중 화학물질 포함 먼지, 금속, 화학물질 및 유기물 등 다양한 유해인자에 노출될 가능성이 제기되고 있음
- 희토류에 대한 세포 및 동물을 이용한 독성시험에서는 폐 및 간독성이 보고되었고, 역학조사에서는 호흡계, 신경계, 심혈관계에 이상이 보고되었음
- 아직까지 희토류 산업에서 노동자 안전을 위한 규정은 원석 가공 시 방사선 노출에 초점이 맞춰져 있으며 작업장 내 노출 규제수준은 미비한 실정임
- 따라서 추가적 현장조사, 역학조사 및 장기간의 흡입노출 평가가 요구되며 이후 노동자 안전을 위한 모니터링 및 지침이 확립되어야 함
- 추가적으로 환경 친화적 재활용 기술, 분석방법 및 바이오마커의 개발과 희토류 대체물질 발굴에도 관심을 가져야 함

시사점

- 희토류 재활용 산업 발달에 대비하여 노동자 안전을 위한 산업보건, 환경영향 및 안전성 측면의 모니터링 및 지침 개발이 필요함
- 작업장 내 유해성/위험성 파악 및 희토류 규제수준 확립 등 지침 제정의 기반이 되는 장기 독성시험, 체계적인 역학조사 및 현장조사가 필요함
- 희토류 재활용 산업 기반이 열악한 국내의 경우 정부지원을 통해 산업발전과 함께 산업보건 수준을 향상시켜야 함

연구활용방안

제언

- 희토류 재활용 작업은 타 중금속의 처리작업과 유사한 점을 고려하여 관련 지침 제정에 이를 활용할 필요가 있음
- 국외에서는 원석 가공 시 유해성평가 모델 및 노동자 건강보호 지침이 개발되고 있어 재활용 분야로의 활용 또는 적용 확대가 필요함
- 작업장 규제수준 확립 및 미지의 희토류 영향을 배제하기 위해 현장조사, 실험동물을 이용한 장기노출 평가 및 체계적인 역학조사를 수행해야 함

개선방안 또는 정책방안

- 희토류 재활용에 대한 국내의 열악한 환경을 개선하기 위해 정부의 정책적·기술적 지원 및 인프라 구축을 통해 재활용 산업을 성장시켜야 함
- 경제성장과 함께 노동자 건강보호를 위한 지침 확립과 고효율, 저비용, 친환경적 기술, 희토류 분석법 및 바이오마커의 개발과 희토류 대체물질 발굴을 추진해야 함

활용

- 국내·외 희토류 관련 산업동향에 맞춰 새로운 연구 개척 또는 후속연구의 기초자료로 활용
- ISO/TC 298 작업반(WG2; 재활용)의 마스터플랜(안전보건)에 반영 또는 산업안전보건법 및 KOSHA-GUIDE 등의 관련 지침에 반영
- 학회발표 및 SH@W, SCI급 등 국내·외 우수 학술지에 논문게재

💡 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** OECD Toolbox, Ames test, 독성 예측, Read-across

📖 연구배경

- 화학물질로 인한 인체 유해성의 규명은 매우 중요하며, 인체 유해성을 규명하기 위하여 주로 사용되는 방법은 동물을 이용한 독성실험이나, 실험동물의 감소(Reduction), 고통경감(Refinement), 대체(Replacement) 등의 3Rs 원칙에 따라 외국의 동물실험은 감소하는 추세임
- 이에, 화학물질의 건강(환경) 유해성 정보를 확보하기 위한 대체시험법이 개발되고 있으며, 유럽의 신화학물질관리제도(Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals, 이하 'REACH제도')의 도입에 따라 동물대체시험법의 적용이 세계적으로 요구되고 있는 실정임
- 우리나라 환경부에서 주관하는 「화학물질의 등록 및 평가에 관한 법률」(이하 '화평법')에 따라 일부 화학물질은 대체시험법에 의한 건강(환경) 유해성 정보를 확보하여 등록할 수 있는 근거가 마련되어 있음
- 동물대체시험법 중 최근 주목을 받고 있는 방법은 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 *in silico* 방법이며, *in silico* 방법은 유해성 정보가 밝혀진 기존의 화학물질을 이용하여 구조적인 특징 등이 유사한 화학물질은 서로 유사한 독성을 갖는다는 전제 하에 컴퓨터 시뮬레이션으로 수행하는 방법으로서 Derek, TOPKAT®, OECD QSAR Toolbox 등이 개발되어 사용되고 있음
- 본 연구는 경제협력기구(Organization for Economic Co-operation and Development) 및 유럽화학물질청(European Chemicals Agency)에서 주관하고 LMC(Laboratory of Mathematical Chemistry, 불가리아)에서 개발하여 무상으로 배포하는 OECD Toolbox의 사용방법 및 활용 가능 분야에 대한 고찰을 통해 화학물질정보 분야에서의 활용 방안을 제시하고자 하였으며, 건강유해성 분류 중 생식세포변이원성에 대한 실험결과와 OECD Toolbox에 의한 예측결과를 비교하여 OECD Toolbox의 예측력을 확인하였음

📖 주요연구내용

연구결과

- 인체(환경) 유해성 정보가 알려지지 않은 화학물질의 인체(환경) 유해성을 예측(평가)할 수 있는 OECD Toolbox의 설치 및 사용방법을 OECD에서 제공하는 매뉴얼을 통하여 확인하였으며, 안전보건공단에서

물질안전보건자료를 제공하는 화학물질 중 226종에 대한 복귀돌연변이(in vitro, Ames test) 실험결과와 OECD Toolbox를 이용한 예측결과를 비교(양성 또는 음성)하였음

- 비교 결과, 프로그램 적용이 불가한 화학물질 25종을 제외한 201종 중 176종(87.6%)이 일치하는 것으로 확인되었음. 시험결과가 양성으로 판정되었으나, 예측결과가 음성으로 판정된 화학물질이 20종(10.0%), 시험결과가 음성으로 판정되었으나, 예측결과가 양성으로 판정된 화학물질이 5종(2.5%)로 확인되었음. 연구결과 선행 연구에서 확인된 일치율보다 향상된 것으로 OECD Toolbox의 기능향상과 탑재된 화학물질 수의 증가에 기인한 것으로 판단됨

시사점

- OECD Toolbox를 통해 매우 많은 수의 화학물질(79,204종)에 대한 물리화학적 특성, 건강 및 환경 유해성에 대한 정보를 확인할 수 있다. 이는 연구원에서 뿐만 아니라 화학물질을 제조 또는 수입하는 업체에서도 화학물질의 유해성·위험성 정보 수집 및 물질안전보건자료 신규 작성 등에 활용성이 높을 것으로 판단된다. 또한, 흡입 독성 시험 후보 물질 선정 시 기존의 연구 수행 결과를 확인하는 데 있어서도 활용될 수 있을 것으로 판단됨
- 건강 및 환경 유해성을 규명하기 위한 동물실험을 수행 대상 화학물질 선정 시 독성 예측 프로그램(OECD Toolbox 등)에 의한 예측(평가) 결과가 검토 자료에 포함될 경우 동물실험 실시에 대한 타당성을 확보할 수 있을 것으로 사료됨
- 본 연구에서 대상 화학물질에 대한 Ames test에 대한 실험값과 예측값에 대한 비교 결과가 선행 연구에 의한 결과보다 향상된 것을 확인할 수 있었으나, OECD Toolbox 등과 같은 독성 예측 프로그램에 대한 이해와 사용법에 대한 전문 지식을 배양하여 예측 결과에 대한 신뢰성을 견지할 필요가 있으며, 또한 선행 연구에서 제한한 바와 같이 복수의 예측 프로그램을 사용하여 그 결과를 상호 보완할 수 있는 방안이 필요함
- 향후 건강(환경) 유해성의 특정 종말점(end point)뿐만 아니라 최신 버전(version 4.2)을 통해 기능이 향상된 ADME, AOP, Metabolism 등을 활용할 수 있는 방안에 대한 후속 연구가 필요하며, 다양한 화학물질을 제조·사용·유통하는 산업체에서 노동자의 건강보호를 위해 OECD Toolbox 프로그램을 활용할 수 있는 방안에 대한 추가적인 연구가 필요함

03

나노입자 측정 기술 고도화 연구(II)

💡 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 나노물질, 입자 수 농도, 입자 크기 분포, 전자현미경

📖 연구배경

- 미국 국립산업안전보건연구소에서는 탄소나노튜브 및 탄소나노섬유, 이산화티타늄 및 은에 대해 질량 농도에 근거한 노출기준을 제안하고 있고, 네덜란드에서는 입자 수 농도에 근거한 나노기준값을 채택하고 있음
- 현재 정부와 국제기구도 제조나노입자를 측정하고 평가하기 위한 표준화된 방법을 갖고 있지 않고, 상호보완적인 방법들을 사용하는 프로토콜을 운용하고 있음. 작업장의 나노물질 노출을 정확하게 평가하려는 연구와 노력이 계속되고 있음
- 직독식 장비는 특이성이 부족하거나 정확도, 신뢰도 및 검정에 대한 문제로 주로 스크리닝 목적으로 사용되어 왔음. 나노입자 수 농도나 입자 크기 분포를 측정할 때 사용하는 직독식 장비들은 반응시간이 1초인 경우부터 6분에 이르기까지 다양하며, 일련의 측정 시간 동안 시간에 따라 생성된 측정값들은 서로 독립적이지 않고, 자기상관성을 가지는 경우가 많음

📖 주요연구내용

연구결과

- 본 연구에서는 나노입자를 측정하는 직독식 장비 중 Electrical Low Pressure Impactor(이하 “ELPI”), Scanning Mobility Particle Sizer(이하 “SMPS”), Optical Particle Counters(이하 “OPC”)의 측정값이 나노물질 측정 시 서로 일치하는지 평가하였음
- 기본입자 20nm인 은 나노입자 0.7g과 다중벽탄소나노튜브 0.3g을 각각 분진피더에 넣어 입자를 발생시키고 챔버에서 여러 장비를 이용하여 입자를 포집한 결과, 전체적으로 은 나노 입자 농도가 탄소나노튜브 농도보다 높게 나타났음
- 은 나노입자는 입자 수 농도가 증가하다가 다시 감소하는 추세로 나타났고, 탄소나노튜브는 낮은 농도이나 은 나노입자 보다 오래 동안 농도가 유지되었음. 은 나노입자와 탄소나노튜브 입자 모두 중화장치 부착에 따른 ELPI, SMPS, OPC 측정값의 차이는 없었음
- 은 나노입자의 ELPI와 SMPS 측정 결과를 비교했을 때, 기본입자 크기가 20nm인 은 입자크기는 200nm부터 1000nm 범위에서 ELPI 측정 결과가 조금 높으나, 전체적인 총 입자수 농도 차이는 크지 않았음.

은 나노입자에 대해 ELPI와 OPC의 결과를 비교했을 때, ELPI의 입자 수 농도가 높게 나타났고, 차이도 크게 나타났음

- 탄소나노튜브를 비산시킨 결과, 은 나노입자 농도보다 전체적으로 낮은 농도로 나타났음. SMPS 측정 값이 모든 입자 크기 영역에서 ELPI 측정값보다 높게 나타났음. 탄소나노튜브의 ELPI와 OPC의 결과를 비교했을 때, ELPI의 입자 수 농도가 높게 나타났고, 차이도 크게 나타났음
- 투과전자현미경으로 ELPI 각 단의 입자를 관찰해 보면, 각 단에 여러 형태와 크기의 입자가 관찰되었음. 구형의 은 나노입자는 비교적 일정한 모양과 크기의 입자들이 ELPI 임팩터 각 단에서 관찰되었음. 탄소 나노튜브의 경우 은 나노와 완전히 다른 섬유형태와 크기의 입자가 ELPI 임팩터 각 단에서 관찰되었음. 임팩터 각 단의 다양한 섬유다발과 섬유가닥을 봤을 때, ELPI나 SMPS가 섬유에 대해 어떻게 입자를 계수하는지 규칙성을 발견하기 힘들
- ELPI와 OPC는 1초에 1개의 측정값을 생성하는데, 측정값들에 대해 자기상관성을 평가한 결과 자기상관성이 높았음. Autoregressive integrated moving average 회귀 분석 모델을 이용하면 반복 측정값에 대해 평균 차이를 검정한 결과 두 값이 차이가 있었음

시사점

- 탄소나노튜브의 입자수 농도와 입자 크기 분포를 측정하는 ELPI, SMPS, OPC의 각 측정값의 차이가 있고, 임팩터 각 단에 포집된 입자를 투과전자현미경으로 관찰했을 때 다양한 크기의 응집입자가 존재하였음. 따라서 섬유형태의 입자를 직독식 장비로 계수하거나 임팩터를 이용한 분리는 현재는 그 결과를 신뢰하기 힘들. 섬유형태의 나노물질 노출 평가에는 질량농도기반 노출 평가가 권고됨
- 탄소나노튜브 뿐 아니라 은 나노도 공기 중에서 응집이 쉽게 일어나고, 쉽게 분리되므로 이들에 대한 나노물질 노출 평가에서는 질량농도 노출 평가가 필수적이라고 판단됨

연구활용방안

제언

- 섬유형태의 나노물질의 노출 평가 방법에 대한 연구가 지속적으로 필요하며, 입자 수 농도 등의 노출 평가를 위한 직독식 장비는 신뢰성과 정확도가 우선적으로 검증되어야 함

활용

- 제조나노물질 노출 평가 프로토콜을 개발 시 연구결과를 활용할 수 있으며, 사물인터넷의 발전으로 활용도가 증가한 직독식 장비의 자료 해석에 활용 가능함

04

식품가공 및 식품첨가물 제조과정 발생물질의 변이원성 연구

💡 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 식품가공, 화학물질, 변이원성, 커피 로스팅

📖 연구배경

- 2,3-butanedione(diacetyl), 2,3-pentanedione 등에 의한 직업성 폐질환 예방을 위해 독성 스크리닝, 유해성 확인 및 동 직업성 질환의 조기발견을 위한 생체지표의 발굴 필요
- 커피 가공시설에서 디아세틸(diacetyl)에 노출된 노동자들은 폐쇄성 세기관지염(Bronchiolitis obliterans)이라는 희귀하고 심각한 호흡기 질환에 이환되었다는 연구결과들이 있으며, 해당 호흡기 질환은 미국 텍사스의 한 사업장의 커피 가공분야에서 일하는 노동자에게서 발생하였음.
- 커피에 첨가된 향료는 디아세틸과 2,3-펜탄디온을 함유하고 있으며, 해당 화학물질은 커피 로스팅, 그라인딩 및 포장을 포함한 다수의 식품 제조 과정에서 노출됨
- 본 연구 결과를 식품가공 및 식품첨가물 제조관련 노동자의 화학물질에 의한 노동자 직업성 질환예방에 활용하고자 하였음

📖 주요연구내용

연구결과

- 커피의 향기물질에는 대부분이 GHS 분류에 따른 유해성 · 위험성 물질이 많이 존재함
- 커피 로스팅 공정에서 발생하는 화학물질에 대한 유전자 발현변이 시험으로, 폐 세포에 커피 로스팅 공정 발생물질을 처리하여 해당 물질에 의한 유전자 변이원성 및 독성유전체 변화를 확인하였음
- 본 연구에서 수행한 커피 로스팅 공정 발생물질에 의한 독성유전체 분석과 및 마이크로RNA(miRNA) 발현분석을 수행하였음. 발현변이가 나타난 miRNA들의 표적 유전자에 대한 분석과 메신저 RNA(mRNA) 발현 결과를 매치시켜 분석한 결과, 저발현된 miRNA들로 인하여 *Fos1*, *Rb1*, *Aspn*, *Dusp1*, *Rnf19b*, *Jun* 및 *Hbegf* 유전자의 과발현이 관찰되었음

시사점

- 커피 로스팅 공정에서 폐쇄성 세기관지염을 일으키는 것으로 확인된 화학물질 2종으로 처리된 세포주의 유전자 발현 분석(mRNA 및 miRNA expression profiling) 실험을 수행하였으며, 두 시험물질이 정상 폐 세포에 처리되었을 때 초기 생화학적 변화, 기전 및 초기 바이오마커의 발견에 중점을 두었음
- 폐쇄성 세기관지염을 일으키는 생화학 기전(Pathway) 및 유전자 생체지표(Biomarker)의 제시를 통해 해당 질병의 위험성 및 효율적인 예방에 활용될 수 있도록 하였음

연구활용방안

제언

- 폐쇄성 세기관지염의 발생과 관련하여 분쇄한 커피로부터 다양한 유기화합물과 그 직업적 노출한계 (Occupational Exposure Limits, OELs) 및 잠재적 독성을 규명하기 위한 후속연구가 필요함

개선방안 또는 정책방안

- 분쇄 및 포장작업 및 낮은 농도의 (디아세틸 등) 화학물질에 노출되는 노동자 건강보호를 위해 각 화학 물질과 폐질환 사이의 용량-반응 관계 규명이 필요함

활용

- 식품가공(커피 로스팅, 포장 등) 공정에서 화학물질 노출에 의한 유전자 발현조절 고찰, 생체지표 발굴에 의한 직업성 질환의 효과적인 예방에 기여
- 식품가공 및 식품첨가물 제조공정 노동자, 식품산업 관련 정책 입안 기관, 유해성 화학물질 취급 노동자 등에 정보전달
- SCI급, SH@W 등 국내외 우수 학술지 논문게재 및 학회발표 등 관련 후속연구의 기초연구로 활용

집진공정의 화재폭발 예방 및 개선방안 연구 - 백필터 및 사이클론 집진장치 중심으로

 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** 집진장치, 분진, 백필터, 사이클론, 화재폭발

연구배경

- 집진장치 공정의 분진 화재폭발사고가 매년 발생하여 많은 인명 및 재산 피해가 발생하고 있지만, 산업 안전보건법에서 집진장치 등의 분진 취급 공정에 대한 제도적 규정이 거의 없어 동종재해 예방에 어려움이 있음
- 본 연구에서는 분진 취급 공정 중에서 분진 화재폭발의 발생 빈도가 가장 큰 집진장치에서 분진 발화 및 폭발 발생 방지대책사고 관련 사업장에서 지속적인 안전관리를 구축하는데 필요한 제도적 개선안을 제시하고자 함

주요연구내용

연구결과

- 최근 10년간의 국내 집진장치의 화재폭발사고 조사 결과, 금속, 플라스틱, 목재, 곡물 분진 순으로 발생 빈도가 높으며, 사상자 발생은 금속분진에서 58.3%로 가장 높았음
- 집진장치 화재폭발사고의 주요 원인은 장치 자체의 구조보다 관리적 요인이 많았으며 화재폭발 피해 최소화를 위해서는 폭발범위 내의 분진 농도를 전제로 한 방호대책을 함께 실시해야 함
- 분진 취급설비는 제도적 규정이 없고 대부분의 사업장은 생산공정으로 인식하지 않아 예방 및 방호 대책에 소극적인 실정이며 동종재해 및 사고사망 저감을 위해서는 제도적 개선이 시급히 필요함
- 분진폭발 방호장치를 도입하는 사업장의 비율은 매우 낮지만, 안전장치를 사용하고 있는 사업장인 경우에도 사용 분진의 폭발특성값을 고려하여 설계된 안전장치는 거의 없는 것으로 조사되었음
- 집진공정의 분진폭발로 인한 공정피해 확대 예방을 위해서는 취급 분진의 폭발특성값을 활용한 사전 예측과 폭발특성에 적합하게 설계된 방폭안전설비의 적용이 요구됨
- 집진장치의 분진화재폭발사고 예방을 위해 산업안전기준에 관한 규칙의 제232조(폭발 또는 화재 등의 예방)에서 폭발방산구 등의 방호장치가 필요하고, 또한 제239조(위험물 등이 있는 장소에서 화기 등의 사용 금지)에서 산안법 지정 위험물 이외의 가연성고체에 대한 규정이 요구되는 등의 제도개선안을 제안함

시사점

- 사업장에서는 집진장치를 생산공정으로 인식하지 않아 안전관리 및 안전장치 설치에 소극적인 경향이 관찰되었음
- 집진장치 동종재해를 저감시키기 위해서는 사고발생 빈도가 높은 집진장치를 우선적으로 제도권에 포함시켜 관리할 필요가 있음

연구활용방안

제언

- 화재폭발사고의 발생 빈도가 높고 인명피해 손실이 지속적으로 발생하고 있는 집진장치의 사고예방은 사업장의 자율적 관리만으로는 해결하기가 쉽지 않음
- 따라서 구체적인 예방대책 사항에 대한 규정이 필요하며 매년 반복 발생하는 사고의 발생 및 피해 저감을 위한 제도적 개선이 필요함

개선방안 또는 정책방안

- 국내 집진장치 화재폭발사고의 원인물질은 금속분진이 가장 많았으며 인명 및 물적 피해도 가장 높게 나타나고 있으므로 제도적 관리 등의 검토가 요구됨
- 집진장치의 화재폭발사고의 주요 원인은 운전방법 및 안전관리의 사전 예방대책의 미비로써 안전장치 등의 적극적인 방호대책 적용이 요구됨
- 집진장치의 화재폭발 예방을 위해, 산업안전보건법 제232조(폭발 또는 화재 등의 예방) 및 제239조(위험물 등이 있는 장소에서 화기 등의 사용 금지)의 개정안을 통해 보다 능동적인 사망사고 예방을 위한 제도적 추진이 필요

활용

- 국내 학회의 논문게재를 통한 안전기술정보 보급 및 제도개선에 활용
- 안전보건기술지침 개발을 통한 집진장치의 분진 화재폭발사고 방지에 기여

06

화학공장의 사고사례를 활용한 정상 및 비정상 작업시의 화재폭발사고 원인조사

💡 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 일상작업, 비일상작업, 화재, 폭발, 화학공장

📖 연구배경

- 국내 화학공장 등의 제조업 설비가 노후화 되면서 설비의 정비·수리작업과 같은 비일상작업 중 사고가 빈번하게 발생하고 있으며 그 발생 가능성도 높아지고 있음
- 국내 화학공장을 포함한 제조업체의 비일상작업 중 사고예방을 위해 최근 발생한 화학사고 사례에 대한 작업별 특성을 분석하고 사고사례에 대한 지식체계를 구축할 필요성이 높아짐

📖 주요연구내용

연구결과

- 수집된 329건의 화재·폭발 및 화학물질 누출·접촉에 의한 사고는 일상작업 중에 166건(50.5%), 비일상작업 중에 117건(35.6%)이 발생한 것으로 분석되어 일상작업과 비일상작업 중에 발생한 사고 건수는 약 6대 4의 비율로 나타났음
- 화학공정과 관련된 화합물 제조 및 취급설비의 화재·폭발 사고는 일상작업 보다 비일상작업 중 사고가 더 많이 발생한 것으로 나타났고, 작업에 소요되는 시간만 고려하면 작업 시간이 상대적으로 짧은 비일상적인 작업 중에 많은 재해가 발생하고 있는 것으로 분석됨
- 제조업의 세부업종별로는 화학제품제조업에서 가장 많은 사망사고가 발생했는데 일상작업과 비일상작업 중 화재·폭발 사고건수는 각각 26건과 24건으로 비슷한 수준으로 나타났고, 화학물질 누출·접촉에 의한 사고는 일상작업(3건)보다 비일상작업(9건) 중에 사고가 많이 발생하였음
- 화학공정과 관련된 화합물 제조 및 취급설비의 화재·폭발 사고는 일상작업 중 15건, 비일상작업 중 19건이 발생하여 일상작업 보다 비일상작업 중 사고가 더 많이 발생한 것으로 나타났음. 또한 기계·기구·설비 수리와 점검·보전 작업 중 각각 35건과 25건의 화재·폭발 사고가 발생했는데 수리작업 중 사고의 85.7%(30건), 점검·보전 작업 중 사고의 56.0%(14건)가 비일상작업 중에 발생하였음
- 선박, 드럼, 로와 같이 사고가 많이 발생한 기계·기구·설비와 용접·용단작업에 대하여 작업대상 기계·설비 및 작업내용에 따른 사고의 연결과정을 나무 형태로 도식화함

시사점

- 화학공정 설비를 비롯한 화재·폭발 및 화학물질 누출·접촉 사고가 많이 발생하는 기계·기구·설비에 대한 사망사고 발생 특성 및 원인을 체계적으로 분류하여 제시함
- 향후 사망사고 건수가 많은 기계·기구설비 및 작업내용 대해서는 부상사고를 포함하여 분석하고 나무형태(사고나무)로 그 결과를 요약하면, 사고 발생 원인을 체계적으로 제시하고 그 결과를 쉽게 활용할 수 있을 것으로 기대됨

연구활용방안

제언

- 산업안전보건법 시행규칙의 산업재해 조사표에 작업대상 기계·기구·설비, 취급물질, 작업종류 등의 항목을 추가하여 사고에 대한 정확한 정보를 수집할 필요가 있는 것으로 판단됨
- 본 연구에서 발견된 기계·설비나 작업내용에 따른 위험 요인은 사고 예방을 위해 기존의 기술자료에 반영하거나 향후 기술자료를 추가 작성할 필요가 있음

개선방안 또는 정책방안

- 산업재해보상보험법에 따른 요양급여 및 휴업급여 신청서의 재해원인 및 발생상황 항목을 좀 더 세분화하여 재해발생 과정과 원인을 구체적으로 기재하도록 할 필요가 있음
- 산업안전보건법 시행규칙 별지 제1호의2에 따른 산업재해 조사표에 작업대상 기계·기구·설비, 취급물질, 작업종류 등의 내용을 구체적으로 기재할 수 있는 칸을 추가할 필요가 있음
- 용접관련 기술지침 및 아크용접 관련 기술지침에 비활성 가스에 대한 질식 위험성과 필요한 대책을 추가할 필요가 있으며, 공기재킷 관련 기술지침에는 공기재킷 사용 시 산소 호스(hose)를 에어재킷에 잘못 연결하여 산소과잉 분위기가 되었을 경우의 위험성에 대해서 기술할 필요가 있음

활용

- 화재·폭발 예방을 위한 사업주와 근로자 교육자료 및 안전보건기술지침, 기술자료 등의 작성 및 개정 시 활용할 수 있으며 산업안전보건법 개정 시 참고자료로 활용

흡입독성시험 대상 후보물질 선정을 위한 데이터베이스 구축 연구

 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** 흡입독성시험, 유해성 · 위험성 평가, 유통량, 독성예측, 발암성, EURAM-scoring

연구배경

- 산업안전보건연구원에서는 2015년 12월 국내 최초로 만성흡입독성시험시설을 준공하였는데, 이 시설을 장기간 효율적으로 운용하기 위해서는 시험대상 물질 선정이 무엇보다 중요함
- 국내에서 유통 및 사용되고 있는 화학물질 중 사용량과 유통량 및 노출근로자수가 일정 수준 이상인 화학물질에 대해 흡입독성시험의 필요성 여부를 검증한 자료(DB)가 많지 않기 때문에 시험후보 물질을 선정에 많은 어려움이 있음
- 일하는 사람의 화학물질에 의한 직업병 예방을 위하여 유통량이나 노출 근로자수가 많은 물질을 대상으로 안전보건공단 MSDS, NTP, NITE, IARC, 환경부 자료 등에서 화학물질 독성정보를 찾아 입력하고 기존의 독성예측 프로그램을 이용하여 시험대상물질 선정기준으로 활용하는 방안도 검토할 필요가 있음
- 본 연구에서는 국내 유통량, 산업현장의 관심이 되고 있는 사회적 이슈 등을 고려하여 유해성이 미 규명된 화학물질을 대상으로 유해성 · 위험성 정보, 유통량, 노출근로자수, 법적 관리 여부 등을 반영한 화학물질 데이터베이스를 구축하고, 독성 예측프로그램을 활용하여 독성을 예측한 후 그 자료를 기반으로 흡입독성시험 후보물질을 제안하고자 함

주요연구내용

연구결과

- 산업현장에서 사용되는 화학물질의 흡입노출에 의한 근로자 직업병 예방을 위하여 흡입독성 미 규명 물질의 유해성을 규명하고자 안전보건공단에서 제공하는 물질안전보건자료와 환경부 국내유통량조사 결과 화학물질정보를 기초로 하여 국내 유통량, 물리적 · 화학적 특성 고려, 발암성 구분이 없는 물질, 사회적 이슈 등을 고려하였음

- 국내 반도체 및 LCD 제조업에서의 취급화학물질, 작업환경측정 및 실태조사 결과, 신규화학물질 유해성 조사 자료, 외부로부터의 추천물질, 산업안전보건법 적용대상물질을 대상으로 기본 모집단 DB를 구축하고 MSDS 기초자료 및 유통량 등을 적용하여 일차적으로 4,649종의 시험물질 선정을 위한 데이터베이스를 구축하였음
- 급성, 아만성, 발암성 시험물질 선정은 EURAM scoring, 흡입노출 가능여부, 유통량, 독성예측 프로그램, 사회적 요구도가 높은 물질 등을 활용하여 우선순위를 결정하였음. 특히 발암성 시험물질에 대해서는 Derek Nexus, Comparative Toxicogenomics Database, Iazar Toxicity Predictions를 활용하여 우선순위 결정에 신뢰성을 추가하였으며, 급성 110종, 아만성 82종, 발암성 31종을 선정하였음

시사점

- 흡입독성시험물질 선정은 소요기간, 비용, 직업병예방 및 사회적 가치 창출에 기여라는 측면을 고려할 때 매우 중요함. 특히 산업현장 특성상 일하는 사람에게 화학물질 노출은 대부분이 호흡기를 통하여 노출 된다고 할 수 있음
- 국내 유통량, 독성정보 등을 고려한 흡입독성시험 후보물질 우선순위 결정을 통해 흡입독성정보를 제공함으로써 근로자의 건강보호에 기여할 것으로 기대함

연구활용방안

활용

- 산업안전보건연구원에서 수행하는 흡입독성시험 대상 후보물질을 과학적·체계적으로 선정하여 중장기 흡입독성시험계획을 수립하기 위한 기초자료로 제공함으로써 흡입독성시험설비를 효율적으로 운용 하는데 기여할 수 있음
- 국내 유통량 등을 고려한 화학물질 유해성 DB를 구축함으로써 흡입노출에 인한 직업병 예방을 위한 정책 및 제도개선에 근거자료로 활용
- 관련 학회 등에 연구결과 발표, 논문게재 등을 통하여 산업현장에서 노출되는 흡입물질의 노출에 따른 직업성 질환을 예방하는데 기여하고자 함

인체피부모델을 이용한 산업화학물질 피부자극성 시험방법 고찰 및 연구

 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** 인체피부모델, 피부자극성, 동물대체시험법, 유해성평가, GLP

연구배경

- 국내 직업병 피부질환으로 인한 산업재해 요양승인은 연간 약 20여건이나, 미국의 경우 근골격계질환 다음으로 많이 발생하는 업무상 질병임. 미국립산업안전보건연구원(NIOSH)에서는 화학물질과 피부접촉으로 인한 질환예방을 위하여 피부표기법을 개발, 홈페이지를 통하여 화학물질 및 직업성피부질환 유해성 정보를 제공하고 있으며, 1,300만 명 이상의 근로자가 잠재적으로 피부를 통해 흡수될 수 있는 화학물질에 노출되는 것으로 추산됨
- 산업현장에서의 화학물질에 의한 피부노출은 직업성 피부질환 및 전신독성 등 근로자 건강장해를 유발할 수 있음. 따라서 본 연구에서는 직업성피부질환의 선제적 대응을 위하여 동물대체시험법으로 화장품 업계 등에서 많이 활용되고 있는 인체피부모델(인공피부)을 이용한 피부자극성 시험방법을 고찰하고, 산업화학물질의 피부자극성 유해성 평가 자료생산을 통한 직업성 피부질환예방에 기여하고자 함

주요연구내용

연구결과

- 피부자극성 시험물질은 안전보건공단 홈페이지에서 제공하고 있는 MSDS 기초자료, 환경부 화학물질 유통량 조사결과(2014), 학교 급식 서비스업종에서 사용하는 세척제 DB를 구축하여 국내 유통량, 시험 가능 여부(시약구입 등) 등을 종합적으로 고려하여 시험물질 3종(EDTA tetrasodium salt, n-Butyl lactate, Indene)을 선정하였음
- 인체피부모델은 OECD 가이드라인 No. 439에서 규정하고 있는 검증된 4개 모델 중에서 신뢰도, 특이도, 정확도 등을 고려하여 SkinEthic™ RHE를 선정하였음. 숙련도 시험물질 10종에 대한 숙련도검증 시험을 수행하고, OECD 가이드라인에서 규정한 숙련도 시험물질 10종에 대한 GHS 구분과 일치하는 것을 확인하였음

- 피부자극성 시험물질 3종의 유해성평가 결과 Indene과 n-Butyl Lactate의 표준편차는 가이드라인에 규정된 허용범위($SD \leq 18$)를 만족하였으나, Tetrasodium ethylenediaminetetraacetate tetrahydrate는 $SD = 41.341$ 로서 허용범위를 크게 벗어나 추가 시험이 필요하였음. Indene과 n-Butyl Lactate에 대한 발색성, MTT 환원성을 고려한 피부자극성 유해성 분류 결과 피부자극성 물질로 판단 가능한 역치 수준 (즉, $\leq 50\%$ 이면 GHS ‘구분2’) 이하로 세포생존율을 감소시키는 것으로 확인할 수 있었음. 따라서 Indene, n-Butyl Lactate는 피부자극성 물질(GHS ‘구분2’)로 드러남

시사점

- 최근 화장품 업계를 위주로 동물시험대체시험법에 의한 국내·외의 피부자극성 시험 추세를 반영하여 산업화학물질에 대한 인체피부모델을 이용한 피부자극 유해성 평가를 수행하였음. 실험동물을 사용하지 않고 인체피부모델을 이용한 피부자극성 시험방법은 2014년도에 OECD 가이드라인이 제정되면서 본격적으로 수행되기 시작하였음
- 이번 연구과제 수행을 통하여 산업현장 화학물질에 대한 근로자 건강장해예방을 위한 피부자극 유해성 평가 시스템 구축 및 피부자극 유해성평가를 통한 직업성 피부질환예방에 선제적으로 대응 능력을 배양할 수 있을 것으로 기대됨

연구활용방안

활용

- 본 연구결과는 관련 학회 발표, 공단 MSDS 피부자극성 정보 업데이트 및 정책방향 결정, 노동자 건강장해 발생 시 관련성 규명 등을 위한 기초자료로써 활용이 가능함. 동물대체시험법으로서 인체피부모델을 이용한 피부자극성 시험 시스템 구축을 통한 향후 산업안전보건연구원의 GLP 인증 지정을 위한 기반조성에 기여할 수 있을 것임
- 실험동물을 사용하지 않고도 GHS “구분2”에 해당하는 피부자극성 물질을 분류할 수 있는 시험결과의 상시 생산 가능시스템 구축을 통해 산업현장에서의 직업성 피부질환 선제적 대응에 활용 가능
- 시험물질을 사용하는 사업장의 안전보건관계자 및 근로자, 산업보건 전문기관 종사자, 공단 지역본부/지사 등을 통한 사업장 기술지원 및 근로자 교육 등에 활용 가능

산업화학물질의 호흡기 영향 평가 연구 - 살생물질(BKC) 중심

💡 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** Benzalkonium chloride, BKC, Inhalation, Toxicity

📖 연구배경

- 2011년 가슴기 살균제로 인한 사망사고로 살생물제(Biocide)에 대한 사회적 관심이 높음
- 살생물제란 비농업용 화학물질로 원하는 않는 생물체를 제어 및 제거하기 위한 모든 제조물을 말하며, 살생물제의 사용량은 지속적으로 증가하여 전체 화학물질의 약 30~40%가 살생물질로 추정됨. 2011년 전 세계 살생물제의 수요는 약 68억 달러이며, 연평균 4.3%씩 증가하고 있음
- 살생물제에 소량 노출되어도 심각한 수준의 피해가 우려되기 때문에 관리방안에 대한 필요성이 제기되어 왔으며 국내에는 농림수산식품부, 환경부, 보건복지부 등 여러 부처에서 관련법으로 규제하고 있음
- 2018년 환경부에서 가슴기살균제 사고의 재발을 방지하고 화학물질로부터 안전한 사회를 만들기 위한 '생활화학제품 및 살생물제의 안전관리에 관한 법률'과 '화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률'이 2019년 1월 1일부터 시행될 예정임
- 일상생활에서는 살생물제가 저농도로 사용되고 있지만 인체에 직접 노출되고 노출빈도가 높아 산업용 화학물질보다 더 큰 피해를 유발하고 있음
- 살생물제를 취급하는 사업장의 근로자들은 건강장해 발생 가능성이 매우 높고, 살생물제 노출에 의한 피해를 예방하기 위하여 살생물제의 유해성 평가를 위한 흡입독성연구가 필요함
- 본 연구는 살생물제 1종을 선정하여 흡입노출에 따른 호흡기 영향을 평가하였음.

📖 주요연구내용

연구결과

- 국내 통계자료에 따르면 BKC는 살생제에 많이 사용하는 성분물질로 에어로졸 형태로 잠재적 직업노출이 가능한 물질이며, 가슴기 살균제 원인물질 중 하나로 흡입노출에 따른 폐질환이 강하게 의심되는 물질이므로 연구대상으로 선정되었음

- BKC를 흡입노출에 따른 호흡기 영향을 평가하기 위하여 F344 랫드를 이용한 급성흡입노출 및 14일 반복노출에 따른 호흡기 영향을 평가하였음
- BKC의 급성흡입노출에 따른 호흡기 영향을 조사하기 위하여 F344 랫드에 0.05와 0.5 mg/L의 노출 농도로 각 군당 암·수 3마리에 4시간 동안 전신노출 후 14일간 관찰한 결과, 0.5 mg/L 노출군에 노출된 동물은 모두 사망하였으며, 0.05 mg/L 노출농도에서 사망한 동물은 없었음
- 연구결과 BKC는 화학물질의 분류·표시 국제조화 시스템(Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals, GHS) 및 물질안전보건자료에 관한 기준에 따라 급성독성 구분 2(Cat. 2: >0.05~≤0.5 mg/L)로 분류됨
- BKC의 14일 반복흡입노출에 따른 호흡기 영향을 조사하기 위하여 F344 랫드에 0.8, 4 및 20 mg/m³의 농도로 14일 동안 전신 흡입 노출한 결과, 표적장기로는 주로 호흡기 계통인 비강과 폐인 것으로 확인되었고 노출농도인 0.8 mg/m³에서도 시험물질 노출관련 영향이 관찰되어 무유해독성량인 NOAEL(No Observed Adverse Effect Level)은 0.8 mg/m³ 이하로 평가됨

시사점

- 최근 임산부 또는 영유아의 원인불명의 폐질환의 원인물질로 살생물제가 거론되었던 바, 이를 제조하거나 취급하는 노동자들은 더 높은 농도로 장시간 노출이 가능하므로 노동자에게 더욱 심각한 문제를 유발할 수 있을 것으로 추정됨
- 시험물질인 BKC는 다 사용물질 중 노출 평가가 필요하고 다 사용 성분을 포함한 물질로 에어로졸 형태로 작업환경에서 노출이 가능한 물질이며, 가슴기 살균제 원인물질 중 하나이므로 유해성·위험성 평가가 필요함
- BKC의 호흡노출에 따른 유해성평가는 직업적 노출로 인한 취급 노동자들의 건강위험성을 평가함으로써 직업 환경 관리 및 가슴기 살균제 노출사고 관련 문제를 규명하는데 도움이 될 것으로 판단됨

연구활용방안

제언

- 흡입 노출에 의한 독성평가 결과 BKC는 호흡기 계통인 비강과 폐에서 자극을 유발하였음

- 유발된 자극이 산화적 손상에 의해 유발되었는지를 규명하기 위하여 분석한 ROS/RNS와 전염증인자인 IL-1 β , IL-6 및 MIP-2는 농도 의존적인 감소를 보였음
- 연구 결과는 IL-6가 항염증제로 작용하였기 때문에 감소되어 산화적 손상지표인 ROS/RNS의 감소를 유도하였고, 이때 IL-6와 함께 IL-1 β 및 MIP-2와 같은 cytokine이 함께 관여하고 있다고 판단되나, 추가적인 연구가 필요함
- BKC는 취급 노동자의 작업환경에 흡입 노출이 가능하고, 가슴기 살균제 사고관련 원인물질로 유해성 규명이 요구됨
- BKC 외의 살생물제는 다양하게 사용되어 다양한 분야의 노동자들에게 건강장해가 발생할 가능성이 매우 높기 때문에, 살생물제에 의한 피해를 예방하기 위하여 유해성 규명이 되지 않은 살생물제에 대하여 조속한 흡입독성연구의 수행이 필요함

활용

- 본 연구를 통해 주요 표적장기로 호흡기 계통인 비강과 폐인 것으로 확인 되었으며 무유해독성량인 NOAEL(No Observed Adverse Effect Level)은 0.8 mg/m³이하로 제시하였음
- 90일 반복흡입독성연구 수행시 노출농도 설정 시 참고자료로 활용될 수 있고, BKC 취급 사업장에서 노동자의 건강위험성을 사전에 파악하고 관리하기 위한 주요 자료로 활용될 수 있음
- 가슴기 살균제 사고 원인 규명을 위한 기초자료로 활용될 수 있으며 관련 학술지에 투고하여 국내외적으로 활용할 예정임

10

산업화학물질 특성에 따른 증기/에어로졸 등 발생 및 분석에 관한 연구

💡 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 증기, 에어로졸, 흡입독성, 흡입노출, 분석

📖 연구배경

- 독성물질의 직업적 노출은 오염된 공기를 호흡할 때 가장 빈번하게 발생한다고 알려져 있으며, 이런 이유로 노동자 건강보호를 위해 위해성 확인(risk identification) 등을 위한 근거 자료가 필요하고, 해당 자료 생산을 위한 흡입독성시험의 중요성이 대두됨
- 흡입물질은 에어로졸(aerosol), 가스(gas), 증기(vapor), 섬유상입자(fiber), 용접흄(fume), 연기(smoke), 미세입자(fine particle) 및 나노입자(nano particle) 등이 있으며 이런 물질들을 실험동물에게 흡입노출이 가능하도록 여러 형태의 흡입독성시험장치(특히 발생 및 분석 장치)가 필요함
- 흡입독성시험에서 일부 시험물질은 특정 농도로 노출되기 쉽지 않으며 이는 시험의 신뢰성에 큰 영향을 미치기 때문에 실험동물 없이 예비시험을 통한 농도 확인과 입자크기 분포 등을 확인하는 것은 매우 중요함

📖 주요연구내용

연구결과

- 시험물질의 형태는 일반적으로 많은 연구를 수행하고 있는 가스형태와 에어로졸(고체, 액체) 형태로 노출되는 시험물질을 활용하였음
- 1,2-Dichlorobenzene의 경우 이론 발생가능 농도의 약 22% 수준으로 발생되었고, Mono methyl formamide의 경우 약 33.3% 수준으로 발생되었음
- 시험물질의 특성, 특히 증기압에 따라 수준의 변화는 있었지만, 흡입독성연구 시스템에서 가스형태의 최대발생 농도는 포화증기 농도의 약 1/3 수준이라는 기존문헌과 유사한 결과를 확인하였음
- 이 정보를 활용하여 향후 물질 특성 정보 검색을 통해 발생가능 농도를 미리 예측할 수 있어 예비시험에 소요되는 시간을 단축시킬 수 있는 가능성을 확인하였음

- GC의 경우 분석 조건 설정은 비교적 만족스러운 결과를 얻었지만, 시험물질 분석의 전문성과 신뢰성 향상을 위해서는 물질별로 그 특성에 맞는 column을 사용하는 등 다양한 조건의 분석 경험과 노하우를 축적해야 할 것으로 사료됨
- IR-GAS의 경우 분석에 소요되는 시간이 매우 짧아 조건설정을 위한 시간을 줄일 수 있으나 장비 validation에 대한 한계점이 있는 단점이 확인되었음
- 에어로졸 형태로 발생시킨 10개의 시험물질 중 OECD 가이드라인에서 요구하는 MMAD 값이 그 범위를 벗어난 시험물질은 Barium carbonate, Manganese dioxide, Butanedioic acid 및 Barium nitrate 총 4 종류의 시험물질이었음
- 시험물질의 입자크기를 줄이기 위해 불밀 또는 막자사발을 이용하여 전 처리를 진행한 후 시험물질을 발생시켰지만 가이드라인의 요구 범위는 충족시키지 못하였는데 에어로졸은 그 농도가 높아질수록 고체 에어로졸의 응집과 액체 에어로졸의 유착으로 인해 입자의 크기가 커질 수 있기 때문인 것으로 판단됨
- MMAD가 높은 경우 시험물질의 발생부분에 사이클론을 설치하여 입자가 큰 시험물질을 한 번 더 걸러준 후 챔버에 시험물질을 노출시키는 방법을 통해 입자크기를 줄일 수 있을 것으로 예상됨

시사점

- 본 연구를 통해 흡입독성연구센터에서 보유하고 있는 장비, 시설 등을 활용하여 수행하는 흡입독성 시험의 절차와 그 과정에서 수정/보완 및 추가해야 할 항목들을 정리하였음
- 시험물질 선정부터 자료를 활용한 후보물질의 선택까지 구체적이며 현실적인 후보물질이 선정될 수 있도록 활용하고, 시험을 수행하는 부서에서 지속적인 업데이트를 통하여 시험 수행을 위한 추가설비, 기구의 도입 또는 기존 장비의 보완 등을 통해 국제적 수준의 흡입독성연구가 가능하도록 보조적인 방법으로 활용할 수 있을 것으로 사료됨

연구활용방안

활용

- 산업안전보건연구원 흡입독성연구센터의 흡입독성시험설비를 활용한 흡입독성연구 조건시험(예비 시험)을 체계적이고 효율적으로 진행할 수 있도록 시험수행의 순서와 단계별로 정리된 고려사항의 지속적인 수정/보완을 통해 시험물질의 선정단계부터 발생/분석 단계까지 전문성 향상과 기술 축적에 활용하고자 함
- 발생 및 분석에서 요구되는 추가 설비 및 장비에 대한 필요성을 검토할 자료로 활용할 수 있을 것으로 사료됨
- 흡입독성시험의 운영시스템의 체계적이고 지속적인 보완을 통해 보다 향상된 운영시스템 구축에 활용될 것으로 기대됨

💡 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 금속산화물, 나노, 에어로졸, OECD 가이드라인

📖 연구배경

- 다양한 종류의 금속이 산업현장에서 사용되고, 신기술 개발 및 금속산화물의 사용량 증가로 인하여 노동자의 건강에 악영향을 미칠 우려가 높아짐
- 입자상 물질은 나노수준으로 작아지면 호흡기에서 노출되는 형태가 달라질 뿐 아니라 인체 반응성이 달라져 독성이 증가하거나 새로운 유해성을 일으킬 수 있다는 것이 독성학적인 정설로 인정되고 있어 OECD는 나노특성을 반영할 수 있도록 화학물질의 흡입독성 시험가이드라인을 개정하였음
- 그러나 흡입독성 연구시스템은 아직 이러한 움직임에 충분히 대응하지 못하고 있어 나노특성을 반영한 흡입독성시험 체계 구축이 필요함

📖 주요연구내용

연구결과

- SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 3종류의 금속산화물에 대하여 각각 N-type(나노형, 입자크기가 100 nm 이하)과 M-type(마이크로형, 입자크기가 100 nm 초과)을 비부노출형 흡입챔버에서 더스트와 미스트의 방법으로 에어로졸을 발생시킨 결과, 더스트 발생기로 1,000 mg/m^3 까지 발생이 가능하였으나, 미스트 발생기로는 100 mg/m^3 이상 발생이 되지 않았음
- 더스트는 MMAD가 SiO_2 N-type이 0.186~0.912 μm , M-type이 1.524~1.617 μm 였고, TiO_2 는 N-type이 1.185~1.906 μm 였음. Al_2O_3 는 N-type이 1.816~2.521 μm , M-type이 2.711~3.102 μm 였다. GSD는 N-type의 SiO_2 가 4.39~6.04, M-type이 1.91~1.95, N-type의 TiO_2 가 2.43~3.44, Al_2O_3 는 N-type이 2.07~2.35, M-type이 1.81~1.87이었음. 미스트는 MMAD가 SiO_2 N-type 0.798 μm , M-type 1.869 μm , TiO_2 N-type 0.730 μm , M-type 1.534 μm , Al_2O_3 N-type 1.955 μm , M-type 1.458 μm 였고 GSD는 SiO_2 N-type 5.28, M-type 1.73, TiO_2 N-type 3.53, M-type 1.83, Al_2O_3 N-type 3.28, M-type 3.64였음. N-type SiO_2 의 GSD도 5.28로 OECD 가이드라인을 충족하지 않았음

- 이상의 결과 미스트 방법은 급성흡입독성시험에서는 적용하기 어려웠으며, MMAD 2 μm 이하, GSD 1~3을 요구하는 개정 반복흡입독성 시험가이드라인의 적용에 있어 더스트 방법과 미스트 방법은 유사한 결과를 도출하였으나, 나노크기의 입자는 미스트 방법, 더스트 방법 모두 OECD 가이드라인에서 요구하는 GSD를 충족시키기는 어려웠음

시사점

- 나노물질 등 입자상물질의 흡입독성시험 및 평가에 있어 가이드라인을 충족시킬 수 있는 기술개발과 함께 물질특성과 에어로졸의 입자특성을 반영한 흡입독성자료의 평가방법 확립이 필요함

연구활용방안

제언

- 입자상물질로 인한 노동자의 건강장해 예방 차원에서 에어로졸 노출기술 개발과 함께 물질 특이적인 흡입독성평가 기법의 연구가 지속적으로 수행되어야 함

개선방안 또는 정책방안

- 나노물질 등 입자상 물질의 유해성 평가에 있어 화학물질 특성에 적합한 시험 및 평가 가이드라인 개발 필요

활용

- 입자상물질의 흡입독성과 평가에 활용

1-Propanol의 독성병리연구 - 간에서의 효소변화

💡 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** 1-Propanol, normal propyl alcohol, 흡입독성시험, F344, B6C3F1, CYP450

📖 연구배경

- 1-Propanol은 프린트용 잉크, 페인트, 화장품, 농약 등의 제조 시 용매로서 대량 사용되고 있으며, 식품 첨가물, 손세정제 등에서도 소량 사용됨
- 주요 인체 노출 경로는 흡입, 피부 노출, 섭취 등이며, 호흡기 및 안자극성 물질로 독성은 적은 것으로 알려져 있음
- 그러나 높은 제조·사용량에 비해 추가의 독성 기전에 대한 연구가 부족한 실정임
- 향후 발암성 시험을 위한 선도 자료가 요구되기 때문에 연구를 통해 1-Propanol의 유해성 평가를 위한 기초 자료를 추가 및 독성 기전을 제시

📖 주요연구내용

연구결과

- 1-Propanol에 대한 물질정보, 사용량 및 선행된 독성 시험에 대한 조사를 바탕으로 90일간 전신 흡입 노출을 수행한 F344 랫드 및 B6C3F1 마우스의 생체 시료 분석 결과 혈액학적 검사, 혈액생화학적 검사 및 혈액 응고검사에서 1-Propanol의 흡입에 의한 독성 변화의 명확한 근거는 없었음
- 수컷 랫드의 체중이 유의성 있게 감소하였으나, 장기 무게, 현미경적 장기 소견 등의 결과에서 1-Propanol에 의한 뚜렷한 장기 독성은 관찰되지 않았음
- 알콜성 간 병변에서 주로 나타나는 세포질 내 붕입체(Mallory's body)는 일반 염색 및 CK8, CK18, UB를 이용한 면역 염색에서 관찰되지 않았음
- 랫드와 마우스의 최고농도 노출군에서 간의 대사 효소인 시토크롬 P450(CYP3A4, CYP2E1 및 CYP1A1/2)이 증가되었음을 면역염색을 통해 확인하였음

시사점

- 1-Propanol을 90일간 전신 흡입 노출한 동물 시료에서 시험 물질에 의한 명확한 장기 독성이 나타나지 않았음
- 시험물질에 의한 특정 대사산물도 관찰되지 않았음
- 그러나 간의 주요 대사 효소인 시토크롬 P450이 5200ppm 노출군의 암컷과 수컷 모두에서 증가하였음.
- 따라서, 장기 시험으로 진행했을 경우 간에서 물질 대사 증가로 인한 추가적인 병변이 발생할 여지가 있음을 시사함

연구활용방안

제언

- 연구 결과를 통해 화학물질에 의한 장기 손상 기전 연구에 기여하고, 해당 물질을 취급하는 근로자의 건강 유해성 평가에 기초 자료를 마련할 수 있을 것으로 판단됨

활용

- 연구 결과보고서 배포 및 우수 학술지 논문게재 및 학회발표를 통해 기초 연구에 활용

💡 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

💡 **핵심단어** tetrachloroethylene, 흡입, 간, cytochromeP450, peroxisome proliferator-activated receptor

📖 연구배경

- Tetrachloroethylene은 실험동물 흡입 노출 시 발암성이 보고되어 있음
- 노동자의 주요 노출경로도 흡입이나, 대부분의 발암기전연구는 비흡입경로임
- 비흡입과 흡입경로는 물질 흡수나 대사방법 등에는 차이가 있음
- 본 연구에서 tetrachloroethylene 흡입 노출 시에도 비흡입경로 연구에서 밝혀진 발암기전이 동일하게 나타나는지 확인하고자 하였음

📖 주요연구내용

연구결과

- B6C3F1 마우스에 tetrachloroethylene 400 ppm을 52주 동안 노출
- 노출 결과, 알라닌 아미노기전이효소, 아스파테이트 아미노기전이효소, 알칼리성 인산분해효소, 총단백, 알부민, 글로불린은 증가하였으며, 혈당 및 중성지방은 감소함
- 간의 절대 및 상대중량이 증가함
- 부검결과 간의 종괴가 대조군에서 2례, 400 ppm 노출군에서 16례 관찰됨
- 조직병리학적 검사결과 간의 선종이 대조군에서 5례, 400 ppm 노출군에서 11례, 간의 암종이 400 ppm 노출군에서 6례 관찰됨
- 면역조직화학분석결과 400 ppm 노출군에서 간의 cytP450 1A1/2, cytP450 2B1, cytP450 2E1, PPAR δ 의 양성발현 면적이 증가함
- 전자현미경분석결과 간세포내 퍼옥시좀이 대조군 대비 증가함

시사점

- 흡입 노출 시 비흡입경로 연구에서 밝혀진 발암기전 중 cytP450과 PPAR의 활성이 일어남
- cytP450과 PPAR의 활성에 의한 발암과정은 일반적으로 사람에게 적용하기 어려운 내용이며 tetrachloroethylene의 인체 발암성 여부가 IARC group 2A (sufficient evidence in experimental animals and limited evidence in humans)인 현 상황과 부합됨

연구활용방안

제언

- 사례연구를 통해 tetrachloroethylene 취급 노동자의 간 종양 발생 가능성이 보고되는 등 간 종양 유발 가능성을 완전히 배제할 수는 없기 때문에, 사람의 간 발암기전을 실험동물에 적용하여 연구할 필요성이 있음

활용

- 학회 및 논문 발표 등을 통해 유해성 평가를 위한 정보 제공

병리진단 기법을 이용한 유해화학물질의 호흡기계 영향 연구 - PHMG · HCl 전신노출 랫드의 폐손상 독성기전

 **연구기간** 2018년 1월 ~ 2018년 11월

 **핵심단어** PHMG · HCl, 면역염색, 산화스트레스, 사이토카인, 전암병변

연구배경

- PHMG는 구아디닌 계열의 화학물질로 가슴기살균제로 주로 사용되었으며, 카펫 및 플라스틱 향균제, 수처리제, 섬유유연제로도 사용되었음
- 2011년에 산모와 어린이들이 원인 모를 폐 손상으로 연이어 사망하였는데, 역학조사와 동물실험으로 폐 손상 원인이 가슴기 살균제였다는 것이 밝혀졌음
- 가슴기살균제 성분 중 PHMG에서 가장 많은 피해자와 사망자가 발생하였고, 현재까지도 가슴기 살균제에 노출된 환자 및 제조 근로자 등을 대상으로 피해자 파악이 진행 중임
- 그러나, 그 동안 PHMG · P에서 독성기전 연구가 진행되었으나, 아직 밝혀야 할 정보가 많이 있으며, PHMG · HCl 반복흡입독성시험은 지난해 산업안전보건연구원에서 수행하여 무유해용량(NOAEL)은 확인 되었으나, 병리기전 연구가 추가로 필요하였음
- 본 연구는 PHMG · HCl 13주 아만성 흡입독성 시험에서 폐 손상 독성기전을 병리학적 진단기법을 이용하여 확인하였음

주요연구내용

연구결과

- F344 랫드에 PHMG · HCl를 각각 대조군(0 ppm), 저농도군(0.13 ppm), 중농도군(0.40ppm)과 고농도군(1.20 ppm)으로 나누어 전신노출하고, 폐조직에서 조직병리검사, MT 특수염색, 면역조직화학, TUNEL assay 및 혈청에서 ELISA 검사를 실시하였음
- 조직병리검사 결과, 중농도 및 고농도군의 폐에서 섬유화, 염증세포침윤 및 기관지 및 세기관지 상피의 탈락, 세기관지 폐포 증식 및 편평상피 화생 등이 관찰되었으며, 섬유화는 MT 특수염색으로 콜라겐 섬유를 감별하였음
- 산화스트레스 관련 면역조직화학 결과, 폐에서 Nitrotyrosine을 제외한 4-HNE와 8-OHdG의 양성세포 수가 시험물질 노출농도가 증가에 따라 증가하는 것을 확인할 수 있었음

- 반면, SOD도 양성세포 수가 시험물질 노출농도에 따라 증가하였으나 중농도 및 고농도군에서 다른 산화스트레스 표지자보다 유의성 있게 감소하는 경향이 확인되었음
- 섬유화 유도 사이토카인 인 TNF-alpha와 TGF-beta의 면역조직화학법 및 혈청 ELISA 결과, 중농도군과 고농도군에서 증가가 확인되었음
- 전암병변 표지자인 Napsin A와 SP B 면역조직화학 결과, 중농도군 및 고농도군에서 관찰된 세기관지 폐포 증식에서 모두 음성반응이 확인되었음
- TUNEL assay 결과, 대조군 및 모든 시험물질 노출군의 폐에서 모두 음성반응으로 관찰되어, 세포자멸사를 확인할 수 없었음

시사점

- PHMG · HCl에 노출된 랫드의 폐에서 산화스트레스가 조직손상 및 염증을 유발하며, 염증세포 등에서 TNF-alpha와 TGF-beta가 분비하여 섬유화를 유도하였음
- 그러나, 세기관지 폐포 증식이 종양으로 진행될 가능성은 없는 것을 확인되었으며, 세포자멸사 경로로 조직 손상이 유발되지 않는 것으로 확인되었음
- 면역조직화학을 이용하여 산화스트레스와 사이토카인을 폐 조직 내에서 특이적으로 확인하였으며, 향후 흡입독성시험의 독성 기전 확인에 유용하게 적용할 수 있을 것으로 사료됨

연구활용방안

제언

- 실험동물에서 가슴기 살균제인 PHMG · HCl의 산화스트레스 영향을 조직학적으로 확인하였으나, 폐에서 관찰된 증식성 병변이 암으로 진행 될 가능성은 확인되지 않았음
- 이런 결과는 가슴기 살균제 관련 연구자에게 유용한 정보를 제공할 것으로 판단됨

활용

- 흡입노출에 의한 폐 독성의 병리진단기법 확립
- PHMG · HCl에 의한 폐 손상독성 유발 기전 확인

산업안전보건법상 관리대상 유해물질의 분류체계 및 관리기준 개선방안 연구(II)

 **연구기간** 2018년 6월 ~ 2018년 12월

 **핵심단어** 화학물질 분류, 관리대상 유해물질, 위험성 평가, 정부 및 공단의 역할

연구배경

- 산업안전보건법상 화학물질의 관리는 유해성과 노출을 종합·판단하여 해당 물질의 명칭을 목록화하는 것으로 이러한 방식은 실제 사업장에서 사용하는 수만 가지 화학물질의 유해성으로부터 근로자를 잘 보호할 수 없다는 문제가 제기되고 있음
- 특히 관리대상 유해물질은 전체 171종 1,197개(공단 제공 MSDS 18,737종 기준)의 물질이 정해져 있으나 전체 사용 화학물질 중 일부 물질만 해당되어 국내 타 부처 및 국제적 추세에 부합하지 못함
- 본 연구를 통해 관리대상 물질을 목록 기준 대신 건강 유해성 분류기준으로 하는 안전보건기준에 관한 규칙 제3편의 개정안을 마련하고, 정부의 역할 및 사업주의 책임 있는 화학물질 관리 방안을 제시하고자 함

주요연구내용

연구결과

- 관리대상물질 지정을 기존 “목록화”에서 “범주화”로 전환하여 일정한 유해성 범주에 들어갈 경우 관리 대상 유해물질로 분류할 수 있도록 하는 방안을 제안
- 화학물질 관리의 기초인 사업장에서 취급하는 관리대상 물질 파악 의무를 신설하여 사업장에서 화학물질 관리를 할 수 있도록 제안
- 현행 규칙상 습식작업에 한해서만 밀폐 또는 국소배기장치 설치의무를 면제하고 있으며, 이와 위험성이 비슷한 작업환경 측정 시 노출수준이 노출 기준의 10% 이하인 경우나 작업환경측정결과치가 없는 경우도 설치의무를 면제하도록 제안
- 법 제41조의2에 따른 위험성 평가 결과가 허용 불가능한 상태로 즉시 개선이 필요한 경우, 법 제42조에 따른 작업환경측정결과와 노출 수준이 기준을 초과한 경우, 관리대상 유해물질 노출로 인하여 근로자에게 건강장해가 발생한 사업장은 노출관리 프로그램 시행을 통해 추가 보호 조치를 하도록 의무를 부여하는 방안 제안
 - 노출 관리 프로그램 시행 시 “추가 보호 조치”를 취하여야 하는 경우, 공학적 대책, 행정적 대책, 보호구 착용 등을 우선순위 원칙에 의해 실시하도록 하며, 측정데이터가 없는 물질들은 기존 산업안전보건법의 위험성 평가 툴을 이용하도록 함

- 또한 법제적인 측면에서 관리대상 유해물질의 위험성 평가가 기존 위험성 평가 제도와 혼동되어 이를 조화시키기 위해 영국, 독일, 일본 등과 같이 화학물질 위험성 평가 방법, 절차, 시기에 관한 별도의 고시를 제정, 운영할 수 있도록 제안하였음
- 사업주가 화학물질 위험성 평가를 일반 위험성 평가와 구분 실시하게 함으로 현장에서 화학물질 위험성 평가를 시행해야 할 근거를 분명히 할 수 있도록 함
- 확대되는 유해 화학물질 관리에 대한 정부와 안전보건공단의 역할 및 향후 방향성 등을 제시함
 - 화학물질을 효과적으로 관리하기 위해서는 근로감독 방식의 전환이 중요하므로, 화학물질 관리 점검을 위한 근로감독관용 질문 내용을 제시하였음

시사점

- 관리대상물질을 건강 유해성이 확인된 물질로 확대하고, 위험성 평가를 통하여 관리하도록 하여 유해 화학물질 노출의 관리 사각지대를 없애야 함
- 이를 위해 본 연구에서 제시된 산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편 보건기준의 개정(안)에 대한 실효성을 확보하기 위한 사회성 · 경제성 평가와 더불어 산업안전보건법의 타 조항과의 조화 등에 대한 추가적인 검토가 필요함

연구활용방안

제언

- 화학물질 사용으로 인한 근로자의 건강장해를 예방하기 위해 화학물질의 유해성 확인이 필수적이며, 이에 따라 사업장에서는 유해성에 대한 분류와 위험성 평가가 적절하게 실시되어야 함
- 본 연구결과에서는 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정(안)을 제시하였으며, 향후 비용 · 편익 분석을 위한 사회성 · 경제성 평가 등이 필요함
- 정부는 사업장에서 화학물질 분류와 노출 평가 및 방지 조치를 자율적으로 실시할 수 있도록 지원 인프라 구축 및 감독 체계의 구상이 필요함

활용

- 관리대상 유해물질 범주화를 위한 개정(안) 및 이행 방안을 제시 등을 향후 관련 규칙 개정의 기초 자료로 활용할 수 있음

💡 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 10월

💡 **핵심단어** 물질안전보건자료, GHS, MSDS, Material Safety Data Sheet

📖 연구배경

- 환경부의 「2014년도 화학물질 통계조사」에 따르면 국내 화학물질의 취급 업체 수는 22,661개소이며, 16,150종의 화학물질 4,969백만 톤이 유통되고 있음
- 화학물질에 대한 사용량이 증가하면서 이로 인한 직·간접적 사고 발생률과 재해 및 사망률이 꾸준히 증가하고 있어 이에 대한 대책마련이 필요함
- MSDS는 화학물질 취급 종사자들에게 유해·위험성 등에 대한 정보를 제공하고 산업재해 및 직업병을 예방하기 위해 도입되어왔으나 일부 MSDS의 유해·위험성 정보는 불명확한 출처 및 난해한 문구 등으로 근로자 건강장해 예방책으로 활용되지 못한 것으로 파악됨
- 따라서 고용노동부의 산업안전보건법 시행규칙 일부개정령 및 고용노동부 고시(화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준)의 개정에 따라 공단 보유 MSDS DB 화학물질을 개정된 고시에 적합한 형태로 유해·위험성을 분류하고, 정보내용을 최신화하여 안전보건 관련업무 종사자에게 제공할 필요가 있음

📖 주요연구내용

연구결과

- 최신화가 필요한 화학물질 3,000종에 대하여 물리적 위험성, 인체 유해성, 환경 유해성 등 MSDS 작성에 필요한 정보를 수집한 후 고용노동부고시 제2016-19호, 6차 UN GHS 지침서 및 MSDS 작성 매뉴얼을 토대로 MSDS 내용을 최신화하고 이를 엑셀 형태로 DB화한 후, 교차검토 및 외부 전문가 자문위원회를 통해 신뢰성을 확보함
- MSDS 작성 결과, 각 유해성·위험성의 평균 최신화율은 물리적 위험성 48%, 인체 유해성 51%, 환경 유해성 55%이었음

- 세부적으로는 MSDS 9번 항목인 물리화학적 특성의 항목별 최신화율은 성상(79%)과 녹는점/어는점(72%), 용해도(70%)에서 높게 나타났으며, 증발속도(0.13%)와 냄새역치(0.9%)에서 가장 낮게 나타남
- 건강유해성의 항목별 최신화율은 급성 경구독성(67%)과 피부 부식성/자극성(57%) 항목에서 높게 나타났으며, 호흡기 과민성(1.7%)과 흡인 유해성(1.6%)이 가장 낮게 나타남
- 환경 유해성의 항목별 최신화율은 갑각류독성(54%)에서 가장 높게 나타나고 잔류성(15%)에서 가장 낮게 나타남
- 기존 활용하고 있던 “GHS 기준의 유해성·위험성 분류 및 물질안전보건자료 작성” 매뉴얼을 토대로 매뉴얼을 제정함으로써 유해성·위험성 분류에 대한 세부 기준을 마련하여 연구용역 관계자 및 해당 업무 담당자들이 GHS 분류 및 MSDS 작성 시 활용할 수 있도록 하였음

시사점

- 공단 화학물질정보 전용 홈페이지를 통하여 사업장 및 안전보건 관련 업무 종사자에게 개정된 고용노동부 고시에 따른 최신 화학물질 분류·표시 정보를 제공함으로써 산업현장의 MSDS 및 경고표지 작성을 지원하고, 화학물질로 인한 산업재해예방에 기여함
- 이해하기 쉬운 유해성 정보 전달 시스템을 제공함으로써 근로자의 건강과 환경 보호가 강화될 것으로 기대됨

연구활용방안

제언

- 일관성 있는 DB 제작 및 유지를 위해 독성 실험 및 인체 유해성 등에 사용되는 용어들의 통일이 필요하며, 특히 생식독성, 표적장기독성 1회 및 반복노출 항목은 분류자의 주관이 반영될 수 있으므로 GHS 분류 시 구체적인 근거를 기술할 필요가 있을 것으로 판단됨
- 최신화가 이루어진 DB의 경우 최신화 여부 및 일시를 표기하여 이후 관리자와 정보 이용자에게 자료의 최신성에 대한 객관적인 판단 기회를 부여할 필요가 있음
- MSDS 작성 및 제공 주체는 사업주이므로 공단에서 제공하는 자료는 법적 효력이 없는 참고용이라는 점을 공단 화학물질정보홈페이지의 MSDS 자료 열람 전에 사용자가 명확하게 알 수 있도록 공지하거나 해당 내용에 동의 시에만 자료 열람이 가능하도록 하는 방법의 도입이 필요함

| 연구담당자 연락처 |

산업안전보건연구원 산업화학연구실 화학물질정보연구부 정수진

전화 : 042-869-0315 / e-mail : star@kosha.or.kr

- 국내·외 법적 규제 대상 물질을 효율적으로 관리하기 위하여 시스템 관리부서에 담당자를 두어 관련 내용을 수시로 업데이트하여야 함

활용

- 안전보건공단의 화학물질 전용 홈페이지를 통한 사업장 및 안전보건 관련 업무 종사자에게 최신의 화학물질 분류·표지 정보를 제공할 수 있음
- 개정된 고용노동부고시에 따른 MSDS 분류·표시 등을 제공함으로써 사업장 및 안전보건 관련 업무 종사자에게 업데이트된 화학물질 분류·표시정보를 제공

💡 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 10월

💡 **핵심단어** 물질안전보건자료, GHS, MSDS, Material Safety Data Sheet

📖 연구배경

- 공단 화학물질정보 DB에 포함되어 있지 않은 500종의 화학물질에 대한 정보를 고용노동부고시(화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준)의 개정(2016.4.6.) 내용을 반영하고, UN경제사회 이사회의 최신 GHS 지침서에 적합한 형태로 유해성·위험성을 분류하여 MSDS를 신규 작성하고자 함
- DB화 된 대상물질 500종의 화학물질정보를 안전보건공단 화학물질 전용 홈페이지를 통해 사업장 및 안전보건 관련업무 종사자 등에게 제공함으로써 사업장의 MSDS 작성을 지원하고 다양한 측면에서 화학물질로 인한 산업재해예방에 기여하고자 함

📖 주요연구내용

연구결과

- MSDS 신규 작성 대상 물질 500종의 GHS 분류 결과 모든 항목의 종합적 분류율은 100%였으며 세부적으로는 각각 물리적 위험성은 98.6%, 건강 유해성은 87.2%, 환경 유해성 및 오존층 유해성은 65.2%인 것으로 나타남
- 기존 활용하고 있던 “GHS 기준의 유해성·위험성 분류 및 물질안전보건자료 작성” 자료를 토대로 “GHS 분류 및 MSDS 작성 매뉴얼”을 제정함으로써 유해성·위험성 분류에 대한 세부 기준을 마련하여 해당 업무 담당자들이 GHS 분류 및 MSDS 작성 시 활용할 수 있도록 하였음
- “GHS 분류 및 MSDS 작성 매뉴얼”에 따라 GHS 분류가 완료된 500종의 물질에 대하여 MSDS를 신규 작성함

시사점

- 안전보건공단 DB에 포함되어 있지 않던 화학물질에 대한 정보를 추가적으로 제공함으로써 산업현장에서 이용할 수 있는 정보의 폭을 넓힘
- 공단 화학물질정보 전용 홈페이지를 통하여 사업장 및 안전보건 관련 업무 종사자에게 개정된 고용노동부 고시에 따른 최신 화학물질 분류·표시 정보를 제공함으로써 산업현장의 MSDS 및 경고표지 작성을 지원하고, 화학물질로 인한 산업재해예방에 기여
- 이해하기 쉬운 유해성 정보 전달 시스템을 제공함으로써 근로자의 건강과 환경 보호가 강화될 것으로 기대

연구활용방안

제언

- MSDS 작성 및 제공 주체는 사업자임에도 불구하고 안전보건공단의 MSDS 자료에 지나치게 의존하고 있어, 향후 안전보건공단은 MSDS의 전 항목에 대한 정보를 제공하기보다 물질의 위험성 및 유해성만을 전달하는 방식을 채택하여 사업자가 MSDS를 작성 및 제공하도록 유도할 필요가 있음
- 해외 DB 중 가장 활용도가 높은 유럽화학물질관리청(ECHA)의 방식과 같이 화학물질의 위험성 및 유해성에 대한 모든 정보를 나열식으로 제공하되 정보의 선택은 사업주가 할 수 있도록 하여야 함
- 다만, MSDS 제공에서 정보 제공으로 변경할 경우 사업주가 혼합물질 MSDS 작성 시 어려움을 겪을 수 있으므로 혼합물질 MSDS 작성에 관한 사업자 및 담당자 교육을 확대할 필요가 있음

제언

- 안전보건공단의 화학물질 전용 홈페이지를 통해 MSDS 관련 DB를 제공함으로써 사업장 및 안전보건 관련 업무 종사자에게 최신의 화학물질 분류·표시 정보를 제공할 수 있음
- 개정된 고용노동부고시에 따른 MSDS 분류표시 등을 제공함으로써 산업 현장에서 자체 개발한 제품 및 수입 화학물질에 대한 물질 분류표시에 참고하여 활용 가능함

 **연구기간** 2018년 2월 ~ 2018년 10월

 **핵심단어** 산업안전보건법, 제조 등 금지물질, 허가대상물질, 선행연구물질

연구배경

- 화학물질 관리에 대한 필요성이 증가함에 따라 일부 선진국은 금지·허가 등 화학 물질 관리수단에 있어 “사후 관리적” 대응에서 “사전 예방적” 관리로 전환하는 등 화학물질 관리를 강화하고 있음
- 유럽연합은 화학물질의 등록·평가·허가를 위한 REACH(Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals)를 제정하여 화학산업계에 신규화학물질뿐 아니라 기존화학물질에 대해서도 유해성·위험성 평가를 요구하였으며, 고우려물질(SVHC, Substance of Very High Concern)에 대해서는 사용을 줄이고 유해성이 낮은 대체물질의 개발 및 사용을 유도하기 위하여 허가 제도를 신설하였으며, 일본은 화학물질의 위험성 평가 제도를 도입하여 현재 규제되지 않는 고우려물질에 대하여 위험성평가를 실시하여 위험성평가 결과에 따라 금지·허가 또는 특정 화학물질로 지정하거나 행정지도를 강화하고 있음
- 화학물질의 규제수준 및 역량 강화의 필요성은 지속적으로 제안되고 있음. 그러나 선행연구에서는 대부분 노출기준 설정대상 유해인자(산안법 39조), 허용기준 설정대상 유해인자(산안법 제39조의 2)에 대한 연구가 대부분으로 제조 등 금지물질 및 허가대상물질(산안법 제37, 38조)에 대한 유해성·위험성 평가 및 관리 제도 강화에 대한 연구는 많이 이루어지지 않았음
- 본 연구에서는 화학물질의 유해성에 대한 국민적 관심 증가와 국내 타부처에서의 화학물질관리 제도의 변화에 대응하여 산업안전보건법상의 제조 등 금지물질 및 허가대상물질에 대하여 효율적이고 합리적인 관리방안을 제시하고자 함

주요연구내용

- 연구대상물질의 선정은 산안법 제 37조 제조 등의 금지물질, 제 38조 제조 등의 허가물질, 국내외 직업성 CMR물질, 선행연구의 유해성, 위험성 평가 결과 중대한 건강장해를 일으키는 유발물질 130종을 선정 하였으며 130종의 화학물질 기초자료를 작성함
- 선진외국 및 국내 타 부처에서의 제조 등 금지 및 허가대상 유해물질 제도와 대상 화학물질의 선정 방법을 조사하여 비교함

- 국내외 문헌 검토를 통하여 현행 제조 등 금지 및 허가대상 유해물질의 직업성질환 발생 사례 및 건강 유해성 조사 및 분류함
- 허가대상물질 12종, 선행연구물질 28종의 건강유해성, 국내외 직업성질환 여부, 국내외 관리기준 등을 점수화하여 상위 규제로 확대 되어야할 물질의 우선순위를 평가함

연구결과

- 제조 등 금지 허가대상 유해물질로 2016년 환경부 유통량자료에서 22종의 물질이 2016, 2017년 무역 협회의 무역량 자료에서 26종의 물질이 조사 되었으며, 작업환경측정, 특수건강진단, 특별관리물질 등의 산안법 사항에서 제외되고 있는 것으로 조사됨
- 허가대상물질과 선행연구를 통한 우선순위 평가결과, 허가대상물질 중 가장 높은 점수로 평가된 물질은 휘발성폴타르피치였으며, 선행연구에서는 트리클로로에틸렌으로 조사됨
- 제조 등 금지물질 중 비산납은 납과 그 무기화합물의 범주에 포함되어 금지물질에 포함되나 작업환경 측정, 특수건강진단, 특별관리물질에 포함되어 있으며, 물질명으로 인한 의미전달의 문제점으로 인하여 공기 중 비산하는 납인지 산화된 비소를 포함한 납인지 명확하지 않은 것으로 조사됨
- 제조 등 금지물질 중 활석과 소우프스톤은 같은 CAS No.를 사용하고 있으나, 법적인 노출기준과 석면 포함 사항 등의 차이가 있는 것으로 조사됨
- 허가대상물질 중 황화니켈은 자료조사 결과 황화니켈과 아황화니켈의 구분이 명확하지 않아 물질에 대한 혼동을 주고 있는 것으로 조사됨

시사점

- 현재 우리나라의 화학 산업이 빠르게 발전하고 있으며 이에 대한 화학물질의 취급 및 사용을 하는 산업현장의 근로자들이 신종 직업병에 걸릴 우려가 증가하고 있으므로 산업안전보건법상의 제조 등 금지물질 및 허가대상물질 제도의 선진외국 및 타부처에서의 제도를 비교하여 개정의 필요성, 대상 화학물질을 확대 방향성을 제시하여 산업안전보건법상의 화학물질관리 제도 강화를 통하여 화학물질로 인한 산업현장에서의 직업병 노출을 예방하고자 함

📖 연구활용방안

제언

- 화학물질 관리에 대한 국제적인 인식 변화, 선진 외국에서의 사전 예방적 관리, 국내 타부처의 화학물질관리 제도의 강화에 대응하고 2003년 이후 법 개정이 되지 않은 산업안전보건법상의 제조 등 금지물질 및 허가대상물질 제도의 개정이 필요함

개선방안 또는 정책방안

- 제조 등 금지물질 중 사용물질에 대한 산안법 설비의 성능기준, 작업관리기준, 보호구 지급기준 등이 필요하며 작업환경측정, 특수건강진단의 측정, 분석에 대한 추가적인 연구와 추후 실시되는 작업환경 실태조사에서 금지물질에 대한 내용추가가 필요함

활용

- 본 연구결과를 통해 제안된 화학물질을 대상으로 산업안전보건법 제37조와 제38조의 관련 법령 개정의 기초 자료로 활용
- EU, 일본 등의 선진외국 산업보건 영역의 화학물질 관리수준과 국내 화학물질 관리수준의 비교·분석을 통하여 국내 화학물질 규제정책에 참고 자료로 활용
- 국내 타부처(환경부, 농업진흥청)에서 정하는 금지 및 허가 대상 제도와 산업안전보건법에서의 제조 등 금지물질 및 허가대상 유해물질 제도의 조화 방안에 대한 참고 자료로 활용

💡 **연구기간** 2018년 5월 ~ 2018년 10월

💡 **핵심단어** 산업용제품, 물질안전보건자료, 용도제한, 노출평가

📖 연구배경

- 화학물질 정보생산은 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」에 따를 가능성이 높지만, 국내에 유통되는 화학물질의 절대 다수를 차지하는 산업용화학물질 정보를 확보하는 것은 고용노동부의 역할이거나 적어도 고용노동부와 환경부가 협조체계를 구축해서 공조해야 할 일이 될 것임
- 유럽연합이 화학제품에 대한 표준분류체계(Product categorisation system)를 구축하면서 소비자용품과 전문사용자용품 그리고 산업용품을 하나의 시스템으로 구축한 사례와 같이 고용노동부와 환경부가 동일한 제품분류체계를 운영하면 국가적으로 실익이 클 것임
- 산업용제품의 분류를 통해 물질과 제품용도가 연결되는 시스템을 구축하면 정부는 화학물질로 인한 피해에 적극 대응이 가능해질 것이며, 어떤 물질에 의해 피해가 발생되면 정부는 해당물질의 용도가 잘못되어 있거나 해당 용도로 사용할 경우 위험관리가 부적절할 수 있는지 판단할 필요가 있고, 적극적으로 해당용도로 사용하지 못하게 하는 제한조치 등을 운영할 수 있음
- 용도제한은 이미 환경법에는 존재하고 있어, 고용노동부가 이를 조속히 도입하여 노동자 보호를 위한 적극적 역할을 수행할 필요 또한 큰 상황임

📖 주요연구내용

연구결과

- 고용노동부는 양질의 정보 물질-용도-사용조건을 연결하는 유즈맵(use map) 플랫폼의 운영자가 되면, 향후 물질안전보건자료 제출제도가 시행될 경우, 강력한 데이터베이스를 구축할 수 있고, 정부 내 화학물질 관리에 있어서 공급망 관리하는 핵심 부처가 될 것임
- 물질안전보건자료의 감독을 강화하기 위하여 물질안전보건자료 작성 근거 보관규정 및 제한대상물질 규정을 신설할 것을 제안함

- 제한대상물질 규정을 신설할 경우 유럽연합에서 이미 제한조치를 하는 물질을 대상으로 국내에서 해당 용도의 사용이 확인된 경우 제한 후보로 제안함으로써 신속히 제한조치를 취해야 할 후보물질군을 설정함
- 산업안전보건법 개정에 따라 물질안전보건자료의 제출이 의무화될 것을 예상하여, 물질안전보건자료 데이터베이스 구축방안 제시

시사점

- 북유럽의 제품등록시스템, 유럽연합은 혼합물신고시스템, 그리고 우리나라의 생활화학제품 전성분 공개시스템을 살펴본 결과, 노동자와 소비자 등 국민은 화학물질에 노출될 때 제품을 매개로 하여 노출 되는 것이므로, 제품의 데이터베이스를 구축할 때 국민의 화학물질 노출을 관리할 수 있는 정책이 강화 된다고 할 수 있음
- 제품의 데이터베이스는 물질안전보건자료의 정보만으로는 충분치 않으며, 양질의 정보를 확보하기 위한 사회적 노력이 요구됨
- 생활화학제품 전성분 공개의 국내 사례에서 보듯, 기준을 수립하더라도 공급망이 따라올 수 있기까지 상당한 시간이 요구될 수 있으며, 결국 규제와 사회적 노력이 병행되어야 하므로 REACH나 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」을 통하여 공급망 내 양질의 정보소통이 이루어지면, 제품의 데이터베이스 질도 개선될 것임. 그러므로 등록과 평가 제도를 안착시키는 것은 환경부 뿐 아니라 모든 제품 관리 부서의 공동 이해라 할 수 있음
- 앞으로 물질안전보건자료에는 소비자, 전문사용자, 노동자를 위한 정보가 모두 포괄되어야 하고 동일한 제품이라고 하더라도 사용자가 중복될 수 있기 때문에 소비자, 전문사용자, 노동자를 구분한 제품분류 체계는 바람직하지 않으며, 화학물질의 제조 수입 단계에서는 모든 사용자의 노출에 대한 위험평가가 이루어져야 하므로, 제품분류 체계를 부차별로 수립하기 보다는 국가적으로 통합하는 것이 유리할 것임
- 「화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률」의 제정과 시행은 노동자 보호의 적극적 도구가 마련된다는 점에서 환영하여야 하며, 이 법률적 장치들을 고용노동부가 어떻게 적극적으로 활용하고 정착되도록 할 것인지에 대한 고민할 필요가 있음
- 화학물질의 유해성 정보만큼 용도와 사용조건에 대한 정보가 충분히 확보되어야 함

연구활용방안

개선방안 또는 정책방안

- 제품의 표준분류체계를 선행적으로 도입하는 것도 고용노동부에게 주어진 과제이며, 심각한 유해성을 가진 화학물질로부터 노동자를 보호하기 위한 신속한 대응체계로서 용도 제한 제도를 도입할 필요가 있음
- 변화하는 환경에서 고용노동부의 역할과 위상은 조정되어야 하는데, 앞으로 정부는 물질안전보건자료를 만드는 것을 돕거나 대신해서는 안 되며, 사업주들이 책임 있게 물질안전보건자료를 만들어내도록 해야 함
- 화학물질의 등록과 평가제도 시행과 함께 확장 물질안전보건자료가 마련되어 양질의 정보가 소통되도록 해야 하며 이러한 일련의 과정에서 고용노동부는 적극적 역할을 수행해야 함
 - 화학물질의 등록과 평가 과정에서 노출시나리오와 위험저감조치의 충실성 평가, 확장 물질안전보건자료에 대한 근로감독 적극 수행, 물질안전보건자료와 라벨에 대한 감독을 통하여 양질의 정보가 소통되는 것을 감시하고 추동하는 유일한 주체로서의 역할을 강화해야 할 것임

활용

- 물질안전보건자료 작성 근거자료 보관의무와 제한대상물질 규정을 신설하는 등 산업안전보건법 개정에 활용 가능
- 화평법의 시행에 따라 등록서류의 평가 및 허가제한 조치가 취해지는 과정에서 고용노동부가 개입해야 할 지점을 명확히 함으로써, 향후 국가 화학물질 관리체계의 발전과정에서 고용노동부의 역할이 강화 되는데 기여
- 기존의 산업안전보건법 상 관리체계가 화학물질 노출 관리였다면, 산업용 화학제품의 관리 개념을 신설함으로써 화학제품의 공급망에서 고용노동부의 정책이 개발되는데 기여

💡 연구기간 2018년 4월 ~ 2018년 10월

💡 핵심단어 탄소나노물질, 위험정보, 위해평가, 물리화학적 특성

📖 연구배경

- 나노물질은 고유의 물리화학적 특성에 따라 독성이 결정되거나 영향을 받는 것으로 보고되고 있기 때문에 모든 나노물질에 대한 개별적인 독성실험이 아닌 물리화학적 특성과 독성의 상관관계를 기반으로 한 모듈식 규제방법이 가장 현실적이고 과학적인 방법으로 제안되고 있음
- 나노물질 중 탄소기반의 나노물질에는 카본블랙, 풀러렌, 그래핀, 나노다이아몬드, 탄소나노튜브, 탄소나노섬유로 구분할 수 있으며 특히 섬유상의 긴 종횡비를 가지는 탄소나노튜브와 탄소나노섬유는 석면과 같은 발암물질로 의심되고 있기에 위해성평가의 우선순위가 매우 높은 물질군에 해당함
- 본 연구를 통해 탄소기반 나노물질에 대한 분류, 특성확인법, 특성과 독성의 상관관계규명, 국내·외 나노물질의 규제/비규제 현황 조사, 위해평가를 위한 방법 등을 포함하는 탄소기반 나노물질에 대한 과학적, 정책적 정보들을 제공하고자 함

📖 주요연구내용

연구결과

- 탄소나노물질의 분류 및 특성 확인 : 에어로졸 생성 이전에 측정해야하는 특성항목으로 크기, 크기 분포, 모양, 뭉침/집합, 표면 면적, 표면전하, 결정구조, 구성, 순도, 길이와 두께를 에어로졸 생성 이후 측정해야 하는 특성항목으로 에어로졸 크기, 크기 분포, Mass median aerodynamic diameter, 에어로졸의 뭉침/집합, 에어로졸 모양, 표면화학, 농도(질량, 수, 표면 면적, 부피)를 제시하였음
- 독성관련 주요 특성인자 발굴 : 탄소나노물질의 물리화학적 특성을 (1)크기와 모양, (2)구성과 순도, (3)표면활성과 작용기, (4)생체 지속성으로 분류하였으며, 이에 따른 독성 특성인자를 제시하였음
- 국내·외 규제/비규제 현황 조사 : 미국, 유럽 등의 선진국은 나노물질에 대한 규제를 강화하는 방향으로 정책을 수립하고 탄소나노튜브 등 대표적인 나노물질의 규제를 진행하고 있으며 향후 나노물질 범위가 확대될 것이 확실시됨. 나노물질의 규제는 물질 단계와 제품 단계 모두 적용되기 때문에 개별 나노물질에 대한 규제가 아닌 그룹핑의 방법을 적용한 모듈식 규제 방식을 적용할 가능성이 매우 높음

- 국내 탄소나노물질 위해 평가 체계 제언 : 탄소나노물질에 대한 유해성·위해성 평가 도구의 제한점 및 조화 방안을 조사하고, 탄소나노물질의 물리화학적 특성과 독성의 상관성 분석을 바탕으로 우리나라의 탄소나노물질의 위해도 분류 및 관리 방법에 대한 제안을 수행함

시사점

- 탄소계 나노물질의 GHS 분류 (Global Harmonized System of classification and labeling of chemicals) : 탄소나노물질에 대한 GHS 분류를 위한 신뢰성 있는 독성 자료 활용 시, 자료의 부족 다양한 물리화학적 특성인자에 따른 독성 변화 등의 이유로 공통적으로 적용할 수 있는 GHS분류 체계 구축 시 여러 가지 제한점이 존재함. 따라서 본 보고서의 접근 방법인 물리화학적 특성과 독성의 상관관계를 바탕으로 하는 분류법을 적용하여 GHS 분류를 작성 시 활용할 수 있으리라 판단됨

연구활용방안

제언

- 본 연구를 통해서 탄소계 나노물질의 독성을 유발하는 물리화학적 특성인자에 대한 정성적/정량적 자료를 제공하였으며, 이러한 자료는 나노물질의 위험성 확인과 유해성 평가에 매우 중요한 자료로 활용될 것임
- 나노물질에 대한 다양한 독성정보 자료의 부족, 나노물질의 노출평가자료 부족 등의 이유로 나노물질에 대한 위해평가의 어려움이 있어 본 연구를 통해 과학적인 독성정보를 근로자 등에게 제공할 수 있는 체계인 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheet, MSDS)나 위해성 평가 체계 정보를 현시점에서 제공하는 것은 한계가 있음
- 따라서, 이러한 연구는 단 기간에 이루어질 수 없는 연구로서 정부 부처의 관심과 지속적인 연구비 투자가 필요한 분야이며, 이 분야의 과학적 수준은 나노기술 산업에 대한 규제적 관점에서 장벽으로 작용할 것이기 때문에 나노물질의 위험성 확인, 노출평가자료 등의 나노물질의 위해성 평가에 필요한 다양한 연구가 요구됨

활용

- 탄소나노물질 관련 기술·산업의 발전에 비하여 탄소나노물질에 대한 독성정보와 위해성 평가와 관련된 정보는 부족한 현실임. 이에 따라 본 연구의 활용을 통해 탄소나노튜브의 유해성에 관한 체계적인 정보를 구축 및 관련 산업의 산업재해예방에 기여할 것이라 판단됨

화재·폭발분야 안전보건규칙 개정안 마련 및 규제영향분석

 **연구기간** 2018년 4월 ~ 2018년 10월

 **핵심단어** 가연성 고체 및 분진, 분진폭발, 분진위험성분석, 규제영향분석

연구배경

- 국내 위험물질이 GHS분류에 따라 산업안전보건법에 통합되는 과정에서 가연성 분진이 인화성 고체로 용어 변경되어 대부분의 분진 화재폭발사고 원인물질인 가연성 분진이 법적 관리 대상에서 제외되었음
- 가연성 분진을 제외한 인화성 고체만이 규정에 의해 관리되면서 동종재해 및 중대사고 발생이 증가하였으며, 가연성 분진을 취급하는 사업장에 대한 관리의 중요성과 법적기준에 대한 개정의 문제점 및 필요성이 지속적으로 제기되었음
- 또한 현행제도에서는 목재분진, 식품 및 곡물 분진 등의 가연성 분진이 제외되어 있어, 금속 및 플라스틱 분진뿐만 아니라 일반 가연물의 분진과 인화성 고체를 포함하는 포괄적 개념인 가연성 고체에 대한 국내 화재폭발 분야의 산업안전보건 기준의 개정이 필요
- 본 연구에서는 가연성 분진 및 가연성 고체를 취급하는 사업장을 제도권 내에서 관리하는 방안 마련을 위한 법적 제도(안)을 마련하고 제시한 개정안으로 인해 사업장에 발생할 비용과 편익을 비교하기 위해 규제영향분석을 실시하여 법개정의 실효성을 제시함

주요연구내용

연구결과

- 국내외 가연성 분진에 의한 화재폭발 사고 사례를 살펴보면, 국내와 일본의 경우는 금속 분진에 의한 사고사례가 많은 비중을 차지하였고, 미국의 경우에는 일반가연물인 목재와 식품(설탕, 곡물류 등) 가공 처리 및 취급과정에서 발생한 분진에 의해 많은 사고가 발생
- 환경부의 화학물질관리법에 의해 화재폭발 관련 안전을 관리하고 있고, 소방청의 소방기본법과 위험물 안전관리법에서 화재의 확대가 빠른 물질을 특수가연물로 구분하여 면화류, 목재류, 사류(絲類), 가연성 고체류, 석탄·목탄류, 합성수지 등에 대해 규정하고 가연성 고체를 2류위험물로 분류하여 관리하고 있음

- NFPA 652에서 실행하고 있는 분진위험성분석(DHA)은 해당 사업장에서 취급 및 생산공정에서 발생 가능한 물질에 대한 화재폭발 위험성을 예측 및 평가함. 특히 가연성 고체미립자(Combustible Particle Solids)의 특성에 따른 영향인자 분석을 통해 가연성 분진의 폭발성 인자(입자의 크기 및 분포, 입자의 노화 및 마모성, 점화농도 등)를 파악하여 관리하도록 하고 있음
- 현행 '산업안전보건기준에 관한 규칙'의 인화성 고체를 가연성 분진과 인화성 고체를 포함하는 포괄적 개념인 가연성 고체로 변경하여 안전관리의 사각지대를 없애기 위해 개정(안)을 마련하여 제안함
- 해당 개정안에 대하여 규제영향분석을 실시한 결과, 분석기간 30년 기준 할인율 5.5% 적용 시 편익이 681,945,654,461원, 비용이 578,580,186,069원으로 계산되었다. 이에 순편익은 103,365,468,392원이고 BC ratio가 1.18으로 규제에 의한 순편익이 발생하였음

시사점

- 현행 산안법에서는 목재분진, 식품 및 곡물 분진 등의 가연성 분진이 제외되어 있으며, 금속 및 플라스틱 분진뿐만 아니라 일반 가연물의 분진과 인화성 고체를 포함하는 포괄적 개념인 가연성 고체에 대한 국내 화재폭발 분야의 산업안전보건 기준의 개정이 필요

연구활용방안

제언

- 국내의 KOSHA GUIDE에 분진위험성분석(DHA)을 적용하여 해당 사업장에서 자발적이고 선제적인 예방 관리가 이루어질 수 있도록 단계적으로 제도에 반영하는 것이 필요함
- 규제영향분석 결과 BC ratio가 1.18로 비용대비 편익이 큰 것으로 나타났기 때문에 인화성 고체를 가연성 고체로 용어 변경하는 것에 실효성이 있음

활용

- 국내외 가연성 고체(분진)에 관한 사고사례와 법제도 및 관리 지침 등에 대한 조사는 향후 유사연구의 기초자료 및 법개정에 활용할 수 있음
- 국외 분진폭발 방지를 위한 안전기준 및 위험성분석에 대한 분석은 KOSHA GUIDE의 기술지침에 필요한 기초자료로 활용 가능함
- 법개정(안)에 대한 규제영향분석을 실시함으로써 정책과정에 바로 활용이 가능하고, 향후 가연성 고체의 규제 설정을 위한 기초자료로 활용 가능

 **연구기간** 2018년 5월 ~ 2018년 10월

 **핵심단어** 위험경보제, 지역경보, 위험작업, 기술지도, PSM

연구배경

- PSM 사업장의 이행상태평가에도 불구하고, 최근 정비보수 중에 안전작업 절차 미준수와 협력업체 안전조치 미흡 등에 따른 대형 화학사고가 연쇄적으로 발생함
- PSM 대상사업장 중에서 이행상태평가가 우수한 등급임에도 불구하고 사고가 발생되고 있기 때문에 PSM제도 운영과 더불어 사업장의 자율적 위험인지 및 보완방안이 필요함
- PSM 사업장에서 정비·보수 중에 발생할 수 있는 화학사고를 예방하기 위해 '14년부터 도입·시행 중인 위험경보제의 문제점을 도출하고 개선방안을 마련할 필요가 있음

주요연구내용

연구결과

- 화학공장의 정비 및 정기 보수작업 시 발생한 사고사례를 분석하였고, 정비보수작업 및 개보수 이외에 발생한 사고를 비교분석함
- '14년 위험경보제도 도입 이후 각 연도별 위험경보제 실시계획 및 성과를 분석하였고, 컨설팅 및 사후 지도 내용을 수집하고 분석함
 - 위험경보제 도입에 따른 사업장 안전수준이 향상했다는 기여 정도를 설문으로 살펴본 결과 응답 사업장의 52.8%가 위험경보제의 도입으로 정비보수작업에 대한 사업장의 안전수준이 위험경보제 도입 이전보다 30% 이상이 향상되었다고 응답하는 등 위험경보제의 효과에 대해서는 긍정적인 의견이 상대적으로 높게 나타남
- 위험경보제 제도 실행과정을 검토 및 분석하였고, e-PSM(공정안전지원시스템) 운영결과를 분석하고 시사점을 도출함
- 위험정보 수집, 컨설팅, 기술지도 등 운영상 문제점 및 시사점을 도출하였고, 운영상 문제점을 해결하기 위한 차등 관리의 효율적 실행방안을 제시함

- 위험경보제 시행에 따른 법적, 기술적 개선방안을 정리하여 제도의 효율적 실행을 위한 정책방향을 제시함

시사점

- 위험경보제 제도 및 운영 실태조사 결과 위험경보제 제도가 중대산업사고 예방에 상당한 영향이 있다고 판단되었으며, 위험경보제를 통한 컨설팅 및 사후지도를 통한 사고예방 효과뿐만 아니라 사업장 구성원이 안전관리의 중요성을 인지하는 등 사업장 안전의식 향상에 영향을 미치고 있다고 볼 수 있음

연구활용방안

제언

- 사업장의 자율적인 위험경보제 참여율 향상을 위한 동기 유발 요인 강화가 필요하며, 각 위험징후에 대한 컨설팅 가이드라인 작성, 감독팀 및 기술지원팀의 전문성 향상, 사업장의 권역별·규모별 특성을 고려하여 관리하는 등의 위험경보제 실효성 향상방안 강구가 필요함

개선방안 또는 정책방안

- 위험경보제의 법제화는 사업장의 반발이 클 것으로 예상되므로, PSM 이행상태평가에 위험경보제 참여 수준을 반영하는 등 사업장의 적극적인 위험경보제 참여 유도방안 필요

활용

- 위험경보제 제도 개선 및 중대산업사고 예방을 위한 기초자료로 활용
- 위험경보제 제도의 법제화 등을 위한 참고자료로 활용

💡 **연구기간** 2018년 10월 ~ 2018년 12월

💡 **핵심단어** 입자크기별 노출기준, 1-브로모프로판, 시안화합물, 피부 노출

📖 연구배경

- 현재 고용노동부 고시에 기재된 화학물질의 노출기준은 산안법 제42조에 따른 작업환경측정 시 기준으로 이용되고 있으나, 현장에서는 노출기준 고시에 기재된 입자상 물질의 다양한 입자 크기(흡입성, 호흡성 등)의 기준으로 인해 현실적으로 작업환경측정이 어려움
- 입자상 물질의 다양한 입자 크기(흡입성, 호흡성 및 반휘발성 물질 등)를 고려한 노출기준 적용성 검토 및 현실을 반영한 노출기준 제안이 필요함
- 1-브로모프로판 및 시안화합물 등 국내외 화학물질 사고 사례에 따라 화학물질 노출의 건강 영향을 고려하여 노출 기준을 개정할 필요가 있음

📖 주요연구내용

연구결과

- 입자크기별 노출기준 설정에 있어 나라마다 다른 전략을 취하고 있음. 미국 ACGIH는 매년 약 20개의 노출기준을 새로 검토하며, 이 때 입자상 물질이 포함되는 경우 흡입성 크기로 변환하면서 노출기준을 재설정함. 독일과 영국의 경우 모든 입자상물질에 대한 기준을 충분진에서 흡입성 분진으로 일괄 변환함
- 1-브로모프로판에 대한 미국 ACGIH의 기준인 0.1 ppm은 중추신경계 손상, 말초신경염, 혈액학적 영향, 발달 및 생식독성 등에 근거하여 설정되었으며, 독성효과가 알려진 0.34 ppm보다 낮게 설정됨. 1-브로모프로판은 특별관리물질임에도 불구하고 현재 적용되고 있는 기준은 현재까지 알려진 인체 사례 및 역학조사 연구 결과와 비교 시 안전한 수준이라고 할 수 없으므로 ACGIH TLV 수준인 0.1 ppm 수준으로 낮추는 것이 권장됨
- 시안화합물의 경우 한국에서는 시안화수소와 3종의 시안화염의 개별 물질로 노출기준이 설정되어있지만 ACGIH에서는 하나의 물질로 노출기준이 설정되어 있음. 노출기준은 우리나라의 경우 최고노출기준(C)

4.7 ppm으로 저농도에 지속적으로 노출될 경우 증상의 발현이 가능하므로 이를 최소화하기 위해 현행 노출기준을 유지하는 것이 바람직함

- 다만, 최고노출기준 만을 두는 경우 측정시점을 정하는 과정 등에 어려움이 있으므로 3 ppm TWA 노출 기준을 두어 전일의 노출을 관리하도록 하는 것이 바람직함. 시안화염에 대하여서도 같은 원리로 TWA 3 mg/m³ 및 C 5 mg/m³의 설정기준을 제안함
- 노출기준에서 'Skin' 표시에 대하여 피부흡수에 대한 주의사항, 제한점 및 보호내용을 신설하여 명확히 설명하는 것이 필요함

시사점

- 노출기준을 설정 시 건강 기반 노출기준(health-based OELs) 설정의 전략을 취할 것인지, 현실성을 고려한 노출기준(OELs with political considerations)을 설정할 것인지에 대한 판단이 필요함. 입자크기별 노출기준 설정의 경우 선진국을 따라가기 위해 미국 ACGIH TLV나 독일 MAK처럼 건강 기반 노출기준을 설정하고 일괄 변환하는 경우 일선 측정기관에서 혼란이 발생할 수 있음

연구활용방안

제언

- 입자크기별 노출기준 설정 전략에 대한 정책 결정 및 추가 연구가 필요함. 독일과 영국의 경우처럼 일괄 변환하는 경우 일선 측정기관에서 혼란이 발생할 수 있으므로 수년의 유예기간을 주어 준비시키거나 미국 ACGIH와 같이 점진적으로 변환하는 등의 선택지 중에 결정이 필요함. 총분진을 흡입성 크기로 변환하는 경우 필요한 연구는 흡입성 크기 시료채취기의 성능 사양에 대한 기준 마련, 노출기준을 유지할 것인지 상향할 것인지(상향하는 경우 어떤 기준에 따를 것인지)에 대한 결정 전략 등을 들 수 있음
- 1-브로모프로판의 경우 2017년 작업환경측정 결과 전체 시료수는 626개였으며, 78개의 업종에서 사용하고 있었으며, 평균은 1.173 ppm(표준편차 2.88)이었음. 0.1 ppm을 초과(31.47%)하고 있는 작업장에 대한 보다 세밀한 조사가 이루어질 필요 있음

연구보고서는 우리 연구원
인터넷 홈페이지(<http://oshri.kosha.or.kr>)에서 보실 수 있습니다.

본 요약집에 기재된 내용은 연구담당자의 개인적 견해이며,
우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

2018 산업안전보건연구 요약집

(2019-연구원-000)

발	행	일 : 2019년 2월
발	행	인 : 산업안전보건연구원 원장 고재철
발	행	처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원 연구기획부
주		소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400 (북정동)
전		화 : (052) 703-0813
F	A	X : (052) 703-0331
H O M E P A G E : http://oshri.kosha.or.kr		
