2014
산업안전보건연구
요약집

OSHRI

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원

목 차

Ⅰ 정책연구분야

1. 고령사회에서의 노동능력 확보를 위한 재직 근로자의 건강관리 방안 연구 ····· 3

2. 근로환경조사 가중치 부여방법 연구 ····· 6

3. 근로환경조사 지표 고도화 ····· 8

4. 사업장 안전보건담당자 지정제도 신설에 관한 연구 ····· 10

5. 사업주 안전의식 고취를 위한 특별교육실시 방안 연구 ····· 13

6. 산업안전보건 지도감독체계 전환에 따른 효과 분석에 관한 연구 ····· 15

7. 산업안전보건 패널조사를 위한 기초연구 ····· 18

8. 산업안전보건정책 발전방안 모색 ····· 21

9. 산업재해 취약계층 분석 ····· 25

10. 산재예방정책의 중장기 전략 모색 ····· 28

11. 안전보건관리자 고용형태 등에 따른 산업재해 발생 비교 ····· 31

12. 안전보건정책 수립지원 기능강화를 위한 연구원 발전방안 -화학물질에 의한 재해예방 중심으로- ····· 33

13. 연구실 안전환경조성에 관한 법률의 해설 및 현행 산업안전보건법과의 비교 연구 ····· 35

14. 유해 · 위험작업의 취업제한에 관한 규칙 개정방안 연구 ····· 38

15. 주요 업종별 원하도급업체 실태조사 및 맞춤형 재해예방사업의 효과적인 확대방안에 관한 연구 ····· 41

16. 현장 집행성 제고를 위한 효과적인 과태료 처분기준 연구 ····· 44

Ⅱ 안전연구분야

1. 건설업 안전·보건 관리자 선임기준 개선방안 ····· 49
2. 건설현장 작업발판에서 넘어짐에 의한 떨어짐 예방 연구 ····· 54
3. 말비계 안전기준 개정에 관한 연구 ····· 59
4. 미끄러짐 위험성 측정법의 현장적용 연구 ····· 63
5. 시뮬레이션 기법을 활용한 화학사고 예방 연구 ····· 65
6. 식품가공기계의 안전성 향상 방안 연구 - 골절기 사용 사업장 중심으로 - ····· 68
7. IT를 활용한 안전기술 구축을 위한 실태조사 ····· 72
8. 안전보건진단기관 내실화 및 평가제도 도입방안 ····· 75
9. 안전인증 및 안전검사 수수료 현실화 방안 연구 ····· 78
10. 음식서비스업종 특성에 맞는 작업화의 안전기준 연구 ····· 83
11. 이동식 크레인 사망재해 원인분석 연구 ····· 86
12. 천장크레인 끼임사고방지에 관한 연구 ····· 89
13. 풍속에 따른 크레인 작업중지 기준에 관한 연구 ····· 91

Ⅲ 직업건강연구분야

1. 건강관리수첩 발급대상 유해요인 확대에 관한 연구 ····· 97
2. 구조활성 상관관계(QSAR) 방법을 이용한 혼합물질의 유해성 예측 평가 연구(II)
- 그라비아인쇄업에서 취급하는 혼합물질 중심 - ····· 102
3. 근로자 직무스트레스 예방활동 지침개발 연구 ····· 105

목 차

4. 사업장에서의 근로자 건강증진활동 정착을 위한 모델개발 및 운영방안 연구 ·····108
5. 산취급근로자 구강보건관리 및 증진방안 연구 ·····111
6. 생물학적 노출 평가를 위한 소변 시료의 보정 지표 개선 ·····113
7. 여성 근로자 생식독성 역학연구 설계를 위한 기초 조사연구 ·····116
8. 용접작업자 건강영향 추적연구(코호트 구축 2차년도) ·····121
9. 트리클로로에틸렌의 직무노출 매트릭스 구축 연구 ·····124
10. 특발성간질성폐렴 직업적 노출의 연관성 분석 ·····127
11. 특수건강진단자료를 이용한 납 노출 현황 심층분석 ·····130
12. 한국형 감정노동 및 폭력(2013년도 연구) 조사 도구 적용연구 ·····132

Ⅳ 직업환경연구분야

1. 가구제조업 유해요인 발생 특성에 따른 환기방안 연구 ·····137
2. 건설업 직종별 화학물질 노출 매트릭스 구축 연구(I) -도장작업 노출 실태조사 중심으로- ···140
3. 나노물질 노출 특성 및 측정 분석 방법 연구 ·····144
4. 나노물질 사용 실태, 노출 시나리오 및 노출인구 조사 연구 ·····148
5. 능동시료채취기와 수동시료채취기의 유기용제 측정 효율 비교 (II) ·····151
6. 디젤배출물 노출 산업 및 인구 추정 연구 ·····154
7. 라돈의 직업적 노출실태 및 평가 방안 연구 ·····157
8. 사업장 생식독성 화학물질 취급 및 노출 실태 조사 ·····160
9. 석면함유제품(금지유예품) 사용실태 조사 및 대체품 개발 방안 연구 - 실태 조사 및 대체품 기술 개발 현황조사를 중심으로 ·····163
10. 작업환경측정에 있어서 위험성평가 기법 적용에 관한 연구 ·····166

11. 전체환기 및 밀폐설비 설치의 적정성 평가 도구 개발 ·····169

V 화학물질연구분야

1. 관리대상 유해물질 등의 선정기준에 관한 연구 ·····175
2. 나노물질 분진 날림(Dustiness) 및 작업환경 평가 연구 ·····178
3. 도급금지 대상 등 선정 및 산안법령 개정을 위한 규제영향 분석 ·····180
4. 만성 흡입독성 시험시설 신축 및 설비관련 검증 연구 (I) ·····182
5. 만성 · 발암성시험 표준작업지침서 개발 및 시험 대상물질 선정에 관한 연구 ·····184
6. 만성흡입독성시험시설 운영 및 신뢰성 확보 방안 연구 ·····186
7. 산안법 상 관리수준 결정을 위한 산업체 노출평가 연구 ·····188
8. 세포배양 및 실험동물을 이용한 란탄(La2O3)의 독성연구 ·····190
9. GHS MSDS 이행관리 및 영업비밀 적용실태 조사 연구 ·····193
10. GHS 기준의 유해성 · 위험성 분류 및 물질안전 보건자료 작성 ·····196
11. 정부 3.0 IT 구현을 위한 화학물질정보의 OPEN API 및 전용 홈페이지 구축 ·····199
12. 특별관리물질 및 관리대상 유해물질 선정을 위한 사회성 · 경제성 평가 연구 ·····202
13. 플라스틱 분진의 화재폭발 예방 연구 ·····205
14. 허용기준 기 설정 대상 유해인자의 허용기준 개정을 위한 유해성 · 위험성 평가 및 사회성 · 경제성 평가 연구 ·····209
15. 화학물질 혼합위험성 결정을 위한 반응성 매트릭스 개발(I) ·····212
16. 화학물질의 물리적 위험성에 따른 등급 분류 ·····215
17. 화학사고 예방을 위한 공정안전관리(PSM)제도 개선방안 마련 ·····219

I

정책연구분야

01 고령사회에서의 노동능력 확보를 위한 재직 근로자의 건강관리 방안 연구

연구의 필요성 및 목적

한국은 세계에서 가장 빠른 고령화가 진행되고 있는 나라로서 2018년에는 고령사회, 2026년에는 초고령사회가 될 것으로 예측하고 있으며 향후 노동력의 양적 부족과 노동인구의 고령화로 인한 노동능력의 질적 저하가 국가경제에 미칠 영향이 심각히 우려되고 있는 실정이다. 이에 대비하여 주요선진국의 노동인구에 대한 저출산고령화정책과 만성질환관리를 위한 한국의 지역사회 협업사례 분석결과를 토대로 재직근로자의 노동능력유지증진을 위한 건강관리정책(안)을 제안하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

고령화에 따른 노동능력 손실 및 건강문제 등 분석, 주요 선진국의 고령화에 대비한 노동능력전략 분석, 한국의 재직근로자 건강관리 정책과 협업 사례 분석 및 협업 방안, 중앙 및 지역 차원의 부처간 협업을 통한 노동능력유지증진 정책(안) 등에 대해 연구하였으며, 관련 자료 분석, 관련 연구결과 검토, 외국 사례 문헌 조사, 관계 전문가 자문 및 관련부처 회의를 통한 의견 수렴 등의 방법으로 연구를 수행하였다.

연구 결과

2012년도 일반건강진단결과를 보면 고혈압 및 당뇨병 의심자가 537,090명이었으며, 2012년도 국민건강영양조사결과에 의하면, 고혈압, 당뇨병, 고콜레스테롤혈증, 뇌졸중, 협심증 또는 심근경색증, 골관절염 등 만성퇴행성질환 유병률이 연령이 증가할수록 크게 증가함을 확인할 수 있었다.

2007년에서 2011년까지의 의료비 증가분을 보면, 근골격계질환이 1,998억 원, 심뇌혈관질환 577억 원, 암 466억 원으로 총 3,041억 원이 증가한 것으로 나타났다. 이렇게 산출된 증가분에

서 대상자 증가 효과를 제거한 후 순수하게 질병구조의 변화, 즉 고령화에 따른 질병부담 증가분을 산출한 결과, 근골격계질환 1,805억 원, 뇌심혈관질환 521억 원, 암 421억 원으로 총 2,747억 원인 것으로 추정되었다. 연도별로 살펴 보면, 평균적으로 고령화에 따라 연간 687억 원의 질병부담이 추가로 발생하는 것으로 추정되었다.

주요 선진국의 고령화에 대비한 노동능력증진전략을 살펴본 결과, 일본에서 시행한 일련의 정책과 지침, 사업실행에서 시사점을 얻을 수 있었으며, 유럽국가들 중 가장 먼저 고령근로자문제를 해결하기 위한 지침을 제시한 핀란드 사례에서도 시사점을 얻을 수 있었다.

저출산고령화 대책으로서의 한국의 재직근로자 건강관리정책을 파악해 본 결과 만성질환관리에서 가장 중요한 타겟이 되어야 할 근로자집단에 대한 활동은 거의 전무함을 알 수 있었다. 또한, 우리나라 지역사회에서의 지역보건 및 산업보건 협업 사례를 살펴 본 결과현재까지 근로자 건강관리를 위해 지역사회 여러 부문 간 협업으로서의 우수사례는 발견할 수 없었다.

재직근로자 건강증진서비스 설문조사 결과를 통해 알아 본 연령군별 건강증진서비스에 대한 수요는 장년군(50세 이상)과 청년군(50세 미만) 간에 다소 차이가 있었다. 즉, 장년군은 뇌심혈관질환관리, 근골격계질환관리, 검진 또는 진료를 위한 업무시간중 외출시간 제공 순서로 요구한 반면에 청년군은 검진 또는 진료를 위한 업무시간중 외출시간 제공, 근골격계질환관리, 건강상태를 고려한 식단 제공의 순서로 요구하여 노동생애기별로 차별화된 맞춤형 서비스가 필요함을 알 수 있었다.

본 연구를 통해 제안하고자 하는 재직근로자의 노동능력유지증진 정책(안) 추진 원칙은 첫째, 전체 노동생애기(청소년기, 중년기, 장년기 등)에 걸친 맞춤형 예방, 둘째, 관련 정부 부처(고용노동부/보건복지부/문화체육관광부 등)와의 협업을 통한 예방, 셋째, 지역사회 관련 자원을 연계한 예방이며 그 중심에 일반건강진단결과를 활용한 근로자 만성질환관리가 놓여야 한다는 것이다.

활용방안 및 기대성과

범부처 종합계획으로서 제3차 저출산 고령사회 기본계획(2016~2020)을 수립할 때, 고용노동부가 중심이 되어 노동능력유지증진을 위한 '노동생애 전주기에 걸친 근로자 건강관리' 전략을 수립하여 '국가 노동능력증진추진체계 구축' 차원에서 다룰 수 있도록 방향을 제시할 수 있을 것이다. 또한, 우리나라 산업보건수준이 더 이상 제조업 중심의 직업병예방시대 내지 (소극적인)건강증진시대에 머물러 있지 않고 곧 닥칠 노동력의 양적 및 질적 저하 상황에 맞춘 근로자의 만성퇴행성질환관리 및 노동능력유지증진을 목표로 한 산업보건정책의 기초자료로 활용 가능하다.

중 심 어

저출산고령화, 노동능력유지증진, 지역사회 협업, 일반건강진단결과, 근로자의 만성질환관리

참고문헌

김영선. 고령근로자의 근로환경 및 이직에 따른 산업재해특성. OSH 안전보건 이슈리포트, 2014

고용노동부, 2012년도 근로자 건강진단 실시결과. 2013

고용노동부, 2012년 산업재해 현황분석. 2013

연구책임자 : 울산대학교 산학협력단 김양호
연구담당자 : 산업안전보건연구원 정책제도연구팀 이경용
연 락 처 : 052-7030-831, rky0906@kosha.net

02 근로환경조사 가중치 부여방법 연구

연구의 필요성 및 목적

근로환경조사 자료를 이용한 근로환경 실태 및 산업안전보건분야에 대한 추정시 모집단 분포와 표본 분포의 차이에 의한 편의가 발생하고 이에 대한 보정이 필요하다. 근로환경조사 원시자료를 활용한 정책 및 연구에서 왜곡된 결과를 활용하지 않기 위해서는 자료 신뢰도 향상이 지속적으로 필요하다. 본 연구에서는 raking ratio method를 이용한 사후가중치를 산출하여 정확한 통계 도출을 위한 기초연구를 수행하였다. 본 연구결과에서 도출된 가중치는 향후 근로환경조사 원시자료에 제공시 활용될 예정이다.

연구 내용 및 방법

인구주택총조사 자료를 활용하여 추출률과 응답률에 의해 발생한 편의를 최소화 하기 위해 설계가중치를 산출하였다. 또한 단독가구의 증가에 따라 응답률이 하락하는 경향을 보정하기 위해 가구원수 가중치를 산출하였다. 특히 표집틀인 인구주택총조사 자료에는 없는 만15세이상 취업자가 종사하는 업종과 지역, 종사상지위 등의 분포를 보정하기 위해 경제활동인구조사자료의 주변분포를 raking ratio method 알고리즘을 개발하여 보정하는 사후 가중치를 개발하였다. 각 가중치를 적용하여 근로환경내 위험인자 노출시간에 대한 계층별 분포를 비교분석하였다.

연구 결과

설계가중치 및 가구원 가중치에서는 서울과 경기지역과 같이 취업자 수가 많은 지역은 표본설계에서 과소표집되도록 강제할당 되었기 때문에 가중치가 1미만으로 분포하고 있었다. 또한 고용원이 없는 자영업자와 고용원이 있는 자영업자, 도소매 및 숙박서비스업인 경우 고객을 상대를 하는 경우가 많아 조사원의 접촉과 면접에 대한 거부감이 비교적 낮아 과대표집되는 경향이 있어 가중치가 1미만으로 분포하고 있다. 사후가중치 적용결과 서울과 경기지역에 거주하는 취업자와 광공업과 건설업에 종사하는 임금근로자인 경우 가중치가 1이상으로 분포하고 있어 과

소표집되었다. 산출된 가중치를 원시자료에 병합하여 위험인자에 노출된 평균시간을 산출한 결과, 가중치 적용 전에 비해 사후가중치를 적용한 경우 낮게 변하고 있음을 볼 수 있다.

활용방안 및 기대성과

근로환경조사는 3년 주기로 5만개의 표본을 조사하는 대규모 조사이다. 이를 통해 우리나라 근로환경실태 및 산업안전보건분야의 문제점을 연구할 수 있다. 또한 대규모 조사자료이기 때문에 우리나라 근로환경 및 산업안전보건분야의 문제점에 대한 추정(estimation)이 가능하기 때문에 표본설계와 실사, 품질관리 등의 과정이 매우 중요하다. 가중치가 잘못 만들어지고 사용된다면 많은 연구자들이 왜곡된 연구결과를 발표할 것이고 산업안전보건 정책 역시 왜곡된 방향으로 갈 수 있다. 따라서 본 연구결과의 가중치를 통해 근로환경조사의 신뢰성 있는 통계 및 정보를 산출함으로써 정확한 우리나라의 근로환경실태 및 산업안전보건에 대한 연구 및 정책이 이루어질 것으로 기대된다.

중 심 어

근로환경조사, 가중치, 갈퀴법, 인구주택총조사, 경제활동인구조사

참고문헌

Kalton G. Introduction to survey sampling. SAGE Publications, Incorporated 1983;7(35)

Hidiroglou MA, Patak Z. Raking Ratio Estimation: An Application to the Canadian Retail Trade Survey. Journal of Official Statistics 2006;22(1): 71-80

Tillé Y. Estimation in surveys using conditional inclusion probabilities: Simple random sampling. International Statistical Review 1998;66(3):303-322

연구책임자 : 산업안전보건연구원 정책제도연구팀 김영선
연 락 처 : 052-7030-833, appleyskim@gmail.com

03 근로환경조사 지표 고도화

연구의 필요성 및 목적

본 연구는 기 구축된 근로환경조사 자료를 활용하여 다양한 근로환경요인들을 파악하고 관련 분야의 산업안전보건 정책 판단이 가능한 새로운 근로환경 지수 및 지표 개발을 지원하고자 하였다. 이를 통하여 신뢰성 있고 이해가 쉬운 지표를 구축하고, 국민, 정부, 공공단체, 기업 이해단체 등의 관심과 참여를 증대시켜 근로환경조사 자료의 활용도를 증가시키고자 하였다. 또한 지표를 통해 우리나라와 유럽 각국을 비교함으로써 다양한 정책의 우선순위를 책정하는데 기초자료를 제시하고자 한다.

연구 내용 및 방법

본 연구는 산업안전보건연구원에서 3년 주기로 실시하고 있는 근로환경조사(KWCS) 자료를 통해 제시되고 있는 지표들을 고도화하고 유럽 Eurofound에서 실시하고 있는 근로환경조사(EWCS) 지표와의 비교를 최종 목표로 하고 있다. 이를 성공적으로 도출하기 위해 ① 고도화된 근로환경 지표 개발, ② 지표 가중치 부여방법 연구, ③ EU의 근로환경조사와의 비교 분석, ④ 근로환경조사 자료를 활용한 정책적 제언 등 4 단계로 수행하였다.

연구 결과

근로환경조사 자료를 이용하여 9개 영역 34개 분류 지표에 대한 지수를 KWCS와 EWCS에서 각각 제시하였다. 영역별 지표들을 0~10점으로 측정하여 점수가 높을수록 긍정적인 것을 나타내도록 지수화하였으며 그 결과는 다음과 같다.

KWCS의 노동시장 지수 및 노동시간 지수는 각각 7.13, 7.60이었고, EWCS는 각각 8.89, 8.60으로 노동시장과 노동시간은 EWCS가 다소 높게 나타났다. KWCS의 물리적 위험요인 지수는 7.95였고, EWCS는 7.94로 서로 비슷한 수준을 보였다. 작업장에서의 폭력, 괴롭힘 그리고 차별 영역 지수는 KWCS는 9.90이었고, EWCS는 9.78로 큰 차이는 없었으나 두 조사 모두 높은

지수를 보이고 있었다. 일과 관련된 특성 영역 지수는 KWCS가 4.95, EWCS가 6.92로 EWCS의 지수가 높았다. 업무구조의 KWCS 지수는 6.95이고, EWCS는 5.95로 KWCS의 지수가 1점 높았다. KWCS의 일의 건강 영향 지수는 8.95로 EWCS에 6.47에 비해 다소 높았다. KWCS의 일과 삶의 균형 지수는 6.57, EWCS는 7.66으로 EWCS가 다소 높은 지수를 보였다. KWCS의 근로환경에 대한 만족은 5.62였고, EWCS는 6.05로 EWCS가 다소 높은 지수를 보였으나, 다른 영역에 비해 눈에 띄는 차이는 없었다.

근로환경조사 자료를 이용하여 OECD의 압력-상태-반응 모형을 제시하고 유럽근로환경 조사 자료에서 도출한 결과와 비교하였다. 비교 결과 유럽에 비해 우리나라의 건강관련 상태 지수가 모두 양호한 것으로 나타났다. 그러나 이 결과는 업무환경에 노출되는 시간 및 강도를 고려하지 않은 절대 수치로서 업무환경에 노출되는 노동시간을 고려하면, 유럽에 비해 우리나라의 건강관련 상태 지수가 낮아졌다.

압력-상태-반응 모형에 따르면 우리나라의 업무환경인 압력 지수는 유럽에 비해 다소 열악하며 이에 따른 상태 지수 역시 노동시간 등을 고려하면 다소 낮은 편이었다. 이에 따른 근로자의 상태 및 환경 등을 반응에 적용하여 파악하기에 현재 보유하고 있는 자료에서는 객관적으로 평가하기에 어려움이 따른다. 따라서 유럽에 비해 다소 열악한 것으로 나타난 업무환경이나 건강관련 상태를 보완하기 위해서는 기업내 건강 및 보건 프로그램 도입 등의 긍정적인 업무환경 조성이 필요하며, 보다 객관적인 지표로서 반응 모형을 구축하기 위해서는 패널 조사 도입 등 지속적인 모니터링 체계 구축의 노력이 필요하다.

중 심 어

근로환경조사, 유럽근로환경조사, 근로환경 지표, 압력-상태-반응 모형, 건강관련 지표

참고문헌

환경부. 국가환경성평가지표 개발, 적용 연구: 국가지속가능개발지표 개발. 2000

Efron, B., Tibshirani, R. (1991), Statistical data analysis in the computer age. Science 253, 390-395.

European Commission (2000), Business Climate Indicator, DG ECFIN, Brussels.

연 구 책 임 자 : 동덕여자대학교 산학협력단 조진남
연구원 담당자 : 산업안전보건연구원 정책제도연구팀 조윤호
연 락 처 : 052-7030-834, uno@kosha.or.kr

04 사업장 안전보건담당자 지정제도 신설에 관한 연구

연구의 필요성 및 목적

50인 미만 전체 사업장에서 발생한 산업재해율을 살펴보면 2013년 기준으로 0.86%를 나타내고 있으며, 전체사업장 중 50인 미만 사업장에서만 발생한 재해자수가 전체 재해자수의 81.5%를 차지하고 있으며, 전체 재해자수 대비 50인 미만 사업장 재해자수의 비율은 점차적으로 상승하고 있는 추세이다. 따라서, 우리나라의 산업재해를 감소시키기 위해서는 50인 미만 사업장의 재해율을 감소시키는 것이 중요한 과제이다. 이에 대한 대책으로써 본 연구에서는 안전·보건관리자 선임의무가 없는 50인 미만 사업장에 대한 자율적인 안전보건관리체제 구축 및 운영을 위하여 안전보건관리지원자 제도를 도입하여 50인 미만 사업장의 산업재해를 예방하기 방안을 모색하기 위함이다.

연구 내용 및 방법

안전보건관리지원자 제도에 대한 일본, 영국, 독일을 중심으로 외국의 제도 조사하였다. 현재 안전·보건관리자 선임업종에 해당되는 50인 미만 사업장의 안전보건담당 실태를 파악하고, 안전보건담당자 제도 도입 시 수용 및 운영에 대한 국내 현장조사를 위하여 50인 미만 사업장의 사업주와 근로자, 50인 이상 사업장의 안전·보건관리 책임자를 대상으로 설문조사 실시하였다. 포커스 그룹 인터뷰 (FGI)를 실시하여 설문조사 등의 양적 조사만으로 파악하기 어려운 문제에 대하여 면접 조사를 실시하였다.

이를 토대로 정책 및 법률 개선방안을 도출하고 안전보건관리지원자 제도 도입에 따른 규제영향분석을 실시하였다.

연구 결과

50인 미만 사업장에 대한 안전보건관리자 선임의무가 없어 자율적인 안전보건관리체제 구축 및 운영을 위하여 안전보건관리지원자를 지정하여 50인 미만 사업장의 안전보건관리체계를 구축

할 필요가 있다.

따라서 소규모사업장의 안전보건관리에 대한 효율성 강화 및 안전보건시장의 활성화를 위해서는 사업주의 산업안전보건관리의 업무지식과 관련 법령에 대한 인식도 변화 및 관련 교육이 필요하고 관계 사업장의 실정을 제일 잘 알고 있는 근로자 중에서 안전보건관리지원자의 안전보건에 대한 책임감 부여 및 안전보건 관련 교육을 실시하여 안전보건관리체계를 확립함과 동시에 영세소규모 사업장의 안전보건관리가 자율적으로 정착될 수 있게 관련 제도 신설이 필요하다. 제도 신설을 위한 정책적 개선사항과 법률적 개선사항을 다음과 같다.

정책 개선사항은 첫째, “안전보건관리지원자 제도 정착 방안”으로 제도 홍보, 홍보방법, 홍보기간, 기대효과 등을 제안하였다. 둘째, “안전보건관리지원자 교육에 대한 정책방안”에는 교육필요성, 교육방법, 교육내용, 교육과정(Curriculum) 등을 제시하였다. 셋째, “사업주 및 근로자에게 불이익 없는 교육시간 편성”에 대한 2가지 안(신규교육 16시간 이상 보수교육 8시간 등)을 제안하였다. 넷째, “교육기관 및 전문기관” 관련 교육장소 및 위탁 전문기관을 지정하여 교육을 대행하도록 제안하였다. 또한 다섯째, “교육 비용부담” 관련하여 5가지 안을 제시하면서 교육 비용부담에 대한 제도 정착까지의 비용부담 제안을 작성하였다. 여섯째, “전문기관을 통한 안전보건관리지원자 지원” 관련하여 컨설팅 제도를 제안하였다. 그리고 지원체계 신설에 필요한 사항을 제안하였다.

법률 개선사항으로는 “안전보건관리지원자제도” 신설을 위해서, 첫째, “안전보건관리지원자 교육체계”를 「산업안전보건법」 제32조 관리책임자 등에 대한 교육 제1항 제1호에 안전보건관리지원자를 추가 신설하고, 동조 제3항 전단에 “직무 · 양성” 교육과 “위탁 · 대행”을 추가 신설하고, 둘째, “안전보건관리지원자 지원 체계”를 「산업안전보건법」 제32조 제3항에 전문기관 위탁 부분을 신설, 셋째, “안전보건관리지원자 업무”는 「산업안전보건법시행령」에 신설 명시한다. 또한 다섯째, “안전보건관리지원자 자격 및 기준”에 대해서 「산업안전보건법 시행령」별표6의6을 신설하여, 8가지 자격을 신설하는 안을 제시하였다.

활용방안 및 기대성과

본 연구의 결과는 협의를 통해 각종 학회에 논문게재 및 발표 될 예정이며, 정부의 법 · 제도 등에 반영, 일간지 등에 기사 게재됨과 동시에 50인 미만 소규모 사업장에 안전보건담당자 제도 신설에 따른 규제영향 분석을 실시하고, 제도의 현장 적용 시 효율적인 운영 방안에 대해 제시함으로써 소규모 사업장 근로자의 안전과 건강 사각지대를 해소하기 위한 안전보건담당자 제도 신설에 대한 근거 제시로 활용 가능할 것이다.

중 심 어

안전관리자, 선임의무, 교육제도, 관리책임자

참고문헌

고용노동부. 미래 산업환경에 대응하는 효과적 산업재해예방 체제구축방안 연구. 2007.

산업안전보건연구원. 산업안전보건(통합)관리자 제도 운영 및 컨설턴트 양성·활성화 방안연구. 2005.

손기상 등. 소규모 사업장 산재예방정책의 효율화에 관한 연구. 서울산업대학교 논문집 2005;54:149-157

연 구 책 임 자 : 산업안전보건연구원 정책제도연구팀 조흠학

연 락 처 : 052-7030-832, hmhak@hanmail.net

05 사업주 안전의식 고취를 위한 특별교육실시 방안 연구

연구의 필요성 및 목적

산업재해가 발생한 사업장에 대하여 산업재해가 재발하지 않도록 하기 위해서는 무엇보다도 사업주의 안전의식향상이 필요하며, 벌칙성교육이 이를 뒷받침해준다고 볼 수 있어 그 필요성이 제기되고 있다.

그러므로 이번 연구에서는 사업주 특별(벌칙성)교육의 필요성을 분석하여 봄으로써 사업장 재해발생, 재해예방활동 수행 등과 관련하여 사업주의 역할을 찾아보고 사업주 안전의식 고취를 위한 특별교육 실시 방안을 조사·연구하는 것을 목적으로 한다

연구 내용 및 방법

본 연구에서는 사업주 특별교육의 이론적 근거를 파악하고, 사업주 특별교육의 필요성을 분석하고자 하였다. 또한 사업장 규모별, 업종별 재해발생 통계 분석을 바탕으로 사업주 특별교육을 설계하였다. 교육성과 평가 및 피드백 방안, 사업주 교육제도의 도입에 대한 규제영향 분석, 법정책적 방안을 논의하였다.

연구 결과

첫째, “사업주 특별교육의 필요성 및 당위성”의 경우 사망재해 사례 및 설문조사, 인터뷰 등을 종합한 결과, 사업주 특별교육의 필요성과 당위성이 높은 것으로 확인되었다. 둘째, “사업주의 교육 참여율을 향상시키기 위한 방법”으로 ① 교육성과 평가 결과의 피드백을 이용한 참여 활성화, ② 교육 불참시 과태료 부과, ③ 교육 불참시 해당 사업장의 행정지도 강화, ④ 교육 참여도 및 몰입도 제고를 위한 방안 등을 제시하였다. 셋째, “사업주 특별교육에 대한 법적 근거 신설”은 「산업안전보건법」 제32조의4(사업주교육)를 신설하는 것으로 제안하였다. 넷째, “사업주 특별교육 대상 및 교육내용 신설”을 제안하였는데, 그 내용은 다음과 같다. ① “사업주 교육대상”의 경우 중대재해 중 사망자 1명 이상의 중대재해발생 사업장 및 산업안전보건법 제49조

의2 제1항에 따른 중대산업사고 발생 사업장의 사업주로 법인의 경우 법인의 대표자, 대표자가 여러 명인 경우 사업장의 안전보건관리를 총괄하는 자로 한정한다. 그리고 ② “사업주 특별교육 내용”은 사업주의 안전보건 책임, 안전보건의식제고, 기업경영과 안전보건, 산업재해 방지 대책 및 작업환경 개선 등으로 구성하였다. 교육 시간은 4시간이며, 교육 방법으로는 강의식(1시간), 재해사례 강의 및 토론(2시간), 안전체험(1시간)의 방식으로 구성하였다. ③ “사업주 교육시기 및 시간”의 경우 산업안전보건공단의 6개 지역본부의 교육센터에 사업주 교육을 개설하여 분기 1회로 실시하는 것으로 연중 분기별 1회 이수하도록 하되, 불참사유가 발생할 경우에는 다음 분기에 교육을 실시하는 것으로 제안하였다. 다섯째, 추가적 정책 방안으로는 사회적 공표, 즉 중대사고 및 중대산업재해가 발생한 사업장에 대해서 사회적 공표를 하는 방안을 생각해 볼 필요가 있다.

활용방안 및 기대성과

본 연구의 결과는 협의를 통해 각종 학회에 논문게재 및 발표 될 예정이며, 정부의 법·제도 등에 반영, 일간지 등에 기사 게재되어 사업주 안전의식 고취를 위한 교육 자료로도 활용될 수 있다고 판단된다. 그리고 사업주 안전보건 특별교육에 대한 법 제정의 기초자료로 활용될 수 있으며, 사업주 및 도급사업주의 안전의식을 강화할 수 있다. 또한, 효율적인 사업주 특별교육을 운영할 수 있게 도움을 주며, 규제영향 분석으로 사업주 특별교육 운영 시 문제점을 사전에 파악할 수 있고, 우리나라 산업재해를 감소시킬 수 있다고 기대된다.

중 심 어

사업주 특별교육, 벌칙성 교육, 도급사업주, 중대재해발생, 사회적 공표

참고문헌

고봉석. 산업안전보건 관리감독자 교육제도 활성화 방안 연구, 대한안전경영과학회 추계학술대회 논문집 2011

고용노동부. 산업안전보건교육 제도개선(안). 2013

산업안전보건공단. 산재예방요율제와 사업주교육. 2014

연 구 책 임 자 : 산업안전보건연구원 정책제도연구팀 조흠학

연 락 처 : 052-7030-832, hmhak@hanmail.net

06 산업안전보건 지도감독체계 전환에 따른 효과 분석에 관한 연구

연구의 필요성 및 목적

한국에서 산업안전보건 지도감독체계의 전환은 2012년부터 본격적으로 이루어졌다. 지도감독체계 전환의 핵심 사항은 시정지시 위주의 점검 중심에서 처벌 위주의 감독으로 전환(2012년부터 본격 시행)한 것이며, 구체적으로 감독결과 법 위반사항에 대해 그간 시정지시 기간을 부여하던 것을 폐지하고 즉시 처벌(형벌은 일부 법조항, 과태료는 모든 위반 법조항)하는 형태로 변경하였다. 따라서 이러한 지도감독체계의 전환이 재해율 감소에 어떠한 영향을 미쳤는지를 분석하는 것이 필요할 것이다.

연구 내용 및 방법

연구의 배경과 연구목적에 따라서 본 보고서의 연구내용은 1) 산업안전보건 지도감독체계 전환의 주요 내용 정리 2) 산업안전보건 지도감독체계 전환 내용 중 감독결과 조치 유형 정리 3) 2009~2013년 산업안전보건 지도 감독 사업장들의 지도 감독 전후 재해율 비교 4) 감독 결과 조치 유형별 사업장 인식 및 태도 조사로 정리할 수 있다. 연구방법은 2011~2012년을 전후한 고용노동부의 사업장 안전보건 지도감독 현황 자료를 1차적으로 분석하고, 이후 사업장별 재해자 정보와 연계하여 재해율 추이를 분석하였다.

연구 결과

감독을 받은 사업장 개소 대비 산업안전보건법령을 위반한 업체 개소의 비율, 즉 위반율은 82-83%인 것으로 나타났다. 즉, 지난 3년간 위반율에는 거의 변화가 없었으며, 위반율이 80%이상으로 매우 높게 나타난 점이 특징적이다.

지도감독으로 문제점을 적발한 사업장에 대한 조치내용에 있어서 2011년 이전에는 주로 시정조치, 경고 등의 경미한 조치가 주로 취해졌지만, 제도가 변화한 2012년도 이후에는 시정조치,

경고 등은 줄어들고 과태료 부과, 검찰 사건송치 등 문제점에 대한 즉시 처벌을 강화한 방향으로 나타나고 있었다. 그리고 지도감독에 활용된 관련 법과 규칙의 종류가 방대하였으며 사실상 이와 같은 지도감독에서 자유로울 수 있는 사업장은 사실상 없을 것이다.

전체 지도감독 사업장들의 재해율 추이를 확인한 결과 전반적으로 지도감독 해당년도 직전부터 재해율이 높아지다가 지도감독 해당년도에는 재해율과 사망만인율은 크게 높아졌다. 그리고 지도감독 해당년도 이후 전체적으로 재해율이 감소하는 추세를 보이고 있다. 이는 업종, 규모, 지역별로 대체로 비슷하게 나타나고 있다. 하지만 업종에서는 건설업의 재해감소 효과는 상대적으로 낮았으며, 규모별에서 300인 이상 대형 사업장의 경우 재해율 자체가 낮은 것도 있지만 2010년 이후에는 지도감독의 효과가 분명하게 나타나지 않았다. 규모별로 확인한 결과 소규모 사업장은 지도감독의 효과가 뚜렷하지만 규모가 커질수록 지도감독을 통한 재해율 감소 효과는 줄어들거나 반대로 나타나는 결과들이 나타나고 있다.

사업장별 재해율 변화를 살펴본 결과 일단 재해율의 변화가 없는(대부분 재해율 0인 사업장) 사례가 가장 많았다. 사업장별로 2009~2012년 기간 동안 재해율 증감을 확인한 결과, 재해율이 증가한 사업장은 전체 지도감독 사업장 중에서 2009년 20.1%에서 2012년 12.5%로 감소하고 있으며, 재해율이 감소한 사업장은 2009년 18.0%에서 2012년 28.4%로 증가하는 경향을 보이고 있다. 전체적으로 재해율이 증가한 사업장보다 감소한 사업장이 많았다. 하지만 업종별로 건설업은 2011년 이후 오히려 재해율이 증가한 사업장이 더 많은 것으로 나타나고 있으며, 기타의 사업은 2009년 재해율 증가사업장이 더 많았으나 2012년도에는 재해율 감소 사업장이 더 많은 것으로 나타나 지도감독체계 변화의 효과가 가장 두드러지게 나타나고 있다. 규모별로는 5인미만, 5~9인 사업장에서 제도 변화의 효과가 가장 뚜렷하게 잘 나타나고 있었으나 300인 이상 사업장은 2012년 감소효과가 크게 두드러지게 나타나지 않았다. 즉, 소규모사업장은 효과적이었으나 대형 사업장은 큰 영향이 없다고 할 수 있다. 조치유형별로는 시정지시/시정명령, 경고의 경우에도 재해율 감소효과는 2012년도에도 뚜렷하게 나타나고 있으며, 사업장 과태료 부과와 사건송치 역시 재해율 증가 사업장 비율은 대폭 줄고, 재해율이 감소한 사업장의 비율은 크게 늘어나 재해율 감소 효과가 뚜렷하게 나타나고 있다. 한편 근로자 과태료 부과는 재해율 감소효과가 별로 없는 것으로 나타나고 있다.

그리고 2011년 이후 재해율이 감소한 사업장의 비율이 점차 커져가고 있음을 확인할 수 있었다. 그리고 2012년 이후 지도감독을 받은 사업장을 대상으로 지도감독의 효과에 대한 설문조사 결과 지도감독 이후 실질적인 개선의 효과가 있었다는 응답이 많았으며, 안전보건문제에 대한 경각심이 높아지고, 산재예방효과도 크다고 응답하고 있었다. 다만 감독으로 인한 처벌 및 처벌로 인한 예방효과에 대해서는 상대적으로 동의의 정도가 낮게 나타나고 있었다.

활용방안 및 기대성과

본 연구 결과를 바탕으로 향후 산재예방을 위해서 산업안전보건 관련법과 규칙을 활용하는데 있어 시기별로 집중적인 산재예방 및 위반 사항에 대한 처벌로 산재예방 및 감소 효과가 나타나도록 법집행을 하는데 있어서 활용할 수 있을 것이다.

보고서에서 제안하는 감독체계 개선방안은 현재 산재발생 사업장을 대상으로 진행하고 있는 정기감독, 특별감독에 예방감독(사전)과 기획감독(사전)을 추가하는 것이다. 이는 2012년 집무규정 개정시 '지도'가 누락된 것에 착안하여 상담과 지도에 초점을 맞춘 예방감독을 제안한다. 또한 기획감독은 산재발생 유해위험요인을 대상으로 한 집중감독을 하는 것을 의미한다.

중 심 어

지도감독체계, 시정조치, 과태료. 재해율 변화, 예방감독, 기획감독

참고문헌

Azaroff LS, Levenstein C, Wegman DH. 2002. Occupational injury and illness surveillance: Conceptual filters explain underreporting. Am J Public Health 92:1421-1429.

Baggs J, Silverstein B, Foley M. Workplace health and safety regulations: impact of enforcement and consultation on workers' compensation claims rates in Washington State. American Journal of Industrial Medicine 2003;43:483-494.

Foley M, Fan ZJ, Rauser E, Silverstein B. The Impact of Regulatory Enforcement and Consultation Visits on Workers' Compensation Claims Incidence Rates and Costs, 1999–2008. American Journal of Industrial Medicine 2012;55:976-990

연 구 책 임 자 : 산업안전보건연구원 정책제도연구팀 이경용
연 락 처 : 052-7030-831, rky0906@kosha.net

07 산업안전보건 패널조사를 위한 기초연구

연구의 필요성 및 목적

산업재해 통계자료는 근로자나 노동조합 등을 비롯한 근로자 단체, 사업주 등에게 사업과 사업장의 위험을 알려주기도 하고 예방조치의 효과성 평가 기준으로도 활용된다. 산업안전보건 현안에 대한 신속한 대응력이 강화되고 다양한 산업안전보건 현안과 관련된 제반 실태가 신속하게 파악될 수 있는 한국형 산업안전보건패널조사의 기초연구 및 예비조사를 통해 기초토대를 구축하고, 패널 본조사의 수행에 따른 오류 및 시행착오를 줄이려는 목적을 지닌다.

연구 내용 및 방법

본 연구에서는 국내외 패널 조사에 대한 사례연구와 패널 설문지 개발, 표본설계활용을 위한 코호트분석, 예비조사 등으로 구성되어져 있다. 설문지 개발을 위해 산업안전보건 분야의 설문지 26종을 수집하였다. 해외 각국 산업안전보건 기관은 EU-OSHA, 미국 NIOSH, 일본 JNIOSH, 프랑스 JNRS, 영국 HSE, 독일 BAuA, 핀란드 FIOH, 네덜란드 TNO, 호주 NOHSC, SIA, 캐나다 WSIB 등 총 10여개 해외 기관에서 자료를 수집하였다.

표본설계는 현재 한국노동연구원에서 실시하는 사업체 패널에 대한 연구를 통해 국내 실정에 맞는 표본설계방안으로 연구하였다. 산업재해보상보험에 가입된 사업장에 대한 코호트 분석을 하기 위해 사업장의 생존기간을 분석하였다.

예비조사는 사업장 패널에 대한 특성을 파악하는 것으로써 업종과 규모 등 여러 계층에 대해 설문항목이 타당한지 여부에 대한 조사이다. 향후 본 패널 실사를 위해 PAPI와 CAPI를 병행하여 300개의 사업장을 대상으로 예비조사를 실시하였다.

연구 결과

(1) 패널 결과

국내외 산업안전보건분야 및 사업체 관련 설문지에 대한 분석과 자문회의를 거쳐 사업장의

산업안전보건담당자 및 인사관리자를 대상으로 하는 설문지를 구성하였다. 안전보건 분야의 경우는 사업장의 일반현황, 산업재해, 위험요소 확인 및 위험 요소 인지, 산업안전보건경영 실태, 사업장 안전보건관리 조직현황 및 의사소통, 산재예방을 위한 안전보건관리 활동현황, 안전보건관리 활동현황 평가, 안전보건 관리 정부지원 사업의 호응도 및 평가, 기타 부가설문으로 구성하였다. 사업장 일반분야의 경우는 인력현황, 재무구조. 사업장 특성, 성과지표, 고용관리, 사회보험, 인사고과, 임금체계, 정년제도, 인적자원관리, 작업조직, 작업장혁신, 근로시간 및 교대제, 소통 및 정보공유, 인적자본개발, 응답자 특성 등으로 구성하였다.

(2) 사업장 생성 소멸 및 무재해 기간

산재현황에 따라 사업장의 생성 및 소멸률에 대해 연도별로 분석한 결과 2012년 기준 산재보험에 가입된 사업장 수는 1,825,296개소이며 지 중 당해 연도 생성된 사업장의 수는 25,229개소로써 1.38%의 생성률을 나타나내고 있다. 또한 133,177개소의 사업장이 소멸함에 따라 소멸률은 7.30%이다.

사업장의 무재해 기간에 대한 분석결과를 살펴보면 2012년을 기준으로 살펴보면 10%의 재해가 발생할 때까지 소요된 기간은 196일으로 나타났다. 5%의 재해가 발생하기 까지 즉, 95% 무재해 사업장 유지기간은 77일이었다. 1%의 무재해 사업장 유지기간은 7일이었다.

(3) 표본설계(안)

산업안전보건 패널에서 조사의 개념상 규정된 목표모집단(target population)은 조사시점 현재 대한민국에서 운영되는 모든 사업장이다. 표본설계에서 사용한 표본추출틀(sampling frame)은 산업재해현황자료를 사용하였다. 이때의 현실성이란 매년 수많은 사업장이 설립과 폐업이 되기 때문에 이에 대한 자료는 현실적으로 활용하기가 어렵다. 효율성의 측면에서는 산업안전보건공단에서 운영하는 산업재해현황 자료를 활용할 경우 비용과 접근이 용이하다. 확장성은 산업재해현황자료는 기업의 재무 자료와 연계하여 분석함으로써 다양한 결과를 도출할 수 있다. 산업안전보건패널의 기준시점은 조사연도의 이전해 12월31일을 기준시점으로 한다.

(4) 예비조사 결과

지금까지 실사과정에서 나타난 여러 가지 사항을 바탕으로 예비조사 결과 본조사의 실사과정에서 나타난 문제점으로는 산업안전보건 담당자 및 인사담당자와의 접촉이 어렵다는 점이 있었고 면접진행에 있어서는 설문지가 너무 어렵다는 내용과 업종별 규모별 설문지가 해당 사업장과 상이하기 때문에 응답할 내용이 없는 사업장들이 많다는 의견이 있었다. 따라서 본 패널에서는 이에 대한 보완을 하여 설문지를 업종과 규모에 따라 세분화 시켜 공통항목과 부가항목으로 구분해야 할 것이다.

활용방안 및 기대성과

본 연구는 향후 산업안전보건 패널의 성공적 수행을 위해 필요한 결과물을 주로 도출하였다. 국내외 패널의 실태를 비롯하여 설문지의 개발, 사업장의 생존율과 무재해 기간 분석, 표본설계, 예비조사 등 다양한 정보들이 포함되어져 있다. 본 연구 결과를 바탕으로 향후 산업안전보건 패널 조사가 이루어진다면 실사과정에서 나타나는 문제점들을 최소화 하여 성공적인 조사가 이루어질 것이다. 또한 이를 바탕으로 산출된 정보들은 우리나라 산업안전보건 실태에 대한 동태적 특성을 알 수 있기 때문에 정책의 계획과 수립, 평가에 기초자료로 활용될 뿐 아니라 새로운 위험인자에 대한 모니터링, 위험요인간의 인과관계를 규명할 수 있는 중요한 자료로 활용될 것이다.

중 심 어

산업안전보건패널, 표본설계, 무재해기간 분석, 생존분석

참고문헌

기업생멸행정통계. 통계청;2006-2012.

Audretsch DB, Houweling P, Thurik AR. Firm survival in the Netherlands. Review of Industrial Organization 2000;16(1):1-11

Audretsch DB, Houweling P, Thurik AR. New firm survival: Industry versus firm effects. Tinbergen Institute 1997;63(3)

연 구 책 임 자 : 산업안전보건연구원 정책제도연구팀 김영선
연 락 처 : 052-7030-833, appleyskim@gmail.com

08 산업안전보건정책 발전방안 모색

연구의 필요성 및 목적

최근 우리나라는 사회적으로 커다란 물의를 빚은 대형참사가 잇달아 발생하면서 안전에 대한 국민들의 우려와 분노가 매우 높아진 상태이다. 전세계적인 추세를 보면 국민소득이 1인당 2만불을 넘어서게 되면 안전에 대한 요구수준이 급격하게 증가한다. 우리나라도 1인당 국민소득이 2만불을 넘어서 이제는 3만불의 시대로 다가가고 있다. 따라서 안전에 대한 국민적 요구수준은 그 어느 때보다 높아지고 있다. 반면 우리나라의 안전인프라는 모든 면에서 상당히 취약하다. 산업안전보건 인프라도 마찬가지이다. 이러한 현실에서 안전은 분야를 불문하고 국민의 요구수준에 부응하기 위해 혁신적인 변화가 필요하다.

그러나 안전과 같은 분야는 획기적인 발상이나 신기술로 한번에 문제를 해결하기 어려운 특성이 있다. 산업안전보건 분야도 마찬가지이다. 안전은 여러 이해당사자간 충분한 이해와 합의를 통해 발전적인 방안을 모색해야 한다. 지금은 그 어느 때보다 산업안전보건의 발전이 중요한 때이므로 다양한 전문가와 이해당사자가 모두 참가하여 산업안전발전방안에 대해 논의하고 새로운 방안을 모색하는 것이 중요하다. 이에 본 연구과제는 산업안전보건의 핵심주제별로 학계의 전문가그룹과 정부의 행정가 및 안전보건공단의 실무자가 그리고 각계의 이해당사가 모여 세미나와 토론방식의 방법을 통해 산업안전보건 발전방안을 모색하는 연구를 실시함을 목적으로 한다.

연구 내용 및 방법

본 연구는 몇몇 연구자의 연구에만 의존하지 않고 학계 및 연구소 등의 관련 전문가를 자문그룹으로 묶어서 자문회의나 포럼 형식을 통하여 현재 우리나라에서 발생하거나 일어나고 있는 주요한 산재사고에 대해서 근본적인 원인과 이에 대한 장기적인 정책방향에 대해 기본적인 개선방향과 큰 틀을 찾고자 하는 것이 목적이었다. 기존의 형식적 틀을 벗어나 결론이나 세부적인 개선안을 도출하기보다는 현안을 가지고 논의하되 현안에서 한발 물러나 기저에 깔린 거시적이고 근본적인 문제를 자유롭게 논의하고 그로부터 향후 정책이나 제도개선의 방향을 찾고자 하였다. 따라서 본 연구에서 결론을 내리는 것은 무리이며, 의미도 별로 없다고 할 수 있다.

본 연구는 단기적으로 구체적인 제도개선안을 마련하거나 결론을 도출해 내는 것이 아니라 장기적이고 거시적인 차원에서 전문가와 이해관계자가, 정부관계자 그리고 공단의 경영진가 실무진이 매달 모여서 각 소주제별로 전문가의 발표와 토론을 통해 우리나라 산업안전보건 문제점을 공유하고 각자의 시각에서 문제점의 원인과 개선방안을 자유롭게 개진하여, 현안이 되고 있는 화학물질 및 하도급 등의 산업안전보건 문제에 대해 장기적이고 근본적인 산업안전보건 제도 개선방안을 모색하는데 그 목적과 의의를 두었다.

연구 결과

본 연구의 최종산출물은 유형적인 보고서라기보다는 무형적인 공감대 형성과 암묵지의 확대에 있었다. 따라서 본 보고서는 그 동안 발표된 사항을 가감없이 정리하는 것으로 하였다. 본 연구를 수행하면서 정부 및 공단의 정책담당자 및 실무자 그리고 전문가들과 이해당사자들에 의해 제기되었고 앞으로 우리나라 산업안전보건 법이나 정책 및 제도 개선이 필요할 것으로 판단되는 내용을 종합하면 다음과 같다.

첫째, 향후 이와 같이 연구의 인프라라고 할 수 있는 방식의 연구 – 자유토론과 무리하게 결론을 유도하지 않는 방식의 연구가 지속되는 것이 바람직하다. 우리나라 산업안전보건 법제도 개정에 직·간접적으로 관여하는 주체들이 모여 거시적인 주제의 틀 안에서 미시적인 소주제를 정하는 과정과 각 주제별 토의과정에서 문제의식을 공유하고 개선방향에 대해 논의하는 것은 세부 연구주제별로 수행하는 미시적인 연구과제에서는 불가능하기 때문이다. 미시의 합이 거시가 될 수 없듯이 각 소주제별 논의가 전체적인 거시적 틀거리 없이는 올바른 산업안전보건제도 개선방향을 잡기 어렵기 때문이다.

둘째, 우리나라 산업안전보건을 혁신하기 위해서는 산업안전보건의 법, 제도, 정책방향은 단순히 일하는 사람의 안전이나 건강을 보호하기 위한 정부나 사회의 개입이 아니라 누군가 사업을 하면서 그곳에서 일하는 사람이 그 사업으로 인하여 추가적으로 발생하는 사고위험이나 건강위협에 대해 그 사업을 하는 자 및 그 사업을 관장하는 자가 그러한 위험관리를 하도록 하는 것에 집중하여야 한다는 것이다. 현대사회에서 산업안전보건의 핵심주체는 위험의 생산자(creator)이다. 위험의 생산자는 i) 직접 위험을 생산하는 자, ii) 위험에 타인을 노출시키는 자, iii) 위험을 직접 고치고 관리해야 하는 자, iv) 그러한 상황을 실질적으로 관할하고 지배하는 권한을 가진 자라고 할 수 있으며, 산안법에서는 이들이 의무주체가 되도록 산업안전보건법을 정비할 필요가 있다.

셋째, 선진적인 산업안전보건 체계를 갖추기 위해서는 예방과 보상을 완전히 분리해야 한다. 예방과 보상은 법적으로는 물론 철학과 목적, 방법론이 완전히 별개일 뿐만 아니라 서로 정반대라고 할 수 있기 때문이다. 현재와 같이 개별 산재보상을 산재예방과 연계하면 할수록 산재사고

및 직업병은 감춰질 수밖에 없고, 이를 통해 얻을 실익이 그 누구에게도 없다. 근로자는 산재보상을 제대로 받지 못해 불이익을 받고, 기업주는 산재은폐 논란과 부담은 물론 산재보상을 받지 못한 근로자로 인하여 기업의 도덕성 및 이미지에 치명타를 입을 수 있다. 국가는 국가대로 산재보상에 엄청난 거래비용을 지불하여야 하고, 국민건강의 악화로 건강보험 등의 국가 재정지출을 늘려야 하는 부담을 지게 된다. 예방당국(고용노동부 산재예방보상정책국)도 제대로 된 산재통계를 얻을 수 없어 깜깜히 정책을 펼 수밖에 없고, 결국 이는 정책 실패로 이어지게 된다. 예방과 보상의 분리하는 방법은 개별기업의 산재보상보험 자료를 현재의 건강보험처럼 개인정보에 준하는 수준으로 보호하면 된다. 개인정보를 보호하더라도 산재예방정책에 필요한 통계자료는 얼마든지 제공할 수 있다. 따라서 보다 풍부한 산재발생 통계를 바탕으로 산업안전예방정책을 펼 수 있다.

넷째, 산업안전보건법 현대화가 필요하다. 1981년 제정된 산업안전보건법은 1990년 1월 13일 전문이 개정된 이후 지금까지 그 골격이 유지되고 있다. 우리나라는 1997년 IMF 경제위기 이후, 노사관계는 물론 사업장의 현장에 엄청난 변화가 있어 왔다. 따라서 현재의 산업안전보건법은 기본적인 틀이 맞지 않는 측면이 있다. 산업안전보건법을 시대에 맞게 전면적으로 개정할 필요가 있다. 전면 개정이라고 해서 구체적인 기술기준을 다 고칠 필요는 없다. 그 동안 여러 차례 산안법을 개정하면서 필요한 기술기준들은 꾸준히 보완해 왔기 때문이다. 또한 산업안전보건법령을 축소하는 방식도 맞지 않다. 산업안전보건법을 현대화하기 위해서는 구체적인 세부 기술기준이나 법령의 간소화가 아니라 '권한과 책임의 일치'라는 원칙에 충실하게 현장에서 실질적인 권한을 가진 자에게 산안법의 책임을 지도록 모든 산안법 체계를 재검토하고 이 원칙을 반영하는 것이 필요하다. 특히 원 · 하청관계와 사업장 내부 안전관리체계 등의 재정비가 필요하다.

그 외에 실질적 사업주에 대한 제재방안을 확보하기 위해 작업중지 및 영업중지를 강화해야 하며, 사각지대를 해소하기 위해 기존의 근로자 개념을 현대사회에 맞게 모든 일하는 사람으로 전환하고, 사업주의 개념도 그에 걸맞게 산업안전보건법상 사업주는 실질적으로 작업장의 안전보건을 지배 · 관할하는 자로 전환하여야 한다.

또한 주로 제조업과 건설업을 대상으로 하고 있는 현재의 산업안전보건법을 전체 근로자의 70% 이상이 일하고 있는 서비스 산업으로 확장하는 것이 필요하다. 특히 산안법 23조 및 24조의 하위법령인 산업안전보건기준에 서비스 관련 법령이 거의 없어 서비스 산업에 대해서는 산업안전보건법이 실효성을 가지기 어려우므로 이에 대한 보강이 필요하다.

다섯째, 우리나라 산업안전보건 사업방식을 사업주의 책임강화 및 사업주 태도(mind-set) 전환에 초점을 맞추는 방식으로 전환이 필요하다. 그러기 위해서는 먼저 산업안전보건이 사업주의 '일(책임)'이라는 것을 알도록 사업주의 인식을 바꾸어야 하고 한다. 현재의 위험성 평가 사업을 지금과 같이 기계적인 틀에서 벗어나 원래 의미의 위험성 평가로 정책목표와 제도를 바꿔야 한다.

여섯째, 산업안전보건 집행구조, 즉 감독방식에 전환이 필요하다. 장기적으로는 '산업안전보건청'의 분리와 같은 독립적인 책임행정기관화가 필요하며, 단기적으로는 사업장의 실질적인 안전보건 향상이 이루어질 수 있도록 산업안전보건 감독방식을 변경하는 것이 필요하다. 그 구체적인 방법으로 산업안전보건 감독(내용)에 대한 사전예고제를 시행하는 것이 필요하다.

연구 결과

본 연구는 현재의 산업안전보건 문제를 전체적인 측면에서, 즉 다양한 분야와 주제에 대해 검토하고 향후 우리나라 산업안전보건 법제도와 정책에 대해 전체적인 개선방향과 틀에 기여할 수 있을 것이다.

중 심 어

산재예방정책, 산업안전보건, 안전보건 시장활성화, 고령근로자 건강보호, 산업안전혁신

참고문헌

강성태(2011), 「간접고용 규율의 현황과 과제」, 국회입법조사처, 간접고용의 실태와 법·제도적 개선방안.

박두용 외, 21C 노동환경권 변화에 따른 산재예방 실효성 확보방안에 관한 연구 - 산재사고처리 절차 및 처벌 특별법 중심으로- 한국산업안전공단 산업안전보건연구원 정책연구보고서. 2003.

박종희, 강선희, 전형배, 이승현, 산업안전보건법상 원·하청관계에 있어서 사업주 책임에 관한 연구, 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 용역보고서, 2011.

연구책임자 : 한성대학교 박두용 교수
연구담당자 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 김기식 실장
연 락 처 : 052)703-0811, kmksk@kosha.or.kr

09 산업재해 취약계층 분석

연구의 필요성 및 목적

기술의 발달과 세계화, 노동시장의 유연화 등은 근로환경에 많은 영향을 미치고 있다. 이러한 변화에 따라 근로환경 내 위험인자 역시 동시 변화하고 있으며 이들의 현황 및 실태를 밝혀냄으로써 산재예방의 근거를 만들어 내는 것은 매우 중요할 것이다. 본 연구에서는 고용의 유연성, 불안정근로자, 고령근로자, 기술사용, 지식근로자를 주제로 근로환경 및 산업안전보건분야에서 나타날 수 있는 문제점들에 대해 분석하였다.

연구 내용 및 방법

제3차 근로환경조사 자료를 활용하여 고용의 유연성, 불안정근로자, 고령근로자, 기술사용, 지식근로자를 주제로 근로환경 및 산업안전보건분야에서 나타날 수 있는 문제점들에 대해 분석하였다.

연구 결과

(1) 고용 유연성

고용 유연성이 높은 비상용근로자의 특징으로는 여성, 고령, 저학력, 중소규모 사업장 근무, 기술이 필요하지 않은 경우에 많이 종사하고 있는 것으로 나타난다. 이들에 대해 보건과 복지, 고용 등의 측면에서 많은 정책이 시행되고 있다. 하지만 이러한 사회적 취약계층은 고용 유연성이 높은 비상용 근로자인 경우가 많으므로 노동환경이 좋지 못하며 물리적 위험인자에 많이 노출되는 좋지 못한 일자리에 종사하는 경우가 많다. 또한, 이들이 처한 근로환경으로 인해 스트레스 관련 증상이나 업무 관련 건강문제가 발생하고 있다. 또한 업무의 요구도가 높고 사회적 지지가 낮으며 업무 강도와 노동시간이 고려되지 않은 상태에서의 자율성은 이들의 건강을 더욱 악화시킬 것이다.

(2) 불안정 근로자

불안정 근로자들의 건강수준에 영향을 미치는 요인에 초점을 맞추었다. 그 이유는 불안정한 근로 형태를 개선하려는 노력도 중요하지만 불안정한 상태에서 일하는 근로자들의 건강수준을 높이는 데 필요한 개입 전략이 어디에 맞추어져야 할 것인지를 파악하려는 의도가 있었기 때문이다. 안정된 근로자들과의 비교에서 볼 때 불안정한 근로자들 전체가 개입 전략의 목표 집단으로 설정될 수밖에 없다. 근로자에 비하여 상대적으로 열악한 사회적 · 제도적 조건을 개선하려는 노력은 불안정한 근로자들 내부의 차별성을 간과한 전략이라고 할 수 있다.

(3) 고령 근로자

고령 근로자는 학력수준이 낮아짐에 따라 종사하는 직종이 주로 농림어업직과 미숙련직에 많이 분포하고 있었고 종사상 지위에서 자영업인 경우가 많다. 노동시장의 유연화라는 전 세계적인 추세 아래에서 가장 취약한 계층은 고령 근로자를 중심으로 나타나고 있으며, 이는 고령 근로자에게 많은 일자리 제공의 기회가 부여는 되고 있지만, 고용안정성과 안전한 일자리와 같은 양질의 일자리를 제공하지 못하는 원인이 되었다. 다만 고령 근로자의 근로환경에 대해서는 위험인자에 대한 노출 수준이 비고령 근로자에 비해 낮게 나타나고 있었고, 건강문제에 대한 호소율은 근골격계질환을 중심으로 비고령 근로자에 비해 높게 나타나고 있었다.

(4) 지식근로자

오늘날의 직업들은 과거와 같이 육체적이고 천연자원을 이용하기보다는 지식을 집중하고 창조, 혁신적인 것에 의존적으로 변화하였다. 이는 지식 기반 상품과 서비스에 대한 소비자의 요구증대와 더불어 컴퓨터 기반 기술이 일상적으로 사용에 의해 주도되고 있기 때문이다. 이러한 우리나라 지식근로자의 특성을 살펴보면 일반근로자보다 연령이 젊으며, 학력이 높고, 여성인 경우, 상용근로자인 경우 점유율이 높게 나타나고 있었다.

(5) 기술사용

노동력의 특성에 따른 기술사용 실태의 현황을 살펴보면 우선 교육수준이 높은 집단에서 기술이 많이 사용되고 있었다. 다만 고졸자에게서도 기계사용 기술의 비중이 높게 나타나고 있었다. 직무의 요구에 따라 기계를 많이 사용하는 직종으로는 농림어업직, 반숙련직, 미숙련직이고 컴퓨터를 많이 사용하는 직종으로는 사무직, 전문기술직, 고위관리직이었으며 종사상 지위 측면에서는 임시나 일용 근로자보다는 상용근로자에게서 많이 사용되고 있는 실정이다. 기술사용이 자율적인 팀워크나 직무 자율성 기능적 유연성을 저해하는 요소로 생각하였으나 분석결과 자율적인 팀워크의 경우에는 오히려 기술을 사용하지 않는 집단에서 매우 낮게 나타나고 있었고 직무 자율성의 경우 기계사용 집단에서, 기능적 유연성은 컴퓨터 사용집단에서 나타나고 있었다.

활용방안 및 기대성과

본 연구에서는 고용유연성과 기술 발달 등에 따라 새롭게 대두될 수 있는 산업안전보건분야의 주제들에 대해 선제적 대응을 위해 실태 및 문제점들에 대해 연구를 하였다. 연구의 주제들은 향후 지속적으로 증가할 수 있는 영역이지만 현재 산업재해 통계 모니터링을 통해서는 위험인자로 인식하기는 어렵다. 따라서 근로환경조사자료를 활용한 심층적 분석을 통해 이들의 문제점과 예방대책에 대해 살펴보았다. 이러한 결과물을 바탕으로 산재예방활동과 정책 수립시 선제적인 대응이 이루어진다면 근로자의 안녕과 건강에 많은 기여가 될 것이다.

중 심 어

고용 유연성, 불안정 근로자, 고령 근로자, 지식 근로자, 기술사용

참고문헌

Benach J, Benavides FG, Platt S et al. The health-damaging potential of new types of employment: A challenge for public health researchers. American Journal of Public Health 2000;90(8):1316

Ferrie JE, Shipley MJ, Marmot MG et al. Health effects of anticipation of job change and non-employment: Longitudinal data from the Whitehall II study. British Medical Journal 1995;311(7015):1264-1269

Bartley M. Unemployment and ill health: understanding the relationship. Journal of Epidemiology and Community Health 1994;48(4):333-337

연구책임자 : 산업안전보건연구원 정책제도연구팀 김영선
연 락 처 : 052-7030-833, appleyskim@gmail.com

10 산재예방정책의 중장기 전략 모색

연구의 필요성 및 목적

산재예방정책은 정부의 주도 아래 노동계, 경영계, 학계 등 관계자들의 협력으로 지속적인 발전을 거듭하여 왔으며, 2000년 제1차 산업재해예방 5개년계획을 수립하여 매 5개년 마다 중장기적인 산재예방 전략을 수립-시행-검토-개선하여 왔다. 하지만 아직도 선진국 대비 사망만인율은 매우 높을 뿐만 아니라 소규모사업장의 높은 재해율, 고령근로자 등 취약계층 근로자의 안전보건 등의 문제점을 안고 있으며, 건설업인 경우에는 최근 몇 년간 오히려 재해율이 소폭 상승하는 경향을 보이는 등 산재예방정책의 새로운 패러다임이 요구되고 있다.

이에 본 연구의 목적은 종래 산재예방정책의 성과분석, 현행 산재예방활동의 실태분석, 선진 외국 산재예방정책의 벤치마킹, 각계 전문가의 의견수렴 등 일련의 연구과정을 통하여 산재예방정책의 문제점을 도출하고 개선방안을 제시함으로서 향후 산재예방정책의 중장기 전략을 모색하는 것이다.

연구 내용 및 방법

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 일련의 연구과정을 수행하였으며 그 주요 연구내용은 다음과 같다.

1) 제3차 산재예방 5개년 계획의 시행을 통한 재해감소효과 분석
2) 제3차 산재예방 5개년 계획의 시행정도 분석
3) 현재 우리나라의 재해통계 분석(업종·고용형태별 등)
4) 제4차 산재예방 5개년 계획수립을 위한 선진 외국의 정책동향 파악(일본, 미국, 독일, 영국 등)
5) 제4차 산재예방 5개년 계획수립을 위한 안전·화학, 보건, 건설분야 등의 전문가 의견수렴을 통한 정책방향 모색*

본 연구는 다음과 같은 방법으로 수행되었다.

* 의견수렴을 위한 정책자문위원회, 분과포럼 운영

1) 문제공유 및 인식을 위한 포럼 개최
   - 학계, 노동계, 기업체 등 관련 전문가 그룹 구축
   - 자문회의나 포럼 형식으로 공개토론 결과를 정리
2) 산업안전보건 법체계 및 법제도의 거시적 흐름에 대한 조사와 분석
   - 위험성 평가제도 및 선진국의 안전보건 정책 변화
   - 같은 장소에서 이루어지는 도급-수급사업장의 관리방안과 책임사업주
3) 관련 외국 사례 조사 및 연구
   - 작업환경 변화에 따른 주요 외국의 정책대응 방향 및 시사점 연구
   - 외국에서 원청사업주의 법적 책임에 대한 파악
4) 산업안전보건법 흐름에 대한 파악과 향후 개정방안 제시
   - 최근 산업안전보건법 집행에서 가장 효과적인 방안에 대한 탐구
   - 이러한 방안을 효율적으로 적용하기 위한 법개정 방안
   - 산재보상과 산재예방의 적절한 제도개선 방안
5) 3개분야 전문가 토론 및 의견수렴
   - 안전, 보건, 건설의 3개 분야에 전문가로 구성된 자문단 또는 토론회를 구성하여 주기적으로 발제와 토론을 실시함

연구 결과

(1) 정부 주도의 산재예방정책은 사업장의 다양한 특성과 수많은 사업장 및 근로자에게 적합한 예방활동을 펼치기에는 한계가 있는 것으로 판단되며, 사업장의 자율안전활동을 적극 지원하는 형태의 전환이 필요한 것으로 판단된다.

(2) 사업장의 자율안전활동을 유도하는 핵심적인 4대 정책으로서 최고경영자의 안전보건리더십 강화, 자율 안전보건경영시스템 구축 유도, 산업안전보건위원회 적극 활용, 근로감독관 감독체계의 선택과 집중을 제시하였다.

(3) 소규모 사업장의 재해예방활동을 위해서는 민간위탁사업을 적극 활용하고 민간위탁기관의 수준 향상 및 내실화를 위하여 민간위탁기관의 평가방법 및 상시 모니터링 체계를 구축하여야 하며, 내실화 있는 기술지도 및 예방활동을 위하여 사업규모의 확대 및 수수료 단가의 상향 등을 통하여 민간시장을 활성화하는 것이 절실히 요구된다.

(4) 사업장의 안전보건경영시스템을 정착시키는 도구로서 안전보건경영시스템 인증제도(KOSHA 18001)는 매우 효율적인 제도이며, 이는 국제사회에서도 날로 그 요구도가 증진되고 있다. 하지만 국내 안전보건경영시스템이 갖는 체계는 다수의 사업장 대비 소수의 인증원, 인증체계가 갖

는 문제점 등을 개선하여 그 효율성을 극대화할 필요가 있는 것으로 판단된다.

(5) 사업장 내에서 발생되는 재해는 근로자뿐만 아니라 인근 민간인으로 확산되는 예들이 많이 발생되고 있다. 그러나 산업안전보건정책은 오로지 근로자의 안전보건만을 유지·증진시키는 것만을 목적으로 한정하고 있어 재해의 예방-대비-대응-복구의 단계별 관리체계에 많은 문제점을 안고 있는 것이 현실이다. 그러므로 세월호 사건을 기점으로 전향적인 산업안전보건정책을 검토할 필요가 있는 것으로 판단된다.

(6) 조선업, 철강업, 전자·반도체 산업, 화학산업, 뿌리산업, 건설업 등 각 업종별 맞춤형 산재예방 대책으로서 세부적 중점 산재예방대책을 제시하였다.

활용방안 및 기대성과

1) 현행 중점 사업에 대한 거시적 평가
   ➡ 사업효과 증대 방향 제시
2) 중장기 산재예방정책 개발 및 개선의 기초자료 제공
   ➡ 법령 개정 방안 및 정책 방안 제시
   ➡ 산재감소와 기업 및 근로자의 만족도 증가
3) 산재사고의 근원적·제도적 원인 파악으로 개선방안 제시
4) 종합적·시스템적 예방기술의 개발 및 접목 방안 제시
5) 민간시장 활성화에 기여

중 심 어

산재예방정책, 산업안전보건, 산재예방 민간시장, 안전경영시스템

참고문헌

이명구 외. 산재예방 집행의 중장기 전략과 비전. 고용노동부. 2013.
고용노동부. 산업재해현황분석. 2003-2012.
안전보건공단. 2014년 협력지원분야(위탁사업) 사업계획 설명회. 2014.

연구책임자 : 을지대학교 이명구 교수
연구 담당자 : 안전보건연구원 박정근 연구위원
연 락 처 : 052)703-0842; jkpark@kosha.or.kr

11 안전보건관리자 고용형태 등에 따른 산업재해 발생 비교

연구의 필요성 및 목적

안전보건관리자의 선임에 따른 산재예방효과의 정확한 측정 및 예측을 통하여 사업장 단위에서 고려할 수 있는 여러 문제점을 파악하고 이에 대한 효율적인 대처방안 제시가 필요하다. 따라서 안전보건관리자 선임형태에 따른 재해발생 현황을 파악하고 안전보건관리자 고용형태 및 민간위탁 대행과의 관계를 파악하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

고용형태에 따른 산업재해발생 등 안전보건 관리수준 분석을 위해 정규직, 비정규직, 전문기관 위탁 등에 따른 산재발생의 차이와 함께 업종 및 규모별 차이를 분석하고, 산재감소 기여도 및 효과 분석을 통하여 안전보건관리자의 고용형태, 선임형태, 업무강도 등이 산업재해에 미치는 영향을 살펴보았으며, 이들의 역할이 산재 감소에 영향을 미치는지 분석하였다.

또한, 관리자 고용형태별/전문기관 위탁에 따른 장단점 및 비용편익분석을 진행하고, 관리자의 고용의 정규직/비정규직 및 전문기관에서의 전문관리 시 산업재해 발생의 차이를 비교하고, 산업재해에 영향을 미치는 요인을 구분하였으며, 기업활동 규제 완화에 관한 특별조치법 시행 전·후 산재 발생 비교하였다.

연구 결과

고용형태별로 산업재해 발생의 특성을 분석한 결과, 안전관리자의 고용형태가 정규직인 경우가 비정규직인 경우에 비하여 산업재해 발생 및 3대 다발사고 등 각종 재해가 더 적게 발생한 것으로 나타났다. 이는 정규직 안전관리자 혹은 보건관리자가 고용되는 것이 더욱 안전하고 건강한 사업장을 구축할 수 있는 것으로 볼 수 있다.

안전보건관리자 선임사업장과 위탁사업장의 재해발생 특성을 분석한 결과, 전체적으로 선임사

업장에서 재해자가 더 많이 발생하고 있으나 전체 재해자 대비 3대 다발사고자수 비중은 안전보건관리 위탁사업장에서 더 높게 나타났다.

2개년도 연속 무재해 사업장은 위탁의 경우에 더 많고, 2개년도 연속 재해 사업장은 위탁의 경우 더 적게 나타났다. 이는 재해발생 수준과 사업장의 안전보건관리 위탁결정 간의 인과관계를 명확히 파악할 필요가 있음을 제시하므로, 향후 보다 심층적인 분석이 요구된다.

활용방안 및 기대성과

정부에서는 사업장이 안전관리자를 정규직으로 전환을 유도하는 정책을 수행하는 것이 필요하다. 이를 위하여 비정규직 안전·보건관리자를 정규직으로 전환할 시 인건비 차액을 지원하는 등 정책을 수립할 때 근거자료로 활용할 수 있을 것이다.

중 심 어

안전보건관리자 고용형태, 안전보건관리 선임위탁, 산재발생 비교

연 구 책 임 자 : (사)한국고용복지연금연구원 임병인
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 정책제도연구팀 이경용
연 락 처 : 052-7030-831, rky0906@kosha.net

12 안전보건정책 수립지원 기능강화를 위한 연구원 발전방안 -화학물질에 의한 재해예방 중심으로-

연구의 필요성 및 목적

- 연구원이 안전보건기술개발 중심에서 정책개발연구원으로 거듭나야 할 필요성 증대
- 사회적 관심이 높은 정책현안사항에 대한 선제적 연구, 선진국 제도 조사 등 정책수립 지원기능의 강화를 위한 연구원 기능, 조직, 인력, 예산 등 발전방안 강구 필요
- 최근 선진 외국 산업안전보건 연구 Agenda가 유해·위험성이 제대로 알려지지 않은 화학물질에 의한 손실을 예방하는 쪽으로 관심을 제고시킨 추세에 대해서도 현황과 대응방안 강구

연구 내용 및 방법

(1) 연구 내용

1) 국내·외 안전보건기관 및 관련 연구기관 최근 현황자료 조사 및 분석
2) 고용노동부, 공단본부, 학계, 노동계, 경영계, 민간단체 및 산업현장 등에서 바라는 연구방향 파악
3) 연구원의 문제점 진단 및 향후 발전방안 제시

(2) 연구 방법

1) 국내·외 안전보건기관 및 관련 연구기관 방문 또는 문헌 조사를 통한 최근 현황자료 조사 및 분석(국내 관련기관 4개소 방문, 외국 중 독일 관련기관 방문)
2) 유관기관 및 단체 등과 협업과 소통을 통한 연구원 발전방안 설정에 도움이 되도록 고용노동부, 공단본부 및 지사, 학계, 노동계, 경영계, 민간단체 및 산업현장의 전문가(관계자) 심층면담
3) 연구원 진단을 통한 문제점 및 개선방안 분석
4) 관계 전문가 합동 자문회의 개최 및 의견수렴

연구 결과

- 독일, 미국, 영국 등 안전보건기관의 최근 현황자료 분석 · 정리
- 국내 연구기관 4개소의 최근 현황자료 분석 · 정리
- 고용노동부, 공단본부 및 지사, 학계, 노동계, 경영계, 민간단체 및 산업현장의 전문가(관계자) 심층면담 분석 · 정리
- 산업안전보건연구원 현황 및 문제점 정리
- 국내 · 외 연구기관 최근 현황자료 분석, 국내 유관기관 · 단체의 전문가 심층면담 분석, 연구원 현황분석 등을 통한 시사점 정리
- 연구원 개선방향 제언

활용방안 및 기대성과

(1) 활용방안

- 사회적 관심이 높은 정책현안사항에 대한 신속한 논의 구조 및 정책연구 기능 보완
- 선진국 제도 조사 등을 통하여 취약한 기능 보강 가능
- 관련 기관 · 단체의 전문가 의견 수렴을 통한 연구원 종합발전방안 제시로 수요자 중심의 안전보건 연구체계 조성 가능

(2) 기대성과

- 연구원의 문제점 종합 분석으로 빠르게 변화하고 있는 주변 사회상황에 부응할 수 있는 연구원으로 개선가능

중 심 어

산업안전보건정책, 연구원 발전방향, 화학물질로 인한 건강장해 예방

참고문헌

獨立行政法人 勞働安全衛生總合硏究所(JNIOSH)(2012), 勞働安全衛生總合硏究所年報 2012

BAuA(2014), Jahresbericht 2013

GDA(2014), Jahresbericht 2013

연 구 책 임 자 : 한국사회정책연구원 윤조덕
연 구 담 당 자 : 산업안전보건연구원 연구기획팀 김진현 팀장
연 락 처 : 052-703-0811/k3388283@kosha.or.kr

13 연구실 안전환경조성에 관한 법률의 해설 및 현행 산업안전보건법과의 비교 연구

연구의 필요성 및 목적

최근 대학교 등의 실험실에서 실험·분석 중에 사고가 다수 발생하여 사회적으로 이슈가 됨에 따라 대학이나 연구기관 등에 설치된 과학기술분야 연구실의 안전을 목적으로 연구실 안전환경 조성에 관한 법률과의 산업안전보건법과 비교를 통해 안전관리에 관한 중요한 내용을 재검토하고 법률 개정에 필요한 사항을 살펴보는 것이 본 연구의 목적이다.

연구실험실과 정부 연구기관의 연구시설에 대한 강화된 안전관리의 법적 기반을 마련할 필요성이 대두됨에 따라 본 연구에서는 연구실 안전환경조성에 관한 법률을 살펴보고 산업안전보건법과 비교하여 연구실 안전법에 대한 법률개정에 필요한 사항을 파악하고 개정에 필요한 근거를 마련하고자 한다.

연구 내용 및 방법

연구실 안전환경 조성에 관한 법률에 대한 법률 제정 배경, 법률체계 및 특별법적 특성, 연구실 안전의 사용책임과 보호 대상 등에 대해 조사하였다. 또한 연구실 안전법과 산업안전보건법상의 보호범위, 책임주체 및 안전관리 체계 등 양 법을 비교하였으며 이를 토대로 정책적 제시 및 법률 개정안을 제시하였다.

연구 결과

본 연구를 통해서 이뤄진 연안법과 산안법의 비교를 통해 도출된 내용을 토대로 종합하면 다음과 같은 내용이 고려되어야 한다.

우선, 연구실 안전법의 법 적용 대상 확대가 필요하고 용어의 신설이 필요하다. 적용 대상에 기능대학과 연구실의 정의에 실습실과 재료준비실을 포함하고 연구실 책임자 등의 용어가 신설되어 법 적용범위가 확대되어야 한다. 그리고, 의미 전달을 명확하게 하기 위해 연구실책임자,

유해인자, 사전유해인자위험분석 등의 문구 수정이 필요할 것으로 판단된다. 또한 연구실 안전법에서의 정부의 역할이 무엇보다 중요하므로 '정부의 책무' 항목 추가가 필요하다. 더불어 연구실 사고의 선제적인 예방 및 대책 마련을 위하여 기본계획을 수립하고, 국가재난 안전관리체제와 연계 등이 필요하다.

다음으로, 연구실안전심의위원회 설치가 필요하다. 연구실 안전에 관한 시책의 심의·조정, 부처 협력 등이 실질적으로 이루어질 수 있도록 연구실 안전심의위원회 설치가 필요하다. 또한 이러한 안전심의 위원회는 산안법 및 기타 관련 법률의 참고를 토대로 이뤄져야할 것이다.

연구주체의 장은 연구실의 안전을 유지관리하기 위하여 법에서 정한 사항을 중심으로 안전관리규정을 작성하여 각 연구실에 게시 또는 비치하고, 이를 연구활동 종사자에게 알려야 한다.

법 적용 대상기관의 안전관리 효율성을 제고하기 위하여 연구실 안전관리 및 유해화학물질의 체계적인 관리를 위한 정보화 근거를 마련하는 것이 필요하므로 현재 운영되고 있는 연구실안전정보망의 고도화가 필요할 것으로 판단된다.

연구주체의 장의 책임을 연구실 안전유지 및 관리 외에 사고 및 유해인자로 인한 피해 예방 추가가 될 필요가 있다. 현재 포괄적으로 규정(연구실 안전유지 및 관리)된 연구주체의 장의 책임을 사고 및 유해인자로 인한 피해 예방으로 구체화하는 것은 바람직하며 아울러 연구활동 종사자의 건강보호까지 포함하도록 개정하는 것이 필요하다. 또한 연구활동 종사자인 학생의 관리·감독 책임이 있는 지도교수 등을 연구실책임자를 지정하여 안전교육, 위험분석 등의 의무가 부가되어야 한다. 구체적으로 연구활동 종사자인 학생의 관리·감독 책임이 있는 지도교수 등을 연구실책임자로 지정하여 안전교육, 위험분석 등의 의무를 부과하는 조항 신설이 필요하다.

연구실의 안전한 환경 조성을 위해 활용하는 안전관리 대행기관의 안전관리의 객관성·신뢰성을 제고하기 위하여 안전점검 및 정밀안전진단 기관의 등록제 신설도 필요할 것으로 판단된다.

마지막으로 양벌규정 대상주체의 명확화와 연구실 책임자 지정 및 안전점검 및 정밀안전진단 대행기관 등록에 따른 과태료 항목 추가가 필요하다. 양벌규정 적용대상 해석의 명확성을 높이기 위하여 법적의무 대상인 연구주체의 장, 연구실 안전환경관리자, 연구활동 종사자 등을 추가하는 것이 필요하고 신설되는 '연구실책임자' 및 '안전점검 및 정밀안전지단 대행기관 등록제' 관련 미 이행시 과태료 부과까지 이어져야할 것이다.

활용방안 및 기대성과

본 연구에서 밝혀진 연안법의 미비점과 제시한 정책적 제언이 고려된다면 연안법의 궁극적인 목적인 안전한 연구실 환경 조성을 통해 과학기술 연구·개발활동을 활성화는데 기여할 것으로

판단된다. 이것이 바로 국가 경쟁력 확보로 이어질 것으로 기대된다. 본 연구를 토대로 연구실의 안전한 환경을 조성하기 위해 연구실 책임자를 신설하여 안전교육 실시의무를 부여하고 정밀안전진단기관 등록제를 도입하며, 국가연구환경안전센터 설치, 우수 연구실 인증제도 도입 등을 통해 연구실의 안전관리 체계를 강화되어야 한다.

본 연구를 통해 대학이나 연구기관 등에 설치된 과학기술 분야 연구실의 안전관리 방법이 개선되고 연구자원을 효율적으로 관리할 수 있게 되어 궁극적으로는 과학기술 연구·개발활동이 활성화시킬 수 있을 것이다.

중 심 어

연구실 안전환경 조성, 연구주체의 장, 양벌규정, 과태료, 안전관리 대행기관

참고문헌

김수근 외, 산업안전보건법 체계 선진화 방안을 위한 연구, 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 2008.

박정임, 이익모, 심현주 등. “연구실 안전환경 조성에 관한 법률 해설집 및 고시 정비 방안 연구”, 2012년 한국연구재단 연구보고서.

손동권, “이중기능적 양벌규정 -산업안전보건법의 적용사례를 중심으로-”, 민주사회를 위한 변론 제5호, 1995.

연구책임자 : 산업안전보건연구원 정책제도연구팀 조흠학
연 락 처 : 052-7030-832, hmhak@hanmail.net

14 유해 · 위험작업의 취업제한에 관한 규칙 개정방안 연구

연구의 필요성 및 목적

현행 「유해 · 위험작업의 취업제한에 관한 규칙」의 대상작업과 작업범위 및 필요한 자격 · 면허 · 경험 또는 기능 등에서 제기되는 현행 사업장에서 시행되는 작업과의 불일치와 모호한 작업에 대하여 유해 · 위험 대상 작업 및 '자격 등'의 적정성 및 추가 대상 작업 등의 재검토가 필요하다.

특히, 취업제한 규칙의 21개의 대상 작업 및 작업내용이 다양하므로 연관법도 폭넓게 분포되어 있으며, 타 법에서 자격 소지를 의무화한 작업을 중복규정하고 있고 그 범위 또한 불분명하였다. 「유해 · 위험작업의 취업제한에 관한 규칙」에서 규정된 21개 대상 작업에 해당 되지 않는 유해 · 위험 작업의 산업재해 발생 위험이 높아 대상 작업에서 제외된 작업에 대한 검토가 필요하며 이를 해결, 보완하기 위한 대책 검토가 필요하다. 자격 기준도 각 자격 기준 간에 형평성이 맞지 않는 부분이 있으며, 관계 법령에 따라 해당 작업을 할 수 있도록 허용된 사람이라는 불명확하고 모호한 의미를 사용하고 있다. 산업안전보건법 제47조에 따른 자격 · 면허 취득자의 양성 등을 위해 교육기관을 지정하고 있으나, 실적 저조로 교육기능 수행에 한계가 있다.

따라서 본 연구의 목적은 현행 「유해 · 위험작업의 취업제한에 관한 규칙」에서 규정하고 있는 대상작업과 작업범위 및 자격 · 면허 · 경험 또는 기능 등의 적용대상의 명확성을 확보하고, 적절한 작업의 범위를 설정하여 산업재해가 발생할 수 있는 유해위험작업의 산업재해예방 활동을 촉진하고자 한다.

연구 내용 및 방법

본 연구는 국내 · 외 관련 법규 조사를 통해 「유해 · 위험작업의 취업제한에 관한 규칙」에서 정한 작업과 연관된 국내의 법규와 미국, 일본 등 외국의 동일하거나 유사한 제도에 관한 조사 및 비교를 실시하였다. 선행연구를 통한 사례 연구와 유해 · 위험작업 시 필요한 자격 · 면허 · 경험 또는 기능의 자료 및 해당 작업을 위해 필요한 교육의 커리큘럼 등을 분석하였다. 또한 국내

의 2004년부터 2014년 5월까지 10년 5개월간의 중대재해사례를 조사하여 21개 작업에 해당하는 재해율과 그 외 작업별 재해율을 분석하였다. 그리고「유해·위험작업의 취업제한에 관한 규칙」의 적용 실태조사를 위해 산업현장의 안전관리자 및 해당 분야 전문가들의 설문 조사 및 인터뷰 조사를 실시하였다. 설문조사를 통해 현행 규칙의 인식도와 명확도 및 각 작업에 대한 위험도를 평가하였고, 인터뷰 조사로 환경 분석 및 전략 수립을 위한 SWOT 분석을 실시하여 해당 법령의 강점, 약점, 기회, 위험요인들을 도출하였다.

연구 결과

각 작업별 개선방안에서 현행 취업제한 규칙 21개 작업과 추가 요구 5개 작업에 대하여 국내·외 관련법 조사, 관련 자격 및 교육 커리큘럼 조사, 선행연구조사, 중대재해사례분석, 설문지분석, SWOT 분석 등을 통해 각 작업에 대한 개선방안을 제시하였다. 그 결과, 터널 내에서의 발파 작업, 승강기 점검 및 보수작업, 양화장치운전 작업으로 이 작업들은 현행 그대로 유지하는 것이 타당하다고 분석되었다. 개선이 필요한 작업은 작업범위를 명확히 하여야 할 작업, 자격·면허·기능 또는 경험의 개선요건이 필요한 작업으로 분류되었다. 규칙에 추가해야할 필요성이 있는 작업은 인양장비의 줄걸이 작업과 크레인 및 중장비의 신호수 업무는 하나로 통합하여 줄걸이 및 신호수 작업으로 추가하는 것이 타당하다고 분석되었다. 그리고 갠트리크레인 조종 작업의 경우, 갠트리크레인으로만 한정하는 것 보다 취업제한 규칙에 있는 크레인류(타워크레인, 컨테이너크레인, 천장크레인, 양화장치)를 제외한 나머지 크레인들을 인양하중을 기준으로 추가하는 것이 필요한 것으로 분석되었으나 향후 추후 연구가 필요한 것으로 분석되었다. 추가 연구가 필요한 작업은 26개의 연구대상 작업 중에서 16개의 작업으로, 인화성 가스 및 산소를 사용하여 금속을 용접·용단 또는 가열하는 작업, 폭발성·발화성 및 인화성 물질의 제조 또는 취급 작업, 고압선 정전작업 및 활선작업, 철골구조물 및 배관 등을 설치하거나 해체하는 작업, 천장크레인 조종 작업, 타워크레인 조종작업, 흙막이 지보공의 조립 및 해체작업, 거푸집의 조립 및 해체작업, 비계의 조립 및 해체작업, 표면공급식 잠수장비 또는 스쿠버 잠수장비에 의해 수중에서 행하는 작업, 타워크레인 설치 및 해체작업, 크레인류 인양장비의 줄걸이 작업, 중장비의 신호수 업무, 크레인(타워크레인, 컨테이너크레인, 천장크레인, 양화장치 제외) 조종 작업, 차량탑재형 고소작업대 및 크레인을 사용하는 작업, 라싱작업(컨테이너 고박) 등이다. 이들 작업에 대해서는 업종 범위를 명확히 하고 특별안전·보건교육과 연계하거나 주기적인 보수교육의 신설을 위한 방안 검토, 산업안전보건법 개정과 연계한 방안 검토 등 추가적인 연구를 통해 법령 개정이 가능한 것으로 분석되었다.

활용방안 및 기대성과

현행 「유해 · 위험작업의 취업제한에 관한 규칙」의 대상작업과 작업범위 및 필요한 자격 · 면허 · 경험 또는 기능 등에서 제기되는 불명확성과 모호성에 대한 검토, 해외 법령의 사례분석 및 비교분석, 통계자료 분석과 현장실태 조사를 수행하여「유해 · 위험작업의 취업제한에 관한 규칙」 개정을 위한 방안을 제시하였다. 이에 따라 법적 명확성 확보, 현실성 있는 작업 범위 및 자격 기준의 설정, 추가가 필요한 작업 제시 등을 통해 위험성이 높은 작업의 산업재해 예방 활동 촉진하고 더불어 산업안전보건 정책 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

중 심 어

유해위험작업의 취업제한에 관한 규칙, 중대재해사례 분석, 유해위험작업, 자격 · 면허취득자, 보수교육

참고문헌

고용노동부. ILO 산업안전보건 관련 협약 비준에 관한 연구. 2011.

김상렬, 이윤호, 김정동. 유해위험작업의 안전작업을 위한 조사 연구(I). 한국안전학회지1993; 8(4)

박필수. 산업안전보건법해설. 중앙경제사;1998

연구책임자 : 산업안전보건연구원 정책제도연구팀 조흠학

연 락 처 : 052-7030-832, hmhak@hanmail.net

14 주요 업종별 원하도급업체 실태조사 및 맞춤형 재해예방사업의 효과적인 확대방안에 관한 연구

연구의 필요성 및 목적

우리나라의 재해율 평균(0.66%)에 비해 철강업(1.16%), 조선업(1.17%), 자동차업(1.04%)은 약 1.5배 이상 높은 것으로 나타나고 있으며 이들 업종은 원·하도급업체 구조로 사업을 진행하는 경우가 많아 이러한 구조에서의 산재 예방관련 실태 파악 및 예방 정책이 필요한 것으로 보인다. 본 연구의 목적은 조선업, 자동차업 및 철강업을 주축으로 업종별 원·하도급업체의 현황 그리고 산재발생 현황 등에 관한 전반적인 실태조사를 실시하여 원·하도급업체의 산재예방 정책 및 제도 개선 사항을 제시하는데 있다. 이와 함께 현재 시행하고 있는 조선업 안전보건수준이행평가 제도의 법제화 및 확대 방안에 관하여 선진 외국의 자율안전보건시스템과 비교·분석하여 제도의 개선점을 제시하고자 한다.

연구 내용 및 방법

조선업, 자동차 및 철강업의 3개 업종의 원·하도급업체 간의 안전보건관리 실태를 파악하기 위하여 주요 업종별(조선, 철강, 자동차) 원·하도급업체를 대상으로 통계조사, 양적조사(설문지) 및 질적조사(심층면접)을 실시하였다. 또한 조선업 안전보건수준이행평가 제도 등 법 개정에 따른 규제영향을 비용-편익 분석 방법으로 분석하였다. 또한 선진 외국의 자율안전보건시스템 사례 조사하고 원·하도급업체의 산재감소 및 산재예방을 위한 제도개선 사항 및 조선업 안전보건수준이행평가 제도의 법제화 및 확대방안을 제시하였다.

연구 결과

첫째, 조선업 안전보건 실태조사 결과, 2011년부터 2013년까지의 평균 재해율은 모기업이 0.71%, 협력업체가 0.45%로, 모기업이 협력업체에 비해 재해율이 높게 나타났다. 하지만, 조선

업 중 모기업 1개소와 그에 따른 협력업체들을 집중분석한 결과, A모기업과 A모기업 협력업체의 경우 요양일수 90일 이상의 강도 높은 재해를 분석해보면, 발생형태별 재해 현황은 사고부상 및 사망자는 A모기업이 74.9%, A모기업 협력업체는 87.7%로 협력업체가 모기업에 비해 높게 나타남을 알 수 있고, 질병이환자·사망자는 A모기업은 25.1%, A 모기업 협력업체는 12.3%로 모기업이 높게 나타남을 알 수 있다.

타 업종에 비해 고소 작업 및 밀폐 공간 작업 등의 유해위험 작업에서의 추락 등의 재해가 빈번하게 발생하고 있음을 알 수 있었다. 재하도급의 운영에 대하여 법적으로 금지되어 있으나 협력업체 37.8%에서 납품단가 경쟁이나 비용절감을 위해 재하도급을 운영하는 것으로 나타났으며, 모기업은 협력업체에 대하여 지속적이고 실효성 있는 지도와 지원이 이루어지기 위해 모기업과 협력업체 간의 안전보건관리 시스템을 일원화 할 필요가 있다는 결과가 나왔다.

자동차 안전보건 실태조사 결과, 2011년부터 2013년까지의 평균 재해율은 모기업이 1.20%, 협력업체가 0.48%로, 모기업이 협력업체에 비해 재해율이 높게 나타났으며, 조립 과정에서의 반복적인 작업에 의한 근골격계 질환 등 업무상 질병이 발생하고 있음을 알 수 있었다. 협력업체(72.8%)에서 납품단가 경쟁이나 비용절감을 위해 재하도급을 운영하는 것으로 나타났으며, 모기업은 협력업체의 재해 예방을 위해 필요한 제도에 관하여 "재하도급 금지" 및 "협력업체의 안전보건 전담자의 채용 의무화"가 각각 4.00점, 3.90점으로 가장 높게 나타났다.

철강업 안전보건 실태조사 결과, 2011년부터 2013년까지의 평균 재해율은 모기업(0.27%), 협력업체(0.25%)로, 모기업이 협력업체에 비해 재해율이 높게 나타났으며, 재해발생형태가 복합적으로 나타나지만, 타 업종에 비해 설비의 정비, 보수 작업 시에 많은 재해가 발생하고 있음을 알 수 있었다. 협력업체(71.1%)에서 비용절감을 위해 재하도급을 운영하는 것으로 나타났다. 모기업은 협력업체의 재해 예방을 위해 필요한 제도에 관하여"협력업체의 안전보건 전담자의 채용 의무화" 및 "협력업체 안전보건활동 지원 강화"가 각각 4.57점, 4.43점으로 가장 높게 나타났다.

둘째, 조선업 안전보건수준이행평가 제도 등 법 개정에 따른 규제영향분석 (비용-편익 분석) 결과, 안전보건수준이행평가에 따른 추가적인 비용 발생은 연간 총 10,721백만 원으로 추정되는 데 반해, 연간 발생한 총 편익은 21,344백만원으로서, 순편익 10,623 백만원으로 산출되어 비용보다 편익이 크게 나타났다.

셋째, 선진외국의 자율안전보건시스템 사례를 조사한 결과, ILO와 주요 선진국이 도급 사업과 관련된 법적 규제와 안전보건지침, 해당 기업과의 협력적이고 전문적인 기술지원을 통해 모기업과 협력업체가 서로 협력 및 조정하여 상생 할 수 있는 실제적인 지원과 관리를 하고 있다. 그리고 도급과 관련된 산업재해 예방을 위해 직업안전보건법과 일반 안전보건지침에 관련 규정을 두고 있다.

위와 같은 연구 결과를 토대로 원·하도급업체의 산재예방을 위한 방안을 제시하면 다음과 같다.

1) 조선업은 모기업과 협력업체 간 안전보건관리시스템을 일원화할 필요가 있다.
2) 자동차업, 철강업에서는 모기업의 협력업체 전담 안전관리자 제도의 도입이 필요하다.
3) 조선업의 안전보건수준이행평가 제도의 법제화 및 확대 적용이 필요하다.

활용방안 및 기대성과

본 연구의 결과는 협력업체의 안전보건 수준을 모기업의 안전보건 수준까지 끌어올릴 수 있을 것으로 기대하는데, 특히, 협력업체 의존도가 높은 조선업, 자동차 및 철강업 등의 근로자 및 사업주의 산업재해 예방활동과 사업장의 안전의식 조성 및 안전문화 형성에 많은 기여를 할 것으로 판단된다.

그리고 열악한 작업환경의 중·소규모 사업장의 안전보건활동에 도움을 줄 수 있을 뿐만 아니라 협력업체의 산재감소 및 산재예방을 위한 제도개선에 기여 할 것으로 판단된다.

중 심 어

조선업, 자동차업, 철강업, 원하도급, 협력업체, 조선업 안전보건수준이행평가 제도

참고문헌

갈원모 외 2인, 자동차·철강산업의 모기업-협력업체 안전보건모델개발에 관한 연구, 안전보건공단 산업안전보건연구원, 2011

HSE. Guidance on health and safety for contractors and suppliers. 2002.

고용노동부 (2012). 「산업안전보건분야 규제완화에 따른 사회·경제적 비용편익 분석」 연구용역 보고서.

연 구 책 임 자 : (사)한국안전학회 김태구
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 정책제도연구팀 조흠학
연 락 처 : 052-7030-832, hmhak@hanmail.net

16 현장 집행성 제고를 위한 효과적인 과태료 처분 기준 연구

연구의 필요성 및 목적

최근 제정된 질서위반행위규제법의 영향으로 산안법상 과태료 제도의 입법양식의 변화를 가져오게 되었다. 과태료 부과기준이 일반기준(부과기준기간 및 감경기준 그리고 가중기준)과 개별기준을 차례대로 열거하고 일반기준을 근거로 개별기준에서 위반횟수에 따른 과태료 부과금액을 단계별로 정립하게 되었다.

하지만 이러한 입법적 개선에도 불구하고 산업현장에서 과태료 규정이 어느 정도로 실효성 있게 적용되는지 여부는 정확히 확인되고 있지 않다. 이러한 문제의식을 바탕으로 산안법상 과태료 부과항목 목록과 과태료 부과기준의 적정성(과다제재와 과소제재의 문제) 그리고 과태료 부과기준의 합리적인 개선안을 도출해볼 필요가 있다.

연구 내용 및 방법

산안법 의무위반 행위유형과 과태료 법리의 내용을 검토하였다.

현장에서 과태료 부과와 관련해 과다제재 및 과소제재의 문제가 발생한 경우 법경제학적 비용편익분석방법은 그 책정방식의 우수성에도 불구하고 여러 가지 제약적 요소로 인해 한계가 있어 2011년부터 2013년까지 산안법 위반에 따른 과태료 부과 항목별 실태자료를 분석하여 그 함의를 도출해 보았다. 그리고 국내 유사한 성질의 입법과 비교하여 산안법상 과태료 부과기준이 적정한지 여부를 검토하였다. 더 나아가 외국법제에서 산안법 관련 과태료 부과기준과 부과수준을 검토하여 우리법제와의 차이점을 간략히 검토해 보았다.

마지막으로 다양한 연구방법론을 바탕으로 현행 산안법상 과태료 부과기준의 법적 개선방안을 종합적으로 검토하여 합리적인 입법적 개선안을 제안하고자 한다.

연구 결과

첫째, 과태료 부과제재 실태자료 분석결과 표시의무위반건수와 교육관련 위반건수가 상대적으

로 높게 나타나는 등 안전보건관리의 기본적인 사항에 대한 개선이 필요하다는 관점에서 규제강화가 이루어져야 한다.

둘째, 산안법과 유사한 의무위반행위를 규정하고 있는 관련입법과 비교해 본 결과 형평의 문제와 비례의 원칙을 위반하는 문제가 다수 발견되는 바, 과도한 차이를 보이는 안전보건관리규정, 물질안전보건자료 작성 및 비취의무 등은 규제강화가 필요하다. 다만, 산안법상 화학물질의 유해성·위험성 조사위반에 따른 과태료 부과금액은 규제완화가 필요해 보인다.

셋째, 산안법 체계상 근로자의 협력의무의 중요성이 강조되므로, 근로자에게 요구된 준수사항을 위반한 경우 규제개혁이 강화하는 형태로 변화할 것을 제안한다.

넷째, 일본과 영국의 경우 질서위반행위에 대해 행정형벌로 처벌하는 것이 일반적이다. 다만 독일의 경우는 입법체계상의 다름으로 인해 산안법을 비롯한 다양한 하위법령에서 안전보건관련 과태료 규정을 적용해오고 있다.

다섯째, 과태료 부과기준과 관련해 일반기준의 경우 1)부과기준기간을 현행 2년에서 3년으로 연장할 것을 제안하며 2)감경기준과 관련해 이중적 감경사유가 존재하며 그 사유가 되는 대상에 사업장규모와 더불어 공사규모까지 포함하고 있어 후자를 삭제할 것을 제안하였다.

마지막으로 과태료 부과기준과 관련한 개별기준이 가장 핵심적인 연구내용이다. 특히, 석면의 경우 산안법상 의무이행주체를 건축물이나 설비의 소유주에서 석면해체 및 철거사업주로 변경을 제안하였으며 그리고 석면안전관리법과 비교해 산안법상 석면관련 과태료 부과액이 과도해 하향조정할 것을 제안하였다. 한편 건강검진의 경우 사업주의 통보의무 위반에 따른 과태료 부과가 건당 부과되는 바, 과태료 최고액이 정해져 있어 총액을 초과하는 금액에 대한 징수를 할 수 없는 모순이 발생한다. 이 문제를 해결하기 위해 위반건수에 비례하는 과태료 부과가 가능하도록 예외조항 설치를 제한하였다.

활용방안 및 기대성과

산업안전보건 정책 및 입법개선을 위한 기초자료가 될 수 있으며, 산안법상 과태료 부과기준의 현장 집행성을 제고하기 위한 법제와 의식의 전환을 기대할 수 있다. 더 나아가 산안법상 과태료 부과기준의 합리화 노력이 향후 유관입법의 과태료 부과기준 개선을 위한 모델이 될 수 있을 것으로 기대한다.

중 심 어

산업안전보건법, 과태료, 의무위반, 부과기준, 의무이행 주체, 질서위반 행위, 감경기준

참고문헌

김성룡, “형사벌 · 행정형벌과 과태료 부과기준 및 산업안전보건법상 처벌규정의 적정성 검토”, 강원법학 제34권, 강원대학교 비교법학연구소, 2011.

박영도, 강문수, “과태료 · 과징금 부과기준 개선방안 연구”, 한국법제연구원, 2009.

안승철, “과태료 · 과징금 합리화 방안(3)”, 월간 법제, 법제처, 2010.

연 구 책 임 자 : (사)한국비교노동학회 이달휴
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 정책제도연구팀 조흠학
연 락 처 : 052-7030-832, hmhak@hanmail.net

Ⅱ

안전연구분야

01 건설업 안전 · 보건 관리자 선임기준 개선방안

연구의 필요성 및 목적

건설업 재해는 1981년도에 산업안전보건법을 제정하여 사업장의 안전 · 보건을 체계적으로 관리하기 위한 제도적인 노력을 기울여온 지난 30여 년간 큰 폭의 감소 추세를 보여주었다.

건설업 재해율은 1998년 재해율 0.91를 기록하며 1.0대 미만으로 진입한 이후에는 증가세와 감소세가 5년여 간 주기적으로 반복한 후 2008년부터 다시 증가하여 2013년까지 5년 연속 상승하고 있다.

사망재해자는 등락을 반복하고 있지만 2009년 500명대에 재 진입한 이후 다소간의 등락을 보이고 있으나 정체 상태를 유지하고 있으며, 재해자수는 2005년 이후 8년간 지속적으로 증가하여 2005년 대비 2013년에는 약 45.2%가 증가하여 건설재해를 낮추려는 정부와 건설업계, 안전관계자 등 모두의 노력에도 불구하고 어려움을 겪고 있다.

2000년 8월 5일자로 안전관리자 선임기준이 완화되어 공사금액 하한선이 20억원(겸직허용, 전담은 100억원)에서 120억원(전담, 겸직은 폐지)으로 대폭 상향된 이후 건설업 재해가 감소추세가 둔화되고 증가세가 타나나는 시기와 일치하였다.

건설업 재해의 증가세를 감소추세로 전환시키기 위하여 안전관리자 선임기준의 문제로만 접근할 수는 없으나 안전관리자 선임기준에서 대상공사 범위를 완화하고 선임기준을 인원기준으로만 단순화 한 그 간의 제도운영은 단기간 생성 · 소멸하는 많은 중 · 소규모 건설현장의 재해수준을 낮추고 위험도가 상대적으로 높은 대형 건설공사재해를 감소하기 위한 제도로는 한계점에 다다른 것으로 판단된다.

건설업 재해감소를 위한 다각적인 노력이 요구되고 있는데 안전 · 보건관리 제도와 정책, 재해예방사업과 안전 · 보건관리활동, 사업주 · 안전관계자 · 근로자 모두의 참여와 향상된 안전의식 수준 달성을 위한 여러 가지 방안 중 건설현장에서 안전 · 보건업무를 전문적으로 수행하는 안전 · 보건관리자 선임인원과 역할, 위상 등의 문제가 건설산업의 환경변화에 부응하지 못하고 있는 부분을 검토하여 개선 방안 마련이 필요하다.

연구 내용 및 방법

본 연구에서는 그 간의 건설재해 추세 분석, 현행 안전·보건관리자 선임제도의 문제점 분석, 건설업 안전·보건관리자의 선임 관련 법령과 다른 법에서 적용하고 있는 인력배치 기준에 대한 고찰, 선진국의 안전·보건관리자 선임관련 기준 등에 관한 문헌, 자료, 기존 연구사례 등에 대한 고찰과 건설업체 본사 안전담당부서 관계자와 건설현장의 안전관리자를 대상으로 한 실태조사·분석 결과 등을 종합적으로 고찰하여 개선방안을 마련하였다.

연구 결과

(1) 안전·보건관리자 선임인원 증원기준 공사금액 개선 방안

현행 산업안전보건법에 의한 안전관리자(보건관리자)의 증원기준인 공사금액 700억원(보건관리자는 1,400억원)을 800억원(보건관리자는 1,600억원)으로 상향하여 적용하는 방안이다.

2015년도부터 보건관리자 선임제 도입으로 안전관리자와 공동으로 업무를 수행함에 따라 업무량 감소를 각각 15% 수준으로 적용하여 공사금액에 따른 증원기준에 대입하면 현행 700억원마다 1명씩 증원하는 기준을 800억원으로 상향 조정하고 보건관리자는 안전관리자 선임기준과 연계하여 현행 1,400억원 증원기준을 1,600억원으로 변경하는 방안이다.

(2) 안전·보건관리자 선임인원 상한기준 도입 방안

건설현장의 공사진척율 등을 고려하여 인력을 융통성 있게 운영할 수 있도록 일정 규모 이상 건설공사에 대하여는 안전·보건관리자 선임인원의 최소한의 기준을 제시하고 추가 선임에 대한 자율권을 제한적으로 부여하는 방안으로 공사금액 기준 7,100억원 이상 건설공사부터 적용하는 안을 제시한다.

건설공사가 대형화 할수록 공사비에서 차지하는 노무비율이 낮아져 근로자수증가 비율은 감소하므로 공사금액 증가와 안전·보건관리자 증원의 연계성이 낮아지며, 건설업체가 공공 건설공사 입찰시 평가점수에 반영되는 재해율 및 산재예방활동 평가에 대비하기 위한 안전·보건 인력운영의 자율권을 부여하기 위한 방안이다.

다수의 안전관리자를 선임하는 대상 건설공사의 재해율 수준과 공사금액 7,100억원 이상 건설공사의 재해율 비교시 20~30% 수준으로 매우 낮은 것으로 나타나 인력운영의 자율권을 부여하여도 재해에 부정적인 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

(3) 안전·보건관리자 선임인원 총량제 도입 방안

건설업 안전·보건관리자의 선임인력 기준을 공사금액 증가에 따른 공사기간내 총인력

(man-month) 기준만 규정하고 해당 공사별 공정율, 근로자수 등 현장여건에 맞추어 안전·보건관리자 운영인력은 자율적으로 적용하는 방안을 제시한다.

안전·보건관리자 인력기준을 총량제로 전환하면 건설현장에서 공정 진행이 빠르게 진행되는 기간에 안전·보건관리자를 증원하여 운영할 수 있고 공정이 미진한 경우에는 선임인원을 줄여서 운영하는 효율성을 기할 수 있을 것이다.

(4) 원·하도급업체별 안전·보건관리자 선임인원 산정기준 개선 방안

수급(하도급)업체를 별도의 사업장으로 간주하여 안전관리자 선임의무를 부여하기 보다는 원도급업체에서 총괄로 안전관리자를 선임하는 방안을 제시한다.

다수의 전문건설업종이 혼재되어 작업을 수행하는 경우 상호 간섭되거나 중첩되는 작업공간, 작업내용에 따른 위험이 내재되어 있으므로 해당 공종 뿐만 아니라 같이 작업을 수행하게 되는 다른 공종까지 관리할 수 있는 체계가 필요하다.

따라서, 건설업에서는 원도급업체의 책임하에 여러 공종의 협력업체를 포함하여 해당 건설공사 전반을 관리하는 관점에서 안전·보건관리를 수행하는 것이 효율적인 것으로 판단된다.

현행 안전관리자 선임기준에서와 같이 수급업체를 별도의 사업장으로 간주하여 안전관리자 선임의무를 부여하기 보다는 원도급업체에서 총괄로 안전관리자를 선임하도록 개정하는 것을 합리적인 방안으로 제시한다

(5) 안전·보건관리자 경력기준 도입 방안

산업안전보건 제도의 발전적인 유지는 산업안전·보건 업무를 수행하는 전문 인력이 중심이 되어 사업장의 안전·보건 확보 노력이 필요하다는 점에서 전문성 향상을 통한 체계적인 관리 제도 도입이 필요하다.

현행 안전·보건관리자 자격기준에 기초하여 자격 또는 경력별로 실무 경력기간을 추가로 도입하여 초급·중급·고급·특급 4단계의 안전·보건관리자 등급기준으로 마련하였다.

등급별 선임기준은 현행과 같이 정수로 선임하여야 하는 규정과 연계하기 위하여는 공사규모에 따라 경력직 안전·보건관리자를 일정 인원이상 의무적으로 선임하도록 의무화하는 방안을 활용할 수 있다.

총량제 선임기준을 도입하는 경우에는 초급 1.0, 중급 1.3, 고급 1.5, 특급 2.0과 같이 안전·보건관리자의 등급을 정량화하여 총인력 기준을 준수하도록 하는 방안을 마련하였다.

(6) 산업 안전·보건 전문 인력의 경력관리 전담기관 운영 방안

경력 관리를 효율적으로 수행하기 위하여는 현재 산업안전보건법에 의거 신고하도록 되어 있는 안전관리자, 보건관리자와 더불어 안전·보건관리대행기관, 안전·보건진단기관, 안전·보건교육기관 등 법정업무를 수행하는 기관의 인력변동 사항을 모두 관리할 수 있으며 보수교육, 역

량강화 교육지원 등 지원 사업 등을 수행할 수 있는 전국적인 지역 사무소를 가지고 있는 기관에서 업무를 담당하는 것이 효율적일 것으로 판단한다.

(7) 공사금액 120억원 미만 유해·위험방지계획서 제출대상 건설공사에 안전관리자 선임의무 도입 방안

30여년간의 제도운영으로 건설재해 감소효과를 거두어 왔던 안전관리자 선임제를 120억원(토목공사는 150억원) 미만 건설공사 중 고위험 건설공사에 부분적으로 적용하는 방안을 제시한다.

건설업 전체의 재해감소를 위하여 재해수준이 10배 이상 높게 나타나는 영역인 공사금액 120억원(토목공사는 150억원) 미만 중·소규모 건설현장 중 고위험공사로 분류되어 유해·위험방지계획서를 작성·제출하고 고용노동부로 부터 심사·확인(한국산업안전보건공단에 위탁)을 받는 건설공사에 선별적으로 도입하여 안전관리 전문인력을 배치하여 체계적인 관리체계 구축을 위한 제도 도입이 필요하다.

활용방안 및 기대성과

첫째, 건설현장의 안전·보건관리자의 선임인원과 경력기준 도입을 통한 합리적인 개선을 통하여 안전·보건관리자의 안전·보건관리 효율화와 재해예방 성과 개선에 기여할 것이다.

둘째, 안전·보건관리자 경력기준 도입은 안전·보건관리자의 전문성 향상을 위한 환경을 조성하고 오랜 경력을 지닌 경력자의 고용의 안정성을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

셋째, 안전관리자 선임의무가 없었던 공사금액 120억원(토목공사는 150억원) 미만 건설현장에 제한적으로 선임의무를 부여함으로서 중규모 건설현장의 재해감소와 대형사고 예방효과가 있을 것으로 판단된다.

넷째, 건설업 안전·보건관리자 선임기준의 합리적인 개선을 통하여 안전·보건관리자의 위상을 높이고 건설업의 안전·보건 활동 활성화에 기여함으로서 건설업 재해감소에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단한다.

건설업 안전보건관리자의 선임기준 개선안에 대한 방안 제시로 향후 건설업의 환경변화를 고려하여 단계적으로 개선안으로 활용할 수 있도록 다른 관점에서의 개선안을 제시하였다.

안전관리자와 보건관리자가 같이 사업장에서 공동으로 업무를 수행함에 따른 효과와 문제점이 가시화되지는 않았으나 본 연구에서는 안전관리자 운영에 따른 문제점을 기초로 하여 예상되는 문제점 도출과 이에 대한 개선방안을 제시하였으며, 보건관리자 선임기준 개선방안이 연계하여 포함하였다.

선임기준 개선안에는 인력기준 개선안과 더불어 경력기준 개선안을 반영하여 안전·보건시장의 변화추이와 재해예방 효과 등을 측정하여야 하나 안전·보건관리자 선임기준의 전면적인 개

선제도 도입에 따른 효과추정에 어려움이 있어 규제영향 분석은 공사금액 120억원 미만 유해·위험방지계획서 제출대상 건설공사에 안전관리자 선임의무 도입방안에 대하여만 수행하였다.

중 심 어

건설재해, 안전관리자, 보건관리자, 선임기준, 경력기준

참고문헌

고용노동부(한국산업안전보건공단). 년도별 산업재해 발생 현황. 1987~2013

국토교통부. 건설산업기본법. 2014

안홍섭, 이규진, 김은정. 안전·보건관리자 선임기준에 있어 공사금액과 근로자 수 간의 적정 비교 연구. 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원. 2013.(7-16, 38, 111쪽)

연구책임자 : 산업안전보건연구원 안전연구실 박용규

연 락 처 : 052-7030-852, solopark@gmail.com

02 건설현장 작업발판에서 넘어짐에 의한 떨어짐 예방 연구

연구의 필요성 및 목적

건설업의 사고성 사망재해는 전 산업에서 발생하는 사고성 사망재해의 약 50%를 점유하고 있으며 사다리, 건축물 단부 또는 개구부, 비계 및 작업발판 등이 건설업 사고성 사망재해를 유발하는 주요 기인물로 나타나고 있다. 이중 비계 등에 설치되는 작업발판은 대부분의 주요 작업공정에서 다양한 형태로 설치되어 사용되고 있으며 이와 관련된 재해가 연간 약 2,000건 정도 발생하고 있다.

산업안전보건법 제34조 [안전인증], 동시행령 제28조[안전인증대상 기계·기구 등] 제1항 제2호 "추락·낙하 및 붕괴 등의 위험 방지 및 보호에 필요한 가설기자재로서 고용노동부장관이 정하여 고시하는 것"으로서 안전인증을 취득하도록 제도화 되어있고, 또한 건설현장에서 작업발판을 설치할 경우 안전인증을 득한 제품만을 반입하여 설치하여야 하는데도 불구하고, 비인증 작업발판(합판, 갱폼, 각재, 철제각파이프 등)을 사용함으로써 작업발판 자체 운반, 설치 및 해체작업과 작업발판에서의 작업, 이동 등으로 인하여 계속적으로 재해가 발생하고 있는 실정이다.

국내 건설현장에서의 작업발판 관련 규정은 고용노동부 산업안전보건법 인증제품(작업대, 통로용 작업발판)과 한국산업표준(KS F 8012:2009 ; 통로용 작업발판, 작업대 및 작업 계단)의 작업발판 제품에 대한 규정과 가설공사 표준안전 작업지침(고용노동부고시 제2012-92호)과 한국산업안전보건공단 작업발판 설치 및 사용안전 지침(KOSHA GUIDE C-8-2011) 등 설치 및 사용에 대한 내용을 규정하고 있으나 일부 내용에 있어서는 서로 혼란을 초래하고, 일부 조항은 정성적인 내용으로 언급되어 있어서 실제 건설현장에서는 작업발판을 사용목적, 사용장소, 작업종류, 건설회사 및 건설현장 규모 등에 따라 그 종류와 형태를 매우 다양하게 사용되고 있어 안전규정을 일률적으로 적용하기에 다소 무리가 있다.

이 연구에서는 작업발판 관련 재해 일반 특성 분석과 재해 특성군에 대한 심층 분석, 국내외 안전인증기준과 국내 작업발판 관련 규정 조사, 건설현장에서 사용하고 있는 작업발판 실태조사 및 설문조사(시공업체, 생산업체 및 임대업체), 작업여건 및 환경을 고려한 작업발판 미끄러짐 실험 등을 통하여 비인증제품의 사용, 작업발판에서 작업 중 또는 이동 중 발생하는 떨어짐이나

넘어짐 재해의 발생 원인과 문제점을 도출하여 작업발판에 관련 작업에서의 재해예방 방안을 제시하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

(1) 연구 내용

- 건설업 작업발판에서의 떨어짐/넘어짐 재해분석을 통한 주요 문제점 파악
- 국내외 작업발판 관련 안전기준 파악
- 건설현장, 제조업체 및 임대업체 작업발판 실태조사
  - · 작업발판 재료 및 사용환경별 미끄러짐 영향 분석
  - · 작업발판 사용자의 안전기준 준수 실태 파악
- 작업발판 실험을 통한 재료별, 사용환경별 미끄러짐 영향 분석

(2) 연구 방법

- 문헌 조사(작업발판 사용 시 재해예방 관련 제도 · 정책 등 조사)
- 최근 떨어짐/넘어짐 사망재해 및 일반재해 원인 분석
- 건설현장 작업발판 설치 · 사용 관련 실태조사 및 설문조사
- 작업발판 미끄러짐 저항 시험

연구 결과

(1) 건설현장 작업발판 재해 분석 결과

건설현장 작업발판 관련 재해를 정밀분석하여 재해가 집중적으로 발생한 ①공사규모 3억원이상 20억원미만 소규모 건설현장, ② 건축건설공사(작업발판 사용공종), ③ 근속기간 1개월 미만 신규채용자, ④연령 50이상 60대미만 고령근로자, ⑤ 공정율 50%이상 60%미만 마감공사, ⑥ 안전발판 설치 등을 작업발판 관련 주요 재배발생 특성군으로 선정하여 작업발판 관련 교육, 점검 등 안전관리 활동에 활용할 수 있게 하였다.

(2) 국내 · 외 작업발판 안전기준 분석결과

작업발판 설치기준 간 상충되는 문제점에 대하여 안전기준개선(안)에 작업발판을 인증대상품목으로 제한하여 설치기준 적용대상을 명확하게 제시 하였다.

목재 작업발판은 가설공사 표준안전 작업지침과 KOSHA GUIDE C-8-2011에서 기준을 제시하고 있다. 실제 목재 작업발판의 경우 안전인증 대상에 포함되이 않기 때문에 건설현장에서 작업

자의 경험에 의존하여 제작하는 경우가 많으므로 항상 위험에 노출되어 있다. 따라서 안전기준 개선(안)에서는 목재 작업발판의 사용을 지양하고, 현행 안전인증 기준에서 제시하고 있는 알루미늄 합금재와 강재에 한하여 사용하도록 하는 대책 마련이 시급한 실정이다

(3) 작업발판 설치 · 사용 실태조사결과

건설현장의 작업발판 사용실태에서 안전기준에 대한 준수도가 미흡한 것으로 확인되었으며, 작업 중에 항상 떨어짐이나 넘어짐과 관련한 안전사고의 발생요소가 작용하고 있었다. 이에 현행 안전기준을 개선 · 보완하여 작업발판과 관련한 안전사고 발생위험요소 감소, 안전사고 예방에 대책이 요구된다.

(4) 작업발판 설문조사 분석결과

제조업체 설문조사 결과 다양한 규격의 작업발판을 제작 · 생산하고 있으며, 모두 안전인증을 취득한 제품을 생한하는 것으로 확인되었다.

임대업체 설문조사 결과 안전인증 제품을 구매하여 보유하고 있는 것으로 나타났으나 대부분의 업체가 품질관리를 자체적으로 실시함에 따라 관리부분에 대한 소홀함이 나타날 수 있는 것으로 파악되었다.

건설현장에서의 설문조사 결과 작업발판 관련 재해를 감소시키기 위해서는 철저한 관리감독이 요구되며, 작업자에 대한 수시 안전교육을 실시하여 안전의식을 개선시키고, 작업발판의 최재적재하중 표시 및 표준안전작업지침에 대한 활용이 활성화 되어야 재해예방에 기여할 수 있는 것으로 나타났다.

(5) 작업발판 미끄러짐 영향분석 시험결과

재료별, 사용환경별 작업발판 미끄러짐 분석결과 물과 박리제가 도포된 상태에서 미끄러짐 위험성이 높은 것으로 나타나 작업발판 사용 시 미끄러짐의 원인이 될 수 있는 오염물(물, 모래, 콘크리트, 박리제 등 기름, 자재 등)을 청소하고 정리정돈을 철저히 하여야 작업발판 관련 미끄러짐에 의한 떨어짐 · 넘어짐 재해를 획기적으로 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

(6) 안전하고 현장성을 고려한 작업발판 설치 · 사용 방안

작업발판 관련 재해 특성, 실태조사, 설문조사, 재료별 · 사용환경별 미끄러짐 저항 시험 등 연구 전과정의 문제점을 도출하여 안전하고 현장성을 고려한 작업발판 설치 · 사용방안을 제안하였다.

- 3억원이상 20억원미만 소규모공사, 건축건설공사, 1개월미만 신규채용자, 50대이상 60대미만 중 · 고령자, 공정율 50%이상 60%미만 마감공사, 안전발판 취급 등 작업발판 관련 재해발생 특성군을 집중적으로 안전보건점검 및 교육, 관리감독 실시

- 현장여건과 진행공종에 부합하는 위험성평가 수행 후 그 결과를 위험공종 작업장 주변에 LED광고판 또는 현수막을 설치하여 쉽게 인식하도록 하는 위험성평가 게시 및 주지하는 방안
- 중소건설업체의 경우 작업발판 등 공통가설재의 관리 소홀로 인한 유해위험에 노출될 우려가 높고, 사고 발생 시 책임소재가 명확하지 않아 공통가설인 경우 원도급업체에서 일괄 관리하는 방안
- 국내 작업발판 관련 기준에 “미끄러짐 방지조치 또는 방지장치”라고 막연하게 언급되어 있는 내용을 재료, 사용환경을 고려하여 정량화한 후 등급화 필요성
- 비계 등에 작업발판을 설치하여 이동 또는 작업 시에 미끄러져 떨어지거나 넘어질 우려가 높은 경우 즉, 작업발판 사용 및 유지관리 측면에서의 작업발판 안전기준(안) 신설
- 비계의 재료에 “강관비계”만 언급되어 있는 것을 “비계”로 변경, “한국산업표준”에서 정하는 기준이상을 “한국산업표준 또는 방호장치 의무안전 인증기준”을 추가하는 등 작업발판 재료기준 보완 및 변경
- 가설공사 표준작업 안전지침, 방호장치 의무안전 인증기준 및 작업발판 설치 및 사용안전지침에서 서로 상충되는 작업발판 재료 “목재” 기준 삭제하여 “방호장치 의무안전 인증기준 또는 한국산업표준에 적합하거나 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용하여야 한다”라고 변경하였으며, “강재 작업발판”만 규정되어 있은 것을 “강재 및 알루미늄 합금재”로 하여 추가 보완 및 변경
- 반입 및 운반, 인양 및 설치, 작업, 해체 등 단위작업별 위험성평가서(안)을 제안하여 현장여건과 진행공종에 부합하는 실행할 수 있는 위험성평가 방안

활용방안 및 기대성과

- 작업발판 사용실태에 대한 문제점을 분석하고, 안전한 작업발판을 설치할 수 있는 방안을 제시함으로써 건설현장 떨어짐, 넘어짐 재해예방에 기여
- 작업발판 관련 재해예방에 관한 정책수립의 자료를 제공하고, 산업안전보건법 안전기준에 관한 규칙 및 KOSHA Guide 제·개정에 반영

중 심 어

떨어짐, 넘어짐, 작업발판, 안전기준, 재해예방

참고문헌

고용노동부, “산업안전보건기준에 관한 규칙(작업발판에 관한 조항), (말비계에 관한 조항), (작업발판 일체형 거푸집의 안전조치)”, 고용노동부령 제77호, 2013.3.21.

한국산업안전보건공단, “작업발판 설치 및 사용 안전지침”, KOSHA GUIDE C-8-2011, 2011

최돈홍, “건설현장 작업발판 관련 안전규정 개정 연구” 산업안전보건연구원, 2012. 12.31.

연구책임자 : 산업안전보건연구원 안전연구실 정성춘

연 락 처 : 052)703-0854, j94024@kosha.or.kr

03 말비계 안전기준 개정에 관한 연구

연구의 필요성 및 목적

- 최근 건설시장에서의 리모델링 및 보수보강공사 수요 증가로 인해 말비계가 사용되는 실내마감작업의 빈도가 증가하고 있으며, 실내작업 특성상 작업부위의 이동이 빈번하기 때문에 말비계는 주로 경량으로 제작되고 있다. 또한 그 형태적 특성상 작은 횡력에 의해서도 넘어질 수 있는 가능성이 있다. 이와 같이 건축물 마감공사에서 많이 사용하고 있는 말비계 등 2미터 이하의 낮은 높이에서 사용되는 작업발판의 설치 불량 또는 사용상의 부주의로 인한 재해자는 매년 300여명 (전체 건설재해 중 약 1.5%) 정도 발생하고 있다.
- 말비계의 제작 또는 사용과 관련된 주요 국내 기준으로는 '산업안전보건기준에 관한 규칙'과 고용노동부 고시로써 '가설공사 표준안전 작업지침'이 있으며, 한국산업안전보건공단의 '안전보건기술지침(KOSHA GUIDE)', 지식경제부 산하 기술표준원 고시로써 '안전·품질표시 대상 공산품의 안전·품질표시기준' 등이 있으나 각각의 기준 및 규격간에 내용이 상호 일관성이 없으며, 특히 산업재해예방의 기준이 되는 산업안전보건기준에 관한 규칙의 경우에는 건설현장에서 일반적으로 사용되어지는 2미터 이하의 말비계에 대한 명시적인 적용사항이 없으므로 해당 규정 적용에 현실성이 제한되는 등의 문제점이 있다.
- 본 연구에서는 건설현장의 마감공사에서 주로 사용되는 말비계를 대상으로 재해현황을 분석하고 건설현장 및 제작업체 등에 대한 실태조사, 국내외 말비계 제작 및 사용 기준 조사 등을 통해 현재 적용되고 있는 말비계 관련 안전규정을 보완하는 말비계의 최대사용높이, 발판의 최소폭, 하중조건, 재료 등에 관한 구체적인 안전기준을 제시하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

(1) 건설현장 말비계 재해에 대한 특성 분석

최근 10년간(2004년~2013년)의 연도별 산업재해현황 자료를 분석하였고, 또한 사망재해에 대해서는 한국산업안전보건공단에서 최근 5년간 실시한 중대재해조사 자료를 추가로 분석하여 말비계에서의 재해발생특성을 파악하였다.

(2) 건설현장의 말비계 사용실태 및 설문 조사

국내 약 140여개 건설현장의 말비계 설치 및 사용실태에 대하여 말비계 형태별, 공종별 사용 및 재해현황, 말비계 안전기준 인지여부 등을 조사하고 말비계 인증제도 도입, 건설업 클린사업 적용 등에 대한 의견을 조사하였다.

(3) 국내·외 작업발판 안전기준 등에 대한 비교 분석

말비계에 대한 제작 및 사용과 관련하여 국내 관련 안전규정과 미국, 영국, 일본 등 국외의 안전기준에 대하여 조사하고 말비계, 발판형 사다리 등의 정의와 세부 기준 등 각각 차이점을 비교·분석하였다.

(4) 안전한 말비계 설치·사용을 위한 기준 개정 방안 제시

말비계 재해 특성 분석, 말비계 제작 및 사용 실태조사, 관련 국내외 안전기준 비교분석 등의 결과를 토대로 국내 안전기준의 보완·개정 방안을 제시하였다.

(5) 말비계 사용시 떨어짐 위험 측정을 위한 실험방법 조사

말비계 사용작업시 주된 재해형태인 떨어짐 재해의 위험성을 정량화하기 위한 방안으로서 문헌조사를 통해 떨어짐 위험성측정 실험방법을 정리하였다.

연구 결과

- 건설현장 말비계 재해에 대한 특성 분석결과

  말비계 재해예방 특성군을 ① 총공사금액 3억원미만, ② 건축건설공사현장에서, ③ 공정율 50~90% 사이에, ④ 미장·도장·목공 등 주요 마감작업에 투입되는, ⑤ 근속기간 1개월 미만, ⑥ 50~70세 중·고령 근로자로 선정하여 ⑦ 말비계의 손상·파손 여부, 안전모 등 개인보호구 착용여부 등 떨어짐 재해 예방에 중점을 두고 특별히 관리할 것을 제안하였다.

- 건설현장의 말비계 사용실태 및 설문 조사결과

  건설현장 말비계 관련 재해를 효과적으로 줄이기 위해서는 안전인증기준 등 말비계 관련 안전기준의 정비와 함께 이 기준에 적합한 제품 개발이 필요하며, 또한 건설현장에서는 말비계 조립·설치·사용 시에 작업면의 높이가 높을 경우에는 안전난간, 아웃트리거 등 안전장치를 추가 설치하고, 안전모 등 개인보호구를 철저히 착용하는 등 말비계 작업발판 상부에서의 불안전한 행동 등으로 인해 떨어질 수 있는 환경이 조성되지 않도록 건설현장 관계자의 안전의식 향상이 필요함을 확인하였다.

- 국내·외 작업발판 안전기준 등에 대한 비교 분석결과

  말비계에 대한 제작 및 사용과 관련하여 국내 관련 안전기준과 미국, 영국, 일본 등 국외의

말비계 관련 안전기준을 비교한 다음 비계형식과 사다리형식으로 구분하여 각각의 정의와 세부 기준 등 각각 차이점을 정리하여 분석한 결과 국내 안전기준의 경우 비계형식인 말비계와 사다리형식인 도배용사다리를 명확히 구분하지 않고 있으며, 최대 사용높이, 발판의 최소 폭과 길이 등의 적용 기준이 비계형식에 대한 것인지 사다리형식에 대한 적용사항인지의 구분이 모호하게 표현되어 있음을 파악하였다. 따라서, 국내의 경우 비계형식의 말비계와 사다리형식의 도배용사다리(발판사다리)를 명확히 구분하고 또한 말비계와 도배용사다리의 사용조건을 제한하는 안전기준이 추가적으로 제시될 필요가 있음을 확인하였다.

- 안전한 말비계 설치·사용을 위한 기준 개정 방안 제시

  국내 기준에는 "말비계"에 대한 구체적인 형식에 대한 정의가 없어 관련 기준 간에 혼란을 초래하는 항목을 다소 포함하고 있으므로 우선적으로 말비계와 발판사다리로 구분하여 각각의 용어정의 및 최대 사용높이, 작업발판의 규격 등에 관해 관련 안전규정 개정안을 제안하였다.

- 말비계 사용시 떨어짐 위험성측정을 위한 실험방법 제시

  발판사다리(도배용 사다리) 인증기준 도입을 위한 구조적 안정성 분석을 위해 발판의 높이 및 발판 크기의 변화, 지주기둥의 기울기 변화 등에 따른 사용자의 생체역학(Biomechanics) 및 생리학(Physiology)적 지표의 측정방법에 대해 고찰해 보고 사용자의 떨어짐 가능성을 정량화할 수 있는 실험방법을 정리하여 향후 연구과제로 제안하였다.

활용방안 및 기대성과

- 말비계 사용실태에 대한 문제점을 분석하고, 안전한 말비계를 설치할 수 있는 방안을 제시함으로써 건설현장 떨어짐 재해예방에 기여
- 말비계 관련 재해예방에 관한 정책수립의 자료를 제공하고, 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 안전보건기술지침(KOSHA Guide) 제·개정에 참고자료로 활용

중 심 어

말비계, 도배용 사다리, 떨어짐, 안전보건기술지침, 재해예방

참고문헌

안전·품질표시대상공산품의 안전·품질표시기준, 기술표준원고시 제2013-0350호(2013.8.8)

최돈홍, 최진우. 건설현장 작업발판의 사용실태 조사연구. 산업안전보건연구원 2010.

ANSI A10.8 Scaffolding Safety Requirements, 2011

연구책임자 : 산업안전보건연구원 안전연구실 권준혁

연 락 처 : 052)703-0857, bandit@kosha.or.k

04 미끄러짐 위험성 측정법의 현장적용 연구

연구의 필요성 및 목적

넘어짐 재해는 매년 전체 산업재해 중 약 20%를 차지하고 있으며, 주요 발생 유형으로는 40%가 미끄러짐에 의한 사고임.

미끄러짐 재해의 예방대책을 수립하고, 사고 원인을 분석하기 위해서는 미끄럼 위험성을 정량적으로 평가할 방법이 필요함

따라서 미끄러짐 사고의 위험성을 측정할 수 있도록 개발되어진 평가법을 검증하고 이를 통해 측정기의 신뢰성을 확보하여 보급하고 관련 법령 및 국가 표준 등의 제·개정에 반영하여 관련 재해 감소에 기여하고자 함

연구 내용 및 방법

- 연구 내용
  - 국내외 미끄러짐 위험성 측정법 연구 동향 및 결과 정리
  - 미끄러짐 위험성 측정법의 실험 검증
  - 휴대용 측정기의 현장 보급을 위한 신뢰성 검증
- 연구 방법
  - 문헌 조사
  - 개발된 미끄러짐 위험성 평가법에 대하여 국제 규격을 이용한 검증
  - 국제적으로 공인된 시험기와 성능 비교
  - 휴대용 측정기의 성능 평가

연구 결과

복합적인 원인에 의해서 발생하는 미끄러짐을 측정하기 위해서는 인간의 보행 특성을 감안해야 하지만, 현재 이를 정확히 반영하여 국제적으로 널리 통용되는 측정기는 없는 실정이다.

영국, 미국 등 각국에서 표준으로 사용되고 있는 측정기는 있으나 동일한 위치에서도 다른 결과를 보이며, 미끄러짐 위험성을 정확히 나타내지 못한다는 평가를 받고 있다.

실험을 통해 인간 보행의 역학적 데이터를 분석한 결과, 접촉시간, 접촉압력 등이 주요한 인자로 확인되었다.

인간 보행을 반영하여 개발된 미끄럼 저항 측정기를 국제 규격인 ASTM을 이용하여 검증한 결과, 모든 기준을 만족함을 확인하였다.

생체역학적 인자를 적용하여 휴대용으로 개발된 미끄럼 측정기는 실험실 기반의 측정기에 비해 10~20 % 높긴 하지만, 기준을 만족하여 충분히 미끄러짐 위험성을 측정하는 데 활용이 가능함을 확인하였다.

휴대용 미끄럼 측정기를 사용하여 바닥의 미끄러짐 위험성을 평가할 때 0.65를 기준으로 위험성을 판단할 수 있다.

활용방안 및 기대성과

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 관련 규정의 개정 시 기초자료로 활용
- 정량적 미끄러짐 위험성 평가법 보급을 통한 넘어짐 재해 예방

중 심 어

넘어짐 재해, 미끄러짐, 마찰계수, 마찰 측정기

참고문헌

박재석, 김정수. 미끄러짐 사고의 다중요인 체계화 연구. 산업안전보건연구원. 2013.

Assessing the slip resistance of flooring. HSE. 2012.

김정수. 표준 바닥재를 이용한 미끄럼 측정기의 검증방법 개선 및 활용방안. 한국안전학회지. Vol. 28, No. 6, pp. 73-78, 2013.

연구책임자 : 산업안전보건연구원 안전연구실 최승주

연 락 처 : 052)703-0859, boyz@kosha.or.kr

05 시뮬레이션 기법을 활용한 화학사고 예방 연구

연구의 필요성 및 목적

본 연구는 화학물질 취급공정에서 발생하는 화학사고를 예방하기 위해 기본적으로 요구되는 리스크 분석(Risk Analysis)시 공정의 특성을 잘 반영하여 가상적 예측 결과가 실제와 매우 유사한 CFD 언어를 활용 및 적용함으로써 화학공장의 고위험 공정을 대상으로 신뢰성 있는 사고피해결과를 분석하고 결과에 따른 안전확보 방안을 제시함과 동시에 화학사고 조사시 과학적 원인 조사가 이루어 질 수 있는 분석방법을 제시 하고자 한다.

- CFD 언어를 이용한 화학공장의 고위험 공정에 대한 사고피해결과(Consequence Analysis) 분석 및 대책방안 제시
- 화학공장의 리스크 분석을 위한 새로운 패러다임 제시
- 화학사고 발생시 과학적 원인 조사를 위한 접근방법 제시

연구 내용 및 방법

화학사고시 과학적으로 원인을 분석함과 동시에 사고예방을 위한 화학공장의 신뢰성 있는 리스크 분석 및 접근방법을 제시하기 위해 수행한 본 연구는 이를 위한 방법론적 사례로 화학공장의 고위험 공정인 RHDS(잔사유수첨탈활공정) 공정을 대상으로 실제공정과 운전조건, 설비 및 장치의 형태와 밀집도, 대기상태, 바람의 영향 등 여러 복합적 변수를 고려하여 FEA와 CFD 시뮬레이션 수행하였으며 방법은 다음과 같다.

- 국내 화학사고 고위험 대상공정 선정
- 선정공정에 대한 3D 모델링을 위한 역설계 Scanning
- 공정 리스크의 잠재위험 확인을 기반으로 한 사고시나리오 작성
- FEA(Finite Element Analysis) 시뮬레이션 분석
- CFD(Computational fluid dynamics) 시뮬레이션
  - 시스템 유동해석, 확산 및 폭발 해석

- 시뮬레이션된 누출 화학물질의 확산거동 분석
  - 시간에 따른 변수(농도, 피해범위 등)
- 시뮬레이션을 통한 누출물질의 피해영향 결과 분석

연구 결과

(1) CFD를 위한 3D Scanning 기술의 도입 및 활용성

CFD 시뮬레이션의 형상을 취득하기 위해 활용한 3D Scanning 기술은 잘 적용 되었으며 활용성이 입증되었다. 그러나 앞으로, 더욱더 정밀한 형상을 얻을 수 있는 고도화된 Scanning 기술 즉, 쉽고 빠른 시간 내에 대상공정의 형상을 취득 수 있는 신기술의 접목이 필요하다 판단된다.

(2) FEA 기법을 통한 누출공 크기 산정 방법 제시

현재 누출공의 크기를 정함에 있어서 명확한 적용방안이 제시되고 있지 않아 FEA 기법을 활용하여 누출공 크기를 산정하고 이에 대한 접근방법에 대해 제시하였으며 결과로서, 기존의 일부 관련 기술자료 대비 현실적인 누출공 크기를 산정할 수 있었다.

(3) 누출량 산정을 위한 유체유동 시뮬레이션의 활용성

Flownex Code를 이용한 유체유동해석 결과, 수치계산 결과보다 훨씬 더 신뢰할 만한 정밀한 결과 값을 도출하였으며 확산 및 폭발 시뮬레이션에 원활하게 적용함으로서 뛰어난 활용성을 나타내었다.

(4) CFD를 이용한 확산 및 폭발 시뮬레이션의 신뢰 및 활용성

RHDS(잔사유수첨탈황공정)공정을 대상으로 발생 가능한 사고를 선정하여 확산 및 폭발 시뮬레이션을 Flacs Code를 이용하여 수행한 결과, 단순 모델인 TNT-Equivalent, TNO-Multi Energy, Baker-Strehlow Model 보다 훨씬 더 신뢰할 만한 결과를 도출하였다. 그리고 화학사고의 원인조사에 있어서 이러한 시뮬레이션을 방법을 활용할 경우 과학적으로 원인 분석이 가능함과 동시에 리스크 분석에 활용할 경우에는 화학사고 예방을 위한 실용적 리스크 평가가 어루어질 수 있을 것으로 판단된다.

(5) 폭발 시뮬레이션을 통한 안전거리 산출 방법 제시

현장에서 아직까지 논쟁이 많은 안전거리 산정과 관련하여 본 연구의 폭발 시뮬레인션을 결과를 활용하여 관련된 법령 조건을 만족함과 동시에 사업장의 실질적인 리스크 관리를 위한 접근방법에 대해 제시하였다. 그러나 법에서 제시된 안전거리의 경우, 제시된 거리의 근거가 되는 피해 결과와 영향인자에 대해서는 아직까지 명확하게 제시되고 있지 않아 사업장 자율적으로 기

준을 정해야 하는 문제로 인해 향후, 이 부분에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다

(6) 연구의 제한 및 문제점

본 연구에서 적용 및 활용한 각각의 시뮬레이션 기법은 단계별로 정밀한 결과를 얻을 수 있는 큰 장점이 있으나 경험적으로 다음과 같은 과제들을 해결해 가야 할 것으로 판단된다.

- 시뮬레이션을 위해 수반되는 고가의 비용 및 시간
- 시뮬레이션 및 해석을 위한 전문적인 지식
- 시뮬레이터 사용을 위한 장시간의 교육
- 공정별 시뮬레이션 결과의 검증을 위한 누출 및 폭발실험
- 각각의 시뮬레이터간 데이터 연동을 위한 많은 절차 및 방법

활용방안 및 기대성과

연구를 통해 제시된 시뮬레이션 기법을 활용한 리스크 분석 방법은 임의적으로 이루어지고 있는 누출공 크기와 누출량 산정 방법을 대체할 수 있는 과학적인 접근 방법으로써 활용할 수 있으며 또한, 이를 기반으로 한 확산 및 폭발 CFD 시뮬레이션은 실제와 가장 근접한 사고피해를 예측 및 분석함으로써 정밀한 리스크 분석이나 화학사고시 원인을 과학적으로 분석할 수 있는 방법으로도 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

중 심 어

리스크 분석, 3D Scanning, FEA, CFD

참고문헌

Anna Qial, Steven Zhang, "Advanced CFD modeling on vapor dispersion and vapor cloud explosion", Journal of Loss Prevention in the Process Industries", 23, 843-848,(2010)

A,C. van den Berg and A. Lannoy, "Method for vapour cloud explosion blast modeling", Journal of Hazardous Material, 34, 151-171 (1993)

장창봉, 권혁면 등. CFD를 이용한 가연성 가스의 확산 및 폭발연구, 한국가스학회지 2012;16(5):58-65

연구책임자 : 산업안전보건연구원 안전연구실 장창봉
연 락 처 : 052-7030-858, jcb1276@gmail.com

06 식품가공기계의 안전성 향상 방안 연구 - 골절기 사용 사업장 중심으로 -

연구의 필요성 및 목적

'08~'09년의 산업기계 및 설비와 관련 있는 재해 중에서 식품가공기계에서 발생한 재해가 각각 1,551건, 1,541건으로 이는 산업기계 관련 재해의 5.5%, 6.1%를 차지하고 있다. *

식품가공기계는 종류가 다양하고 광범위하게 사용되고 있으나 식품가공기계에서 발생하는 재해에 대해 분류화 되고 분석되어진 자료는 미진하다.

재해발생 원인에 대한 다양한 분석이 결여되어진 경우, 재해의 원인을 기계에 관련한 안전장치 미설치와 근로자의 안전수칙 미준수의 문제로 이분화 하는 경향이 있다. 그러나 산업현장에서 발생하는 재해에는 다양한 주위의 환경과(기계의 안전장치 포함) 근로자의 작업행동이 관여되어 발생한다.

어떤 작업에 있어 근로자가 안전한 작업이라 생각하나, 점검자나 감독자의 입장에서 보면 위험한 작업일 수도 있다. 이러한 문제점을 줄이기 위해서 위험성평가 등을 실시하여 예상되는 위험을 구체화하고 객관화 하려는 노력을 수행한다.

위험성평가 수행의 목적은 위험요인을 찾아내어 인식하고 개선하여 작업이나 공정에 존재하는 위험을 제거하여 근로자가 안전하게 작업을 수행하도록 하기 위함이다. 위험성평가에서 추정되는 위험에 대해서 허용 가능한 수준을 결정하고 개선비용 등을 고려하여 개선의 우선순위를 정하게 된다.

식품가공기계에 대한 위험성평가도 같은 패턴을 보이게 된다. 기기에 대한 위험성평가에서 발견되는 위험에 대해 근본적인 개선이 필요한 경우는 기기의 제작 시에 개선 되도록 하고, 개선이 불가능한 것(개선비용에 대한 이익이 발생하지 못하는 경우)에 대해서는 작업방법 등을 개선하여 위험을 예방하거나 개인보호 장비를 사용하게 된다.

식품가공기계 중 골절기의 경우는 골절기로 행해지는 작업이 다양하다. 이러한 이유로 골절기에 한가지의 방호장치로 골절기에서 행해지는 모든 작업에 대해 안전을 확보하기가 어렵다.

2014년 3월 13일부터 식품가공기계 중 파쇄기, 절단기, 혼합기, 제면기가 자율안전확인신고의

* 이종영외 4명, "산업용 기계류의 위험성평가제도 도입 방안연구", 산업안전보건연구원, 2010.

대상으로 제조단계에서 안전성을 확보하도록 되었다. 그러나 식품가공기계의 절단기 중 슬라이스 방식의 절단기는 자율안전확인신고에 포함되었으나 더 위험하고 재해발생 빈도가 높은 띠톱 방식의 절단기는 법적용 대상에 포함되지 않는다. 이러한 골절기는 육제품 가공업이나 정육점 등에서 흔히 사용되고 있다.

정육점의 예를 들어보면 삼겹살을 써는 육절기는 자율안전확인 대상이 되나 육절기 옆에 있는 골절기는 자율안전확인 신고 대상에 포함되지 않는다. 또한, 그 옆의 돈가스 제조용 세절기 등도 자율안전확인대상은 아니다.

본 연구는 식품가공기계 사용 사업장의 재해특성과 식품가공기계 작업특성을 파악하여 두 특성들을 비교 분석하여 재해의 발생요인을 추정하고자 하였다. 또한 재해에 직접적인 영향을 주는 인자가 무엇인지에 대한 고민을 하였다.

또한, 외국의 경우 식품가공기계(골절기)에 관련하여 어떤 위험을 주요 위험요인으로 선정하고 안전대책을 요구하는 지를 알아보고자 하였다.

아울러 식품가공기계 중 골절기 관련한 국내·외 제도를 비교하여 적용 가능한 방호장치를 제안하고자 하였다.

이러한 연구는 식품가공기계 연구의 첫 단계로 다른 식품가공기계의 재해특성을 추가 분석하여 식품가공기계에서 발생하는 재해원인 모형을 분석하기 위한 기초자료가 될 것이다.

연구 내용 및 방법

식품가공기계 사용 사업장의 재해특성은 육제품 또는 유제품제조업 사업장의 최근 5년간 재해특성을 분석하였다. 산업재해보상에서 파악할 수 있는 기본 정보를 활용하여 업종이 가지는 특성을 파악하였다.

식품가공기계 사용 근로자의 재해특성은 육제품 또는 유제품제조업 사업장의 최근 5년간의 재해내용 중 식품가공기계 관련한 재해를 파악하였다.

식품가공기계 관련한 작업특성 등을 파악하였다. 이러한 작업특성과 재해특성의 연관성 여부에 대해 비교 분석하였다.

식품가공기계 중 골절기 관련한 국 내·외의 법제도에 대해서 조사하였다. 국내에 우선 도입이 가능한 부분을 언급하고자 하였다.

재해특성과 작업특성을 비교·분석하여 재해가 다발하고 위험한 작업을 소거하기 위한 방호장치를 제안하였다.

골절기 사용실태 조사는 사회조사 경험이 있는 사회조사원을 채용하여 진행하였다.

재해특성 분석과 관련하여 사업장 실태조사(샘플링 전화조사 및 방문조사)로 재해의 구체적인

트리거 요인을 파악하고자 하였다. 또한, 재해를 유발하는 특정인자의 유발을 억제할 방안을 제시하고자 하였다.

연구결과는 SPSS 18.0을 사용하여 분석하였다.

연구 결과

식품가공기계 사용 사업장 재해 중 94.1%가 끼임(50.5%)과 절단 · 베임 · 찔림(43.6%)에서 발생하고 있다.

설문 응답 사업장의 72.9%가 1일 골절기 사용시간이 2시간 이내이었다. 또한 근로자의 55.6%가 골절기 작업이 위험하다고 생각하고 있다.

설문 응답 사업장의 89.5%가 개인보호구인 쇠그물 안전장갑을 사용한다고 응답하였으나 그 중에 52.6% 쇠그물을 착용하고 나머지는 면장갑이나 고무장갑을 착용하였다. 사업장에서 골절기 사용 작업에서 개인보호구에 대한 정확한 이해가 아직 미흡한 것으로 보인다.

설문 응답 사업장의 81.2%가 골절기 사고의 직접적인 원인을 근로자의 집중력 부족을 이유로 꼽았다. 또한 골절기에 추가 방호장치 부착에는 66.2%가 긍정적인 응답을 하였다.

EU에서의 골절기의 위험구역 구분과 위험성평가 자료를 제공하여 위험성평가를 스스로 해볼 수 있게 한다.

EU나 일본 등에서는 골절기의 형식을 4가지 형태로(탁상용, 스탠드용, 공급대 이송방식, 자동 송급방식) 구분하고 있다.

OHSA나 HSE 홈페이지에서 골절기 관련 재해 발생 시 벌금이 부과된 것을 확인할 수 있다. 골절기에 사업주가 방호장치를 제공하지 않았을 경우 벌금부과 기준의 하나가 된다.

골절기 띠톱에 근접해서 이루어지는 작업의 사고를 예방하기 위하여 방호장치를 제안하였다. 방호장치는 톱날과 근로자의 손의 접촉을 차단하는 것에 주목적으로 하고 있다.

활용방안 및 기대성과

연구 결과는 식품가공기계 사용사업장에 보급되어 재해특성을 이해하는 자료로 보급될 수 있다. 아울러 골절기 사용사업장장이나 산재보험에 가입하지 않은 정육점 등에 보급되어 골절기 관련한 재해발생 특성과 위험성을 인식하게 할 수 있다. 이는 사업장 스스로 위험성평가를 해보는 데에 유용하게 사용될 수 있다. 또한 제안된 방호장치는 사업장에 효율적으로 지원된다면 일정 작업(갈비나 등뼈 작업 등)에서의 재해예방에 도움이 될 것이다.

중 심 어

육제품 또는 유제품 제조업, 식품가공기계, 골절기, 끼임, 절단 · 베임 · 찔림

참고문헌

산업재해 현황통계 자료(2009~2013), 산업안전보건연구원, 2014

산업재해 발생형태 용어정비 개선, 고용노동부, 2013

KOSHA GUIDE(G-83-2012), 산업재해 기록 · 분류에 관한 지침, 한국산업안전보건공단, 2012

연구책임자 : 산업안전보건연구원 안전연구실 이홍석

연 락 처 : 052-703-0856, leemokri@naver.com

07 IT를 활용한 안전기술 구축을 위한 실태조사

연구의 필요성 및 목적

최근 고용의 유동화나 취업형태의 다양화, 설비의 자동화 · 에너지절약 · 집약화의 발전, 아웃소싱의 진보 등에 의한 혼재작업의 증가 등, 근로자를 에워싸는 상황은 큰 변화를 보이고 있다.

신규채용이 줄어 젊은 인재가 부족하고, 전후세대의 대량퇴직이 예견되고 있다. 이에 따라 산업현장에서는 담당업무 범위의 확대 · 다기능화, 기술의 블랙박스화, 체계적인 교육의 어려움, 근로자의 숙련도의 상대적 저하, 현장의 정보를 답습한 안전관리의 노하우 손실 등 다양한 문제에 의해 산업안전보건 수준의 저가가 염려된다.

이러한 문제에 대응하기 위하여 근래 들어 비약적으로 발전하고 있는 휴대정보 단말기(타블렛 PC, PDA 등), RFID/USN/ICT, 데이터베이스 시스템 등의 IT를 활용한 안전보건관리 기법의 도입을 위한 적극적, 장기적 기반의 구축이 필요하다.

더불어 4차 산업 혁명으로 명명되는 Industry 4.0은 제조업과 ICT 등의 융합을 통해 미래형 생산체계로 변화되며, 생산과 서비스 요소 간 네트워크로 연결되고 정보를 교환함으로써 최적화된 생산, 기계스스로 통제하는 '스마트 공장'의 실현에 부응할 수 있는 안전관리 기술의 검토가 선행되어야 한다.

USN은 ICT 기반으로 주위 모든 사물을 연결하여 사람과 사물, 사물과 사물 간에 정보를 교류하고 상호 소통하는 인프라로 '안전', '헬스 케어', '스마트 홈', '스마트 카', '원격검침' 등에 적용되고 있으며, 산업통산자원부의 국민행복형 4대 융합 신산업 정책('13. 3월, 안전분야; 빅 데이터 활용 재난대비 시스템, 재난 · 재해 감시 · 인명구조로봇 등), 초연결 디지털 혁명의 선도국가 실현을 위한 사물인터넷 기본계획(미래창조과학부, 2014. 8)과 연계한 IT 융합과 안전의 활성화를 적극적으로 모색하여야 한다.

연구 내용 및 방법

(1) 연구내용 및 범위

본 연구의 목표는 IT를 활용한 안전기술 구축을 위한 실태조사 연구를 통하여 안전기술의 개발 및 안전정책을 제안하고자 한다.

공학안전 중심의 IT를 활용한 안전기술 구축을 위한 사례 발굴 및 Mapping을 위하여 설비 중심, 근로자 중심, 수동적 안전시스템, 능동적 안전시스템, 학계 중심, 산업계 중심, 공공연구 중심, 선·후행 기술, 교육적 측면/기술자격 등으로 검토 및 분류하였다.

분류된 IT 기술을 산업안전보건법, 개인정보보호법 정비/반영 여부 그리고 IT, ICT, RFID, USN 및 스마트폰 등 환경변화에 대응하는 연구방향 수립과 산업현장 설비/근로자의 안전성 향상에 필요한 공학안전분야 테마 발굴을 통하여 안전정책 제안, 안전분야 중장기 연구 계획을 제안하였다.

한편, 근로자/설비 보호를 위한 현장성을 고려한 IT 관련 안전보건기술 지침을 발굴하기 위하여 국내외 관련 규격/기준을 검토하였다.

또한, 근로자/설비 보호를 위한 IT를 활용한 안전장치를 개발하고자 하였다.

(2) 연구방법

본 연구를 위하여 국내외 적용사례 수집/검토, 시장조사(IT기기, 활선경보기장치, 안전장치 등), 일본 노동안전위생종합연구소와의 정보교류 및 자문, IT기술에 대한 자료/기술/시장조사, 한국사물인터넷협회, 대학, 관련단체 등 전문가 집단의 자문을 통하여 연구를 실시하였다.

또한 전문가 자문을 통하여 근로자 및 설비를 보호하기 위한 안전기술지침 개발을 시도하였으며, 건설현장 또는 밀폐공간에서의 작업자 안전활동 감지를 위한 안전장치 및 관련기술을 개발하고자 하였다.

연구 결과

IT를 활용한 안전기술 구축을 위한 실태조사 연구를 통하여 안전기술의 개발 및 안전정책의 제안을 연구목표로 하여 다음과 같은 연구결과를 얻었다.

- 국내외적으로 이미 개발 또는 개발 중인 IT기술과 산업안전으로의 접목 가능성을 고려한 관련 연구자료를 190여건 검토하였다.
- IT기술과 산업안전으로의 접목 가능성의 도출과 공학 중심의 Mapping을 위하여 설비중심/근로자 중심/수동적 안전시스템/능동적 안전시스템, 연구 중점 추진 분야(학계/산업계/공공연구)와 기술(선행, 후행), 교육적 측면을 고려하여 향후 중점연구 추진 분야로 15건을 상세 분석/분류하였다.
- 건설업뿐만 아니라 밀폐공간 작업에서도 재해방지를 위하여 유용하게 사용할 수 있는 '스마트폰 융합 근로자 안전활동 감지장치'를 개발하였다. 아울러 개발품에 대해서는 실용화 개선 등, 향후 참여기업을 통한 생산과 산업현장 등으로의 보급을 유도할 것이다.
- IEC 60950-1을 근간으로 하는 '정보통신기기의 전기안전에 관한 기술지침'을 개발하였다(부록 1).

- 실태조사에서 나타난 안전기술 접목을 위하여 장기적으로 구축 및 반영하여야 할 IT관련 몇 가지 정책적 제안(제언)을 하였다.

활용방안 및 기대성과

(1) 활용방안

본 연구의 결과는 중장기적으로 IT를 활용한 안전기술 구축/개발/연구를 위한 정책수립 및 반영, 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정, KOSHA GUIDE 제·개정에 반영될 것으로 기대됨과 동시에 분석된 자료를 바탕으로 우리연구원, 공단, 고용노동부, 산업현장뿐만 아니라 타 부처/연구기관과의 중장기 계획 반영, 협력/융합에 의한 예산절감 등 시너지 효과뿐만 아니라 IT 사용자 안전교육자료, 대학의 IT관련 학과의 교육자료로 활용함과 동시에 특히, 안전장치 보급에 따른 재해감소로의 활용가치가 크다고 사료된다.

(2) 기대성과

본 연구에서 검토된 많은 IT관련 기술은 부족한 노동력 대체/확보 방안 제공, 안전관련 기술 전수의 용이성 방안을 제공, IT관련 안전기술지침 제공으로 인한 근로자 재해 예방에 기여, IT관련 안전기술 융합 연구/개발 목표에 대한 체계적인 분류/대안 제시로 인한 경제성 도모, 고용노동부 뿐만 아니라 안전행정부, 지식경제부, 미래창조과학부, 교육문화부 등 관련부처/기관과의 안전정책 방향에 참고/활용 가치가 있다고 예상된다.

중 심 어

IT, 정보통신기기기, 근로자 안전활동, 전기안전기준, 안전장치

참고문헌

추락 2.5 재해특성 분석 및 안전장치개발 연구, 연구원 2007-103-1061, 산업안전보건연구원, 2007년

ICT 융합 전기산업 기술 표준 워크샵, 산업통상자원부 기술표준원, 2013. 12. 10.

정선철, 박경흠, 장경남, “스마트 폰을 이용한 실험실 원격 감시제어 시스템 개발”, 2013 한국안전학회 추계학술대회 초록집, p. 134, 2013.

연구책임자 : 산업안전보건연구원 안전연구실 최상원
연 락 처 : 052-7030-853, swchoi@kosha.or.kr

08 안전보건진단기관 내실화 및 평가제도 도입방안

연구의 필요성 및 목적

2014년 8월 현재 종합안전보건진단기관으로 한국산업안전보건공단이 지정되어 있고, 안전진단기관 10개소, 보건진단기관 3개소 건설안전진단기관 22개소가 지정되어 있으며, 안전·보건진단기관은 대부분은 수도권에 소재하고 있으며 진단물량 대비 진단기관이 부족한 실정

산업안전보건법의 목적인 근로자의 안전과 보건의 유지·증진을 위하여 산업안전보건서비스기관인 재해예방 전문지도기관, 건설업기초교육기관, 석면해체·제거작업, 작업환경측정기관, 근로자건강진단기관 등 대부분의 기관이 신뢰성 및 내실화 등의 수준향상을 위하여 평가제도가 추진되고 있는 점을 감안할 때 안전·보건진단기관도 평가제도가 도입되어야 할 필요성이 제기

연구 내용 및 방법

- 안전보건진단기관 관련 규정에 대한 국내외 문헌조사
- 타 지정기관의 평가제도와 비교 및 검토
- 안전보건진단기관의 방문 기초조사를 실시
- 안전보건진단 매뉴얼 개발을 위한 관련 기준 검토
- 법령 및 관련 하위규정의 제도개선안 마련

연구 결과

- 안전보건진단기관 관련 규정에 대한 국내외 문헌조사
- 산업안전보건법과 안전보건진단기관 관련 규정을 재확인
- 산업안전보건법상 작업환경측정기관, 건강진단기관 등의 지정기관 평가 관련 규정을 제시
- 한국산업안전보건공단과 안전보건진단기관 관련 규정을 명시
- 미래창조과학부와 국토교통부의 안전진단 관련 규정을 수록
- 산업안전보건법상 지정기관의 평가에 관한 선행 연구 고찰

- 일본의 노동안전위생법, ILO 협약 등 외국의 안전보건진단기관 관련 규정 정리
- 타 지정기관의 평가제도와 비교 및 검토
- 지정측정기관, 특수건강진단기관 및 석면 해체·제거 안정성 평가의 법과 시행규칙을 비교하여 4가지 평가기준(안전보건진단의 능력, 안전보건진단 결과의 신뢰도, 시설·장비의 성능, 보유 인력의 교육이수·능력개발, 전산화 정도 및 그 밖의 제반사항)을 도출
- 안전보건진단기관의 방문(기초)조사를 실시
- 8개의 안전보건진단기관에 대하여 인력 및 장비 현황, 평가의 중요성, 평가 주체, 평가주기, 평가반 구성 등 일반적 특성, 공표방법 등에 대한 의견을 조사
- 안전보건진단기관의 현황, 보유장비 현황, 시설현황, 평가기준의 중요정도에 대한 사항을 정리하여 고시 제정에 활용
- 안전보건진단 매뉴얼 개발을 위한 관련 기준 검토
- 안전보건진단기관 평가 세부지침안 마련
- 평가기준별 평가항목 수는 안전·보건진단의 능력(일반안전 및 건설안전 9문항/보건진단 11문항), 안전·보건진단 결과의 신뢰도(16문항/18문항), 시설·장비의 성능(9문항/10문항) 및 보유인력의 교육이수, 능력개발, 전산화의 정도 및 그 밖에 필요한 사항(13문항)을 개발
- 세부지침안을 근거로 안전보건진단기관 실태조사를 실시
- 법령 및 관련 하위규정의 제도개선안 마련
- 산업안전보건법 제49조(안전·보건진단 등) 개정안, 시행규칙 제130조의2(안전보건진단기관의 평가 등)의 제개정안 제시
- 안전보건진단기관의 기관평가에 관한 고시 신설안 마련
- 안전보건진단기관 평가의 표준화방안 마련

활용방안 및 기대성과

(1) 활용방안

- 안전보건진단기관 방문조사 수행결과 안전보건진단기관 평가제도 정비방안에 대한 정책적 기초자료로 활용이 가능
- 문헌조사와 방문 기초 및 실태조사 결과에 따른 평가제도 도입을 위해 마련되는 규정 개정안은 추가적으로 규제를 수행하는데 주요하게 활용
- 안전보건진단기관평가 제도를 도입을 명확히 함으로서 타 산업안전보건서비스기관 평가와의 형평성을 유지 및 합리적인 안전보건기관진단을 운영할 수 있도록 하는 정책적 방향 제시가 가능

(2) 기대효과

- 안전보건진단기관의 운영현황, 기관 지정, 진단결과의 활용성 등의 다양한 정보가 제시됨으로서 정책결정에 있어 기초자료로 활용이 가능할 것으로 기대
- 안전보건진단기관에 대한 평가제도 도입의 타당성을 명확히 제시함에 따라 향후, 추가 규제 및 규제완화에 대한 근거자료로 활용
- 안전보건진단기관에 대한 평가제도 도입에 따라 진단기관의 내실화 및 신뢰성이 확보될 것으로 기대
- 우수한 안전보건진단기관을 통해 진단을 실시함으로서 사고 및 질병 예방에 따른 경제적 효과비용 창출

중 심 어

안전보건진단, 기관평가, 내실화

참고문헌

고용노동부. 산업안전보건법, 령, 규칙, 2014

김정훈 등. 사업장 화학물질 등 관리규칙 연구, 한국산업안전보건공단, 2013

김현욱, 정춘화, 피영규, 이승철. 석면조사기관의 신뢰성 확보 방안 및 석면제품 실태연구. 한국산업안전보건공단, 2013

연구책임자 : 대구한의대학교 보건학부 피영규 교수

연 락 처 : 052-7030-856, jcb1276@gmail.com

09 안전인증 및 안전검사 수수료 현실화 방안 연구

연구의 필요성 및 목적

(1) 연구의 필요성

◔ 위험기계·기구 및 설비 등의 근원적 안전성 확보를 위해 2009년 1월 1일부터 안전인증 및 안전검사제도가 임의에서 강제로 전환되면서 외부연구용역을 통해 도출된 결과를 기초로 하여 수수료를 부과하고 있음.

◔ 이 후 2012년에 안전검사 수수료 일부를 인상하였으나, 수수료가 현실을 반영하지 못하고 있다는 인식에 따라 안전인증·검사의 서비스 질 저하가 우려된다는 의견이 제기되고 있음.

◔ 따라서 안전인증·검사 서비스가 필요한 업체가 이에 해당하는 비용을 지불하는 것을 원칙으로 하는 수익자부담원칙에 따라 수수료를 현실화하여 서비스의 질을 높일 수 있는 기반을 마련할 필요가 있음. 다만, 수수료라는 공공요금의 특성을 감안하여 마련함.

◔ 이를 위해 현행 수수료의 적정성을 검토하고, 객관적이고 합리적인 표준원가산출기준에 의거 수수료를 산출하며, 이를 기초로 하여 국내외 유사수수료 수준과의 비교분석 및 비용편익분석 등을 통해 수수료 현실화 방안을 제시할 필요성이 있음.

(2) 연구의 목적

◔ 표준원가산출기준에 의거 안전인증 및 안전검사업무에 소요되는 제반비용의 원가분석을 통해 현행 수수료 수준의 적정성을 검토하고, 현실적인 적정 수수료 수준을 제시함.

◔ 효율적인 안전인증 및 안전검사업무 수행을 위한 검사물량 및 인력에 대한 원단위 분석과 서비스의 질 저하를 방지하기 위한 수수료의 현실화 방안을 제시함.

연구 내용 및 방법

(1) 연구의 내용

◘ 선행연구 검토

◘ 국내 유사수수료 사례 비교분석

- 외국 안전인증 및 검사관련 수수료 비교분석
- 현행 안전인증 및 검사수수료 수준의 적정성 검토
- 안전인증 및 검사수수료 원가분석
- 비용편익분석을 통한 수수료 현실화 방안 검토
- 안전인증 및 검사수수료 개선방안 제시

(2) 연구의 방법

- 선행연구 검토
- 국내 유사수수료 사례 비교분석
- 외국 안전인증 및 검사관련 수수료 비교분석
- 안전인증 및 검사수수료 원가분석
- 적정 안전인증 및 검사수수료 산정
- 안전인증 및 안전검사 사업장 대상 설문조사
- 비용편익분석을 통한 수수료 현실화 방안 검토
- 안전인증 및 검사수수료 개선방안 제시
  - 국내외 유사수수료 사례, 관련 부서 및 전문가 등의 의견을 반영하여 안전인증 및 검사 업무의 효율적인 운영을 위한 개선방안을 제시함.

연구 결과

(1) 적정 안전인증 및 검사수수료(안) 제시

안전인증 및 안전검사 수수료 원가분석 결과를 기초로 하여 적정 수수료를 5가지(안)으로 제시하고자 함. 즉, 직접비(재료비+직접인건비+직접경비)에 간접경비를 포함시킨 제1안, 직접비(재료비+직접인건비+직접경비)와 간접비(간접인건비+간접경비)만으로 제시한 제2안, 직접비와 간접비에 일반관리비를 포함한 제3안, 직접비와 간접비 그리고 일반관리비에 이윤까지 포함한 제4안, 그리고 현행수수료의 적용시점부터 소비자물가상승률을 적용한 제5안으로 제시하고자 함.

- 상기의 내용을 요약하면 다음과 같음.

  제1안 : 재료비 + 직접인건비 + 직접경비 + 간접경비

  제2안 : 직접비 + 간접비

  제3안 : 직접비 + 간접비 + 일반관리비

  제4안 : 직접비 + 간접비 + 일반관리비 + 이윤

  제5안 : 현행수수료 대비 소비자물가상승률 적용

(2) 안전인증 및 검사수수료 조정(안) 제시

안전인증 대상별 서면심사, 제품심사, 안전검사에 따른 현행 수수료 체계에 대한 문제점으로 안전인증대상 제품의 발전과 심사기관의 심사장비 현대화 및 제품의 특성에 따른 적정수수료가 현실적으로 책정되지 않고 있음.

따라서 현행 수수료의 문제점을 해소하고, 일반적인 수수료 조정의 원칙에 따라 실제 심사에 필요한 비용을 보전하기 위하여 총원가를 반영하는 것이 수수료 책정의 원칙에 부합하지만, 본 연구에서 원가분석을 통해 산출된 결과가 현 수수료와의 차이가 많음으로 수수료 조정의 현실성이 없으며, 또한 현행수수료에 물가상승률(누적상승률)을 적용하는 경우에는 현행수수료 체계의 문제점을 해소할 수 없다고 사료됨.

이에 본 연구에서는 안전인증 및 안전검사가 필요한 특정 업체에게 제공하는 서비스에 대하여 그 비용의 전부 또는 일부를 부담하도록 하는 수익자부담원칙과 정부가 주관하는 사업이라는 공공성을 감안하여 이용자의 부담을 최소화하고, 타 기관의 사례 및 안전인증 및 검사 제품의 특성에 따른 수수료 현실화 등을 감안하여 직접비(재료비+직접노무비+직접경비)와 간접경비만 반영하는 수수료 조정방안 제1안으로 조정함. 또한 장기적으로는 제4안에 접근하는 단계로 추진함이 타당한 것으로 사료됨.

- 심사별, 제품별 수수료 적용 현실화방안

  시험별, 제품별, 시험 종류에 따른 특성을 감안하고, 최소한의 수수료가 조정되어 비용의 일부를 부담하는 수익자의 권익을 보호하는 것이 현행 수수료의 문제점을 해소하고, 현실화되는 것으로 사료됨.

(3) 안전인증 및 검사수수료 개선방안

- 기술능력 및 생산체계심사 수수료 개선방안

  현행기술능력 및 생산체계 심사비 책정은 국내의 경우 생산업체가 산재보험에 가입되고 있는 점 등을 감안하여 2M/D기준의 1/4을 적용하고 있음으로 산출된 원가(800,000원)의 1/4 적용으로 기술 능력 및 생산 체계 심사 수수료를 200,000원으로 조정하는(안)을 제시함.

- 출장비 부과방법 개선방안

  - 산업안전보건 업무 수수료(고용노동부 고시)의 안전인증 및 안전검사 수수료 부과내용에 각 항목별로 비용 + 출장비로 되어 있으나, 여기서 출장비 를 삭제하고 비고란의 2항을 다음과 같이 개선 검토할 필요가 있음.

> 안전인증과 안전검사를 위하여 출장이 필요한 경우에는 신청자는 수수료 이외에 출장비를 별도로 부담하여야 한다. 이 경우 공무원 여비 규정에 따른 5급 공무원 여비 기준을 준용한다. 다만 도서 및 벽지 등 특정지역일 경우에는 실비를 받을 수 있다.

- 안전인증 및 검사기관의 내부규정 보완

  인증검사기관의 내부여비지급규정에 타 기관에서 여비를 지급받고 출장하는 경우에는 여비지급을 제한 할 수 있으며, 규정에 따른 여비 중에서 그 금액을 공제한 잔액만을 지급할 수 있다.는 규정을 보완 할 필요가 있음.

■ 방폭구조 전기기계 · 기구 안전인증(제품심사) 수수료 적용방법 개선

- 방폭구조 전기기계 · 기구의 제품심사 수수료는 현행 공통심사(21종 시험)와 구조별 심사수수료로 구분되어 있으며, 신청자가 심사를 의뢰하면 공통 심사 중 해당 시험수수료와 구조별 심사수수료를 계산하여 심사수수료를 부과함으로서 심사기관과 신청자 간에 혼란을 야기하고 있음.
- 따라서 구조별 심사 시 공통심사 시험 중에서 신청하는 구조 종류별로 시험하여야 하는 시험항목을 감안하여 공통심사 시험해당 수수료 반영으로 구조별 심사수수료를 산정하여, 구조별 심사수수료를 일원화하는 방안을 검토할 필요가 있음.

■ 확인심사(사후관리) 수수료 검토

안전인증에 따른 확인심사 수수료는 기술능력 및 생산체계심사수수료(50%)와 제품심사 수수료를 받도록 규정하고, 제품에 대하여 샘플링 기준을 정하고 있는바, 외국사례와 같이 공장심사 시 심사원이 샘플제품의 수량을 정하도록 할 경우 국내기업의 정서로 보아 생산업체와 인증기관의 상호 충돌이 예상됨으로 현행제도 유지가 바람직한 것으로 사료됨.

■ 국외심사 수수료 검토

- 현행 적용하고 있는 기본 수수료 × 심사 일수 × 심사원 수로 계산하고 있음은 공장심사 및 현장심사 수수료 형태로 볼 수 있고, 국외의 경우 기본 수수료 480,000원은 노임단가를 기준으로 심사원(2인1조)인 것을 감안하여 기본 수수료로 책정한 것으로 볼 수 있음으로 현실을 반영한 수수료로 사료됨. 다만, 심사원 수를 곱하는 것은 위 기본 수수료에 2인1조로 산정된 것으로 심사원 수를 곱하는 것은 적정한 것으로 볼 수 없음으로 1M/D를 기준으로 조정 할 필요가 있으며, 산출 된 총원가(800,000원)는 2M/D기준임으로 1M/D 기준으로 기본 수수료를 책정하는 것이 타당함. 또한 국외라는 특수성을 감안하여 국가 간 왕복이동 일수를 심사일수에 포함하는 것이 현실적이므로 아래와 같이 조정하는 방안을 검토 할 필요가 있음.

기존	수정
제품심사비용+(기본수수료×심사일수×심사원수)+출장비	제품심사비용+〔기본수수료×(심사일수+이동일수)〕×심사원수+출장비

- 국외 심사 수수료(1M/D 기준)
  제품심사수수료+ {기본수수료(400,000원)×(심사일수+이동일수)}×심사원 수
- 국가 간 이동일수는 1일 이내는 1일로 국가 내 이동 일 수는 2일 이상인 경우 1/2를 심사일 수에 가산한다.

활용방안 및 기대성과

- 선행연구 및 국내외 사례분석, 수수료 인상요인 및 원가분석 결과 도출로 수수료 현실화의 적정성 검증
- 객관적이고 합리적인 조사, 분석을 통해 산출된 기초자료와 표준원가산출기준에 의한 원가분석 결과, 선행연구 및 국내외 사례 등의 검토로 종합적인 분석이 가능하여 안전인증·검사수수료 산출의 적정성 및 투명성을 확보하고, 관련기관 및 수요자로부터 신뢰도 제고
- 수수료 현실화 방안 마련으로 위험기계·기구 및 설비 등의 근원적 안전성 확보를 위한 안전인증·검사 서비스의 질 저하 방지
- 수수료 조정 관련 규정(고시) 반영을 위한 기초자료 제시

중 심 어

안전인증, 안전검사, 수수료, 수수료의 현실화, 적정수수료

참고문헌

최기홍. 안전인증·검사수수료 적용방안 연구. 산업안전보건연구원: 2008

노근철. 소방용품 검사수수료의 합리적 개선방안 연구. 한국소방산업기술원:2013

노근철. 식품 검역수수료(정밀검역) 징수기준 설정 및 경제적 파급효과 분석. 농림축산검역본부: 2013

연구책임자 : 한국산업정보연구소 노근철
연 락 처 : 052-7030-851, khyi77@hanmail.net

10 음식서비스업종 특성에 맞는 작업화의 안전기준 연구

연구의 필요성 및 목적

2004년 이후 3대 다발재해 중 유일하게 지속적으로 증가하고 있는 것이 전도(넘어짐) 재해이다. 특히 2007년 이후 급격히 증가하여 2009년도에는 20,184명이 전도(넘어짐)로 인하여 재해를 입었다. 이러한 증가의 원인은 다양할 것으로 생각되지만 2009년도 전체 전도(넘어짐) 재해 중 서비스업종에서 발생한 전도(넘어짐) 재해가 50% 이상을 점유하고 있어 서비스업종의 증가와 무관하지 않을 것으로 추정된다. 최근 10년간 우리나라의 산업구조는 제조 및 건설업 중심에서 3차 산업인 서비스업종으로 천이하고 있으며 연평균 7.9%의 증가 추세 있다. 이러한 산업구조 변화 속에 전도(넘어짐)재해는 앞으로도 지속적으로 증가할 가능성이 높다.

국내 음식업종에 종사하고 있는 근로자들의 산업재해 중 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것은 넘어짐에 의한 것으로 물기, 음식물 찌꺼기가 있는 미끄러운 바닥에 의해 넘어지거나, 정리정돈되지 않은 바닥에 놓인 물건 등에 걸려 넘어지는 것이 대부분이다.

넘어짐 재해 예방을 위한 방법은 미끄러짐 방지 장화 착용, 작업장 정리정돈, 근로자 교육 등 다양한 방법이 있다.

그러나 산업안전보건법이 적용되는 사업장인 음식서비스 업종에 현재의 안전인증기준에 적합한 안전화를 착용토록 하는 것은 작업장의 현실에 맞지 않다. 근본적으로 국내의 조리실에서 많은 양의 물을 사용하기 때문에 적합하지 않다는 것이다. 많은 양의 물을 사용함으로서 바닥은 늘 젖어 있고 이로 인해 바닥의 미끄럼 방지 기능이 저하되며 신발은 늘 젖어 있게 된다. 따라서 이러한 환경에서 가죽제안전화는 쉽게 젖기 때문에 신을 수 없고 현재의 안전인증에 적합한 고무제안전화는 내답판이 신발 바닥에 삽입이 되어 있어 유연성이 떨어져 장시간 착용 시 업무부하를 증가시킨다. 이러한 문제를 해결하기 위해 안전인증 기준의 개정에 필요한 기초적인 조사로 본 연구를 수행하였다.

연구 내용 및 방법

- 국내 음식서비스업종의 작업특성 및 작업환경 실태조사

- 국내외 음식서비스업종 미끄럼재해 예방을 위한 안전작업 규정 조사
- 국내외 음식서비스업종 미끄럼재해 예방을 위한 보호구 인증기준 조사
- 국내 음식서비스업종 보호구 사용특성 파악 및 설문조사
- 보호구 제조자, 종사자, 안전보건관계자, 관계 전문가 의견수렴

연구 결과

음식서비스업종의 작업특성 및 작업환경 실태조사, 국내외 안전인증 기준조사, 사고통계조사를 통하여 다음과 같은 음식서비스 업종에 적합한 작업화 안전인증 기준(안)을 제시하였다.

<table>
<tr><td>1</td><td>구분</td><td>음식서비스업 작업화(이하 “작업화”라 한다.)는 내답판 유무에 따라 〈표 1〉과 같이 한다.
〈표 1〉 작업화의 구분
<table><tr><th>구분</th><th>성능</th></tr><tr><td>일반용</td><td>미끄럼 방지 성능, 내유성 및 선심이 있을 것</td></tr><tr><td>찔림방지용</td><td>일반용에 내답판이 포함된 것</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>2</td><td>일반구조</td><td>작업화의 일반구조는 기존의 고무제 안전화와 동일하지만 내답판은 선택사항으로 한다. 다만, 내산, 내알카리성에 관한 사항은 제조자가 작업화의 성능으로 하지 않을 경우 적용하지 않는다.</td></tr>
<tr><td>3</td><td>몸통의 재료</td><td>작업화의 몸통 재료는 고온의 액체에 의해 화상이 발생하지 않도록 불침투성 및 단열성능이 있는 것으로 고무, 고분자물질 등으로 한다. 다만, 인장강도 및 노화 후 인장강도는 별표 2의8제8호를 준용한다.</td></tr>
<tr><td>4</td><td>선심의 재료</td><td>작업화 선심의 재료는 별표2의 제5호에 따른다. 다만, 내식성이 있어야 하고 내충격성은 50J, 내압박성은 4.4kN 이상으로 한다.</td></tr>
<tr><td>5</td><td>겉창의 재료</td><td>작업화 겉창의 재료는 별표2의제7호에 따른다. 다만, 내유성은 업종의 특성 상 반드시 포함되어야 한다.</td></tr>
<tr><td>6</td><td>완성품에 대한 시험성능기준</td><td>작업화의 완성품에 대한 시험성능기준은 별표2의제8호에 따른다. 다만, 미끄럼 저항성능은 세제수용액에서 1등급, 글리세롤 수용액에서 2등급 이상이어야 한다.</td></tr>
<tr><td>7</td><td>부가성능표시</td><td>작업화의 성능으로 정전기 방지, 뒤꿈치의 충격흡수, 내답판, 땀흡수성 등을 부가하는 때에는 부가성능에 대한 표시를 하여야 한다.</td></tr>
<tr><td>8</td><td>사용설명서</td><td>작업화의 사용설명서는 품명, 미끄럼 방지등급, 내답판 유무에 따른 착용 및 취급상의 주의 사항을 제시하여야 한다.</td></tr>
</table>

활용방안 및 기대성과

(1) 기대효과

- 음식서비스업의 넘어짐 재해를 효과적으로 예방하기 위한 정책 발굴 기여
- 음식서비스업종에 대한 통계분석은 교육자료로 활용

(2) 활용방안

- 정책수립 및 반영
- 교육 자료 활용
- 안전인증 개정

중 심 어

넘어짐, 미끄럼, 작업장 바닥, 액체오염물질, 안전인증, 작업화

참고문헌

D. P. Steven, and V. Keith. Slip-Resistance Measurement : The Current State of the Art. ASSE 2001;1(1):1

OSHA Regulation 29 CFR 1910.22. US Department of Labor.

연구책임자 : 단국대학교 천안캠퍼스 산학협력단 교수 최형진
연 락 처 : 041-550-1028, choin12@dankook.ac.kr

11 이동식 크레인 사망재해 원인분석 연구

연구의 필요성 및 목적

- 2012년 업무상 사고 사망만인율은 0.73으로 OECD 국가 중에서 하위를 나타내고 있어 사망 사고 예방이 매우 필요함.
- 사망 사고의 사고원인 분류에서 불안전 행동에 의한 사고인지 불안전 상태에 의한 사고인지에 대해 정확하게 조사된 분석 자료가 없어 실질적 재해예방에 한계가 있으므로 이에 대한 조사가 필요함.
- 사망 사고의 예방은 기인물에 대한 재해예방 대책이 필요하므로 기인물에 대한 정밀한 분석이 필요함.
- 사고의 주요 접점이 사람과 기계이므로, 주요 접점에서 인간요소에 대한 인간공학적 대안이 필요함.
- 휴먼에러에 의한 재해예방을 위해, “산업안전보건기준에 관한 규칙”에 인간 공학적인 요소의 재해예방 내용을 담을 수 있도록 제시가 필요함.

연구 내용 및 방법

(1) 연구내용

- 이동식 크레인 사망재해에 대한 재해분석을 통한 주요 문제점 파악
  - 2013년의 재해를 대상으로 위험요인별로 재해분석
- 재해분석 결과 도출된 원인에 대하여는 인간공학적 대안을 제시
- 문제점에 대하여 개선 방안으로 근원적이고 실용적 방안 강구

(2) 연구 방법

- 현장의 사용 현황 분석
- 기계 사용자의 인간공학적 기준 검토

연구 결과

업무상 사고 사망 만인율을 감소하기 위해 많은 노력을 기울이고 있으며, 이동식 크레인은 사망사고율이 높은 기계이다. 이동식 크레인은 업무상 사고기인물로 보았을 때 동력크레인 중 보유대수 대비에서는 0.6%로 높은 비율로 나타났고, 기인물에서 부상자 대비 사망자 비율도 11%로 가장 높게 나타났다. 이와 같은 이유로 이동식 크레인을 연구과제로 선정하였다. 사망사고에서 불안전 행동이나 상해에 대한 내용은 인간 공학적 내용으로 안전보건 규칙에 구체적인 내용이 없었기에 이 연구에서 검토하였다. 이 연구는 사망재해에 대한 심층 분석을 통하여 재해 예방 방안으로 실용적인 예방대책과 기준의 개정안 등을 제시하였다.

첫째, 이동식 크레인은 업무상 사고 사망만인율은 2011년을 기준하여 0.57이였다. 이는 동력 기계기구중에서 재해율이 높은 비율인 것으로 나타났다.

둘째, 이동식 크레인에 대한 심층 재해분석을 하여 보면, 주요 내용으로는 이동식 크레인의 전복, 이동식 크레인 붐과 로프 사이의 연결부재 파단, 로프의 파단 및 운전자와 주변 작업자 간의 신호소통상에 의한 사고가 주요 요인이었다.

셋째, 이동식 크레인의 심층 분석에서 이동식 크레인의 자체가 전복되는 현상이 있었으며 주요 대안으로 과경사 방지장치 등을 제안하였다.

넷째, 사고 원인 분류에서 불안전 상태에 대해서는 물적인 설비의 기계 수명 내에서 설계, 제조설치, 기계사용, 정비로 구분되었고, 이 중에서 기계사용 시에 대부분 재해가 발생되었다. 이는 사용상에서의 기계와 인간 접점의 절차나 사용지침이 절요한 것으로 나타났다.

다섯째, 사고원인 분류에서 불안전 행동에 대하여는 인간 공학적 차원으로 인지 오류에 대하여 살펴보면 지식의 입력, 사고판단, 행동의 단계상에서 재해는 주요 사고판단에서 주로 발생되었다. 사고판단 과정 중에서 지식기반, 규칙기반, 숙련기반의 오류로는 숙련기반의 오류가 많은 것으로 나타났다.

여섯째, 재해 분석에서 인간공학적 숙련기반의 오류를 방지하기 위해 인간공학적인 휴먼에러 방지차원에서 위험에 대한 가시성과 양립성의 조치로 안전을 확보토록 하며, 기계의 사용지침을 재 숙지시키고 오사용을 방지하기 위한 교육과 오용시의 재해 위험성에 대한 인식이 필요하다.

활용방안 및 기대성과

- 전국의 이동식 크레인 사용 사업장에 적용가능하고, 굴삭기와 문제점이 유사하여 대안은 굴삭기에도 적용이 가능하며, 우리의 실정에 맞는 근원적 재해예방의 방안을 제시함으로써

향후 재해예방효과 제고에 기여하고자 함.

- 안전보건기준에 관한 규칙 개정으로 현실적인 재해예방 기준을 적용하여 재해예방에 효과 거양.

중 심 어

이동식 크레인, 과경사 방지장치, 휴먼에러, 가시성, 양립성, 일관성

참고문헌

조명우, 김왕배, 이용갑. 주요 외국의 업종별 사망재해 조사 연구. 산업안전보건연구원;2013.(11-203쪽)

김종혁, 김의수. 차량크레인 전도 사고의 구조 안정성 평가에 관한 법공학적 연구. Journal of the Korea Society of Safety 2013;28(3):11-17

백종배, 임동욱, 홍인기. 기업 내 산재예방사업 활성화를 위한 유인전략연구. 산업안전보건연구원;2008.(6-132쪽)

연구책임자 : 산업안전보건연구원 안전연구실 신운철

연 락 처 : 052-703-0850, s88119@kosha.or.kr

12 천장크레인 끼임사고방지에 관한 연구

연구의 필요성 및 목적

크레인은 산업현장에서 사망재해를 많이 발생시키는 기계장치 중 하나이다. 천장크레인은 제조업 등에서 가장 널리 사용되는 크레인으로, 2012년에도 34 명의 사망재해가 발생했으며, 가장 흔한 재해 유형은 크레인 조작과 관련한 끼임과 부딪힘 등이다. 이러한 사고는 특히 크레인 조작장치의 양립성(compatibility)에 기인될 수도 있는데, 현재 이와 관련해 국내에는 어떠한 기준도 만들어져 있지 않으며 관련 연구도 거의 없는 상태이다.

이에 이 연구는 천장크레인의 끼임 사고 방지를 위해, 천장크레인 조작과 관련한 펜던트 스위치(pendent switch), 리모컨(remote controller), 운전실(cabin)의 운전석 설계 등에 있어 양립성 등의 인간공학적인 문제점 등을 조사하고, 이를 통해 재해를 예방하기 위한 적절한 개선 대책을 수립해 이를 규칙, 고시, 가이드라인 등에 반영하는데 그 목적을 두고 있다.

연구 내용 및 방법

이 연구는 연구 목적을 달성하기 위해

첫째, 크레인 사고 현황분석을 실시. 2003-2012년 10년 간의 크레인 관련 산업재해 통계와 2012년 천장크레인에 기인된 사망사고 34 건에 대한 상세한 원인분석을 실시.

둘째, 천장크레인 조작장치의 인간공학적 설계와 관련한 문헌조사를 실시. 문헌조사는 법규, 표준, 연구문헌으로 나누어 관련 내용들을 조사 정리.

셋째, 천장크레인을 사용하고 있는 사업체를 대상으로 현장조사를 실시. 현장조사는 15 곳 사업체의 81 대의 크레인에 대해 이루어짐. 주로 크레인 조작장치 사용 현황조사와 크레인 작업자들에 대한 인터뷰가 진행.

넷째, 천장크레인 시뮬레이터를 이용해 크레인 조작 시 방향 혼동에 의한 오조작 발생에 관한 실험연구를 수행. 경로 이동 실험과 방향 지시 수행 실험 등 2 가지의 실험이 수행. 이러한 네 가지 연구를 토대로 현행 천장크레인 조작장치와 관련한 문제점 등을 정리하고 이를 해결하기 위한 크레인 조작장치의 방향표기 방법과 레이아웃 등에 대한 표준안을 제시.

연구 결과

- 천장크레인 조작장치 상의 혼동을 줄이고 오조작을 예방하기 위한 방향표기 표준안을 제시. 펜던트 스위치와 리모컨은 '동서남북' 으로 표기하고, 운전실 조작 크레인은 '전후좌우' 로 표기할 것을 제안.
- 천장크레인 조작장치의 버튼 혹은 레버 등의 표준적인 레이아웃 안을 제시.
- 천장크레인 사고를 분석할 수 있는 체계를 개발하고 이에 의거해 크레인 중대재해 사고를 분석.

활용방안 및 기대성과

이 연구의 결과인 크레인 조작장치의 방향표기 표준안을 크레인 제작의 안전인증과 관련한 '위험기계기구 의무안전인증기준' 고시와 안전검사 고시에 반영하여 전국적으로 크레인 조작장치의 표준화 등이 이루어져 크레인 오조작에 의한 산업재해 등을 예방할 수 있을 것임.

중 심 어

천장크레인, 인간공학, 양립성, 펜던트 스위치, 리모컨

참고문헌

MacCollum, D.V., Crane hazards and their prevention, American Society of Safety Engineers, 1993.

Reason, J., Human Error, Cambridge University Press, 1990.

Sen, R, N,. and Das, S,. "An ergonomics study on compatibility of controls of overhead cranes in a heavy engineering factory in West Bengal",Applied Ergonomics, V..31, pp.179-184, 2000.

연구책임자 : 한경대학교 박재희교수
연 락 처 : 052-703-0850, s88119@kosha.or.kr

13 풍속에 따른 크레인 작업중지 기준에 관한 연구

연구의 필요성 및 목적

"타워크레인"이란 주로 고층 건축에 사용하는 고양정의 기중기로서 정치식과 이동식으로 구분되며, 상부에 선회 또는 기복 기능을 갖고 있는 것을 말한다. 최근 '건축물의 고층화에 따른 과부하' 또는 '이상기후 현상으로 인한 국지성 강풍과 태풍'으로 인한 타워크레인의 넘어짐 사고가 빈번히 발생하고 있다.

본 연구에서는 이러한 이상기후 현상으로 인해 발생하고 있는 강풍 및 태풍 등을 고려하여 현재 국내의 크레인 사용기준을 재검토하고, 현실에 맞는 기준을 재정립하여 강풍·태풍 시 타워크레인의 안전한 작업을 위한 풍속기준을 제시하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

국내·외 선행연구와 관련 법규 및 기준을 비교·분석하고, 건설사 관계자 및 타워크레인 운전원을 대상으로 설문조사를 실시하여 국내 실정에 맞는 적정 순간풍속기준을 제안하였다. 이에 따라 타워크레인 운전작업 중지에 해당하는 현행 풍속기준인 20m/s를 15m/s로 강화하였을 때의 타워크레인 수평변위 정도를 비교하기 위해 구조해석을 실시하였고, 타워크레인 운전작업 시 안전성을 평가하였다. 또한 풍속기준 강화에 따른 규제영향분석을 통해 기준 강화의 타당성을 분석하여 제안된 풍속기준의 적정성을 평가하였다.

연구 결과

(1) 국내·외 풍속기준 분석

현재 국내·외에서 적용하고 있는 타워크레인 운전작업 중지에 대한 순간풍속기준은 모두 20m/s로 동일한 것을 확인하였다. 그러나 국내 풍속기준은 국내·외 지형적 특성 및 건축·토목 구조물의 특성의 차이를 고려하지 않고 국외 풍속기준을 참고하여 그 기준을 규정하고 있으므로 국내 건설현장에 적합하도록 운전작업 중지에 대한 풍속기준의 제도 개선이 필요하다고

조사되었다.

(2) 건설현장 설문조사 분석

- 현재 건설현장에서는 현행 순간풍속기준 적용 시 풍속이 지속되는 시간을 인지할 수 없어 운전작업 중지에 대한 판단을 명확히 하지 못하므로 일반적으로 평균풍속 10m/s(순간풍속 15m/s)일 때 타워크레인 운전작업을 중지하도록 규정하고 있으며, 이러한 기준값은 현장 여건에 따라 다르게 적용하고 있음을 확인하였다.
- 대형 건설사 및 타워크레인 운전원을 대상으로 풍속에 따른 타워크레인 운전작업 중지 기준에 대한 의견을 조사한 결과, 현재 국내 순간풍속기준(20m/s)은 부적합하며 15m/s로 강화될 필요가 있다고 응답하였다.
- 타워크레인 운전 중의 사고경험을 조사한 결과, 거푸집 인양 중 사고가 가장 빈번한 것으로 나타났으며, 그 원인은 거푸집 인양 중 바람에 의해 인양물이 흔들리면서 타워크레인 운전작업에 어려움을 주기 때문으로 조사되었다.

(3) 비용편익분석

- 본 연구에서는 작업중지에 따른 작업손실비용을 산출하기 위해 경북 내륙지역의 토목건설현장을 선정하여 분석한 결과, 풍속기준을 20m/s에서 15m/s로 강화했을 경우 작업중지 추가 일수(18일)에 따른 작업손실비용이 약 9천만원으로 산정되었다. 그러나, 설문조사에 따르면 현재 대부분의 건설현장에서 이미 평균풍속 10m/s(순간풍속 15m/s)에서 운전작업 중지를 지시하고 있으므로 현행 순간풍속기준을 15m/s로 강화하더라도 실제 추가되는 작업손실비용은 없을 것으로 사료된다.
- 한국산업안전보건공단의 2012~2013년 통계자료를 분석한 결과, 타워크레인 운전작업 중 바람으로 인한 사고로 연간 6억 2천 7백만원의 사회적 손실비용이 발생한 것으로 조사되었다. 따라서, 타워크레인 운전작업 중지와 관련한 순간풍속기준을 20m/s에서 15m/s로 강화한다면 6억 2천 7백만원의 편익이 발생할 것으로 추정되며, 건설재해예방 효과 또한 크게 나타날 것으로 사료된다.

활용방안 및 기대성과

(1) 정책적인 측면

- 산업안전보건기준에 관한 규칙, 안전보건지침(KOSHA-GUIDE) 등의 관련 지침을 현실적으로 개선함으로써 안전사고를 예방할 수 있다.
- 현실을 고려한 풍속 제한기준을 재정립함으로서 타워크레인 사용상의 안전성을 확보할 수

있는 계기를 마련한다.

- 이상기후 현상으로 발생되는 강풍·폭풍 등에 의한 타워크레인 안전사고를 사전에 방지할 수 있는 대책을 마련한다.

(2) 기술적인 측면

- 타워크레인 사용상의 안전성 확보를 위한 구조해석 기법 개발의 기초자료로 활용할 수 있다.
- 풍속에 따른 타워크레인 운전작업 중지 기준(안)을 제시한다.

중 심 어

타워크레인 작업중지기준, 풍속기준, 최대풍속, 평균풍속, 최대순간풍속, 순간풍속, 타워크레인

참고문헌

한국산업안전보건공단, 타워크레인 재해예방을 위한 제도개선 방향 연구, 2009.12
KOSHA GUIDE M-91-2012 타워크레인의 지지·고정 및 운전에 관한 기술지침
기상청 : 2013 기상자료 및 용어해설

연구책임자 : (사)한국가설협회 박일철 소장
연 락 처 : 052-703-0860, e-mail : ami7174@kosha.or.kr

Ⅲ

직업건강연구분야

01 건강관리수첩 발급대상 유해요인 확대에 관한 연구

연구의 필요성 및 목적

최근 10여년간 직업성 발암물질에 대한 새로운 증거 등이 밝혀지는 최신 연구동향에도 불구하고 우리나라는 직업성 예방을 위한 건강관리수첩 발급 대상물질이 2005년 니켈, 카드뮴, 벤젠이 추가된 이후 14종인 채로 10년간 유지되어 직업성 암 예방을 위한 노출자 관리의 문제점이 노정되었다. 따라서, 직업성 발암물질의 최신지견이나 국내 근로자 발암물질 노출상황 등을 검토하여 건강관리수첩 발급 확대 대상 물질이나 공정, 직종, 업종 등을 제안하여 직업성 암 예방 및 관리에 기여하는 것이 필요한 실정이다.

이 연구는 발암 물질 노출자 관리를 통한 직업성 암 예방을 위해 직업성 발암물질의 최신지견 및 국내 노출 현황을 검토하여 확대하여야 할 건강관리수첩 교부 대상 물질, 공정, 직종, 업종 등을 제안하는 것이다.

연구 내용 및 방법

이 연구의 내용은 크게 다섯 가지로, 각각의 연구내용 및 방법은 다음과 같다.

첫째, IARC Group 1 물질 및 문헌 검토를 통하여 건강관리수첩 적용 유해요인을 선정하였다.

둘째, 각 유해요인에 대한 국내 작업환경측정자료, 특수건강진단자료 및 작업환경실태조사 등의 노출 현황을 파악하여 건강관리수첩 선정 타당성을 검토하였다.

셋째, 건강관리수첩 발급 대상 기준 및 의학적 검사 방안을 제시하기 위하여 유해요인별 노출기간, 노출정도, 목표질환 등을 결정하고 의학적 검사방안을 제시하였다.

넷째, 비용-편익 분석을 위하여 건강관리수첩 교부 대상자 수를 추정하고, 조시 발견시 편익을 분석하였다.

다섯째, 제도 활성화 방안을 제시하기 위하여 건강관리수첩 발급대상자 관리, 건강진단기관 활용 및 해당 근로자에 대한 편익 홍보 방안을 제안하였다.

연구 결과

- 건강관리수첩 적용 유해요인 선정

  기존 건강관리수첩 대상 물질 14종외 31종 검토: acid mists (strong inorganic), aluminium production, 4-aminobiphenyl, auramine production, benzopyrene, 1,3-butadiene, coal gasification, coal-tar distillation, diesel engine exhaust, erionite, ethylene oxide, formaldehyde, iron and steel founding, isopropyl alcohol manufacture using strong acids, leather dust, MOCA, mineral oils, outdoor air pollution (particulate matter), painter, PCB, pentachlorodibenzofuran, rubber manufacturing industry, silica dust, soot, TCDD, ortho-toluidine, TCE, wood dust

- 선진 외국 제도 검토

  건강관리수첩제도를 운영하는 나라는 일본, 독일, 프랑스, 이탈리아, 호주 등이 있으며, 다양한 발암물질을 포괄하는 일본, 독일을 제외하면 주로 석면에 대해서만 건강관리수첩제도를 운영하고 있었다.

  프랑스 등은 석면에 노출된 근로자를 발굴하고 모니터링하기 위해 퇴직자를 대상으로 설문조사 등을 통해 적극적 감시체계를 운영하고 있는데, 우리나라에서도 이 방식을 적용해 특수건강진단, 작업환경측정자료 등 노출 자료원을 활용하여 적극적인 노출자 등록 및 감시체계의 구축을 모색할 수 있을 것이다.

  직무노출매트릭스 등을 활용하여 노출자를 발굴하려는 연구가 있었는데, 국내에서도 유사한 방법을 노출자 발굴에 활용할 수 있을 것이다.

  악성중피종 등 석면 질환자에 대해 암 등록자료 등을 활용하여 질환을 감시하고 보상하는 체계도 고려해 볼 수 있다.

- 건강관리수첩 추가 대상 물질에 대한 노출현황 파악

  특수건강진단 건수가 가장 많은 발암물질은 유리규산 (250,126건), 강산(196,315건), 포름알데하이드 (69,943건), 트리클로로에틸렌 (39,779건), 목분진(24,103건) 순이었다.

  작업환경측정 건수는 강산 (96,641건), 트리클로로에틸렌 (48,388건), 포름알데하이드 (48,125건), 목분진 (41,675건), 산화에틸렌 (10,797건) 순이었고, 유리규산은 1종 분진 등으로 측정되어 정확한 추계가 어려웠다.

  2009년 작업환경실태조사에서 가장 노출이 많은 발암 요인은 강산 (43,960명), 목분진 (32,467명), 트리클로로에틸렌 (8,505명), 석영 (4,309명), 포름알데하이드 (4,274명), 산화에틸렌 (3,170명) 순이었다.

- 건강관리수첩 발급 물질 선정

  전문가들의 자문을 검토한 결과 건강관리수첩에 추가 가능한 예비항목 중에 3가지 요건을

중심으로 공통된 선정 원칙이 있었다. 첫째, 암발생률이 높을 것, 둘째, 국내 상황에 따라 노출 대상자 선정이 명확할 것 셋째, 그 외에 특별한 선정 이유가 있을 것

발급 기준에 대해서 노출 농도를 제시하는 것에 과학적 한계가 있으므로, 종사 기간으로 표시하는 것이 타당하다고 판단되었다. 또한 암 예방 및 조기발견이라는 취지를 살리고, 재원을 고려하여 고형암 유발 물질인 경우 노출기간을5년으로 하고 혈액암 유발 요인은 1년으로 적용하는 것을 기본으로 하였다.

- 의학적 검사방법

선별검사는 질병의 조기발견이라는 목적을 가지고 수행하고, 이는 공중보건학적 중요성을 가지는 질병에 대해 수행하며, Wilson & Jungner(1968)가 선별검사에 대한 기준을 제시한 이후 WHO, 영국, 미국, 호주 등 각 나라마다 비슷한 선별검사의 원칙을 가지고 있다.

폐암 선별검사는 흡연에 의한 발암위험이 금연 후 15년 이상지나면 비흡연자와 비슷해진다는 연구결과를 고려하여 건강관리수첩 발급 후 우리나라 폐암발생이 증가하는 40세 이후부터 발암물질 노출 중단 20년 까지는 매년 실시하고, 이후 2년마다 10년간 시행하고, 노출 중단 30년 후에는 5년마다 시행하는 것이 합리적일 것으로 판단된다.

백혈병을 유발하는 물질에 의한 건강진단은 노출 중단 10년까지는 매년 실시하고, 이후는 2년마다 실시하는 것이 합리적인 것으로 판단된다.

- 비용-효과 분석

건강 관리수첩 발급 확대 물질 중 폐암의 유발 인자인 coal tar pitch와 DEE에 노출되는 근로자에 대해 폐암 선별검사로 LDCT 촬영을 하는 것에 대한 비용효과 분석을 하였다.

폐암선별검사를 위해 LDCT 검사를 실시할 경우 1년의 생명연장을 위해 4,720만원의 비용이 소요되고, 1년을 건강하게 살기위해 740만원의 비용이 드는 것으로 나타났다. 40대에서는 1년의 생명연장에 2,900만원의 비용이 들고 1년을 건강하게 살기 위해 360만원의 비용이 드는 것으로 나타났다. 70대에는 1년의 생명을 연장하기 위해 1억 3,380만원의 비용이 들고 1년을 건강하게 사는 데에는 비용이 들지 않고 오히려 이득으로 나타나 70세 이상에서는 건강검진을 하지 않는 것이 나은 것으로 나타났다.

- 건강관리수첩제도 활성화 방안

현재 건강관리수첩 교부자의 건강진단 수검률이 20%가 되지 않는 상황에서 수검률 향상을 위해 국민건강검진(일반검진, 암검진, 영유아검진)과 예방접종 관리 사업 같은 국가사업의 활성화를 위해 암검진을 받아서 암이 발생하는 경우 일정 정도의 비용을 국가나 지방자치단체가 부담하고, 건강검진 수검률 향상을 위해 포스터와 영상 광고를 통한 홍보 같은 방법을 벤치마킹할 필요가 있다.

건강관리수첩 발급이 직업성 암의 예방을 위한 목적이 강하기는 하지만 발암물질에 노출된 사람을 대상으로 하는 것이므로 건강검진을 통해 유해인자와 관련된 암이 발견될 경우에

대한 인센티브가 필요하다. 또한 건강관리수첩 교부 시 건강검진 시기 및 내용, 필요성, 홍보 자료를 제공하기 위해 근로자의 연락처와 이메일 주소 등을 수집하고 이에 대한 동의서를 받도록 한다. 또한 특수건강진단기관에서도 건강관리수첩 건강검진 대상자에게 이메일과 SNS 안내서비스를 할 수 있도록 제안한다.

직업성 암을 조기발견하고 치료하기 위해 암 중에 직업적 부담이 가장 높은 폐암 노출 유발인자에 대한 건강관리수첩 교부대상자 물질 확대가 필요하다. 폐암을 유발하는 분진에 대한 건강진단은 대부분 진폐법에 의해 관리가 되고 있고 이에 누락된 DEE와 coal tar ptich에 대해 건강관리수첩을 교부할 것을 제안한다. 또한 백혈병 위험인자로 1,3-부타디엔, 포름알데하이드, 에틸렌 옥사이드을 건강관리수첩 발급대상 유해요인으로 확대할 것을 제안한다.

방사선은 원자력법에 의해 타부처에서 관리하고 있지만, 작업 현장에서 소규모 사업장의 야외 작업이 많아 사실상 작업환경이 차폐가 어려운 경우는 방사선 노출량이 많아 이에 대한 관리가 필요하여 이러한 사업장의 방사선 노출자에 대해서는 건강관리수첩을 교부하여 백혈병 발생을 모니터링 하여야 한다.

백혈병은 알려진 선별검사 방법이 없어 비용-효과가 없지만 발암 물질 관리에 대한 경각심을 인지시키는데 효과적이고, 폐암은 선별검사 방법으로 LDCT를 도입하면 건강관리수첩 발급자의 건강검진 수검률 향상에 도움이 될 것으로 기대된다.

활용방안 및 기대성과

정책적 측면에서 직업성 암을 조기발견 및 치료하기 위한 건강관리수첩 발급 기준을 정하고 유해인자별 건강진단 항목을 정하여 직업성 암을 조기발견함으로써 직업성 암에 의한 질병부담을 감소시키고 직업성 암의 업무관련성에대한 평가 부담을 경감시켜 건강관리수첩제도를 활성화시키기 위한 기초자료로 활용할 수 있다.

기술적 측면에서는 IARC의 발암물질 분류에서 그룹 1 & 2A 물질에 노출된 근로자에 대한 관리가 필요하며 이에 대한 근거를 마련할 수 있다. 매년 암발생자 수는 증가하지만 직업성 암을 업무상 질병으로 인정받는 사례는 정체된 상태로 직업성 암의 부담을 경감시키기 위한 선제적 대응 방안을 위한 기초 자료로 활용 가능하다.

중 심 어

건강관리수첩, 발암물질, 직업성 암, 폐암, 백혈병, 선별검사

참고문헌

김은아. 한국 근로자의 직업성 발암물질 노출 인구 추정(I). 산업안전보건연구원 2011

손미아. 우리나라 직업성 암 부담연구. 보건복지부 2010

안연순. 건강관리수첩 교부대상 선정을 위한 발급 기준 검토. 산업안전보건연구원 2007

연 구 책 임 자 : 동국대학교 일산병원 직업환경의학과 정경숙 교수
연구원담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구실 고경선 연구원
연 락 처 : 052-7030-881 k0426@kosha.or.kr

02 구조활성 상관관계(QSAR) 방법을 이용한 혼합물질의 유해성 예측 평가 연구(II)
- 그라비아인쇄업에서 취급하는 혼합물질 중심 -

연구의 필요성 및 목적

그라비아인쇄업에서는 주성분으로 ethyl acetate(EA), isopropyl alcohol(IPA), methyl ethyl ketone(MEK), toluene(TOL)과 xylene(XYL) 등을 취급하고 있으며, 그 외도 다양한 화학물질들을 혼합물질 상태로 취급하고 있어서 근로자의 건강장해 위험이 매우 높은 업종 중의 하나이다. 그럼에도 불구하고 혼합물질에 의한 건강장해를 평가하고 예측하는 연구는 이루어지고 있지 않다.

이에 본 연구는 그라비아인쇄업에서 취급하는 화학물질의 상태(단일과 혼합물질)에 따라 변화되는 물리·화학적 특성과 반수영향농도(half maximal effective concentration, EC50)를 분석하고, 분석된 결과를 변수로 하여 QSAR 방법으로 혼합물질에 대한 독성을 예측하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

연구대상 물질은 그라비아인쇄업에서 주성분으로 사용하고 있는 EA, IPA, MEK, TOL과 XYL의 혼합비율에 따라 변화되는 물리·화학적 특성과 반수영향농도(half maximal effective concentration, EC50) 등을 측정하여 독성을 예측하였다.

- 공기 중 화학물질의 노출 농도

  작업장 내의 공기 중 화학물질의 노출 농도는 미국국립산업안전보건연구소(National Institute of Occupational Safety and Health, NIOSH)에서 추천하는 공정시험법 1501(NIOSH, 2003)과 2500(NIOSH, 1996)에 따라 분석하였다.

- 물리·화학적 특성 실험

  ① 끓는 점: 한국표준규격 시험분석법(2007)「KS M 1071-2」

  ② 비중: 한국표준규격 시험분석법(1997)「KS M 0004」

  ③ 증기압: 한국표준규격 시험분석법(2003)「KS M ISO 3007」

  ④ 인화점: 한국표준규격 시험분석법(2008)「KS M 2010」

▣ 반수영향농도(EC50)

배양액을 제거한 후 CCK-8 assay kit(Woongbee, Seoul, Korea)를 사용하여 DMEM 배양액에 1/10로 희석하여 처리한 후 37℃ incubator에서 1시간 30분 배양하여 생성된 formazan을 450 nm에서 흡광도를 측정하여 EC50을 구하였다.

연구 결과

▣ 공기 중 화학물질의 노출 농도

페인트제조업 사업장 중 A 사업장에서 확인된 취급물질은 EA, TOL과 XYL이었으며, 이들 물질의 노출농도는 각각 3.4±5.1 ppm(EA), 12.7±16.1 ppm (TOL)과 12.6±19.1 ppm(XYL)으로 고용노동부의 TWA 기준이하 수준으로 측정되었다. B사업장의 경우에는 EA 노출수준이 20.6±19.9 ppm, IPA는 3.2±2.6 ppm, MEK는 20.6±33.1 ppm 그리고 TOL과 XYL은 각각 26.5±32.2와 21.5±21.8 ppm으로 측정되었다. 그라비아인쇄업 사업장 중 1개 사업장에서 IPA와 XYL이 검출되지 않았고 기타의 사업장에서는 EA, IPA, MEK, TOL과 XYL이 측정되었다.

▣ 실험군별 물리 · 화학적 특성 비교

단일물질의 TOL과 XYL의 끓는 점은 각각 110.0과 139.2℃이었는데, 이들 물질이 다른 화학물질과 혼합되면서 끓는 점이 유의하게 낮아졌으며($p<0.01$), 단일물질의 EA는 기타의 물질과 혼합되면서 비중이 통계적으로 유의하게 낮아졌다($p<0.01$). rVP는 TOL과 XYL이 단일물질에서보다 EA, IPA, MEK와 혼합되면서 유의하게 높아졌으며($p<0.01$), 인화점은 EA와 MEK가 음의 값을 가지고 있기 때문에 이들 물질과 기타의 물질이 혼합되면서 낮아지는 결과를 보였다.

▣ 세포생존율 및 EC50

HepG2 세포는 단일물질보다 혼합물질 처리군에서 세포의 괴사가 많았으며 세포괴사는 MEK〈TOL〈XYL 순으로 나타났고 이들 3가지 물질이 혼합된 경우에 현저한 세포괴사가 관찰되었다. H4IIE 세포에서도 HepG2 세포와 비슷한 결과를 보였는데, HepG2 세포에서보다 XYL이 혼합된 실험군에서 현저한 세포괴사가 관찰되었다. HepG2 세포의 경우, 단일물질 처리군의 EC50 값은 EA가 4.427 ㎕/100 ㎕, IPA는 4.341 ㎕/100 ㎕, MEK는 2.505 ㎕/100 ㎕, TOL과 XYL은 각각 0.792와 0.146 ㎕/100 ㎕로 측정되었다. EC50 값의 크기는 에스테계(EA)〉알코올계(IPA)〉ketone체(MEK)〉방향족탄화수소계(TOL〉XYL)순이었다. 단일물질보다 혼합물질에서 EC50 값이 낮은 것으로 측정되었으며 차이는 각각의 단일물질의 EC50 값에 의존적이었다. H4IIE 세포의 경우에도 EA(3.468 ㎕/100 ㎕)와 IPA(4.408 ㎕/100 ㎕)를 제외하고는 EC50 값의 차이를 보였으며 HepG2 세포와 비슷한 결과를 보였다.

▣ QSAR 회귀 모델

회귀 모델에 이용된 표현자 중에 모델의 최적화에 영향을 주는 표현자를 파악하기 위하여 leave-many-out(LMO)방법으로 5묶음(5 fold) 교차 검증을 실시한 결과, 대부분 적합성 검증의 기준이 되는 Q2=0.5보다 낮은 0.2046-0.5348로 분석되었다. 그 중에 EA+IPA+MEK+TOL+XYL 혼합물질군에서 Q2=0.5348의 적합도를 보였다. Q2값이 0.5348인 EA+IPA+MEK+TOL+XYL 실험군의 선형회귀식은 y=3.2646+0.9377xEA+0.6932xIPA-0.7215xMEK-2.6982xTOL-3.8778xXYL로서 MEK, TOL과 XYL의 농도가 증가할수록 EC50이 감소하는 것으로 나타났다. 물리·화학적 특성에 있어서 비중과 인하점 선택조합에서 Q2는 0.1805이었고 끓는 점, 증기압과 인화점, 그리고 끓는 점, 비중, 증기압과 인화점 선택조합에서 각각 0.5730과 0.5126의 Q2 값을 보여 적합성 검증의 기준이 되는 Q2=0.5를 초과하는 것으로 분석되었다. 물리·화학적 특성별 선형회귀식에서 나타난 결과에서는 끓는 점과 비중은 EC50을 감소시키는 반면, 증기압과 인화점은 EC50을 증가시키는 것으로 나타났다.

활용방안 및 기대성과

이 연구결과는 안전관리자와 보건관리자의 산업안전보건 관련 교육에 활용하여 그라비아인쇄업 근로자의 건강보호에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

중 심 어

그라비아인쇄업, 혼합 화학물질, QSAR, 인체독성 예측

참고문헌

Chen J, Liao Y, Zhao Y, Wang L, Lu G, Zhao T. Quantitative structure- activity relationships and mixture toxicity studies of heterocyclic nitrogen compounds. Bull Environ Contam Toxicol 1996;57:77-83.

Ikeda M. Exposure to complex mixtures: implications for biological monitoring. Toxicol Letters 1995;77:85-91

Kim K-W, Chung YH. Hepatotoxicity in rats treated with dimethylformamide or toluene or both. Toxicol Res 2013;29(3):187-193.

연구책임자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구실 김기웅 연구위원
연 락 처 : 052-7030-871 k0810@kosha.or.kr

03 근로자 직무스트레스 예방활동 지침개발 연구

연구의 필요성 및 목적

직무스트레스로 인하여 근로자 건강장해 발생 위험이 높으므로, 이에 대한 사업장의 적극적인 예방활동이 필요하다. 외국과 국제기구의 직무스트레스 예방 제도 및 지침을 검토하고, 업종별 직무스트레스 예방활동 실태를 평가하며, 국내·외 직무스트레스 예방활동 우수사례를 조사하여, 직무스트레스 예방활동 지침을 개발한다. 개발된 지침을 사업장에 적용하고, 피드백 과정을 거쳐 실현가능성과 효과성이 높은 지침을 제시하는 것을 연구의 목적으로 한다.

연구 내용 및 방법

- 외국과 국제기구의 직무스트레스 예방 제도 및 지침 조사
  - ILO, WHO, EU-OSHA, PRIMA-EF
  - 영국, 일본, 미국, 싱가포르
- 업종별 직무스트레스 예방활동 실태 조사

  제조업, 서비스업(콜센터, 백화점/마트, 호텔), 보건·사회복지업(병원)의 보건관리 담당자를 대상으로 직무스트레스에 대한 개입 필요성 인지, 평가도구 사용 경험, 평가 결과 알림, 예방활동 시행 유무, 예방활동에 대한 요구사항 등을 조사하였다.
- 국내·외 직무스트레스 예방활동 우수사례 조사
- 직무스트레스 예방활동 개발과 적용
  - 위험성 평가를 적용한 사업장 스트레스 평가
  - 1차/2차/3차 예방, 통합적 중재
  - 사전-사후 효과 평가
- 직무스트레스 예방활동 지침 (안)

  지침조사, 실태조사, 우수사례 조사를 통하여 얻은 결과를 기반으로 지침을 개발하고, 사업장 적용과 전문가 회의를 거쳐 최종 지침을 제시하였다.
- 직무스트레스 예방활동 활성화를 위한 정부, 공단, 민간기관 역할 및 추진방안

- 정부, 공단, 민간기관의 역할
- 직무스트레스 예방활동 추진 방안

연구 결과

국제노동기구와 세계보건기구, EU-OSHA와 PRIMA-EF의 직무스트레스 예방 제도와 지침을 살펴보았다. 이들은 개인이 어떻게 스트레스에 대처하는가 보다는 스트레스 요인을 관리하는 일차 예방에 중점을 두었다. 일반적인 물리화학적 위험인자처럼 직무스트레스도 사회심리적 위험인자로 규정하고, 위험성 평가에 기반하여 체계적으로 관리할 것을 권고한다. 영국, 일본, 미국, 싱가포르에서는 각기 이름은 다르지만, 공통적으로 직무스트레스 위험 요인에 대해 평가하고, 개선계획을 세워 실행하고, 평가하여 피드백하는 과정을 제시하고 있었다.

직무스트레스 예방활동 실태 조사는 상시근로자 50-299명 규모의 사업장을 중심으로 이루어졌다. 보건관리 담당자의 80.5%가 직무스트레스 예방활동이 필요하다고 응답하였으나, 실제로 직무스트레스 관리를 시행하고 있는 사업장은 12.7%에 그쳤다. 예방활동 시행에 가장 중요한 점으로 사업주의 의지(30.6%)와 근로자의 요구·참여(34.9%)를 들었다. 직무스트레스 예방을 1, 2, 3차로 나누었을 때, 사내 스트레스 팀을 구성하여 원인을 제거하는 1차 예방이 가장 현실적이고(53.0%), 효과적(67.2%)이라고 답하였고, 증상자를 관리하는 2차 예방이 그 뒤를 이었다. 정부의 지원사업에 대해서는 사회 캠페인(44.0%) 〉 사업비용지원(29.1%) 〉 전문인력 지원(23.1%) 순으로 요구도가 높았다.

국내 우수사례로 직무스트레스 위험성 평가 후, 전직원이 참여하여 부서별 스트레스 개선 활동을 시행한 A사를 제시하였다. 인력과 비용을 자체적으로 운용가능한 대기업 내부모델(B사)와 상대적으로 지원이 필요한 중소기업 외부모델(C사)의 사례를 각각 제시하였다. 2013년 안전보건공단에서 인증한 건강증진 우수사업장 22례를 분석하였다. 국외 우수사례로 일본의 1차/2차/3차 예방을 아우르는 포괄적 정신보건사업을 제시하였다. 각 예방의 측면에서 살펴보면, 국제노동기구 SOLVE 프로그램은 직무와 관련된 사회심리학적 문제들에 대해 조직적 전략을 수립하는 1차 예방에 해당하며, 영국 ACT는 스트레스를 받은 사람의 심리적 유연성을 강화하는 2차 예방에 해당하고, 스웨덴의 작업복귀 프로그램은 직무스트레스로 인해 병가를 가진 근로자들이 복귀시 시행하는 인터뷰와 교육으로 3차 예방에 해당한다. 스위스의 SME-Vital은 자체적으로 건강증진활동을 기획하고 시행하기 힘든 중소기업을 위해 정부에서 비용을 지원하여 만든 웹기반의 건강증진활동 도구로써, 중소기업을 위한 기술적 지원이 필요함을 시사한다.

지침조사, 실태조사, 우수사례 조사를 통하여 얻은 결과를 기반으로 지침을 개발하고, 사업장 적용과 전문가 회의를 거쳐 최종 지침을 제시하였다. 직무스트레스 예방활동 활성화를 위해 정부에서는 직무스트레스에 대한 사회 캠페인 추진하고, 우수 사업장에 대한 인센티브를 제공하거

나 법적 의무화 하는 정책을 시행할 수 있다. 근로자건강센터 또는 근로자지원프로그램을 통하여 중소기업에 대한 지원 사업을 확대하도록 한다. 공단에서는 직무스트레스 문제 크기 파악을 위한 기초 자료를 확충하고, 웹기반의 평가도구를 개발하여 보급하며, 우수사례를 수집하여 전파하도록 한다. 민간기관에서는 직무스트레스 예방활동 전문가 양성 프로그램 또는 보건관리자/관리감독자 교육 프로그램을 개발하여 보급한다. 직무스트레스에 대한 사회적 인식 변화 유도 〉 전문가 양성 및 웹기반의 평가도구 보급 등의 기술지원 〉 우수사례 수집 및 전파의 과정을 통해서 직무스트레스 예방활동 활성화를 추진하도록 한다.

활용방안 및 기대성과

본 연구에서는 외국과 국제기구의 예방 제도와 지침을 검토하고 우수사례를 조사하여 직무스트레스 예방활동 지침을 개발하고, 이것을 사업장에 적용하여 실현가능성과 효과성이 높은 지침을 제시하였다. 이 지침을 활용하여 사업장에서 체계적인 직무스트레스 관리를 가능하도록 하며, 이로 인한 사회적 비용을 절감하고, 안전하고 건강한 직장을 만들 수 있다.

중 심 어

직무스트레스 예방활동, 위험성평가, 참여형 개선활동

참고문헌

김건형, 송재석, 최홍순, 박웅섭, 조기홍, 정영숙, 최서연, 근로자건강센터 모니터링 및 만족요구도 조사연구, 안전보건공단 보고서 (2013-보건-992), 2013

기업정신건강연구소. 강북삼성병원 기업정신건강연구소 2013-2014 연간보고서

한국 EAP 협회, 근로복지공단 근로자지원프로그램 결과보고서 2013년

연구책임자 : 인제대학교 부산백병원 직업환경의학과 서춘희 교수
연구원담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구실 박재오 연구원
연 락 처 : 052-7030-887, newnicx@kosha.or.kr

04 사업장에서의 근로자 건강증진활동 정착을 위한 모델개발 및 운영방안 연구

연구의 필요성 및 목적

◔ 필요성 : 최근 노동인력의 고령화와 작업관련성질환(개인적요인+작업관련요인)의 범주가 확대되고 있는 등 사업장 건강증진활동의 중요성이 강조되고 있으나, 사업장의 여건에 맞는 다양한 건강증진활동의 모델 및 운영 프로그램 등이 없어 사업장에서 효율적으로 추진하기가 곤란하다.

◔ 목적 : 본 연구에서는 다양한 사업장 건강증진활동 모델 및 효율적인 운영방안을 개발하는 것이 목적이다.

연구 내용 및 방법

(1) 연구내용

- 규모별 · 업종별 건강증진활동 운영실태를 파악한다.
- 외국의 근로자 건강증진활동 추진사례를 조사한다.
- 규모별 · 업종별 건강증진활동 우수사례를 조사한다.
- 사업장에서 건강증진활동을 추진하는데 필요한 대내외 자원을 조사한다.
- 공단의 건강증진활동(비용지원사업, 인증평가제도 등) 및 지역사회 보건소, 지자체 사업과의 연계방안을 모색한다.
- 건강증진활동 추진을 위한 주체(정부, 공단, 사업주, 근로자, 보건관리자, 전문가 등)들의 역할을 정립한다.
- 규모별 · 업종별 사업장 건강증진활동 모델을 개발한다.
- 건강증진활동 매뉴얼을 개발한다.

(2) 연구방법

- 문헌조사, 외국의 사례 조사, 설문조사, FGI, 보건관리자 간담회, 전문가 자문회의, 연구진 정기회의, 개인정보보호

연구 결과

(1) 외국의 추진사례

- 룩셈부르크 선언에서 나타난 사업장 건강증진에 대한 내용 조사
- WHO의 건강한 사업장 추진방향 조사
- 유럽 사업장 건강증진 네트워크(ENWHP)의 사업장 건강증진 조사
- 미국 NIOSH의 Total Worker Health Program
- 영국의 사업장 건강증진 효과 평가 연구 조사
- 호주의 건강한 사업장 지침서(건강증진을 위한 10단계) 조사
- 미국 콜로라도 주의 사업장 웰니스 프로그램 지침서 조사
- 일본의 Total Health Promotion 조사

(2) 국내 건강증진사업 관련 조사

- 구미시의 건강한 일터 사업장 'Navi' 프로그램 조사
- 보건복지부에서 추진하는 '건강도시'프로그램 조사
- 안전보건공단의 건강증진 우수사업장 인증제도 조사
- 서울시 대사증후군 사업 조사

(3) FGI 실시

- 사업장 내 건강증진 프로그램 운영 방법
- 안전보건공단에서 실시하는 건강증진사업에 대한 의견
- 건강증진사업의 전반적인 추진방향

(4) 설문조사 실시

(5) 국내 우수사례 분석

- 효과적인 건강증진사업 추진전략 도출
- 세부 건강증진 프로그램별 건강증진사업 추진방법 벤치마킹

(6) 대내외 자원연계 및 활용방안 조사

- 자원연계 및 활용의 필요성
- 활용가능한 자원들 조사
- 자원연계 및 활용의 문제점
- 자원연계 및 활용방안

(7) 근로자 건강증진사업의 주체들의 역할 정립

- 고용노동부, 보건복지부, 안전보건공단, 보건소, 사업주, 근로자, 보건관리자, 전문가의 역할

(8) 근로자 건강증진활동 추진 모델

- 규모별 추진모델
- 연계형태별 추진모델

(9) 근로자 건강증진활동 매뉴얼 작성

- 근로자 건강증진활동의 정의와 필요성
- 근로자 건강증진활동의 효과
- 근로자 건강증진활동의 법적 근거
- 근로자 건강증진활동 추진절차
- 근로자 건강증진활동 추진방법

활용방안 및 기대성과

- 본 연구를 통해 제시된 건강증진 매뉴얼은 사업장의 보건관리자 및 보건관리전문기관의 업무담당자가 개별 사업장에서 보건관리 업무를 체계적으로 수행하기 위한 가이드로 활용될 수 있다.
- 본 연구에서 개발될 건강증진 모델은 사업장의 업종과 규모에 맞게 작성됨으로써, 산업보건 정책을 수립하는데 기초자료로 활용될 수 있다.

중 심 어

사업장 건강증진, 매뉴얼

참고문헌

김양호. 사업장 건강증진활동 활성화 방안에 관한 연구. 안전보건공단 산업안전보건연구원. 2010.

최수전. 균형 성과표(BSC)를 이용한 사업장 건강증진사업의 성과평가모형개발: AHP 기법 중심으로. 연세대학교 보건대학원. 2007.

European Network for Workplace Health Promotion. (2005). The Luxembourg Declaration on workplace health promotion in the European Union. Authors.

연 구 책 임 자 : 가톨릭대학교 의과대학 예방의학교실 정혜선 교수
연구원담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구실 최윤정 연구원
연 락 처 : 052-7030-883, yoonjung@kosha.or.kr

05 산취급근로자 구강보건관리 및 증진방안 연구

연구의 필요성 및 목적

- 산취급사업장과 산취급근로자의 실태를 파악함
- 산취급근로자의 직업구강상병상태를 조사함
- 산취급근로자 구강보건관리 및 증진방안을 모색함

연구 내용 및 방법

- 기존자료조사법
  - · 작업환경측정자료 및 표본 노출평가를 통해 산취급사업장 작업환경 노출실태 평가
  - · 특수건강검진자료를 이용한 산취급 근로자 특수구강검진 실태 파악
- 현황조사법
  - · 표본 사업장 선정: 3단계 층화집락추출법
  - · 치아부식증 관리 현황 파악: 관리자 설문 및 면담
  - · 구강검진, 타액 검사 및 설문 조사
- 산취급사업장 구강보건관리 방안 및 교육자료 개발
  - · 효율적인 치아부식증 발견 시스템 구축
  - · 치아부식증 중심 구강보건관리 시스템
  - · 사업장 구강건강증진 프로그램 예비모형 개발
  - · 직업성 구강병 관련 교육자료 개발

연구 결과

- 2013년 현재 전국 산취급사업장과 산취급근로자 수는 각각 7,151개와 127,710명으로 1993년과 2003년에 비교할 때 증가함.
- 2012년도 산취급사업장의 특수구강건강검진 수진률은 19.7%로 법정직업성치아부식증의 관리가 미흡함.

- 2014년 법정직업성치아부식증은 17.4%로, 1993년 8%, 2003년 11.3%에 비하여 증가하는 추세임.
- 산노출기간 10년 이상인 근로자는 산비노출 근로자보다 법정직업성치아부식증에 이환될 가능성이 1.8배 높았음.
- 근로자의 산취급 작업시 마스크 착용 비율은 48.9%이었음.
- 산업구강보건교육 중심 상시 구강보건관리사업이 미흡한 산취급사업장 구강보건사업 시행의 해결방안으로 검토됨.
- 특수구강검진의 활성화 방안으로, 특수건강진단 기관이 직업성치아부식증을 진단하고 치료할 수 있는 기관(예시, 치과대학병원)과 협력체계를 구축한 후에 특검을 실시하도록 하거나, 특검 전 사업주(해당근로자)가 특수구강검사를 먼저 수령 후 특검을 받는 방법 등이 검토됨.

활용방안 및 기대성과

- 특수구강건강검진 치과의사와 산취급사업장 관리자 및 근로자에게 치아부식증에 대한 교육과 홍보로 활용함.
- 특수구강건강검진의 활성화 방안으로 활용함.
- 산취급사업장의 사업장보건증진사업의 근거로 활용함.
- 산취급근로자에서 구강건강문제로 인한 근로손실감소 방안 모색의 근거로 활용함.

중 심 어

산취급근로자, 직업성구강병, 구강보건관리, 특수구강건강검진

참고문헌

김현덕 등. 근로자구강건강진단지침. 서울:한국산업구강보건원. 1998

김현덕, 김종배. 산취급근로자의 치아부식증에 관한 조사연구. 대한구강보건학회지 1994; 18(1);303-338

김현덕. 화학물질에 의한 건강장애예방 연구결과. 과천:노동부;2005.

연 구 책 임 자 : 서울대학교 김현덕 교수
연구원담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구실 박동진 연구원
연 락 처 : 052-7030-879, inbum14@kosha.or.kr

06 생물학적 노출 평가를 위한 소변 시료의 보정 지표 개선

연구의 필요성 및 목적

생물학적 노출 평가를 위한 소변 시료는 생물학적 노출지표별로 계절이나 개인 차에 따른 소변 배설량의 차이를 크레아티닌이나 요비중으로 보정할 필요가 있다.

근로자건강진단 실무지침 생물학적 노출평가 항목 중 생물학적 노출지표 31 항목에 대한 분석 결과값 보정 지표가 국외 기준과 상이하거나 동일한 노출 지표 물질의 보정 지표가 다르게 제시되어 있다.

본 연구에서는 노말헥산, 삼염화에틸렌, 수은의 생물학적 노출 지표인 소변 중 2,5-헥산디온, 삼염화초산, 수은의 생물학적 노출 평가 보정 지표에 대한 문헌 고찰 및 해당 항목의 특수검진 현황을 조사하고, 그 결과를 국내 특수건강진단의 노출지표 개선에 반영하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

연구 대상은 특수건강진단 1차 항목으로 지정되어 있는 노말헥산, 삼염화에틸렌, 수은의 생물학적 노출 지표인 소변 중 2,5-헥산디온, 삼염화초산, 수은의 생물학적 노출 평가 보정 지표로, 이들 항목에 대한 생물학적 노출 기준값 관련 국내외 문헌을 고찰하였다. 한편, 2003-2011년 한국산업안전보건공단에 보고된 특수건강진단 전산 자료를 이용하여 최근 11년간 소변 중 2,5-헥산디온, 삼염화초산, 수은의 특수건강진단 통계 자료를 집계하였다.

연구 결과

2013년까지 11년간 한국산업안전보건공단에 보고된 특수건강진단 통계 자료 중 연구 대상인 3개 노출 지표에 해당하는 자료는 283,384건으로, 소변 중 2,5-헥산디온 206,654건, 소변 중 삼염화초산 60,884건, 소변 중 수은 15,946건을 취합하였다. n-헥산의 노출 지표인 2,5-헥산디온과 삼염화에틸렌의 노출 지표인 삼염화초산 분석건수는 노출 지표의 개정 이후 급격히 증가하여 물

량면에서 중요도가 커졌다. 생물학적 노출 평가 통계 자료에 대한 보고 자료 분포를 조사한 결과, 최근 5년간 국내 노출 기준을 초과하는 시료는 소변 중 2,5-헥산디온과 수은이 총 보고건수의 0.1%, 삼염화초산은 0.8%로, 모두 1% 미만이었다.

소변 중 2,5-헥산디온은 한국 노출 기준이 5 mg/g 크레아티닌, 삼염화초산은 100 mg/g 크레아티닌으로 소변 시료 분석 결과를 크레아티닌으로 보정하며, 소변 중 수은은 200 μg/L으로 크레아티닌 보정을 하지 않는다. 소변 중 2,5-헥산디온은 핀란드와 일본의 노출 기준인 2, 3 mg/g 크레아티닌을 제외한 영국, 유럽기구, 독일, 미국의 노출 기준 모두 크레아티닌 보정을 하지 않고 0.4 ~ 5 mg/L를 적용하였다. 소변 중 삼염화초산의 유럽기구, 핀란드, 미국과 일본 노출 지표는 15 ~ 50 mg/L로 크레아티닌 보정을 하지 않으며, 영국과 WHO에서는 50, 75 ~ 125 mg/g 크레아티닌으로 크레아티닌 보정을 권고하였다. 소변 중 수은은 핀란드의 28 μg/L를 제외한 모든 국가 및 기구의 노출 기준이 크레아티닌 보정 후 20-50 μg/g 크레아티닌을 적용하였다.

소변 시료의 변이를 보정하기 위한 요비중이나 크레아티닌 보정이 소변 시료 분석 결과에 대해 적용되어야 하나 국내 분석 기관에서는 크레아티닌 보정이 명시된 항목 이외의 소변 시료에 대해서는 64%가 보정을 하지 않고 분석 결과를 산출하고 있어, 소변 시료 분석 결과 보정에 대한 권장이 필요하였다.

활용방안 및 기대성과

(1) 활용방안

n-헥산, 삼염화에틸렌, 수은의 노출 기준 개정안을 제시하고 이들 항목의 노출 기준 개정을 위한 근거 자료로 활용한다.

(2) 기대성과

n-헥산, 삼염화에틸렌, 수은 노출 평가 관련 기준 개정을 통한 정책 반영에 활용하고 n-헥산, 삼염화에틸렌, 수은 노출 평가를 위한 실용적인 기준을 국내 규정에 반영함으로써 실질적인 노출 평가 수행에 기여한다.

중 심 어

n-헥산, 삼염화에틸렌, 수은, 소변 중 생물학적 노출 기준, 소변 중 2,5-헥산디온, 소변 중 삼염화초산, 소변 중 수은, 크레아티닌, 요비중

참고문헌

한국산업안전공단. 근로자건강진단 실무지침. 한국산업안전공단; 2013.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH). Styrene, Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices with 7th Edition Documentation, ACGIH, Cincinnati, OH(2013)

Chen YS, Chua SC, Lee BL, Ong HY, Jeyaratam J, Ong CN. Kinetics of styrene urinary metabolites; a study in a low-level occupational exposure setting in Singapore. Int Arch Occup Environ Health 1994;65:319-323

연구책임자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구실 이미영 연구위원
연 락 처 : 052-7030-873, cookmom@kosha.or.kr

07 여성 근로자 생식독성 역학연구 설계를 위한 기초 조사연구

연구의 필요성 및 목적

근로자의 생식보건이란 작업장의 위험요인이 가임기 남녀 근로자의 생식 기능과 태아의 발생, 영아의 발달에 미치는 건강영향의 영역을 말한다. 건강영향의 종류는 가임기 남녀 근로자의 생식계 이상(불임/월경불순/조기폐경/정자이상), 임신 및 태(영)아의 발달장애(조산/유산/사산/기형/성장장애) 등이 있다. 생식기계이상은 일반 인구에서도 흔하고 비직업적인 다양한 요인이 관계하고 있어 작업장의 위험요인이 기여한 정도를 평가가 어려운 점이 있다. 그러나 생식 독성은 여성과 남성 모두에게 해당하는 건강위험요인이며, 태아의 기형이나 암 발생 등 다음 세대까지 문제를 일으킬 수 있다는 점에서 매우 중요한 직업안전보건 이슈라 할 수 있다.

따라서, 장기적인 연구를 통해 1) 생식보건 유해요인 노출실태파악, 2) 생식보건현황 개괄 후 3) 생식계질환 역학적 연구의 순으로, 순차적, 체계적 접근이 필요하다.

본 연구의 목적은 그동안 수행되어 왔던 작업장에서 발생 가능한 생식독성 유해인자와 고위험 업종 및 건강 영향에 대한 연구 자료를 토대로 후속 생식독성 연구 추진을 위한 방향제시하여 향후 순차적, 체계적인 작업장 생식보건 연구를 수행하는데 근거자료로 활용하고자 하는데 있다.

연구 내용 및 방법

작업장 생식기계 위험인자, 건강영향, 관리방안에 대해 아래의 정보를 얻기 위한 문헌조사를 실시하였다.

- 국내 · 외 생식독성 관련 연구 동향 분석
- 생식보건의 규모와 분포 등 역학적 특성 파악
- 생식보건에 영향을 미칠 수 있는 개인적/직업적/생활습관적 위험요인들을 파악
- 고위험 업종별, 건강장애별 메타분석 수행 및 후속 연구를 수행하기 위한 연구 프로토콜 제안

- 우선순위를 고려한 중점 가설 설정, 중요도 및 적절성 평가
- 유해물질별 세부 조사대상의 유발물질, 공정, 조사항목 검토
- 전문가 자문을 통한 후속 연구의 우선순위 및 실행가능성 평가

연구 결과

위험 직종 및 산업별 생식독성 문헌고찰 및 메타분석 결과는 다음과 같다. 국내외 제도에서 생식독성 물질 관리 물질 및 실제 우리나라에서의 생식독성 화학물질 취급실태 그리고 학술문헌에서 자주 언급되고 있는 주요위험 업종을 고려하여, 체계적인 문헌 고찰이 필요한 직업성 생식기계 건강장해 주요 위험 업종을 선정하였다: 항공기 승무원, 축전지 제조업, 보건의료업, 플라스틱 제조업, 미용사, 농약 취급자, 실험실 근무자, 전자산업, 반도체제조업, 그 외 화학산업 종사자.

최종적으로 6개의 논문을 선별하여 문헌고찰을 하였다. 항공기 승무원은 우주 방사선(Cosmic ray), 불규칙한 근로 시간에서 오는 circardian rhythm disruption, 장시간 근로, 오랜 시간 서있는 자세, 육체적 과로 등이 원인이 되어 자궁내막증, 생리불순, 다운증후군, 자연유산 등의 생식장애의 위험이 증가하는 것으로 판단된다.

총 13개의 선별된 문헌을 고찰한 결과 축전지 제조 공장에서의 주요 위험 요인은 납 노출이라고 볼 수 있다. 여성 근로자 보다는 남성 근로자를 대상으로 한 연구가 대부분이었는데, 남성을 대상으로 한 여러 연구에서 직접적으로 정자를 포함한 정액에 납이 악영향을 미치는 것으로 보이며, 이것은 결국 임신율 저하, 출산율 저하, 불임 증가, 자연유산율 증가 등의 결과로 영향이 나타나는 것으로 보인다. 연구방법론 적으로 살펴보면, 연구대상이 주로 남성이므로 다른 산업에서의 생식독성 연구와는 다소 다르게 정액검사 결과를 활용한 경우가 많았다.

보건의료업 종사자들의 생식건강을 위협하는 유해요인은 마취가스, 항암제, 교대근무, 소독제, 방사선 등이라고 볼 수 있다. 그 외에도 직무스트레스, 업무시간길이, 화학치료요법물질, 중량물 작업 등 타 업종에 비해 비교적 다양한 다수의 유해요인이 존재한다. 보건의료업의 수많은 직종 중, 생식독성의 위험성을 파악하기 위해 연구에서 가장 빈번한 조사대상이 된 직종은 간호사였다. 또한 치위생사를 대상으로 수행한 연구도 그에 못지않게 많은 수의 논문에서 다루어졌다. 보건의료업의 주요 생식독성 결과변수로서는 자연유산, 선천성 기형, 조산의 위험성이 가장 큰 것으로 관찰되었다.

플라스틱 제조업에서의 가장 빈번하게 언급된 생식독성 위험요인은 스티렌과 heated plastic 이었다. 그 외에도 열가소성 플라스틱, 폴리염화비닐(PVC), 중합 플라스틱 등의 위험요인이 언급됨. 결과변수로 주요하게 살펴본 것은 저체중아 출산이었으며, 임신율(FR), 임신까지의 시간(TTP), 사산, 기형, 유산 등 다양한 결과변수에 대한 연구가 존재한다.

최종 선별된 16개의 논문을 바탕으로 얻어진 결과상 여성미용사들과 생식독성간의 관계가 일

관성 있게 나타나지는 않았으나, 생식독성증가의 위험가능성은 반복적으로 발견되었다. 연구결과들의 주된 결과변수는 자연유산이었으며, 이 결과 역시 일관적이지는 않았다. 기존 연구들의 가장 큰 문제점은 각 연구마다 노출 측정의 기준이 다르다는 것이다. 단순히 직업이 노출인자로 단순이 직업란에 '미용사'라고 기입한 연구부터 머리미용을 위한 세부적인 작업(머리감구기, 염색, 탈색, 스타일링, 스프레이, 파마 등) 및 특정화학물질 사용으로 노출을 구분한 연구까지 다양하게 존재한다. 미용업 종사 여성 근로자들에서 연구를 메타분석한 결과 자연유산과 관련해서 OR=1.23 이었고, 95% CI=0.97-1.56, 저체중출산과 관련해서 OR=0.79, 95% CI=0.41-1.52 로 통계적으로 유의하지 않았다. 조산과 관련하여 OR=1.07, 95% CI=1.01-1.13, 재태령에 비해 작은 태아(Small for Gestational Age)에 있어 OR=1.44, 95% CI=1.04-2.01 으로 모두 통계적으로 유의하였다. 이상의 여러 연구에서 여성미용사와 생식독성간에 일관성 없었으나, 자연유산을 비롯한 생식독성 증가의 위험가능성을 보여준다.

문헌의 선별과정을 거쳐 총 8개의 논문을 고찰하였는데, 농약을 취급하는 여성과 생식독성간의 관계는 비교적 일관성 있게 위험성을 높이는 것으로 나타났으나, 각 연구들의 결과변수가 서로 달라서 이를 일반화하기가 쉽지 않았다. 기존 연구들은 연구마다 노출 측정의 기준이 달랐으며, 각 연구별로 연구가 이루어진 시기가 상이하였다. 과거보다 현재에 가까워질수록 농약에 포함된 유해물질들의 비율이 감소하였을 것이므로 과거에 이루어진 연구과 최근에 이루어진 연구들을 동일하게 평가하긴 어려울 것으로 보인다. 또한 일근무시간이나 육체적 스트레스 등도 근로자의 건강에 영향을 끼칠 것이나, 이를 고려한 연구는 많지 않았다.

총 10개의 선별된 문헌을 고찰한 결과, 여성 실험실근로자와 생식독성 간에는 유의하지는 않으나 위험성이 높다고 보고한 결과가 많았다. 각 연구들의 주된 결과변수는 자연유산이었다. 실험실근무 여성근로자들에서 자연유산과 관련한 연구들을 종합하여 메타분석을 수행한 결과 OR=1.16 이었고, 95% CI=0.71-1.88 로 통계적으로 유의하지 않았다.

전자산업에 종사한 여성근로자의 생식기계 건강영향을 보고한 문헌 중 본 연구에 적합한 내용 7개를 선별하여 살펴본 결과, 월경이상, 성 호르몬 의 변화, 자연유산, 자녀의 소아암(소아백혈병), 자녀의 출생체중에 대해 연구가 수행되었고, 특정원인을 규명하지는 않고 있으나, 전자산업에서 노출될 수 있는 용제류(Solvent)가 건강이상을 초래하였을 것으로 지목하고 있다.

반도체 제조업에서 여성근로자 생식계 건강영향을 보고한 문헌 중 본 연구에 적합한 연구 10개를 바탕으로 고찰하였는데, 자연유산, 불임 (임신지연, 임신능력 감소), 월경이상에 대한 보고가 있었다. 주로 웨이퍼가공공정에서 여성 근로자의 생식계 건강장해 위험도를 보고하고 있으며, 공정에서 사용되는 에틸렌 글리콜류의 화학물질을 여성근로자의 생식계 건강장해의 주원인으로 지목하였다. 반도체 제조업에 관한 생식기계 건강영향은 자연유산, 불임(임신지연, 임신능력 감소), 월경이상에 대한 것들이 있었는데, 이 중에서 자연유산에 대한 연구만이 메타분석을 할 수 있을 정도로 꾸준하게 연구되었다. 반도체 제조업 종사 여성근로자중 Fab 공정 근무자에 대한

연구들을 종합한 OR=1.46 이었고, 95% CI=1.13-1.88 로 통계적으로 유의하였다.

참고로 전자산업과 반도체 제조업 종사 여성근로자의 자연유산(Spontaneous Abortion)에 대해 함께 분석한 메타분석결과, pooled OR=1.58 이었고, 95% CI=1.14-2.18 로 통계적으로 유의하였다.

이상의 역학 연구결과들은 검토한 후, 전문가 자문회의 등을 거쳐 향후 순차적, 체계적인 작업장 생식보건 연구를 수행하기 위한 로드맵을 제안하였다.

제시된 연구결과는 대부분 외국의 사례를 중심으로 보고되어, 현재의 우리나라에서 근로자들의 생식독성 노출위험의 크기와 규모, 그리고 건강영향의 분포 등을 파악하기에는 한계가 있다. 그러므로 본 연구에서 파악한 생식보건의 역학적 특성과 위험요인, 건강영향 유형을 활용하여 현재 우리나라에서 생식보건 문제의 실태부터 조사할 필요가 있다.

그 후에 문헌고찰과 실태조사를 통하여 파악한 우리나라의 생식보건 고위험 인구집단을 대상으로 개별적인 단면연구가 수행되어야 하겠고, 동시에 산부인과 clinic을 기반으로 하여 자궁내막증, 불임, 자연유산, 선천성 기형 등을 가진 부모의 직업력을 조사하여 특정 직종이나 특정 물질에 노출되는 것이 생식보건의 위험을 높이는 지를 파악하는 것 또한 필요하다.

다음단계에서 보다 심층적인 연구를 위해 urine hCG, 자궁초음파, 정액검사, 생리일기(Woman's diary) 등과 같은 적극적인 형태의 검사를 포함한 역학연구를 수행하는 것을 제안한다.

활용방안 및 기대성과

본 연구를 통하여 후속 생식독성 역학연구를 위한 설계와 타당도, 실행가능성을 제시하여, 향후 순차적, 체계적인 작업장 생식보건 연구를 수행하는데 근거자료로 활용할 수 있다. 또한 작업장에서 노출될 수 있는 생식보건 위험요인의 규모와 분포를 파악하여 고위험업종을 관리를 위한 정책적 방안 마련의 기초자료로 활용가치가 있을 것으로 기대한다.

중 심 어

생식보건, 체계적 문헌고찰, 메타분석, 고위험업종

참고문헌

임종한. 제 13장. 직업성 생식계 건강위험. 직업병학. 계축문화사. 2007.

피영규, 이송권, 임무혁, 정춘화, 변상훈. 발암성, 생식독성, 변이원성물질에 대한 관리체계 연구. 2008.

홍윤철 등. 여성근로자에 영향을 미치는 화학물질의 관리방안 연구. 산업안전보건연구원. 2012.

연구책임자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구실 김은아 실장
연 락 처 : 052-7030-870, toxneuro@kosha.or.kr

08 용접작업자 건강영향 추적연구(코호트 구축 2차년도)

연구의 필요성 및 목적

만성폐쇄성폐질환은 한국인 45세 이상 성인 남성에서 유병률이 25.8% 이며, 45세 이상 여성에서는 9.6% 로서 매우 흔한 질병이며, 만성폐쇄성폐질환을 포함한 만성 하기도 질환은 한국인 사망원인 중 10번째에 해당한다. 일반 성인에서 발생하는 만성폐쇄성폐질환의 원인 중 작업장에서의 분진, 흄 등 노출이 발병 원인의 15%를 차지한다고 알려져 있다. 그럼에도 불구하고 지금까지 만성폐쇄성폐질환의 직업적 요인에 대해서는 간과되어 왔다. 최근 만성폐쇄성폐질환과 직업적 노출과의 연관성에 대한 인식이 개선되면서, 추후 주요 직업성질환 중 하나가 될 것으로 예상되며, 분진에 대한 특수건강진단에서 폐활량 검사가 1차 검사로 채택되어 폐기능 이상자가 많이 발생하고 따라서 만성폐쇄성폐질환 역시 증가할 것으로 예상된다. 기존에 특수건강진단의 폐활량 검사는 정도관리가 잘 되지 않았고 검증이 되지 않아 학술적 이용에 제한이 있어 직업적노출과 작업과의 관련성을 추적관찰하며 향후 제도개선에 토대가 될 수 있는연구체계의 마련이 시급하다. 현재 용접흄 노출이 발생하는 사업장 중 근로자규모가 가장 큰 것은 조선업종으로 이들에 대한 장기적인 추적 관찰은 타 업종에 비하여 비교적 접근이 쉬울 것으로 보인다. 조선소의 용접 업종은 용접흄 노출량이 높은 만큼 질병발생의 개연성이 높아 COPD와 용접흄과의 관계 파악에 더 유용할 수 있으며, 따라서 조선소를 대상으로 하여 용접흄과 COPD와의 관계를 연구하고자 한다.

연구 내용 및 방법

본 연구는 전향적 코호트를 기본으로 하되 이전의 검사결과 중 정도관리에 부합하는 폐활량 검사결과가 있을 경우 후향적인 자료도 이용하기로 하였다. 코호트의 입적은 순수 용접원 2,000명 이상, 비용접원 근로자 2,000명 이상으로 목표를 둔다. 코호트의 수는 많을수록 결과 도출이 용이하므로 향후 수년간 충분한 수가 확보될 때까지 지속적으로 수행하기로 하였다. 등록된 코호트에 대해서는 매년 폐활량 검사 여부를 확인한 후 결과를 등록하고 최대 2년간 검사기록이

없을 경우 전화를 걸어 내원하게 하여 검사한다.

연구 결과

2014년 9월까지 1,442명의 코호트를 구축하였으며 이 중 자료가 완비된 조선소에 근무하는 용접원 584명, 부분용접원 391명과 대조군 282명 등 총 1,257명 및 폐활량 검사자료 총 1,684건을 확보하였다. 용접원과 부분용접원 사이의 호흡기계 증상 유병률의 차이는 없었고, 대조군이 용접원과 부분용접원보다 비염증상 유병률이 높았다. 노력성 폐활량은 용접원과 부분용접원 사이에는 차이가 없었고, 두 군 모두 대조군보다 높았다. 일초율은 부분용접원, 용접원, 대조군순으로 유의하게 낮았으며, 이러한 경향은 흡연군, 비흡연군 모두 동일하였고, 40세 미만이나 40대 이상군에서도 동일한 경향을 보였다. 선형분석에서 흡연, 연령, 체질량지수를 보정한 후 %FVC는 용접원, 부분용접원 모두 유의한 양의 선형관계를 보였다. 흡연, 연령, 체질량지수를 보정한 후 일초율은 용접원, 부분용접원 모두 음의 관계를 보였으며, 부분용접원 군에서 유의하였다. 용접원과 부분용접원, 대조군의 제한성 환기장애 유병률은 3% 이하로 낮았고 군간 차이는 없었다. 용접원의 폐쇄성 환기장애 유병률은 9.2%, 부분용접원은 13.3%로, 대조군의 1.4%보다 유의하게 높았다. 다중 로지스틱 회귀분석에서 연령, 체질량지수, 흡연을 보정한 후 제한성환기장애는 용접원, 부분용접원, 대조군 사이에 차이가 없었다. 다중 로지스틱 회귀분석에서 연령, 체질량지수, 흡연을 보정한 후 폐쇄성환기장애의 교차비는 용접원이 3.15, 부분용접원 4.21로 유의하였으며, 이는 연령별, 흡연여부별로 동일하였다. 본 연구에서 폐활량의 예측식은

FVC=-0.014*Age+0.143*Height(inches) -4.580, FEV1=-0.022*Age+0.101*Height(inches)-2.313

이었다. 혼합모형 분석에서 일초율의 감소 정도는 용접원과 부분용접원간의 유의한 차이가 없었다.

이차년도에서는 단면조사연구 분석을 수행하였으며. 이용 가능한 과거자료를 수집하였다. 추후 대조군을 추적 관찰한다면 용접원과 부분용접원의 폐기능 변화량에 대한 인과관계를 증명할 수 있을 것으로 판단된다.

활용방안 및 기대성과

지금까지 용접원에 대한 국내의 단면조사연구는 있었으나 코호트를 구축한 연구는 거의 없었다. 이러한 코호트를 가지는 것 자체가 가장 큰 수확이며, 이 인구집단을 대상으로 한 가치 있는 연구가 행해질 것이다. 장기적인 추적관찰을 통하여 우리나라의 용접흄에 의한 폐활량 감소 및 만성폐쇄성 폐질환의 발생에 대한 기여분율을 확인할 수 있을 것이며, 현재 직업환경의학과에서 행해지고 있는 용접흄 노출 근로자에서 발생하는 만성폐쇄성 폐질환의 업무관련성 판단 및

산재 보상에서 주요한 기초자료가 될 것이다. 코호트의 추적조사는 등록된 환자를 여러 의료기관에서 동시에 조사하여 탈락 비율을 줄일 수 있을 것이며, 70-80% 이상 지속적으로 추적할 수 있을 것으로 보인다. 이 연구를 통해 우리나라 폐활량 검사 결과의 보다 정확한 정상 예측식을 구할 수 있을 것이다. 용접원 코호트의 다른 영향(안질환, 심장질환, 신장질환, 근골격계질환 등)에 대한 체계적인 조사가 가능할 것이다. 용접원 코호트의 폐질환에 대한 보다 깊은 연구(유전자 등)가 수행될 수 있는 계기를 마련할 것이다.

중 심 어

용접원, 코호트, 폐활량, 조선소

참고문헌

김건형. 조선소 용접근로자 폐활량 코호트 구축. 산업안전보건연구원;2010

김정일, 고동희, 예병진 등. 용접근로자 코호트. 산업안전보건연구원;2013

정춘화, 임현우, 구정완 등. 조선업 용접공의 용접흄의 생애누적노출량을 이용한 환기기능평가. 대한산업의학회지 2002;14(4):364-376

연 구 책 임 자 : 동아대학교 의과대학 직업환경의학교실 김정일 교수
연구원담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구실 전희경 연구원
연 락 처 : 052-7030-886, womanstar@kosha.or.kr

09 트리클로로에틸렌의 직무노출 매트릭스 구축 연구

연구의 필요성 및 목적

화학물질에 노출되어 발생하는 건강장해에 대한 예방과 노출작업 관리 및 업무관련성평가를 위해 국내의 주요 유해인자에 대한 직무-노출 매트릭스(Job-Exposure Matrices, JEM)의 구축이 필요하여, 2013년에는 벤젠에 대한 JEM을 구축하여 노출 시기별 업종별 직종별 벤젠의 노출 수준을 분석하고 정리하여 근로자의 과거 벤젠 노출량 추정 등에 활용하고 있다.

과거 노출 추정 연구 2년차인 2014년에는 트리클로로에틸렌(Trichloroethylene, TCE)을 대상 물질로 선정하여 과거 시기별 업종별 직종별로 노출 수준을 추정하여 JEM을 구축함으로써 국내 사업장의 TCE 관리 및 근로자의 과거 노출력 판단에 활용하고자 한다

연구 내용 및 방법

TCE의 노출 수준을 보고한 국내 학술논문, 해외 학술논문, 연구보고서, 산업안전보건연구원의 역학조사 보고서, 작업환경측정결과 등을 대상으로 TCE 노출시기(작업환경측정시기), TCE 측정 농도, 사업장의 업종, 근로자의 직종 등을 분류하고 조합하여 JEM을 구축하였다.

국내 문헌의 검색은 한국산업위생학회(http://www.ksoeh.org), 한국과학기술정보연구원(http://www.ndsl.kr), 한국교육학술정보원 학술연구정보서비스(http://www. riss4u.net) 등의 홈페이지를 이용하였고 국외 문헌의 검색은 미국 국립의학도서관 PubMed(http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed)를 주로 활용하였다.

사업장의 공정은 통계청 고시 제2007-53호의 제9차 한국표준산업분류를 따랐고 근로자의 직종은 통계청 고시 제2007-3호의 제6차 한국표준직업분류를 따랐다. 업종과 직종은 대분류, 중분류, 소분류, 세분류, 세세분류 등 5단계로 구성되고, 통계청의 통계분류 홈페이지(http://www.kostat.go.kr/kssc)에 관련 검색어를 입력하면 제시된 코드와 코드명 중에서 적합한 업종 및 직종을 선택할 수 있다.

역학조사보고서는 산업안전보건연구원에서 1992년부터 2013년까지 수행한 역학조사에서 근로자의 질병 원인 유해인자가 TCE인 보고서를 검색하여 연구에 활용하였으며, 작업환경측정결과는

역시 산업안전보건연구원에서 전산 구축하고 있는 2002년부터 2013년까지의 TCE 측정 자료를 연구에 활용하였다.

문헌에서 기하평균과 기하표준편차로 노출수준이 보고된 경우에는 기하평균을 산술평균으로 환산하여 평균과 표준편차를 산술평균으로 기술하였으며, JEM별로 TCE 농도의 측정수(시료수) 차이에 따른 산술평균을 보정하기 위하여 시료수가 가중된(통합된) 산술평균(Weighted Arithmetic Mean, WAM)을 계산하여 사용하였다.

연구 결과

TCE 노출 수준을 보고한 문헌을 검색한 결과 중복을 제외하고 국내 문헌 29건, 국외 문헌 34건을 확보하여 연구에 활용하였다. 국내 문헌의 경우 학술지 논문이 22건이었고, 역학조사보고서 6건, 연구보고서 1건 등이었으며, 국외 문헌은 학술지 논문 15건, 보고서 19건 등 총 34건이었다. 국내와 국외의 문헌에서 보고된 측정 시료수는 각각 419개와 1,972개였다. 2002-2013년도 기간의 작업환경측정자료는 20,753개 사업장의 53,423개의 시료에 대한 작업환경측정결과를 연구에 활용하였다.

국내 문헌에서 TCE 노출 수준은 1970년부터 보고되었는데 5년 간격으로 구간을 구분하면 1970-1974년에 5건, 1985-1989년에 5건, 1990-1994년 7건, 1995-1999년 4건, 2000-2004년 3건, 2005-5009년 6건, 2010-2011년에 1건의 문헌이 보고되었다(일부 문헌은 2개 시기 이상의 TCE 노출수준을 보고하였으므로 시기별 보고 문헌의 개수를 합하면 순 보고문헌수 29개보다 많게 된다.). 1975-1979년과 1980-1984년의 기간에는 TCE 노출 수준이 보고된 문헌을 찾을 수 없었다.

통계청 통계분류에서는 우리 나라의 표준산업을 세세분류 기준으로 1,145개로 구분하고 있는데 국내 문헌에서 보고된 업종은 22개 업종으로서 통계청 세세분류 전체 업종의 1.92%에서 TCE 노출 수준이 보고되었다. 그 중 금속압형제조업(25913)에서 208개의 측정시료가 보고되어 전체 시료 419개의 49.6%를 차지하였다. 또한 세세분류 직종 기준으로는 13개 직종에서 노출수준이 보고되었는데 금속 세척기 조작원(84211)이 24개 문헌, 344개 시료에서 보고되어 전체 시료 419개의 82.1%를 차지하였다.

1970-1974년의 경우 통합노출수준이 425.96 ppm이고 현재의 국내 TWA 노출기준인 50 ppm에 비해 월등히 높은데, 당시의 농도는 직독식 기기에 의해 측정된 값으로서 정확도는 떨어지지만 TCE를 취급하는 사업장의 농도가 매우 높았음은 틀림없다. 그 시기와 더불어 1985-1989년 역시 통합노출수준이 99.00 ppm으로서 현재의 국내 노출 기준을 초과하는 높은 농도였다.

국외 문헌에서는 세세분류 업종 기준으로 그 외 기타 고무제품 제조업(22199) 등 14개 업종에서 TCE 노출 수준이 보고되었고, 국내 문헌과 마찬가지로 금속압형제품 제조업(25913)에서 가장 많은 보고가 이루어졌는데 21개 문헌, 1,562개 시료로서 전체 시료수의 79.2%를 차지하였다.

2002-2013년의 작업환경측정결과 532개 업종에서 TCE에 대한 작업환경측정이 이루어졌는데 전체 53,423개의 시료 중 39.97%를 차지하는 21,353개의 시료에서는 TCE가 검출되지 않았다. 2002년도의 평균 농도는 8.29 ppm이었고 2013년도의 평균 농도는 1.95 ppm이었으며 최근 연도일수록 TCE 농도가 낮아지는 경향을 보였다.

5년 간격 시기별로 국내 문헌(표 57), 국외 문헌(표 61), 작업환경측정결과(표 66-68) 등에서 보고된 TCE 농도를 비교한 결과 각각의 보고치의 차이가 심해 세 형태의 문헌을 통합한 JEM을 구축할 수 없다는 결론을 내렸으며 각각의 문헌에서 보고된 자료를 별도의 노출 수준으로 정리하였다.

활용방안 및 기대성과

본 연구의 JEM 구축에 활용된 국내 및 국외 문헌 사례의 경우 근로자의 작업 공정 또는 인접 공정에서 TCE 또는 TCE 혼합물질을 취급하는 장소에서의 노출 수준이다. 따라서 TCE로 인한 질병과 작업환경과의 관련성 여부를 규명하는데 있어 과거 노출 근거 자료로 TCE JEM을 활용할 수 있다. 특히 국내 문헌 JEM에서 전체 직종의 82.1%가 금속 세척기 조작원이었으므로 TCE를 이용한 세척 작업자의 경우 본 TCE JEM을 활용한 과거 노출 수준의 추정에 매우 유용하다. 또한 본 연구 결과는 TCE의 유해인자 노출 및 국가의 건강영향 감시 체계 수립의 기초자료로도 활용할 수 있다.

중 심 어

트리클로로에틸렌, TCE, 과거노출, Job exposure matrix, JEM, 표준산업분류, 표준직업분류

참고문헌

박동욱, 강동묵 등. 벤젠의 과거노출추정(Job-Exposure Matrices, JEM) 연구. 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원. 2013; 2013-연구원1204.

이세훈, 김형아 등. 화학물질 노출기준 제·개정 연구 -트리클로로에틸렌-. 한국산업안전공단 산업안전보건연구원. 2006; 보건분야-연구자료 2006-161-866.

노동부장관. 노동부고시 제1호 작업환경측정방법(1983.1.20). 국가기록원 홈페이지, http://www.archives.go.kr.

연구책임자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구실 유계묵 연구위원
연 락 처 : 052-7030-874, radical@kosha.or.kr

10 특발성간질성폐렴 직업적 노출의 연관성 분석

연구의 필요성 및 목적

직업적, 환경적 원인에 의한 미만성폐실질질환을 배제한 정의에 기초를 둔 특발성간질성폐렴의 발생에 직업적, 환경적 원인이 기여하는 부분이 상당한 것이 기존 연구에서 밝혀짐에 따라 국내에서도 특발성간질성폐렴에서 직업적, 환경적 원인이 기여하는 부분의 규모를 확인하고 기전을 밝혀 질병 부담을 줄이기 위한 노력이 필요하다. 문헌고찰을 통해 특발성간질성폐렴의 위험요인을 확인하고 건강보험공단 심사평가원의 자료를 활용하여 우리나라 전체 특발성간질성폐렴의 발생률/유병률을 평가하며, 환자대조군 연구를 통해 특발성간질성폐렴 환자의 직업적 노출의 연관성을 평가한다.

연구 내용 및 방법

- 국내외 특발성간질성폐렴의 직업적 요인 문헌 검토
- 건강보험심사평가원의 database를 바탕으로 특발성간질성폐렴의 국내 발생 규모를 추정
- 특발성간질성폐렴 환자-대조군 연구
  - · 신규 발생한 특발성간질성폐렴 환자군과 직업과 관련이 있는 질환이 배제된 폐렴 및 폐결핵 환자들로 구성된 대조군을 설정
  - · 연령, 성별 등을 짝지은 환자 대조군 연구를 수행

연구 결과

- 국내외 특발성간질성폐렴의 직업적 요인 문헌 검토
  - · 국외 문헌검색엔진을 활용하여 탐색적인 문헌검토를 수행하였으며, 1990년 이후 총 16편의 직업성 특발성폐섬유화증을 비롯한 특발성간질성폐렴에 관한 환자대조군 연구 및 기술연구를 확인하였다.
  - · 최종 메타분석 대상은 11편의 환자 대조군 연구였으며, 분석 결과 금속분진, 목분진, 산

화규소 노출자 및 철강 산업 근로자 등이 대표적인 특발성간질성폐렴의 유해인자로 확인되었다.

- 특발성간질성폐렴 발생규모 추정
  - 건강보험심사평가원의 수진내역을 분석하여 우리나라 특발성간질성폐렴의 발생률과 유병률을 확인하였다.
  - 특발성간질성폐렴의 유병률은 10만명당 73.2명~94.1명이었으며 이 중 특발성폐섬유화증의 유병률은 10만명당 30.0~37.5명으로 파악되었다.
  - 특발성간질성폐렴의 발생률은 10만명당 37.3명(2011년), 37.0명(2012년)이었으며 이 중 특발성폐섬유화증의 발생률은 2011년도 10만명당 13.9명, 2012년도 13.8명이었다.
  - 2013년 특발성간질성폐렴의 총 의료비용은 약 735억원이며 이 중 특발성폐섬유증의 총 의료비용은 약 371억원이었다.
- 특발성간질성폐렴 환자-대조군 연구
  - 2014년 5월 22일 가톨릭중앙의료원 IRB 심의통과 후 연구기간동안 환자군 117명, 대조군 123명 총 240명을 대상으로 직업력 및 기타 노출력에 대한 문진을 수행하였으며, 최종분석에는 환자군 111명, 대조군 120명을 포함하였다.
  - 병원소재지, 연령대, 성별을 짝지어 환자 대조군을 분석한 결과 환경, 군복무력, 흡연을 보정한 후에도 직업적 금속분진 노출력과 특발성간질성폐렴의 관련성이 통계적으로 유의하게 나타났다.
  - 환자군의 업무관련성이 높았던 군을 확인해본 바, 알루미늄 금속 분진 노출자, 광업 종사자 등 특이 분진에 노출될 수 있는 직업군이 확인되었다.
  - 금속분진 노출시 1초율의 차이가 확인되었으나 이외의 폐기능 항목은 차이가 관찰되지 않았다. 또한, 금속 분진 노출시 당뇨질환의 유병률의 차이 이외에는 다른 분진에 따른 임상질병의 유병은 유의한 차이가 관찰되지 않았다.

활용방안 및 기대성과

- 우리나라 특발성간질성폐렴의 발생률과 환자대조군 연구를 이용하여 국내 특발성간질성폐렴의 직업과의 관련성을 평가 할 수 있다.
- 향후 산업재해보상보험법상 업무상질병으로 진단될 수 있는 특발성간질성폐렴의 발생률을 추정할 수 있어 정책 수립에 기초자료로 활용될 수 있다.

중 심 어

특발성간질성폐렴, 특발성폐섬유화, 금속, 규소분진, 직업, 환경

참고문헌

대한결핵 및 호흡기학회 학술위원회, 2008년도 특발성간질성폐렴(IIP) 전국실태조사보고, Tuberc Respir Dis 2009;66:141-151.

어수택, 특발성 폐 섬유화증의 병인 및 최신 진단 기준, Korean J Med 2013;84:481-488

American Thoracic Society/European Respiratory Society International multidisciplinary consensus classification of the idiopathic interstitial pneumonias. Am J Respir Crit Care Med 2002;165:277-304.

연 구 책 임 자 : 가톨릭대학교 서울성모병원 구정완 교수
연구원담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구실 안정호 연구원
연 락 처 : 052-7030-878, jhoahn@kosha.or.kr

11 특수건강진단자료를 이용한 납 노출 현황 심층분석

연구의 필요성 및 목적

현재까지 국내의 화학물질에 대한 감시체계로는 특수건강진단을 통한 노출에 대한 감시체계는 없으며, 실제 화학물질의 유통과정 및 사용처에 대한 체계화된 보고 체계가 없었다. 따라서, 본 연구를 통하여 직업적으로 유해물질에 노출되는 근로자의 수, 분포, 위험 직업 및 산업에 대한 정보를 획득.

연구 내용 및 방법

(1) 연구내용 및 범위

직업환경측정 자료와 특수건강진단 자료를 이용하여, 유해물질 노출의 지역별, 산업별, 직업별, 특정 사업장별 노출 근로자의 규모 및 분포, 변화 추이를 분석

(2) 연구방법

- 해외 감시체계 및 납 노출관련 연구 문헌 고찰
- 납에 대하여, 기존의 산업안전보건연구원 내의 작업환경 측정자료, 특수건강 검진자료, 생체 모니터링 자료를 이용한 국내 납 노출 현황 분석 지역별, 산업별, 직업별, 특정 사업장별 노출 근로자의 규모 및 분포, 변화 추이를 알 수 있는 체계 구축

연구 결과

국내 근로자의 납 노출의 경우 2000년부터 2013년까지의 혈중 납 노출 농도를 비교 분석해 본 결과 일반 인구 집단 보다는 그 노출량이 높으나, 현저히 감소 추세를 보이고 있다. 또한 납 노출은 산업분류 소 분류별로 나누어서 분석하였을 경우 제조업에서는 축전지 및 일차전지 제조업항공기, 우주선 및 부품 제조업음료 제조업제 1차 비철금속산업, 그 외 기타 운송장비 제조업 등에서 높은 노출 농도를 보이는 것으로 나타났으며, 비제조업에서는 자연과학 연구 개발업 기타 비금속광물 광업토사석 광업 가정용품 도매업 전기업 자동차 부품 및 부속품 판매업 건축자

재 및 철물 도매업 등에서 높은 노출이 있는 것으로 나타났다.

활용방안 및 기대성과

본 연구를 통하여 유해물질에 노출되는 근로자의 수, 분포, 등에 대한 정보를 획득하여, 납 노출 사업장의 추정 및 근로자 직업병 발생의 인정 및 예방에 기여할 수 있을 것으로 있을 것이다.

중 심 어

납, 노출 감시체계

참고문헌

LaDou J: Current Occupational & Environmental Medicine. New York: McGraw-Hill; 2007.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists: Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. 7th ed. Cincinnati, Ohio: ACGIH Worldwide; 2001.

Dong-jun Kim: Lead in living environment and health. J Korean Med Assoc1974, 17:27-32.

연구책임자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구실 이상길 연구위원
연 락 처 : 052-7030-872, twincokes@kosha.or.kr

12 한국형 감정노동 및 폭력(2013년도 연구) 조사 도구 적용연구

연구의 필요성 및 목적

이 연구는 한국의 조직문화와 서비스 산업의 특수성을 반영한 감정노동 근로자들의 감정노동의 수준과 강도, 감정노동으로 인한 부정적인 정서반응, 그리고 작업장에서 업무수행과정에서 발생하는 다양한 형태의 작업장폭력을 정량적이고 객관적인 평가를 목적으로 2013년 개발된 '한국형 감정노동 및 작업장 폭력 평가도구'에 대한 현장적용을 위한 타당성 평가를 수행하였다.

연구 내용 및 방법

2013년 개발된 설문문항에 대한 연구자회의와 국문과 3인의 교정 작업을 거쳐 일부 문항의 어구 수정작업(wording)을 통해 타당성 평가를 위한 설문조사용 문항을 최종 선정하였다. 선정된 문항에 대해 5개 연구권역을 활용하여 13개 감정노동 근로자 2,221명에 대해 2014년 5월부터 8월까지 설문조사를 실시하였고, 타당성 평가를 위한 통계분석을 시행하였다.

연구 결과

평가도구 설문문항의 구성

한국형 감정노동 평가도구(Korean Emotional Labor Scale: K-ELS)는 요인분석 결과를 토대로 감정노동의 강도 혹은 노출을 평가하는 '감정조절의 요구 및 규제(emotional demanding and regulation)' (5문항), '고객응대의 과부하 및 갈등(overload and conflict in customer service)'(3문항), '감정부조화 및 손상(emotional disharmony and hurt)' (6문항), 감정노동에 대한 조직 감시 및 관리체계를 평가하는 '조직의 감시 및 모니터링(organizational surveillance and monitoring)' (3문항), '조직의 지지 및 보호체계(organizational supportive and protective system)' (7문항)으로 구성하였다. 각 문항에 관한 척도는 '감정조절의 요구 및 규제' (5문항), '고객응대의 과부하 및 갈등'(3문항), '감정부조화 및 손상' (6문항) '조직의 감시 및 모니터링' (3문항)은 1-2-3-4 리커트 척도로, '조

직의 지지 및 보호체계' (7문항)는 4-3-2-1 리커트 척도로 점수화하도록 하였다.

한국형 작업장폭력 평가도구(Korean Workplace Violence Scale: K-WVS)는 작업장폭력의 노출과 경험 수준을 평가하는 '고객의 정신적 성적 폭력(experience of psychological and sexual violence from customer)' (4문항), '직장 내 정신적 성적 폭력(experience of psychological and sexual violence from supervisor and coworker)'(4문항), '직장/고객 신체적 폭행(experience of physical violence from customer, supervisor and coworker)'(2문항), '조직의 폭력보호체계(organizational protective system for workplace violence)' (14문항) 영역으로 구성하였다.

- 평가도구의 점수산정방식

각 문항에 관한 척도는 '고객의 정신적 성적 폭력' (4문항), '직장 내 정신적 성적 폭력,' (4문항), '직장/고객 신체적 폭행' (2문항)은 1-2-3-4 리커트 척도로, '조직의 폭력보호체계' (14문항)는 4-3-2-1 리커트 척도로 점수화하도록 하였고, 각 하부요인은 0~ 100점으로 환산하도록 하였다.

- 평가도구의 활용 가이드라인 및 참고치

평가도구의 현장 활용의 측면에서 기본형과 선택형으로 구분하여 활용방안을 제시하였다. 감정노동의 경우, 5개의 하위 영역을 '감정노동의 강도 평가'(하부 요인 1-3)와 '조직 관리체계의 평가' (하부요인 4-5)로 구분하여 측정하도록 하되, 연구 목적이나 활용에 따라서 '감정노동의 강도'만을 평가하고자 할 때는 기본형인 「한국형 감정노동 평가도구-14 (K-ELS@14)」를, '감정노동의 강도'와 '조직의 관리체계'를 동시에 평가하고자 할 때는 선택형인 「한국형 감정노동 평가도구-24 (K-ELS@24)」를 사용하도록 하였다. 작업장폭력 평가도구 역시, 4개의 하위 영역을 '폭력에의 노출 및 경험 평가'(하부 요인 1-3)와 '조직의 폭력관리체계의 평가' (하부 요인 4)로 구분하여 측정하도록 하되, 연구 목적이나 활용에 따라서 '폭력에의 노출 및 경험 평가' 만을 평가하고자 할 때는 「한국형 작업장폭력 평가도구-10(K-WVS@10)」을 사용하고, '폭력에의 노출 및 경험 평가'와 '조직의 폭력관리체계의 평가'를 동시에 평가하고자 할 때는 「한국형 작업장폭력 평가도구-24(K-ELS@24)」를 사용하도록 하였다.

한국형 감정노동 및 작업장폭력 평가도구의 고위험군 판정을 위한 참고치는 감정노동 및 작업장폭력의 노출과 강도 그리고 조직적 차원의 보호체계의 수준이 성별에 따라 다른 양상으로 보이므로 성별로 구분하여 제시하였다. 성별 참고치는 설문조사에서 수집한 우울, 소진과의 ROC(Receiver Operating Characteristic Curve) 분석 결과를 토대로 감정노동과 작업장폭력 평가도구의 성별 절단점을 구하였고, 최종적으로, 성별 우울과 소진의 절단점을 사용하여 감정노동 5개 하위 요인과 작업장폭력 4개 요인에 대한 성별 ROC분석을 수행한 결과를 토대로 하여 우울과 소진 중 낮은 절단점을 평가도구의 참고치(reference value)로 제시하였다.

◘ 고위험군 관리방안

개발된 K-ELS과 K-WVS를 이용하여 선별된 감정노동 및 작업장폭력 고위험 직업군에 대한 개인적 조직적 차원의 관리방안과 입법조치에 관한 의견을 제시하였다.

활용방안 및 기대성과

한국형 감정노동 및 작업장 폭력 평가 도구는 고객 상대 업무를 하는 직장에서 감정노동이나 작업장 폭력의 노출과 강도를 평가하고, 이로 인한 건강 장해를 유발할 수 있는 요인들을 평가하여 개선하고 건강 장해를 예방하기 위한 목적으로 개발된 도구이다. 따라서 평가에서 상대적으로 점수가 높게 나온 요소에 대한 적극적인 예방 대책과 해결책을 마련해야 한다.

2차 년도의 타당성 평가를 통해 확정된 '한국형 감정노동 및 작업장폭력 평가도구'는 학문적으로는 우리나라 감정노동군의 감정노동의 강도 및 수준과 업무수행과정에서 발생하는 다양한 형태의 작업장 폭력의 노출과 경험을 객관적으로 평가하는데 기여할 것으로 판단된다. 아울러 감정노동과 작업장폭력이 건강 영향 및 직업성 장해에 미치는 영향을 규명하는데 기여할 것으로 보이며, 산업 현장에서는 감정노동 및 작업장 폭력에 대한 정량적 평가와 관리 프로그램 개발에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 아울러, 감정노동 및 작업장 폭력 고위험 직업군(직종)을 선별하고 이들을 대상으로 한 관리 매뉴얼 개발이 개발되어 감정노동 및 작업장 폭력으로 인한 근로자들의 피해와 생산성 손실을 감소시킬 수 있는 기초자료로 활용될 것으로 기대한다.

중 심 어

감정노동, 작업장폭력, 한국형 감정노동 평가도구, 한국형 작업장폭력 평가도구, 타당성 평가

참고문헌

김수연, 장세진, 김형렬 등. 서비스직 근로자의 감정 노동과 우울 수준. 대한산업의학회지 2002; 14(3):227-235

김왕배, 이경용, 이가람. 감정노동자의 직무환경과 스트레스. 한국사회학회 2012;46(2):123-149

김종진. 서비스 부문의 감정노동 문제, 어떻게 해결할 것인가. 노동사회 12월호 중 주장과 대안. 2009

연 구 책 임 자 : 연세대학교 원주의과대학 장세진 교수
연구원담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구실 박재오 연구원
연 락 처 : 052-7030-887, newnicx@kosha.or.kr

Ⅳ

직업환경연구분야

01 가구제조업 유해요인 발생 특성에 따른 환기방안 연구

연구의 필요성 및 목적

◔ 가구제조업은 가구를 생산하기까지 시간과 인력이 많이 소모되는 대표적인 노동집약적 산업으로 생산과정이 자동화할 수 없는 부분이 많으며 대부분의 업체가 중소기업형인 특성이 있음.

◔ 재단 및 가공, 연마, 접착, 도장 등의 가구 제조 과정에서 목재분진, 소음, 크실렌, 톨루엔, 포름알데히드, 이소시아네이트 및 각종 유기화합물 등에 지속적으로 노출되고 있으며 가구제조업 종사 근로자의 직업성 천식, 비염 및 후두염 등의 직업병 발생이 꾸준히 보고되고 있음.

◔ 그러나 사업장에서는 국소배기장치 등의 환기 시설을 제대로 갖추지 못하는 경우가 많아 작업환경관리에 어려움을 겪고 있으며, 관련 연구도 유해물질의 노출평가 및 건강장해에 대부분 초점을 맞추어 가구제조업의 작업환경관리에 관심을 기울일 필요가 있음.

◔ 따라서 가구제조 사업장의 작업환경개선에 도움이 되고자 공정별 유해요인 노출 특성을 고려하여 환기 개선 방안을 마련하여 제시하고자 함.

연구 내용 및 방법

■ 문헌고찰

- 가구산업의 특성과 가구재 및 표면마감재 등 관련 문헌조사
- 가구 제조 공정별 노출 유해인자의 건강영향 및 발생 직업병에 대한 고찰

■ 통계자료 분석

- 통계청 자료 분석을 통해 가구제조업의 규모 및 지역별 분석 등 파악
- 산재통계를 활용한 가구제조업에서 발생한 업무상 질병 발생현황 분석

■ 가구제조 공정 및 유해인자 노출특성 파악

- 최근 3년간(2011년~2013년) 작업환경측정 및 특수건강진단 결과 자료 분석
- 가구제조업의 주요 공정 및 단위 공정별 노출가능 유해인자, 측정값 범위, 노출기준 초과여부 등을 파악

■ 환기 실태조사 및 개선방안 수립

- 경기도, 부산, 경남 소재 가구제조 7개 사업장을 대상으로 현장조사 실시
- 공정별 오염물질의 발생 특성 및 환기실태 파악
- 접착공정 및 도장공정에서의 포름알데히드 및 이소시아네이트의 노출평가
- ACGIH의 산업환기 매뉴얼 참조 및 전산유체역학을 이용한 환기 시뮬레이션으로 공정별 환기 개선방안 도출

연구 결과

■ 가구제조업의 규모 및 특성

- 국내 가구제조업은 2012년 기준 11,104개소(64,868명)로 지역별 분포에서 경기지역이 약 43%인 4,717개소로 가장 많았고, 규모로는 전체 사업장의 99.1%가 50인 미만으로 가구제조 사업장의 대부분이 중소규모로 확인되었다.
- 목재가구제조업의 업무상 질병 발생현황(1999년~2013년)을 목재 및 나무제품제조업과 비교하였으며 목재가구제조업의 업무상 질병사망자는 총 29명으로 28명이 뇌심혈관 질환이었고, 업무상 질병이환자는 총 370명으로 근골격계질환 관련이 74.8%(277명), 뇌심혈관 질환 18.4%(68명), 세균·바이러스 1.9%(7명), 유기화합물 기타 5명, 소음성 난청과 직업성 천식(디이소시아네이트)이 각각 4명으로 확인되었다.

■ 작업환경측정 및 특수건강진단 결과(2011년~2013년)

- 작업환경측정 결과 가구제조업의 주요 측정인자로는 전체 46,644건 중 소음이 약 24%인 11,122건으로 가장 많았고 목재분진(적삼목 외) 10.8%(5,060건), 톨루엔 6.5%(3,030건), 크실렌 4.4%(2,040건) 등의 순이었고, 실시 공정별로는 도장작업이 39%로 가장 많았으며 재단/가공 16.6%, 접착 12.2%, 용접 4.3%, 연마/샌딩 3.5% 등의 순이었다.
- 특수건강진단 결과에서는 작업환경측정 인자와 전체적으로 유사하였으나 목재분진(적삼목)과 포름알데히드의 측정 건수가 많았다.

■ 공정별 환기 실태 및 개선방안

- 재단/가공 및 연마작업과 접착, 도장 등의 작업별 환기 실태 조사 결과 및 개선방안을 제시하였다. 재단/가공 및 연마작업의 경우 불규칙적인 작업 조건에 따라 대부분 플렉시블 덕트를 이용하고 있어 유량관리를 위해 댐퍼를 설치하여 조절하는 것이 바람직하며 하방형 후드의 설치 외에도 미세분진의 노출을 제어하기 위해 측방형 후드의 설치도 활용할 필요가 있다.
- 접착 공정은 국소배기장치를 설치하지 않은 사업장이 많으므로 슬롯형 측방형 후드 및 플렉시블 덕트 타입의 외부식 후드 등 작업 특성에 맞는 적절한 환기 장치가 필요하고,

작업에 간섭되지 않는 범위에서 접착제 등의 유해물질이 노출되는 구간을 충분히 포위할 수 있는 형식의 후드 형태로 개선할 필요가 있다.

- 도장 작업은 도장 룸과 도장부스로 구별하였으며, 도장 룸의 경우 배기구와 급기구의 위치에 따른 와류 형성 구간을 최소화할 수 있는 기류 흐름 방식 위주로 방안을 제시하였다. 도장부스의 경우 넓은 개구부로 인해 제어유속이 저하되는 것을 개선하기 위해 다단 배플 등을 활용하여 슬롯형 개구부로 구조를 변경하는 방안을 제시하고, 도장부스의 바람직한 기류 흐름 구조와 풍상 방향에서의 작업방법 등을 정리하였다.

활용방안 및 기대성과

- 중소규모 가구제조 사업장에서는 작업형태 및 작업설비, 취급물질 등이 유사하여 이번 연구의 실태조사 대상이 아닌 사업장에서도 본 연구결과로 도출된 환기 개선방안을 활용할 수 있을 것으로 판단된다.
- 안전보건관리자뿐만 아니라 근로자 등이 쉽게 이해하고 활용할 수 있도록 사진과 그림을 최대한 활용하여 가구제조 공정별 환기 개선방안을 제시함으로써 가구제조사업장의 작업환경개선 및 근로자 건강보호에 기여하고자 한다.
- 가구제조 공정별 환기 개선방안을 도출함으로써 향후 국내 산업 특성에 맞는 산업환기 매뉴얼 개발 시 기초자료로 활용할 수 있다.

중 심 어

가구제조, 유해요인, 환기방안, 가공, 접착, 도장, 작업환경관리

참고문헌

산업안전보건연구원. 직업병 다발 화학물질 취급업종 표준환기 방안 연구: 연구결과보고서. 산업안전보건연구원 2008-10-11, 2008.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH). Industrial Ventilation-A Manual of Recommended Practice for Design. ACGIH, Cincinnati(OH); 2010.

Burgess W.A., M.J. Ellenbecker, R.D. Treitman. Ventilation for Control of the Work Environment. Wiley Puli.; 2004.

연구책임자 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 서회경 연구원
연 락 처 : 052-7030-910, class22@kosha.net

02 건설업 직종별 화학물질 노출 매트릭스 구축 연구(I)
- 도장작업 노출 실태조사 중심으로 -

연구의 필요성 및 목적

◔ 건설업 종사자는 소음, 화학물질 등 다양한 유해인자에 노출되고 있으나, 직종별 유해인자 노출 농도 수준 및 유해성은 잘 알려져 있지 못하다. 이는 작업현장이 수시로 변하여 작업환경측정 실시에 어려움이 있었고 그동안 사고성 재해예방에 치중하여 보건관리에 소홀한 측면이 있었다.

◔ 2015년 1월부터는 공사금액 800억원 이상(토목공사는 1,000억원)인 건설현장에 대해서는 보건관리자 선임을 의무화 하도록 하는 산업안전보건법 시행령이 개정되어 보건관리를 체계적으로 시행할 수 있는 기초가 마련되었으나 작업환경개선에 필요한 노출평가 자료 등은 매우 부족한 실정이다.

◔ 이번 연구는 건설업 도장작업자를 중심으로 취급 화학물질 종류 및 노출농도 수준을 다양한 문헌자료 및 현장 실태평가를 통해 조사하여 건설업 도장근로자의 건강관리 방안을 마련하고, 직업병 발생의 연관관계 규명 등에 활용하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

(1) 문헌고찰

- 국내·외 건설업 화학물질 노출평가 결과를 보고한 문헌(학위논문, 학술논문 및 보고서 등) 조사 및 분석
- 건설업 작업환경측정 결과 분석 (2002~2012)
- 건설업 근로자 특수건강진단 결과 분석 (2009~2012)
- 건설업에서 발생한 업무상 질병(직업병) 자료 분석 (2003~2012)
- 국내 주요 도료제조업체 건축용 도료에 대한 화학물질 구성성분 분석

(2) 사업장 실태조사

- 건설현장 휘발성 유기화합물 노출수준 파악을 위한 현장 조사

- 도장작업: 에폭시 도장, 유성 및 수성도장
- 방수작업: 우레탄 도막, 아스팔트 시트 복합, 시멘트 모르타르

연구 결과

- 최근 3년간(2010년~2012년) 건설업 작업환경측정결과, 가장 많이 평가된 단일 유기화합물은 크실렌(13.1%)과 톨루엔(13.1%)이었고, 다음으로 에틸벤젠(7.1%), 메틸이소부틸케톤(6.3%), 이소프로필알콜(5.5%), 메틸에틸케톤(4.6%), 초산부틸(4.6%), 아세톤(3.4%), n-부틸알코올(3.1%), n-헥산(1.9%), 시클로헥사논(1.7%), 2-부톡시 에탄올(1.6%), 스티렌(1.5%), 벤젠(1.5%) 등 순이었다.
  - 이 중 노출기준을 초과한 경우는 총 109건이었으며, 혼합유기화합물 평가에서 87건으로 가장 많았고, 크실렌 및 톨루엔이 각 7건과 3건이었고, n-부틸알코올이 9건, 스티렌이 3건이 있었다.
- 최근 3년간(2010년~2012년) 건설업 근로자들의 특수건강진단 결과에서도 톨루엔(15.0%)과 크실렌(14.1%)에 대한 검진이 가장 많았고, 다음으로 벤젠(11.7%), n-헥산(5.2%), 에틸벤젠(4.0%), 시클로헥산(4.0%) 순이었다. 작업환경측정에서는 전체 측정 건수의 약 1.5% 수준으로 평가된 벤젠이 검진에서는 약 11.7%로 톨루엔, 크실렌에 이어 세 번째로 많았다.
  - 검진결과, 요관찰자(C1)로 판정된 316건 중에서는 크실렌이 125건(39.56%)으로 가장 많았고, 다음으로 톨루엔 81건(25.62%), 메틸이소부틸케톤 23건(7.28%), 디니트로톨루엔 17건, 벤젠 8건, 디클로로메탄 6건, 2-부톡시에탄올 6건, 디메틸포름아미드 6건, 이외 메틸클로로포름, 톨루엔 2,4-디이소시아네이트, 메틸에틸케톤, 아세톤 등이 있었다.
- 작업환경측정, 특수건강검진 결과 및 도료의 구성성분 분석 결과, 건설업 도장작업자는 다양한 종류의 발암성 물질(벤젠, 트리클로로에틸렌, 에틸벤젠, 메틸이소부틸케톤, 시클로헥사논, 스티렌, 2-부톡시에탄올, 클로로벤젠, 디클로로메탄, 테트라하이드로퓨란, 톨루엔-2,4 디이소시아네이트 등)과 생식독성물질(톨루엔, n-헥산, 2-에톡시에탄올, 2-메톡시에탄올, 2-부톡시에탄올, 2-에톡시에틸아세테이트, 1-브로모프로판, 디니트로톨루엔 등)에 노출되고 있음을 확인할 수 있었다.
- 아파트 등 일반건축공사에서 가장 빈번하게 사용되고 있는 방수작업에 대한 혼합유기화합물노출평가(시간가중평균 노출기준=1) 결과를 산술평균값(AM)으로 살펴보면 실내 우레탄 프라이머(n=4, AM=4.360±0.986) 〉 실외 우레탄 프라이머(n=5, AM=0.971±0.208) 〉 실내 우레탄 도료(n=6, AM=0.743±0.482) 〉 실외 우레탄 도료(n=15, AM=0.693±0.392)〉 아스팔트 프라이머(n=7, AM=0.150±0.047) 〉 아스팔트 시트 접착(n=8, AM=0.022±0.015) 〉 시멘트 모르타르 방수 작업의 순으로 노출 농도가 높았다.

- 도장작업 중에서는 지하주차장 바닥 에폭시 프라이머(n=3, AM=5.768±0.587) 〉 에폭시 수지(n=5, AM=1.266±0.225) 〉 철재면 유성도장(n=2, AM=0.733) 〉 수성도장 뿜칠작업(n=3, AM=0.663)의 순으로 혼합유기화합물(시간가중평균 노출기준=1) 노출농도가 높았다.
- 건설업 유기화합물 취급작업 중에서 우레탄 방수작업 및 에폭시 도장작업은 8시간 연속작업을 할 경우 노출기준 초과수준의 유기화합물에 노출되고 있어, 작업장 내 환기설비설치, 적절한 휴식시간 배분, 개인보호구 지급 및 착용 등 작업환경관리가 매우 필요하였다.
- 건설현장 근로자의 건강관리를 위해 도료 구성성분 중 발암성 물질과 생식독성물질은 최대한 유해성이 낮은 물질로 대체하고 유해성이 높은 물질은 사용규제 방안을 고려하여야 한다. 또한, 건설업 보건관리자는 건설현장에서 사용할 도료 선정 시 작업성뿐 아니라 도료 구성성분 중 발암성, 생식독성물질 등 건강장해 유발물질의 함유여부와 함유량 등을 확인하는 것이 매우 중요하다.
- 도장작업자의 노출수준에 영향을 주는 요인으로는 작업공간 특성(실내/실외), 도장작업의 종류(스프레이/롤러/붓칠), 도료의 종류(프라이머/유성/수성), 도료 중 벤젠함유 여부, 일 도료사용량, 도장면적 및 시간, 호흡용보호구 착용여부 등이 있었다. 아울러, 건설업 노출평가 자료는 매우 제한적이므로 건설업 직종별 유해인자 노출량, 노출시간, 취급화학물질, 환기조건 등 특성을 고려한 노출 매트릭스와 노출 예측프로그램 개발이 필요하고 작업환경측정 및 건강진단 제도 개선 등에 대한 후속 연구가 필요하다.

활용방안 및 기대성과

- 건설현장 보건관리자가 작업환경관리 및 개선에 사용할 수 있는 가이드라인 개발 등에 활용하고, 과거 노출 농도를 추정하여 직업병 발생의 연관관계 규명 등에 활용하고자 한다.
- 본 연구를 통해 건설현장 근로자들의 직업병 예방 및 쾌적한 작업환경 조성에 기여하고자 한다.

중 심 어

건설업 보건관리, 도장작업, 방수작업, 에폭시, 우레탄, 유기화합물

참고문헌

이인섭 등. 건설업에 실제로 적용가능한 보건관리 매뉴얼 개발. 산업안전보건연구원 연구보고서 2011

권영준 등. 건설현장 화학물질의 유해·위험성 평가 및 근로자 건강관리 방안 연구. 고용노동부 연구보고서 2005

최재욱 등. 건설업 근로자의 유해 작업 환경 노출 실태에 관한 연구. J Korean Soc Occup Environ Hyg, 2000, 10(1)

연구책임자 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박현희 연구위원
연 락 처 : 052-7030-907, phh2000@kosha.net

03 나노물질 노출 특성 및 측정 분석 방법 연구

연구의 필요성 및 목적

◔ 나노기술은 IT, BT, ET 관련 신산업 등 거의 모든 산업에 필요한 핵심 요소기술로 국제적으로도 산업화에 진입하는 단계이고 IT와 BT의 기반이 되고 있는 등 기술적·산업적 파급효과가 클 것으로 전망되는 분야로 나노관련 산업과 관련 상품이 지속적으로 증가하고 있는 실정이다.

◔ 나노물질에 대한 안전성의 문제가 국제적으로 논의되고 있고 안전성을 확보하기 위한 독성연구와 노출평가 연구가 진행되고 있다. 그렇지만, 아직까지 작업자의 안전에 가이드라인이 될 수 있는 자료가 충분하지 않고 신뢰성 있는 데이터를 기반으로 개발된 나노물질 안전에 관련된 기준은 부족한 편이다. 또한, 제조나노물질이 대기나 물, 토양 등 환경에 배출되는 경우 나타날 수 있는 영향에 대해서도 많은 연구가 진행되고 있지만, 명확한 결과를 설명하는 자료는 없는 실정이다.

◔ 본 연구의 목적은 전통적인 노출평가방법인 필터방법에 의해 무게농도를 측정·분석하는 방법이 제조나노물질의 노출평가에 사용될 수 있는지 검토하고 작업장에서 나노물질을 측정할 수 있는 실시간 에어로졸 측정장비와의 상관성을 확인하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

■ 나노물질의 정의 및 노출 특성
- 나노물질의 용어 정리는 KS 규격으로 정의되어 있는 부분 중 해당 부분을 발췌하여 사용
- 제조나노물질의 취급공정에서의 나노입자 노출 실태 파악
- CNT 등 노출평가 관련 SCI 급 논문 검토 및 NIOSH 에서 발간한 SCI 논문 상세 분석

■ 나노물질의 측정 방법
- 전통적인 필터 샘플을 이용한 방법과 실시간 계측기를 이용한 측정 방법의 특성을 비교하고 분석
- 구형입자인 은나노 입자의 측정·분석 방법 간의 상관성 비교
- 섬유형 입자인 탄소나노섬유의 측정·분석 방법을 평가하고 문제점 확인

연구 결과

- 에어샘플링한 필터를 ICP-MS 와 AAS-GF 에 의한 은나노 원소 분석 방법을 적용한 결과 동일한 은나노 입자 발생 조건에 대해서 나노입자의 크기가 달라져도 같은 분석 결과를 나타냄.
  - GMD : 9 nm 및 15 nm 의 분석 결과 일치
  - MCE 필터와 테플론 필터의 비교실험에서 분석값이 일치하였지만, MCE 필터의 경우, 눌러서 체결하여 누설을 막는 구조이므로 주의하여 필터를 고정해야 함.
  - MCE 필터의 경우, 100 nm 이하에서 나노입자의 포집효율이 99% 이상이었음. 그렇지만, 300 nm 근처에서 85%까지 감소하는 특성을 보임.
  - 은나노 입자를 테플론 필터로 샘플링하여 전자저울로 무게를 측정한 결과와 실시간 에어로졸 계측기인 SMPS를 사용한 경우에 거의 1:1 상관성을 보임.
  - 은나노 입자가 고농도로 발생되는 조건이나 은나노 입자만 존재할 수 있는 공간이라면 SMPS에 의한 모니터링 방법으로 사용이 가능
  - SMPS의 경우, 무게농도로 환산하는 과정에서 오차의 소지가 있을 수 있고, 이로 인해 실제 농도를 과다 측정하는 경향이 있음.
- 은나노 원소분석 방법과 SMPS 실시간 측정 방법에 의한 무게농도 추정 값은 0.4~0.5 의 기울기(x축 = 원소분석방법, y축 = SMPS 실시간 측정방법)와 0.99 이상의 상관성을 보이는 것을 확인
- SMPS 무게추정 데이터, 필터 무게농도 측정, NIOSH 5040 방법에 의한 쿼츠 필터를 사용한 EC 분석, 실시간 블랙카본분석기(Aethalometer) 측정을 동시에 평가할 수 있는 시험입자 발생, 샘플링, 측정, 평가를 위한 시험장치를 구성
- SMPS의 실시간 측정, 필터 무게농도, NIOSH 방법에 의한 MWCNT 의 EC분석 등 결과의 상관성 분석 및 적용성
  - MWCNT의 무게농도는 입자 자체가 가지는 낮은 밀도와 섬유형 특성에 의한 날림 가능성 및 정전기적 특성들이 작용되어 전자저울에 의해 쉽게 신뢰성 있는 무게농도를 측정할 수 없었음. 30시간 샘플링한 조건에서만 NIOSH 분석결과와 비슷한 값을 얻을 수 있었음.
  - SMPS 측정에 의한 무게농도 추정값은 EC 농도와 상관성을 보이지만, 절대값을 신뢰하기 어려움. 만약 CNT 가 고농도로 발생되는 조건이나 CNT 누출이 예상되는 공간에는 모니터링 방법으로 사용이 가능할 것으로 보임.
  - 구형이 아닌 섬유상입자의 탄소나노섬유에 대해서 정확한 측정이 불가능한 것으로 판단된 SMPS 측정의 경우 또한 탄소나노섬유의 유효밀도에 대한 데이터를 확보할 수 있다면, 특수한 작업장에 대한 모니터링 방법으로 적용 또한 검토할 수 있을 것으로 생각됨.

- 블랙카본분석기 (Aethalometer) 를 이용하여 광학적으로 실시간으로 블랙카본(BC, black carbon) 무게농도의 추정하는 경우 , NIOSH 의 EC 분석치에 비해 약 2 배 이상 높게 블랙카본농도를 추정
- NIOSH 5040 방법을 이용한 EC, OC, TC 의 분석 결과, 10, 20, 30 시간 샘플에서 분석 결과의 경향성을 확인할 수 있었음. TC 농도는 선형적으로 증가하는 반면, OC 농도는 어느 정도 증가한 후에 일정한 값으로 유지되었고 EC 값은 천천히 증가한 후에 선형적인 증가 추세

활용방안 및 기대성과

- 나노작업장내 노출을 평가하기 위해서는 이미 대기 중에 다양한 오염원으로부터 방출되어 존재하는 나노입자의 특성을 이해해야 하고 배경 나노입자로부터 작업장에서 제조하는 제조나노물질의 노출을 구분하여 분석하여야 함. CNT의 경우 NIOSH 에서 제안한 REL 1$\mu g/m^3$ 보다 높은 배경농도를 보이기 때문에 이에 대한 대응 요구자료로 활용 가능
- 은나노 입자의 노출 분석방법은 기존에 사용되는 에어샘플링 후, MCE 필터를 ICP-MS 로 원소 분석하는 방법이 나노크기의 은입자의 경우에도 타당할 것으로 보이며 에어로졸 실시간 계측기인 SMPS와 ICP-MS 분석에 대한 상관성이 크게 나타나므로 SMPS를 은나노 입자가 고농도로 노출될 수 있는 조건에 모니터링 방법으로 사용할 수 있을 것으로 기대

중 심 어

나노물질, 은나노 입자, 탄소나노섬유, 노출평가, ICP-MS, SMPS, NIOSH 5040, 원소탄소 (EC, elemental carbon), 블랙카본(BC, black carbon), 블랙카본분석기(Aethalometer)

참고문헌

Dahm MM, Evans DE, Schubauer-Berigan MK et al. Occupational exposure assessment in carbon nanotube and nanofiber primary and secondary manufacturers: mobile direct-reading sampling. Ann Occup Hyg 2013;57:328-344.

Dahm MM, Evans DE, Schubauer-Berigan MK et al. Occupational exposure assessment in carbon nanotube and nanofiber primary and secondary manufacturers. Ann Occup Hyg 2012;56:542-556.

Han JH, Lee E, Lee JH et al. Monitoring multiwalled carbon nanotube exposure in CNT research facility. Inhalation Toxicology 2008; 20:741-749.

연 구 책 임 자 : 에코픽쳐스(주) 지준호 박사
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 정은교 연구위원
연 락 처 : 052-7030-902, jungek60@naver.com

04 나노물질 사용 실태, 노출 시나리오 및 노출인구 조사 연구

연구의 필요성 및 목적

◔ 국내의 나노기술은 '나노기술종합발전계획'을 수립하여 정부의 지원 아래 많은 국내 사업장이 연구와 생산에 집중하고 있다. 하지만 최근 반도체, 타이어 생산 사업체의 근로자들에게 각종 질병발병에 따라 나노물질의 환경과 보건 및 안전성에 관한 문제가 주요 정치적 관점으로 대두되며, 최근 2-3 년간 미국, 유럽 등 선진국에서는 나노물질 유해성에 대해 활발히 연구가 진행되고 있다.

◔ 국내의 경우 많은 사업장에서는 이미 나노물질을 활용한 첨단제품을 생산하고 있고 많은 근로자들이 각 단계별 공정을 통해 나노물질에 노출되고 있으며, 이에 대한 체계적인 관리와 연구가 필요한 실정이다.

◔ 하지만 사업장의 접근의 어려움으로 나노물질에 관한 측정방법이 정립이 되지 않고 연구자마다 각기 다른 방법으로 측정 평가를 하고 있으며, 나노물질 사용 실태, 노출 시나리오 및 노출인구에 관련 기초데이터베이스 마련하여 나노물질 취급 근로자를 위한 연구 기초자료로 사용하고자 한다.

연구 내용 및 방법

◘ OECD에서 지정한 WPMN(working party of manufactured nanomaterials) 13개 물질과 Carbon black, Polystyrene 2개 물질을 추가한 총 15개 나노물질을 생산, 사용, 유통하는 사업장이 평가 대상이다.

◘ 기초자료 수집을 위해 나노관련 국가기관, 연구소, 통계청의 자료를 이용 기본 데이터를 구축하였다. 코참비즈, Since Direct, 문헌 조사 및 자문 기관 등을 방문하여, 실제로 국내에서 나노물질을 제조 및 사용하는 업체들을 파악하여 기업개요, 해당 물질별, 제조방법에 관하여 기초자료를 수집하였다.

◘ 기초자료를 토대로 대상물질을 사용하고 있을 것으로 추정되는 사업장에 대하여 제조수

입·사용량, 취급사업장, 총 근로자수, 취급 근로자수, 생산 공정, 보호구등에 대하여 전화 설문 및 현장방문을 통해 조사 분석하였으며, 나노물질 노출 시나리오 등에 대한 해외의 연구를 통해 사업장내 나노물질 취급근로자에 대한 노출 등을 조사하였다.

연구 결과

- 나노물질 사용 사업장은 총 657개소의 사업장이 조사되었다. 조사사업장에서 가장 많이 사용되는 물질은 Aluminum oxide, silver nanoparticle 등의 순서로 조사되었고 그 외에 OECD WPMN에 2010년까지 등재되어 있던 Carbon black이 많이 사용되는 것으로 조사되었다.
- 가공공정 별에 따른 사업장 분류로는 1차 가공사업장이 442개소로 가장 많이 조사되었다. 물질별 가공공정 사업장의 수는 Aluminum oxide가 원료제조, 1차 가공 공정에서 가장 많이 사용되는 것으로 조사되었고 2차 가공공정에서는 Silver nanoparticle이 가장 많이 사용되는 것으로 조사되었다. 지역별 사업장 분류에서는 지역별산업분류표에 따라 권역별로 분류하여 수도권 지역이 352개소로 가장 많은 사업장이 있는 것으로 조사되었다.
- 1차 DB를 기초로 전화 및 면담 조사를 통한 결과 전체 657개 사업장 중 OEM(original equipment manufacturing) 및 도·소매 사업장 45개소, 기타(부도 등) 사업장 44개소를 제외한 568개소의 조사 결과 사용을 안 하거나 나노사이즈가 아닌 사업장이 204개소로 가장 많이 조사되었고 111개소의 사업장이 상세히 조사내용에 응해주었다.
- 조사된 내용에 따르면 사업장에서 일하는 총 근로자수는 38,605명이며 평균 348명(표준편차 ±2,004명)으로 조사되었다. 사업장에서 나노물질을 취급하는 근로자 수는 총 10,521명이고 총 근로자수의 27.3%에 해당되며 평균 96명(표준편차 ±317명)이다. 사업장의 규모의 경우 중소기업기본법 시행령에 따라 분류하고 중견기업의 경우 중견기업연합회의 지침에 따랐다. 그에 따른 총근무자수를 기준으로 분류 하였을 때 50인 미만의 사업장이 가장 많이 조사되었다. 취급근로자 수로 분류하여도 똑같이 50인 미만의 사업장이 많은 것으로 조사되었다.
- 조사된 111개의 사업장의 경우도 1차 DB에서 조사된 것과 같이 중간 생산품 사업장(1차 가공 사업장)이 가장 많이 조사되었다. 나노물질의 사용량의 경우는 사업장에서 사용량에 대하여 비밀로 하는 기업이 가장 많았고 다음으로 500 kg/월 이상 사용하는 사업장이 26개소로 가장 많이 조사되었다. 나노물질의 취급형태에 따라 사업장을 분류 하였을 때 분체상(고체)로 취급 사업장이 100개소로 조사되었다.
- 나노물질을 제조하는 사업장은 조사된 111개소 사업장 중 21개소로 조사되었다. 그 중 가장 많이 사용하는 합성법은 액체상 합성법 중 Sol-gel 방법이 6개소 사업장에서 사용하는

것으로 조사되었다.

- 각 사업장에서 사용하는 근로자의 개인 보호구의 경우 전체 111개 사업장에서 96개소에서 호흡 보호구를 사용하여 가장 많이 사용하는 것으로 조사되었다. 96개소 사업장에서 사용하는 호흡 보호구는 일회용 여과의 호흡 보호구가 44개소로 가장 많이 사용되어 지는 것으로 조사되었다. 사업장에서 사용하는 환기 시스템은 전체 111개소 사업장 중 전체환기 시스템 사용 95개소, 국소환기 시스템 94개소에서 사용 되는 것으로 조사되었다.

활용방안 및 기대성과

- 국내에서 실제로 사용 중인 사업장에 대하여 물질, 지역 등으로 구분을 하였고 차후 물질에 대한 관리의 강화와 물질의 정책 결정을 위한 기초자료로 활용될 수 있다.
- 연구대상에 관한 물질별 해외 노출시나리오를 토대로 국내 사업장의 근로자들의 노출시나리오와 관리, 교육에 대한 기초자료로 활용하고자 한다.

중 심 어

나노물질, 나노입자, 노출시나리오, 노출평가, 나노안전보건, 나노물질 사용실태

참고문헌

강상규, 손상학 등. 2011 나노관련 기관 조사. 한국과학기술정보연구언 국가나노기술정책센터. 2012.

김창우, 김기범 등. 나노기술연감 2012. 국가나노기술정책센터(NNPC) 한국과학기술정보연구원(KISTI). 2013.

제조나노물질의 위해성 평가를 위한 데이터베이스 구축 및 위해성 평가기술관련 연구(Ⅰ). 국립환경과학원. 2007

연 구 책 임 자 : 호서대학교 산학협력단 김동현 교수
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 김종규 연구위원
연 락 처 : 052-7030-903, slug011@kosha.net

05 능동시료채취기와 수동시료채취기의 유기용제 측정 효율 비교 (Ⅱ)

연구의 필요성 및 목적

국내 작업환경측정 시장에서는 사용의 편리성과 근로자의 요구 때문에 수동시료채취기 사용이 증가하고 있으나 이의 사용과 관련해서는 뚜렷한 기준이 마련되어 있지 못하다. 미국에서는 국립직업안전보건연구원(NIOSH)은 톨루엔 1종, 직업안전보건청(OSHA)의 경우 13종의 단일물질만을 대상으로 수동시료채취기 사용을 제안하고 있다.

1970년대에 미국에서 최초 개발 후 수동시료채취기는 성능과 현장 적용성에 대한 연구가 꾸준히 이루어지고 있으며 대표적인 성능영향 인자는 모양, 시료채취율, 기류, 습도 등이다. 다만 다양한 작업현장 조건에서 활성탄관을 사용하는 능동시료채취 방법에 비해 저평가된 결과가 산출될 우려가 있는 것으로 지적되어 왔다.

본 연구는 작업환경측정에 가장 보편적으로 사용되고 있는 활성탄관을 이용하는 능동시료채취 방법과 수동시료채취 방법 간의 유기용제 측정효율 등을 현장평가를 중심으로 그 차이를 확인하고 이를 통해 관련 기준마련을 위한 기초자료를 제공할 목적으로 실시되었다.

연구 내용 및 방법

- 국내외 직업환경분야 학회지와 단행본 및 웹을 통해 연구에 필요한 기초자료를 수집
- 실험실 평가는 10℃의 온도 조건에서 톨루엔, 크실렌. 메틸에틸케톤(MEK) 및 메틸이소부틸케톤(MIBK) 4종 물질을 대상으로 노출기준, 상대습도 및 기류 조건을 고려하여 실험을 실시하되 제품 1종(OVM-3500, 3M)을 대상으로 함.
- 30여개의 작업현장을 대상으로 수동시료채취와 능동시료채취 방법의 차이를 확인하되 대상물질은 미국직업안전보건청이 프로토콜로 인정한 13개 물질을 포함한 15종으로 한정
- 실험실 및 현장평가 결과를 바탕으로 수동시료채취기에 대한 온도, 습도 및 기류의 영향을 보정할 수 있는 방안을 고려하되 자료의 정리 및 통계처리는 SPSS 및 Sigma Plot 등 통계 패키지를 활용

연구 결과

- 10℃의 저온조건에서 톨루엔, 크실렌, MEK 및 MIBK 4종의 물질에 대해 실험실의 이상적인 조건에서 실험한 결과 20℃와 30℃에 비해 수동시료채취기의 채취효율이 현저하게 낮아지는 것으로 나타났으며 기류와 습도도 영향을 주었다.
- 톨루엔, 크실렌, 에틸벤젠, 노말부틸아세테이트에 대한 현장평가의 경우 능동시료채취법에 비해 수동시료채취법은 결정계수가 3M 및 SKC 제품에서 0.9000이상의 양호한 선형관계를 보였다. 두 수동시료채취기 간에도 0.9000 이상으로 양호하였다.
- 메틸에틸케톤(MEK)과 메틸이소부틸케톤(MIBK)의 경우에는 능동시료채취방법과 비교하여 3M 및 SKC사의 수동시료채취법의 효율이 비교적 편차가 컸다. 다만 두 수동시료채취기 간의 결정계수는 0.9500 이상으로 일치도는 우수하였다.
- 벤젠의 경우도 활성탄을 이용하는 능동시료채취방법과 비교하여 수동시료채취법은 양호하지 못한 선형관계를 나타내었다. 3M 및 SKC 제품의 결정계수는 각각 0.7822와 0.7766이었다. 유효한 비교값의 수가 비교적 적은 것도 한 가지 원인이 될 수 있었다. 두 회사의 수동시료채취기 간에도 일치도가 낮았다(R2=0.6848).
- 스티렌과 트리클로로에틸렌(TCE)의 경우에는 유효한 측정자료의 수가 아주 적고 측정범위도 좁아서 판단의 결정력은 낮았으나 두 수동시료채취기 간의 결정계수는 0.9800 이상이었다.
- 퍼클로로에틸렌(테트라클로로에틸렌)의 경우 활성탄에 비해 수동시료채취법은 양호한 선형관계(R2=0.9303 및 0.9562)를 보였다. 두 수동시료채취기 간에도 결정계수가 0.9269로 일치도가 우수하였다. 측정결과값의 수가 적어 신뢰성은 높지 않았다.
- 이소부틸아세테이트(이소초산부틸, iso-BA), 2차부틸아세테이트(초산 2-부틸) 및 3차부틸아세테이트(초산 3-부틸) 경우도 측정결과의 수가 적어 판단이 어려우나 능동 및 수동시료채취법 간의 결정계수는 비교적 낮았으며, 두 수동시료채취기 간의 결정계수는 각각의 물질에 대해 0.7555, 0.9239 및 0.7688로 나타났다.
- 미국 직업안전보건 정부기관에 의해 측정분석법이 지정되어 있지 않은 아세톤과 노말헥산의 경우에도 농도의 범위가 좁고 유효 측정값의 수도 적어 수동 및 능동시료채취기 간의 상관성은 낮았으나 각 수동시료채취기간의 결정계수는 양호하였다.
- 실험실에서 4가지 물질의 종류에 대해 농도, 온도, 습도, 기류의 변수를 적용하여 실시된 실험 결과를 바탕으로 보정계수를 제안하였다. 수동시료채취기의 채취효율에는 온도와 기류의 영향이 가장 큰 것으로 판명되었으며 습도의 영향은 상대적으로 적은 것으로 나타났다.
- 미국에서 제안된 측정평가 방법을 바탕으로 13종의 물질에 대해 국내 작업환경측정 적용

을 제안하였으며 현장평가 결과를 이용하여 2개 수동시료채취기 제품에 대한 보정계수를 제안하였다.

활용방안 및 기대성과

본 연구는 국내 작업환경측정에서 수동시료채취기 사용이 근로자 노출평가에 적합한지에 대한 타당성을 기류, 습도, 기온, 농도 등의 환경조건 하에서의 실험실 검증과 함께 현장평가를 통해 확인하여 이를 통해 근로자의 건강관리와 관련제도의 정착에 기여할 목적으로 수행되었다.

중 심 어

수동시료채취기, 능동시료채취기, 활성탄관, 유기용제, 채취효율, 시료채취율

참고문헌

박미진, 윤충식, 백남원. 확산 포집기를 이용한 공기 중 유기용제 포집에 관한 연구. 한국산업위생학회지, 1994;4(2):208-223

변상훈, 박천재, 오세민 등. 활성탄 섬유를 이용한 확산포집기의 공기중 유기용제 포집효율에 대한 연구. 한국산업위생학회지, 1996;6(2):187-201

백남원, 윤충식. 유기용제 측정을 위한 국산 수동식 시료채취기의 현장평가. 한국산업위생학회지, 1998;8(1):124-132

연구책임자 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 장재길 연구위원
연 락 처 : 052-7030-901, cihjj@kosha.net

06 디젤배출물 노출 산업 및 인구 추정 연구

연구의 필요성 및 목적

- 디젤엔진배출물은 2012년 6월 국제암연구소에서 1급 발암인자(Group 1)로 상향조정되었으며, 폐암을 일으키는 확실한 물질로 분류되었다. 또한 방광암을 일으키는 원인 의심물질(Group 2B)로 분류되어 있다. 디젤엔진은 일반 도로는 물론 거의 모든 제조업 작업장 내에서 원료 및 생산 제품의 운송, 이송, 운반 등의 목적으로 광범위하게 사용되고 있다.
- 서비스업에서도 제품 운송, 주차 등으로 관리요원 및 주변 근로자, 일반인들이 디젤엔진배출물에 노출될 가능성이 매우 높음에도 불구하고 근로자의 디젤엔진배출물 노출 및 건강영향 감시를 위한 작업환경측정, 특수건강진단, 건강관리수첩 등의 관리에 포함되어 있지 않다.
- 우리나라 디젤엔진배출물이 발생되는 산업별 근로자 수를 추정하고 일부 산업의 직종에서 디젤엔진배출물 노출수준을 평가하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

- CAREX 프로그램과 관련된 보고서와 논문, 그리고 이를 활용한 문헌을 모두 확인하고 참고하였으며, 참고문헌 중에서 이 연구 목적과 부합하는 문헌도 함께 고찰하였다.
- CAREX 프로그램을 이용하여 한국의 디젤엔진배출물 노출 근로자 수를 추정하였다. 산업표준분류는 통계청 표준산업분류 코드를 따랐다. 유럽 각국에서 핀란드 및 미국 노출률 자료를 기본으로 하고 국가의 상황에 맞게 보정한 것처럼 이 연구에서는 유럽의 CAREX 자료 중 자료가 불충분한 국가를 제외한 유럽 15개국의 산업별 디젤엔진배출물 노출률을 적용하였다.
- 디젤엔진배출물의 대리인자는 문헌에서 보고된 공기 중 원소 탄소, 블랙 카본, 질소산화물을 선정하였다. 디젤배물질 노출 평가 대상 직업군으로 환경미화원과 지하주차장 근로자를 선정하였다. 공기 중 대리인자 측정 및 분석은 공인된 측정 및 분석방법에 따라 정량했고, 근무시작부터 근무 종료까지 또는 특정 직무동안 연속적으로 채취 또는 실시간으로 측정하였다.

연구 결과

- 전체 차량 중 디젤차량 비율은 약 37%를 차지하고 있으며, 디젤차량은 2008년 6,792만대에서 2012년 8,231만대로 지속적으로 증가하였다가 2013년 5,72만대로 감소하였다. 디젤차량을 차종별로 구분하여 살펴보면 승용차는 43.53%, 승합차는 10.91%, 특수차는 0.86%, 화물차는 4.71%를 차지하고 있었다. 각 차종별로 디젤차량 비율을 살펴보면, 화물차와 특수차의 경우 전체차량 중 디젤 차량비율이 각각 90%와 98%를 차지하였다.
- 디젤 소비량은 2009년 21,571,457 천배럴, 2013년 23,38,107 천배럴로 지속적으로 증가하는 추세를 나타내었다. 시도별 디젤 소비량은 경기도에서 가장 높았으며, 전남지역을 제외하고 대부분의 전국광역시도에서 디젤 소비량이 증가하였다. 디젤 사용부문인 산업, 에너지산업, 수송, 가정 및 상업, 공공 부분으로 구분하여 살펴보면, 모든 광역시도에서 수송부분이 가장 많은 비율을 차지하며 업종별 디젤사용소비현황을 살펴보면 도로가 75%가 가장 높은 비율을 차지하고 있다.
- EU 15개국이 CAREX 프로그램을 활용해서 디젤엔진배출물에 노출된 산업은 총 49개 업종인 것으로 파악되었다. 이 중 디젤엔진배출물 노출비율이 가장 높은 산업은 금속광업(52.6%), 기타 광업(50%) 순이었다. 디젤엔진배출물에 가장 많은 노출 근로자수를 갖는 산업은 “육상운송”으로 1,03,860명이었다.
- 통계청에서 정확한 모집단 틀을 제공하는 국가 통계는 『전국사업체조사』 자료(「통계법」(제4조 제1항 및 제10조에 의해 승인된 지정통계 제10137호))이며, 이를 토대로 업종별 근로자수를 파악하였다.
- 디젤엔진배출물 노출비율이 전체 근로자 중 평균 10% 이상 노출된다고 추정되는 산업체는 총 9개 업종으로 금속광업이 52.6%로 가장 높았으며, 기타광업50.0%, 육상운송 24.1%, 어업 21.4%, 해상운송 19.5%, 임업 및 벌목 15.7%, 기타 비금속 광물 제품 제조업 14.8%, 원유 및 천연가스 생산 14.1%, 개인 및 가정봉사원 파견사업 10.0% 등의 순이었다.
- 1993년 기준 총 근로자수 12,245,073명 중에서 EU에서 디젤엔진배출물 노출 추정을 위해서 조사된 업종에 종사하는 근로자는 총 7,806,025명이었으며, 이 중 디젤엔진배출물에 노출된다고 추정되는 근로자 수는 212,941명(최소 167,654명에서 최대 37,369명)이었으며 이는 전체 근로자 중 약 2.73%에 해당한다.(단, 농임어업의 자가경영자 제외).
- 본 연구결과는 CAREX 프로그램을 통해 산업별 발암인자 노출 근로자 규모를 추정하는 데 활용할 수 있는 것으로 확인되었으며, 추정된 결과를 근거로 국가가 우선적으로 집중해야 할 주요 산업과 발암인자 등을 끌어낼 수 있었다.
- 환경미화원 디젤엔진배출물 노출평가에서 직무, 차량 연식, 차량 종류에 따른 개인 노출경향이 원소탄소, 이산화질소, 블랙카본의 결과수준과 동일하게 나타나 원소탄소, 이산화질

소, 블랙카본의 측정이 디젤엔진배출물을 평가하는데 매우 유의미한 대리인자임을 알 수 있었다.

- 전체 주차장 내 블랙카본의 평균농도는 7.60 ㎍/m³이고 2.27-12.83 ㎍/m³의 농도 범위를 보였다. 원소탄소의 평균농도는 10.79 ㎍/m³였으며 1.10-24.19 ㎍/m³의 농도 범위를 보였다. 주차장 별 블랙카본과 원소탄소의 공기중 농도는 유의하게 달랐다.

활용방안 및 기대성과

- 본 연구결과에 따른 디젤엔진배출물의 구체적인 감시방안은 작업환경측정 대상항목으로 디젤엔진배출물의 대리인자인 금속원소, 질소산화물 등을 포함하여 근로자 노출을 감시할 수 있는 근거가 되며, 특수건강검진, 건강관리수첩 대상자에 디젤엔진배출물에 과다하게 노출되는 산업 중 특정 직종이나 공정을 포함시킬 수 있다. 본 연구결과는 디젤엔진배출물 노출 저감 방안〈KOSHA코드〉을 개발하는데 기초자료 또는 근거로 활용할 수 있다.
- 일부 산업 직종(환경미화원, 지하주차장)에서 노출되는 디젤엔진배출물의 노출평가결과를 근거로 법적·행정적 제도를 통한 관립방안을 제안할 수 있다.

중 심 어

디젤엔진배출물, 원소탄소, 블랙카본, 질소산화물, CAREX

참고문헌

Blanco-Romero, LE, Vega, LE, Lozano-Chavaría, LM, et al. CAREX Nicaragua and Panama: Worker exposures to carcinogenic substances and pesticides. Int J Ocup Environ Health 201;17(3):251-257

Kaupinen, T. Finish ocupational exposure databases. Apl Ocup Environ Hyg 201;16(2): 154-158

Kaupinen, T, Pajarskiene, B, Podniece, Z, et al. Ocupational exposure to carcinogens in Estonia, Latvia, Lithuania and the Czech Republic in 1997. Scand J Work Environ Health 201;27(5):343-345

연 구 책 임 자 : 방송통신대학교 박동욱 교수
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 이광용 연구원
연 락 처 : 052-7030-911, yigy@kosha.net

07 라돈의 직업적 노출실태 및 평가 방안 연구

연구의 필요성 및 목적

◔ 우리나라 폐암 사망자는 2005년 1만 3천명으로 이중 4~15%가 라돈노출로 발생한 것으로 추정하고 있다. 또한, 미국 환경보호청은 미국에서 라돈으로 사망하는 사람이 매년 20,000명으로 폐암사망자의 10%에 이를 것으로 추산하고 있다. 라돈(222Rn)은 생활공간 어디에나 존재하는 자연방사능 물질로서 토양, 암석 중에 자연적으로 존재하는 우라늄(238U)이 몇 번의 방사성 붕괴를 거듭한 후 생성되는 무색·무취의 가스상 물질이다. 라돈은 반감기가 3.8일이며 붕괴생성물인 폴로늄(218Po, 214Po)을 방출하는데 이들은 먼지 등에 잘 흡착되며, 폐에 흡입된 후 붕괴하면서 알파선을 방출한다.

◔ 세계보건기구에서는 라돈을 담배에 이어 폐암 발병원인 인자로 보고 있으며 폐암 발병의 3~14%를 차지하는 것으로 발표하였고 국제암연구소에서는 라돈을 흡연 다음으로 폐암을 일으키는 인체발암물질로 설정되어 있다.

◔ 최근 라돈 노출로 인한 질병발생이 의심되는 사회적 이슈가 발생한 바 있으나 제조업 사업장의 사무실 및 공장을 대상으로 한 실태조사 및 연구는 전무한 실정이다. 우리나라에서 라돈농도가 비교적 높다고 알려진 전북지역의 사업장을 대상으로 실태조사를 실시하여 고용노동부 고시「사무실 공기질 관리지침」에는 누락되어 있는 라돈에 대한 측정항목 추가 및 노출기준 설정을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

(1) 연구대상

◘ 전북지역에 위치한 제조업 사업장의 12개 사무실 및 공장으로 총 측정장소는 45개소이고 이중 사무실이 42개소(지상 40, 지하 2), 공장이 3개소이었음.

◘ 측정위치 별 시료수는 사무실 93개 지점, 공장 19개 지점을 대상으로 실시

(2) 연구방법

◘ 단기간 측정용으로 사용된 연속모니터측정기는 Radon Sentinel 1030(Sun Nuclear, USA)으

로 확산접합형 포토다이오드 방식에 의한 알파선 검출기이며 48시간 동안 측정

- 장기간 측정용으로 사용된 알파트랙은 시간적분형 라돈농도 측정기로, 휴대가 간편한 끈을 이용하여 지상으로부터 50 cm 이상, 천정으로부터 50 cm이상 떨어진 위치에 설치하여 3개월 동안 측정

연구 결과

- 사업장별 라돈농도

  전체사업장 12개사의 라돈 노출농도는 산술평균으로 20.3±16.8 Bq/m^3 (0.7~115.8 Bq/m^3), 기하평균으로는 14.2 Bq/m^3 (GSD 2.7) 이었다. 우리나라 환경부에서는 다중이용시설 등에 대한 실내공기질 관리기준으로 라돈의 권고기준을 148.0 Bq/m^3 으로 정하고 있는데 이 기준을 초과하는 장소는 없었다.

- 측정장소별 라돈농도

  라돈농도를 측정한 장소를 크게 세가지로 분류하면, 사무동, 공장동, 지하로 구분할 수 있는데, 라돈농도는 기하평균으로 사무동 15.4 Bq/m^3, 공장동 10.1 Bq/m^3, 지하 11.1 Bq/m^3로 나타났고 일반적으로 지하가 지상보다 높은 것으로 보고되고 있는데 본 연구에서는 지하가 낮은 것으로 나타났으며 여러 가지 원인이 있을 수 있으나 지하의 측정시료수가 적은 것이 원인으로 판단된다. 그러나, 통계적으로는 세 그룹간 평균농도 간에 차이가 없는 것으로 분석되었다($p<0.05$).

- 건축자재별 라돈농도

  라돈농도에 영향을 미칠 수 있는 여러 인자 중 건축물의 벽, 바닥 및 천장의 건축자재 종류를 조사하였다. 벽의 재질은 석고보드, 시멘트, 콘크리트, 샌드위치 판넬 등으로 크게 분류하였고 벽의 재질에 따른 라돈 농도에 차이가 있는지 알아본 결과, 벽의 재질이 석고보드인 경우 기하평균은 18.1(2.4) Bq/m^3로 가장 높았고, 그 다음은 콘크리트 14.9(2.6) Bq/m3 순으로 높았으며, 시멘트인 경우가 샌드위치 판넬보다 더 높을 것으로 판단되었으나, 더 낮게 나타났다. 벽의 재질에 따라 라돈농도의 평균에 차이가 있는 것으로 나타났고 통계적으로도 유의하였다($p<0.05$).

- 측정방법별 라돈농도

  라돈농도를 측정함에 있어 두가지 측정방법을 병행하였는데, 즉 단기측정방법인 직독식 측정장치에 의한 48시간 동안 연속측정과 장기측정방법인 알파트랙에 의한 3개월 동안 시간적분 측정을 적용하였음. 두 방법간 독립표본 t-검정결과, 라돈의 평균농도 사이에는 차이가 없는 것으로 분석되었다.

활용방안 및 기대성과

- 라돈은 환경부 등 타 부처에는 관리대상물질로 설정되어 있으나 산업안전보건법의 안전보건기준에 관한 규칙「제11장 사무실에서의 건강장해예방」제646조 (정의)에서 규정한 사무실 오염물질에서 제외되어 있어 이에 대한 보호기준을 마련하기 위한 기초자료 제공하고자 한다
- 본 연구를 통해 「사무실 공기관리 지침」(고용노동부고시 제2012-71호)이 개정되어 제조업 사업장 등의 사무실 및 공장에서 일하는 근로자들에 대해서도 더 쾌적한 작업환경 조성에 기여하고자 한다.

중 심 어

라돈, 사무실, 건축자재, 실내 공기질, ICRP, UNSCER

참고문헌

ICRP, Radiological Protection against Radon Exposure. ICRP Publication 126. Ann. ICRP 43(3). 2014.

ICRP. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. 2007. ICRP 37 (2-4).

UNSCEAR(United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation). Sources-to-Effects Assessment for Radon in Homes and Workplaces. UNSCEAR 2006 Report. Annex E. New York: United Nations. 2009.

연구책임자 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 정은교 연구위원
연 락 처 : 052-7030-902, jungek60@naver.com

08 사업장 생식독성 화학물질 취급 및 노출 실태 조사

연구의 필요성 및 목적

◔ 화학물질은 현대 사회에서 매우 중요한 역할을 하는 반면 유해화학물질은 근로자의 건강장해를 유발할 수 있다. 특히 사회적으로 발암성물질, 돌연변이성물질, 생식독성물질에 대한 관심과 우려가 높다.

◔ 본 연구에서는 생식독성물질에 의한 근로자 건강장해를 예방하기 위하여 "2009년 전국 산업체 작업환경실태 일제조사" 자료 및 "2013년 작업환경측정결과보고" 자료를 이용하여 사업장 생식독성 화학물질 취급 및 노출 실태를 조사하여 근로자의 건강보호를 위한 기초자료 및 유해성평가 기초자료를 생산하고자 본 연구를 수행하였다.

연구 내용 및 방법

(1) 연구내용 및 범위

- 연구대상 생식독성물질 선정
- 환경부 화학물질 유통량조사결과자료를 이용하여 생식독성물질 유통량 분석
- "2009년 전국 산업체 작업환경실태 일제조사"자료를 이용하여 우선관리 필요 생식독성물질 및 주요 업종 도출
- "2013년 작업환경측정결과보고" 자료를 이용하여 우선관리 필요 생식독성물질 및 주요 업종 도출

(2) 연구방법

- 생식독성물질 선정
- 화학물질 유통량조사결과 분석
- 제조업실태조사결과 분석
- 작업환경측정결과 분석
- 우선관리 필요 생식독성물질 및 주요 업종 도출

연구 결과

- 고용부고시 “화학물질 및 물리적 인자의 노출기준목록”에서 파악한 결과 생식독성 1A 물질은 납 및 그 무기화합물 등 6종, 생식독성 1B 물질은 니켈 카르보닐 등 20종, 생식독성 2로 분류되는 물질은 톨루엔 등 15종, 수유독성 린데인 1종으로 총 42개 물질이었다. 그 중 26개 물질이 작업환경측정대상이며 22개 물질이 관리대상물질이었으며, 관리대상물질 중 5개 물질이 특별관리물질이었다.
- 2009년 전국 산업체 작업환경실태 일제조사자료를 분석한 결과 조사된 생식독성물질은 34개 물질이었으며, 작업환경실태조사 사업장 107,092개소 중 생식독성물질을 사용하는 사업장은 8,792개소로서 8.2%이었다.
  - 노출근로자수가 1,000명 이상인 생식독성물질은 생식독성 1A인 납 및 그 무기화합물, 생식독성 1B인 2-에톡시에틸아세테이트, 디(2-에틸헥실)프탈레이트, 디메틸포름아미드, 생식독성 2인 톨루엔, 노말헥산 등 6종이었다.
  - 노출근로자 83,729명 중 남자가 89.2%이었으며, 여자는 10.8%이었다. 여성 노출근로자가 50명 이상인 생식독성 1A 물질은 2-브로모프로판, 납 및 그 무기화합물 2종이었으며, 생식독성 1B 물질은 2-에톡시에틸아세테이트, 디메틸포름아미드, 디부틸 프탈레이트, N,N-디메틸아세트아미드, 2-에톡시에탄올, 1-브로모프로판 6종이었다. 그리고 생식독성 2 물질은 톨루엔, 노말-헥산 2종으로 총 10종물질이었다.
  - 생식독성취급 사업장 중 10인 미만 사업장은 총 8,052개소로 91.5%를 차지하고 있었다.
  - 생식독성물질 취급 중요업종을 분석한 결과 자동차종합수리업이 1,501개소 17.1%로 가장 높은 비율을 차지하고 있었으며 업종이 다양하였다.
- 2013년 작업환경측정결과자료에서 42개 생식독성물질 측정치를 추출한 결과 31개 생식독성물질이 측정되었으며, 메틸 이소시아네이트 등 11개 물질에 대한 측정자료는 없었다. 생식독성물질 작업환경측정 사업장은 20,096개, 측정자료는 141,122건, 노출근로자수는 215,335명이었다.
  - 작업환경측정치가 “0”인 사업장을 제외하고 분석한 결과 생식독성물질에 노출되는 사업장은 15,879개 사업장이었으며, 노출공정 근로자수는 126,701명이었다.
  - 노출기준 10%이상인 측정치를 추출하여 작업환경실태를 파악한 결과 4,824개 사업장 노출근로자수는 39,650명이었다.
  - 노출수준이 노출기준 10%이상이며, 노출근로자수가 100명이상인 주요 생식독성물질은 생식독성 1A인 일산화탄소, 납 및 그 무기화합물, 크롬산 연 등 3종이었으며, 생식독성 1B인 2-에톡시에틸아세테이트, 2-에톡시에탄올, 2-메톡시에탄올, 디메틸포름아미드, N,N-디

메틸아세트아미드, 1-브로모프로판 등 6종이었으며, 생식독성 2인 톨루엔, 노말-헥산 등 2종으로서 주요 생식독성물질은 총 11종이었다.

- 또한 작업환경측정치 중 80.3%가 노출기준치 10% 미만이었며, 노출수준 50%이상인 생식독성물질 작업환경측정치는 1,438개로 2.09%이었다.
- 그리고 75개 사업장에서 135개 측정치가 노출기준을 초과하였으며 생식독성 2인 톨루엔의 노출 초과 측정치가 가장 많았으며 그 다음은 독성구분 1A인 납 및 그 무기 화합물이었으며, 독성구분 1B인 디메틸로름아미드, 1-브로모프로판 등의 순이었다. 노출기준초과 사업장 주요 업종은 선박 구성부분품 제조업이었으며 48개 업종에서 발생하였다.
- 작업환경실태조사에서 노출 여성근로자가 많으며, 작업환경측정결과 노출수준이 높은 주요 생식독성물질(납 및 그 무기화합물, 2-에톡시에틸아세테이트, N,N-디메틸아세트아미드, 톨루엔, 노말-헥산) 취급 공정 여성 근로자에게는 노출수준 및 독성에 대한 교육이 필요하며, 생식독성 조기발견을 위하여 생식독성의 복잡성을 감안한 상세한 설문지를 건강진단 시 활용하여 근로자의 건강상태를 모니터링을 하여야할 것으로 사료된다.

활용방안 및 기대성과

- 생식독성물질 취급하는 사업장에 대한 DB 구축
- 생식독성물질 취급사업장 근로자의 산업보건의식 향상
- 생식독성물질 주요업종 파악 및 효율적인 관리방안 마련

중 심 어

생식독성물질, 노출실태, 작업환경실태 일제조사, 작업환경측정결과

참고문헌

고용노동부고시 제2013-38호(2013.08.14) “화학물질 및 물리적 인자의 노출기준 목록”

김종춘 산업화학물질에 대한 내분비계 장해물질의 생식독성 연구. 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 연구용역과제 최종보고서 2008년

Council on Environmental Quality (U.S. Government). Chemical Hazards to Human Reproduction, Washington, DC, January 1981

연구책임자 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 김종규 연구위원
연 락 처 : 052-7030-903, slug011@kosha.net

09 석면함유제품(금지유예품) 사용실태 조사 및 대체품 개발 방안 연구
- 실태 조사 및 대체품 기술개발 현황조사를 중심으로

연구의 필요성 및 목적

◔ 2008년 1월부터 국내에서는 석면을 0.1% 초과 함유하는 석면함유제품의 제조·수입·양도 또는 사용이 단계적으로 금지되었으나, 일부 용도의 제품은 대체품 개발 시까지 규제적용이 유예되어 있다.

◔ 본 연구는 향후 국내 새로운 석면함유제품 사용의 완전금지를 위하여, 석면함유제품 중 금지가 유예된 제품(금지유예품)의 사용실태를 조사하고 대체촉진 방안 등 관련 정책방향을 도출하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

- 미국, 영국, 일본 등의 석면관련 주요 규제 및 규제동향 조사
- 잠수함 및 미사일 제조업체, 석유화학단지를 대상으로 금지유예품의 국내 사용 실태조사 및 시료분석
- 비석면 대체품 기술현황 조사
- 금지유예품의 대체 촉진 및 완전금지를 위한 정책방안 도출

연구 결과

- 국내외 관련 규제 조사 및 분석
  - 미국은 석면의 완전 금지국은 아니나 법의 목적에 따라 제한적인 목적 및 용도에 한하여 일부 석면의 사용을 금지하고 있음
  - 일본은 2006년에 일부 금지유예품을 제외하고 석면 사용을 금지하였으나, 2012년 3월부터 모든 석함유제품의 제조 등의 금지에 대한 유예조치를 철폐하고 새로운 석면 사용을

완전 금지함

- 영국은 2006년 이후부터 REACH 제도에 의해 석면에 대한 금지유예는 기존 전기분해설비의 격막에 사용되는 백석면에 한정함
- 국내에서는 석면안전관리법에 따라 원칙적으로 석면이나 석면함유제품의 사용 등이 금지되어 있으나, 각 관계 법령에서 사용 등을 금지하거나 사용 등을 할 수 있도록 정하고 있는 경우에는 그 법령을 따르도록 규정함

◘ 금지유예품의 국내 사용 실태 조사

- 국내 잠수함 건조업체 2개소에 대한 조사 결과 잠수함용 개스킷제품은 해수계통, 오일계통, 및 연료공급계통의 배관에 사용되며 비석면 개스킷 제품을 사용하는 것으로 파악됨
- 국내 미사일 체계업체 2개소에 대한 조사 결과 미사일용 개스킷제품 및 단열제품은 유도부 및 탄두 등에서 사용되며 비석면 개스킷제품 및 단열제품을 사용하는 것으로 파악됨
- 화학공업 설비용 석면조인트시트개스킷제품에 대한 조사 결과 1개사업장에서 VCM(vinyl chloride monomer) 생산공정 중 반응기에서 석면제품을 사용하고 있는 것으로 파악되었으나, 향후 교체 시에는 비석면 제품으로의 대체가 가능한 것으로 파악됨

◘ 비석면 대체품 기술현황

- 개스킷은 1980년대부터 비석면 재질로 대체되기 시작하였으며, 비석면 개스킷은 석면 대체재로 케블라, 아라미드 섬유, 탄소, 흑연 또는 다른 광물섬유와 결합재인 탄성중합체와 혼합하여 제조됨
- 석면단열제품도 다양한 미네랄울 등과 같은 인조광물섬유, 셀룰로즈, 단열판, 종이, 울 등의 비석면 보온재가 개발되어 사용됨

◘ 금지유예품의 대체 촉진 및 완전금지를 위한 정책방안 도출

고용노동부고시 제2012-101호(석면함유제품의 제조·수입·양도·제공 또는 사용금지에 관한 고시) 중 석면금지유예품 조항의 폐지

활용방안 및 기대성과

◘ 활용방안

석면함유제품의 제조·수입·양도·제공 또는 사용금지에 관한 고시(고용노동부고시 제2012-101호) 중 석면금지유예품 조항의 폐지

◘ 기대효과

국내 석면함유제품의 완전금지를 위한 정책 수립의 근거 마련

중 심 어

석면함유제품 사용금지, 금지유예품, 비석면 대체품, 잠수함 및 미사일용 석면 개스킷제품, 미사일용 석면단열제품, 석면조인트시트개스킷

참고문헌

박승현. 안정호. 석면 대체물질의 종류 및 건강영향 고찰. 한국산업위생학회지 2013;23(3):184-195

일본 후생노동성. 노동안전위생법 시행령;2012

환경부. 석면안전관리법 - 법률 제12460호;2014

US Environmental Protection Agency. U.S. federal bans on asbestos.;2014

American Seal & Packing. (undated) Non-asbestos gasket material.

연구책임자 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 김갑배 연구위원

연 락 처 : 052-7030-906, k2cop@kosha.net

10 작업환경측정에 있어서 위험성평가 기법 적용에 관한 연구

연구의 필요성 및 목적

◔ 현행 작업환경측정 제도 하에서는 노출기준 초과 사업장만 작업환경개선 의무를 부여하고 있고 대다수 노출기준 미만 사업장(97%)은 화학물질의 위험성이나 노출수준을 고려하지 않은 채 반복적인 측정을 실시하여 작업환경측정 결과가 작업환경개선에 활용되지 못하는 실정이다.

◔ 작업환경측정에 위험성평가기법을 접목하여 화학물질의 종류, 노출수준 등을 고려한 개선 우선순위를 제시함으로써 작업환경개선에 실질적으로 활용될 수 있도록 할 필요가 있다.

연구 내용 및 방법

- 우리나라 작업환경측정 제도의 문제점 분석 및 외국의 작업환경측정 제도 조사
- 현행 보건 분야 위험성평가와 작업환경측정의 차이점 분석
- 위험성평가 기법을 접목한 작업환경측정 평가방법의 개선
  - 평가대상 및 주기, 평가결과에 따른 사업주 조치사항
- 작업환경측정 개선 우선순위 선정에 활용할 도구 개발
- 보건 분야 위험성평가 및 작업환경측정 현장 적용 후 결과 비교 분석

연구 결과

- 작업환경측정제도 현황 및 분석
  - 국내 작업환경측정제도의 주요 요소별 변천과정을 살펴보고 현행 작업환경측정제도의 운영 실태와 문제점을 측정목적, 측정주체, 측정대상, 측정기술 및 평가방법, 근로자의 참여권으로 구분하여 제시하고 원인 파악
  - 국내 작업환경측정제도와 가장 유사한 일본의 작업환경측정제도 분석

- 미국의 작업환경측정제도 중 작업환경 측정대상 및 action level에 대하여 분석
- 공기 중 유해물질 노출에 영향을 미치는 요소들을 배출원과 환경요인으로 나누어 분석
- 나라별 작업환경측정제도의 평가 대상 및 주기별로 요약

■ 위험성평가제도 현황 및 분석

- 국내, 일본, 유럽연합, 독일, 영국의 위험성평가제도를 작업환경측정제도와 연관하여 분석
- 일본의 위험성평가제도 및 작업환경측정 접목 사례 분석

■ 개선방안

- 현행 보건 분야 위험성평가와 작업환경측정의 차이점 분석
- 개선안 ①: 위험성평가와 작업환경측정의 one-stop 수행 및 공통 예비조사표 도입
- 개선안 ②: 작업환경측정 평가결과를 위험성평가제도에서 노출수준 등급분류처럼 세분화하고 차등 관리하여 작업환경 개선으로 이어지도록 하며, 작업환경측정 개선 우선순위 선정에 활용할 도구로 미국산업위생협회(AIHA)의 4가지 카테고리에 해당될 확률을 계산할 수 있는 소프트웨어를 엑셀 시트에 매크로 형태로 구현
- 개선안 ③: one-stop 수행을 위해 산업안전보건법령상 작업환경측정 결과보고서가 위험성평가를 만족시킬 수 있는 조건들 제시
- 개선안들의 장단점을 비교

■ Pilot Study

- 제시된 3개의 개선안 중 파일럿 연구가 가능한 일부 항목에 대하여 연구를 수행하고 이를 통하여 개선안들을 보완함.

활용방안 및 기대성과

(1) 활용방안

■ 연구자들은 연구결과 개발된 위험성평가 기법 및 도구에 관하여 논문을 게재하고 학회나 세미나를 통해 일반 산업위생 전문가들에게 전파

■ 한국산업안전보건공단과 노동부는 개발된 위험성평가 기법을 작업환경측정제도에 도입하는 것을 검토

■ 한국산업안전보건공단은 개발된 도구(소프트웨어)를 기업의 산업보건 담당자, 산업보건 교육기관 및 작업환경측정기관 등에 배포하여 활용

(2) 기대효과

■ 작업환경측정과 위험성평가를 유기적으로 결합하여 두 제도를 동시에 수행함과 동시에 작업환경측정이 실질적인 개선으로 이어지도록 유도

- 개선 우선순위를 정하는데 활용하고, 노출기준을 초과하지 않더라도 작업환경측정 대행기관에서 좀 더 풍부한 내용으로 근로자의 화학물질 노출에 관한 측정보고서를 작성하고 컨설팅 할 수 있는 도구 제공
- 확률적인 계산에 근거해서 작업환경측정 자료를 분석함으로써 선진국의 산업위생 연구 및 정책 추세를 이해하고 유해물질 노출관리 기법을 다변화

중 심 어

작업환경측정제도, 위험성평가제도, one-stop 수행, 예비조사표

참고문헌

김승원, 장지영, 김갑배. 건설업 유해화학물질 노출 모델의 개발 및 검증: Tier-1 노출 모델. 한국산업위생학회지. 2014;24(2):208-218

김정만, 장재길. 합리적인 작업환경측정 주기 개선 등에 관한 연구. 산업안전보건연구원 2007

Fransman W, Tongeren MV, Cherrie JW Tischer M, Schneider T, et al. Advanced reach tool(ART): development of the mechanistic model. Ann Occup Hyg 2011;55(9):957-979

연 구 책 임 자 : 계명대학교 김승원 교수
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 김갑배 연구위원
연 락 처 : 052-7030-906, k2cop@kosha.net

11 전체환기 및 밀폐설비 설치의 적정성 평가 도구 개발

연구의 필요성 및 목적

◔ 산업안전보건법 제48조에 따라 허가·관리대상 유해물질 취급 작업 및 분진작업 시 국소배기장치(이동식은 제외), 밀폐설비, 전체 환기장치(강제 배기방식의 것과 급기·배기 환기장치에 한정)를 설치할 경우 유해위험방지계획서를 제출하도록 하고 있다.

◔ 하지만 환기 시스템에 대한 심사 자료를 보면, 국소배기시스템에 대한 심사기준은 비교적 자세하게 제시되어 있으나, 밀폐설비 및 전체환기 장치에 대해서는 명확한 기준이 없다.

◔ 본 연구를 통해 유해위험방지계획서 심사·확인 시 활용할 수 있는 적정성 평가 도구를 개발하고 사업장에서 전체환기장치 및 밀폐설비 설치 시 참고할 수 있는 설치기준을 마련할 필요가 있어 이에 대한 연구를 수행하였다.

연구 내용 및 방법

- 유해위험방지계획서 작성 및 평가 실태조사

  전체환기 및 밀폐설비에 대한 유해위험 방지계획서 작성 기업, 대행업체, 심사 담당 실무자들을 방문 조사 또는 유선 면담하여 실제 유해위험방지계획서 작성 시 문제점과 필요한 사항에 대한 자료 수집

- 가동 설비에 대한 현장 실태 조사

  전체환기 및 밀폐설비에 대한 유해위험방지계획서 작성 시 계획된 것과 실제 가동 중인 장비의 차이점 및 문제점 파악

- 유해위험방지계획서 심사·확인 시 활용할 수 있는 적정성 평가 도구 개발

  전체환기 및 밀폐 설비에 대한 현장 조사 및 실태조사 결과를 바탕으로 설치 기준을 마련하고, 설치 기준을 유해위험방지계획서 심사·확인 시 활용할 수 있도록 자료화 함

연구 결과

- 일본과 미국의 산업환기 관련제도 검토
  - 일본과 미국의 산업환기관련 제도 검토 결과 일본은 우리와 유사한 방식의 관 주도 심사 제도를 시행하고 있으나, 미국의 경우 원론적이고 쉽고 간단한 설계지침만 제시하고 나머지 상세한 부분은 각 분야의 전문가집단(학회 또는 협회)의 자료를 참고하도록 유도하고 있었다.
  - 일본은 제어풍속을 근간으로 하는 제도를 운영하고 있으나, “특례제도” 항을 두어 제어풍속을 만족하지 못하더라도 근로자 노출수준을 평가하여 특례를 받는 조항을 가지고 유연하게 법을 집행하고 있었다.
- 유해위험방지계획서 심사에 대한 전반적인 검토

  아래의 항목에 대한 검토를 통하여 기존 유해위험방지계획서 심사제도의 개선 방향을 제시하였다.
  - 국소배기 및 전체환기 정의에 따른 문제
  - 전체환기장치로 분류되어 있는 환기장치의 재분류
  - 전체환기장치 설계 심사의 어려움
  - 밀폐설비의 정의, 종류 및 평가기준
  - “심사대상”에 대한 검토
  - “심사항목”에 대한 검토
  - “제어풍속”에 대한 검토
- 국소배기장치 설계심사 가이드라인 작성

  아래의 공정에 대한 설계심사 가이드라인을 제시하였다.
  - 도장부스
  - 건조설비
  - 실험실 후드
  - 세척 · 도금조(개방조) 후드
  - Push-Pull 후드
  - 용해로 국소배기장치
  - 주조공장 건옥집진설비
  - 원료저장 · 보관시설 환기장치
  - 투입공정 환기장치
  - 연마공정 환기장치
  - 용접공정 환기장치

활용방안 및 기대성과

- 유해위험방지계획서 심사대상, 심사항목 등에 대한 개선방향을 제시하고 심사서류 간소화 방안을 마련함으로써 유해위험방지계획서 심사제도 개선에 기여할 수 있다.
- 유해위험방지계획서 심사에 필요한 설계 자료로 제시한 국소배기장치 설계심사 가이드라인 외에도 향후 필요한 공정을 추가 발굴하여 구체적이고 대외적으로 신뢰성이 있는 설계 자료를 마련해나가는 기초 자료로 활용할 수 있다.
- 유해위험방지계획서 관련 정책수립 및 제어유속 관련 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정 추진 시 활용할 수 있다.

중 심 어

산업환기, 유해위험방지계획서, 제어풍속, 전체환기, 밀폐설비환기

참고문헌

강석호. 분진폭발의 예방과 방재 1991

김태형 외 3인, “산업환기”, 신광출판사, 1999.

작업환경측정기술협의회, “작업환경 개선에 따른 산업환기 매뉴얼”, 작업환경측정기술협의회, 1995.

연 구 책 임 자 : 창원대학교 환경공학과 김태형 교수
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 서회경 연구원
연 락 처 : 052-7030-910, class22@kosha.net

V

화학물질연구분야

01 관리대상 유해물질 등의 선정기준에 관한 연구

연구의 필요성 및 목적

근로자에게 건강장해를 유발할 우려가 있는 화학물질을 산업안전보건법에 따른 관리대상 유해물질 및 작업환경측정 대상 유해인자로 지정하여 법적 규정에 따라 작업환경 및 노출수준을 관리할 필요가 있다.

따라서 본 연구의 목적은 국내·외 화학물질 관련 법령에 따른 법적 관리물질 선정기준, 화학물질 우선순위 선정기법 및 기 수행된 선행연구 고찰을 통해 산업안전보건법상 관리대상 유해물질 및 작업환경측정 대상 유해인자 선정기준(안)을 마련하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

(1) 평가대상 화학물질 선정

본 연구에서에서의 평가대상 화학물질은 「화학물질 및 물리적 인자의 노출기준 (고용노동부 고시 제2013-38호)」을 대상으로 CAS No.가 확인된 물질 597종을 선정하였다.

(2) 관리대상 유해물질 선정기준 마련시 고려항목 도출

- 유해성 평가를 위한 가중치

  화학물질 597종을 대상으로 KOSHA MSDS 유해성 DB와 EU CLP 유해성 DB 그리고 유독물고시 유해성 DB를 활용하여 화학물질 우선순위 기법인 EURAM과 2013년 선행연구에서 제안한 유해성평가를 위한 가중치를 적용하여 「건강장해 수준」별 건강유해성 항목 분포현황을 비교·분석하여 「상당한 건강장해」에 해당되는 유해성항목을 도출하였다.

- 직업병 발생 여부 평가 항목 가중치

  2013년 선행연구 자료를 바탕으로 직업적 노출로 인한 사망 사례, 기타 사회적으로 문제가 되었던 물질로 인한 국내·외 직업병 발생 사례 등을 문헌 조사를 통해 확인한 후 만성질환을 세분화 하여 가중치를 부여하였다.

- 노출가능성 평가를 위한 노출 변수 가중치

2013년 선행연구 자료를 바탕으로 물리·화학적 특성, 작업환경측정결과 자료, 작업환경실태 조사자료 등을 활용하여 국내 산업계의 취급실태 파악 및 노출가능성 등을 점수화하여 평가하였다.

(3) 관리수준제안을 위한 관리대상유해물질 및 작업환경측정대상물질 후보물질 선정

유해성 평가 결과 최대값을 이용하여 전체 물질에 대해 건강유해성별 등급을 결정한 후, 동일한 등급 내에서 유해성평가 결과와 직업병 발생 여부 항목의 가중치를 합산한 건강유해성 순위와 노출가능성 평가 순위를 합산하여 관리대상 유해물질 및 작업환경측정 대상 유해인자의 우선관리 후보물질 순위를 선정 및 제안하였다.

연구 결과

관리대상 유해물질은 「상당한 건강장해」에 해당되는 물질군으로 GHS 건강유해성 분류기준은 급성독성(구분 1, 2), 피부 부식성 및 자극성(구분 1, 2) 심한 눈 손상 및 자극성(구분 1, 2), 호흡기 과민성(구분 1), 피부 과민성(구분 1), 생식세포변이원성(구분 2), 발암성(구분 2), 생식독성(구분 2, 수유독성), 특정표적장기독성-1회노출(구분 3), 특정표적장기독성-반복노출(구분 1, 2), 흡인유해성(구분 1)으로 제안한다.

기존 관리대상 유해물질 및 작업환경측정 대상 유해인자 물질을 제외한 관리대상 유해물질 후보물질은 313종이 해당되었으며 그 중 작업환경측정 대상 유해인자 후보물질은 131종으로 확인되었다.

이 중 상당한 건강장해 제 1그룹(최대값 7점)에 해당되는 후보물질을 대상으로 건강유해성 및 노출 가능성 여부를 통해 우선순위를 산정한 결과, 관리대상 유해물질 후보물질은 179종이 해당되었다.

활용방안 및 기대성과

화학물질의 산안법상 관리수준 변경 시 관리대상 유해물질 선정 기준을 마련함으로써 통일성 있는 평가방법을 통해 체계적인 관리수준을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

중 심 어

산업안전보건법, 관리대상 유해물질, 관리수준, GHS, CRS(Chemical Ranking and Scoring System), 유해성평가

참고문헌

안규동 등(2002) 노출기준의 설정 및 개정을 위한 자료개발. 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

임철홍 등(2012) 산업안전보건법 상 유해성·위험성 평가제도 적용을 위한 양-반응 평가의 통일화 방안 연구, 한국산업위생학회지, 22;3, 175-183

피영규 등(2011) 산업안전보건법 상 화학물질 규제수준별 기준 마련 및 선정 타당성 등에 관한 연구. 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원

연 구 책 임 자 : ㈜쉬스켐컨설팅 이은정
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 화학물질정보연구팀 홍문기
연 락 처 : 042-869-0313, hongmnk@kosha.or.kr

02 나노물질 분진 날림(Dustiness) 및 작업환경 평가 연구

연구의 필요성 및 목적

나노물질의 분진날림은 물질의 본질적인 노출 지표로서 중요하나 현재 나노물질의 분진날림을 측정하기 위한 표준방법이 없다. 특히 국내에는 나노물질의 분진날림 연구가 전무할 뿐만 아니라 분진날림에 대해서도 전혀 알려지지 않았다. 사업장에서 나노입자의 노출 평가는 간혹 이루어지고 있으나 나노물질 파우더가 공기 중으로 분산되는 양상에 대한 연구는 미약하다. 나노물질이 공기 중으로 날리는 정도를 파악하여 작업자의 노출을 감소시키기 위해 나노물질 파우더가 공기 중으로 분산되는 정도와 나노물질의 분진날림을 측정하는 연구가 국내에서 필요하다.

연구 내용 및 방법

나노물질의 분진날림 측정 방법에 대한 문헌 고찰 후에 볼텍스 쉐이커와 싸이클론을 이용한 분진날림 측정 장치를 만들었다. 유리재질의 실험 튜브(지름 25 ㎜, 길이 200 ㎜)에 나노물질 약 1 g을 넣고, 실험실 볼텍스 쉐이커로 공기 중에 나노물질을 분산시켰다. 광학입자계수기로 0.3 ~ 15 ㎛ 입자 수와 크기 분포를 측정하였고, 10 ~ 350 ㎚ 입자 수와 크기 분포를 주사이동입자측정기로 측정하였다. 또한 여과지로 공기 중 에어로졸 중량 농도를 측정하고, 투과전자현미경용 그리드로 공기를 포집하여 에어로졸의 모양과 크기를 투과전자현미경으로 분석하였다. 총 12 종의 나노물질을 실험에 사용하였다.

연구 결과

분진날림 측정 장치로 측정한 호흡성 분진 질량농도와 입자 수 농도의 순서는 대체적으로 그 순서가 일치하였다. 실험대상 물질 중 흄드 실리카 2종이 가장 많은 분진날림을 보여 주었다. 인듐산화물의 분진날림은 실험 대상 물질 중에서 가장 낮았던 반면, 인듐산화물과 주석산화물이 9대 1의 비율로 혼합되는 인듐주석산화물의 분진날림은 실험 대상 물질 중에서 매우 높은 쪽에 속하였다.

본 연구에서 대부분 실험 대상 물질 기본입자의 크기는 100 ㎚이하였지만 공기 중에 분산된

입자는 100 ㎚ 이하의 입자는 매우 적고, 중위 직경이 대부분 100 ㎚ ~ 200 ㎚ 였다. 투과전자현미경 분석결과도 공기 중 입자들이 응집된 형태로 있음을 보여 주었다. 나노물질의 크기 분포는 두 봉을 가진 분포로 나타났다. 특히 이러한 모양은 분진날림이 높은 경우에 발견할 수 있다. 공기 중에 입자가 많이 존재할 때 응집된 모양이 특정 크기 주위에서 나타남을 볼 수 있었다.

나노물질의 분진날림은 나노물질의 전처리 방법, 테스트 튜브 안의 나노물질 용량에 따라 다르게 나타났다.

나노물질의 분진날림 지표는 정의되어 있지 않은데, 본 연구 결과 중량 농도와 입자 수 농도 순위가 매우 유사하게 나타나므로 두 지표 모두 고려해 볼 수 있다. 나노물질의 특성을 반영하기 위해 입자 수 농도를 분진날림의 지표로 고려하고 있는데 본 연구 결과 입자 수 농도는 나노물질에 따라 크게 다르며 측정 범위가 매우 넓다. 특히 단일한 방법으로 모든 나노물질의 분진날림을 측정해야 하는데 입자 수 농도를 지표로 했을 때 분진날림의 범위가 매우 커서 측정의 어려움이 있다. 또한 전처리 조건 및 실험 조건에 따라서도 분진날림 측정 지표 값이 달라지므로 적정한 조건을 찾기 위한 연구가 더 필요하다.

활용방안 및 기대성과

본 연구결과 각 나노물질은 특징적인 분진날림 특성을 갖는다. 국내에서 사용 중인 나노물질을 더 많이 대상으로 하여 분진날림을 측정한다면 작업자의 노출을 감소시키기 위해 나노물질의 분진날림 특징을 작업장 환경관리에 이용할 수 있다.

중 심 어

나노입자, 분진날림, 입자 수 농도, 나노입자 직경, 응집체, 투과전자현미경

참고문헌

Boundy M, Leith D, Polton T. Method to evaluate the dustiness of pharmaceutical powders. Ann Occup Hyg 2006; 50(5):453-458

Evans DE, Turkevich LA, Roettgers CT, Deye GJ, Baron P. Dustiness of fine and nanoscale powders. Ann Occup Hyg 2013;57(2):261-277

Fujitani Y, Furuyama A, Hirano S. Generation of airborne multi-walled carbon nanotubes for inhalation studies. Aerosol Science and Technology 2009;43:881-890

연구책임자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 독성연구팀 이나루
연 락 처 : 042-869-0343, naroolee@kosha.or.kr

03 도급금지 대상 등 선정 및 산안법령 개정을 위한 규제영향 분석

연구의 필요성 및 목적

최근 하청사업장에서 발생한 중대산업사고를 계기로 산업안전보건법상 사내도급에 대한 도급사업주의 안전보건책임을 강화해야 한다는 여론이 크게 증가되었다. 특히 산업안전보건법 제28조 도급금지를 강화하고 그 적용대상을 확대해야 한다는 주장이 강하게 제기됨에 따라 제28조의 유해작업의 도급금지에 대한 개선방안에 대해 검토하고 적용범위 확대를 검토할 필요성이 대두되었다. 본 연구는 산업안전보건법 제28조의 도급금지(인가) 대상을 확대하기 위해 필요한 근거와 확대적용이 필요한 화학물질을 취급하는 유해작업 등을 선정하기 위한 기초자료를 제공하고, 도급인가대상을 확대 적용할 경우에 대한 규제영향을 분석하기 위해 실시되었다.

연구 내용 및 방법

산업안전보건법 제28조(유해작업 도급금지)의 대상으로 화학물질을 취급하는 유해작업을 구체화시키기 위해 화학물질과 사업장 규모별로 그 대상 사업장수를 파악하였다. 사업장을 파악하기 위해 2014년 고용노동부가 실시한 작업환경실태조사 자료를 사용하였다. 적용범위의 타당성을 검토하기 위해 사고사례 등의 자료를 검토하였다. 또한 피규제자의 입장에서 적용범위의 명확성과 산업안전보건법령의 다른 조항과 일관성에 대해서도 고려하였다.

연구 결과

하도급근로자의 안전보건상 유해위험을 고려하여 도급 인가대상으로 확대해야 할 가장 중요한 유해작업은 i) 화학물질 또는 화학물질을 함유한 제제(製劑)를 제조·사용·운반 또는 저장·이송·제어·분배하는 설비를 유지·보수·개조하는 작업, ii) 밀폐공간 작업, iii) 비파괴검사 작업인 것으로 파악되었다. 이 중 밀폐공간작업은 매작업시마다 작업허가서를 발급하여 관리하는 것이 바람직하며, 비파괴검사은 특수한 전문작업이기 때문에 도급제한방식보다는 비파괴검사시

근로자가 방사선에 노출되지 않도록 하는 안전보건상 조치를 강화하는 방식이 바람직하다고 판단되었다. 따라서 도급인가의 확대대상 작업은 화학물질 취급 또는 이와 관련된 설비작업인 것으로 파악되었다.

사내도급 인가대상으로 화학물질 취급작업 범위는 화학물질의 유해위험성과 사업장 규모 그리고 기존 법령과의 일관성 및 체계성을 고려하여 i) 일정규모 이상의 사업장이 화학물질 취급 및 관련설비 작업, ii) 일정규모 이상의 사업장에서 위험물질 및 관리대상 화학물질 취급/관련설비 작업 iii) 일정규모 이상의 사업장에서 공정안전보고서 제출 대상 물질 취급작업 iv) 공정안전보고서 제출 대상 설비관련 작업 v) 일정규모 이상의 사업장에서 황산, 불산, 질산, 염산, 아세트산 중 하나 이상을 취급하는 작업 등, 5가지 안이 도출되었다. 본 연구에서는 위와 같은 5가지 방안에 대해 법령개정안, 상시근로자별 대상사업장 수, 비용편익분석을 실시하여 정책결정에 필요한 자료를 제공하였다.

활용방안 및 기대성과

본 연구결과는 산업안전보건법 제28조 개정에 활용될 것이다. 본 연구결과는 현재 국회에서 제안된 산안법 제28조에 대한 개정안을 논의하거나 정부안을 마련하는데 필수적인 기초자료이기 때문이다. 본 연구결과를 통하여 산업안전보건법 제28조 개정안을 마련하는데 합리적인 토론과 방안이 도출될 것으로 기대된다.

중 심 어

유해작업 도급금지, 유해작업 도급인가, 화학물질, 하도급, 하청근로자

참고문헌

강성태(2011), 「간접고용 규율의 현황과 과제」, 국회입법조사처, 간접고용의 실태와 법·제도적 개선방안.

박종희, 강선희, 전형배, 이승현, 산업안전보건법상 원·하청관계에 있어서 사업주 책임에 관한 연구, 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 용역보고서, 2011.

고용노동부, 비정규직 종합대책, 2011. 9.

연 구 책 임 자 : 한성대학교 박두용 교수
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 이권섭 연구위원
연 락 처 : 042-869-0311, lks0620@kosha.or.kr

04 만성 흡입독성 시험시설 신축 및 설비관련 검증 연구 (I)

연구의 필요성 및 목적

산업안전보건연구원 화학물질센터에 신축중인 만성 흡입독성 시험시설의 건축 및 시험설비의 주요시스템이 국내외의 독성시험법 및 운영규정에서 요구되는 기준에 따라 설치가 되는지를 검증하여 건축 및 시험설비의 각종 독성시험 및 운영규정의 부합 여부를 확인하고 각종 시험설비에 대한 신뢰성 확보와 시험시설의 실험동물복지실현 그리고 실험자의 안전을 확보하고자 하였으며, 향후 우량시험소기준(GLP) 및 미국실험동물인증협회(AAALAC-I) 동물실험 운영기준에 준한 인증을 위한 자료를 확보하고자 함

연구 내용 및 방법

- 선행연구(설계적격성 평가[DQ], (2013-연구원-980) 검토
- 만성흡입독성시설 관련 국내외 독성시험법 기준 비교 분석
- 만성흡입독성 시험설비 사양서 검토
- AAALAC-I 가이드라인 분석 및 GLP시험기관 운영규정 검토
- 설치적격성평가 프로토콜 작성

연구 결과

선행연구(2013-연구원-980)의 분석결과 총 32개의 편차사항 중 28건(추후 검증사항 포함)이 수정되었음을 확인하였다. 국내외 만성흡입독성시설 관련 법령은 거의 동일하였고, 그중 시설에 대한 내용은 국내 법령에서 기기 유지관리에 대한 내용이 없는 것으로 조사되었다. 국내 만성흡입독성시설 관련 시험법 중 시설부분은 OECD와 거의 동일하였고, 미국 EPA는 환경제어와 시험조작구역 등 국내 및 OECD에 없는 기준이 있는 것으로 조사되었다. 실험동물운영규정 중 국내 규정은 기능구역에 대해서만 기준이 제시되었고, AAALAC-I 가이드라인은 보다 구체적으로 기능

구역 2분야 13가지 기준, 건축지침 12분야 68가지 기준을 제시하였다. 시험설비 제작사양서를 국내외 GLP 가이드라인과 관련 독성시험 가이드라인 등의 규정에 의거하여 검토결과 실험실의 배치 및 설비의 총 10가지 관련 규정의 21가지 항목에 대하여 충족하는 것으로 조사되었다. 상기의 검토내용을 바탕으로 만성 흡입독성 시험시설 증축 및 설비관련 검증 연구를 위하여 사전준비사항, 필수도면·성적서 구비여부, 기본적 구조사항, 설치재질, 건축·기계·전기·보안시스템 설치상태, 유지관리준비상태 등 총 10개 분야 항목에 대하여 프로토콜을 작성하였다.

활용방안 및 기대성과

만성흡입독성 시험시설 체크리스트와 설치적격성평가 프로토콜을 활용하여, 만성흡입독성시설을 국제적인 기준인 GLP와 AAALAC-I에 적합하게 구축할 수 있다. 또한 독성미확인 물질에 대해 국제적인 신뢰성이 확보된 만성흡입독성 시험자료를 생산하여, EU REACH(Registration, Evaluation and Authorization of Chemical) 제도와 GHS(Globally Harmonized System) 등 국제 화학물질관리제도에 대한 적극적인 대응을 통해 근로자 건강장해 예방은 물론 국가산업 경쟁력을 높일 것으로 기대된다.

중 심 어

만성흡입독성시험, 비임상시험관리기준, 설치적격성평가, AAALAC-I, GLP

참고문헌

국립환경과학원. 화학물질유해성시험연구기관의 지정 등에 관한 규정; 2013.
식품의약품안전처. 비임상시험관리기준; 2014.
EPA OPPTS 870.4100 Chronic Toxicity;2013.

연 구 책 임 자 : (주)에쓰텍 성하정
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 독성연구팀 김현영
연 락 처 : 042-869-0342, k89136@hanmail.net

05 만성·발암성시험 표준작업지침서 개발 및 시험 대상물질 선정에 관한 연구

연구의 필요성 및 목적

본 연구에서는 만성흡입독성/발암성시험 시설 신축 이후 수행하게 되는 화학물질 만성흡입독성 및 발암성 시험 업무의 객관적 절차 확립 및 시험대상 후보물질의 제시가 요구되어, 국내외 참고문헌을 정리하고, 관련기관 정보를 벤치마킹하여 직접 활용 가능한 표준작업지침서를 개발하고, 시험대상 후보물질 및 그 우선순위를 제안하여 동 만성흡입독성시험의 원활한 수행에 기여하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

- 만성흡입독성/발암성시험 업무의 표준작업지침서(SOP) 개발 : 일본, 미국 등 선진외국 및 국내 GLP 흡입독성시험 관련기관의 표준작업지침서를 벤치마킹하고, 기타 자료의 검색 및 활용으로 우리 기관에서 직접 활용 가능한 표준작업지침서(SOP)를 개발하였다.
- 만성흡입독성/발암성시험 대상 후보물질 목록 및 우선순위 제안 : 산업안전보건법상 관리대상물질 및 화학물질관리법상 기존화학물질, 신규화학물질 등 국내 유통화학물질 목록 전반을 대상으로 만성발암성 시험여부를 조사하고, 동시험이 필요한 물질에 대한 우선순위를 제안하였다.

연구 결과

- 만성흡입독성/발암성시험 표준작업지침서 개발

  표준작업지침서의 개발을 위해 연구방법에서 제시한 국제기구 (OECD 등) 및 국내외 관련기관 (미국 EPA, 유럽연합의회, 국립환경과학원, 식품의약품안전처 등)의 자료를 중심으로, 화학물질의 만성흡입독성 및 발암성 시험에 대한 구체적인 표준작업지침서 세부 목록을 작성하였으며, 국내 전문기관과의 협약(MOU) 체결로 유사 독성시험(만성경구독성 및 경구

발암성시험) 표준작업지침서의 벤치마킹을 하였다.

- 만성흡입독성/발암성시험 대상물질의 선정

  흡입노출을 통한 만성독성 및 발암성시험 대상 후보물질을 제시하기 위하여, 위 연구방법에서 제시한 절차로 물질 정보, 구분 및 고찰을 통해 우선순위를 포함한 대상 후보물질을 선정하였으며, 고체(분말) Pyrithione zinc 등 8종, 기체(가스 포함) Butane 등 8종 및 액체(유기용제 등) Dimethyl disulfide 등 73종의 후보물질을 제시하였다.

활용방안 및 기대성과

화학물질의 저농도 장기노출에 의한 사업장 근로자의 건강장해 예방을 위하여 신규 설치되는 만성흡입독성/발암성시험 시설에서 수행할 만성흡입독성/발암성시험 업무의 국제기준에 부합하는 객관적 업무절차를 제시하고, 국제적으로 타당성이 있으며, 시의성 있는 시험대상물질의 우선순위를 정하여 동 시험의 원활한 수행을 통해 화학물질로 인한 직업성 질환을 효과적으로 예방하는데 기여할 것으로 생각된다.

중 심 어

화학물질, 만성흡입독성, 발암성, 표준작업지침서, 시험대상물질

참고문헌

한규태 등. 만성흡입독성시험센터 구축 타당성 연구. 2009년 산업안전보건연구원 연구용역과제 최종보고서

IARC (1992-1997) International Classification of Rodent Tumours, Part 1. The Rat (set of 10 fascicles). Mohr U (Ed). IARC Scientific Publications 122, Lyon.

ICH. 1977. Guideline S1B: Testing for carcinogenicity of pharmaceuticals. US FDA, CDER/CBER, Rockville, Md.

연구책임자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 독성연구팀 임경택
연 락 처 : 042-869-0345, rim3249@kosha.or.kr

06 만성흡입독성시험시설 운영 및 신뢰성 확보 방안 연구

연구의 필요성 및 목적

본 과제는 2015년 연말에 완공되는 만성흡입독성시험시설을 효율적으로 운영하기 위한 방안을 도출하고, 만성흡입독성시험시설에서 수행되는 독성시험의 신뢰성을 확보하기 위한 시스템을 확보하기 위하여 수행되었다.

연구 내용 및 방법

만성흡입독성시험시설을 효율적으로 운영하기 위하여 국내외 흡입독성시험전문기관의 특성과 인적 구성 요소를 분석하였다. 또한 미국, 일본 유럽연합 등 화학물질 관리 선진국가의 화학물질 유해성평가 프로그램을 분석하여 어떻게 평가 프로그램을 운영하는지, 유해성평가 프로그램의 시행절차는 어떤지, 어떻게 선정되는지 검토하였다.

연구 결과

원활한 만성흡입독성시험시설운영을 위하여 사전에 준비가 필요한 시험물질 선정 기준 및 시험물질 선정 시스템 구축 방안을 제시하였다. 또한 동물윤리위원회, 흡입독성시험 GLP 인증을 위한 SOP 목록 등 만성흡입독성시험시설을 효율적으로 운영하기 위한 사전 준비사항을 제시하였다.

만성흡입독성시험시설 운영 방안을 도출하기 위하여 연간 흡입독성시험 종류별 시험 수행 목표를 설정하고 만성흡입독성시험시설 조직 구성 및 각 팀별 업무 내용을 분석하였다. 또한 만성흡입독성시험시설 운영을 위한 세부 인력에 대한 직무분석과 각 분야별 필요인력을 산출하였다.

만성흡입독성시험시설에서 생산되는 독성시험자료에 대한 신뢰성 확보를 위하여 독성시험전문기관과 MOU를 체결하여 만성흡입독성시험 수행을 위한 정보자료를 수집하고 교육 훈련 계획을 수립하였다. 또한 만성흡입독성시험시설에서 생산되는 독성시험자료에 대한 신뢰성을 높이기

위한 전자기록관리 시스템 도입을 위한 SOP를 작성하고, 만성흡입독성시험시설 운용 중장기 추진 일정을 제시하였다.

활용방안 및 기대성과

본 과제를 통하여 효율적인 만성흡입독성시험시설 운영 방안을 수립하고, 신뢰성이 확보된 화학물질 유해성평가 시험자료 생산을 위한 시스템을 확립할 수 있다.

중 심 어

흡입독성시험, 독성시험자료 관리시스템, 표준작업수순서(SOP)

참고문헌

만성흡입독성시험시설구축 타당성 연구, 2009, 산업안전보건연구원

연구책임자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 독성연구팀 정용현
연 락 처 : 042-869-0344, chungyh59@gmail.com

07 산안법 상 관리수준 결정을 위한 산업체 노출평가 연구

연구의 필요성 및 목적

노출평가(exposure assessment)는 근로자들을 대상으로 노출 모니터링을 실시하고 노출수준이 어느 정도 인체에 영향을 미칠 수 있는지 평가하는 것으로 근로자의 노출양상(exposure profile)에 따라 건강 위험을 수용 가능한 수준인지 아니면 수용할 수 없어 관리를 해야 하는지 결정하게 된다. 특히 신뢰도가 높은 유해성 자료의 수집과 근로자의 노출양상(exposure profile)이 얼마나 대표성을 가지냐가 불확실성을 줄이는 가장 확실한 방법이다.

본 연구는 2013년 유해성 평가에서 관리 우선순위가 높다고 선정한 물질을 대상으로 사업장 노출평가를 실시하여 근로자 건강 위험성을 판단하고 위험 수준에 따라 산안법상 관리수준을 제안하였다.

본 연구의 목적은 노출기준 설정 대상 유해인자 중에서 산안법상 관리 수준 변경 검토가 필요하나 산업체 노출 실태(작업환경측정)가 실시되지 않은 연구대상 9종 화학물질을 대상으로 노출평가(작업환경측정 및 사용 실태조사)를 실시하여 산안법상 관리수준 변경 제안하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

- 대상물질 : 노말-부틸 글리시딜에테르, 와파린, 염화벤질, 디부틸 프탈레이트, 벤조피렌, 1,2-디클로로프로판, 인듐, 메틸 아크릴레이트, 시클로헥실아민 등 9종
- 유해성 확인 : 인체유해성에 관한 정량 및 정성적 분석, GHS 분류 체계에 의한 인체영향에 대한 유해성 자료 조사
- 용량-반응 평가 : 인체독성시험자료 또는 동물독성시험자료를 활용한 정량적 평가로 작업장에서의 화학물질 노출에 인한 근로자 위해도 결정
- 노출 평가 : 고용노동부고시 제2013-39호(작업환경측정 등에 관한 고시)에 준한 방법으로 사업장을 직접 방문하여 예비조사 및 작업환경측정·분석 실시
- 위험성 결정 : 2차 정밀 문헌조사를 통한 독성값 및 노출평가에서 산출된 근로자 노출량을 근거로 위험도 추정

- 국·내외 규제수준 조사 : 우리나라 산업안전보건법상 관리되고 있는 규제수준과 미국, 일본 등과 같은 선진외국의 규제수준을 비교·분석
- 관리수준 제시 : 노출평가에서 산출된 노출량을 근거로 노출에 따른 위험도를 결정하여 산업안전보건법 상 규제수준의 적정성 검토 및 관리수준 제안

연구 결과

노말-부틸글리시딜 에테르의 노출기준을 TWA 10ppm에서 TWA 3ppm으로 변경할 것을 제안한다. 인듐은 작업환경측정 대상 유해인자, 관리대상 유해물질로 지정하고 노출기준을 TWA 0.1 mg/m^3에서 0.01 mg/m^3(호흡성)으로 변경할 것을 제안한다. 1,2-디클로로프로판은 작업환경측정 대상 유해인자, 관리대상 유해물질로 지정하고 노출기준을 TLV-TWA 75ppm, STEL 110ppm에서 TLV-TWA 10ppm, STEL 철회할 것을 제안한다. 나머지 6종의 화학물질은 현행 관리 수준 유지를 제안한다.

활용방안 및 기대성과

유해성 등급이 높거나 직업병이 발생된 노출기준 설정 화학물질에 대한 산안법상 관리수준 변경(관리대상 유해물질 또는 특별관리물질 지정 등)을 위한 근거 자료로 활용

중 심 어

노출평가, 산업안전보건법, 관리대상물질, 측정대상물질, 노말-부틸 글리시딜에테르, 와파린, 염화벤질, 디부틸 프탈레이트, 벤조피렌 1,2-디클로로프로판, 인듐, 메틸 아크릴레이트, 시클로헥실아민

참고문헌

고용노동부. 산업안전보건법(시행령, 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙). 2014.

고용노동부. 화학물질 및 물리적인자의 노출기준. 고용노동부고시 제2013-38호, 2013

American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH). Threshold Limit Values for Chemical and Physical Agents, and Biological Exposure Indices. ACGIH, Cincinnati, Ohio; 2014

연 구 책 임 자 : 연세대학교 김치년
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 화학물질정보연구팀 최연순
연 락 처 : 042-869-0312, sunibear@kosha.or.kr

08 세포배양 및 실험동물을 이용한 란탄(La_2O_3)의 독성연구

연구의 필요성 및 목적

란탄은 스칸듐(Sc), 이트륨(Y)과 란탄(La)부터 루테튬(Lu)까지의 란탄족 15개 원소를 총칭하는 물질이다. 희토류는 세라믹, 고성능 자석, 금속합금, 촉매, 유리, 2차 전지 등 첨단산업에서 사용량이 증가하고 있으며 이미 연간 사용량이 20만 톤을 넘어서고 있다. 따라서 희토류로부터 취급 근로자의 건강장해 예방을 위하여 사전 예방적 차원의 유해성·위험성 평가가 필요하다. 본 연구에서는 란탄의 유해성·위험성 평가를 위한 독성학적 특성을 규명하기 위하여 란탄의 독성확인 1단계 연구로 입자크기가 다른(나노입자와 마이크로입자) 산화란탄을 이용하여 세포독성 및 기도주입에 의한 독성을 확인하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

입자 크기가 다른 산화란탄을 구입하여 전자현미경 관찰, BET 비표면적, 수동력학적 입자크기 측정을 통하여 입자특성을 확인하였다.2종류의 세포(마우스 대식세포에서 유래한 RAW 264.7과 사람 폐포 상피세포에서 유래한 A549)를 사용하여 세포독성을 실시하였으며, 실험동물을 이용하여 기도주입 후 3일, 4주, 13주에서 폐, 혈액, 혈청, 신장, 비장, 간, 뇌에서 란탄을 정량하여 체내분포 특성을 확인하고 기관지에서의 염증성 반응, 폐에서의 병리조직학적 이상, 혈액 및 혈액생화학적 변화 등의 독성학적 영향을 확인하였다.

연구 결과

RAW264.7세포를 사용한 세포독성 시험에서 나노수준의 산화란탄(환산 입자크기 103.6 nm)의 IC50(Inhibitory concentration 50, 반수억제농도)은 0.24 ㎎/㎖, 마이크론 수준의 산화란탄(환산 크기 869.6 nm)은 4.15 ㎎/㎖으로 입자크기가 작아짐에 따라 독성이 증가하였다. A549에포에서도 나노 산화란탄의 IC50은 3.6 ㎎/㎖, 마이크로 산화란탄은 28.2 ㎎/㎖으로 나노 산화란

탄의 독성이 마이크로 산화란탄보다 세포독성이 강하였다.

실험동물 래트에 나노 산화란탄과 마이크로 산화란탄 5 ㎎/㎏을 1회 기도주입 한 후 3일, 4주, 13주에서의 체내분포 및 독성을 확인한 결과, 나노, 마이크로 산화란탄은 모두 기도주입 후 회복기간에 관계없이 기관지폐포세척액에서의 염증성세포(총세포, 다핵형백혈구(Polymorphonuclear leukocyte, PMN)) 및 세포손상지표(albumin, Lactate dehydrogenase (LDH)) 증가, 폐 중량 증가, 폐 단백화가 나타났다. 폐에 대한 영향은 마이크로 산화란탄보다 나노 산화란탄에서 심하게 나타났지만, 기도 주입 후 회복기간 및 지표에 따라 영향은 차이가 있었다. 기관지폐포세척액에서 총세포 수 증가는 산화란탄 기도주입 후 시간이 지남에 따라 완화되었으나 세포손상 지표인 albumin과 LDH의 농도는 기도주입 13주 후에도 기도주입 3일 후에서와 유사한 수준을 유지하였다. 폐에 대한 직접적인 영향은 회복기간 동안 회복되지 않았다. 즉 나노 및 마이크로 산화란탄 기도주입 3일 후에는 좌폐 중량이 각각 17%, 4.9% 증가하였으나 4주 후에는 각각 64.6%, 25%, 13주 후에는 41.5%, 35.8% 증가하였다. 병리조직학적 증상 또한 13주의 회복기간 후에 단백화가 심화되었다. 산화란탄은 혈액 및 혈청에서는 검출되지 않았고, 간, 신장, 비장, 뇌에서도 미량만 검출되었다. 마이크로 산화란탄이 나노 산화란탄보다 폐에서 빠르게 제거되었다.

이상의 결과, 산화란탄은 입자크기가 작아지면 세포독성을 증가시켰다. 기도주입에 의한 흰쥐에서의 영향도 세포독성과 유사하게 미세입자보다 나노입자가 강하였다. 그러나 독성차이의 정도는 세포독성보다는 적었다. 기도 주입에 의한 흰쥐에서의 미세입자와 나노입자의 독성의 차이는 산화란탄의 폐에서의 분포 특성과 높은 상관성을 가지는 것으로 판단되었다. 산화란탄의 폐에 대한 영향은 시간이 지나도 쉽게 회복되지 않았다.

활용방안 및 기대성과

본 연구에서는 배양세포 및 실험동물의 기도주입방법에 의한 입자 크기에 따른 산화란탄의 독성 및 체내분포 특성을 확인하였다. 본 연구를 바탕으로 나노 산화란탄의 반복흡입독성시험을 실시하여 유해성·위험성 평가의 필수자료인 NOAEL(No observed adverse effect level, 관찰무영향수준)을 구하는 연구가 수행되면 란탄의 근로자의 건강장해 예방대책을 수립을 위한 유해성·위험성 평가의 수행이 가능할 것으로 기대된다.

중 심 어

란탄, 입자 크기, 흡입 독성, 희토류

참고문헌

김부용, 오종혁. 2011. 중국의 희토류산업 규제 강화에 따른 영향과 시사점. KIEP 대외경제정책연구원 연구자료 11-23

OECD. 2010. Series on the Safety of Manufactured Nanomaterials No. 27 List of manufactured nanomaterials and list of endpoints for phase one of sponsorship programme for the testing of manufactured nanomaterials: revision

Palmer RJ, Butenhoff JL, Stevens JB. Cytotoxicity of the rare earth metals cerium, lanthanum, and neodymium in vitro: comparisons with cadmium in a pulmonary macrophage primary culture system. Environ Res. 1987;43(1):142-156.

연구책임자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 독성연구팀 임철홍
연 락 처 : 042-869-0341, limch@kosha.or.kr

09 GHS MSDS 이행관리 및 영업비밀 적용실태 조사 연구

연구의 필요성 및 목적

산업안전보건법 제41조(물질안전보건자료의 작성비치 등) 규정에 의한 GHS MSDS 제도는 지난 2010년 7월 단일물질을 시작으로 2013년 7월 혼합물까지 전면 시행되었다.

2012년 1월 산업안전보건법 개정으로 MSDS 작성·제공의 의무주체가 화학물질 및 화학물질을 함유한 제제를 양도하거나 제공하는 자를 중심으로 변경되어져 이들 사업장에 대한 GHS MSDS 이행관리에 대한 실태조사가 필요한 상태이다.

화학물질 및 화학물질을 함유한 제제를 제조·수입하는 업체에서 사용업체 등에 제공하고 있는 MSDS의 내용이 전문적이고, 이해하기 어렵거나 일부 화학물질의 유해·위험성 정보는 기업의 영업비밀을 이유로 정보내용을 누락하는 경우가 발생하고 있다. 화학물질 사용업체 및 노동단체에서 국내 MSDS에 대한 신뢰성과 화학물질 정보전달 체계에 대한 문제를 제기하고 있으며, 국내 MSDS에 대한 신뢰성 저하의 원인이 되고 있다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 유통되고 있는 화학물질 및 화학물질을 함유한 제제에 대한 양도·제공자 중심의 GHS MSDS 이행관리 및 영업비밀 적용실태의 조사와 제도개선 방안을 검토하여, 국내 MSDS의 신뢰성 향상을 통한 화학물질 정보전달 체계의 개선에 기여하기 위해 실시한 연구이다.

연구 내용 및 방법

GHS MSDS 이행관리 및 영업비밀 적용실태의 조사(설문 및 방문)는 5개 화학제품 제조업종(도료 제품 또는 유지 가공 제품 제조업, 무기화학 제품 제조업, 석유 정제품 제조업, 유기화학 제품 제조업, 기타 화학제품 제조업)과 화학제품 수입업체를 대상으로 실시하여 사업장 화학물질 정보관리의 문제점을 파악하였다. 사업장의 GHS MSDS 이행에 따른 영업비밀 적용관리 실태, 영업비밀 인정범위 확인여부, 영업비밀 제도의 인지도 등을 조사하여 화학물질 정보관리 문제점 분석을 통한 기술지원 및 제도개선(안)의 제시에 활용하였다.

「화학물질 등록 및 평가에 관한 법률」에 의한 영업비밀 인정범위 및 제도 운영에 따른 산업안전보건법령에 의한 제도 개선 필요내용 조사하였으며, 산업체의 GHS MSDS 3항. 구성성분 및 함유량 정보의 영업비밀 적용에 따른 고용노동부고시 제2013-37호 제19조(영업비밀 인정 제외) 대상 화학물질의 종류를 목록화하여 산업체에서 활용할 수 있도록 하였다.

연구 결과

본 연구에서는 국내에서 유통되고 있는 화학물질 및 화학물질을 함유한 제제에 대한 양도·제공자 중심의 GHS MSDS 이행관리 및 영업비밀 적용실태의 조사와 제도개선 방안을 검토하였다. 또한 국내 GHS MSDS의 신뢰성 향상을 통한 화학물질 정보전달 체계의 개선을 위한 제도 개선(안)을 제안하였다.

연구의 결과는 다음과 같다.

- GHS MSDS에 대한 영업비밀의 기재 비율을 조사한 결과 약 67.4%(단일물질 : 9.0%, 혼합물질 : 75.6%)의 GHS MSDS가 영업비밀을 적용하고 있는 것으로 조사되었다. 이는 이종한 등(2011)이 2009년 조사(3개 업종(석유화학, 도료, 금속가공유) 15사업장)한 45.5%보다 매우 증가된 수준이었다.
- 사업장의 GHS MSDS 작성형태에 대한 조사 결과 33%가 직접 작성하는 것으로 조사되었다. 작성된 GHS MSDS에 대하여 87% 정도만 정기적인 검토·관리를 실시하는 것으로 조사되었으며, 48% 정도만 개정 필요내용을 인지한 경우 즉시(신속히) 개정하는 것으로 조사되었다.
- 산업안전보건법상의 영업비밀 적용 제외 대상 화학물질 관리와 관련하여 56% 정도의 사업장만 영업비밀 적용 제외 대상 화학물질 목록을 작성하여 관리하고 있었으며, 24%의 사업장은 관리하고 있지 않았다.
- 고용노동부고시 제2013-37호(화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준) 제19조(영업비밀 인정 제외) 대상 화학물질에 대한 목록화 결과 현재까지 영업비밀 인정 제외 물질은 대략 1,060종이었다.
- 고용노동부고시 제2013-37호(화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준) 제19조(영업비밀 인정 제외) 제4호에 의한 「유해화학물질관리법」에 따른 유독물을 「화평법」에 의한 영업비밀 인정 제외 화학물질인 유해화학물질(유독물질, 허가물질, 제한물질 또는 금지물질, 사고대비물질, 그 밖에 유해성 또는 위해성이 있거나 그러할 우려가 있는 화학물질)을 포함될 수 있도록 확대 개정하는 조치가 요구된다.
- 사업장의 GHS MSDS 영업비밀 적용 확대에 따른 문제점 해결을 위해 선진 외국에서 시행

하고 있는 영업비밀 등록 또는 심사제도의 국내 도입을 적극적으로 검토할 필요가 있으며, 산업체 사용 화학물질에 대한 GHS MSDS 영업비밀 적용실태 평가 사업의 정기적인 시행이 요구되었다.

활용방안 및 기대성과

국내 사업장 유통 GHS MSDS의 이행관리 및 영업비밀 적용의 문제점 개선을 통한 국내 MSDS의 관리수준 개선과 신뢰성 향상 및 화학물질 정보전달 체계의 개선에 기여할 수 있을 것이다.

국내 화학물질 정보관리 영역의 영업비밀 인정범위 및 제도 운영의 일치를 통한 「화학물질 등록 및 평가에 관한 법률」 및 「산업안전보건법」의 영업비밀 제도운영에 따른 혼선방지 및 합리적인 관리에 활용할 수 있으며, 영업비밀 인정 제외 대상 화학물질의 목록은 중·소규모 사업장의 영업비밀 적용 화학물질 관리에 필요한 기술 자료로 활용될 수 있을 것이다.

중 심 어

신뢰성관리, 영업비밀, 화학물질목록, 화학물질정보관리, GHS MSDS, MSDS 관리

참고문헌

고용노동부. 산업안전보건법(시행령, 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙). 2014.

고용노동부. 화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준 (고용노동부 고시 제 2013-37호). 2013.

이권섭, 최진희, 조지훈, 최성봉, 이종한. 방향족 탄화수소 화학물질 제조사업장의 MSDS 신뢰성 평가 연구. 한국산업위생학회지 2009;19(4):370~380

연구책임자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 화학물질정보연구팀 이권섭
연 락 처 : 042-869-0311, lks0620@hanmail.net

10 GHS 기준의 유해성·위험성 분류 및 물질안전 보건자료 작성

연구의 필요성 및 목적

- 1,000종 화학물질을 대상으로 고용노동부고시 제 2013-37호와 유엔경제사회이사회의 최신의 GHS 지침서 4개정판에 적합한 형태로 유해성 · 위험성을 분류함
- MSDS editing 프로그램을 활용하여 1,000종에 대해 MSDS를 신규 작성하여 근로자에게 화학물질로 인한 산업재해 예방감소를 기여하기 위해 유해 · 위험화학물질에 대한 유효한 정보를 제공함

연구 내용 및 방법

- 연구대상 화학물질 1,000종에 대한 유해성 · 위험성 분류 및 분류결과의 엑셀 DB화
- 분류결과에 대한 신뢰성 검토 및 전문가 회의
- 1,000종에 대한 MSDS 작성
- 폐기 시 주의사항 DB구축 및 폐기방법 세분화
- 운송정보(UN No.) 및 위험성 등급과 용기등급 결정
- 전산환경 구축 및 공단 MSDS 이관
- EU CLP 최신동향 조사
- UN GHS 지침서 4차, 5차 개정판의 차이점 분석
- 2015년도 1,200종 물질선정

연구 결과

- 본 연구에서는 공단에서 제시한 1,000종 화학물질의 유해성 · 위험성 분류 및 MSDS 작성을 위해 고용노동부고시 제2013-37호 및 UN GHS 지침서 4개정판 및 GHS 화학물질 분류 매뉴얼에 적합한 형태로 유해성 · 위험성을 분류하였으며 그 자료를 근거로 MSDS Editing 프로그램에 입력하였음

- 1,000종 화학물질이 모두 분류되는 100% 분류율이 확인되었고, 특히 물리적 위험성은 물리적 성상, 분자 구조 내 해당 작용기 포함 여부, 자료의 검색 결과 등을 반영하였음
- 건강유해성은 965종이 분류되어 96.5% 분류율이 확인되었고, 환경유해성은 825종이 분류되어 82.59% 분류율을 확인하였음
- 유해성·위험성으로 분류된 결과는 엑셀 형태로 자료화하였고, 분류결과는 신뢰성 향상을 위하여 교차검토, 신뢰성 검토 및 전문가 회의를 통하여 신뢰성을 확보하였음
- 고용노동부, 환경부, 미국, 일본, 중국 등 국내·외 화학물질 분류 표시 및 MSDS에 대한 동향을 파악하였음
- UN GHS 지침서 5차 개정판의 내용을 첨부하여 4차와 차이점을 분석하였음
- 2015년도 1,200종 물질을 ECHA CHEM물질 120종, NITE물질 1종, HSDB물질 51종, 그리고 HSDB 화합물군에서 1006종, OECD HPV Category에서 12종 총 1,200종을 선정하였음

활용방안 및 기대성과

- 각 사업장에 MSDS 작성과 관리에 대한 정보를 제공하여 모든 사업장에서 GHS 분류에 의한 MSDS 자료 작성을 용이하게 함으로써 화학물질의 국제적인 교역증대, 안전한 사용, 운용 및 폐기에 대한 국가적인 시스템 개발
- 화학물질의 정확한 GHS 분류와 경고표지는 화학물질 독성·위험정보에 대한 전문적 사항을 간결하고 이해하기 쉽게 제공하여 MSDS 작성을 통해 운송·저장·취급·폐기에 이르는 과정에서 화학물질 안전관리를 강화하여 근로자의 건강을 예방할 수 있음
- 개정된 산업안전보건법에 따른 MSDS 분류표지 등을 제공하여 사업장에서 사용되는 화학물질에 대한 물질 분류와 경고표지 작성 시 참고 및 활용 가능
- 신규 화학물질 유해성 심사 결과, 기존의 화학물질 유통량 조사 DB, 안전성 시험 결과, OECD SIDS 결과 및 기타 국내·외 DB를 통한 정보의 범위 및 확보방법에 대한 포괄적이고 체계적인 정보를 확보 방안 수립
- GHS 정보를 공유함으로 인한 국제 경쟁력 강화 및 기업의 위험물질 활용이 용이해지며 EU, 미국, 중국 등 GHS 관련 자료를 확보하여 수출 시 국제적으로 유해성이 적정하게 평가·확인됨에 따라 화학물질의 국제교역이 용이하게 되고 화학물질의 시험·평가 필요성 감소
- 국제적으로 통일된 유해성 정보 전달 시스템을 제공함으로써 작업자들의 건강 및 사고를 예방하며 통일된 유해 위험 정보의 제공으로 혼돈 방지 효과와 통일된 표기 방법으로 인한 교육력 상승 및 관리용이
- 신뢰성 있는 국제적 독성자료를 바탕으로 공단에서 제공하는 화학물질의 독성자료 확보

중 심 어

GHS, MSDS, MSDS Editing program, K-CIC, EU CLP

참고문헌

고용노동부. 화학물질 및 물리적인자의 노출기준 고시 제 2013-38호.

노영만. GHS 화학물질 유해·위험성 분류 및 MSDS 작성. 산업안전보건공단 산업안전보건연구원 연구보고서;2013.

UNECE GHS Implementation.http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/implementation_e.html

연 구 책 임 자 : 연세에코휴먼컨설팅(주) 노영만
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 화학물질정보연구팀 이혜진
연 락 처 : 042-869-0315, hana1226@kosha.or.kr

11 정부 3.0 IT 구현을 위한 화학물질정보의 OPEN API 및 전용 홈페이지 구축

연구의 필요성 및 목적

안전보건공단에서는 화학물질의 유해·위험성을 공개, 안전한 취급방법을 제공하여 화학사고 예방 및 직업병 예방 등의 근로자의 알권리 충족을 위해 1996년부터 물질안전보건자료(Material Safety Data Sheets, 이하 MSDS로 표시) 제공을 하고 있다. 하지만 급격한 정보 수요 증가에 따라 신속한 정보 전달이 필요한 사항이나 공단 홈페이지는 화학물질 정보 외 많은 정보가 혼재되어 있어 사용자가 화학물질관련 정보를 쉽게 찾을 수 없는 어려움을 겪고 있어 적시에 통합된 화학물질 정보 제공 받고 향후 물질·제품 MSDS 정보제공을 연계 등을 위한 사전 기반 구축의 목적을 위한 화학물질 전용 홈페이지 구축이 필요하였다. 또한 정부 3.0 IT 구현 관점에서 공공정보 개방·활용 측면을 적극 지원 하여 중복 데이터 구축 방지 및 비용 절감과 기관별로 기 구축되어 제공되는 화학물질정보시스템 간의 연계성을 확보를 위해 기반 구축이 요구되었다.

연구 내용 및 방법

- 선행 연구 분석
  - 국내 주요기관의 화학물질정보 시스템 운영 방식 조사
  - 산업안전보건공단 화학물질 시스템 분석
  - 통합관점에서의 캐나다 안전보건정보센터 시스템 분석
- 화학물질 전용 국/영문 홈페이지 구축
  - 통합 화학물질 정보 제공 전용 홈페이지 개발
  - 통합 검색 기능 강화
  - 물질/제품 통합 정보 제공
  - 법적 규제정보 제공
  - 영문 홈페이지 제공
- 공공정보 개방·활용 지원
  - 단일물질 GHS/MSDS 정보의 개방

- 타기관의 화학물질정보 시스템간의 연계

■ 업무 프로세스 간소화 및 통합 화학물질 정보 제공 방안 마련

- MSDS 작성 기능의 간소화
- 물질특성을 통한 MSDS 작성

연구 결과

본 연구를 위해 선행 연구를 통해 국외 화학물질정보 시스템 구축현황을 분석 및 기존 시스템의 문제점을 분석하고 3회 전문가 회의를 개최를 통해 사용자 의견을 수렴하여 전용홈페이지 구축에 반영 할 수 있도록 하였다.

화학물질 전용 홈페이지 내의 단일물질/제품 MSDS , 법적규제현황, 자료현황 검색을 위한 검색 모듈과 현행 MSDS Editing 시스템과의 연계를 통해 1) MSDS 작성 2) MSDS Hub 시스템에서 제공 중인 MSDS 등록 기능을 제공하는 등록 모듈, 3) 원활한 협업체계의 구축과 각종 필요정보 공유를 위한 부가서비스 기능, 4) 저장 데이터의 현황파악과 통계 및 변환 등을 위한 집계·통계 기능 등의 모듈로 구성하여 화학물질 관련 정보를 체계적으로 관리하고 관리 자료의 안정성과 사용상의 편이성 및 정보 접근성을 극대화 하였다.

데이터 공유 및 개방을 위해 타기관의 Open API를 활용하여 화학물질정보 검색결과를 확대하고 물질안전보건자료의 Open API 서비스를 구현하여 공공데이터포털에 등록/제공 될 수 있도록 하였다.

활용방안 및 기대성과

■ 공공정보의 개방·활용에 대한 사회적 요구에 부응

2013년 정부 국정 핵심과제 '국민중심 서비스 정부 3.0 구현'에 따라 공공정보의 개방·활용에 대한 사회적 요구에 부응하고 안전행정부의「공공데이터 포털(www.data.go.kr)」및 환경부의「화학물질제품 포털시스템」및「화학물질제품 Hub시스템」등 타기관의 API와 연동하여 활용이 가능하다.

■ 화학물질정보 요구에 적극적인 대응

GHS 시행 등 국·내외적으로 화학물질 제도가 급변함에 따라 화학물질정보에 대한 수요가 증대하고 있는 가운데 공단의 MSDS 등 화학물질정보를 별도의 전용 홈페이지를 통해 제공하여 이용자의 접근성을 증대하고 화학물질정보의 구성을 고객 및 유관기관의 요구에 신속하고 능동적으로 대응하여 편의성 향상을 도모 하였다.

또한 영문 홈페이지를 구축하여 화학물질정보를 영문으로 제공함으로써 국·내외 고객 모두가 이용하는 한편 동아시아 개도국 GHS 정착지원을 위한 교육프로그램 등의 사업개발의 기반으로 활용성이 높다.

중 심 어

GHS, MSDS, 제품 MSDS, 화학물질정보 전용 홈페이지, MSDS 모바일앱

참고문헌

화학제품 MSDS Hub 시스템 인프라 구축;2012,산업안전보건연구원

사업장 친화형 MSDS 관리 프로그램 개발;2008,산업안전보건연구원

한국산업안전보건공단, 한국산업안전보건공단 홈페이지, 2014.07. Avaliable from:http://www.kosha.or.kr

연 구 책 임 자 : ㈜티오이십일 최우수
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 화학물질정보연구팀 조지훈
연 락 처 : 042-869-0314, lmalone@kosha.or.kr

12 특별관리물질 및 관리대상 유해물질 선정을 위한 사회성·경제성 평가 연구

연구의 필요성 및 목적

본 연구의 목적은 산업안전보건법령에서 정하고 있는 관리대상 유해물질 및 노출기준 대상 유해인자 중 특별관리물질 및 관리대상 유해물질로 지정하기 위한 표준화된 사회성·경제성 평가방법을 개발하여 제시하는데 있다.

현재 산업안전보건법령에서 정하고 있는 관리대상 유해물질 및 노출기준 대상 유해인자 중 GHS 건강유해성 분류 결과, 발암성 또는 생식독성이 1A 또는 1B로 확인되는 화학물질 중에서 산업안전보건연구원의 화학물질 평가 실무위원회에서는 검토한 28종의 화학물질을 대상으로 개발된 사회성·경제성 평가방법을 적용하여 산업안전보건법 상에서의 관리수준의 적정성을 검토하는데 있다.

연구 내용 및 방법

본 연구의 대상이 되는 규제의 배경에 대한 기초조사를 실시하고, 규제대상 화학물질 28종을 취급하는 산업체에 대한 현상을 파악한 후 산업안전보건법령의 세부내용을 조사하여 산업체에 부담이 되는 비용을 정확히 파악한다.

선행연구 결과를 검토하여 본 연구의 목적에 부합하는 규제영향분석 전략과 기법을 도출하고, 규제의 비용과 편익의 양태 및 그 규모를 파악하여 통계적으로 활용하기 위하여 피규제자인 산업체 및 산업안전보건전문가를 대상으로 설문조사를 실시한다.

규제의 비용 및 편익의 양태 및 규모에 대한 개념화 및 실태의 파악, 설문조사 기획을 위하여 전문가를 대상으로 한 인터뷰와 델파이 설문조사를 실시한다.

연구 결과

특별관리물질 및 관리대상 유해물질 선정을 위한 관리수준 변경에 따른 비용을 산출하였다. 비용 항목은 화학물질의 관리수준 변경으로 인해 사업주들이 부담해야 하는 비용은 관리 및 조

치비용으로 산출하였으며, 규제대상 사업체 수는 관리수준 변경 규제의 대상이 되는 28종 화학물질을 제조, 수입 하는 사업장을 조사하였다. 분석기간은 직업병 발병 시기를 고려하여 30년 및 영구적 기간으로 가정한 후 각각의 기간 동안 발생하는 비용을 추정하고, 각각의 시나리오별(시나리오 #1, #2, #3)로 규제비용 추정하는 방법으로 산출하였다.

특별관리물질 및 관리대상 유해물질 선정을 위한 관리수준 변경에 따른 편익은 직업병감소 효과 및 기타 안전사고 감소 효과 등의 경제사회적 효과를 의미한다. 직업병 감소 효과는 화학물질의 관리수준 변경으로 해당 사업장에서 28종의 화학물질을 취급하는 근로자의 작업환경 및 작업여건의 개선을 통하여, 근로자들의 직업에 의해 발생할 수 있는 질병의 감소효과를 추정하고, 각각의 시나리오별(시나리오 #1, #2, #3)로 편익비용을 추정하였다.

활용방안 및 기대성과

산업안전보건법령의 화학물질 관리수준 변경과정에서 필요한 표준화된 사회성·경제성 평가방법을 개발함으로써 일관된 방법론의 체계적인 적용이 가능해질 것이다. 또한 향후 추가적으로 화학물질의 관리수준의 변경을 위하여 사회성·경제성 평가를 실시해야 할 때, 체계적인 평가기법의 적용으로 적시성, 대응성, 책무성, 민주성 등의 정책적 필요에 부응할 수 있으며, 관리수준 변경의 타당성 여부 결정 등 규제영향분석의 이론적·실무적 토대를 제공할 수 있을 것이다.

화학물질 평가 실무위원회에서 선정한 28종 화학물질의 관리수준에 대한 적정성의 검토 결과는 향후 관리대상 유해물질 및 특별관리물질을 추가 지정하는 근거자료로서 활용될 수 있을 것이다.

중 심 어

화학물질, 특별관리물질, 관리대상유해물질, 산업안전보건법, 사회성·경제성평가(규제영향분석), 규제의 편익, 규제의 비용

참고문헌

경기철 외. 도시재생 R&D 사업의 비시장적 편익 추정에 관한 연구. 국토연구 제62권. 2009.

김태윤. 규제영향분석을 위한 비용·편익분석 이론의 고찰. 한국행정연구 제7권 제1호. 한국행정연구원. 1998.

최상준, 피영규, 김신범 등. 관리대상 화학물질의 안전보건기준 연구. 산업안전보건연구원. 2012.

연 구 책 임 자 : 한양대학교 김태윤
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 화학물질정보연구팀 이권섭
연 락 처 : 042-869-0311, lks0620@kosha.or.kr

13 플라스틱 분진의 화재폭발 예방 연구

연구의 필요성 및 목적

플라스틱 분진에 의한 국내 폭발사고사례를 보면 ABS 콤파운드의 폭발(1989년 10월, 사망 16명, 부상 17명), PVC 분진의 폭발(2000년 4월 부상자 4명 및 2000년 11월 부상자 5명), PE분진이 폭발(2012년 6월, 생산설비 파손) 및 HDPE분진의 폭발(2013년 3월, 사망 6명 및 부상 11명) 등이 발생하였다. 플라스틱 분진의 폭발사고사례 및 원인분석을 통하여 알 수 있는 것은 화재폭발위험성과 이에 대한 안전대책이 부족하다는 것이다. 플라스틱 제조시에는 건조 과정 후의 중간 공정에서 미세한 분진의 발생이 크게 증가하므로 상시 폭발의 잠재적인 위험성을 가지고 있는 반면에 이에 대한 화재폭발 위험성에 대해서는 작업자가 충분한 인식을 가지고 있지 않아 폭발 사고의 원인이 되고 있다. 플라스틱 제품 제조공정에서는 설비 외부로의 분진 누출이 없는 경우라도 공정 설비 내에서는 미세 분진의 발생을 피할 수 없으며 분진의 농도 및 입도 등을 제어하는 것은 현실적으로 곤란하다. 그러므로 플라스틱 분진의 농도는 폭발범위 내에 존재할 가능성이 있다는 점을 고려하여 폭발방지대책을 강구하는 것이 필요하다. 그러나 국내에서 유통되고 있는 플라스틱 분진 제품 중에는 과거 폭발사고사례가 있음에도 화재폭발특성 자료가 없는 경우가 적지 않다. 이러한 플라스틱 분진 제품을 제조하거나 취급하는 경우에는 위험특성을 알지 못하여 잘못된 운전조건이나 취급 부주의로 인하여 발화나 화재폭발사고가 일어날 수 있으므로 안전대책을 강구하기 위한 정량적인 안전자료를 확보하는 것이 우선적으로 요구된다.

본 연구에서는 국내 유통량이 많거나 재해사례가 있지만 화재폭발특성 자료가 불명확한 플라스틱 분진을 대상으로 자연발화특성과 화재폭발 위험성을 실험적으로 조사하였다. 조사 대상으로 선정된 플라스틱 분진에 대하여 화재폭발의 발생 빈도를 알기 위하여 열분석에 의한 발화온도를 실험적으로 측정하고 발화온도를 예측하였다. 또한 플라스틱 분진이 폭발하는 경우에 폭발피해를 최소화하기 위한 대책을 강구하는데 필요한 폭발압력, 압력상승속도, 분진폭발지수 등의 폭발특성값을 조사, 분석하였다.

연구 내용 및 방법

(1) 연구내용 및 범위

- 플라스틱 분진에 의한 화재폭발사고사례 조사 및 연구대상 플라스틱 시료의 선정
- 분진운의 발화 및 폭발특성을 조사
- 플라스틱 분진폭발사고에 대한 안전대책 검토

(2) 연구방법

- 국내 플라스틱 분진폭발 사고사례 원인 분석
- 플라스틱 분진의 폭발 시에 화염전파 특성분석을 위한 실험방법 및 장치 검토
- 농도 변화에 따른 플라스틱 분진의 발화온도 조사
- 플라스틱 분진의 화염전파 및 폭발특성을 고려한 안전대책 검토

연구 결과

- 입도분석장치에 의한 PMMA, ABS, PE, PBT, MBS 의 입도분포를 측정한 결과, 체적기준의 평균입경은 각각 14.3, 209.8, 81.8, 21.3, 26.7 ㎛의 결과가 얻어졌다.
- PMMA의 TGA(10℃/min) 결과에서는 250 ℃에서 질량감소가 시작되며 400℃ 부근에서 0 %로 종료되었으며, 250℃에서 흡열반응이 일어났다. SDTA결과에서는 270℃ 부근에서 급격한 발열과 동시에 TGA그래프에서 질량감소가 증가하며 산화반응이 진행되는 것으로 분석되었다. 또한 DSC에 의한 발열개시온도는 약 270℃이며, 340℃ 부근에서 급격한 산화분해(Oxidative decomposition)반응이 일어나는 것으로 분석되어 TGA측정값과 거의 동일한 결과가 얻어졌다.
- ABS의 TGA 결과, 3단계의 질량감소구간으로 나타나는데 227℃ 부근에서 급격한 발열과 약 1 %의 질량 증가가 일어나는 것으로 보아 ABS 내 Polybutadiene의 자기 산화(Auto-oxidation)으로 인한 반응으로 추정되며, 질량감소가 267℃에서 시작되며 600℃ 부근에서 0%로 완전분해 되었다.
- PE는 약 121℃에서 용융에 의한 흡열(100.8 J/g)이 발생하고 약 207℃에서 300℃ 까지 산화반응으로 추정되는 발열(296.5 J/g)이 일어났는데, 약 250℃ 부근에서 질량감소 시작되어 380℃를 넘어서면서 급격히 중량 감소와 발열(5.4 kJ/g) 동반하여 산화반응에 의한 분해 및 발열로 판단되었다. 특히 PE는 탈수소 반응과 탄소 연소반응이라는 2단계의 연소반응이 명확히 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

- PBT의 열분해성은 2단계의 질량감소구간을 가지며, 313℃ 부근에서 질량감소가 시작되며 발열이 동반되는 것으로 보아 산화 분해(Oxidative decomposition) 반응으로 판단되며, 발열개시온도는 약 320℃이었으며, 440℃ 부근에서는 급격한 산화분해 반응이 일어나는 것으로 추정되었다.
- MBS의 TGA 질량감소 구간을 3단계로 나눌 수 있으며, 179~295℃에서 29%, 296~427℃에서 55%, 427~536℃에서 15%의 질량이 감소하였으며 540℃ 부근에서 0%로 종료된다. DSC결과에서는 162℃ 부근에서 발열 반응이 분석되었다.
- 열분석(TGA 및 DSC)의 실험결과로부터 PMMA, ABS, PE, PBT, MBS 분진층의 발화개시온도는 각각 270, 227, 320, 390, 180℃로 조사되었으며 발화위험성은 MBS가 가장 큰 것으로 판단된다.
- PMMA, ABS, PE, PBT, MBS 에서의 폭발하한농도는 각각 40, 50, 30, 40, 50 g/m^{3}이 얻어졌으며, 최대폭발압력(Pmax)은 8.0, 4.9, 7.3, 5.9, 9.8 bar, 최대폭발압력상승속도[(dP/dt)max]는 750, 230, 218, 259, 1116 [bar/s] 및 폭발지수(Kst)는 203.6, 62.4, 59.4, 70.3, 303 [m・bar/s]로 나타났다.
- 플라스틱 분진폭발에 의한 피해예측을 위하여 화염전파속도(Flame velocity, Vf)의 추정식(Vf = V1/3・(dP/dt)m / Pml)을 사용하여 계산한 결과, PMMA, ABS, PE, PBT, MBS에서의 최대화염전파속도는 각각 28.0, 31.0, 9.1, 12.6, 31.0m/s가 얻어졌다.
- 폴리에틸렌(PE)의 최저발화온도(MIT)를 조사한 결과, 100g/m^{3}에서는 800℃가 얻어졌으며 농도증가와 함께 감소하여 500g/m^{3}에서는 600℃, 1000g/m^{3}에서는 최저발화온도(MIT)인 560℃가 얻어졌으며 그 이상의 농도에서는 발화온도가 증가하였다.

활용방안 및 기대성과

- 플라스틱 분진의 폭발특성자료 제공을 통한 사업장의 안전대책에 활용
- 플라스틱 분진을 제조, 취급하는 국내 사업장의 분진폭발사고 예방
- 안전보건기술지침 제정을 통한 안전자료의 보급과 화재폭발사고 방지에 기여

중 심 어

플라스틱 분진, 발화온도, 폭발하한농도, 분진폭발, 폭발압력, 화염전파속도(Plastic dusts, Ignition temperature, Minimum explosible concentration, Dust explosions, Explosion pressure, Flame velocity)

참고문헌

한우섭 등, HDPE 분말의 화재폭발 위험성평가보고서, 2013-연구원-1397, 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 (2013).

Font R., Marcilla A., Garcia A.N., Caballero J.A., Conesa J.A., Comparison between the pyrolysis products obtained from organic wastes at high temperatures, J. Anal. Appl. Pyrol.,;1995:32:41-49.

Jacobson, M., etc, Explosibility of dusts used in the plastic industry, Bureau of Mines, Report of Investigation-5971 (1962).

연구책임자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 위험성연구팀 한우섭
연 락 처 : 042-869-0321 hanpaule@kosha.or.kr

14 허용기준 기 설정 대상 유해인자의 허용기준 개정을 위한 유해성·위험성 평가 및 사회성·경제성 평가 연구

연구의 필요성 및 목적

본 연구는 화학물질 평가 실무위원회(공단연구원)에서 허용기준이 설정되어 있는 유해인자 13종(2008년에 개정) 중 허용기준의 강화가 필요한 6종(니켈(불용성화 물), 벤젠, 이황화탄소, 카드뮴 및 그 화합물, 트리클로로에틸렌, 포름알데히드)과 TDIs에 대하여 유해성·위험성 평가를 실시함과 동시에 허용기준 강화로 인해 예상되는 산업재해예방 효과 및 사업장에서 발생하는 경제적 부담 등 사회성·경제성 평가를 수행하여 이를 근거로 허용기준 개정안을 제시하는 데 있다. 추가적으로 TMAH(Tetramethylammonium hydroxide, 75-59-2)의 유해성·위험성 평가 자료 및 국내·외 노출 재해 사례에 근거하여 TMAH에 대한 노출기준 설정 필요성을 검토하고 RfCworker 산출 결과값에 근거하여 해당 화학물질의 노출기준을 제안하는데 있다.

연구 내용 및 방법

- 대상물질 : 니켈(불용성화 물), 벤젠, 이황화탄소, 카드뮴 및 그 화합물, 트리클로로에틸렌, 포름알데히드, TDIs 등 7종
- GHS 분류 결과에 근거한 유해성·위험성 평가 실시 및 외국의 허용기준(노출기준) 비교를 통한 해당 화학물질(7종)의 허용기준 강화의 적정성을 ACGIH TLVs documents 형식으로 제시
- 작업환경측정 결과 및 국내 취급현황을 산업위생 통계기법으로 분석하고 새로이 선정된 개정안의 노출기중과의 초과율을 산출하여 사회-경제성 평가의 기초자료로 제공
- 허용기준 강화로 인해 예상되는 산업재해예방 효과 및 사업장에서 발생하는 경제적 부담 등 사회성·경제성 평가 실시
- 기존 허용기준 이하 유지 대상 유해인자 선정 방법과 기준 제시 및 추가적인 검토를 통해 허용기준 설정 가능 후보 물질을 선정

- TMAH 유해성 평가 자료에 근거한 노출기준 설정의 필요성을 검토하고 및 권고(안) 제시

연구 결과

연구 대상 화학물질 7종에 대한 RfCworker을 산출한 결과, 이황화탄소의 경우 3.7 mg/m³, TDI 0.002 mg/m³, 벤젠 0.1 mg/m³, TCE 0.1 mg/m³, 포름알데히드 0.03 mg/m³, 니켈 0.002 mg/m³, 카드뮴 및 그 화합물 0.0002 mg/m³로 나타났다. 또한 본 물질들에 대한 지난 10년간의 국내 작업환경측정 결과를 분석하여 기존 허용기준과 변경하고자 하는 기준에 대해 초과율 분석을 동시에 실시하였고, 최종적으로 허용기준 변경에 따른 사회/경제성 분석을 수행하여 니켈 0.2 mg/m³, 벤젠 0.5 ppm, 포름알데히드 0.3 ppm, 이황화탄소 1 ppm, 카드뮴 및 그 화합물 0.01 mg/m³, 트리클로로에틸렌 10 ppm, TDI(혼합물) 0.005 ppm으로 개정안을 제시하였다.

TMAH의 경우 국내/외 사고 사례 조사, 유해/위험성 검토, 국내 취급 현황을 파악하였다. 또한 TMAH에 대한 RfCworker을 산출한 결과 0.1 mg/m³, 0.2 mg/m³, 2 mg/m³ 나타났으며, 독성값이 유사한 산류(염산, 불산) 물질 및 주요 알칼리 물질의 노출기준을 고려하여 최종 제정안으로 1 mg/m³을 제안하였다.

활용방안 및 기대성과

본 연구는 산업안전보건법령에서 정하고 있는 허용기준 설정 대상 유해인자 중 7종의 화학물질에 대한 허용기준 개정에 필요한 이론적 근거의 참고자료로 활용될 수 있다. TMAH의 유해성/위험성 평가 자료, 국내 취급 현황, 노출 사고 사례, RfCworker을에 근거한 노출기준 설정 권고(안)을 활용한 추가적인 노출기준 제정의 참고자료로 유용하게 활용될 것으로 기대된다.

중 심 어

산업안전보건법, 허용기준 설정물질, TMAH, GHS, 유해성/위험성 평가, 사회/경제성 평가, RfCworker

참고문헌

노영만, 김치년, 홍종호 등. 작업환경 허용기준 도입을 위한 유해물질 선정 및 허용기준수준에 관한 연구. 산업안전보건연구원. 2006.

Olsen, J.H.; Jensen, S.P.; Mogens, H.; et al.: Occupational Formaldehyde Exposure and

Increased Nasal Cancer Risk in Man. Int. J. Cancer 34:639-644 (1984).

Wegman DH; Pagnotto LD; Fine LJ; Peters JM: A dose-response relationship in TDI workers. Occup Med 16:258-260 (1974).

연 구 책 임 자 : 부산가톨릭대학교 김기연
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 화학물질정보연구팀 이권섭
연 락 처 : 042-869-0311, lks0620@kosha.or.kr

15 화학물질 혼합위험성 결정을 위한 반응성 매트릭스 개발(I)

연구의 필요성 및 목적

최근 화학물질 누출로 인한 화재, 폭발사고 등 화학사고가 많이 발생하고 있다. 화학물질에 대한 안전한 취급과 관리를 위해 산업안전보건기준에 관한 규칙 [별표 1]의 위험물질은 화학물질의 특성과 성상별 분류기준에 의해 유해 위험성을 구분하고 있다. 이러한 구분은 그 물질의 특성에 따라 건강유해성이나 물리적 위험성의 정도가 다르기 때문에 각 물질의 취급설비나 취급방법에 대해 차별화된 기준을 필요하다. 본 연구에서는 공정안전관리(PSM) 제출대상 51개 화학물질과 유해화학물질관리법의 사고대비 물질 69개를 중심으로 화재폭발 우려가 있는 화학물질에 대해서 위험성을 고찰 하였다. 화학물질의 폭발과 관련이 있는 방출에너지 수준과 화재와 관련이 있는 지수인 NFPA 인화성(Flammability) 지수를 활용하여 화학물질의 위험성을 평가 하였다. 이들 연구 결과를 통하여 화학물질의 화재, 폭발 위험성을 고려한 위험물질 등급 분류의 기초자료를 제공하고자 한다.

연구 내용 및 방법

본 연구는 화재폭발 우려가 있는 화학물질의 체계적 관리를 위해 위험물질의 등급분류를 위한 기초자료를 제공하고자 CHETAH 프로그램을 이용한 물질의 에너지 방출수준과 NFPA 인화성 지수를 고려하여 위험성 평가를 실시하였다. 이들 연구범위와 내용을 요약하면 다음과 같다.

- 국내외 화학물질 잠재위험성 평가 및 ASTM CHETAH 프로그램 관련문헌 수집
- CHETAH 프로그램 및 대상물질 선정
  - ASTM CHETAH 프로그램 사용자 메뉴얼 작성 및 분석 방법 검토
  - 연구대상 화학물질 선정 및 검토
- 화학물질의 잠재 위험성 추정
  - CHETAH 프로그램 및 NFPA 화재지수를 활용한 화학물질의 위험성 추정
  -화학물질 등급 분류를 위한 위험성 기준 제시

- 연구대상 화학물질에 대한 등급(고, 중, 저 위험물) 분류 및 향후 연구방향 제시

연구 결과

본 연구는 화재폭발 위험성을 고려한 체계적인 화학물질 관리를 위해 미국 ASTM에서 개발한 CHETAH 프로그램과 NFPA 인화성 등급을 활용하여 PSM 제출대상 및 사고대비 물질을 중심으로 위험성을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 에너지 방출수준 평가는 화학물질의 폭발과 관련된 위험성 지수로 에너지 방출수준(E)은 최대분해열과 산소지수(OI)를 곱으로 나타낼 수 있었다. 에너지 방출수준 값이 1일 경우 1(Ⅰ)등급, 2일 경우 2(II)등급, 3일 경우 3(Ⅲ)등급, 4일 경우 4(IV)등급, 6일 경우 5(Ⅴ) 등급 및 9일 경우 6(VI)등급으로 6단계로 구분할 수 있었다.
- 화재폭발 위험성을 고려한 위험성 등급은 폭발에 관여되는 에너지 방출수준(H)과 화재에 관여하는 화재지수(F)의 곱으로 위험성 등급을 평가할 수 있었다.
- CHETAH에서 추정한 폭발방출 에너지와 NFPA 인화성을 이용하여 위험성을 추정할 수 있는 가능성을 확인하였다. 화학물질의 화재폭발을 고려한 위험성 분류는 위험성 기준표을 활용하여 고위험물질, 중위험물, 저위험물질로 분류하였다. 본 연구에서 얻은 위험물질 등급 분류결과와 국내에서 수행한 유사연구와 비교하여 화재폭발 위험성이 큰 고 위험성 물질로 분류된 것을 중심으로 산업안전보건법상 화재폭발 방지을 위한 “관리대상 위험물질”로 지정하여 관리하는 것이 바람직하다.

활용방안 및 기대성과

- 화재 폭발 위험성을 고려한 화학물질의 등급분류의 기초자료 제공
- 안전관련 학회(화공학회, 안전학회, 가스학회 등)에 연구결과의 발표와 논문게재로 관련분야 전문가의 기술 및 연구 자료로 활용
- 혼합물질의 위험성 매트릭스 작성을 위한 후속연구의 자료로 활용

중 심 어

화재 · 폭발, CHETAH, 에너지 방출, PSM, 인화성, 위험성 평가

참고문헌

이근원, "발암성물질의 물리적특성 정보제공 현황 및 물리적 위험성 평가" 보고서, 연구원 2012-연구원-50, PP.23-28, (2012).

E.S. Shanley and G.A. Melhem, "A Review of ASTM CHETAH 7.0 Hazard Evaluation Criteria", J. of Loss Prevention in the Process Industries, pp.261-264, (1995).

E.S. Shanley and G.A. Melhem, "A Review and Critique of ASTM CHETAH 4th Edition, Version 7.2", J. of Loss Prevention in the Process Industries, pp.67-68, (2000).

연구책임자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 위험성연구팀 이근원
연 락 처 : 042-869-0320, leekw@kosha.or.kr

16 화학물질의 물리적 위험성에 따른 등급 분류

연구의 필요성 및 목적

최근 화학물질의 유출로 인한 각종 사고가 발생하고 있고, 이를 계기로 화학물질 및 화학물질의 취급설비 등에 대한 각종 법적 요구사항 및 기준의 강화가 요구되고 있다. 우리나라의 경우, 화학물질의 안전한 취급과 관리에 대해 「산업안전보건법」, 「위험물안전관리법」, 「유해화학물질관리법」, 「고압가스안전관리법」, 「총포·도검, 화약류 등 단속법」 등 다양한 법률이 운영되고 있다. 각각의 법률에서 화학물질은 해당 법률의 목적과 적용범위에 따라 화학물질의 위험성 또는 유해성을 근거로 분류체계를 적용하고 있으며, 이러한 분류체계에 따른 법적요구사항을 차별화하고 있다.

「산업안전보건법」의 경우, 화학물질의 건강유해성에 따라 제조 등이 금지되는 유해물질(금지대상물질, 같은 법 시행령 제29조), 허가대상물질(같은 법 시행령 제30조), 허용기준 이하 유지대상 유해인자(같은 법 시행령 제31조), 관리대상물질(산업안전보건기준에 관한 규칙 제420조 및 별표 12) 등으로 구분하고 있다. 또한 같은 법 시행령 별표 10에서 PSM 대상 규제물질(유해·위험물질)을, 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 별표 1에서는 위험물질의 종류를 제시하고 있다.

이들 화학물질은 그 물질의 특성에 따라 건강유해성이나 물리적 위험성의 정도가 다르기 때문에 각 물질의 취급설비나 취급방법에 대해 차별화된 기준을 적용하는 것이 보다 합리적일 것이다. 현재 유해·위험물질(PSM 대상) 및 금지·허가·관리 대상 물질 등은 어느 정도 물리적 위험성과 건강유해성을 고려하여 물질을 분류하고 요구기준을 달리하고 있으나 이는 일부분에 지나지 않는다.

즉, 근로자에게 건강장해를 유발하거나 화재·폭발 등 사고 발생의 우려가 있는 화학물질에 대해 건강 유해성과 물리적 위험성을 평가하고 산업안전보건법상의 규제수준을 조정하여 적절히 관리되도록 할 필요가 있다. 특히 건강 유해성의 정도를 고려하여 금지·허가·관리대상 물질이 분류된 반면, 화재나 폭발 위험성 등 물리적 위험성을 고려한 화학물질의 평가·분류 체계는 미흡하다. 따라서 물리적 위험성의 정도를 어떤 기준으로 평가하고 체계화할 것인가에 대한 연구가 필요하다. 또한, 현재 산업안전보건기준에 관한 규칙 별표 1에서 단순히 사용량으로 구분되어 있는 위험물질에 대해 물질 및 사용조건 등에 따른 위험등급을 구축함으로써 화재·폭발로 인한 사고예방에 필요한 설비 등의 기준을 효율적이고 합리적으로 체계화하는 기초자료를 구축

할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 산업안전보건과 관련하여 위험물질 등에 대해 화재·폭발 등 물리적 위험성의 정도를 평가하고 체계화할 수 있는 기준을 마련하여 객관적이고 합리적인 화학물질 위험성의 분류등급을 제시하고 분류 등급별로 제도적인 관리방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.

연구 내용 및 방법

본 연구는 국내·외 기준 및 연구결과, 사례 등을 수집, 분석하는 문헌조사와 고용노동부, 연구상대역 및 전문가 등과의 의견수렴을 통해 수행되는 것이 효과적이다. 따라서 본 연구의 연구수행방법은 다음과 같이 문헌조사와 연구회의 등으로 분류한다.

- 문헌조사
  - 화학물질의 물리적 위험성 조사: 국내·외 연구 및 기준, 이론적 배경 조사
  - 해외(영국, 미국 등)의 인화성물질 분류체계 조사
  - 온도·압력이 미치는 화학물질의 에너지 등 특성에 대한 이론적 배경 조사
  - 공정조건을 고려한 위험지수 사례 조사
- 조사내용 분석 및 연구
  - 국내·외 위험지수 등급분류 체계 분석
  - 물리적 위험등급 분류 인자 도출
  - 위험지수 사례 조사 및 분석
  - 물리적 위험성에 영향을 미치는 온도·압력의 범위 등 영향인자 도출
- 연구회의 및 전문가 자문
  - 화학물질의 물리적 위험성에 따른 위험등급 분류(안) 제안
  - 화학물질 위험등급에 따른 효율적인 관리방안 제시
  - 전문가 자문: 자문위원단 구성 및 자문

연구 결과

본 연구에서는 Heikkila 연구결과를 근간으로 하여 물질을 인화성 액체 및 기체와 인화성 고체로 나누어 위험특성별로 위험등급을 설정하고 이를 서브지수화 하여 이들의 합으로 화학물질의 위험지수를 정하는 안을 제시하고, 이를 우리가 많이 사용하는 물질에 적용하여 물질을 서열화 한 사례를 제시하였다. 또한 공정조건에 따른 위험지수를 결정할 수 있는 간단한 방법도 제시하였다.

다만 제시된 위험물질 지수는 특성별 서브지수가 가산성이 있다는 것을 전제로 특성별 서브

지수를 동일하게 취급하여 이들의 합으로 결정하도록 하였다. 그러나 물질의 위험특성 간에는 화재폭발에 영향을 주는 강도가 다를 수 있다. 실질적으로 같은 정도로 기여하지는 않는다. 그러나 이 연구에서는 이를 반영하지 못하였고 차후 연구과제로 미루었다. 이에 대한 심도 있는 연구가 수행되면 이 연구의 결과로 제시한 물질 위험지수와는 차이가 있을 수 있지만 보다 정확한 위험지수를 구할 수 있을 것으로 보인다.

활용방안 및 기대성과

(1) 활용방안

- 물리적 위험성을 고려한 화학물질 화재·폭발 위험등급 평가 방법은 PSM 비대상 사업장(예, 중·저위험군 화학공장 및 화학물질 취급사업장)에 활용될 수 있다.
- 사업장 중대산업사고를 예방하기 위한 기초자료로 활용될 수 있다.
- 화학물질 화재·폭발 위험등급에 따른 제도적 관리방안을 반영한 법률 개정안에 기초자료로 활용될 수 있다

(2) 기대성과

- 새로운 화재·폭발 위험등급 평가 방법이 제안됨에 따라 사업장을 고위험, 중위험 및 저위험 물질 취급사업장으로 구분하는데 기여할 수 있다.
- 고위험 및 중위험 사업을 체계적으로 관리할 수 있어 중대산업사고를 예방하는데 크게 기여할 수 있다.
- 위험물질을 취급하는 사업장에 안전의식을 고취하는데 기여할 수 있다.

중 심 어

위험등급, 위험등급 지수, 물리적 위험성, 화재 및 폭발

참고문헌

NFPA 704, Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response, 2012 Edition.

UN, Globally harmonized system of classification and labeling of chemicals (GHS), 4ed, 2011.

Anna-Mari Heikkilä, "Inherent Safety in Process Plant Design An Index-Based Approach", Phd thesis, Helsinki University of Technology, 1999, Finland.

연 구 책 임 자 : 매경안전환경연구원 양혁승
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 위험성연구팀 이근원
연 락 처 : 042-869-0320, leekw@kosha.or.kr

17 화학사고 예방을 위한 공정안전관리(PSM)제도 개선방안 마련

연구의 필요성 및 목적

PSM 제도는 1996년도에 도입되어 시행되고 있으며, 화학사고 예방에 크게 기여하고 있다. 이와 같은 PSM 제도는 석유화학공장 등 중대산업사고 발생 가능성이 높은 유해·위험설비를 보유한 사업장이 공정안전보고서를 작성·제출하고, 안전보건공단 및 고용노동부가 이를 심사(서류), 확인(현장), 평가(이행수준) 및 점검(이행실태)하여 PSM 대상사업장이 화학사고 예방시스템을 자율적으로 구축·운영하도록 하고 있다. 그러나 PSM 제도가 운영되고 있음에도 불구하고, 최근에 크고 작은 화학사고가 자주 발생되고 있어서 이에 대한 원인분석의 필요성이 제기되고 있다.

따라서 PSM 제도 및 운영상의 문제점을 파악하고, 이를 개선하여 적절히 관리되도록 할 필요가 있다. 이를 위해 본 연구에서는 국내·외 자료조사, PSM 사업장에 대한 설문조사와 워크샵 실시 등을 통해 현행 PSM 제도의 운영실태를 파악하였다. 그리고 이를 바탕으로 PSM 제도의 전반적인 사항을 검토한 후 PSM 보고서 작성·심사·확인 방법의 합리적 개선방안, 이행상태평가 항목 개선, 공정안전보고서를 통한 도급업체 관리기준 강화방안 및 작동 가능한 비상조치계획 수립방안을 마련하고자 하였다.

연구 내용 및 방법

(1) 연구내용

- PSM 제도 및 동 제도 운영실태 파악
- 사업장 특성을 반영한 PSM 보고서 작성·심사·확인 방법의 합리적 개선방안 마련
- 이행여부를 담보할 수 있는 PSM 이행상태평가 항목 개선
- 공정안전보고서를 통한 도급업체 관리기준 강화방안 마련
- 작동 가능한 비상조치계획 수립방안 마련

(2) 연구방법

- 국내·외 PSM 관련 유사제도, 연구결과, 사고사례 등의 자료 조사·분석

- PSM 대상사업장을 대상으로 한 설문조사·분석
- 중대산업사고 예방제도 개선을 위한 워크샵 실시, 중대산업사고예방센터 등 PSM 담당자, PSM 전문가 등의 의견수렴 등

연구 결과

본 연구에서는 국내·외 PSM 관련 유사제도, 연구결과, 사고사례 등을 조사·분석하고, PSM 대상사업장을 대상으로 한 설문조사·분석 및 중대산업사고 예방제도 개선을 위한 워크샵을 실시하여 PSM 제도 및 동 제도 운영실태를 파악하였다. 그리고 중대산업사고예방센터 등의 PSM 담당자와 PSM 전문가의 의견을 수렴하여 PSM 제도개선 방안을 마련하였다.

PSM 보고서 작성·심사·확인 방법의 합리적 개선방안으로, 기업실정에 맞는 공정안전보고서 작성, 근로자의 보고서 작성 참여 증대, 안전성 확보와 실행 가능한 심사방법 등을 제안하였고, PSM 이행상태평가 항목과 배점조정(안)을 제시하였다.

또한 도급업체 관리기준 강화방안으로, 원·하청의 역할분담, 원청의 하청에 대한 정보 제공, 정비·보수작업 시 하청 근로자 보호, 사고예방을 위한 하청업체 선정 등의 방안을 제시하였다. 그리고 작동이 가능한 비상조치계획 수립방안으로, 작동상의 문제점 개선, 비상사태시나리오 작성 개선, 비상사태시나리오와 비상조치계획의 연계, 내부비상조치계획과 외부비상조치계획의 연계, 주민홍보계획 개선 등의 방안을 제시하였다.

활용방안 및 기대성과

(1) 활용방안

- 공정안전보고서 작성·심사·확인 및 PSM 이행상태평가 항목의 합리적·효율적 개선에 활용
- 도급업체의 효율적 관리 및 사업장 특성에 적합한 작동이 가능한 비상조치계획 수립의 기초자료로 활용
- PSM 제도 개선 및 중대산업사고 예방의 기초자료로 활용

(2) 기대성과

- 사업장의 중대산업사고 예방에 기여
- 사업장의 자율안전관리 유도
- 이행여부를 담보할 수 실질적인 PSM 이행상태평가 가능
- 도급업체의 중대산업사고 예방에 기여
- 비상조치계획의 실질적인 작동 가능성 확보

중 심 어

공정안전관리(PSM), PSM 보고서 작성 및 심사, 이행상태평가, 도급업체 안전관리, 비상조치 계획 수립

참고문헌

김용수 외, 공정안전관리제도의 효과분석 및 발전방향, 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 2001

이영순 외, 화학물질 취급업체의 차등관리제도 효율화 방안에 관한 연구, 노동부, 2003

이영순 외, PSM 사업성과 측정 및 효과분석에 관한 연구, 산업안전보건연구원, 2006

연 구 책 임 자 : 명지대학교 김태옥
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 위험성연구팀 이주엽
연 락 처 : 042-869-0323, leejuyup@kosha.or.kr