Contents

Ⅰ 정책연구분야

1. 노사관계와 산업재해의 상관관계에 관한 연구 ····· 3
2. 산업안전보건 동향조사 심층분석 -산재예방 목표집단 선정- ····· 6
3. 사업장의 작업중지권 행사에 관한 실태조사 ····· 9
4. 산업안전보건법의 적용범위에 관한 타법과의 비교연구 ····· 12
5. 근로환경조사 심층분석 : 근로자 건강수준 격차 분석 ····· 15
6. 근로환경조사의 정확성 제고를 위한 조사방법론 연구 ····· 18
7. 산재예방 통합정보시스템 구축을 위한 정보화 전략계획 수립 연구 ····· 21
8. 산재예방사업 심층평가(Ⅱ,Ⅲ)-산업보건사업 및 화학물질 관련 사업을 중심으로 ····· 23
9. 산업안전보건위원회 운영 활성화 방안 연구 ····· 26
10. 외국인근로자 안전보건정보 숙지문제 해결방안 연구 ····· 29
11. 설계·제조 단계에서의 위험성평가 모델 연구 ····· 32
12. 대기업과 중소협력업체의 안전보건협력사업 수행실태 및 확산방안 연구 ·· 35
13. 산업안전·위생지도사의 업무능력 확보 방안 등에 대한 연구 ····· 37
14. 주요 외국의 (업종별) 사망재해 조사 연구 ····· 39
15. 안전·보건관리자 선임기준에 있어 공사금액과 근로자수 간의 적정 비교기준 연구 ····· 42
16. 농업분야 산재예방방안에 관한 연구 ····· 45

17. 근로자건강센터 확대 설치에 따른 운영모델 정립 및 성과지표 개발 연구 48
18. 건설업 보건관리자 선임관련 규제영향분석 ····· 50
19. 산업안전보건법 시행규칙 규제영향분석 : 화학물질의 유해·위험성조사 중심으로 ····· 52
20. 근로자공급사업에 따른 근로자의 안전보건관리 연구 ····· 55
21. 외국의 산재예방 사업주 교육제도에 대한 연구 ····· 58
22. 유해작업 도급금지(인가)제도의 개선방안에 관한 연구 ····· 61
23. 화학물질, 하도급 등 작업여건 변화에 따른 산업안전·보건 발전방안에 대한 연구 ····· 64
24. 안전보건 경영시스템 인증체계의 공정성과 효율성 확보에 관한 연구 ····· 67
25. ASEAN 국가의 산업안전보건관련 법제 지원에 관한 연구 ····· 69
26. 일본의 도급사업 안전보건관리 동향연구 ····· 71
27. 산업안전보건법상 도급사업 및 처벌규정에 관한 연구 ····· 73
28. 사업장의 화학물질 취급 작업 등의 작업절차서 작성에 관한 연구 ····· 76
29. 사업장 화학물질 등 관리규칙 연구 - 독일법을 중심으로 - ····· 79

Ⅱ 안전연구분야

1. 미끄러짐 사고의 다중요인 체계화 연구 ····· 83
2. 감전재해 예방을 위한 연구(Ⅱ) -건설업 중심- ····· 87
3. 일반제재업에서 근로자 안전행동에 관한 연구: 위험성평가 및 안전지도 ····· 91
4. 금속제품제조업에서 래들의 안전성 향상 방안 연구 ····· 94
5. 소규모 건설현장 산업재해 예방을 위한 민간협력 활성화 방안 ····· 97
6. 건설안전 분야 평가항목에 대한 연구 ····· 99

Contents

7. 조립식 가설기자재의 완성품에 대한 안전인증 타당성 연구 ····· 102
8. 기술기준 합리화 방안 연구 II ····· 105
9. 폭발위험장소 설정을 위한 도시가스 사용시설의 안전성 평가 ····· 109
10. 폐기물 수거 작업자의 산재예방 방안에 관한 연구 ····· 113
11. 인적 오류 방지를 통한 산업안전 적용 사례 연구 ····· 117
12. 중소규모 건설현장에서의 화학물질로 인한 화재·폭발 재해 예방 연구 ··· 119

Ⅲ 직업건강연구분야

1. 구조-활성 상관관계(QSAR) 방법을 이용한 혼합물질의 유해성 예측 평가 연구(I) - Dimethylformamide, methyl ethyl ketone과 toluene의 혼합물 ····· 125
2. 금속 및 그 화합물의 노출기준 적용에 관한 연구 ····· 128
3. 금속가공유 취급 작업장 생물학적 인자 노출수준 평가 연구 ····· 131
4. 나노물질 개발에서 생산까지 단계별 나노입자 노출 평가 ····· 134
5. 난용성 인디움 화합물에 의한 폐질환 예방 연구(II) ····· 137
6. 능동시료채취기와 수동시료채취기의 유기용제 측정효율 비교 ····· 140
7. 산업환기시스템 효율적 관리 방안 개발 연구 ····· 143
8. 장년근로자의 작업특성별 작업수행능력에 관한 연구 ····· 146

9. 특수건강진단자료를 이용한 유기용제 노출에 의한 혈액독성 연구 ····· 149
10. 스티렌 및 에틸벤젠의 생물학적 노출지표 유효성 평가 ····· 151
11. 개인시료 채취기 신뢰성평가 연구 ····· 154
12. 교대작업 등 의료기관의 특징적인 작업형태에 의한 직업건강 추적연구 ·· 157
13. 나노물질 측정 프로토콜 작성 및 나노물질 노출 실태 조사연구 ····· 160
14. 남부권역의 화학물질에 의한 암발생 관리체계 운영 (폐암과 조혈기계암) 163
15. 중부권역의 화학물질에 의한 암발생 관리체계 운영 (폐암과 조혈기계암) 166
16. 벤젠의 과거노출추정 (Job-Exposure Matrices, JEM) 연구 ····· 169
17. 불산 노출 근로자의 급·만성 건강영향 평가 ····· 172
18. 석면조사기관의 신뢰성 확보방안 및 석면제품 실태 연구 ····· 175
19. 인간공학적 적합 사업장 인증 프로그램 연구 ····· 178
20. 작업환경측정 분석을 위한 통계 분석 도구 개발 ····· 181
21. 직업성 암 관련 정보의 배포 및 확산을 위한 웹기반 통합 정보시스템 개발 ····· 184
22. 화학물질 노출 근로자를 위한 호흡보호구 선정 지침 개발 ····· 187

Ⅳ 화학물질연구분야

1. 금속화합물 상세분류를 통한 국내외 관리 수준의 분석 및 산안법 관리체계 개선 연구(Ⅱ) ····· 193
2. 국내 기업체의 CMR 물질 관리 및 대체물질 사용 사례 조사 연구 ····· 196
3. GHS 기준의 유해·위험성 분류 및 물질안전보건자료 작성 ····· 199
4. 특별관리 후보물질 선정을 위한 유해화학물질의 유해성·위험성 평가 ····· 202
5. 노출기준 설정 화학물질의 산안법 관리수준 결정을 위한 유해성 평가(Ⅰ) 205

Contents

6. 노출기준 설정 화학물질의 산안법 관리수준 결정을 위한 유해성 평가(II) 208

7. 희소금속류 나노물질의 흡입독성 연구 - 입자 크기에 따른 산화 인디움의 체내 흡수 및 생체영향 연구 ····· 211

8. 희토류 금속화합물에 의한 활성산소종 발생 및 폐독성 연구 - Nd_2O_3 기도투여에 따른 흡입독성 - ····· 214

9. 국내산 석면의 물리화학적 특성과 용량반응평가 ····· 217

10. 사업장의 생물학적 유해인자 편람 개발 연구 ····· 220

11. 희소금속류의 유해성 평가 대상물질 선정에 관한 연구 - 국내 사용실태조사를 중심으로 ····· 223

12. 만성 흡입독성 시험시설 GLP 적합성 설계 검증 ····· 226

13. 국내 화학공장의 열매체유 사용실태와 위험성 분석 ····· 229

14. 나노입자 물질의 화재폭발 특성에 관한 연구 (Al금속입자를 중심으로) ·· 232

15. 화학물질의 위험성평가 기법 조사를 위한 연구 ····· 235

Ⅰ

정책연구분야

01 노사관계와 산업재해의 상관관계에 관한 연구

연구 필요성 및 목적

2012년 산업안전보건연구원에서 실시한 산업안전보건동향조사 속에 일부 항목을 추가하여 제조업과 건설업을 중심으로 노조유무와 노사관계 특성(협조, 비협조)을 중심으로 분석한 바 있다. 분석결과에서 노조가 있는 사업장과 '노사관계가 협력적이다' 라고 응답한 사업장의 재해율이 낮은 것으로 나타났다. 그러나 이 분석결과는 동향조사의 다른 변수를 통제하지 않고 분석된 내용이므로 보다 정밀한 분석을 통하여 노조 유무 및 노사관계에 따른 재해율 차이의 근거를 확인할 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 노사의 관계에 따른 산업안전보건의 연관성을 찾고자 하였다.

연구내용 및 방법

본 연구에서는 2012년도 산업안전보건 동향조사 결과를 분석하여 제조업과 건설업을 중심으로 협력적 또는 비협력적 노사관계가 산업재해에 미치는 영향 경로를 파악하였다. 재해율 대신 산재예방활동수준을 도입하여 산업재해에 미치는 영향 경로를 간접적으로 알아보았다. 노사관계 특성이 산재예방활동에 영향을 미치는 다양한 경로 중에서 조사 자료에 포함되어 있는 근로자 참여와 재해위험정도에 대한 인식 등의 특성에 한정하여 분석하였으며, 회귀분석을 통하여 경로를 알아보았다. 노사관계 특성이 산재예방활동 수준에 미치는 영향은 업종별로 차별성을 보일 것으로 기대되어 제조업과 건설업을 구분하여 분석하였다.

안전보건경영활동 수준은 11가지 설문 문항을 이용하여 측정하였고, 이 11가지 설문 문항에 대한 측정값을 바탕으로 요인분석을 실시하였다. 안전보건경영활동 점수에 따라 재해율의 평균을 비교하였고, 사업장 특성을 포함하여 안전보건경영활동 수준이 재해율에 미치는 영향에 대한 회귀분석을 실시하였다.

연구결과

연구결과를 종합해 보면 사업장의 재해를 예방하기 위해서는 노조의 유무도 중요하지만 노사 간의 협조적인 관계 또한 중요한 것으로 나타났다. 우선은 사업주와 근로자가 함께 참여하여 기업의 안전경영정책 방침을 세우고, 근로자들이 자주적으로 안전보건활동에 참여할 수 있는 여건과 환경을 조성해야 할 것으로 판단된다. 재해예방을 위해 사업장에서 보다 협력적이고 효과적인 노사활동이 무엇인지를 알기 위해서는 노사관계와 산업재해예방 관련 연구 및 노조의 재해예방활동 관련 연구가 필요할 것으로 사료된다.

또한 산업안전보건 동향조사가 단면조사라는 한계를 가지고 있어 노사관계가 재해율에 미치는 영향에 대한 분석을 하지 못하였으나, 다음 동향조사가 이루어지면 자료를 통합하여 노사관계가 재해율에 미치는 영향을 심층적으로 분석할 수 있을 것으로 보인다.

활용방안 및 기대성과

협조적 노사관계가 근로자 참여, 재해위험정도를 경유하여 산업재해예방활동에 미치는 경로를 알아보았다. 따라서 재해예방활동 수준 향상과 재해율 감소를 위해 노사의 신뢰적이고 협력적인 관계유지의 중요한 역할을 강조한다. 더불어 향후 연구를 통해 협조적 노사관계가 산업재해예방활동에 미치는 추가 경로를 찾아 재해율을 감소시킬 수 있는 방안을 마련할 수 있을 것으로 본다.

중심어

노사관계, 안전보건경영활동, 재해예방활동, 근로자참여, 재해위험정도, 경로분석

참고문헌

조흠학. 노사관계에 따른 재해율 분석(2012 이사장 보고자료). 산업안전보건연구원, 2012

김현주. 사업장의 노사참여적 산재예방활동 촉진 방안 연구. 산업안전보건연구원 2004, 111

신운철, 김진현, 홍용수. 소규모 사업장에 적합한 재해예방 기법 연구. 산업안전보건연구원 2011, 45

Robinson, James C. Toil and Toxics: Workplace Struggles and Political Strategies for Occupational Health. Berkeley: University of California Press, c1991 1991

Hideyasu AOYAMA. Workers' participation in occupational safety and health in Japan. International Labour Review, Vol. 121, No. 2, March-April 1982

연구 책임자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 조흠학
연락처: 032-5100-901, hmhak@hanmail.net

02 산업안전보건 동향조사 심층분석 -산재예방 목표집단 선정-

연구 필요성 및 목적

산재예방사업의 대상을 선정하고 계획하는 단계에서는 안전보건에 영향을 주는 사업장의 특성을 심도있게 고려하여야 한다. 여기서의 사업장 특성은 유해위험작업뿐만 아니라 사업장의 안전보건활동, 근로자와 사업주의 안전의식을 포함하며 따라서 해당 사업장의 관련정보를 분석하는 것이 선행되어야 한다.

본 연구에서는 2012년 정책연구 사업으로 수행한 산업안전보건동향조사 결과를 이용한 통계분석을 통해서 제조업 중분류를 기준으로 하는 업종의 안전보건특성을 파악하고 이를 통해 사업장이 자신이 속한 업종의 안전보건 특성을 파악하게 하고 나아가 산재예방 정책사업 수립을 위한 목표집단과 정책집행이나 개입의 우선순위를 설정에 도움이 될 수 있는 자료를 생산하고자 한다.

연구내용 및 방법

본 연구에서는 2012년도에 실시한 산업안전보건동향조사 결과를 이용하였다. 가중치를 적용하여 모수를 추정한 업종별 근로자수, 재해자수로부터 재해율을 추정하고, 안전보건경영활동, 교육실시율, 화학물질관리, 보호구관리, 위험기계·기구관리, 근로자 건강관리, 정보전달 및 의사소통, 안전문화 활동의 8개 분야에 대한 업종별 평균을 구한 후 Z-점수로 표준화하였다.

정책개입의 우선순위 설정을 위하여 재해율과 안전보건활동 및 재해의 비중을 나타내는 업종별재해자수를 표준화한 점수를 기준으로 계층적 군집분석을 실시하여 정책적 개입의 운선순위 군집으로 분류하였다.

업종별 안전보건활동 수준을 알아보기 위하여 재해율과 안전보건활동 표준화된 점수를 축으로 업종별로 방사형 도표를 작성하였다.

연구결과

업종간 비교를 위하여 표준화된 재해율과 안전보건활동요인점수를 좌표로 하고 재해의 규모에 해당하는 재해자 수를 원의 면적으로 나타낸 거품도를 작성하여 지속적인 노력이 더 요구되는 집단(노력집단), 현재의 노력을 유지해야하는 집단(유지 집단), 재해발생이 상대적으로 적고 그에 따라 안전보건 활동도 소극적인 집단(소극 집단), 위험도가 높음에도 안전보건 활동이 부진한 집단(주의집단)으로 구분하였다. 주의집단에 속하는 업종은 제재업 및 베니어판 제조업, 수송용기계기구 제조업, 비금속 광물 제품 및 금속제품 제조업 등, 기계기구 제조업, 도금업, 목재품 제조업, 인쇄업, 수제품 제조업의 8개 업종이었다.

재해율, 안전보건활동 수준 및 재해자수를 기준으로 계층적 군집분석을 실시한 결과 정책개입의 최우선순위에 포함되는 것은 식료품 제조업, 제재업 및 베니어판 제조업, 비금속 광물 제품 및 금속제품 제조업 등, 금속재료품 제조업, 기계기구 제조업, 수송용기계기구 제조업의 6개 업종이고, 두 번째는 목재품 제조업, 펄프·지류 제조업 및 제본 또는 인쇄물 가공업, 인쇄업, 유리 제조업, 도금업의 5개 업종이며, 세 번째는 화학제품 제조업, 선박건조 및 수리업이었다.

제조업 29개 중분류 업종별 재해율과 안전보건활동 수준을 방사형 도표로 제시하고 업종별 특성을 분석하였다.

활용방안 및 기대성과

이 연구를 통해, 제조업 사업장에서 자신이 속하는 중분류업종의 안전보건활동의 수준을 가늠할 수 있을 것이고, 산업안전보건 정책의 수립시 업종별 개입전략의 수립에 이용할 수 있을 것이다.

중심어

안전보건동향조사, 제조업, 중분류업종, 개입우선순위, 안전보건활동 수준

참고문헌

강병서 등, 사회과학 통계분석, 한나래아카데미, 2012

박병일 등, 2009 산업안전보건동향조사 심층분석 보고서, 산업안전보건연구원, 2010

박홍윤 등, 안전문화인증제 모델 및 기준개발에 관한 연구, 한산업안전보건연구원, 2011

신철임 등, 사업장의 비정규직근로자 고용비율에 따른 안전보건 실태 비교, 산업안전보건연구원, 2006

원성훈 등, 사업주와 근로자의 안전의식 수준 조사연구, 산업안전보건연구원, 2005

연구 책임자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 김기식
연락처: 032-5100-900 kmkskkr@gmail.com

03 사업장의 작업중지권 행사에 관한 실태조사

연구 필요성 및 목적

산업재해가 발생할 급박한 위험이 있을 경우 근로자는 작업을 중지하고 대피한 후에 지체 없이 그 사실을 바로 위의 상급자에게 보고하여 작업을 중지하도록 하는 규정이 있다. 산업안전보건법 제26조 제3항의 근거에 따라 산업재해가 급박한 위험이 있다고 믿을 만한 합리적인 근거가 있을 때에는 동법 제26조 제2항에 따라 작업을 중지할 수 있으며, 대피한 근로자에 대하여 해고나 불리한 처우를 하여서는 아니 되도록 하고 있다. 그러나 실제로 현실적으로 불리한 처우를 받을 것을 우려하여 근로자가 현실적으로 작업중지권을 행사 할 수 없다는 문제가 제기 되고 있어, 작업중지권 행사에 대한 심층면접조사를 통해 현장에서 어떠한 문제가 있어 작업중지권이 제대로 작동이 안되는지 정확한 실태를 파악하고자 한다.

연구내용 및 방법

연구내용은 산업안전보건법 제26조의 작업중지권 행사에 어떠한 문제가 있는지를 파악하여 산업안전보건법 제26조의 규정에서 무엇이 '급박한 위험'인지를 구체적으로 찾아보고 행사 내용과 방법에 대하여 실태조사를 통하여 찾아보기로 한다.

연구방법으로는 우리나라 산업안전보건법의 작업중지권에 대한 현황 및 변화에 관한 문헌을 검토하여 작업중지권이 어떻게 도입되었으며 그 동안 작업현장에서 어떻게 사용되고 있는지에 관한 문헌을 살펴봤다. 작업중지권 행사 실태를 파악하기 위한 현장을 중심으로 면접을 통하여 조사하였다.

현장의 산업안전팀 담당자 혹은 노동조합 안전담당자와 2시간 내외의 심층포커스 인터뷰(In-depth Focus Interview)를 실시하였고(Qualitative Analysis), 그리고 작업중지권에 관련된 사례를 종합적으로 정리하고 이를 바탕으로 정책적 시사점을 도출하는 방법을 택하였다.

연구결과

작업중지권의 '급박한 위험'에 관해 추상적인 의미로 해석되고 있어 근로자 스스로가 판단하여 급박한 이유라고 하기에는 논란이 발생하고 있다. 따라서 시행령이나 시행규칙에 급박한 위험의 정의를 명확하게 정리하는 것이 타당하다고 본다. 급박한 위험에 관한 용어를 "산업재해가 발생할 위험을 인지한 경우"로 수정하는 것이 좋을 것 같다는 의견이고, 안전관리규정에 급박한 위험의 정의를 포함하도록 강제하는 것이 필요하다. 또한 작업중지권이 행사되었을 때 작업중지가 정당한 것인지 아니면 다른 의도에서 작업중지를 행사했는지의 판단할 수 있는 기구가 필요하다고 본다.

활용방안 및 기대성과

작업중지권을 두고 노사가 현장에서 어떠한 입장을 취하고 있는지를 파악하여 합리적 작업중지권 작동을 위한 대안 마련의 자료로 활용할 수 있을 것이다. 작업중지권의 명확한 근거가 마련되면 산업 재해의 사전예방이라는 의미에서 크게 활용할 수 있을 것이라 본다.

중심어

작업중지권, 근로자, 사업주, 안전보건교육, 업무정지, 작업거부, 급박한 위험, 산업안전보건위원회

참고문헌

김병진, "ILO기준과 산업안전보건법상 근로자 참여제도의 비교" 노동법논총, 2004, Vol.6, 250-251p

국토해양부, 「건설공사 안전관리업무 매뉴얼」, 국토해양부, 2010.

정재희, 「산업안전보건 선진화 방안」, 국가경쟁력강화위원회 연구용역, 2012.

이윤근, 「화학물질 누출사고! 하도급근로자들의 인권은 없었다.」, 국가인권위 2013년 제1회 인권경영포럼, 국가인권위원회 토론문, 2013

연구 책임자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 조흠학
연락처: 032-5100-901 hmhak@hanmail.net

04 산업안전보건법의 적용범위에 관한 타법과의 비교연구

연구 필요성 및 목적

현재 산업안전보건법에서 광산보안법, 항공법, 선박안전법, 원자력안전법의 일부 적용에 관한 부분이 오랫동안 개정되지 않아 민원이 끊임없이 제기되어 왔다. 그래서 산업안전보건법 시행령 제2조의2 별표 1의 3호에 관한 부분에 재검토가 필요하다고 본다. 지금까지 광산, 항공, 선박, 원자력 분야의 사업장에서는 해당 업종 법률로 적용을 받고 있지만 적용되지 못하는 규정은 산업안전보건법을 적용받고 있다. 따라서 산업안전보건법을 적용하게 되면 같은 사업장에 여러 법률이 중복 적용되어 예방대책에 혼선을 가지고 올 수 있기에 타 법률에서 적용된다면 산업안전보건법에서는 적용제외로 인정될 수 있다고 본다.

따라서 타 법률과 산업안전보건법의 적용기준을 비교 분석하여 보고 산업안전보건법의 적용제외 기준을 분석하여 반드시 적용제외가 필요한지를 알아보도록 한다.

연구내용 및 방법

시행령 제2조의2 별표1 제3호의 산업안전보건법 일부를 적용 제외하는 타법에 대하여 산업안전보건법과의 관계를 연구하고 해당 법의 적용범위, 산업안전보건법과 관련된 규정, 중복적인 내용 등을 조사하였다. 타법 적용 사업에 대하여 산업안전보건법의 일부적용 범위에 관한 비교를 통하여 적용범위의 이론적 근거를 제시하였고, 타법 적용 사업, 제외 사업을 알기 쉽게 재정리하고 산업안전보건법의 일부적용 범위에 대한 이론적 타당성 검토하였다.

연구결과

타법률과 산업안전보건법과 비교한 결과 산업안전보건법을 적용 가능한 경우로는 산업안전보건법 제16조의2, 동법 제18조, 동법 제19조, 동법 제28조, 동법 제29조, 동법 제29조의2, 동법 제34조의 2 ~ 제39조의 2, 동법 제48조, 동법 제49조, 동법 제49조의2, 동법 제50조, 동법 제8장이다. 하지만 예외적으로 광산보안법에서도 산업안전보건법 제48조·제49조, 항공법에서도 산업안전보건법 제36조의2·제34조, 선박안전법에서도 산업안전보건법 제34조·제35조의3·제39조, 원자력안전법에서도 산업안전보건법 제36조의2·제36조의4·제49조의2·제8장과 유사한 규정을 갖고 있지만 명확하게 되어 있지 않아 산업안전보건법을 적용하는 것이 타당할 것으로 본다.

타 법률을 개정해야 하는 경우로는 안전관리자, 교육, 작업중지, 기술상의 지침, 방호조치, 작업환경측정, 산업안전보건관리비의 계상, 안전조치, 안전관리규정, 감독상의 조치, 영업정지의 요청에 관한 규정들이다. 작업중지를 예로 들면 사업 특성상 광산, 원자력은 작업 중 중지가 가능하다. 하지만 항공, 선박 분야는 운항중에 작업중지를 실시 할 수 없어 사실상 산업안전보건법을 적용하기가 어렵기 때문에 각 법률에 맡겨 적용하는 것이 타당하다고 본다.

활용방안 및 기대성과

산업안전보건법과 타 법률과의 비교 분석을 통해 중복 적용되는 부분을 일원화 시킬 수 있고 업종별로 다른 규정을 정리하면 현장에서 보다 효율적 예방사업을 전개할 수 있다고 본다.

중심어

산업안전보건법, 광산보안법, 항공법, 선박안전법, 원자력안전법, 적용제외규정, 일반법, 특별법

참고문헌

김창이, 광산보안법 선진화연구보고서, 법무법인양헌, 2011

박두용, 산업안전보건법 적용범위 타당성에 관한 연구, 산업안전보건연구원, 2012

조흠학, 산업안전보건법 확대적용에 관한 연구, 한구노총 중앙연구원, 2006

김영임, 중소규모 사업장의 안전보건교육제도 및 운영 개선방안, 한국산업안전공단 산업안전보건연구원, 2004.

연구 책임자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 조흠학
연락처: 032-5100-901, hmhak@hanmail.net

05 근로환경조사 심층분석 : 근로자 건강수준 격차 분석

연구 필요성 및 목적

근로자의 건강수준 격차를 분석함으로써 산업보건 문제의 수준을 모니터링 할 수 있으며, 나아가 근로자 건강보호를 위한 제반 사업의 효과성과 효율성을 높일 수 있는 합리적인 목표 집단 선정의 근거를 제공할 수 있다. 본 연구의 일반적 목적은 근로자 건강수준의 격차를 분석하고 관련 요인을 파악하는 것이다. 구체적으로 건강수준과 관련된 지표를 개발하고, 근로자 건강수준에 영향을 미치는 제반 요인을 포함한 건강불평등 설명 모델을 검증하는 것이다.

연구내용 및 방법

본 연구에서는 산업안전보건연구원에서 실시한 취업자 근로환경조사 자료로서, 2006년의 1차 조사(박정선 등, 2007), 2010년의 2차 조사(산업안전보건연구원, 2010), 2011년의 3차 조사(산업안전보건연구원, 2011)자료를 이용하였다. 본 연구의 일차적인 분석 내용은 작업과 관련된 제반 증상을 몇 가지나 경험하였는지와 주관적 건강수준을 중심으로 건강수준 격차를 분석하였다. 두 번째는 근로자의 일반적 특성인 성, 연령, 학력, 업종, 소득수준 및 고용형태 등의 특성을 기준으로 건강수준의 차이를 알아보았으며, 제반 유해위험요인에 대한 노출 근로시간을 포함하여 근로자의 건강불평등 모델을 검증하였다.

연구결과

근로자의 건강수준을 나타내는 평균 경험 증상수의 연도별 변화를 살펴보면 2006년도의 경우 1.081개, 2010년도의 경우 1.131개, 2011년도의 경우 0.989개였으며 이를 조사된 총 증상수로 표준화하여 변화를 살펴보면 2006년도에는 0.068(1.081/16), 2010년도에는 0.087(1.131/13),

2011년도에는 0.076(0.989/13) 등으로 나타나 근로자 집단내의 경험 증상수가 감소하고 있어 격차가 줄어드는 경향을 보이는 것으로 해석된다. 평균값의 분산 정도를 나타내는 변이계수를 기준으로 보더라도 근로자 집단의 경험 증상수의 분포는 2006년도에 2.270에서 2010년도 1.430 그리고 2011년도에 1.429 등으로 감소하여 분산의 폭이 줄어들고 있어 불균등 정도가 감소하고 있다고 볼 수 있다. 반면 지니계수의 변화를 살펴보면 2006년도에는 0.840이었으나 2010년도에는 0.690, 2011년도에는 0.673 등으로 감소하고 있어 작업관련 경험 증상수의 불균등 정도는 감소하는 것으로 이해된다. 2010년도와 2011년도에 측정된 주관적 건강상태는 2010년도에 비하여 2011년도에 약간 감소하였으나 변이계수도 감소하여 동질성 정도가 높아졌으며, 지니계수도 감소하여 불균등 정도가 낮아진 것으로 나타났다. 건강불평등 모델에 대한 검증 결과 고용형태 특성은 작업장의 제반 유해위험요인에 대한 노출 근로시간을 경유하여 건강에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이러한 영향력은 2006년도에는 일부 요인에 한정되었으나 2011년도에는 모든 요인에서 확인되었다. 다만 정규직 근로자와 비정규직 근로자 간에는 유해위험요인 종류에 따라 노출 근로시간의 차이가 반대로 나타나기도 하였다.

활용방안 및 기대성과

본 연구에서는 근로자의 건강수준이 연도별로 어떻게 변화되었는지를 동일한 설문지 조사 자료를 이용하여 분석하였다. 따라서 앞으로 이루어질 근로환경조사 자료를 분석할 경우 근로자 건강수준을 모니터링 할 수 있을 것이다. 아울러 본 연구에서 제시된 근로자 건강수준 지표와 건강불평등 지표를 통해 근로자 건강불평등 현상의 관찰하는데 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 실천적으로 본 연구에서 밝혀진 고용형태별 유해위험요인에 대한 노출 근로시간의 차이와 그로 인한 건강수준의 차이에 대한 검증 결과를 바탕으로 근로자 건강수준을 향상시키기 위한 전략을 마련할 수 있을 것이다. 특히 작업 현장에 존재하는 다양한 유해위험요인에 대한 노출 수준을 감소시키는 전략이 건강불평등을 해소하고 건강수준을 높이는 중요한 방안이 될 것이다.

중심어

근로자, 근로환경, 건강수준 격차, 건강불평등, 지니계수

참고문헌

Benach J, Muntaner C, Solar O, Santana V, Quinlan M, and the Emconet Network. Employment, work, and health inequalities: A Global perspective. Geneva: WHO, 2009.

National Occupational Safety and Health Institute. Occupational Health Disparity. http://www.cdc.gov/niosh/ programs/ohd/goals.html. 2013. 1. 28

World Health Organization Regional Office for Europe. Environmental health inequality in Europe. Copenhagen; WHO Regional Office for Europe, 2012

연구 책임자: 산업안전보건연구원 안전정책연구실 이경용
연락처: 032-5100-751, rky0906@kosha.net

06 근로환경조사의 정확성 제고를 위한 조사방법론 연구

연구 필요성 및 목적

근로환경조사는 일반 가구들에 대한 방문조사를 통하여 우리나라 취업자들의 직장에서의 기계적, 물리적, 화학적 위험 요인과 더불어 건강, 안전, 직무스트레스 등과 관련한 사회 심리적 요인이 근로환경에 미치는 영향을 파악하고 산업재해보상보험 적용 근로자의 실제 재해 규모뿐만 아니라 산업재해보상보험 비적용 대상 근로자들에 대한 재해 규모도 함께 조사하여 국가 산업 재해 예방정책 수립의 기초자료로 사용할 수 있도록 하고 있다.

이러한 가운데 김선웅 외 3인(2012)은 2011년 제3회 근로환경조사의 원 자료의 심층 분석 과정에서 근로환경조사의 여러 가지 문제점들을 확인하였고 이들 문제점들을 조사방법론(survey methodology) 연구를 통하여 개선하도록 제시하였다. 따라서 이를 기초로 2014년 제4회 근로환경조사가 성공적으로 실시되도록 하기 위해서 다음과 같은 종합적인 조사방법론 연구를 진행한다.

연구내용 및 방법

근로환경조사의 정확성과 신뢰성을 높이도록 하기 위하여 다음 연구를 진행한다. 제4회 근로환경조사 표본설계 실시 및 보고서 작성하고 국내 가구 방문조사에서 발생할 수 있는 다양한 문제점들에 대한 정확한 실태 파악하고 근로환경조사를 위한 새로운 조사방법론 연구하며 근로환경조사의 정확성을 높이기 위한 종합적인 현장조사 전략 모색, 근로환경조사 자료 분석을 위한 고급조사통계기법 개발하고자 한다.

이들 연구 결과는 제4회 근로환경조사 과정 중에 발생할 수 있는 조사표와 관련된 타당도(validity)와 측정오차(measurement error), 자료처리에 따른 처리오차(processing error), 표본설계와 관련된 커버리지오차(coverage error)와 표본오차(sampling error), 가구 접촉불가 및 조사

거부 등에 의한 무응답오차(nonresponse error), 가중치 조정 등 통계적 추정 방법 사용에 따른 조정오차(adjustment error) 등을 체계적이고 과학적으로 줄이도록 함으로서 정확한 조사가 이루어지도록 할 것이다.

연구결과

근로환경조사를 위한 새로운 표본설계를 하였다. 자세한 이야기로는 근로환경조사에서 재해통계에 대한 정의와 함께 2011년 제3회 근로환경 조사 원자료를 분석하여 비용적인 측면에서 효율적이고 실사/감독 시에도 편리하도록 기존의 층화와 다른 방법을 사용하여 전국의 가구들을 층화한 후 3단계(1차-시군구, 2차-조사구, 3차-가구)에 걸쳐 표본을 추출하도록 설계하였다. 최신 전자지도를 최신 목록화하는 과정을 진행하였고 새로운 6단계 가중치 조정방법을 제시하였다. 층화 3단계 설계에 따른 모수 추정식 및 분산식을 도출하였고, 산업대분류 및 종사자 규모 등의 도메인에 따른 추정기법을 소개하였다. 또한 구체적인 조사전략 마련 및 가이드라인 제시하고 조사표 평가를 위한 근로환경조사 조사표 개선안 제시하였으며 컴퓨터를 이용한 최신 조사방법론 도입 방안 제시 및 시험 운영 실시할 것을 제시하였다.

활용방안 및 기대성과

본 연구의 결과물들은 2014년 제4회 근로환경조사 진행 과정 중에 직접 활용될 수 있다. 새로운 표본설계를 실사 및 분석 시 사용함으로서 커버리지오차, 표본오차 및 조정오차 등이 개선될 수 있다. 가구방문조사 성공률을 높이기 위한 조사 전략 및 가이드라인(지침서)은 국내 현장조사 시 연구원/조사감독자 및 면접원이 현장조사에서 부딪치는 심각한 문제인 가구 무응답을 줄이는데 기여할 것이다. 그리고 개선된 근로환경조사 조사표를 사용함으로서 조사문항들의 타당도를 높이고 측정오차와 무응답을 줄일 수 있다. 아울러 컴퓨터를 이용한 최신 자료수집방법을 적극 도입함으로서 실사 중 발생할 수 있는 다양한 오차들을 크게 개선시킬 수 있을 것이다.

중심어

사고경험자수(사고경험율), 질환 경험자(질환 경험율), 층화, 3단계 집락추출 표본 설계, 1차 추출단위, 2차 추출단위, 3차 추출단위, 가중치, 사후층화 가중치 조정, 래이킹 방법, 패러데이터, 방문회수, 표본대체, 가구방문기록표, 조사표 설계, 조사표 평가, 인지면접, CAPI 시스템, CATI 시스템

참고문헌

김선웅 외 3인, 취업자 근로환경조사 심층분석 연구 - 근로환경조사를 활용한 산재통계분석 강화 방안, 동국대학교 서베이앤헬스폴리시리서치센터, 2012

Battglia, M. P., Izrael, D., Hoaglin, D. C., and Frankel, M. R. Tips and Tricks for Raking Survey Data. Proceedings of American Statistical Association, 2004; 4740-4744

Groves, R. M., Survey Errors and Survey Costs, John Wiley and Sons, 2004

Groves, R. M., Fowler, F. J., Couper, M., et al. Survey Methodology, New York: John Wiley & Sons, 2009

Willis, G.Cognitive Interviewing: A Tool for Improving Questionnaire Design. Sage Publications: Thousand Oaks, California; 2005

연구책임자: 동국대학교 김선웅
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 윤영식
연락처: 02-2285-6320 sunwk@dongguk.edu

07 산재예방 통합정보시스템 구축을 위한 정보화 전략계획 수립 연구

연구 필요성 및 목적

공공기관 산재예방 행정업무 혁신과 산재예방 서비스 개선을 위하여 공공 및 민간 · 관련기관 등에 산재되어 있는 산재예방 데이터들의 원활한 유통과 신속한 활용에 대한 시스템 구축 필요성이 제기되었다. 본 연구에서는 공공기관의 산재예방 업무와 관련된 산재예방 데이터들의 현황을 분석하여, 적용 · 활용에 대한 공공사업의 실효성 판단하고, 산재예방 통합 정보시스템 구축 시 공공정보의 연계와 공유를 위한 기반을 마련하기 위한 목표모델을 제시함으로써 효과적인 산재예방 데이터의 적용과 활용 방안을 제시하고자 한다.

연구내용 및 방법

본 연구의 내용은 산재예방과 관련된 공공 및 민간 · 관련기관의 데이터를 통합하여 운영하는 산재예방 통합 정보시스템 구축에 대한 구체적 실행모델을 수립하는 것으로 이를 성공적으로 도출하기 위해 ① 환경 분석 ② 현황 분석 ③ 목표 모델 정의 ④ 실행 계획 수립의 4단계로 연구를 수행한다.

연구결과

본 연구에서는 핵심개선방향으로 ①산재예방 통합 데이터 모델 수립 ②산재예방 통합관리 플랫폼 구축 ③산재예방 업무처리 시스템 고도화 ④산재예방 통합 정보시스템 운영 모델 수립 ⑤산재예방 정보의 품질관리 방안 마련 ⑥산재예방 정보 유통을 위한 개방형 I/F 구축 ⑦유관 및 민간기관 산재예방 정보 연계 체계 구축의 7대 개선과제를 도출하고 이에 대한 목표 모델을 제시하였다. 통합정보시스템 실행계획 수립 단계에서는 7대 개선과제를 실행관점에서 3대 과제로 재 정의하고, 각각의 실행과제를 수행하기 위한 일정과 예산 등의 실행계획을 제시하였다.

활용방안 및 기대성과

본 연구결과는 고용노동부 및 안전보건공단에서 산재예방 업무 개선과 통합정보시스템 구축을 위한 사업추진 시 현황파악 및 구축 가이드로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

중심어

산재예방 업무혁신, 정보 통합, 통합 데이터 모델, 통합정보시스템 구축, 산재예방 정보시스템 고도화

참고문헌

윤훈주, 김진희, 김평 등. 산재예방 통합정보시스템 정보화 전략계획 수립방안에 관한 연구. 한국산업안전보건공단 연구자료 2009

조성환. 산업안전보건체계의 현황과 대안. 제10차 산재예방시스템선진화위원회 전체회의 발표자료 2012

김준한, 이영섭, 윤홍선 등. 산재예방 통합 DW 구축 방안 연구. 한국산업안전보건공단 연구자료 2012

한국정보화진흥원. 새로운 미래를 여는 빅데이터 시대. 2013

Deloitte. Tech Trends 2012: Elevate IT for digital business. 2012

Gartner. Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2013. 2012. Available from: URL:http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=2209615

Chuck Hollis. Ten IT Predictions For 2013. 2012. Available from: URL:http://chucksblog.emc.com/chucks_blog/2012/10/ten-it-predictions-for-2013.html

국가정보화전략위원회. 스마트 국가 구현을 위한 빅데이터 마스터플랜. 2012

연구 책임자: (주)벨텍컨설팅 김준한
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 김기식
연락처: 02-727-5600 junhan.kim@valtech.co.kr

08 산재예방사업 심층평가(Ⅱ,Ⅲ)-산업보건사업 및 화학물질 관련 사업을 중심으로

연구 필요성 및 목적

한정된 국가자원의 효율적인 집행을 위하여 현재 수행되는 산재예방산업에 대해 적절성, 타당성, 효과성, 경제성, 사업성과 등을 고려한 전반적이고 객관적인 평가의 필요성이 대두 되었다.

본 연구에서는 2012년 수행된 바 있는 산재예방사업 심층평가(Ⅰ)의 결과로 도출된 평가 지표를 사용하여 산재예방사업의 3가지 분야(산업보건분야, 교육홍보분야, 안전건설분야) 중 산업보건분야 사업인 산업보건전문기관 질관리 강화(특검비용지원), 산업보건전문기관 질관리 강화(작업환경 측정비용지원), 소규모 사업장 보건관리 사업, 작업환경측정 결과 신뢰성 평가(측정기관 정도관리), 물질안전보건자료(MSDS) 정보 구축 및 제공, 위험성평가 컨설팅 및 인정 사업 등에 대한 심층 및 일반평가를 통해 효과적이고 효율적인 자원 할당 및 배분을 위한 과학적 근거를 마련하고자 하였다.

연구내용 및 방법

산재예방사업 중 산업보건분야 사업의 3가지 단계(계획, 집행, 성과), 6가지 지표(적절성, 효율성, 일관성, 효과성, 효율성, 지속성)를 통하여 사업을 평가하였다. 이는 각 분야 전문가들의 의견과 사업장 보건 담당자 및 근로자, 사업주들을 대상으로 한 광범위한 설문 평가로 이루어졌으며 각 사업 분야 점수 산출의 객관성 유지와 분야별 사업 특성을 반영하기 위하여 2012년 산재예방사업 심층평가(Ⅰ)에서 AHP 방식의 설문을 이용한 가중치를 사용 하였다.

연구결과

근골격계 질환 예방지원, 근로자건강센터 설치·운영, 근로자 건강증진 활동 지원(노사주도 건강증진활동 비용지원), 근로자 건강증진 활동 지원(건강증진활동 참여사업장 확산) 등을 평가하였다.

평가 결과는 근골격계 질환 예방지원 사업의 경우 전체 평가 등급은 'B' 였고 표준 점수는 78.08점의 결과를 보였다. 근로자건강센터 설치·운영 사업의 경우 평가등급은 'A' 였고 표준 점수는 86.56점 이었다. 근로자 건강증진 활동 지원(노사주도 건강증진활동 비용지원) 사업의 경우 평가 등급 'B' 였고 표준점수는 85.24점 이었다. 근로자 건강증진 활동 지원(건강증진활동 참여사업장 확산)은 평가 등급 'B' 였고 표준 점수는 75.17점 이었다.

활용방안 및 기대성과

이들 사업 평가의 전반적인 결과를 보면 먼저 모든 평가 대상 사업이 'B' 이상의 평가를 받았다는 것이다. 이는 'C', 'D' 평가가 있었던 고용보험사업 평가와 대비된다. 산업위생 분야 사업에 비해 산업보건 사업의 평가 결과가 전반적으로 낮았다. 이는 사업의 특성 작업환경은 사업결과 쉽게 개선되어 결과가 나타날 수 있는데, 반해 보건사업은 사업 결과가 쉽게 나타나지 않는 것과 관련이 있다. 보건사업의 평가가 전반적으로 낮았으나 평가 내용을 구체적으로 살펴보면 사업의 필요성 부분은 모두 'A'로 평가 받았는데 반해, 사업 예산의 규모와 지출의 적절성 부분은 대부분 'C' 로 평가 받았고, 'D'로 평가 받은 사업도 있다.

평가 대상 사업이 전체적으로 평가가 나쁘지 않았지만, 구체적인 평가 내용에 따라서 다소 차이를 보이고 있다. 따라서 평가 대상 사업의 상대평가 보다는 각 사업 평가의 구체적인 내용을 파악함으로서 사업 전개 방향을 정하는 것이 평가 결과를 활용하는 방안이라고 생각한다.

중심어

산재예방사업 심층평가(I), 산업보건 분야사업, 등급, 표준점수

참고문헌

고영선·김정호(2007). 재정사업 심층평가 지침. 한국개발연구원.

고용보험 사업심층 평가, 한국직업능력 개발원 (2007~2009)

권민영, 구본재, 이국희. AHP 기법을 적용한 IT프로젝트 사전타당성 평가항목의 가중치 산출. Information Systems Review, 8(1), 265-285 (2006)

기금운용평가단(2006). 고용보험기금 재정사업 자율평가 검토의견.

Belle, SV, Marchal, BM, Dubourg, D, & Kegels, G (2010). How to develop a theory-driven evaluation design? Lessons learned from an adolescent sexual and reproductive health program in West Africa. BMC Public Health, 10:741

CDC. (n.d). Fact sheet-Ten essential services

Chen, 1990. Theory-driven evaluation. Newbury Park, CA: Sage.기획예산처 기금운용평가단 (2007). 기금존치평가보고서.

산재예방사업 심층평가(Ⅱ) - 산업보건 사업을 중심으로
연구책임자: 관동대학교 송재석
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 김기식
연락처: 033-649-7469 songjs@kd.ac.kr

산재예방사업 심층평가(Ⅲ) - 화학물질관련 사업을 중심으로
연구책임자: 연세대학교 원종욱
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 김기식
연락처: 02-2228-1872 juwon@yuhs.ac.kr

09 산업안전보건위원회 운영 활성화 방안 연구

연구 필요성 및 목적

선진 국가들의 경험으로 볼 때, 사업장 내 실질적인 안전보건 효과를 높이기 위해서는 사업주와 근로자의 자발적 참여를 중심으로 한 안전보건 활동이 중요하다는 인식이 확대되어 왔다. 우리나라의 경우 사업주와 근로자의 참여를 근간으로 하는 안전보건 제도로서 산업안전보건위원회(산안위) 제도를 갖고 있다. 그러나 산안위의 적용대상 업종이 제조업 중심으로 한정되어 있고, 노동조합 조직률이 낮고 노조가 대기업을 중심으로 조직되어 있는 경우가 많아 산안위가 형식적으로 운영되는 경우가 많기 때문에 법 취지에 맞게 운영되도록 방안을 강구할 필요가 있다.

연구내용 및 방법

연구내용은 산안위 운영 실태조사와 산안위의 법적 제도 개선 방안검토, 그리고 산안위 활성화 방안 모색과 운영 매뉴얼 개발로 나누어 수행되었다.

산안위 운영실태 조사를 위한 조사 대상 사업장은 고용 규모(300인 이상/미만)와 노동조합 조직 유무를 기준으로 총 4개의 블록으로 나누어 선정하였다. 선정된 사업장의 노사 산안위원들 중 최소 각 1인 이상에 대해 개발된 설문지를 이용하여 질적 연구 전문가가 심층 면접을 실시하였다. 산안위의 법적 제도 내용을 산안위의 구성 대상(파견/하청 근로자 참여 부재), 운영방법, 의결내용, 조치 방법, 벌칙, 감독 등의 적절성 및 현실 적합성을 중심으로 검토하였다. 또한 주요 선진국의 노사참여적 산재예방 활동을 중심으로 한 법과 제도에 관한 고찰을 실시하였다. 산안위 운영 실태조사 결과와 법적 제도 검토 결과를 종합하여 산안위 운영 활성화 방안을 도출하고, 쉽게 사업장에서 활용 가능하도록 산안위 운영이 잘되고 있는 사업장의 사례를 활용하여 운영매뉴얼을 개발하고자 하였다.

연구결과

산안위 운영 실태조사는 질적 조사를 통해 수행하였다. 조사 결과 산안위 운영이 비교적 활성화 되어 있는 사업장들은 산안위원들의 회의 참여 시간 및 안건 준비 시간이 확보되어 있고, 노사 위원들의 교육 기회가 공평하게 주어져 안전보건에 대한 전문성이 높은 공통적인 특성을 나타냈다. 또한 산안위의 심의, 의결 사항에 대한 회의 결과 공지와 피드백이 잘 이루어지고, 산안위 외에 별도의 실무회의를 두어 안건의 경중에 따라 처리함으로써 효율적인 운영을 하고 있었다.

산안위 운영이 매우 형식적이거나 노사 간 만족도가 매우 낮은 사업장은 (1) 노동조합이 조직되어 있지 않아 근로자 측 위원의 참여가 매우 수동적이거나 제한적인 경우, (2) 근로자 측 산안위원들의 회의 참여 및 안건 준비 등에 필요한 활동시간 보장이 미비한 경우, (3) 특히 근로자 측 위원들에 대한 교육 기회가 적어 전문성이 낮은 경우 등 공통적인 특성을 보였다.

따라서 산안위 운영을 활성화하기 위한 정책적 제안으로는 (1) 산안위원들의 회의 시간 참여 및 안건 준비 등 회의 준비시간까지 유급 활동시간으로 보장할 것, (2) 노사 산안위원들의 전문성 확보를 위한 교육 참여 보장, (3) 사내 하청이 있을 경우 원청회사 산안위에 하청회사 노사 대표 참여방안에 대한 제도화, (4) 산안위 운영에 대한 모범사례를 발굴하고 운영 매뉴얼을 개발 보급할 것, (5) 법적 규제 준수 여부에 대한 정부의 관리감독 철저 등으로 요약할 수 있다.

산안위의 법적 제도 개선 방안 검토도 요구된다. 산안위 운영 실태에 대한 질적 조사 결과 법적 제도 개선이 필요한 항목은 (1) 하청 업체 대표 및 근로자 대표의 참여를 보장할 수 있는 산안위 구성, (2) 산안위원들에 대한 정기 교육 규정, (3) 산안위원들의 유급 활동시간 보장, (4) 산안위 설치·운영 여부와 심의, 의결 사항에 대한 성실 이행 여부에 대한 벌칙 규정(과태료 500만원)의 확대 적용으로 요약할 수 있다. 산안위 활성화를 위한 운영 매뉴얼 초안도 개발 하였다.

활용방안 및 기대성과

산안위를 효과적으로 운영하고자 하는 사업장에 본 연구 결과 개발된 산안위 운영 매뉴얼을 보급하여 활용하도록 할 수 있으며, 이를 통한 노사 참여적 산재예방 성과를 기대할 수 있다.

중심어

산업안전보건위원회, 근로자 참여, 노사협의회, 운영 매뉴얼

참고문헌

EU-OSHA. Worker representation and consultation on health and safety - An analysis of the findings of the European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER). 2012a

연구책임자 : 대구가톨릭대학교 산업보건학과 최상준
연구원 담당자 : 산업안전보건연구원 정책연구팀 조흠학
연락처 : T)032-5100-901, F)032-518-0863, E)hmhak@hanmail.net

10 외국인근로자 안전보건정보 숙지문제 해결방안 연구

연구 필요성 및 목적

외국인근로자는 법과 제도적 측면에서 내국인과 동일하게 산업안전보건법의 적용을 받지만, 안전보건정보의 숙지를 충분히 할 수 있는 여건이 마련되어 있는지에 대한 연구는 부족하였다. 안전보건정보의 숙지는 사업장관리와 함께 중요한 산재예방의 요인이므로, 본 연구에서는 안전보건정보의 제공·유통·활용 현황을 파악하고, 외국인근로자의 정보 숙지의 문제를 해결하기 위한 대안을 마련하는데 그 목적이 있다.

연구내용 및 방법

연구내용으로는 외국인근로자의 산재현황 및 사망사고를 분석하고, 외국인근로자의 안전보건정보 숙지현황을 파악하고, 사업주의 안전보건정보 제공 현황 파악하였다. 또한 공공기관 및 민간기관의 안전보건정보의 생산유통활용 현황 파악하며, 해외사례를 검토하였고 외국인근로자의 안전보건정보 숙지를 위한 정책 대안 개발을 하였다.

연구방법으로는 문헌을 연구하고, 산재통계 분석 및 3년간 중대재해 보고서를 분석하였고, 사업주, 외국인근로자, 공공기관, 민간기관을 대상으로 면접을 진행하였고, 전문가에게 자문도 구하였다.

연구결과

본 연구는 외국인근로자의 고용이 지속적으로 유지되고 있는 상황에서 외국인근로자에게 안전보건정보가 적절하게 제공되고 숙지할 수 있는 여건이 마련되어 있는지와 그 현황을 알아보고자 하였다. 안전보건정보는 정보의 특성상 수동적으로 찾게 되는 정보이므로 환경적 여건마

련, 법 적용, 정보제공자와 수용자의 연계, 정보제공의 동기부여 및 규제, 정보 수혜자의 정보 숙지에 미치는 요인과 적절한 메시지의 전달, 유통 전략이 필요하다.

활용방안 및 기대성과

활용방안으로는 현재 안전보건공단을 중심으로 공공기관과 민간기관에서 생산되고 활용되고 있는 정보의 내용 및 형태를 종합적으로 정리하여, 정보가 필요한 수요자(사업주, 외국인근로자, 공공기관 및 민간기관, 연구자 등)에게 효과적으로 정보내용 및 출처를 확인하고 안전보건정보와 관련한 기관 및 단체를 알 수 있다. 외국인근로자의 고용현황, 산재현황, 사망사고 분석, 해외사례정보도 적극 활용할 수 있다. 또한 안전보건공단과 고용노동부에서는 생산되고 있는 정보와 활용현황, 정보 수혜자가 원하는 정보의 내용 및 형태를 바탕으로, 향후 생산되어야 할 정보 및 유통경로개선에 대해 반영할 수 있다. 외국인근로자는 입국 후 사업장 배치 전에 받는 취업 후 교육을 내실화하고, 사업주에 대한 정보제공을 받을 권리를 충족시키고, 다양한 형태의 정보를 제공하고 숙지할 수 있는 여건마련에 활용할 수 있다. 지역사회의 민간단체는 지역사회에서 안전보건정보를 제공하고, 훈련하는 프로그램에 대한 지원을 받아, 지역사회자원 결집을 통해 효과적인 교육을 할 수 있다.

기대효과로는 산재현황과 외국인근로자에 대한 사망사고 원인이 분석되어 안전보건정보 생산의 주제를 선정하는데 도움이 될 것이다. 외국인근로자를 대상으로 하는 안전보건정보의 생산, 유통, 활용방안이 체계적으로 파악되어 정책 자료로 유용하게 활용할 수 있을 것이다. 사업주와 외국인근로자, 공공기관과 민간기관의 안전보건정보에 대한 인식 및 요구가 파악되어 정책대상자에 맞는 정책 개발이 될 수 있을 것으로 기대한다.

중심어

외국인근로자, 이주, 안전, 보건, 산재, 정보, 교육, 훈련, 통계, 자료

참고문헌

강동관, 「체류 외국인 실태조사 장단기 계획」, IOM이민정책연구원, 2013.

김규상, 이미영, 박인정 등, 「이주노동자의 건강실태 및 건강관리 방안 연구」, 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원, 2008.

김용규, "국내 이주노동자의 정신건강 현황 및 과제", 국립정신보건교육연구센터, 『정신건강정책포럼』 (2010)4:38-53.

이관형, 조흠학, 유기호 등, 「외국인근로자의 안전보건실태와 보호방안 연구」 한국산업안전보건공단 한국산업안전연구원, 2011.

정진우, 『산업안전보건법상 근로자의 법적 지위』, ㈜한국학술정보, 2012.

조흠학, "외국인근로자의 법률적 보호와 사업주 책임", 『비교노동법논총』 (2010)19집:57~84.

책임연구원: 이화여자대학교 한국여성연구원 연구위원, 사회건강연구소, 정진주
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀
연락처: 02-6401-9082, cjinjoo@gmail.com

11 설계·제조 단계에서의 위험성평가 모델 연구

연구 필요성 및 목적

산업용 기계·기구가 설계·제조 단계에서는 물론 기계장치가 사용하는 기간 동안 지속적으로 안전한 상태를 유지하는 가장 효과적인 방법은 위험성(risk)을 확인한 후 그 위험성을 제거하거나 감소시키는 것이다.

안전보건공단 보고서에 따르면, 최근 2년 동안 발생한 산업기계 재해의 73.5%가 기계결함 및 방호장치덮개 미설치 등과 같은 설계·제조 단계에서의 문제로 인해 재해가 발생한 것으로 나타났다. 따라서 사용자의 안전수칙 준수나 작업장의 환경도 중요하지만, 근원적 안전화 방안으로 기계류의 설계·제조 및 사용 단계부터 위험성평가를 실시하여 보다 안전하고 우수한 제품을 생산 할 필요가 있다. 이에 본 연구는 국제기구(ISO, IEC) 및 선진 외국의 설계·제조 단계에서의 위험성평가 지침 및 매뉴얼 조사를 통하여 국내에 적용이 가능한 위험성평가 지침 및 매뉴얼을 개발하는데 목적이 있다.

연구내용 및 방법

『설계·제조 단계에서의 위험성평가 모델 연구』는 국제기구(ISO, IEC) 및 선진외국의 설계·제조 단계에서의 위험성평가 지침 및 매뉴얼조사를 통하여 국내 적용 가능한 지침 및 매뉴얼 개발을 연구 목표로 하고, 이를 수행할 연구내용 및 방법은 다음과 같다.

첫째, 일본, 영국, 미국에서의 설계·제조 단계에서의 위험성평가 지침 및 매뉴얼을 조사하며, 국제 위험성평가 규격인 ISO 14121 Part 1, Part 2 매뉴얼을 조사하였다.

둘째, 위험성평가 매뉴얼 조사를 통하여 위험성평가를 실시하기 전의 준비단계에 대하여 언급하였다.

셋째, 위험성평가 실시 순서에 대하여 언급하였으며, 설계 및 제조 단계에서의 기계의 제한

사양의 지정 및 관련 법규를 검토하였다.

넷째, 설계·제조 단계에서의 위험성평가에 기초한 대책의 입안을 4단계로 나누어 서술하였다(본질적인 안전설계 대책에 의한 위험성 감소, 안전화 대책에 의한 위험성 감소, 부가적 방호조치에 의한 위험성 감소, 사용상의 정보 제공에 의한 위험성 감소).

다섯째, 위험성 재평가 및 문서화 그리고 위험성평가 개선사례를 기술하였다.

연구결과

설계·제조 단계에서의 위험성평가란 해당 기계와 관련된 정보를 이용하고 위험분석 및 위험평가의 모든 과정을 수행하여 해당 위험의 적절한 감소 여부를 확인하는 일련의 과정이다. 이러한 위험성평가를 실시하는 목적은 기계설비가 포함하는 위험성을 수용 가능한 수준으로 낮추어 안전한 기계 설비를 사용자에게 제공하는 것이다. 본 연구에서는 기계의 설계 및 제조 시 위험성평가를 총 7단계로 나누어 제시하였으며, 이러한 과정은 위험이 감소될 때까지 반복적으로 실시하여야 한다. 각각의 단계는 아래와 같이 간략히 설명할 수 있다.

활용방안 및 기대성과

최근에 제작되는 기계·설비의 구조가 복잡해짐에 따라, 제품의 설계자, 제조자는 사용자를 보호하기 위해 좀 더 향상된 방호조치를 강구해야 할 필요성이 증대되고 있다. 이를 위해 각국은 자국민의 안전과 건강을 위해 안전하지 않는 제품의 수입을 근본적으로 차단하기 위한 규제들을 점차 강화하고 있다. 본 연구를 통해 얻어진 결과는 산업기계에 의한 재해를 근원적으로 근절하고 산업용 기계류의 제조 사업장을 보호하는 등의 효과가 있을 것으로 판단된다. 또한, 설계·제조 단계에서 위험성평가 매뉴얼 개발은 기술인정 기준 등을 보다 높여 산업기계에 의한 국내의 산재예방에 기여할 뿐만 아니라 다양한 방면에서 활용될 수 있을 것으로 판단한다. 마지막으로 정부가 기계류의 제조 사업장을 위해 기술 및 재정 지원을 위한 자료로도 활용할 수 있으며, 산업 기계의 근원적 안전성 확보를 위한 근거 자료로도 활용할 수 있을 것이다.

중심어

위험성평가, 설계 및 제조, 방호조치, 안전성 확보, 산재예방

참고문헌

일본 후생노동성, “機械の包括的な安全基準に関する指針”, 2007

ISO 14121-1, “Safety of machinery - Risk assessment - Part 1 Principles”, 2007

ISO 14121-2, “Safety of machinery - Risk assessment - Part 2, Practical guidance and examples of methods”, 2007

ANSI B11.TR3-2000, “Risk Assessment and Risk Reduction - A Guide to Estimate, Evaluate and Reduce Risks Associated with Machine Tools”, 2000

연구책임자: 인제대학교 보건안전공학과 김태구
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 서동현
연락처: 055-320-3539, tgkim@inje.ac.kr

12 대기업과 중소협력업체의 안전보건협력사업 수행실태 및 확산방안 연구

연구 필요성 및 목적

이 연구의 주요 목표는 대기업-협력업체 안전보건 공생협력 프로그램 사업추진 2년째를 맞이하여, 동 사업을 내실화하고 활성화시키기 위해서 안전보건 공생협력 사업의 2년째의 수행실태를 조사·분석하고자 한다. 첫해와 비교하여 사업의 진전이 이루어지고 있는지를 평가하고, 내실화 및 활성화를 위한 방안 및 공생협력 프로그램 평가 항목 개정안을 제시하고자 하였다.

연구내용 및 방법

연구내용으로는 안전보건 공생협력 사업의 2년째의 수행실태를 조사·분석하고, 첫해와 비교하여 사업의 진전이 이루어지고 있는지를 평가한다. 그리고 내실화 및 활성화를 위한 방안을 제시한다. '건설업 원·하청 상생협력 프로그램' 실태를 조사·분석한다. 기존 평가 지표의 적정성을 분석하여 평가 지표를 수정 보완한다.

연구방법으로는 문헌 연구, 공생협력 프로그램 신청서 및 위험성평가 개선계획서 분석, 면접 실태조사를 통해 수행하였다.

연구결과

사업 2년차를 맞아 작업현장에서 안전보건공생협력 사업이 정착하고 확산되기 위해서는 다음과 같은 것들이 필요하다. 정부의 공생협력프로그램에 대한 확고한 의지 표명이 중요하고 현장의 참여 및 이에 대한 평가를 강화한다. 안전보건공단의 역할이 중요하며, 업종별 특성을 고려한 프로그램으로 개선한다. 위험성평가를 내실화 한다. 자발적으로 참여하는 동기유발을 하기 위해서는 공생협력 프로그램에 참가하는 업체-모기업 또는 협력업체 상관없이-에 대한 다양한

인센티브가 중요하다. 모기업의 협력업체에 대한 지원을 용이하기 위하여 사업신청을 연말에 받고 그 위에서 10월까지는 사업평가가 나오도록 하는 것이 좋다. 사업 시작시, 공생협력 프로그램과 여타 안전보건 사업과의 관계 설정을 명확히 하여 공생협력 프로그램의 자리매김을 할 필요가 있다. 그리고 안전보건 공생협력 사업 평가지표를 수정 보완해야 한다.

활용방안 및 기대성과

협력업체의 지속적인 안전보건 성과향상을 위한 모기업-협력업체 안전보건 공생협력 프로그램이 자리를 잡는다. 협력업체의 지속적인 산재감소를 위하여 공생협력 프로그램에 근거한 공생협력 프로그램 평가지표가 현장평가 중심으로 수정된다. 현장 중심형 공생협력 프로그램 평가지표가 적용되고 우수사례가 발굴되어 사업장에서 모기업-협력업체 공생협력 프로그램을 활성화하고 우수 프로그램을 확산시킨다.

중심어

모기업, 협력업체, 안전보건, 공생협력, 프로그램, 평가지표, 우수사례, 현장평가

참고문헌

백종배, 유해위험작업에 대한 하도급업체 근로자 보호방안 연구, 산업안전보건연구원, 2007.
정진우, 알기 쉬운 위험성 평가, 중앙경제, 2013.
김양호 등, 대기업과 사내·외 하도급기업간의 안전보건 공생협력 평가지표 개발 등에 관한 연구, 산업안전보건연구원, 2012.
사업장 위험성평가실시에 관한 해설지침서. 고용노동부. 2013.
김양호, 박정선. 사업장에서의 위험성 평가 길잡이(번역서), 한울, 2009.

연구책임자: 울산대학교병원 직업환경의학과 김양호
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 서동현
연락처: 052-250-7281 yanghokm@nuri.net

13 산업안전·위생지도사의 업무능력 확보 방안 등에 대한 연구

연구 필요성 및 목적

우리나라는 법적 근거에 따라 산업안전지도사와 산업위생지도사 제도를 운영하고 있다. 지도사는 산업안전보건법령과 관련된 전문적인 평가, 지도, 자문, 평가업무를 수행하도록 하고 있다. 이 제도는 '96년 제도 도입 이후 시험이 중단되었다가 제도를 보완한 이후인 2012년부터 시험이 실시되고 있다.

우리나라 사업장은 총 160여 만 개소가 있는데, 대기업을 제외하고는 현실적으로 사업장마다 산업안전전문가나 산업위생전문가를 자체적으로 고용하는 것은 불가능하다. 그러나 산업안전 및 산업위생은 고도의 전문적 지식과 기술이 필요하다. 또한 기술, 공정, 신규화학물질 등 새로운 정보와 지식이 뒷받침되어야 한다. 따라서 산업안전보건 분야는 외부에서 전문적인 컨설팅이나 지도를 해 주는 시스템이 필요하다.

연구내용 및 방법

본 연구는 산업안전·위생지도사 제도의 의의에 따라 바람직한 지도사 제도를 정립하기 위한 논거와 자료를 제공하기 위해 실시되었다. 어떤 제도든 의미, 목적, 목표 또는 얻고자 하는 효과 및 기대성과가 명확해야 제도설계가 가능하기 때문에 먼저 이러한 측면에서 본 연구의 첫 번째 연구내용은 산업안전·위생지도사의 의의, 의미, 목적, 목표 또는 얻고자 하는 효과 및 기대성과 등에 대해 연구하였다.

본 연구의 연구범위는 산업안전·위생지도사의 의의, 의미, 목적, 목표 또는 얻고자 하는 효과 및 기대성과와 산업안전·위생지도사 업무능력 파악 및 설정하고 우리나라에서 산업안전보건 법령에서 산업안전·위생지도사에게 요구되는 업무내용을 파악하였다.

연구결과

지도사 제도의 도입과 변화 연혁을 정리하였다. 또한 지도사가 어떻게 기사 및 기술사와의 차별성을 가지는가 하는 점을 파악한 결과, 기사나 기술사는 산업안전 및 산업위생에 대한 일정한 수준이상의 지식과 기술을 가진 자에게 부여하는 기술 자격인데 비해, 지도사는 산업안전 및 산업위생분야의 일정한 업무영역에 대해서는 그 업무를 수행할 수 있는 자격을 부여하는 일종의 면허에 해당되는 것으로 나타났다. 이러한 측면에서 지도사의 업무영역 또는 영업(안전/위생의 컨설팅 또는 비즈니스 활동)을 할 수 있는 제도적 뒷받침이 마련되어야 할 것이다. 또한 지도사 제도의 가장 기본적인 선행조건은 산업안전·위생지도사의 전문적 자문, 평가, 지도업무의 수행능력, 특히 산업안전보건법령의 집행 및 이행, 그리고 산업안전보건 제도와 관련된 업무능력의 확보가 필수적이다. 지속적으로 변화하는 기술, 새로운 산업환경에 부응하는 전문능력을 유지하기 위한 방안으로는 지도사 자격을 유지하기 위한 제도적 장치를 마련하는 것도 필요한 것으로 나타났다.

중심어

산업안전·위생지도사, 산업안전전문가, 산업위생학회, 미국의 CSP 및 CIH 제도, 일본의 노동안전위생 컨설턴트 지도사

참고문헌

노동부, 산업안전보건참고자료, 2003.
노동부, 산업안전보건 법령, 2001.
노동부, 중소기업 특성을 고려한 작업환경 개선 모델 연구, 2001.
한국산업안전공단, 작업환경측정 정도관리 평가와 발전방향 제시, 2001.
American Industrial Hygiene Association : Industrial Hygiene Consultants, Am. Ind. Hyg. Assoc. J(50). 1989.

연구책임자: 한성대학교 박두용
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 윤영식
연락처: 02-760-4325 dooyong@hansung.ac.kr

14 주요 외국의 (업종별) 사망재해 조사 연구

연구 필요성 및 목적

'사망 만인율' 지표의 산정 공식에 무엇을 더 담고, 무엇을 빼는 것이, 신고체계 관련 개정안의 취지를 최대한 살릴 수 있는 방안일지, 그리고 예방 통계 산출 공식으로 부족함이 없겠는지, 아울러 국제관례에도 부합하는 방안일지에 대해 고민이 필요한 시점이다. 산재 사망률 감소를 위한 예방정책 수립에 있어 또 하나의 중요한 축인, 사망 발생 원인에 대한 현행 조사체계 역시 그 무게 중심을 '보상 통계' 산출로부터 '예방 통계' 산출로 옮겨야 하는 과제를 안고 있다. 비사망 사고에 대한 보고율이 심각하게 낮은 상황에서도, 사망사고에 대한 보고는 충실히 이뤄지며, 따라서 사망사고 현황자료에 대한 분석을 통해 (보고율이 낮은) 비사망 사고율에 대한 추정과 그에 입각한 예방 정책을 수립하는 것도 가능하다는 주장에 대한 검토가 필요한 상태이다.

연구내용 및 방법

본 연구는, 독일, 미국, 스웨덴, 영국, 일본을 포함한 OECD 회원국들과의 비교의 맥락에서, ① 우리나라의 사망 재해 수준이 얼마나 심각한지, 그리고 그에 연동하여 재해통계 산출체계의 개선이 얼마나 시급한 사안인지, ② 우리나라의 사망재해통계 산출 체계의 기본적인 문제점들은 무엇인지, 그리고 ③ 우리나라의 사망재해 통계 산출체계를 어떤 방향으로 개선해 나아가야 할 것인지에 대한 시사점을 찾는데 초점을 맞추고자 한다.

이를 위해, 본 연구에서는 다음과 같이 유기적으로 연결된 세 단계의 연구 절차를 밟아 나가고자 한다. 첫째, OECD 34개 회원국들의 사망재해 현황 및 통계산출체계에 대한 분석 차원의 유형분류를 하고, 두 번째로 국가별 사망재해 현황 및 통계산출체계에 대한 종합적 이해와 비교, 평가(독일, 미국, 스웨덴, 영국, 일본)를 실시한다. 그리고 세 번째로 국가별 사망재해 통계 산출체계의 작동성과에 대한 평가와 설명(독일, 미국, 스웨덴, 영국, 일본)을 하고자 한다.

연구결과

영국의 경우, 공(公)적 성격의 산재보상 보험 제도를 갖고 있지 않은 나라로, 보상 체계를 통한 사망 통계 자료의 수집이 불가능한 까닭에, 별도의 신고체계를 두어 사망 통계 자료를 수집하고 있다.

일본은 별도의 신고체계를 두어, 사망 또는 휴업 4일 이상의 사고에 대해, 사업주가 관할 노동기준감독서에 노동자사상병보고서를 제출하도록 하는 한편, 사업체들을 대상으로 메일을 통한 표본 조사를 통해 사업체들이 보고한 자료를 취합하여, 별도의 이원화된 사망 산재통계를 산출하고 있다.

미국은 독점적인 공(公) 보험체계를 운영하고 있는 주는 4개에 불과하며, 12개의 주는 공보험체계와 민간보험이 공존하고 있으며, 여타 대부분의 주의 기업주들은 민간 금융사들이 운영하는 산재보험에 가입하여 피재 고용자들이 산재보상 신청할 경우에 대비하고 있다.

스웨덴은 사회보험에 해당하는 AFA 업무상 상해보험을 갖고 있지만, 사망재해통계 산출에 산재보상자료를 사용하지 않는 대신, 별도의 신고 체계를 두어 신고 결과를 취합하여 사망재해 공식 통계를 산출하고 있다.

독일은 다양한 사고보험조합들과 기금들이 업무상 (사망) 상해 통계 자료를 기록하고, 사고통계 재해보상과 예방을 책임지고 있으면서, 그들 각 조합과 기금들이 기록해둔 보상 자료에 기초하여 재해 통계를 산출하고 있다.

활용방안 및 기대성과

본 연구는, 독일, 미국, 스웨덴, 영국과 일본의 사망산재통계 산출체계에 대한 연구결과에 비추어, 요약문 2항에서 제기했던 우리나라의 현행 사망산재통계 산출체계 관련 문제점들을 중심으로, 그 개선 방안에 대해 결론에서 논의하고 있다. 특히, 현행 사망산재통계 산출체계의 무게중심을, 기존의 보상통계 중심의 산출체계에서, 사망감소 정책수립에 필요한 예방통계 산출체계로 이동시키는 것이 국제적 추세에도 부합한다는 점을 강조하고 있다.

중심어

보상 통계와 예방 통계, 주요 외국(독일 미국 스웨덴 영국 일본)의 사망재해통계 산출체계, 사망재해 원인조사체계, 사망재해통계의 질(quality)에 대한 평가, 낮은 보고 수준(underreporting)의 원인

참고문헌

ARBETSMILJÖ VERKET. 2013. Arbetsskador(Occupational accidents and work-related diseases) 2012.

Beveridge, William. 1942. Social and Allied Services (The Beveridge Report). , 1942

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin(BAuA). 2012. Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit 2011.

Bundesministerium fur Arbeit und Soziales (BMAS), Übersicht über das Sozialrecht, BW Bildung und Wissen, 2012

연구책임자: 연세대학교 조명우
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 안상현
연락처: 02-2123-3550 mwcho@hanafos.com

15 안전·보건관리자 선임기준에 있어 공사금액과 근로자수 간의 적정 비교기준 연구

연구 필요성 및 목적

현재의 선임 기준은 2000년도에 개정된 규정으로 그 동안의 물가 변동을 반영하지 못하고 있다. 건설공사의 수행방식의 기계화, 건설물가 지수의 변동 등으로 공사금액을 기준한 상시근로자수 산정 방식의 개선 필요해 보인다. 그리고 산업으로부터 공사규모(형태)의 변화에 따라 공사금액과 근로자수간의 비교 수치가 적정하지 않다는 이의 해소가 필요하다. 연구의 목적으로는 안전관리자의 합리적인 선임에 필요한 공사금액과 상시근로자수의 관계를 제시함으로써, 안전관리자의 견실한 책무수행을 통한 건설재해의 지속적 저감과 동시에 정부정책과 제도에 대한 민간의 신뢰성을 제고하는데 기여하고자 한다.

연구내용 및 방법

연구내용으로는 국내·외 안전·보건관리자 선임기준 고찰을 통해 현행 안전관리자 선임기준의 문제점과 개선방안을 제시하고 상시근로자수 산정의 타당성 분석 및 개선방향 제시했다. 공사종류 대표유형 도출했다. 상시근로자수 및 출력인원 관리 실태를 파악하였고 상시근로자수 산정방안을 제시하였다. 상시근로자수 산정방안에 대한 규제영향분석 제시하였다.

연구 방법으로는 안전·보건관리자 선임기준 고찰하기 위해 국내·외 안전·보건관리자 선임기준 관련 선행연구 분석하였고, 노무비율과 월평균임금 산정방법 문헌조사, 기존 상시근로자수 산정의 타당성 분석을 하였다. 기존 공사종류 분류방식 문헌조사 및 분석 건설업체와 발주기관을 방문하여 대표공종별 공사금액, 공사기간, 누적출력인원 실적자료를 수집, 통계자료와 실태조사를 통해 공사기간과 공사금액을 고려한 상시근로자 산정식 제안하였고 실태조사 자료를 바탕으로 실작업일수와 최대출력인원을 반영한 상시근로자수의 보정식을 제안하였다.

연구결과

공사기간이 반영되지 않은 획일적인 공사금액 기준의 안전관리자 과다 또는 과소 선임 사례와 장기공사시 안전관리자 인건비 과다 집행으로 인한 적정한 안전보건관리비 집행의 장애 발생하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 안전관리자 선임기준을 공사기간, 공사종류, 출력인원 등 현장의 특성을 반영해야 하며 현행의 안전관리자 선임기준을 공사금액 기준에서 공사기간이 반영된 상시근로자수를 기준으로 하였다. 공사기간을 고려한 기존 상시근로자수 활용방안, 상시근로자수 실적자료 활용방안을 제시하였고, 공사금액과 근로자수간의 환산계수를 적용하였다. 상시근로자수 산정시 공사유형을 구분하여 반영하였다. 건설공사별 대표유형을 도출하고, 상시근로자수 산정방안을 제시하였다.

활용방안 및 기대성과

건설사업장의 안전관리자 선임기준의 합리화로 안전 전문인력의 효과적 활용에 기여하고 적정 안전관리자 선임을 통한 안전관리자의 직무 수행 수준 개선을 통한 건설재해 저감시킬 수 있을 것이다. 민간 사업장의 안전관리자 선임 기준에 대한 불만 해소로 정부정책에 대한 신뢰도 향상하고 재해율 등 상시근로자수를 이용하는 기타 지표의 개선 동기 제공으로 건설안전 관련 지표의 전반적 정밀도 및 신뢰도 제고할 수 있다. 실 근로자수 산정이 곤란한 건설사업장의 합리적인 근로자수 산정의 자료로 활용하거나 안전관리자 제도 운영의 개선을 위한 기초자료로 활용할 수 있다. 향후 건설공사 안전관리자 선임기준 관련 법령(산업안전보건법 시행령 제12조 및 별표)개정의 근거자료로 활용하고, 건설사업장의 효과적인 안전관리자 선임 및 운용의 지침으로도 활용가능 할 것으로 본다.

중심어

건설업, 안전관리자, 보건관리자, 공사금액, 상시근로자수

참고문헌

김병진 등. 산업안전보건법령집. 예문사;2012.

김종욱. 건설업 규모별 안전관리 활성화 방안. 부경대학교 석사학위논문;2003.

김현영 등. 안전·보건관리자 선임·자격기준 합리화 방안 연구. 산업안전보건연구원;2011.

건설안전실무자협의회. 안전관리자 선임사례 및 발전방안;2013.4.3

문성현 등. 고용·산재보험료 징수관련 각종 고시액 산정방식 개선방안. 고용노동부;2010.

연구책임자: 군산대학교 안홍섭
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 조흠학
연락처: 063-469-4785 hsahn@kunsan.ac.kr

16 농업분야 산재예방방안에 관한 연구

연구 필요성 및 목적

최근 농업에 대한 정부의 지원정책이 개인위주의 보조에서 사업장을 대상으로 한 지원으로 변경되면서 많은 사업장이 증가함으로 인해 농업분야의 재해자 수도 증가하고 있는 추세이다. 그러나 현재 사업장의 현황, 재해 특성과 원인에 대한 조사와 연구가 진행되지 않아 사업장의 산업재해 예방에 대한 효과적인 대책을 마련하는 데 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 농업분야 산업재해 예방을 위하여 농업 사업장의 현황파악, 재해특성 분석, 그리고 작업방법 및 작업환경의 실태조사 등을 통해 실효적인 산재예방에 대한 방안 마련과 유해위험작업에 대한 매뉴얼을 개발하는 것을 목적으로 한다.

연구내용 및 방법

본 연구의 내용은 실태조사에서 1) 산재 가입 사업장 현황 및 실태 조사, 2) 재해 발생 현황 및 사례 분석(최근 5년), 3) 주요 작업내용 및 산업재해 발생 기인물 조사, 4) 주요 기계·기구 및 작업설비 현황 및 유해위험요인 조사, 5) 농업 안전보건 관련 기관 및 단체 조사, 6) 산업안전보건법령 및 타 법령 적용 현황 조사, 7) 외국의 산업안전보건 제도 조사, 8) 사업주·근로자의 산업안전보건의식 및 작업·근로환경에 대한 만족도 조사를 하였다. 그리고 산재예방 방안에서 1) 농업분야 산재예방 방안, 2) 농업 안전보건 매뉴얼을 개발 하였다. 연구 방법으로는 산업재해보상보험법 적용사업체 7,240개 사업장 정보와 설문조사, 직접 방문조사를 통해 이루어졌다. 그리고 한국산업안전보건공단으로부터 농업분야에 대한 최근 5년간(2008~2012) 발생한 산업재해 자료를 제공받아 2,970건의 산업재해 사례를 이용하여 분석하였다.

연구결과

본 연구는 실태조사에서 크게 8개 부분, 산재예방 방안에서 크게 2개 부분으로 진행되었으며, 실태조사에 대한 연구 결과는 다음과 같다.

산재 가입 사업장 현황 및 실태 조사는 농업분야 사업장 정보를 통해 지역별, 규모별, 업종별 사업장 수를 분석하였으며 이를 설문조사에 활용하였다.

재해 발생 현황 및 사례 분석(최근 5년)은 최근 5년간(2008~2012) 발생한 산업재해 사례 2,970건의 자료와 2007~2011년 산업재해자료를 분석하여 전체 재해 현황, 사망 재해 현황, 업무상 질병 현황, 재해 발생 특성을 조사하였다. 외국의 농업 산업안전보건 제도 조사는 농업선진국인 미국, 영국, 캐나다, 일본을 대상으로 조사하였으며, 4개국의 농업 관련 안전보건 기관, 안전보건법, 그리고 지도사업 체계를 조사하였다.

산재예방 방안에 대한 연구 결과는 다음과 같다.

농업분야 산재예방 방안은 본 연구의 결과를 바탕으로 농업분야 소규모 사업장, 고령 근로자, 외국인 근로자, 업종별 산업재해예방 방안을 제시하였다. 농업 안전보건 매뉴얼 개발은 농업분야 산업재해에서 많이 발생하는 대표 기인물 20개와 축산업, 작물생산업의 세부 업종에 따른 주요 작업 내용, 사진, 사용 기계·기구, 유해위험요인, 위험성평가, 관리 및 대책방안을 포함하는 OPL(One Point Lesson)로 작성된 농업 안전보건 매뉴얼을 개발하였다.

활용방안 및 기대성과

본 연구의 결과는 논문게재 및 발표, 후속사업추진, 사업계획 반영, 법 제도 반영, 교육 및 연구에 활용 될 수 있다. 또한, 일간지 등에 기사를 게재함으로써 농업 안전보건에 관한 사항을 홍보 할 수 있다. 본 연구의 결과를 바탕으로 제시한 농업분야 산재예방 방안을 바탕으로 정책과 제도 개선, 실무가이드를 마련 할 수 있다. OPL(One Point Lesson)로 개발한 농업 안전보건 매뉴얼을 농업분야 교육 자료로 활용 할 수 있을 것으로 예상된다.

중심어

농업분야 산업재해, 기인물, 농업 안전보건 매뉴얼

참고문헌

고용노동부, 산업재해조사, 2008~2012.

김유창, 농작업에서 작업관련성 근골격계질환 예방을 위한 인간공학적 평가방법에 관한 연구, 대한인간공학회지, 30(4), 465-472, 2011.

김유창, 소규모 사업장의 산업재해 특성과 예방대책에 대한 연구, 한국안전학회지, 13(2), 145-150, 1998.

국립농업과학원, 농업인건강안전정보센터-농작업 동영상 분석. http://farmer.rda.go.kr/

연구책임자: 동의대학교 김유창
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 서동현
연락처: 501-890-1661 yckim@deu.ac.kr

17 근로자건강센터 확대 설치에 따른 운영모델 정립 및 성과지표 개발 연구

연구 필요성 및 목적

50인 미만 소규모사업장은 법적으로 보건관리자 선임의 의무가 없을 뿐 아니라 본래 가용자원이 부족하여 기본적인 안전보건 활동이 미흡한 영역이다. 이에 소규모사업장을 대상으로 하는 산업안전보건서비스의 필요성이 대두되어, 지난 2007년도부터'소규모사업장 건강증진'을 목표로 하는'지역산업보건센터'가 4년간 시범적으로 운영되다가, 최근 2011년부터는'근로자건강센터'라는 이름으로 확대·설치되고 있다. 본 연구는 그 간의'센터'사업의 운영모델 및 추진방법에 대한 평가를 통해 운영모델을 재정립하고, 사업성과를 대표할 수 있는 다양한 평가지표를 제시하고자 수행되었다.

연구내용 및 방법

근로자건강센터와 유사한 국내, 국외 기관 및 프로그램 문헌 고찰하고, 국내·외 실태조사를 위해 국내 근로자건강센터 방문조사, 국외 유사기관 방문조사, 기존 5개 근로자건강센터에 대한 자료 분석, 50인 미만 소규모사업장의 지역적 특성 분석하였다. 전문가 대상 델파이 조사와 자문회의를 실시하였다.

연구결과

새로운 성과 평가지표는, 구조, 과정, 결과로 세분하여 적합성과 실행가능성을 고려하였고, 연구진과 전문가들이 '근로자건강센터'의 발전을 위하여 꼭 필요하다고 판단하는 항목들로 논의·보완 한 후 최종적으로 확정하였는바, 확정된 성과 평가지표들을 구성요소로 한 '직업건강지수'와 '직업건강활동지수'를 최종적인 통합성과지표로 제안하였다.

근로자건강센터의 '핵심(Core)기능'을 조정하여, 정보제공·교육훈련·상담서비스 제공 및 유해요인 감시체계 기능은 '광역형'이 담당하고, '지역 직업건강 네트워킹 및 직접 직업건강서비스 제공'은 '기본형 및 표준형 센터'가 주도적으로 담당한다. 또한 근로자건강센터의 발전적인 운영을 위해서, 일정한 수준의 '사업기획 및 집행의 자율성 보장'과, '사업의 양적목표 감축', 그리고 적정한 수준으로의 '예산 증액', '보건 요구도 평가에 기반 한 사례관리방식 도입' 등이 필요할 것으로 생각된다.

활용방안 및 기대성과

2014년에 추가로 5개 지역에 신규 근로자건강센터의 신설이 추진되고 있는 데, 이제부터는 단순한 양적 평가지표의 일괄적인 적용을 지양하고 다양한 성과 평가지표 및 운영모델 개선방안을 적용함으로써, 향후 근로자건강센터를 이용한 지역사회기반 직업보건정책의 상승효과(Synergism)를 도모할 수 있을 것이다.

중심어

근로자건강센터, 운영모델, 성과 평가지표

참고문헌

주영수 등. 지역산업보건센터 시범사업 추진 평가 연구. 한국산업안전보건공단. 2008.
노상철 등. 지역산업보건센터 운영방안에 관한 연구. 한국산업안전보건공단. 2010.
조기홍 등. 근로자건강센터 운영실태 모니터링 및 발전방향. 한국산업안전보건공단. 2011.

연구책임자: 한림대학교 주영수
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 윤영식
연락처: 031-380-6035 zorro@hallym.ac.kr

18 건설업 보건관리자 선임관련 규제영향분석

연구 필요성 및 목적

산업안전보건법에 의하면 근로자의 건강관리를 위하여 보건관리자를 선임하도록 하고 있으나 건설업은 보건관리자 선임대상 업종에서 제외되어 있다. 건설업은 소음, 분진, 화학물질 취급 등의 다양한 유해요인이 있으므로 보건관리자를 선임하여 관리할 필요성이 있다.

이에 본 연구에서는 건설업에 보건관리자를 선임할 경우 이에 따른 비용과 편익 분석을 실시함으로써 건설업 보건관리자 선임의 필요 여부를 파악하고자 한다. 연구 목적으로는 보건관리자의 선임기준 개정안에 따라 건설업 보건관리자 선임 시 비용편익 분석 실시하고자 함이다.

연구내용 및 방법

건설업 보건관리자 선임의 비용분석과 건설업 보건관리자 선임의 편익분석과 건설업 보건관리자 선임의 순편익 산출이 연구내용이다. 연구방법으로는 문헌고찰, 기존 자료 분석, 연구진회의 개최, 연구윤리 준수이다.

연구결과

800억 이상 건설업 보건관리자 선임의 비용 분석 결과, 00억 이상 건설업 사업장 1,400개소에 보건관리자를 전임으로 배치할 때 소요되는 연간 총 비용은 55,340,350,800원으로 나타났다. 800억 이상 건설업 보건관리자 선임의 편익 분석 결과로는 800억 이상 건설업 사업장 1,400개소에 보건관리자를 전임으로 배치할 때 소요되는 연간 총 편익은 244,369,874,112원으로 나타났다. 업무상질병자 관리 편익은 46,679,571,849원, 사고성재해 예방 편익은 85,728, 192,573원, 일반질환 관리 편익은 111,962,109,690원이었다.

800억 이상 건설업 보건관리자 선임의 순편익 분석 결과로는 사업장 1,400개소에 보건관리자를 전임으로 선임하는 것은 비용보다 편익이 189,029,523,312원 더 많은 것으로 산출되었으며, 편익/비용 비는 4.4배 높은 것으로 나타났다.

활용방안 및 기대성과

건설업 보건관리자의 선임기준 개정안에 따라 보건관리자 선임으로 인한 비용편익 분석함으로써 건설업 보건관리자를 선임하기 위한 근거 제시로 활용 가능할 것이다.

중심어

건설업, 보건관리자, 비용편익, 규제영향

참고문헌

김규상, 유승원, 홍기훈, 장선재, 윤용훈, 변기환. 소음 노출로 인한 업무관련성이 높은 직업성 난청 사례. 한국청각언어재활학회. 2011;7:89-99

김규상, 조민희, 김병규. 미장·방수 작업자에서 발생한 규폐증과 폐암 증례. 대한산업의학회지. 2008;20(2):153-159

김점태. 건설현장 근로자의 특성과 안전의식에 관한연구: 원자력발전소 건설현장을 중심으로. 숭실대학교 석사학위논문. 2010.

고용노동부. 2011년 산업재해 현황 분석. 2012.

고용노동부. 2011년도 산재보험 사업연보. 2012

연구 책임자: 가톨릭대학교 정혜선
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 안상현
연락처: 02-760-4325 hyesun@catholic.ac.kr

19 산업안전보건법 시행규칙 규제영향분석 : 화학물질의 유해·위험성조사 중심으로

연구 필요성 및 목적

현재 신규화학물질에 대하여는 제조자·수입자가 유해성·위험성을 조사하여 그 결과를 제출하고 근로자 건강장해 방지조치를 하도록 되어 있으나, 신규화학물질 이외의 화학물질에 대하여는 제조자·수입자 등에게 동 조사를 실시하도록 할 수 있는 명시적 규정이 없었다. 신규화학물질이 아닌 기존화학물질[예: 2-브로모프로판('95년), 노말헥산('05년) 등]에 의해서도 새로운 직업병이 발생할 가능성이 상존하는바, 이러한 경우 근로자의 건강장해 예방을 위해 정부에서 제조·수입자 등에게 유해성·위험성 조사를 명하거나 관련 자료를 제출받을 필요가 있다. 이에 따라 고용노동부에서는 산업안전보건법을 개정(법률 제1219호)하여, 해당 화학물질의 제조자·수입자 또는 사용 사업주에게 유해성·위험성을 조사하여 그 결과를 제출하거나 유해성·위험성 평가에 필요한 자료를 제출하도록 명령할 수 있는 근거를 마련하였다.

본 연구는 화학물질의 유해성·위험성 조사와 관련한 산업안전보건법 개정에 따른 하위법령 정비와 관련하여 신설규제로 작용할 개정 시행규칙 안에 대하여 규제영향분석을 실시하고자 한다.

연구내용 및 방법

연구내용으로는 시행규칙 개정안의 신설규제의 확인 및 신규 피 규제자의 파악하고, 시행규칙 개정안의 규제 비용분석을 하였다. 시행규칙 개정안의 규제 편익분석을 하여 해당 화학물질의 유해·위험성조사로 인한 산업재해 경감 효과 및 그 밖에 편익을 파악하고 측정하였다. 비용·편익 분석하고 비교하였다.

법규분석을 통하여 본 연구의 대상이 되는 규제사무에 대해 파악하고, 이 과정에서 고용노동부와 긴밀하게 협의하여 법규개정사항을 정확하고 면밀히 반영하였다. 본 연구의 대상이 되는 규제의 배경에 대한 기초조사를 실시하여, 현황을 파악하고 연구의 기초 자료를 구축하였다. 선

행연구 검토를 통하여 본 연구의 목적에 부합하는 규제영향분석 전략과 기법 즉, 본 연구에서 중요한 개념들의 계량화 및 화폐화에 관련된 이론적, 실무적으로 타당한 개념 및 기법을 도출하였다.

연구결과

규제비용 측정결과는 시나리오별로 추정하였다. 사업주의 입장에서 본 규제와 관련하여 발생할 수 있는 비용들은 고용노동부의 조치명령에 따라 다르게 산정될 수 있으며, 이에 따라 시나리오를 구성하여 각 시나리오별로 비용을 평가 및 측정하고자 하였다. 규제의 비용은 고용노동부의 조치명령에 따라 다르게 산정될 것이므로, 시나리오별(#1~#7)로 비용을 평가 및 측정하여 그 합을 총비용으로 하였다. 총 비용은 209,953,052,997원, 규제편익 측정결과는 239,596,043,997 + α원, 규제의 순편익은 29,642,991,000 + α원으로 나왔다.

활용방안 및 기대성과

본 연구는 고용노동부의 산업안전보건법 개정과 관련하여 화학물질에 대한 유해성·위험성 조사를 규제영향분석의 차원에서 해석하고 정리하여, 향후 신설 규제심사과정에 적극적으로 대응할 수 있을 것이다.

나아가 중대한 건강장해를 일으킬 우려가 있는 화학물질에 대한 유해성·위험성 조사에 대한 조사 명령 부과대상, 조사보고서 제출 등 구체적인 사항을 규정함으로써 제도의 실효성을 제고할 수 있을 것이다.

궁극적으로는 우리나라의 산업안전보건수준을 증진시키는 과정에 기여할 것으로 기대될 것으로 본다.

중심어

화학물질, 유해성·위험성조사, 유해성·위험성평가, 산업안전보건법, 규제영향분석, 규제의 편익, 규제의 비용

참고문헌

고용노동부. 2011년 산업재해현황분석. 2012.

고용노동부. 2013년 사업종류별 산재보험료율 및 사업종류 예시. 2013.

고용노동부. 화학물질(11종)에 대한 산재보상 통계 자료(내부자료). 2013.

권병문. 소방활동의 경제효과 분석에 관한 연구, 경기대학교 석사학위논문. 2008.

김강윤, 이경재, 원도날드갑연 등. 2012년 유해화학물질의 유해성·위험성 평가(III). 산업안전보건연구원. 2012.

연구 책임자: 한양대학교 김태윤
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 안상현
연락처: 02-2220-0838 tykiim@gmail.com

20 근로자공급사업에 따른 근로자의 안전보건관리 연구

연구 필요성 및 목적

직업안정법 등의 관련 법률은 공급근로자에 대해 누가 사용자책임을 부담하는 지를 규정하고 있지 않아 근로자 공급사업에 따른 공급근로자는 현재 산업안전보건법의 보호대상에 포함되어 있지 않은바 안전보건관리의 사각지대에 놓여 있다. 공급근로자의 대부분을 차지하는 항만근로자를 산업안전보건법의 보호 대상으로 포섭할 필요성이 있다. 공급근로자의 재해예방을 위하여 이들에 대해 안전보건조치를 취해야할 책임의 주체를 명확히 설정할 필요성이 있다. 이러한 필요성에 근거하여 공급근로자의 안전보건관리실태를 조사하고 외국 제도의 시사점을 얻어 국내 공급근로자의 안전보건 확보를 위한 구체적인 보호방안을 강구하는 것을 목적으로 한다.

연구내용 및 방법

우선 공급근로자의 안전보건에 대한 규율필요성을 검토하였다. 이를 위해 직업안정법상 근로자공급사업의 의의와 내용을 검토하고, 보호대상인 공급근로자의 범주를 확정하기 위해 근로자공급사업의 개념과 유사개념(직업소개, 근로자파견 등)을 구별하고 불법근로자공급사업의 법적 효과를 살펴본다.

이 연구는 본질적으로 법규범적 연구방법과 틀을 전제로 하여 문헌연구를 행한다. 근로자공급사업과 공급근로자의 안전보건에 대한 규율필요성, 국내근로자공급현황, 외국의 제도의 운영사례 연구와 공급근로자의 안전보건 보호방안은 주로 문헌조사를 통하여 연구한다. 이와 더불어 사업장 현장 방문조사 및 면접조사(인터뷰)를 병행하였다. 공급근로자의 안전보건관리 실태를 파악하기 위해서 관련 사업장을 방문조사하고 3당사자(공급하는 자, 공급받는 자, 공급근로자)를 하나의 셋트로 하여 3개 셋트(항만 2, 육상 1)를 면접조사를 진행하였다.

연구결과

연구결과는 공급근로자의 안전보건 확보를 위한 규율의 방향과 구체적인 보호방안을 제안하는 것으로 갈음하고자 한다. 구체적인 보호방안으로 2가지 방안을 제안하였다. 하나는 공급근로자의 안전보건조치에 대한 내용 중 공급사업자가 취해야 할 안전보건조치의 이행 여부를 근로자공급사업의 허가(갱신)요건의 내용으로 구성하는 방안이다. 다른 하나는, 산업안전보건법의 적용에 관한 특례를 직업안정법에 규정하는 방안으로 입법형식은 파견법 제25조와 같은 규정형식이며, 공급사업자와 사용사업자가 준수하여야 할 내용은 위에서 언급한 내용을 각각 안전보건관리의 책임주체로 설정하는 방안이다. 각각의 방안에 대한 장점, 단점 및 고려사항을 검토하였다.

활용방안 및 기대성과

현재까지 근로자공급사업에 따른 공급근로자의 안전보건관리의 실태 및 산업안전건법의 적용에 대한 연구가 전무한 상태이므로 이의 실태를 파악하는데 도움을 줄 것이다. 공급근로자사업에 대한 산업안전보건법의 적용 방안 내지 보호방안의 모색을 통해서 공급근로자의 안전보건의 사각지대를 해소함으로써 재해예방에 기여할 것이다. 특히 법률 제정 및 개정 시 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 사업장에 산재예방의 책임(안전보건의 책임)의 소재를 분명히 하고 그 내용을 제공함으로써 책임의 주체가 의무의 내용을 숙지하고 현실적인 예방대책을 수립하는 데 활용하며, 나아가 책임의 소재를 둘러싼 공급하는 자와 공급받는 자 사이에 불필요한 분쟁을 예방하는 데 기여할 것으로 본다.

중심어

산업안전보건법, 직업안정법, 근로자공급사업, 공급근로자, 공급사업자, 사용사업자, 공급근로자의 안전보건관리 보호방안

참고문헌

구수모. 항만인력 공급체제 개선효과 분석. 인하대 국제통상물류대학원 석사논문 2008.

노상헌. 근로자공급사업과 유료직업소개의 구별-대법원 2012. 7. 5. 선고 2011도13346 판결. 노동법학 제44호. 한국노동법학회 2012.

박종희. 위법한 근로자파견의 법률효과에 관한 법적 쟁점과 평가-대법원 2008. 9. 18. 선고 2007두22320 판결을 중심으로. 고려법학 제53권. 고려대 법학연구원 2009.

박종희. 비정규·간접고용 근로자의 노동단체권 행사에 관한 법리. 노동부 정책연구 용역보고서 2005.

유성재. 사내하도급과 근로자파견의 구별. 중앙법학 제15집 제1호. 중앙법학회 2013.

연구 책임자: 고려대학교 박종희
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 조흠학
연락처: 02-3290-1896 jongheep@korea.ac.kr

21 외국의 산재예방 사업주 교육제도에 대한 연구

연구 필요성 및 목적

산재보험요율제도의 도입에 따른 구체적인 재해예방활동으로 사업주에 대한 교육이 포함됨으로, 산재보험요율 할인혜택을 부여하는 사업주교육의 효과적인 추진을 위해 독일, 일본 등 선진 외국의 산재예방 사업주 교육의 사례를 구체적으로 파악하고 안정적인 제도정착에 기여하고자 한다.

연구내용 및 방법

연구 내용은 사업주교육의 법적 근거에 관한 연구, 사업주 교육의 대상(사업장구모) 및 교육 수료시 혜택 등 전반에 관한 사항, 교육시간 및 구체적인 교육내용(교육과정) 등의 세가지 분야로 대별된다.

연구방법은 문헌조사를 통해 독일과 일본의 산재예방 사업주 교육제도 관련 규정을 조사하였고, 사업주 교육 실시가관의 역할을 조사하며 현황을 조사하였다. 또한 제도분석 및 방안을 모색해 보았다.

연구결과

독일법정산재보험총연맹(DGUV)의 산재예방규정(UVV) 「DGUV Vorschrift 2 (50인 이하 소규모사업장 사업주 교육모델 등)」와 이와 연관된 산업부문의 개별 산재보험조합의 규정(예, BG RCI DGUV Vorschrift 2 등) 및 적용 사례 분석하고 정리하였다. 그리고 일본의 산재예방 사업주 교육제도 관련 규정 및 사례 분석하고 정리하였다.

결론 및 정책 제언으로는 독일과 일본제도 및 사례에서 본 바와 같이 사업주에 대한 안전보

건교육이 사업장 재해감소에 미치는 영향이 크다는 것을 알았다. 따라서 산재예방요율제도에 보험료 할인 요소들 중의 하나로서 50인 이하 소 규모사업장 사업주 재해예방교육이 적합하다는 제언을 한다.

보험요율 감소폭은 5~10% 정도이면 적합할 것으로 사료된다. 다만, 보험료 할인이라는 금전적 혜택을 사업주에게 주는 교육과정이므로 다른 교육과정과는 차별화된 엄격한 과정관리가 필요하다고 사료된다. 따라서 독일의 경우(본 보고서 128쪽 참조)처럼 교육종료 후 시험을 보게 하거나, 교육 종료 후 사업주가 해당 사업장의 종합적인 산재예방계획서를 작성하여 제출하도록 함으로써 형식적인 교육이 되지 않도록 관리하는 노력이 필요하다고 사료된다. 그 외 교육기간, 내용, 방법 등은 독일과 일본 사례를 참조하여 관계 기관, 전문가 및 현장의 당사자들과 충분한 논의를 통하여 우리의 현실에 적합하게 정할 것을 제언하고자 한다.

활용방안 및 기대성과

독일, 일본의 산재예방 사업주 교육에 대한 법령 규정 및 제도를 이해함으로 써 한국 산업안전보건의 관련 정책 개선의 기초자료로 활용할 수 있다. 독일, 일본의 소규모 사업장 사업주 교육의 체계 및 그 내용을 이해함으로써 한국 산업안전보건의 관련 법령 및 규정의 체계 및 내용과 비교하여 한국적 응용가능성 모색을 위한 정책 기초자료로 활용할 수 있다. 그리고 한국형 산재예방요율제 적용대상 사업주교육의 안정적 정착을 위하여 교육과정에 포함되어야 할 내용 검토할 수 있다.

본 연구 이후 독일, 일본의 관련 주요 법령들의 내용과 이해를 위한 관계자들의 연구 증진이 기대된다.

중심어

산업안전보건교육, 사업주교육, 예방요율제도

참고문헌

보험료 징수법,

DGUV(2012), DGUV Vorschrift 2.

勞動調査會(2009), 勞動安全衛生法の詳解 - 勞動安全衛生法の逐條解說.

연구책임자: (사)한국사회정책연구원 윤조덕
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 이경용
연락처: 02-2278-1068 yoonjoduk@hanmail.net

22 유해작업 도급금지(인가)제도의 개선방안에 관한 연구

연구 필요성 및 목적

사내하청과 관련된 사고가 늘어나고 있고, 하청근로자가 작업하는 공정에서 사고가 발생할 가능성이 높은 것이 사실이다. 반면 하청사업주와 하청근로자는 일반적으로 원청보다 안전보건 관리 능력이 낮은 것이 현실이다.

특정 유해위험요인에 대해 사내도급을 금지한다면 어떠한 유해위험요인 또는 작업에 대해 사내도급을 금지할 것인지, 그리고 특정 요인에 대하여 인가를 받도록 한다면 어떠한 유해위험요인이나 작업에 대하여 인가를 받도록 할 것인지에 대한 논의가 충분히 이루어지지 않은 상태에 있다는 점이다. 또한 인가를 받도록 한다면 무엇을 인가조건으로 할 것인지, 평가기준은 무엇이며, 누가 어떻게 평가를 할 것인지에 대한 논의나 검토도 제대로 이루어진 적이 거의 없다는 점이다. 따라서 본 연구에서는 산안법 제28조에 대한 이론적 논의와 근거, 그리고 적용범위 및 대상을 검토함여 합리적인 개정안을 마련하기 위한 기초자료를 제공하고자 실시하였다.

연구내용 및 방법

본 연구에서는 현행 산안법 제28조의 규정에 대해 그 이론적 배경과 원리를 검토하고 문제점과 개선점을 검토하여 정리하고, 지금까지 제기된 제28조의 개정안에 대한 논의에 대해 문제점 등을 검토하였다. 연구방법은 주로 문헌고찰과 전문가들의 토론 그리고 외국의 사례 등을 참고하는 방식을 사용하였다.

연구결과

현재 제기되고 있는 개정안 2가지가 있다. 산안법 제28조의 개정방안의 하나로 특정한 유해작업에 대해서는 사내도급을 금지하자는 방안이 제시되거나 논의된 바 있다. 현행 산안법 제28

조는 제목이 '유해작업 도급 금지'이지만 내용상으로는 사실상 금지가 아닌 인가규정이다. 사내 도급을 금지하는 것은 기업의 자유에 대한 과도한 제한이라는 헌법상의 과잉금지 원칙의 위배 논란이 뒤따를 것으로 보인다. 기존의 도금작업, 중금속 작업은 현행규정으로 별다른 문제가 없었기 때문에 현행의 인가 대상을 갑자기 도급금지로 전환하는 것은 명분이나 취지 그리고 실효성 등에 대해 논란이 있을 수밖에 없다.

두 번째의 개정방안은 화학물질 누출과 같은 사고에 대응하기 위해 사내 도급시 인가대상에 유해화학물질을 포함시키는 등, 도급인가 대상물질이나 유해작업을 확대해야 한다는 것이다. 이때 적용대상으로 확대 또는 추가해야 하는 화학물질이 무엇인가 하는 것이 논의의 핵심이다.

개정 방안으로는 제28조의 적용대상을 가능한 최소로 해야 한다. 그 이유는 도급금지는 물론이고 도급인가라는 사전적 규제는 세계 어느 나라에서도 찾아볼 수 없는 사전적 규제로 우리나라에만 있는 규제라는 점이다. 이것은 도급금지나 도급인가와 같은 사전적 규제는 과잉규제이거나 과도한 규제이기 때문일 가능성이 매우 높다. 이와 같이 보편성이 없는 제도는 지속가능하지 못하거나 효과성이 낮은 것이 일반적이므로 이러한 우려가 없다는 것이 확실하기 전까지는 가능하면 그 적용범위를 최소한으로 하는 것이 올바른 선택이다. 그리고 도급을 금지하거나 인가를 받도록 제한해야 할 유해위험요인을 폭발· 인화성 물질, 급성중독 물질, 만성중독·직업병 유발물질, 발암물질 및 불확실성이 매우 높은 물질 등 5가지로 구분하고 각각에 대해 구체적인 물질과 취급·사용량을 설정하는 것이 바람직하다.

활용방안 및 기대성과

산안법 제28조의 적용대상을 가능한 최소로 하여 과도한 규제를 막고 지속가능한 제도로 효과를 높일 수 있다. 또한 도급금지나 인가 제한의 유해위험요인에 대한 구분과 취급을 설정함으로서 근로자의 안전과 사고에 대응할 수 있을 것이라고 본다.

중심어

유해작업 도급인가, 유해위험요인, 사내하청, 화학물질 누출사고

참고문헌

노동부, 산업안전보건참고자료,2003.

노동부, 산업안전보건 법령, 2001.

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

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

고용노동부, 비정규직 종합대책, 2011. 9.

연구 책임자: 한성대학교 주창업
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 이경용
연락처: 02-760-4125 cuchoo@hansung.ac.kr

23 화학물질, 하도급 등 작업여건 변화에 따른 산업안전·보건 발전방안에 대한 연구

연구 필요성 및 목적

최근 나타난 잇따른 대형 산재사고가 우연에 의해 나타난 것이 아니라면, 이러한 사고를 유발한 원인 - 1차적인 원인부터 근본적인 원인까지 - 이 무엇인지 탐색해보아야 할 것이다. 사고의 원인과 정부 개입지점에 대해 거시적인 관점에서 다각적인 접근과 논의와 다양한 분야의 학제적 접근이 필요하다. 공감대를 이루기 위해서는 객관적인 상황에 대해 같은 자료(data)와 사실관계(facts)를 공유할 필요가 있으며, 이에 대한 논의와 토의가 반드시 필요하다.

본 연구에서는 자문그룹으로 묶어서 자문회의나 포럼 형식으로 논의 장을 마련하여 공개토론을 하고 그 결과를 공유하는 형식의 새로운 연구방식을 취하였다. 따라서 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 제도개선방안을 모색하는데 그 목적과 의의가 있다.

연구내용 및 방법

본 연구에서는 특정한 한두 가지의 연구 주제가 아니라 최근 우리나라에서

심각한 사회문제로 대두된 화학물질사고나 하도급 관계에서 발생하고 있는 산업안전보건 문제를 전문가와 이해관계자 및 정부 및 공단의 정책결정자와 실무자가 모두 함께 거시적인 방향에서 문제를 공유하고 논의하는 것이 목적이었으므로 전문가로 구성된 포럼을 운영하면서 현재 우리나라에서 나타나고 있는 화학물질, 하도급 등 산업안전보건 문제에 대해 매달 주제를 정하고 전문가의 발표와 토론을 통해 거시적인 방향에서 산재문제를 파악하고 향후 개선방향을 논

의하는 방식으로 연구를 수행하였다.

연구결과

본 연구에서 향후 우리나라 산업안전보건 법이나 정책 및 제도 개선의 방향으로 설정한 것을 종합하면 다음과 같다. 건설재해 예방을 위한 발주처 및 원청의 관리강화방안, 사내하도급 근로자의 안전보건 보호를 위한 제3의 제도개선방안 모색, 화학물질 사고를 예방하기 위해 단시간 고농도 노출관리 방안의 강구, 산업재해보상보험제도의 획기적인 개정방안, 기존의 방식을 탈피한 새로운 산업안전보건 교육제도의 모색을 들 수 있다. 다음으로 예방과 보상을 분리하는 원칙과 정책을 마련해야 한다. 그리고 최근 급격히 증가한 사내도급과 같은 형식의 사업장에 집중되어 있는 유해위험요인에 대한 관리책임 배분 또는 관리나 책임소재의 명확화에 대해 산업안전보건법 및 정책적 방안을 강구의 필요성이 있다. 이때 책임과 권한을 일치시키는 방향으로 법적, 정책적 개선을 하도록 해야 한다. 마지막으로 원하청관계에서 도급사업주의 책임을 강화하며, 특히 정보제공의 의무를 강화해야 한다.

활용방안 및 기대성과

본 연구는 기존의 연구방식과 다른 새로운 방식의 연구형식과 방법을 도입하여 현재의 문제에 대한 근본적인 원인과 문제를 찾아내고 그러한 인식 하에서 거시적인 틀에서 법제도 및 정책 개선방향을 모색하고자 한 것이었다. 이러한 연구방식을 시도해 본 결과, 연구 참여자 대부분이 자유롭게 의견을 개진하는 과정에서 문제인식과 개선방향의 설정에 공감대를 형성하고 각자의 연구 및 정책 방향설정에 성과를 얻을 수 있었다고 평가된다.

중심어

화학물질, 하도급, 산업안전보건 교육제도, 산업재해보상보험제도

참고문헌

강성태(2011), 간접고용 규율의 현황과 과제 , 국회입법조사처, 간접고용의 실태와법·제도적 개선방안.

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

OSHA Technical Appendix N : Guidelines for Selecting and Using an Industrial Hygiene Consultant, US. Government Printing Office, 1978.

Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Fourth Edition, Role of the Industrial Hygiene Consultants, 1991.

Laura A. Goldberg, Michael R. Greenberg : Ethical issues for Industrial Hygienists: Survey Results and Suggestions, Am. Ind. Hyg. Assoc. J(54). 1993.

연구 책임자: 한성대학교 박두용
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 이경용
연락처: 02-760-4325 dooyong@hansung.ac.kr

24 안전보건 경영시스템 인증체계의 공정성과 효율성 확보에 관한 연구

연구 필요성 및 목적

한국산업안전보건공단이 시행하고 있는 KOSHA 18001과 선진국에서 사용하고 있는 안전보건경영시스템 인증체계를 조사하여 국제적 인증체계와의 차이점과 유사점을 발굴하여 최대한 국제적인 인증체계와 유사하게 개선하는 데에 연구의 목적이 있다. 아울러 이렇게 개선된 KOSHA 18001을 국제적 인증체계의 공정성과 효율성이 있도록 개선하고 검증해 볼 필요가 있다.

연구내용 및 방법

본 연구를 수행하기 위하여 국내외의 안전보건경영시스템의 규격과 제도 등을 문헌조사하고, KOSHA 18001의 개선과 관련하여 법규와 제도를 조사 및 분석하였다. 또한 국내외의 안전보건경영시스템의 주요사항이 무엇이며, 어떻게 개선되어야 하는 지를 설문을 통한 실태조사를 실시하고, 자문회의 등을 통한 의견수렴을 통하여 마련된 개선안에 대한 공정성과 효율성의 타당성도 검증하였다.

연구결과

국내외 인증시스템은 자체적인 장점과 단점을 가지고 있다. 한국산업안전공단이 운영하는 KOSHA 18001의 미래는 어떻게 빨리 현재의 체재에서 벗어나 얼마나 빨리 국제적인 틀을 갖춘 시스템을 갖추느냐에 따라 미래의 발전을 좌우하게 될 것이다. 현재 폭주하는 수요를 감당하려면 국제적 기준의 ISO와 유사한 형태로 시스템의 재정비가 빠른 시간 내에 필요할 것이다.

활용방안 및 기대성과

기존 안전보건경영시스템(KOSHA 18001)의 국제적 인증체계와의 차이점과 문제점을 분석하여 개선 및 해결 방안을 제시하여 안전보건경영시스템의 절차와 운영을 선진국 형으로 개선운영을 기대한다.

안전보건경영시스템의 사업장 활용 및 사업장이 바라는 인증시스템의 방향 파악을 위한 사업장 실태조사를 실시하여, 현재 안전보건경영시스템의 문제점을 파악하고, 개선방안을 제시하여 현장의 산업안전경영시스템의 수요에 지속적으로 부응하고 국제적 인증체계로 활용할 수가 있을 것이다. 선진국의 국제적 인증체계와의 차이점 비교를 통하여 개선방향을 제시함으로써 안전보건경영시스템의 국제적 기술기준에 부응하는 시스템으로 활용할 수가 있을 것이다.

중심어

안전보건경영시스템, KOSHA 18001, ISO, 산업안전보건공단,

참고문헌

권영국, 기업의 안전, 보건, 환경, 품질 통합경영 시스템 Guidance(모델) 검증을 위한 사업장 시범적용 연구, 한국산업안전보건공단, 2007.

김찬오, 안전기술기준 표준화의 제도화를 위한 연구, 서울과학기술대학교 산학협력단 과제, 2008.

김찬오, 국내외 인증관련 법령 조사 분석, 서울과학기술대학교 산학협력단 과제, 2007.

김찬오, 안전보건기술지침 개발체계 정립을 위한 연구, 서울과학기술대학교 산학협력단 과제, 2009.

강길수, 안전보건경영 시스템의 안전활동 개선방향에 관한 연구, 부경대학교, 안전공학과, 석사논문, 2011.

연구책임자: 서울과학기술대학교 산학협력단 권영국
연구원 담당자: 산업안전보건공단 정책연구팀 김기식
연락처: 02-970-6380 safeman@seoultech.ac.kr

25 ASEAN 국가의 산업안전보건관련 법제 지원에 관한 연구

연구 필요성 및 목적

ASEAN은 경제성장위주의 정책추구로 인하여 근로자의 안전과 보건에 관한 개별규정은 존재하지만, 현실적으로 근로자의 안전과 건강 문제는 법적으로 중요한 문제로 인식되지 못하고 있고, 노동의제에서 조차도 중심적인 과제로 부각되지 못하고 있다. ASEAN의 근로자의 인권신장과 효율적인 산업안전보건법제의 시스템화 및 공동번영을 위한 법제지원이 필요하다.

연구내용 및 방법

본 연구에서는 ASEAN 중 베트남, 캄보디아, 라오스, 미얀마를 중심으로 이들 국가에 대한 일반적인 사항으로서 정치·경제·사회현황과 산업안전보건법제의 상황에 대하여 살펴보고 산업안전보건법제의 지원을 위한 방법론은 주요 내용으로 기술하였다. ASEAN 중 베트남, 캄보디아, 라오스, 미얀마를 중심으로 이들 국가에 대한 일반적인 사항으로서 정치·경제·사회현황과 산업안전보건법제의 상황에 대하여 살펴보고 산업안전보건법제의 지원을 위한 방법론은 주요 내용으로 기술하였다.

연구결과

산업안전보건법제 지원시 고려사항으로서 산업안전보건법제의 지원은 실무와 연결되어 있고 경제발전에도 지대한 영향력을 미치기 때문에 우리나라가 지휘자적 역할이 아닌 협력자적 역할로서 법제 지원이 필요하며, 입법 과정의 굿 거버넌스로서 ASEAN의 현지 관습과 판례, 정치체제 등에 대한 선행적 연구가 필요하다.

산업안전보건법제 지원이 실효성을 거두기 위한 시스템화를 위하여 수원국이 요청하는 법제

지원, 법제를 운용할 전문가에 대한 실질적인 교육지원, 산업보건안전을 위한 시설지원 및 이상의 것들을 뒷받침하기 위한 재정적 지원이 절실하다.

활용방안 및 기대성과

ASEAN 중 산업안전보건법제의 지원을 요청하는 국가에 대하여 단기간에 경제발전과 민주화를 동시에 이룩한 대한민국의 발전된 법제를 홍보·수출하여 대한민국의 국격을 향상시킨다.

산업안전보건법제의 실효성 있는 지원을 위한 기준 및 로드맵 제시함으로써 관련기관의 정책수립시 참고자료로 활용가능하다.

중심어

산업안전보건법, 법제지원, 근로자인권, ASEAN, 안전보건공단, KOICA, 노동법

참고문헌

박광동. 법제교류지원사업의 협력체제 구축방안. 2011년도 법제교류지원사업에 관한 전문가 자문세미나 자료. 한국법제연구원 2011

안전보건공단. 해외 진출기업을 위한 산업안전보건제도-라오스 편 2013.

윤대규. 주요국가의 개도국에 대한 법제정비 지원 사업. 통일문제연구 2008;49.

조흠학. 법제사적 의미에서 산업안전보건법의 역할과 지위에 관한 연구, 산업안전보건연구원. 2010.

한국산업안전보건공단. 라오스의 산업안전보건제도 및 재해예방활동. 2009.

연구책임자: 한국입법정책학회 최윤철
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 김기식
연락처:02-450-4271 legis1004@naver.com

26 일본의 도급사업 안전보건관리 동향연구

연구 필요성 및 목적

최근 도급형태의 사업 또는 사업장에서 발생하고 있는 산업재해에서 도급사업주와 수급사업주(하수급인을 포함한다) 사이에 누가, 어떠한 책임을 지는 것이 산업재해를 방지하기 위하여 타당한지에 관한 논의가 있다. 이 문제를 해결하기 위하여 우리와 유사한 산업안전 체계를 가지고 있는 일본의 논의와 법체계를 소개하여 향후 우리나라의 제도적 개선에서 시사점을 얻고자 하였다.

연구내용 및 방법

연구 내용은 일본에서의 업무도급 및 안전보건관리 실태, 일본의 도급 관련 안전보건제도 및 동향, 관련 법 규정 및 지침의 소개와 설명의 세 가지로 대별된다. 연구방법으로는 일본의 도급사업에서 안전보건 관리 관련 규정조사를 위한 문헌조사를 실시하였고, 일본 실태조사 자료를 번역한 뒤 분석하였으며 제도 분석 및 방안 마련을 하였다.

연구결과

수급사업주의 근로자는 수급사업주 고용된 자로 안전보건상 책임은 제1차적으로 수급사업주가 부담하지만, 도급업체의 사업장에서 일하는 구조의 경우 ① 근무장소, ② 업무의 내용, ③ 설비의 관리 책임 등에서 도급사업주의 주도성이 인정되기 때문에, 도급사업주의 안전보건상 관심과 관리가 요구된다.

보다 효과적인 산업재해 예방을 위하여 도급사업주와 수급사업주는 각각의 안전보건에 관한 연락조정 책임자를 통해 긴밀한 정보교환을 할 필요가 있으며, 이를 제도적으로 보장할 것을 제

안한다. 그리고 이러한 시스템을 보다 확고하게 하기 위하여 산업재해 발생 시 대응매뉴얼을 정하고 도급사업주 및 수급사업주의 역할분담을 명확히 할 것을 제안한다.

그리고 도급인사업주는 도급사업장에서의 안전보건을 확보하기 위하여 필요한 사항을 정하고 이에 관한 지원·협력을 구축할 필요가 있다.

활용방안 및 기대성과

일본의 도급사업 관련 안전보건관리제도를 이해함으로써 한국 산업안전보건의 관련 정책 개선의 기초자료로 활용할 수 있을 것이다. 그리고 일본의 도급사업상 특징과 내용을 이해하고, 이를 통하여 한국의 상황과 비교한 후 응용가능성 모색을 위한 자료로 활용가능 하며, 향후 산업재해에 관한 관련법의 입법 개정 논의에서 참고 자료로 활용할 수 있을 것이다.

본 연구 이후 일본의 관련 주요 법령들의 내용과 이해를 위한 관계자들의 연구 증진이 기대된다.

중심어

도급사업의 산업안전, 도급사업주의 의무, 수급사업주의 안전관리 시스템

참고문헌

윤조덕·정영훈, 외국의 산재예방 사업주 교육제도에 대한 연구. 산업안전보건연구원;2013.

職場における業務請負に係る安全衛生管理の実態に関する調査研究委員会. 職場における業務請負に係る安全衛生管理の実態に関する調査研究報告書. 中央労働災害防止協会;2005.

中央労働災害防止協会. 改正労働安全衛生法のあらまし. 中央労働災害防止協会; 2006.

木村大樹.労働者派遣・業務請負の就業管理.全国労働基準関係団体連会;2007.

연구책임자: 한양대학교 법학연구소 정영훈
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 김기식
연락처: 010-9978-3722 jyh1974@hanmail.net

27 산업안전보건법상 도급사업 및 처벌규정에 관한 연구

연구 필요성 및 목적

건설업, 조선업과 같은 중층 하도급 구조를 통해 수급인의 사업주가 다수 존재하는 경우에 대한 안전보건관리체제의 정교성이 떨어진다. 안전보건총괄책임자의 지휘 하에 안전보건에 관한 기술적 사항을 어떻게 총괄 관리하도록 할 것인지에 대한 방법에 대해서는 분명하지 않다. 도급작업이라고 하여 도급인을 대상으로 한 의무에 초점이 맞추어져 있고 수급인의 의무를 확보하는 방법에 대해서는 상대적으로 소홀하게 규정되어 있다. 또한 수급인으로 하여금 도급인과 협조하여 또는 지도를 받아 수급인의 근로자에 대한 안전보건관리를 어떻게 하여야 하는지에 대해서도 불분명하다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 산업안전보건법상 사내하도급근로자에 대하여 도급사업주에게 부과하고 있는 안전·보건조치의무의 법리적 근거, 내용, 책임의 범위 및 위반 시 형사상·민사상 책임관계에 대한 연구를 통해 도급사업주의 책임을 실효적으로 확보할 방안을 강구할 필요성이 있다.

연구내용 및 방법

본 연구는 현행 산업안전법상 체계와 논의들을 검토한 후 제외국의 입법례를 통해 시사점을 도출하고자 하였다. 우선 현행 산업안전보건법에서 도급사업에 있어서 도급사업주의 책임에 관한 법 규정의 문제를 도출하고자 하였다. 비교법적 관점에서 도급관계에서 산업안전보건에 관한 ILO와 EU의 국제기준을 살펴보고, 도급관계에서 산업안전보건에 대하여 도급사업주 및 수급사업주의 의무와 책임을 규정하고 있는 영국·독일·일본의 법체계와 그 내용을 살펴보았다. 다음으로 현행 산업안전보건법 상 도급사업에 있어서 도급사업의 안전보건조치 의무 위반에 대한 형벌적 제재의 타당성을 살펴보았다. 마지막으로 입법자가 도급사업에 있어서 사업주 책임을 확대하는 법률을 제정함에 있어 준수해야 할 법리적 한계를 살펴보면서 이상의 논의를 바탕으

로 한 개선방안을 제시하였다.

연구결과

연구결과는 법제도에 대한 개선방안을 제안하는 것으로 대신하고자 한다. 첫째, 사내도급에 의한 유해위험요인을 가지고 있다면 업종을 불문하고 도급인 사업주에게 안전보건총괄책임자를 선임하도록 할 필요가 있다. 둘째, 안전보건총괄책임자 제도의 취지에 부응하는 협력 및 조정에 관한 역할을 강화할 필요가 있다. 셋째, 도급인의 총괄안전보건책임자의 선임에 대응하여 관계 수급인에게 안전보건책임자의 선임에 대한 의무를 부과할 필요가 있다. 넷째, 도급작업의 인가에 따른 의무는 제29조에 의한 의무와 그 의무내용을 차별화하는 한편, 수급인의 의무와도 구분하여 도급인과 수급인 각자가 어떠한 내용의 안전보건조치를 어떻게 하여야 할지를 명확히 할 필요가 있다.

활용방안 및 기대성과

산업안전보건법상 원·하청관계에 있어서 사업주 책임과 관련한 법제도 개선과 관련하여 이론적 기초 자료 및 해결방안을 도출하는 지침으로 활용될 수 있다. 같은 장소에서 동시에 도급이 이루어지는 사업장에 산재예방의 책임의 소재를 분명히 하고 그 내용을 제공함으로써 책임의 주체가 의무의 내용을 숙지하고 현실적인 예방대책을 수립하는 데 활용하며, 나아가 책임의 소재를 둘러싼 원·하청관계에서 불필요한 분쟁을 예방하는데 기여할 것으로 본다.

중심어

산업안전보건법, 안전배려의무, 도급인의 책임, 사내하도급근로자

참고문헌

박종희, 강선희, 전형배 등. 산업안전보건법상 원·하청관계에 있어서 사업주

강선희, 정진우. 사내하도급근로자에 대한 도급사업주의 안전배려의무와 산안법상 안전보호조치의무. 고려법학 제64호. 2012년.

정진우. 산업안전보건법상 근로자의 법적지위. 한국학술정보. 2012

Michael Ford/Jonathan Clarke, 「Redgrave's Health and Safety」(7th ed), LexisNexis, 2010

Richard Matthews/James Ageros, 「Health and Safety Enforcement」 (2nd Edition), Oxford University Press, 2007,

西谷敏·萬井隆令編, 労働法2 (第5版), 法律文化社, 2005.

연구 책임자: 가천대학교 이근우
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 조흠학
연락처: 031-750-5765 gnulee@daum.net

28 사업장의 화학물질 취급 작업 등의 작업절차서 작성에 관한 연구

연구 필요성 및 목적

화학물질 유통 물량의 증가와 신규 화학물질의 지속적인 도입 등으로 국내 화학물질 취급 사업장이 증가함에 따라 화학물질 취급 등의 다양한 위험작업으로 인한 산업재해가 지속적으로 발생하고 있는 실정이다.

최근 화학공장 내 발생한 화재 및 폭발사고의 주요 원인으로 유해화학물질 취급 공정에 대한 위험성평가 미흡, 안전조치 미비, 작업안전절차 미 준수 등을 들고 있으며, 이러한 사고의 상당 부문이 작업에 대한 올바르지 못한 이해와 잘못된 작업방법, 근로자의 부주의 등 불안전한 작업관리에 기인하고 있다. 따라서 본 연구는 근로자의 작업안전관리 측면에서 불안전한 행동을 차단하고 올바른 안전작업을 유도하기 위한 체계화된 작업절차서 작성방안을 연구, 제시토록 하여 사업장 내 근로자의 작업관련 수칙 미준수 등 불안전한 작업수행으로 인한 산업재해 감소와 작업장 안전문화 조성에 일조하고자 한다.

연구내용 및 방법

본 과제의 연구 내용을 대별하면 다음과 같다. 화학물질 취급 등 사업장의 위험작업 분석, 국내 안전작업절차서 활용실태와 바람직한 작성 방향, 스마트폰 어플리케이션을 이용한 효과적인 작업안전관리 모델 설계가 이에 해당된다. 연구 방법은 국내 화학물질 취급 작업 등 위험작업 현황 분석, 사업장 내 대표적 위험작업의 분류, 선정, 위험 작업 별 위험성평가 실시, 국내 작업절차서의 유형과 장단점 분석, 바람직한 안전작업절차서의 모델 설계, 대표적인 위험작업별 안전작업절차서의 모델 제시, 스마트폰 어플리케이션의 개발 및 시범 적용이 이에 해당된다.

연구결과

2013년 9월부터 10월말까지 2달간 국내 제조업종 전반에 걸쳐 사업장 작업안전관리 실태조사를 시도한 결과, 작업절차서가 서류 등의 형식적인 파일로만 사업장에 비치된 경우가 대다수였으며 실제로 근로자들이 현장에서 작업의 표준이나 교육훈련의 지침서로서의 활용도는 매우 낮은 실정이었다. 이로 인하여 작업자의 불안전한 작업수행이나 안전수칙 미 준수 등이 산업재해로 연계되는 사고사례가 사업장에서 빈번히 발생하고 있다. 따라서 본 연구에서는 근로자의 작업절차에 대한 이해도를 높이면서 실제 사업장에서 활용이 가능한 형태의 10개의 안전작업절차서를 개발하였고, 이를 스마트폰 어플리케이션을 통한 안전관리의 가능성을 알아보기 위해 작업절차서를 어플리케이션에 적용하여 국내 사업장에서 보다 쉽게 활용될 수 있는 작업안전관리 모델을 제시하였다.

활용방안 및 기대성과

고용노동부와 안전보건공단, 협회, 대기업 등 많은 민간기관 들이 스마트폰 어플리케이션의 형태로 안전작업절차서를 개발, 보급하여 근로자 작업안전관리 분야에 활용 될 수 있도록 상호 협력을 강화 한다면 국내 작업장 안전관리와 근로자 안전문화 조성을 앞당길 수 있을 것이라 기대하여 본다.

중심어

작업절차서, 위험성평가, 스마트폰 어플리케이션, 화학물질 취급, 밀폐공간 작업

참고문헌

안전보건공단. 산업재해현황분석. 2011. Available from:

안전보건공단. 화학공장 안전대책 강화. 2013;7. Available from:

김학주, 양희선, 박춘화 등. 환경부의 화학사고 예방 및 대응정책. 국립환경과공학회지 2007;11:50-61

이충호. 최근 화학사고 발생의 문제점과 예방대책. 한국노동연구원 월간노동리뷰 2013;7:000-000.

김상철. 일일작업관리를 통한 안전관리 시스템 개발에 관한 연구. 대한건축학회 논문집 2010;6:146-155

연구 책임자: 을지대학교 산학협력단 갈원모
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 김기식
연락처: 031-740-7158 wongal@eulji.ac.kr

29 사업장 화학물질 등 관리규칙 연구- 독일법을 중심으로 -

연구 필요성 및 목적

우리나라 사업장 화학물질 등 유해위험요인 관리규칙은 고용노동부령인 '산업안전보건기준에 관한 규칙'에 종합되어 있다. 이로 인하여 하나의 규칙에 산업안전보건 관련 수많은 주제들이 수록 되어 있어 주제에 따라서는 내용상의 깊이에는 한계를 가지고 있다.

본 연구는 사업장의 화학물질 등 유해위험요인에 대한 관리규칙의 체계와 내용을 독일의 사례를 중심으로 파악하여 우리나라 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정에 대한 시사점을 얻고자 하는 데에 그 목적이 있다.

연구내용 및 방법

연구내용은 독일의 산업안전보건법 집행 체계 소개, 독일의 사업장 안전보건규칙의 종류 및 내용 소개, 이를 통하여 우리나라 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정에 대한 시사점을 살펴본다. 연구방법은 기존 문헌을 통한 독일과 한국의 관련 문헌조사 및 관련 법령 고찰, 독일과 한국의 관련 자료 분석 및 시사점을 모색하는 것이다.

연구결과

독일의 산업안전보건 법령 체계로 사업장 산업안전보건의 법적 구조와 법, 시행령, 일반 행정규정, 기술규정 등의 제정과정을 정리하였다. 그리고 독일 사업장 안전보건 미 이행 시 법적 책임의 한계로 산업안전보건법에 의한 법적책임과 산업안전보건 관련 시행령에 의한 법적책임 정리하였다. 독일 사업장 유해물질 기술규정(TRGS) 관련 제정 위원회, 기술규정의 종류 정리하였다. 독일 사업장생물학적 작업물질 기술규정(TRBA) 관련 제정 위원회, 기술규정의 종류 그리고 기술

규정 미 이행 시 제재조치를 정리하였다. 독일 사업장 설치 시행령(Arbeitsstättenverordnung)의 발전과정 및 내용 구성 그리고 시행령 전문 번역, 사업장 설치 기술규정(ASR)의 구조와 표시, 종류 및 미 이행 시 제재조치에 대해 정리하였다. 독일 사업장 안전 기술규정(TRBS) 관련 제정 위원회 그리고 기술규정의 종류에 대해 정리하였다. 독일과의 비교를 통한 우리나라 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정에 대한 시사점을 분석하고 제언하였다.

활용방안 및 기대성과

독일 산업안전보건법령 체계 및 법집행체계를 정리함으로써 우리나라 산업안전보건법령체계 개선의 기초자료로 제공될 수 있을 것이다. 또한 독일의 사업장 안전보건기술규정의 체계 및 내용을 정리함으로써 우리나라 사업장 산업안전보건규칙 개선의 기초자료 제공할 수 있을 것이며, 이후 독일의 산업안전보건법령 체계, 법집행체계, 사업장안전보건 기술규정체계 내용과 이해를 통한 관계자들의 연구가 증진 될 것이다. 연구 활용을 통한 정책·제도개선, 기술규정 개발 등이 기대되어 진다.

중심어

산업안전보건법, 화학물질, 사업장 관리규정, 기술규정,

참고문헌

윤조덕·김정훈·등, 『화학물질의 위험성평가기법 조사를 위한 연구』, (주관연구기관: 사단법인 한국사회정책연구원), 산업안전보건연구원. 2013

Kollmer, N. & Klindt, T(2011), Arbeitsschutzgesetz Kommentar, 2. Auflage,Verlag C.H.Beck Mnchen, ISNB 978-3-406-590184.

Pieper, R., Arbeitsschutzrecht, 5. Auflage, Bundverlag, ISBN 978-3-7663-6096-0, 2011

연구 책임자: 한국사회과학연구원 김정훈
연구원 담당자: 산업안전보건연구원 정책연구팀 서동현
연락처:02-2278-1068 yoonjoduk@hanmail.net

Ⅱ

안전연구분야

01 미끄러짐 사고의 다중요인 체계화 연구

연구 필요성 및 목적

국제적으로 개발되어온 기준에 의한 측정 장비는 장비의 특성에 따라 측정조건 및 방법이 다르고 측정 결과에 대한 평가기준 역시 다양해서 미끄러짐 위험성을 측정하고 평가하는 전문가들에게도 혼란을 주고 있다. 또한 인간이 보행 중에 인지적으로 느끼는 미끄럽고 불안전한 환경에 대하여 측정 요인간의 상관성이 낮아 서로 다른 측정결과를 도출한다면 어떤 측정기가 신뢰성이 높고 합리적인지를 판단하기 어려운 실정이다. 국제적으로 연구자들은 미끄럼 저항을 신뢰성 있게 정량적으로 정확히 측정하기 위해서는 인간의 보행과 미끄러져 넘어지는 현상을 역학적으로 모사할 수 있는 측정법이 필요하다는데 의견을 같이하고 있다.

이 연구의 목적은 미끄러짐 재해예방과 관련된 기존 연구결과를 체계적으로 정리하고, 공학적 이론에 기반을 둔 미끄러짐 사고 요인에 대한 평가법을 제시하고, 측정기를 개발하여 산업안전보건기준에 관한규칙 및 안전보건기술지침 제(개)정에 반영할 수 있는 합리적 근거자료를 마련하는데 있다.

연구내용 및 방법

미끄러짐 사고 요인 분석 및 평가에 관한 국내·외 연구 동향 및 연구성과를 분석하여 관련법과 기준을 마련하기위한 공학적 배경을 고찰하여 이를 기반으로 미끄러짐사고의 다양한 요인에 대한 평가법을 마련하고자 한다.

1) 국내·외 최신 연구 동향 및 연구결과 정리
2) 선행 연구 분석을 통한 미끄러짐 재해와 관련된 다양한 인적, 물적 요인 고찰
3) 통계 및 공학이론에 기반을 둔 미끄러짐 사고 요인 평가법 마련

연구결과

미끄러짐 재해예방과 관련된 기존 연구결과를 체계적으로 정리하고 공학적 이론에 기반을 둔 미끄러짐 사고의 다중적 요인에 대한 평가법을 제시함으로써 산업안전보건기준에 관한규칙 및 안전보건기술지침 제(개)정에 반영할 수 있는 합리적 근거자료를 마련하고자 문헌자료의 검토를 통하여 문제점을 정리하고 그 문제점을 해결하고자 인간의 보행 실험, 신뢰성 있는 측정기의 개발 및 현장 적용을 위한 휴대형 측정기를 개발한 결과는 다음과 같다.

1) 기존의 연구결과로는 미끄러짐 사고의 다중적 요인에 대한 정의 범위가 너무 넓고 인간의 보행 특성을 정확히 반영하는 미끄러짐 측정법 개발의 필요성을 알 수 있었다.
2) 보행시 접촉면에서의 미끄럼 저항은 접촉시간, 접촉압력, 끌기가속도에 의해stribeck 관계식으로 표현될 수 있으며 정지마찰계수 발생 시 접촉표면의 상태는 혼합접촉 또는 탄성유체접촉 상태에 있다.
3) 미끄러짐 사고 위험성을 정량적으로 측정, 평가할 수 있는 미끄럼 저항 측정기를 개발하였으며 측정면에 오염물질을 도포하고 미끄럼 저항을 측정한 결과 보행자의 미끄러짐과 비교한 차이검정(t-test) 결과는 오염물질이 물일 때 p-value가 0.888이었고 Triton-X 0.04%일 때 0.560으로 두 경우 모두 측정값의 평균차이가 없는 것으로 나타나 미끄럼 저항 측정기의 높은 신뢰성이 검증되었다.
4) 보행을 모사하여 정지마찰계수 기준으로 미끄럼 저항을 측정하기 위해서는 생체역학적 파라미터인 접촉시간과 접촉압력이 중요한 파라미터임을 확인하였으며 접촉시간은 0.1 sec 이내 접촉압력은 400 kPa 이상에서 측정해야한다.
5) 미끄러짐 위험성 평가는 일반적으로 미끄러짐 속도에 따라 운동마찰계수가 적절할 것으로 예상되지만 연구결과 입각기 초기의 접촉저항인 정지마찰계수가 미끄럼 저항 현상을 설명함에 보다 적절함을 알 수 있다.
6) 연구실 용 미끄럼 저항 측정기를 기반으로 휴대형 미끄럼 저항 측정기의 설계 개념을 도출하였으며 향후 현장측정 평가를 통해 실질적인 현장의 미끄러짐 위험성 평가를 하기 위한 기반을 마련하였다.

활용방안 및 기대성과

본 연구 결과는 현재에도 국제적으로 논란이 되고 있는 정량적 미끄러짐 저항 측정법의 표준화 기술이 될 수 있으며 바닥재, 오염물질, 신발류 등 미끄러짐 사고의 직접적인 원인이 되는 제품들의 정확한 평가와 최저 성능 제한을 통해 미끄러짐 저항 성능 향상에 기여할 것으로 판단된다. 또한 국내에서는 현재까지 시행되지 않고 있는 미끄러져 넘어짐 사고의 정확한 원인조사를 하기 위한 신뢰성 있는 현장용 미끄러짐 저항 측정기를 개발 보급하는데 기초가 될 수 있으며 장비의 교정을 위한 표준 장비로 이용될 수 있다. 따라서 향후 본 연구 결과에 따라 일반적인 원리의 이해와 보편성을 확보하기 위한 추가적인 연구가 필수적이라 생각되며 미끄러짐 저항 측정법과 측정기에 대하여 특허등록과 국내·외 학술지 게재를 통하여 신뢰성 검증 후 한국산업표준(KS)으로 제정할 필요가 있다. 나아가 국제 표준의 통합을 위한 노력을 함으로써 국내 기술의 국제적 위상을 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

중심어

미끄러짐, 넘어짐, 생체역학적 인자, 접촉시간, 접촉압력, 보행분석

참고문헌

R. Gronqvist, M. Hirvonen and A. Tohv, "Evaluation of three portable floor slipperiness testers", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 25, No. 1, pp. 85-95, 2000.

R. Ricotti, M. Delucchi and G. Cerisola, "A comparison of results from portable and laboratory floor slipperiness testers", International Journal of Industrial Ergonomics, Vol. 39, No. 2, pp. 353-357, 2009.

연구책임자: 안전연구실 박재석 연구원
연락처 032)5100-792 park_js@kosha.net

02 감전재해 예방을 위한 연구(II) -건설업 중심-

연구 필요성 및 목적

2012년 연구결과인 '최근 감전재해의 발생 특성과 재해원인 심층조사분석 연구'를 통하여 5인 미만 사업장, 2,000만원 미만의 공사규모, 1개월 미만의 근로자, 건설업, 전기공사보수에서 높게 나타난 감전재해와 '전기분야 실용연구과제 발굴회의' 개최 등을 통하여, 영국 등 선진 외국에 비해 감전사망률이 상당히 높은 감전재해를 감소하기 위해서는 감전재해의 60 % 이상을 차지하는 소규모 건설현장, 신규직원, 전기작업자에 대한 감전재해를 적극적으로 줄여야할 필요성이 대두되었으며, 아울러 건설현장의 최근 감전재해의 특성, 국내외 관련 기준, 전기·전자·정보기술과의 접목을 통하여 건설업 감전재해를 낮추기 위한 시스템적 접근이 필요하게 되었다. 또한, 재해원인에 대한 심층 조사분석을 통하여 특히, 저압에서의 감전발생 경로, 접지문제, 근로자의 방호문제 등 감전재해의 발생특성에 따른 감전방지대책을 세워야 한다.

본 연구에서는 건설업 감전재해 예방을 목표로 한 안전보건기준에 관한 규칙 개정(안) 도출, 정책적 제안(제언), 건설현장의 감전 환경조사, 설비/작업기준 개발, 실험을 통한 감전방지 장치를 개발하여 감전재해감소에 기여하고자 하였다.

연구내용 및 방법

1) 연구내용 및 범위

주된 연구범위 및 내용은 최근 10년~15년간의 한국산업안전보건공단, 한국전기안전공사, 미국 등 국내외 감전발생 재해의 일반 통계, 분석자료를 활용하여 특히, 건설업과 제조업의 감전재해 원인별 심층분석을 하였다. 아울러 감전재해 예방을 위한 사업장 실태 및 감전환경 조사를 실시하여 국내 건설현장 및 설비의 관리 등에 대한 실태를 조사하였다. 또한 감전방지를 위한 국내외 전기설비 안전성능 기준 조사 및 분석, 실험을 통한 감전방지 기술 및 장치 개발과 건설현

장의 감전재해 예방 및 안전보건기준에 관한 규칙 개정(안) 도출, 정책적 제안을 하고자 하였다.

2) 연구방법

본 연구를 위하여 한국산업안전보건공단의 산업재해현황 분석자료, 한국전기안전공사의 전기재해통계분석자료 등을 이용하여 데이터를 분류한 후 이를 바탕으로 감전유형 및 특성분석을 실시하였다. 또한, 감전재해 예방을 위한 사업장 실태 및 감전환경 조사를 위하여 건설현장의 감전환경을 파악하기 위한 방문 및 우편을 통한 설문조사로 실시하고, 수중에서의 전격위험성에 대하여 시뮬레이션을 통하여 확인하였다. 아울러 전문가 자문을 통하여 감전재해 방지를 위한 설비 성능 기준 또는 안전기준 제·개정 기준 개발을 시도하였으며, 소규모 건설현장에서의 감전재해방지를 미연에 예방하기 위하여 실험을 통한 안전장치 및 관련 기술을 개발하고자 하였다.

연구결과

건설업 감전재해 예방을 목표로 한 안전보건기준에 관한 규칙 개정(안) 도출, 정책적 제안(제언), 건설현장의 감전 환경조사, 설비/작업기준 개발, 실험을 통한 감전방지 장치를 개발하여 감전재해감소에 기여하고자 연구목표로 하여 다음과 같은 연구결과를 얻었다.

1) 최근 10여 년간의 산업재해현황분석 통계자료를 바탕으로 건설업, 제조업의 감전유형 및 감전관련 국내외 자료를 비교·제시하였다.
2) 전문가 자문 등을 통한 전기안전 관련 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정(안)과 건설현장에서 감전방지를 위해 활용 가능한 '배전활선작업의 위험성평가 및 대책에 관한 기술지침'을 개발하였다.
3) 건설업뿐만 아니라 일반 가정에서도 감전방지를 위하여 유용하게 사용할 수 있는 '휴대폰을 활용한 활선 검지 및 경보기'를 개발하였다. 아울러 개발품에 대해서는 실용화 개선 등, 향후 참여기업을 통한 생산과 산업현장 등으로의 보급을 유도할 것이다.
4) 건설현장에서의 감전방지를 위한 이중절연구조의 전기기계·기구의 보급확산 등 정책적으로 고려해볼 수 있는 몇 가지 제안(제언)을 하였다.

활용방안 및 기대성과

1) 활용방안

본 연구의 결과는 중장기적으로 감전재해 예방을 위한 정책수립 및 반영, 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정, KOSHA GUIDE 제·개정에 반영될 것으로기대됨과 동시에 통계분석자료는 전기작업자 안전교육자료, 대학의 전기안전관련 학과의 교육자료로 활용함과 동시에 특히, 안전장치 보급에 따른 재해감소로의 활용가치가 크다고 사료된다.

2) 기대성과

본 연구의 감전재해 정밀 분석 결과를 바탕으로 한 전기재해 예방정책 수립의 기초근거 자료, 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정 및 KOSHA GUIDE의제도적/기술적 뒷받침, 감전방지장치의 현장 보급을 통한 건설현장에서의 감전사고 예방에 크게 기여할 것으로 기대된다.

중심어

건설업, 감전재해, 감전환경, 전기안전기준, 안전장치

참고문헌

최근 감전재해의 발생특성과 재해원인 심층조사분석 연구, 연구원-2012-연구원-1283, 산업안전보건연구원, 2012년

전기공사업 활선작업의 위험성평가모델 개발에 관한 연구, 2010-연구원-1054, 산업안전보건연구원, 2010년

National Electrical Code Handbook, National Fire Protection Association, 2011.

03 일반제재업에서 근로자 안전행동에 관한 연구: 위험성평가 및 안전지도

연구 필요성 및 목적

일반제재업 사업장의 2008년~2012년 평균 재해율은 4.99로 매년 200여명(최고 282명, 최저 200명) 이상의 재해자가 발생하였다. 일반제재업의 재해는 작업공정의 기계에서 뿐만 아니라 전 공정에서 발생하고 있고, 재해원인 발생형태별로는 끼임, 절단·베임·찔림, 맞음 등의 순으로 재해발생형태가 높게 나타나나 사업장의 구체적인 장소 별 위험성이 안전관리에서는 필요하다. 또한, 일반제재 사업장은 작업환경이 열약하고 규모가 영세하여 안전관리를 전담하는 안전관리자나 관리책임자가 없는 경우가 대부분이다. 또한, 2014년부터 실시되는 위험성평가제도는 이러한 사업장에 큰 부담이고 자칫 위험성평가가 대행기관에 의해서 수행되어질 경우에는 사업주 자율의 위험요인 관리로의 변화를 이끌려는 법 개정의 취지와 맞지 않을 수 있다. 이러한 현실에서 사업주의 재해예방대책의 실행에 대한 근거 및 동기를 부여하고자 위험성 평가가 필요하다.

일반제재 사업장에서 위험성평가를 실시할 때 과거의 재해발생 유형을 파악하고 아차사고(near miss) 등의 잠재 위험으로 위험성평가를 확장해 나가는 것이 효율적이고 안전관리에 도움이 될 것이다. 따라서, 이 연구는 일반제재업 사업장에서 각 작업장소별로 위험성평가에 대한 기초자료와 각 장소별 작업내용, 상해부위, 재해관련 취급 물체 등의 자료를 제공함으로써 사업주나 안전관리자가 효율적으로 안전관리를 수행할 수 있도록 돕고자 하였다.

연구내용 및 방법

최근 3년간의 재해내용 분석과 재해 사업장의 실태조사를 통해 작업장소별 작업내용, 상해부위 및 재해와 관련한 취급물체 등을 구체적으로 파악·분류하였다. 또한, 작업장소별 재해발생빈도(위험성지도) 등을 제공함으로써, 각 작업장소별 위험요인과 안전대책을 제시하여 사업장의 위험성평가(안)을 제시코자 하였다.

연구방법으로는 일반제재업 사업장의 최근 3년간 재해내용을 분석하고 재해내용에 대한 실태

조사를 통하여 일반제재업 사업장의 공정과 작업내용을 일반화 하는 작업을 수행하였다. 이 과정에서 대한목재협회 및 사업장 관계와의 협의를 통해 일반제재업 사업장의 작업장소별 일반화에 대한 신뢰성을 높였다. 또한, 최근 3년간의 재해사업장을 대상으로 구체적인 재해내용의 파악(작업장소, 작업내용, 상해부위, 재해시 취급물체 등)하였다. 실태조사는 2013년 7월에서 8월 사이에 걸쳐 전국 377개소(643건)에 대해 위촉연구원을 활용하여 전화조사를 실시하였다.

연구결과

일반제재업 공정을 일반화하여 16개의 작업장소별로 구분하였다. 작업장소는 원목적재장소, 원목절단장소, 원목투입컨베이어(이동대차 앞), 이동대차, 반제품 이송 컨베이어, 화목운반 벨트컨베이어, (오토)테이블, 갱립소, 제품 포장기 작업장, 화목작업장, 제품건조 작업장, 톱밥 제조 작업장, 집진기 작업장, 특수가공 작업장, 목재 적재장소, 기타(사업장 내), 기타(사업장 외)로 구분하였다.

일반제재업의 장소별 재해발생빈도는 특수가공작업장 102건(15.9%), 이동대차 작업장이 73건(11.4%), 갱립소 작업장 64건(10.0%), (오토)테이블 49건(7.6%), 반제품 이송컨베이어 47건(7.3%), 원목 절단장소 45건(7.0%), 제품포장기 작업장 41건(6.4%), 원목적재장소 40건(6.2%) 순으로 나타났다. 기타(사업장 내)가 57건(8.9%), 기타(사업장 외)가 20건(3.1%)를 차지하였다.

작업공정별 재해발생이 높은 작업과 상해부위는 특수가공작업장에서는 제품절단작업에서 33.3%가 발생하고 상해부위는 손가락에서 51%가 발생하였다. 이동대차 작업장에서는 이동대차 관련한 작업에서 50.7%가 발생하고 상해부위는 손가락이 30.1%로 가장 높은 비율을 차지하였다.

활용방안 및 기대성과

연구 결과는 일반제재업 사업주나 안전관리자가 위험성평가를 실시할 때 기초자료로 활용될 수 있을 것이다. 또한, 각 작업장소별 재해발생빈도, 상해부위, 상해시 취급물체 등의 정보는 사업주나 안전관리자가 위험성평가 수행시에리스크 확인에 도움을 줄 것이다. 또한, 각 공정별 주요 재해사례를 예로 제시하여 사업장의 안전담당자나 근로자가 위험요인 확인을 쉽게 하도록 하였고 국내 및 외국의 주요 자료를 바탕으로 일반적 안전대책을 제시하였다. 이는 사업주가 개선대책의 실행시 타당한객관성있는 자료로 받아들일 수 있을 것이고, 사업장 스스로의 리스크평가

수행을 쉽게 하여 리스크평가가 사업장 자체적인 PDCA사이클로 수행되는데 도움이 될 것이다.

아울러, 작업장소별로 표시한 안전지도는 사업장 근로자는 물론 재해예방기관에서의 일반제재업 위험성평가나 재해예방 기술지원시에 각 공정별 위험요인 파악을 쉽게하여 재해예방대책의 제시에 도움을 줄 것이다.

중심어

일반제재업, 안전지도, 위험성평가

참고문헌

산업재해 현황통계 자료(2010~2012), 산업안전보건연구원, 2012

산업재해 발생형태 용어정비 개선, 고용노동부, 2013

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

KS B 0117:2001(2006 확인), 목재 가공 기계의 명칭에 관한 용어, 한국표준협회

업종별 위험성평가 모델 일반제재업, 한국산업안전보건공단, 2007

위험성평가 일반제조업 사례, 한국산업안전보건공단, 2012

산업안전보건법, 고용노동부, 2013

사업장 위험성평가에 관한 지침, 고용부 고시 제2012-104호, 2012

ISO 31000, Risk management-principles and guidelines, 2009

KOSHA GUIDE, 리스크 평가 절차에 관한 지침, 2012

Sawmilling Industry Health and Safety Guide 2011, Queensland Government, 2011

Health and safety in sawmilling, HSE, 2012

Lumber Handling in Sawmills, Department of Labor and Industries of Washington State, 2002

Guastello, Do we really know how well our occupational accident prevention programs work?, Safety Science, 16, 445-463, 1993

연구책임자: 안전연구실 이홍석 연구원
연락처 032)5100-791 leemokri@daum.net

04 금속제품제조업에서 래들의 안전성 향상 방안 연구

연구 필요성 및 목적

래들은 금속제품제조업의 주조 공정에서 많이 사용되는 기계이고 재해가 종종 발생함에도 불구하고 자료가 거의 없는 실정이며 세부적인 안전한 작업을 위한 지침도 없으며, 사용 실태에 대해서도 파악된 적이 없다. 또한, 작업 현장의 환경이 열악함을 고려할 때, 페일세이프(Fail-Safe) 개념의 설계가 반드시 필요하지만 그렇게 안 되어 있는 경우가 많다. 따라서 관련 기준 검토 및 실태조사 등을 통해 위험요인, 설계 방법 등을 검토하고 이를 반영하여 관련 기준 등에 대해 개정(안) 및 래들 작업에 대한 위험성평가 방안의 제안을 통해 관련 재해 감소에 기여하고자 한다.

연구내용 및 방법

1) 연구 내용

(1) 래들과 관련된 재해 분석을 통한 위험요인 파악
(2) 래들에 대한 국내외 안전기준 파악
(3) 래들의 뒤집힘 방지를 위한 설계 방안 제시
(4) 사업장의 사용 실태 및 안전기준 준수 여부 파악
(5) 래들 작업에 대한 위험성평가 방안 및 고용노동부 고시 개정(안) 작성

2) 연구 방법

(1) 2001년부터 2012년 까지 래들과 관련된 재해 자료 분석
(2) 설계도면을 이용하여 래들의 무게중심 계산을 통한 축심의 위치 제시
(3) 보유 및 제조 사업장 설문 조사

연구결과

1) 2001년부터 래들에서 발생한 중대재해 총 14건 중 4건이 작업 중 용탕이 중심을 잃고 전복되어 발생된 재해로 기어 부분의 고장 등으로 인해 지지력이 없어지자 사고가 발생하였다.
2) 국내의 래들 관련 기준은 고용노동부 고시 제2012-87호에 일부 내용이 있다. 국외의 관련 기준의 유럽 EN 규격과 미국의 각 주의 규정 등이 있는데,이를 살펴보면 축심의 위치를 무게중심보다 높게 하고 웜기어 등을 사용하도록 하고 있다.
3) 경동 각도에 관계없이 항상 정적안정성을 확보할 필요가 있는데, 이를 위해 래들 트러니온 축심의 높이를 계산할 수 있는 수식을 제안하였다.
4) 래들 보유사업장의 실태조사 결과, 보호복(방열복)의 착용률은 상대적으로 낮으며, 래들 전용 이동 통로의 설치도 잘 안 되고 있었다. 래들 작업별 위험도는 전반적으로 높게 생각하지 않는 것으로 나타났다.
5) 래들을 제조하는 사업장에서 자체설계로는 경험 기반의 독자적인 자체규격을 사용하는 사업장이 많은 것으로 나타났다. 또한 제조하는 사업장 절반 이상이 외주를 하고 있었다.
6) 위험성평가표는 사업장에서 직접 스스로 확인할 수 있도록 래들의 설계/제작, 생산품 시험, 생산 단계로 공정별로 체크리스트 기법을 사용하여 작성하였다.
7) 고용노동부 고시의 개정(안)을 제시하였다. 래들을 사용할 때 갑작스러운 뒤집어짐에 의한 재해를 예방하기 위해 고정장치 및 웜기어 등의 설치뿐만 아니라 래들의 무게 중심의 위치 등에 대해서 제안하였다.

활용방안 및 기대성과

1) 래들 작업을 위한 표준작업지침이나 안전보건기술지침의 기본 자료로 활용
2) 래들의 신규 제작에 있어 설계 기준을 제시함으로써 보다 안전한 설비 제작에 도움
3) 고용노동부 고시의 개정을 통해 관련 재해의 예방에 이바지

중심어

래들, 금속제품제조업, 주조, 위험성평가

참고문헌

고용노동부 고시 제2012-87호. 제1차 금속산업 안전작업지침(개정 2012.9.25)

BS EN 1247:2004. Foundry machinery-Safety requirements for ladles, pouring equipment, centrifugal casting machines, continuous and semicontinuous casting machines. London:British Standard Institute.

Code of Massachusetts Regulations. 454 CMR 7.00 Working Conditions in Iron and Steel Foundries and Employment of Women in Core Rooms, Section 7.06 Plant Safety.

Commonwealth of Pennsylvania. Department of Labor and Industry. Title 34, PA Code, Chapter 47, Subchapter E. Foundries.

Association for Iron and Steel Technology. Technical Report No. 9 Specification For Design and Use of Ladles, 1991

연구책임자: 안전연구실 최승주 연구원
연락처 032)5100-799 boyz@kosha.net

05 소규모 건설현장 산업재해 예방을 위한 민간협력 활성화 방안

연구 필요성 및 목적

소규모 건설현장에서 많은 재해가 발생함에도 불구하고 이를 관리·감독할 수 있는 정부의 행정력은 부족하므로, 민간의 인력과 전문성을 적극 활용할 필요가 있다. 이에 정부는 2010년부터 민간 건설퇴직자가 소규모 건설현장을 순찰 점검하는 "건설업 안전보건 지킴이 사업"을 시행하고 있다. 그러나 시행된 지 3년이 경과하였음에도 불구하고 아직까지 건설업 안전보건 지킴이의 활용효과에 관한 면밀한 검토는 없는 상황이다. 더욱이 국내에는 건설업 안전보건 지킴이 사업을 제외하고 민간을 활용한 소규모 건설현장의 재해예방 프로그램은 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 건설업 안전보건 지킴이의 활용효과를 검토하고, 민간을 활용한 외국의 사례 등을 조사·분석하여 감성적·기술적 수용도가 높은 민간협력 프로그램을 도출하는데 목적이 있다.

연구내용 및 방법

본 연구의 내용을 1) 건설업 안전보건 지킴이 활용결과 분석, 2) 외국의 민간기관을 이용한 재해예방활동 사례 조사·분석, 3) 소규모 건설현장의 재해예방을 위한 민간협력 프로그램 마련으로 구성하였다. 이중 건설업 안전보건 지킴이 활용결과는 재해지표를 활용한 정량적 분석과 설문조사를 통한 정성적 분석을 통해 파악하였으며, 외국(미국, 영국, 일본)의 민간기관을 이용한 재해예방활동 사례는 현지 전문가를 활용하여 기초조사와 심화조사로 구분하여 살펴보았다. 이와 같은 내용을 종합하여 최종적으로 소규모 건설현장 재해예방을 위한 민간협력 프로그램을 제안하였다.

연구결과

1) 건설업 안전보건 지킴이 활용결과 분석

건설업 안전보건 지킴이가 순찰 점검한 이후부터 순찰 현장의 재해율, 강도율 및 사망 만인율이 감소하는 것으로 분석되었다. 또한 지킴이의 순찰 점검을 통해 소규모 건설현장 관계자의 안전에 대한 관심이 증대되고 있는 것으로 조사되었다. 따라서 건설업 안전보건 지킴이 사업은 소규모 건설현장의 안전수준을 향상시키는 효과를 거두고 있는 것으로 파악되었다.

2) 외국의 민간기관을 이용한 재해예방활동 사례 조사·분석

미국, 영국, 일본에서는 건설현장의 재해예방을 위하여 민간의 인력과 전문성을 활용하는 다양한 프로그램이 시행 중인 것으로 조사되었다. 특히, 소규모 건설현장의 경우에는 기술지도, 캠페인(홍보), 교육, 안전관리체계 인증 등의 프로그램이 활발히 운영 중인 것으로 파악되었다.

3) 소규모 건설현장의 재해예방을 위한 민간협력 프로그램

소규모 건설현장 맞춤형 안전수칙과 시스템을 마련하고, 이를 구현하는 High 5 캠페인 재추진, 안전시설 지원사업 확대, 민간위탁 기술지도 사업 개선, 민간위탁 인증사업(소규모 건설현장 대상) 실시, 전문건설업체 자율안전관리 촉진 지원사업 실시가 반드시 필요하다.

활용방안 및 기대성과

건설업 안전보건 지킴이 사업의 성과분석 결과는 당해 사업의 확대 시행여부를 판단하는 자료로 활용될 수 있다. 또한 해외의 민간기관 재해예방활동 사례는 우리나라의 소규모 건설현장 재해 예방을 위한 민간협력사업의 벤치마킹 자료로 활용될 수 있다.

중심어

소규모 건설현장, 민간협력사업, 건설업 안전보건 지킴이

연구책임자: 대한건설정책연구원 홍성호 연구위원
연구원 담당자: 안전연구실 최진우 차장대우
연락처 032)5100-790 jacob70@kosha.net

06 건설안전 분야 평가항목에 대한 연구

연구 필요성 및 목적

최근 건설현장에서 대형재해가 발생하고 일반재해 역시 감소하지 않아서 이에 대한 사전 재해예방노력도 평가지수에 대한 연구가 필요하다. 이와 관련하여 현행 최저낙찰제가 사회적 책임지수를 포함한 종합심사제로 개편이 예정됨에 따라 사회적 책임항목에 포함된 건설안전 분야에 대한 객관적이고 정량적인 평가지표 마련이 요구되고 있다. 따라서, 이 연구에서는 건설재해를 예방하기 위하여 사전 재해예방노력도의 평가지수와 종합심사제의 건설안전 분야에 대한 평가지표를 제시하고, 각 평가지표에 대한 평가항목을 검토하고자 한다.

연구내용 및 방법

사전 재해예방노력도 평가지수와 종합심사제의 건설안전 분야에 대한 평가지표 개발을 위하여 기존의 관련 연구자료 등을 분석하여 지수화 가능한 항목들에 대하여 검토를 선행하며, 이후 결정된 평가지수들에 대하여 정량적인 지표로서 건설안전을 집약적으로 나타낼 수 있는 검증된 지표들을 선별하여 다음과 같이 평가지표로 제시한다.

1) 사전 재해예방노력도 평가지수(안) 제시 및 평가항목과 평가배점(안) 제시.
2) 종합심사제의 사회적 책임항목 중 건설안전 평가지표(안) 제시 및 평가항목과 평가배점(안) 제시.

연구결과

사전 재해예방노력도 평가지수에 대한 검토결과, 지수 가능한 평가지수는 '사업주 안전보건교육 이수', '선임된 안전관리자 중 정규직 비율', '안전보건 조직', '안전보건경영시스템 인증

(KOSHA 18001)'으로 검토되었다.

<사전 재해예방노력도 평가지수(안)>

구분	평가지표	평가점수
공통항목 (100점)	1. 사업주 안전보건교육 등 참여	30점
	2. 선임된 안전관리자 중 정규직 비율	40점
	3. 안전보건 조직	30점
가점항목 (10점)	1. 안전보건경영시스템 인증 (KOSHA 18001)	10점
계		110점

종합심사제의 사회적 책임항목 중 건설안전 평가지표에 대한 검토결과, '사망만인율', '재해율', '산업재해발생 보고의무 위반 건수'의 지표가 평가지표의 주요항목으로 검토되었다.

<종합심사제의 건설안전 평가지표(안)>

구분	평가지표	평가점수
공통항목 (100점)	1. 사망만인율	50점
	2. 재해율	50점
감점항목	1. 산업재해발생 보고의무 위반 건수	
계		100점

활용방안 및 기대성과

이 연구에서 수행되어 제시된 사전 재해예방노력도 평가지수(안)은 건설업체의 재해발생을 감소시킬 것으로 기대됨. 또한, 건설안전 분야 평가지표에 대한 연구결과로 제시된 종합심사제의 사회적 책임항목의 건설안전 평가지표(안)은 사전 재해예방노력도 평가지수와 마찬가지로 건설업체의 재해예방노력을 유도할 수 있을 것으로 기대된다.

중심어

사전 재해예방노력도 평가지수, 종합심사제, 건설안전 평가지표, 사망만인율, 재해율, 산업재해발생 보고의무 위반 건수.

참고문헌

기획재정부, 공공 공사 입 낙찰제도 개선을 위한 공청회 개최, 보도자료, 2013. 8. 21.

기획재정부, 기획재정부 계약예규 제111호, 2012. 9. 22.

기획재정부, 기획재정부 계약예규 제112호, 2012. 9. 22.

법제처, 고용보험 및 산업재해보상보험의 보험료징수 등에 관한 법률 시행령 제2조제1항제3호 가목, 2013.7.1.

법제처, 고용보험 및 산업재해보상보험의 보험료징수 등에 관한 법률 시행령 제11조 제1항, 2013.7.1.

법제처, 산업안전보건법 시행규칙 별표1 제2호~제4호, 2012.1.26.

법제처, 산업안전보건법 제10조, 2009.2.6.

법제처, 산업안전보건법 제15조 및 제16조, 2009.2.6.

안홍섭, 오종철, 건설업 재해율 조사의 산업재해예방 기여도 평가 연구, 노동부, 2004.

이명구, 산재보험수지율의 환산재해율 반영 등에 관한 연구, 산업안전보건연구원, 2007.

조달청, 조달청 입찰참가자격사전심사기준, 조달청 기술심사과-3078호, 2013. 6. 24.

Federal Acquisition Regulation (FAR), Department of defense, National aeronautics and space administration, 2005. 5.

Federal Property and Administrative Services Act of 1949, U.S. Senata Committee on Environment & Public Works, 2000. 12.

연구책임자: 신구대학교 채원규 교수
연구원 담당자: 안전연구실 최진우 차장대우
연락처 032)5100-790 jacob70@kosha.net

07 조립식 가설기자재의 완성품에 대한 안전인증 타당성 연구

연구 필요성 및 목적

조립식 가설기자재의 경우에도 안전인증은 기존의 강관비계와 같이 수평재, 수직재, 가새재 및 연결재와 같이 단위 부재에 대한 안전인증기준을 적용하고 있으며 조립된 가설구조물의 안전성은 별도의 설치기준에 따라 안전여부를 확인하고 있다. 조립식 가설구조물 중에서도 완성품 형태로 제작 및 사용되는 가설기자재는 단위 부재에 대한 안전인증과는 별도로 완성품에 대한 안전인증기준을 적용하는 것이 보다 합리적일 것으로 판단되며 이에 대한 타당성과 적용기준 및 범위에 대한 연구가 필요하다.

연구내용 및 방법

조립식 가설기자재의 단위 부재에 대한 안전인증기준 외에 완성품으로서의 안전인증기준을 별도로 마련하고 이를 토대로 합리적인 설치 기준과 지침을수정·보완함으로써 안전하고 효율적인 가설기자재의 개발을 유도하고자 한다. 이를 위해서 다음과 같이 연구를 수행하였다.

1) 전문가 의견수렴 및 연구진들의 토의를 통한 연구방향설정
2) 국내·외 안전인증 기준분석, 기존 연구성과 및 사고사례 수집 및 분석
3) 조립식 가설기자재 제작 및 사용현황 조사를 통한 안전인증 대상 선정
4) 성능 시험을 통한 완성품의 성능 평가, 부재와 완성품의 성능 비교·분석
5) 완성품에 대한 안전인증 도입의 타당성 제시

연구결과

조립식 가설 기자재중 완성품의 안전인증을 마련할 수 있는 대상품 중 이동식비계를 선정하여 안전인증에 대한 성능을 확인하였다. 이에 본 연구를 통해 다양한 성능 시험을 실시하여 단위 부재와 완성품의 구조 성능 차를 확인하며 시험결과에 대한 비교·분석을 통해 합리적이고 타당한 안전인증기준을 마련할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

본 연구에서 이동식 비계의 완성품에 대한 안전인증 성능기준은 현재의 단위부재에 대한 성능기준보다 저하되지 않아야 한다는 전제하에 완성품에 대한 압축 성능기준을 제시하였다. 본 연구의 결과로써 조립식 가설기자재의 완성품에 대한 안전인증이 타당하다는 결론을 도출하였으나 완성품으로 인증받은 이후 사용시 사용기준을 지키지 않았을 경우 오히려 안전이 저하되는 경우가 발생할 수 있으므로 완성품 안전인증기준을 적용하기 위해서는 제작 및 사용지침에 대한 보완을 포함하여 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

활용방안 및 기대성과

1) 조립식 가설기자재의 사용 확대에 따른 합리적 안전인증기준 마련을 위한 기초연구 수행
2) 단위 부재가 아닌 조립식 가설기자재 완성품의 성능에 대한 평가기준 설정
3) 조립식 가설기자재의 안전인증 기준과 설치 기준과의 연계방안 모색
4) 조립식 가설구조물의 안전성에 대한 평가방안 도입으로 조립식가설구조물의 안전성 제고
5) 효율적이고 안전성이 확보된 다양한 조립식 가설기자재의 개발을 유도
6) 설치조건별 구조성능 확인 및 비교분석을 통한 안전한 가설기자재 설치방안 제시
7) 조립식 가설기자재의 안전인증 기준도입 방안에 대한 후속 연구 필요

중심어

조립식 가설기자재의 완성품, 단위부재, 시스템동바리, 시스템비계, 강관틀비계, 이동식비계, 타워형비계, 안전인증

참고문헌

1) 국토해양부, 한국가설협회, “가설공사표준시방서”, 2006.

2) 日本ヨ 社團法人 仮設工業會, “仮設機才認定基準と その解說”, 2010.

3) 한양대학교, “S-2000 SYSTEM 구조 및 안전성검토보고서”, 1992.

4) OSHA Part 1926, Safety and Health Regulations for Construction (CFR 29)·Subpart L - Scaffolds ; General requirements(1926.451)

5) EN 12813(2004) : Temporary works equipment –Load bearing towers of prefabricated components-Particular methods of structural design

연구책임자: (사)한국가설협회 박일철 연구소장
연구원 담당자: 안전연구실 최진우 연구원
연락처 032)5100-790 jacob70@kosha.net

08 기술기준 합리화 방안 연구 II

연구 필요성 및 목적

2012년 연구과제「기술기준 합리화 방안 연구(Ⅰ)」결과 중, 기술규범으로 재분류 필요성이 제기된 "안전보건기술지침"이 산업현장에서 실질적으로 적용되기 위해서는 단계별로 산업안전보건법을 근거로 하는 고시 수준의 "기술상의 지침"으로 개발하는 것이 필요하다. 이에 본 연구에서는「기술기준 합리화 방안 연구(Ⅰ)」의 결과에서 기술규범으로 재분류 필요성이 제기된 "안전보건기술지침"(연구보고서 부록I 목록의 성격분석에서 '준수', '준수/자율'로 분류된 274건) 및 그 외 신규 제정이 필요하거나 '자율'로 분류된 "안전보건기술지침"을 기초로 하여 개발 우선순위를 설정하고, 이와 관련한 국내·외 안전보건기술기준 및 산업안전보건 관련 법령 조항과「산업안전보건기준에 관한 규칙」과의 연관성 및 고용노동부 고시로서의 형식요건 그리고 향후 해당분야 사업장의 적용 가능성을 분석하여, 국제적 기술기준과도 부합하는 고시 수준의 "기술상의 지침" 30건을 개발하여 제안하는 것을 목적으로 한다.

연구내용 및 방법

본 연구에서는 고용노동부 고시 수준의 "기술상의 지침" 총 30건을 개발하기 위해,「기술기준 합리화 방안 연구 (Ⅰ)」결과 중 기술규범으로 재분류 필요성이 제기된 "안전보건기술지침"(274건) 및 그 외 신규로 제정하거나 '자율'로 분류된 "안전보건기술지침" 중 "기술상의 지침"으로 개발할 75건의 예비항목을 선정하였다. 이를 기초로 국내 법령 조항과「산업안전보건기준에 관한 규칙」과의 법적 연관성 검토 및 해당 분야(화공, 전기, 기계, 건설)의 공단 총괄부서, 고용노동부 소관부서, 공단 소관분야별 제정위원장 및 간사 등 해당분야의 전문가 의견을 수렴하여 30개의 "기술상의 지침" 개발 항목을 선정하였다. 이와 같이 선정된 30개의 항목에 대해 각종 문헌을 조사하였으며, 조사된 내용을 토대로 국내 실정에 적합한 고용노동부 고시로서의 형식요건에 충족하는 "기술상의 지침" 초안을 작성한 후, 관련 전문가의 의견을 수렴하여 사업장의 실정

에 적합하도록 수정 및 보완하였다.

연구결과

본 연구에서는 사업장 재해예방 기여도, 고용노동부 고시로서의 형식요건 만족, 국내 법령 조항과 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 법적 뒷받침 및 해당 분야 사업장 작업환경에의 적용성 등을 고려하여 다음 목록과 같은 총 30건(화공 8건, 전기 8건, 기계 8건, 건설 6건)의 고시 수준의 "기술상의 지침"을 작성하여 제안하였다.

번호	기술상의 지침 개발 항목
1	불화수소 및 불산 취급 안전에 관한 기술상의 지침
2	염산 및 질산 저장에 관한 기술상의 지침
3	수소 저장설비의 안전에 관한 기술상의 지침
4	통기설비 설치에 관한 기술상의 지침
5	무수암모니아 저장에 관한 기술상의 지침
6	진한황산 및 발연황산 저장탱크 공정의 안전에 관한 기술상의 지침
7	유기과산화물 및 그 제재의 저장에 관한 기술상의 지침
8	안전밸브의 분출압력시험에 관한 기술상의 지침
9	가스폭발 위험장소의 설정 및 관리에 관한 기술상의 지침
10	가스폭발 위험장소에서의 전기설비 설계, 선정 및 설치에 관한 기술상의 지침
11	분진폭발 위험장소의 설정에 관한 기술상의 지침
12	분진폭발 위험장소에서의 전기설비 설치에 관한 기술상의 지침
13	감전 위험을 방지하지 위한 접지에 관한 기술상의 지침
14	건축물 등의 피뢰설비 설치에 관한 기술상의 지침
15	감전방지용 누전차단기 설치에 관한 기술상의 지침
16	절연 보호구의 선정 및 사용에 관한 기술상의 지침
17	줄걸이용 와이어로프의 사용에 관한 기술상의 지침
18	타워크레인의 설치·조립·해체작업에 관한 기술상의 지침
19	지게차의 안전작업에 관한 기술상의 지침
20	이동식 승강 테이블에 관한 기술상의 지침
21	인조섬유 라운드슬링 사용에 관한 기술상의 지침

번호	기술상의 지침 개발 항목
22	체인톱의 사용에 관한 기술상의 지침
23	산업용 로봇의 사용 등에 관한 안전 기술상의 지침
24	식품포장기계의 방호조치에 관한 기술상의 지침
25	야간 건설공사 표준안전보건작업지침
26	건설기계 표준안전보건작업지침
27	사다리 작업 표준안전보건작업지침
28	시스템 동바리 작업 표준안전보건작업지침
29	달비계 작업 표준안전보건작업지침
30	낙하비래 재해방지 표준안전보건작업지침

활용방안 및 기대성과

1) 법령 조항 및 「산업안전보건기준에 관한 규칙」의 선언적 규정 내용을 명확하게 뒷받침할 수 있는 기술상의 지침 마련으로 수요자가 법을 명확히 이해하고 사업장의 안전보건관리에 적용할 수 있음
2) 법령상의 기술기준을 상세하게 뒷받침할 수 있는 기술상의 지침 제정으로 사업장 재해율 감소에 기여
3) 선진 산업안전보건 법령 및 기술기준 체계와 부합하는 산업안전보건 "기술상의 지침" 체계를 갖출 수 있게 되어, 체계적인 산업안전보건관리 활동에 기여

중심어

안전보건기술지침, KOSHA GUIDE, 기술기준, 기술상의 지침

참고문헌

1) 한국산업안전보건공단 홈페이지, 정보마당 KOSHA GUIDE, 2013.

2) 한국산업안전보건공단, “선진국의 안전보건 코드체계 조사와 국제수준의 안전보건기술지침 개발”, 2008.

3 한국산업안전보건공단, “안전보건기술지침 개발체계 정립을 위한 연구”, 2009.

4) 한국산업안전보건공단, “기술기준 합리화 방안 연구(I)”, 2012

연구책임자: 서울과학기술대학교 김찬오 교수
연구원 담당자: 안전연구실 김진현 차장
연락처 032)5100-794 k3388283@kosha.net

09 폭발위험장소 설정을 위한 도시가스 사용시설의 안전성 평가

연구 필요성 및 목적

2000년대에 들어서 대기환경의 중요성이 크게 부각되고 「대기환경보전법」 등이 수도권 및 대도시 등에서의 사용 연료를 제한하도록 하는 내용으로 개정됨에 따라 기존의 난방용 보일러·가열로·발전용 보일러 등의 사용 연료가 벙커 C에서 대기 오염물질을 덜 발생시키는 액화천연가스(LNG) 등으로 전환되어 기 설치되어 있는 보일러 관련 전기설비 등은 「산업안전보건법」에서 정하는 기준에 따라 폭발위험장소를 설정하고 그 종별에 적합한 방폭형으로 설치하여야 한다. 하지만 이럴 경우 기사용하고 있던 설비에 대하여 바뀐 연료에 적합한 방폭 전기설비로 교체하는 것은 기술적으로도 쉽지 않고 가능하다고 해도 새로 시설하는 것보다 더 많은 비용과 시간이 소요된다.

이에 관련된 방폭 기술기준도 명확하지 않은 상태에서 법을 적용하다 보니 감독기관과 사용자간의 잦은 논란으로 안전보건공단·고용노동부·총리실 등에 많은 민원이 제기되고 있는 실정이다. 또한 최근 산업구조 변경·교체 등으로 인한 인화성 가스·액체 등을 취급하는 공정설비의 빈번한 증설이나 변경 시에 일률적·무조건적으로 방폭 전기설비를 적용하도록 하는 것이 현실적 또는 논리적으로 불합리하거나 제한되는 경우도 있으며 이에 대한 명확한 법적 기준과 함께 충분한 안전성이 확보될 수 있는 적용 방법의 개발 필요성이 제기되고 있다.

따라서 이 연구에서는 도시가스 사용시설에서 위험물질을 취급하는 시설에 대한 현황을 파악하고, 국내외 관련 기술기준을 조사 분석하여 우리 산업현장에 적합한 기술기준을 마련하고 관련 분야 전문가들의 체계적인 위험성 평가기법을 통하여 폭발위험장소를 설정하고 관리하는 근원적인 안전대책을 제시하여 관련 규칙의 개정(안) 및 관련 가이드를 제정(안)을 제안하고자 한다.

연구내용 및 방법

1) 폭발위험장소 관련 법 및 표준 등 조사

(1) 국내외 법령 및 단체 표준 등

2) 국내·외 도시가스 사용시설 현황파악

3) 도시가스 사용시설의 안전성 평가

(1) 도시가스의 누출·확산 시뮬레이션

(2) 도시가스의 누출·확산 실증 실험

(3) 도시가스 사용시설의 안전성평가에 대한 고찰

4) 도시가스 사용시설에서의 폭발위험장소 설정(안)

(1) 관련 안전규칙 개정(안)

(2) 관련 KOSHA Guide 제정(안)

연구결과

본 연구에서는 도시가스 사용시설 현황 파악 및 국내외 관련 기술기준을 조사 분석하였고, 이를 토대로 전문가의 검토를 통하여 제시한 폭발위험장소 설정 방법은 폭발위험장소 설정 목적의 명확화, 인화성 물질에 대한 용여 정의의 세분화 및 폭발위험장소를 설정 및 관리 관련 규칙의 개정(안)과 가이드 제정(안)을 제시하고 있다.

활용방안 및 기대성과

1) 감독기관과 사용자간의 논란이 상당부분 해결될 것으로 보이며 특히 도시가스 사용설비에 대한 방폭 전기설비의 적용여부에 대하여 고압법 등과의 적용 차이로 인한 사업장에서의

혼란 또한 상당부분 해결 가능.

2) 인화성 가스·액체 등을 취급하는 공정설비의 증설이나 변경 시에 일률적·무조건적으로 방폭 전기설비를 적용하도록 하는 것이 아니라 본 연구의 결과로 논리적이고 충분한 안전성이 확보될 수 있는 적용방법을 제시함.

3) 산업현장에 적합한 기술기준을 마련하고 관련 분야 전문가들의 체계적인 위험성 평가기법을 통하여 폭발위험장소를 설정하고 관리하는 근원적인 안전대책을 제시하여 관련 규칙의 개정(안) 및 관련 가이드 제정(안)을 제시 및 활용이 가능함.

※ <KOSHA GUIDE로 활용>

E-136-2013	전기안전	위험성 평가를 기반으로 하는 인화성 액체 취급 장소 등에서의 폭발위험장소 설정에 관한 기술지침	제정
E-137-2013	전기안전	배터리실의 폭발위험장소 설정에 관한 기술지침	제정
E-138-2013	전기안전	위험성 평가를 기반으로 하는 보일러실 등의 폭발위험장소 설정에 관한 기술 지침	제정

중심어

방폭, 도시가스, 인화성 가스, 폭발, 안전성 평가

참고문헌

한국산업표준「KS C IEC 60079-10-1(폭발위험장소의 구분)」

API 505「Classification of locations for electrical installations at petroleum facilities classified as class 1, zone 0, zone 1, and zone 2」

NFPA 497「Recommended practice for the classification of flammable liquids, gases, or vapors and of hazardous locations in electrical installations at chemical process areas」

연구책임자: 서울과학기술대학교 정재희 교수
연구원 담당자: 안전연구실 장창봉 연구원
연락처 032)5100-788 jcb1276@gmail.com

10 폐기물 수거 작업자의 산재예방 방안에 관한 연구

연구 필요성 및 목적

쓰레기수거 작업은 기계화되고 자동화되었으나 쓰레기의 종류와 작업 방식에 따라 생활 폐기물 수거차량의 종류가 다양화되고 작업의 특성상 사람이 해야 하는 역할이 큰 작업이기 때문에 작업 중 다양한 유형의 사고가 많이 발생되고 있다.

수거차량에 관련된 재해로는 운행 중 교통사고와 수거 작업 중 정지, 서행 및 후진시에 작업자들에게서 발생하는 사고를 들 수 있다. 또한, 작업자는 중·장거리를 이동하며, 승·하차해야 하고, 쓰레기의 투입·적재활동 시에 적재물 자체와 주변상황에 의한 유해·위험요인에 항상 노출되어 있다.

수거차량과 관련되는 재해예방을 위해서는 수거차량에 대한 하드웨어적 관리뿐만 아니라 안전한 작업 장소, 작업시간, 작업 방법 등의 작업시스템, 작업자 교육 및 개인 보호장구 등이 고려되어야 하며 그것들의 구체적인 사항의 예로는 번잡한 상가와 학교지역에 대한 작업시간의 고려, 지형에 대한 주의, 기상조건의 영향이 큰 지역, 보행인이나 장애물이 많은 지역 등등 다수의 요인을 들 수 있을 것이며 이들 요인들에 대하여 위험성평가를 통한 안전대책의 수립이 필요하다.

수거 작업에 있어서는 특성상 큰길이나 골목, 아파트 단지내, 상가 밀집지역 등을 차량으로 이동하면서 정지, 출발, 서행을 반복하고 있다. 이 경우 안전적인 측면에서는 작업자가 조수석에 매번 승하차 하던지 아니면 걸어 다녀야 한다. 그러나 1일 평균 청소차량이 80 ~ 90 km를 운행하는 과정에서 수거작업자가 높은 조수석에 빈번히 오르내리는 것과 15 ~ 20 km를 걸어 다니며 쓰레기를 수거한다는 것은 현재의 작업여건상 현실적으로 상당한 무리가 있다. 수거차량 후미에 부착한 부적절한 발판이나 후부안전판 위에 작업자가 탑승하여 이동하거나 이동 중인 차량의 후미발판에 타고 내리고 있으며 이 과정에서 떨어짐·넘어짐 등으로 인하여 재해가 많이 발생하고 있지만 작업여건을 고려한 합리적인 재해예방 방안이 제시되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 수거 작업자가 쓰레기 수거 작업과정에서 차량이 이동하는 동안에 안전하게 타

고 내릴 수 있는 발판을 차량 외부에 설치하는 방안에 대한 기술적 타당성과 실효성을 검토하여 발판 설치에 대한 합리적인 방법을 제시하고자 한다.

연구내용 및 방법

1) 국내 최근 5년간의 관련 산업재해 통계자료 분석
2) 현재 실태파악을 위한 현장방문
3) 쓰레기 수거차량별 구조에 따른 재해발생요인 분석
4) 쓰레기 수거작업 공정별 위험성 평가 실시
5) 국내·외 쓰레기 수거작업 제도, 기준 및 안전관리 실태 분석
6) 쓰레기 수거작업 공정별 안전작업 시스템의 구축
7) 안전발판 설치 및 운용방안
8) 발판설치에 따른 비용/편익 분석

연구결과

본 연구에서는 생활 폐기물 수거 작업 현장의 실태조사를 통하여 전반적인 쓰레기 수거 작업의 위험성을 평가하고 국내와 외국의 관련 제도, 법 및 기준을 비교·검토함으로써 우리 실정에 맞는 안전성 및 실효성을 갖춘 차량 후미 발판 도입의 필요성과 타당성을 제시하였으며 발판설치를 위한 법적문제점 해소 방법과 발판 및 손잡이 설계 기준을 다음과 같이 제안하였다.

1) 현행법의 충돌 해소 방안

(1) 자동차관리법 시행규칙 제55조 제2항 2호의 단서 규정에 “라. 생활 폐기물 수거차량의 후면에 발판을 설치하여 승차 정원이 증가하는 경우”를 추가한다.

(2) 생활 폐기물 수거차량의 후미발판 설치의 주된 목적은 승차목적이 아니라 작업을 위한 것이므로 작업용 발판으로 해석함으로써 발판설치가 승차정원의 증가에 해당하지 않기 때문에 자동차 관리법 시행규칙 제55조제2항에 의거 변경 후의 구조 또는 장치가 안전기준 그 밖에 다른 법령에 따라 자동차의 안전을 위하여 적용하여야 하는 기준에 적합한

경우 승인하여야 한다.

(3) 자동차 안전기준에 관한 규칙 제19조(차대 및 차체) 제6항에 의해 차체외형은 예리하거나 각이 지거나 돌출되어 안전운행에 위험을 줄 우려가 없도록 규정하고 있는 부분은 후면 설치 발판을 고정식으로 한 경우는 위의 조항에 위배될 수 있으나 접이식으로 설계·설치하여 근거리 작업시는 탑승할 수 있게 펼친 상태로 사용하고 비교적 원거리를 이동할 때에는 차체 안쪽으로 접어 넣을 수 있게 한다.

2) 발판 및 손잡이 규격

(1) 작업자 탑승 시에는 펼친 상태로 사용하고 원거리 이동시에는 차체 안쪽으로 접어 넣어서 차체보다 돌출되지 않도록 발판은 생활 폐기물 수거차량의 후방에 접이식으로 설치한다.

(2) 발판은 미끄럼방지 및 먼지가 쌓이지 않게 설계하여야 하며 얼음과 눈이 쉽게 통과할 수 있어야 한다.

(3) 발판의 표면은 평평하고 탑승하였을 때 5°의 틈새각도 이내에서 지표면과 평행하여야 한다.

(4) 깊이는 300㎜ 이상이어야 한다.

(5) 가장자리와 모서리는 충분히 라운드 되어야 한다.

(6) 발판부착지점으로부터 가장 멀리 떨어진 위치에서 2,450 N(250 kgf)의 수직 정하중을 지지할 수 있어야 한다.

(7) 도로면으로부터 50㎝ 이하가 되도록 설치하여야 한다.

(8) 손잡이는 안전한 탑승과 발판위에서 작업자가 안정적인 자세를 유지할 수 있도록 위치와 치수를 결정하여야 한다.

(9) 손잡이는 2,450 N(250 kgf)의 수평 정하중을 견딜 수 있어야 하며, 미끄럼방지표면으로 하여야 한다.

활용방안 및 기대성과

1) 활용방안

생활 폐기물 수거차량의 발판의 설치, 사용에 대한 합법성을 마련하고 아울러 제조 및 설치, 사용에 관한 안전기준을 제공한다.

2) 기대성과

생활 폐기물 수거차량에 후미발판을 설치함으로써 폐기물 수거 작업자들이 좀 더 효율적이고 안전하게 쓰레기를 수거할 수 있으며 따라서 산업재해가 감소하고 이를 통한 경제적인 이익도 기대할 수 있다.

중심어

생활 폐기물 수거차량, 후방 적재 쓰레기 수거차량, 테일게이트, 후부안전판

참고문헌

박두용, "주요선진국의 사업장 안전관리 일원화 제도 및 운영실태에 관한 연구". 노동부. 2003

에이엠(AM)특장차. 제품안내 팜플릿. 2013

이근오. 기계·기구의 안전보건기준에 조사에 관한 연구. 2012

최은숙. 위생 및 유사서비스업의 맞춤형 산업재해예방 프로그램 및 매뉴얼 개발. 2010

후생노동성. 基發 第60号 機械式ごみ収集車の構造等に関する安全指導基準. 1987

ANSI. American National Standard for Equipment Technology and Operations for Wastes and Recyclable Materials —Mobile Wastes and Recyclable Materials Collection, Transportation, and Compaction Equipment —afety Requirements. 2008

British Standards Institution. BS EN 1501-1 Refuse collection vehicles(RCV) - part 1 Rear loaded RCV . 2011

연구책임자: 한국안전학회 이상만
연구원 담당자: 안전연구실 권준혁 연구원
연락처 032)5100-797 bandit@kosha.net

11 인적 오류 방지를 통한 산업안전 적용 사례 연구

연구 필요성 및 목적

본 연구는 인적 오류 관련 사고사례 조사 분석을 통해, 산재예방을 위한 인적 오류의 중요성을 환기시키고, 또한 인간공학적 관점에서 인적 오류 예방을 위한 시스템 설계 원칙과 인적 오류 저감을 위한 접근방법의 효용성과 가치를 체계적으로 전달하는 자료를 개발하는 것을 목적으로 한다.

연구내용 및 방법

1) 사고발생 모델에 근거한 인적 오류 발생을 고찰하고, 인적 오류를 분류하는 방법을 조사, 정리
2) 2012 년 발생한 중대재해 351 건과 최근 전로 사고에 대해 인적 오류 관점에서 분석하고, 인적 오류를 분석하는 체계를 제시
3) 영국 HSE에서 발행한 인적 오류와 불안전행동을 예방하는 사례와 프로그램 등을 번역, 정리
4) 국내의 인적 오류 예방 관련 지침을 조사하고, 인간의 정보처리 모델에 근거해 현장에서 적용할 수 있는 인적 오류 예방 체크리스트를 개발

연구결과

다양한 인적 오류 분류 체계와 사고 시나리오에 근거한 산업재해 사고의 인적 오류 분석 체계를 개발하였다. 이를 이용해 2012 년에 발생한 중대재해 중 오조작 등의 인적 오류에 기인한 사고와 최근 발생한 전로 사고에 대한 인적 오류 분석을 수행하였다. 이러한 인적 오류 분석을 통해 산업현장에서 자주 발생할 수 있는 인적 오류 사고를 파악해 이를 예방하기 위한 인간의

정보처리 모델에 근거한 체크리스트를 개발하였다. 또한 향후 국내의 인적 오류 관련 연구와 현장 적용을 위한 기초적 자료를 확보하기 위해 영국 HSE의 인적 오류와 불안전한 행동 예방 관련 자료 등을 조사, 정리하였다.

활용방안 및 기대성과

본 연구에서 개발된 인적 오류 분석방법을 중대재해조사에 활용할 수 있다. 더 나아가 일반 산업재해조사에도 활용할 수 있을 것이다. 인간의 정보처리 모델에 근거한 인적 오류 예방 체크리스트는 현장의 인간·기계 작업시스템 개선에 활용 될 수 있을 것이다. 영국 HSE 등의 인적 오류 관련 조사 정리된 자료는 향후 인적 오류 예방 관련 정책 수립, 지침 개발 등에 활용 될 수 있을 것이다.

본 연구에서 개발된 인적 오류 분석 방법으로 산업재해 등이 분석된다면, 체계적인 인적 오류의 분류와 정확한 원인 파악 등이 가능해져, 이에 대한 기업 차원의 체계적인 대책 수립이 용이해질 수 있으며 국가 차원에서도 인적 오류에 의한 산재의 감소를 기대할 수 있을 것이다.

중심어

인적 오류, 휴먼에러, 정보처리 모델, 중대재해, 전로 사고, BBS

참고문헌

1) HSE, Reducing error and influencing behaviour, 2009.
2) HSE, Strategies to promote safe behaviour as part of a health and safety management system, 2002.
3) HSE, Behaviour modification programmes establishing best practice, 2001.

연구책임자: 한경대학교 박재희 교수
연구원 담당자: 안전연구실 신운철 연구위원
연락처 032)5100-786 s88119@kosha.net

12 중소규모 건설현장에서의 화학물질로 인한 화재·폭발 재해 예방 연구

연구 필요성 및 목적

중소규모 건설현장의 신축, 개축, 증축 공사 등에서 발생하는 건설재해 중 화학물질로 인한 화재, 폭발재해 발생빈도가 높아지고 있다. 특히 중소규모 건설현장의 화재, 폭발의 위험성에 대하여 교육, 기술, 관리적인 부분이 취약하여 안전교육과 안전점검 및 조치방법의 개선이 필요하여 중소규모 건설현장의 화학물질로 인한 화재, 폭발 재해 예방관리를 위한 차별화된 기술, 교육, 관리적 활용방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.

연구내용 및 방법

1) 연구 내용

이 연구에서는 중소규모 건설현장에 대한 제도적인 재해예방 관리실태를 파악하고 화학물질의 화재, 폭발 위험성 평가와 예방대책을 제시하기 위해 다음과 같은 내용을 수행하였다.

(1) 중소규모 건설현장의 화학물질에 의한 화재,폭발 위험도(RPN) 산정

(2) 중소규모 건설현장 화재,폭발 재해예방 지도,감독 대안 도출

(3) 중소규모 건설현장 화재,폭발 재해예방 안전교육 방안 도출

(4) 화재,폭발예방 관련 타법령 활용 방안 도출

2) 연구 방법

본 연구의 방법은 다음과 같이 수행하였다.

(1) 중소규모 건설현장 화재, 폭발재해 과거 10년간 원시자료 분석

(2) 건설현장에서 사용 중인 화재, 폭발 기인 화학물질 위험성평가

(3) 건설근로자 기초안전보건교육 교육자료 중 화재, 폭발자료 조사, 분석

(4) 화재, 폭발예방 관련 법령 조사(산업안전보건법, 소방법, 화학물질관련법 등)

(5) 중소규모 건설현장 재해예방 지도, 점검 중 화재, 폭발재해예방 자료 분석

연구결과

1) 중소규모 건설현장의 화학물질에 의한 화재,폭발 위험순위(RPN) 산정

중소규모 건설현장 화재, 폭발재해 관련 과거 10년간 통계자료를 분석한 결과 근로자의 불안전한 행동과 관리감독의 미흡 등의 문제점으로 인해 화학물질의 기초적인 지식부족과 관리미흡 등으로 RPN이 허용 수준을 넘었다. 건설현장에서 사용 중인 화재, 폭발 기인물인 화학물질의 용도별로는 도장용인 유성계 페인트류, 방수용인 폴리머, 에폭시류가 있고, 유류용인 경유, 휘발류, 용접용의 가스류, 단열용의 폴리우레탄 폼, 유리섬유, 스치로폼 등이 있다. 재해 분석결과 용도별로는 다양한 분포가 되어 있다. 특히, 단열재 등 화재, 폭발 발생 시 유독가스가 대량으로 발생이 되어 많은 인명 피해를 발생하는 유독성 물질에 의한 재해가 심각하게 될 수 있다. 반면에, 현장 점검결과 현장의 열악한 자재 저장 공간의 협소, 현장내부에 방치 및 화원관리가 제대로 되어 있지 못하므로 이에 대한 예방 방안으로 화학물질에 대한 위험도 평가 자료를 제시하였다.

2) 중소규모 건설현장 화재, 폭발 재해예방 지도, 감독 대안 도출

화재, 폭발의 예방 점검 및 조치방법을 조사한 결과 대부분의 점검양식이 점검자의 주관에 따르는 상태였으며, 화원인 분전반, 전기공구 등이나 인화성 물질인 자재 등의 관리 상태만 반복 점검이 되었고, 시정조치가 제대로 이루어지지 못하는 바, 구체적인 점검체크리스트와 조치방안을 제시하였다.

3) 중소규모 건설현장 화재, 폭발 재해예방 안전교육 방안 도출

화재, 폭발 예방의 기본 교제 및 기초안전 교육 자료를 조사한 결과 현장 근로자에게 맞지 않는 내용으로 되어 있어, 이에 대한 상세 교육 대책 방안을 제시하였다.

4) 화재, 폭발예방 관련 타법령 활용 방안 도출

건설 현장의 화재, 폭발과 관련하여 산업안전보건법, 소방법, 화학물질관련법에서 재해 예방 및 책임 등에 대한 내용을 분석한 결과 각 부처별 법령이 혼재하고 뚜렷한 예방 방안이 보이지 않고, 현실은 산업안전보건법에 의존하나 사고시 소방법의 저촉을 받고 있는 실정으로 개선 법령 방안을 제시하였다.

활용방안 및 기대성과

1) 중소규모 건설현장의 재해예방 지도 점검 시 화재,폭발 재해예방 활용

(1) 재해예방 기술지도, 국고지원사업 및 건설안전지킴이 등 구체적인 점검 체크 리스트 활용
(2) 관리감독자 및 근로자 현장 즉시 특별교육

2) 건설현장에서 사용하는 화재, 폭발 기인 화학물질 위험성평가 및 교육

(1) One-Sheet자료 활용 및 건설근로자 기초안전보건교육 자료 활용
(2) 근로자 및 관리감독자의 화재, 폭발 재해예방 수준 향상
(3) 건설안전보건교육 내용 중 화학물질로 인한 화재, 폭발 재해예방 교육

3) 관련 법 규정 정리 및 법 제도 개선 방안 도출

(1) 관할 소방서 등 시공 중인 건설현장 예방 점검 시스템 제안 등
(2) 소방관련 협조 및 사전예방 향상

중심어

중소규모 건설현장, 화학물질, 화재,폭발 재해예방, 위험성평가, 중소규모 건설현장 재해예방 민간 위탁사업, 건설안전 기초교육

참고문헌

백신원, "소규모 건설현장 재해감소 전략에 관한 연구", 한국산업안전보 건공단 산업안전보건연구원, 연구보고서, 2012

고용노동부 "건설현장 화학물질의 유해, 위험성 평가 및 근로자 건강관리 방안 연구" 한림대학교 산학협력단, 연구보고서 2005.12.16

강윤진, " 건축공사 중 화재사고의 원인분석과 예방대책에 관한 연구." 명지대 대학원 박사학위논문, 2010.8 지도교수 강경식

고용노동부고시 제2013-37호, "화학물질의 분류, 표시 및 물질안전보건자료 에 관한 기준."

이근원, "이천 냉동창고 화재 조사 보고서, "산업안전보건연구원, 2010

이근원, "일본에서의 화재폭발 연구 동향 " 산업안전 기술지(1) P17~20 한국안전학회 2001년

김영호, "사업장의 화재, 폭발 사고사례 분석 및 예방대책" 한국산업안전공단 2006.10.05 안전보건 제18권 제10호 통권 제206호 (p18~27)

대한설비건설협회, "용접공사 중 화재, 폭발 등 안전사고예방대책", 학술논문. 설비건설 266호 P49 ~ 57. 2012

연구책임자: 경희대학교 임헌진 교수
연구원 담당자: 안전연구실 신운철 연구위원
연락처 032)5100-786 s88119@kosha.net

Ⅲ

직업건강연구분야

01 구조-활성 상관관계(QSAR) 방법을 이용한 혼합물질의 유해성 예측 평가 연구(I) - Dimethylformamide, methyl ethyl ketone과 toluene의 혼합물

연구 필요성 및 목적

화학물질에 의한 인체독성은 단일물질 노출보다 혼합물질 노출에 의한 영향이 큼에도 불구하고 관련된 연구의 대부분은 단일물질에 대해 이루어지고 있다. 혼합물질에 관한 연구가 매우 미흡한 이유는 단일물질보다 더 많은 조합의 실험을 진행해야 하므로 많은 시간과 비용이 요구되기 때문이다.

일부 연구자들은 분자구조의 특성(예, 기하학적 입체 구조, 전자적 특성 등)을 근거로 하여 수치화된 물리·화학 및 생물학적 특징을 통계적 모델에 적용시켜 독성을 예측하는 연구를 진행하고 있다. 그러한 연구 중의 대표적인 것이 구조-활성 상관관계(quantitative-structure activity relationships, QSAR) 방법이다. 현재, QSAR 방법으로 많은 화학물질의 유해성을 예측하여 여러 분야에서 활용하고 있으나 대부분 단일물질에 대한 연구결과이다.

이에 본 연구에서는 혼합물질에 노출되는 근로자의 건강보호에 활용할 목적으로 QSAR 방법에 의한 혼합물질의 유해성을 예측하고자 하였다.

연구내용 및 방법

- 연구대상 물질로 합성피혁제조업에서 주로 사용되는 dimethylformamide (DMF), methyl ethyl ketone(MEK)과 toluene을 선정하여 혼합비율에 따른 물리·화학적 특성, 반수영향농도(EC_{50}) 등을 측정하여 유해성을 예측하였다.
- 물리·화학적 특성 실험은 한국표준규격 시험 분석법에 따라 실시하였다.
- 세포생존율은 MTT[3-(4,5-dimethylthiazol-2yl)-2,5-diphenyl-2H-tetrazolium bromide) 방법으로 실시하였고, EC_{50}은 세포배양 후 생성된 formazan의 양을 450 nm에서 흡광도를 측정하여 구하였다.

연구결과

- ○ 실험군별 끓는 점, 비중, 증기압, 인화점 및 폭발하한계 등 물리·화학적 특성은 단일물질과 혼합물질 형태에 따라서 유의한 차이를 보였다(p=0.000).
- ○ 끓는점은 단일물질 DMF가 153.0℃, MEK와 톨루엔은 각각 80.0과 110.0℃이었는데, DMF가 MEK(DMF+MEK, DM) 또는 톨루엔(DMF+톨루엔, DT)이 혼합된 상태에서는 DMF의 끓는점은 유의하게 낮아진 반면, MEK와 톨루엔은 높아졌다.
- ○ 세포의 형태는 단일물질 DMF를 처리한 실험군보다 MEK와 톨루엔을 각각 혼합하여 처리한 군에서 세포사멸이 많았으며 세포사멸은 혼합비율에 따라 DM1(MDF:MEK=1.0:0.5)과 DT1(DMF:톨루엔=1.0:0.5) 실험군에서 현저하게 일어났고, DM1보다 DT1 군에서 심한 결과를 보였다.
- ○ DM 혼합물의 EC_{50}은 단일물질 DMF보다는 높고 MEK보다는 낮았으며, DT 혼합물의 결과는 DM과 같은 양상을 보였다.
- ○ 혼합비율에 따라 leave-many-out(LMO)방법으로 5묶음(5 fold) 교차 검증을 실시하여 회귀 모델의 최적화를 분석한 결과, MEK+톨루엔 (Q^2=0.8581)과 DMF+MEK+톨루엔 (Q^2=0.8191) 조합의 실험군에서 일반적으로 적합성 검증의 기준이 되는 Q^2=0.5를 초과하는 적합함을 보였다.
- ○ 물리·화학적 표현자에서는 비중, 증기압, 폭발하한계가 묶음으로 선택된 경우에 Q^2가 0.9349로 모델의 적합함을 보였다.
- ○ 이상의 결과는 DMF, MEK, 톨루엔 혼합물에서 톨루엔의 혼합비율과 비중, 증기압 및 폭발하한계가 독성 발현과 관련이 있음을 의미한다.

활용방안 및 기대성과

이 연구결과는 관리감독자, 안전관리자 및 보건관리자의 산업안전보건 관련 교육에 활용하여 합성피혁제조업 사업장에서 DMF, MEK 및 톨루엔을 혼합하여 사용할 경우에 톨루엔의 혼합비율을 최소화 또는 대체하도록 함으로써 근로자의 건강보호에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

중심어

혼합물질, Dimethylformamide, Methyl Ethyl Ketone, Toluene, QSAR

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.

Kamlet MJ, Doherty RM, Abraham MH, Marcus Y, Taft RW. Linear solvation energy relationships: 46. An improved equation for correlation and prediction of octanol/water partition coefficients of organic nonelectrolytes (including strong hydrogen bond donor solutes). J Phys Chem 1988;92:5244-5255.

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

Luan F, Xu X, Liu H, Cordeiro MN. Prediction of the baseline toxicity of non-polar narcotic chemical mixtures by QSAR approach. Chemosphere 2013;90:1980-1986

연구책임자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 김기웅 팀장
연락처 : 032-5100-821 k0810@kosha.net

02 금속 및 그 화합물의 노출기준 적용에 관한 연구

연구 필요성 및 목적

신뢰성 있는 작업환경평가를 실시하기 위해서는 작업환경측정대상 유해인자 각각에 대해 설정되어 있는 노출기준에 기초한 평가가 이루어져야 한다. 크롬, 니켈 등과 같은 금속류는 가용성화합물, 불용성화합물, 무기화합물 등 다양한 화합물에 대해 노출기준이 설정되어 있고 근로자에게 노출되는 형태도 분진, 흄, 미스트 등 다양하다. 따라서 금속 및 그 화합물은 이러한 특성을 고려하여 작업환경평가를 실시하여야 하나 일선에서는 어려움을 겪고 있다. 본 연구에서는 작업환경측정대상 금속 및 그 화합물에 대해 올바른 노출기준 적용방법을 제시하고자 하였다.

연구내용 및 방법

작업환경측정대상 금속 및 그 화합물 25종에 대해서 노출기준 설정시 고려된 제반 사항을 검토하여 작업환경평가를 위한 노출기준의 올바른 적용방법을 연구하였다. 이를 위해 금속 및 그 화합물의 노출기준 설정근거와 건강영향에 관한 문헌, 입자상 물질의 평가에 관한 문헌, 금속 및 그 화합물의 용해도 특성과 노출기준에 관한 문헌 등을 고찰하였고 이와 함께 우리나라와 ACGIH의 노출기준의 차이점에 대해 분석하였다.

연구결과

신뢰성 있는 작업환경평가를 위해서는 다음과 같이 노출기준 설정근거에 기초하여 평가를 실시하여야 한다.

○ 물질별 주요 건강영향을 고려한 평가

금속 및 그 화합물 각각은 어떠한 건강영향이 있는지, 노출기준은 어떠한 건강영향을 예방하기 위한 것인지, 우리나라의 노출기준은 우리가 준용하고 있는 ACGIH의 현재의 기준과 어떠한 차이가 있는지 등을 고려하여 평가를 하여야 한다.

○ 입자특성에 따른 평가

흡입성입자 채취기에 의해 채취된 입자의 농도는 총분진 입자채취기에 의해 채취된 농도보다 높고 그 비율은 채취되는 입자의 크기가 클수록 크다. 이로 인해 ACGIH에서는 기존에 총입자를 기준으로 설정된 TLV를 흡입성입자 등 입자의 호흡기계 침착특성을 고려하여 개정하고 있다. 노출기준은 입자의 호흡기계 침착특성과 인체에 미치는 영향 등을 고려하여 설정되는 것이므로 작업환경평가에 있어서도 노출기준 설정시 고려된 입자특성에 적합한 평가가 이루어져야 한다.

○ 평가 기준물질에 따른 평가

크롬, 니켈, 망간 등의 화합물과 같이 금속 원소가 평가 기준물질인 경우는 그 물질에 적합한 측정방법에 따라 측정을 한 후 금속 원소의 농도를 정량하여 그 물질의 농도로 한다. 그러나 산화마그네슘, 산화아연 분진 및 흄, 이산화티타늄, 오산화바나듐과 같이 화합물 자체가 기준물질인 경우는 분진의 무게를 측정하거나 금속 원소를 정량한 후 화합물의 농도로 환산을 해 주어야 한다.

○ 용해도 특성을 고려한 평가

작업환경측정대상 금속 및 그 화합물 가운데는 니켈, 바륨, 백금, 알루미늄, 은, 크롬, 텅스텐 등과 같이 용해도를 고려하여 노출기준이 설정된 물질이 있다. 이는 같은 금속의 화합물일지라도 인체에 미치는 영향에 차이가 있기 때문이며 이러한 경우는 물질의 용해도 특성을 고려하여 평가를 하여야 한다.

활용방안 및 기대성과

사업장 안전보건관리자, 작업환경측정기관 종사자, 산업보건 관계자 등이 금속 및 그 화합물에 대한 작업환경평가 및 관리에 활용하도록 하여 작업환경평가 결과의 신뢰성 향상 및 유해인자 노출특성에 적합한 작업환경관리 대책 마련을 통한 근로자의 건강보호에 기여하고자 하였다.

중심어

금속, 금속화합물, 노출기준, ACGIH TLV, 작업환경평가

참고문헌

American Conference of Governmental Industrial Hygienists(ACGIH). Documentations of the threshold limit values and biological exposure indices. ACGIH, Cincinnati(OH); 2010.

International Organization for Standardization(ISO). ISO 15202-2:2012, Workplace air-Determination of metals and metalloids in airborne particulate matter by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry-Part 2: Sample preparation. ISO, Geneva, Switzerland; 2012.

National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH). NIOSH manual of analytical methods, chapter M: Sampling and analysis of soluble metal compounds. NIOSH, 2003.

Werner MA, Spear TM, Vincent JH. Investigation into the impact of introducing workplace aerosol standards based on the inhalable fraction. Analyst 1996;121:1207-1214.

연구책임자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 박승현 연구위원
연락처 : 032-510-0804 sh903@kosha.net

03 금속가공유 취급 작업장 생물학적 인자 노출수준 평가 연구

연구 필요성 및 목적

금속가공유 노출이 만성기침과 객담, 직업성 천식, 과민성 폐렴 등 호흡기질환의 발생과 유의한 연관성이 있는 것은 이미 많은 연구에서 충분한 증거를 보이고 있다. 국외에서는 금속가공유 중 생물학적 인자 노출에 따른 호흡기 질환의 건강영향과 노출평가 연구가 활발하게 이루어지고 있는 반면, 국내에서는 산업위생학적 고찰, 관리지침 등 문헌고찰 연구가 주로 진행되었고, 국내 작업장의 노출평가 연구는 일부 역학조사(3건)와 약 2~3건의 연구만이 진행된 상황이다. 이번 연구에서는 국내 금속가공유의 사용 및 관리실태를 파악하고 다양한 노출 상황에 따른 공기 중 생물학적 인자(미생물)농도를 평가하며 농도에 영향을 주는 환경인자와의 상관관계를 분석하여 작업환경개선을 위해 우선하여야 할 관리방안을 알아보고자 하였다.

연구내용 및 방법

○ 국내 금속가공유 취급 작업장의 업종, 공정별 분포 등 현황 및 금속가공유의 공기 중 노출농도 수준 파악
- 2009년 제조업 작업환경실태조사 자료를 분석하여 금속가공유 취급 업종, 공정, 취급량, 취급근로자 수 등 조사
- 작업환경측정결과(2005~2012)를 분석하여 오일 미스트 노출농도 수준 파악

○ 금속가공유 취급 작업장 생물학적 인자 노출 평가 및 농도에 영향을 주는 환경인자 조사
- 금속가공유를 취급하는 사업장(9개소)에서 작업장 공기, 외부공기, 벌크시료를 채취하여 세균, 진균, 엔도톡신 농도를 분석하고 온도, 습도, 금속가공유 종류 등 다양한 환경인자와 상관관계 분석 및 회귀분석 실시
- 금속가공유 시료에서 채취된 세균, 진균의 종류를 분석하여 안전성 등급에 따른 유해성을 평가하고, 작업장 내부 세균의 발생원 추정

연구결과

○ 제조업 작업환경실태조사(5인 이상 제조업 대상)결과, 금속가공유 취급작업장은 총 8,833개소로 전체 5인 이상 제조업 85,385개소의 10.3% 수준이었으며 업종은 세세분류로 주형 및 금형 제조업이 11.8%로 가장 많았고, 자동차 부품제조(9.1%), 금속가공업(4.6%) 등 순이었음. 공정은 성형가공과 연마가 75%이상을 차지하였고, 취급량은 연간 0.5톤 미만이 약 70%였고, 0.5~10톤 미만이 약 25%였다.

○ 작업환경측정결과(2005~2012)를 분석한 결과, 노출기준이 무게칭량방법으로 5 mg/m³이었던 2005~2008년에는 산술평균으로 약 0.5 mg/m³ (노출기준의 약 10%) 수준이었고, 노출기준이 용매추출법으로 0.8 mg/m³이었던 2009~2012년에는 산술평균으로 약 0.15 mg/m³ (노출기준의 약 20%) 수준이었다.

○ 금속가공유 취급 작업장 9개소, 54개 측정지점에서 평가한 공기 중 세균 농도는 산술평균값으로 347 CFU/m³ (n=376, 범위 7~6,510 CFU/m³), 진균 324 CFU/m³ (n=381, 범위 7~8,469 CFU/m³), 엔도톡신 26.46 EU/m³ (n=103, 범위 0.34~280.4 EU/m³), 금속가공유 0.35 mg/m³ (n=104, 범위 0.01~2.87 mg/m³) 수준이었다.

○ 세균의 경우 전체 376개 시료 중 29개 시료 (7.7%)가 미국 산업안전청(OSHA)에서 정한 관리기준 1,000 CFU/m³를 초과하였다. 진균은 381개 시료 중 22개 시료(5.8%)가 1,000 CFU/m³를 초과하였다. 엔도톡신은 103개 시료 중 10개 시료(9.7%)가 네덜란드에서 정한 관리기준 90 EU/m³를 초과하였고 금속가공유는 104개 시료 중 13개 시료 (12.5%)가 노출기준 0.8 mg/m³를 초과하였다.

○ 금속가공유 벌크시료 중 세균 농도(n=70)는 산술평균으로 2.1×10^6 CFU/ml로 미국 산업안전청(OSHA)에서 정한 액체물질에 대한 부패한계인 10^5 CFU/ml를 초과하였고, 최대농도는 4.2×10^7 CFU/ml이었다. 금속가공유는 총 12종류였으며 세균의 산술평균 농도는 12종 중 7종에서 부패한계인 10^5 CFU/ml을 초과하였다.

○ 금속가공유 취급 작업장에서 공기 중 생물학적 인자 농도에 가장 많은 영향을 주는 인자는 금속가공유의 종류였으며, 금속가공유 중 생물학적 인자는 미생물의 증식을 억제하는 첨가제 성분(염소계파라핀, 바이오사이드 등)의 함유가 높을수록 생물학적 인자 농도는 낮았다. 그러나 다양한 화학적 성분의 첨가제는 2차 건강영향의 우려가 있으므로 화학적 첨가제가 아닌 오존처리, 금속가공유 필터링, 저장조 관리 등의 미생물 증식 억제기

술의 도입이 필요하다.

○ 미생물 동정결과 작업장 내부에서는 Micrococus(25%)가 우점빈도가 가장 높았고, Bacilus(10%), Brevundimonas(8%) 순이었다. 외기에서는 Micrococus(50%)가 가장 많았고, Bacilus(10%), Korcuria 순이었다. 반면 금속가공유 벌크시료에서는 Pseudomonas(44%) 가 우점빈도가 가장 높았고, Brevundimonas(11%), Bacilus(7%), Aeromonas(7%), Micrococus(3%) 순이었다. 작업장 내부의 미생물은 금속가공유의 오염뿐 아니라 외기의 영향도 매우 큰 것으로 평가되었다.

활용방안 및 기대성과

본 연구를 통해 국내 금속가공유 취급 작업에 대한 생물학적 인자 노출 실태 및 유해성을 파악하고 농도에 영향을 주는 환경인자를 확인하여 작업환경개선을 위한 관리방안을 설정하는데 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

중심어

수용성 금속가공유, 생물학적 유해요인, 세균, 진균, 엔도톡신

참고문헌

박동욱. 금속가공유 노출과 호흡기질환 위험:critical review. 한국산업위생학회. 2007;17(1):1-12

박동욱. 기계가공 공정에서 금속가공유 관리에 관한 평가지침-수용성 금속가공유를 중심으로. 한국산업위생학회. 2010;20(2):131-138

백남원, 박동욱, 윤충식, 김승원, 김신범, 김귀숙. 우리나라에서 사용하는 광물유(금속가공유)의 유해특성과 관리대책에 관한 연구-수용성 금속가공유의 유해특성과 관리대책. 한국산업위생학회지. 1998;8(1):67-75

오세욱, 김종혁, 이웅기, 이용식, 장호철 등. 금속가공유 취급 공정에 있어서의 오일

미스트농도. 내독소와 미생물 평가에 관한 연구. 한국산업위생학회지. 2004; 14(1)

윤충식, 박동욱, 김성균, 이상민, 김정현 등. 살균제 에어로졸의 유해성 및 작업장 사용실태 조사연구. 산업안전연구원 연구보고서. 2012

정지연, 이정주, 김판기, 김형렬, 박희련 등. 화학물질 노출기준 제개정 연구(금속가공유). 산업안전보건연구원 연구보고서. 2006

Gilbert Y, Veillette M, Meriaux A, Lavoie J, Cormier Y, Duchaine C. Metalworking fluid-related aerosols in machining plants. J Occup Environ Hyg. 2010 May;7(5):280-9.

Marchand G, Lavoie J, Racine L, Lacombe N, Cloutier Y, Blanger E, Lemelin C, Desroches J. Evaluation of bacterial contamination and control methods in soluble metalworking fluids. J Occup Environ Hyg. 2010 Jun;7(6):358-66.

연구책임자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 박현희 연구위원
연락처 : 032-5100-807 phh2000@kosha.net

04 나노물질 개발에서 생산까지 단계별 나노입자 노출 평가

연구 필요성 및 목적

나노입자에 대한 노출기준이 설정되어 있지 않은 상황에서 입자 수 농도 등 측정한 결과를 이용하여 작업장 환경을 관리하기는 어렵다. 현재 환경 관리를 위한 객관적 평가가 어려울 뿐 아니라 나노 물질 취급 사업장에 대한 기초 정보가 부족한 상황이다. 본 연구에서는 나노입자 잠재적 노출 기전 및 나노입자 노출을 간접적으로 평가하는 컨트롤 밴딩에 대해 조사하고 이를 실제 현장에 적용하였다. 또 장비를 이용한 공기 중 나노입자 노출 평가를 실시하여 나노 물질 취급 작업장 환경에 대한 객관적인 평가를 목적으로 연구를 수행 하였다.

연구내용 및 방법

○ 나노물질 라이프 싸이클 분석을 하여 나노물질 취급 작업자들이 어떤 상황에서 나노입자에 잠재적으로 노출되는지 문헌 고찰을 함. 문헌고찰 결과를 토대로 나노물질 취급 사업장 현황 파악을 위한 나노물질 제조 사업장 기본 조사표를 작성함

○ 나노물질 취급 공정 위해도 평가를 위한 컨트롤 밴딩 도구를 비교하여 현실적으로 적용 가능한 Stoffenmanager nano version 1.0을 선정하여, 나노물질 취급 현장에서 나노입자 위해도 평가를 실시함

○ 나노물질 취급 사업장에서 입자 수 농도, 표면적 농도, 크기 분포 등을 측정함. 투과 전자현미경을 이용하여 공기 중 입자 형태 및 크기를 관찰하였으며 원소 분석을 함

연구결과

○ 나노입자 노출은 나노물질 제조, 나노물질을 기능화 시키는 가공과정, 나노물질이 포함된

최종 제품 생산 과정에서 일어날 수 있다.

○ 컨트롤 밴딩 도구는 나노물질 생산·사용하는 공정처럼 불확실성이 많은 위험을 관리할 때 효율적인 전략을 세울 수 있게 도와준다. Schneider 등은 제조나노물질의 흡입 노출 평가를 위한 개념 모델을 제안하였고, 개념 모델은 Stoffenmanger Nano의 이론적인 근거가 되었다.

○ 흄 형태 실리카, 구상실리카, 구리-니켈, 인듐주석산화물, 카본나노튜브 및 산화아연 제조 나노물질 합성 공정에 Stoffenmanger Nano를 적용한 결과 위험등급은 C, D, E 등급이 나왔으며 나노물질 합성 공정 종류, 환기 및 국소 배기에 따라 2 ~ 4 노출 등급이 나왔다. 노출 등급 가장 높았던 공정은 열분해 방법으로 흄 형태 실리카를 제조하는 공정이었다. 흄 형태 실리카를 포장하는 작업은 노출등급 4등급으로 높게 나왔다. 인듐주석산화물 파우더를 포장하는 두 공정은 전체 환기 유무만 달랐는데, 전체 환기가 있는 사업의 노출 등급이 한 등급 낮은 3등급으로 나타났다.

○ 흄 형태 실리카 포장 공정에서 최대 입자 수 농도는 4.7×10^5 particles/㎤이었다. 입자의 기하평균직경은 31~144㎚의 범위에서 변동하였다. 입자 크기 분포는 100㎚ 근처의 입자가 가장 많은 형태를 보였다. 최대 입자 수 농도가 나타나는 시점에서 장비별 차이가 크게 나타났는데, Nanoscan의 총 입자 수 농도가 가장 높게 나타났다. 투과전자현미경으로 입자들을 관찰한 결과 기본입자크기가 17㎚인 입자들이 고온에서 집합된 듯이 서로 응집되어 있었다.

○ 인듐주석산화물 파우더를 제조하는 공정에서 호흡성 분진 중 인듐의 농도는 4~5㎍/㎥이었다. 인듐주석산화물 파우더 제조공정에서 최대 입자 수 농도는 6.2×10^5 particles/㎤ 이었고, 측정 시간 동안 내내 입자 수 농도가 1.0×10^5 particles/㎤을 초과하였다. 입자 크기 분포는 20㎚근처에서 가장 많은 입자수를 보이는 분포와 100㎚근처에서 가장 많은 입자수를 보이는 분포, 두 가지 형태를 보였다. Grimm SMPS, ELPI, Nanoscan 3가지 장비를 이용한 결과를 비교 해 보면 총 입자수의 변화 패턴은 유사하였으나 농도는 차이가 났다. 투과전자현미경으로 입자를 관찰 한 결과 인듐주석산화물의 기본입자는 작고 얇은 형태였으며 기본 입자들이 불규칙하게 집합되어 있었다. 원소 분석 결과 인듐, 주석 원소를 확인할 수 있다.

활용방안 및 기대성과

본 연구 결과를 이용하여 나노물질 취급 작업장에서 작업자 노출을 이해할 수 있고, 작업장을 안전하게 디자인할 때 노출을 감소시킬 수 있는 주안점을 제시 할 수 있고, 본 연구에서 사용한 노출등급은 노출의 대체지표로 활용 할 수 있다. 또한 국내의 나노물질 취급 및 노출 실태 조사와 작업자의 과거 노출 수준을 파악하는데 본 연구 결과를 활용할 수 있다.

중심어

나노입자 노출평가, 컨트롤 밴딩, 노출등급, Stoffenmanager Nano

참고문헌

Brouwer DH. Control banding approaches for nanomaterials. Ann Occup Hyg 2012;56(5):506-514

Schneider T, Brouwer DH, Koponen IK, Jensen KA, Fransman W, Duuren-Stuurman BV, Tongeren MV, Tielemans E. Conceptual model for assessment of inhalation exposure to manufactured nanoparticles. J Exp Sci Env Epi. 2011;1-14

Van Duuren-Stuurman B, Vink SR, Verbist K JM, Heussen H GA, Brouwer DH, Kroese D ED, Van Niftrik M FJ, Tielemans E, Fransman W. Stoffenmanager Nano version 1.0: A web-based tool for risk prioritization of airborne manufactured nano objects Ann Occup Hyg;2012:56(5);525-541

연구책임자 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 이나루 연구위원
연 락 처 032-510-0802, naroolee@kosha.net

05 난용성 인디움 화합물에 의한 폐질환 예방 연구(II)

연구 필요성 및 목적

2012년 1차년도 연구에서는 우리나라 인디움 취급근로자의 인디움에 의한 건강영향을 생체시료 분석을 중심으로 확인하였다. 조사결과 현재 우리나라 근로자의 혈청 인디움, 폐손상지표 등의 농도수준이 과거 일본에서 인디움에 의한 폐질환이 발생하였을 당시와 유사한 수준으로 분석되었으며, 이에 대한 대책으로 우리나라 전체 인디움 취급 근로자를 대상으로 한 건강영향 조사의 시급성을 강조하였다. 그러나 혈청 인디움 등 생물학적 노출지표의 참고범위 및 진단을 위한 흉부 고해상도 전산화 단층촬영(HRCT)의 촬영과 판정의 기준에 대한 제시는 미흡하여 2차년도 연구를 통해 이를 보완하고자 하였다.

연구내용 및 방법

- ○ 국내 디스플레이 제조 관련 업체 중 산화인디움 및 타겟제조사, 디스플레이패널제조사, 인디움 재생업체에서 인디움에 노출될 위험이 있는 근로자를 대상으로 연구를 진행함
- ○ 1차년도 연구 참여자 301명과 대조군을 포함하여 총 397명의 혈액(혈청) 중 인디움을 분석
- ○ 폐손상의 지표로 혈액 중 Krebs von den Lungen-6(KL-6), Surfactant protein-D(SP-D) 농도를 분석
- ○ 혈청 인디움과 KL-6의 일본 참고치인 3 μg/L와 500 U/mL 중 어느 하나라도 이상농도를 보인 노출군 근로자 중 2차 검진 실시에 동의한 사람에 대해 HRCT 촬영 실시
- ○ 혈청 인디움 농도에 따라 그룹을 나누어 KL-6, SP-D 및 HRCT상 유소견자의 증가율을 확인
- ○ 폐의 간질성 변화에 대한 민감도와 특이도를 고려하여 혈청 중 인디움의 참고치를 제안

연구결과

○ 타겟제조업 근로자의 24.8%, 디스플레이패널제조업 근로자의 2.6%, 재생업 근로자의 37.0%가 일본의 혈청 중 인디움 참고치인 3 ㎍/L를 초과하는 것으로 분석되었다.

○ 폐질환의 지표로 활용되는 KL-6는 각각 22.9%, 11.8%, 38.9%가 일본의 참고치 500 U/mL를 초과하였다.

○ 혈청 인디움 농도의 증가에 따른 KL-6와 SP-D의 농도 증가경향 및 HRCT상 간질성 변화의 유의성이 확인되었다.

○ 혈청 인디움 농도와 HRCT상 간질성 변화의 관계를 분석한 결과, 인디움 노출에 대한 선별검사로써 혈청 인디움의 참고치는 1.2 ㎍/L가 적절한 것으로 판단되었다.

○ 혈청 인디움의 농도가 증가함에 따라 HRCT상 간질성변화 비율의 증가 경향성이 통계적으로 유의한 점을 고려하면 본 연구에서 실시한 촬영 및 판정의 기준이 인디움 폐질환을 평가하는데 유효하다고 판단된다.

활용방안 및 기대성과

본 연구는 우리나라에서 인디움을 취급하고 있는 근로자의 건강장해 예방을 위해 수행된 연구로서, 결과는 인디움의 생물학적 노출평가 실시, 건강관리 가이드라인 개발 및 특수건강진단 실시 등 국내 인디움 취급근로자의 건강장해 예방과 향 후 정책의 수립을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

중심어

인디움, ITO타겟, 디스플레이, 인디움 재생, 간질성 폐질환

참고문헌

일본 후생노동성. The Technical Guideline for Preventing Health Impairment of Workers Engaged in the Indium Tin Oxide Handling Processes. 2010.

Chonan T, Taguchi O, Omae K. Interstitial pulmonary disorders in indium-processing workers. Eur Respir J 2007;29:317–324.

Cummings KJ, Donat WE, Ettensohn DB et al. Pulmonary alveolar proteinosis in workers at an indium processing facility. Am J Respir Crept Care Med 2010;181(5):458-464.

Nakano M, Omae K, Tanaka A et al. Casual relationship between indium compound inhalation and effects on the lungs. J Occup Health 2009;51:513-521.

연구책임자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 원용림 연구원
연락처 : 032-510-0831 herhand@kosha.net

06 능동시료채취기와 수동시료채취기의 유기용제 측정효율 비교

연구 필요성 및 목적

최근 국내 작업환경측정 기관에서 수동시료채취기 사용이 증가하고 있으나 사용과 관련된 법적기준은 마련되어 있지 않다. 미국산업안전보건청(OSHA)의 경우 성능평가 프로토콜을 거쳐 검증된 10여종의 단일물질만을 대상으로 수동시료채취기 사용을 규정하여 감독관들이 매우 제한적으로 사용하고 있다. 수동시료채취기는 1970년대에 최초 개발 이후 1990년대에 들어 성능과 현장 적용성에 대한 연구가 꾸준히 이루어지고 있으며 영향 인자로는 모양, 시료채취율, 기류, 습도 등이 알려져 있다. 수동시료채취기에 대한 국내 연구는 일부 대학을 중심으로 1990년대 중반 이후에 시작되었으며 수동시료채취기에 대한 현장 적용성 평가에 따르면 일부 환경조건에서 저평가 우려가 지적되고 있다. 본 연구는 작업환경측정에 가정 보편적으로 사용되고 있는 활성탄관을 이용하는 능동시료채취 방법과 수동시료채취 방법 간의 유기용제 측정효율 등을 실험실적으로 평가하여 그 차이를 확인하고 이를 통해 국내 관련 기준 마련을 위한 기초자료를 제공할 목적으로 실시되었다.

연구내용 및 방법

- ○ 능동 및 수동시료채취기에 대한 사용실태 조사를 위하여 국내 작업환경측정기관을 대상으로 과거 3~5년간 기준 년간 사용수량 및 종류 등을 설문조사를 통해 실시
- ○ 능동 및 수동시료채취기의 포집효율 실험실 평가를 국내에서 작업환경측정이 많이 이루어지는 톨루엔, 크실렌. 메틸에틸케톤(MEK) 및 메틸 이소부틸 케톤(MIBK) 4종 물질로, 수동시료채취기는 국내에서 사용이 가장 많은 제품 1종(OVM-3500, 3M)을 대상으로 실시함
- ○ 노출기준의 0.1배, 0.5배, 1.0배 및 2.0배의 농도, 20℃ 및 30℃의 기온, 30%, 50% 및 80%의 상대습도, 그리고 0.2, 1.0, 2.0 및 4.0 m/sec(톨루엔과 크실렌) 또는 0.2, 0.4, 0.8, 1.5 m/sec(MEK와 MIBK)의 기류 조건 하에서 유기용제에 대한 포집효율을 평가

○ 조사/실험 자료의 정리 및 통계처리는 SPSS 및 Sigma Plot 등 통계패키지를 활용하였고, 학계 전문가 등이 참여하는 자문회의를 통해 관련 의견을 수렴하여 수동시료채취기 사용 및 개선방향을 검토

연구결과

○ 2013년도를 기준으로 국내 170여개 작업환경측정기관에서 사용되고 있는 활성탄관의 수는 약 16.4만개로 미국 제품이 거의 대부분을 차지하고 있었으며 2007년도에 비해 1.8배 증가하였다. 국내 170여개 작업환경측정기관에서 2013년도에 사용되고 있는 유기용제용 수동시료채취기의 수는 약 3.7만여개로 미국 제품이 거의 전부였으며 2007년도에 비해 1.4배 정도 증가한 것으로 조사되었다.

○ 온도 및 습도에 따라 톨루엔, 메타-크실렌, MEK 및 MIBK에 대한 기류의 영향은 활성탄관을 기준으로 기류증가에 따라 채취효율이 늘어나는 경향을 보이고 있었다. 전반적으로 상대습도가 높을수록 포집효율이 증가하는 경향을 보였다.

○ 톨루엔 등 4종의 물질에 대해 수동시료채취기의 습도에 따른 포집능력을 확인한 결과 통계적으로 유의한 영향이 확인되었다. 습도가 높을수록 기류에 의한 포집효율 증가 영향이 큰 것으로 나타났으며 저온과 저농도에서 습도영향이 컸다.

○ 20℃와 30℃를 대상으로 온도에 의한 실험대상 물질의 포집효율을 확인한 결과 유의한 차이가 있었으며 농도 및 습도와 상호 연관된 특성을 보였다.

○ 농도의 차이에 따라 능동시료채취법을 기준으로 수동시료채취기의 포집능력에 영향이 발생할 수 있는지를 확인한 결과 대체로 저온과 저습도에서 기류의 영향이 두드러지게 나타났다.

○ 낮은 농도에서의 수동시료채취기 포집능력을 확인한 결과 톨루엔의 경우 노출기준의 약 1/5,000까지 약 70% 수준인 것으로 확인되었으며, 메타-크실렌의 경우는 1/5,000까지에서 톨루엔 보다는 약 10% 향상된 포집능력이 제시되었다. MEK는 노출기준 1/1,000까지에서 65% 정도로 나타났으며, MIBK의 경우는 노출기준의 1/500까지 실험한 결과 80%를 초과하는 포집능력이 확인되었다.

활용방안 및 기대성과

본 연구는 국내 사업장의 법적 작업환경측정에서 수동시료채취기 사용이 근로자 노출평가에 적합한지에 대한 타당성을 4개 물질을 대상으로 기류, 습도, 기온, 농도 등의 환경조건 하에서 검증하여 작업환경측정의 신뢰성 향상을 도모하고 이를 통해 근로자의 건강관리와 관련제도의 정착에 기여할 목적으로 수행되었다.

중심어

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

Committee European de Normalization(CEN). Workplace atmosphere- diffusive samplers for the determination of gases and vapour-Requirements and test methods (EN 838). Committee European de Normalization, Brussels, Belgium, 1995.

United Kingdom-Health and Safety Executive. Methods for the determination of hazardous substances. Protocol for assessing the performance of a diffusive sampler, MDHS 27, London, HSE,1994.

United States-Occupational Safety and Health Administration. Development of a protocol for laboratory testing for diffusive sampler, OSHA, 1996.

연구책임자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 장재길 팀장
연락처 : 032-510-0801 cihjj@kosha.net

07 산업환기시스템 효율적 관리 방안 개발 연구

연구 필요성 및 목적

산업환기시스템은 초기 설계 및 시공과 유지관리가 제대로 이루어져야만 기대한 효과를 볼 수 있으며, 적절한 설계와 시공으로 초기 효율이 좋은 시스템이라도 관리 소홀로 인해 환기 효율이 저하되어 작업환경이 악화되는 경우를 흔히 볼 수 있다. 특히 중소규모 사업장의 경우 국소배기 설비를 전담하는 부서나 담당 직원이 없는 경우가 많아 자체적으로 산업환기시스템을 제대로 유지관리하기에 어려운 부분이 많다. 따라서 국소배기시스템의 점검 및 유지·관리를 위해 필요한 자료를 정리하고, 중소규모 사업장 안전보건관리자 등에게 실제적으로 도움을 줄 수 있는 산업환기시스템 관리 방안을 제시할 필요가 있다.

연구내용 및 방법

- ○ 국소배기시스템의 후드 및 덕트, 공기정화장치, 송풍기 등 각 구성 요소별 점검 및 진단을 위해 필요한 장비에 대한 소개와 후드 형태별 제어유속 측정, 후드정압 측정, 송풍기 입/출구 정압 측정 등의 측정 내용 및 방법을 문헌조사를 통하여 이해하기 쉬운 내용으로 정리하고, 국소배기시스템 진단 체계를 수립
- ○ 국소배기시스템 현장조사를 실시한 사업장 5개소의 연마 및 세척, 피막처리, 알루미늄 용해, 그라비아 인쇄, 분말 계량 공정 등을 대상으로 각 공정별 국소배기 성능 평가에 따른 문제점을 파악하고 개선 방안을 모색하였으며, 전산유체역학(CFD ; Computational Fluid Dynamics)을 활용하여 개선 효과를 검증하여 10가지 사례로 정리

연구결과

○ 국소배기시스템 측정 및 장비

- 국소배기시스템 성능 변화를 모니터링하기 위해 필요한 스모크 테스터와 유속계, 피토관·마노미터·아네로이드 압력계 등 유체흐름의 압력 측정 장비, 송풍기 임펠러 회전수 측정기, 표면온도계 등의 장비에 대한 소개와 특성을 정리하고, 후드 형태별 제어유속과 후드 흡인유량, 후드정압, 덕트 반송속도, 송풍기 입/출구 정압, 회전수 등의 측정 항목별 측정 내용 및 방법을 사진과 그림을 이용하여 이해하기 쉽게 정리하여 제시하였다.

○ 국소배기시스템 진단 방법

- 국소배기시스템을 최적 효율 상태로 유지관리하기 위해서는 시스템의 정확한 진단이 무엇보다 중요하며, 체계적인 진단 방법 수립이 필요하다.
- 작업 공정 및 국소배기장치 계통도 확보 등을 통해 국소배기시스템의 진단 계획을 수립하고 후드, 덕트, 공기정화장치, 송풍기 등 각 구성 요소별 점검을 통하여 실태 파악 및 문제점을 도출하여 개선 방안을 수립함으로써 국소배기시스템을 효과적으로 유지관리 할 수 있다.

○ 사업장 국소배기시스템 성능 평가 사례 조사

- 국소배기시스템 성능에 대한 적절한 검사 및 진단은 시스템 성능 평가를 위한 필수 사항으로 주기적으로 모니터링 되어야 하고, 그 결과 국소배기시스템의 문제점을 파악하고 시스템 효율 향상을 위한 개선 방안을 수립함으로써 산업환기시스템을 효율적으로 관리할 수 있다.
- 이에 대한 이해를 돕고자 실태조사를 수행한 5개 사업장의 자동 로봇용접공정 및 연마, 세척, 피막처리, 알루미늄 용해, 그라비아 인쇄, 분말 계량 공정 등을 대상으로 국소배기시스템 성능 평가 및 전산유체역학(CFD ; Computational Fluid Dynamics)을 이용하여 환기효과를 검증하여 개선 방안을 마련하였고, 개선 유형별 10가지 사례를 제시하였다.

활용방안 및 기대성과

본 연구는 산업환기시스템을 보유하고 있는 중소규모 사업장 안전보건관리자 등이 국소배기 시스템을 최적 상태로 유지관리하고 환기 효율 향상을 위해 활용할 수 있으며, 이를 통해 작업환경 개선 및 근로자 건강장해 예방에 기여할 수 있을 것이다.

중심어

산업환기시스템, 국소배기, 유지관리, 환기 효율, 전산유체역학

참고문헌

하현철, 김대윤, 허창수 등. 국소배기장치 후드의 제어유속 적합성 연구: 연구결과보고서. 산업안전보건연구원 2010-72-889, 2010.

김태형, 하현철, 김종철 등. 직업병 발생 화학물질 취급업종 표준산업환기 방안 연구(Ⅲ): 연구결과보고서. 산업안전보건연구원 2009-65-1252, 2009.

김태형, 하현철, 김종철 등. 직업병 발생 화학물질 취급업종 표준산업환기 방안 연구(Ⅱ): 연구결과보고서. 산업안전보건연구원 2008-92-1158, 2008.

김태형, 김정말, 원정일, 하현철. 직업병 다발 화학물질 취급업종 표준산업환기 방안 연구: 연구결과보고서. 산업안전보건연구원 2008-10-11, 2007.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Industrial Ventilation - A Manual of Recommended Practice for Design. 27th ed. ACGIH, Cincinnati (OH); 2010.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Industrial Ventilation - A Manual of Recommended Practice for Operation and Maintenance. ACGIH, Cincinnati (OH); 2007.

연구책임자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 서회경 연구원
연락처 : 032-510-0813 class22@kosha.net

08 장년근로자의 작업특성별 작업수행능력에 관한 연구

연구 필요성 및 목적

장년근로자(50세 이상)는 감각기능과 평형기능 등 생리적 기능이 빠르게 감소하기 시작하지만, 지식이나 기능 등 훈련에서 얻은 능력은 장기간 활용과 유지가 가능하고, 경험과 기술의 축적으로 숙련도가 높아 복합적인 작업수행능력을 갖고 있다. 장년근로자들 간에는 심신기능에 차이가 있기 때문에 무조건 특정한 능력이 부족하다고 일반화하는 것도 바람직하지 않으므로 개인적 요인, 직업적 요인, 생활습관 및 건강요인에 따라 작업수행능력을 평가하여 판단하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 작업자의 작업수행능력에 영향을 미치는 요인에 대한 분석, 특히 장년근로자의 작업수행능력을 평가하고, 작업수행능력을 유지·향상시키기 위한 방안을 모색하고자 실시되었다.

연구내용 및 방법

- ○ 작업수행능력과 관련된 다양한 요인들에 대한 조사를 위해, 기존의 국내·외 문헌조사를 통해 밝혀진 개인적 요인, 직업적 요인, 생활습관 및 건강요인을 중심으로 구체적인 문헌조사 실시
- ○ 장년근로자의 연령별 경제활동인구에 따른 산업재해 현황 및 변화추이 분석을 통해 장년근로자의 일반적인 현황을 평가
- ○ 문헌조사를 통해 얻어진, 작업수행능력에 영향을 미치는 개인적 요인, 직업적 요인 등 인구학적인 일반요인 항목, 작업부하, 작업수행능력 및 동작수행능력을 조사할 수 있는 설문지를 개발하여, 작업유형 및 장년근로자의 비율을 고려하여 설문조사를 실시하여 설문대상 집단에 대한 다양한 특성 분석, 작업수행능력 실태분석, 작업능력지수 항목별 분석, 작업특성 및 유형에 따른 분석을 실시함
- ○ 장년근로자의 작업특성을 고려한 작업수행능력 유지·향상 방안 제안하고자 함

연구결과

○ 작업수행능력에 대한 문헌검토결과, 다양한 요인들이 작업수행능력에 영향을 미치는데, 특히, 개인적 요인(성별, 연령, 교육수준, 결혼상태), 직업적 요인(근무경력, 작업부하, 작업유형, 작업형태 등), 생활습관 요인(BMI, 운동수행여부, 흡연 및 음주여부), 건강요인(현재의 건강상태, 1년 전과 비교한 건강상태 변화, 질병건수, 동작수행능력) 등이 주로 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

○ 장년근로자의 산업재해 현황 분석결과, 보행 등 다리 근력과 관련된 떨어짐이나 넘어짐 사고, 근골격계질환이 매년 꾸준히 증가하는 것으로 분석되었다.

○ 총 1,594명을 대상으로 작업수행능력에 대한 설문조사결과, 작업능력지수(WAI)는 평균 37.4점으로 좋은 작업수행능력을 보이며, 작업능력등급도 좋음 이상(Good+Excellent)이 전체 66.1%로 나타났다. 작업수행능력에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 교육수준, 작업부하, 건강상태, 질병건수와 동작수행능력이었다.

○ 작업수행능력에 대한 다양한 분석결과, 작업능력등급이 보통이거나 좋음에 해당하는 그룹에 대한 집중적인 관리가 필요한 것으로 조사되었고, 작업수행능력이 떨어지기 시작하는 40~44세 이전인 35~39세에 정책적인 개입과 관리방안을 적용하는 것이 필요한 것으로 나타났다.

○ 특히, 장년근로자의 경우에는 반복작업이나, 육체적인 작업부하가 높은 작업에 종사하지 않도록 배려해야 하고, 이러한 작업특성에 대한 정밀분석을 통해 작업부하를 낮추는 작업환경개선이 요구되었다. 개인적으로는 적정한 BMI 관리와 더불어 규칙적인 운동습관, 흡연과 음주를 삼가는 것과 전반적인 건강상태와 동작수행능력을 지금 보다 좋아지도록 만드는 것이 작업수행능력을 유지·향상할 수 있는 방안으로 나타났다.

활용방안 및 기대성과

본 연구는 작업수행능력에 대한 조사를 통해 현재의 작업수행능력의 수준에 따라 추가적인 관리방안을 모색하고자 수행되었다. 연구결과, 장년근로자의 작업수행능력을 향상하기 위해서는 작업부하를 최소화하는 방안, 건강상태를 최상으로 유지·관리하는 방안, 질병과 동작수행능

력을 확보하는 방안 등이 필요한 것으로 나타났다. 또한, 장년근로자가 가장 많은 50인 미만의 사업장을 대상을 건강증진 사업을 추진하는 근로자건강센터 방문자들의 작업수행능력에 대한 평가 및 관리, 체력측정을 통한 건강증진 프로그램 운영 시 기초자료로 활용할 수 있을 것이며, 사업장내 건강증진 및 교육훈련 프로그램, 인간공학 개선프로그램 및 생산관리 프로그램 도입 시 작업수행능력을 고려함으로써 보다 효율성을 강화할 수 있을 것이다.

중심어

작업수행능력, 작업능력지수, NASA-TLX, 작업부하(요구도), 동작수행능력

참고문헌

김헌, 임현교, 송재철, 박재희, 김동하, 고병인, 중고령 근로자 안전보건 가이드 라인 및 매뉴얼 개발, 산업안전보건연구원(연구원-2008-40-84), 2008

이유정, 장성록, FIOH 설문지를 사용한 조선업종의 작업능력 평가, 대한인간공학회, 31(1), pp171~176, 2012

Gould R., Ilmarinen J., rvisalo J., Koskinen S., Dimensions of Work Ability, Finnish Centre for Pensions, Helsinki 2008.

Ilmarinen J., Promoting active ageing in the workplace, European Agency for Safety and Health at Work, 2012

Fassi M. E., Bocquet V., Majery N., Lair M.L.L., Couffignal S., Mairiaux P., Work ability assessment in a worker population: comparison and determinants of Work Ability Index and Work Ability score, BMC Public Health, 13, pp305~314, 2013

Monteiro, M. S., Ilmarinen, J., Correa Filho, H. R., Work Ability of Workers in Different Age Groups in a Public Health Institution in Brazil, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 12(4), pp417~427, 2006

연구책임자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 김대성 연구원
연락처 : 032-510-0838 ergoman@kosha.net

09 특수건강진단자료를 이용한 유기용제 노출에 의한 혈액독성 연구

연구 필요성 및 목적

과거에 비해 벤젠 노출량은 많이 감소하여 작업환경측정에서 노동부 노출기준 1 ppm 이상을 초과하는 경우는 많지 않다. 하지만 1 ppm 미만의 저농도 노출에서도 혈액독성 작용이 나타나 백혈구 등의 생산 감소를 유발한다는 해외 연구들이 있다. 본 연구는 한국 근로자에서 이러한 저농도 벤젠노출과 혈액독성과의 연관성을 알아보기 위해 시행하였다.

연구내용 및 방법

○ 2003년-2008년 사이에 벤젠으로 특수건강진단을 받은 근로자 중 2005-2008년 사이에 처음 특수건강진단을 받은 근로자 11,281명을 대상으로 작업환경측정데이터베이스를 이용하여 벤젠 노출량을 추정하였으며, 벤젠 노출에 따른 근로자의 백혈구수, 적혈구수, 혈소판수, 중성구수, 림프구수, 단핵구수의 변화를 관찰함.

연구결과

○ 벤젠 노출량과 백혈구수 (특히 림프구), 적혈구수는 유의한 음의 연관 관계를 보였다. 특히, 1 ppm 미만의 노출량에서도 백혈구수, 적혈구수가 감소하는 경향을 보였다.

활용방안 및 기대성과

고용노동부 노출기준 1 ppm 미만에서도 건강 장애를 초래할 수 있음을 보임으로써, 노출기

준 미만이라도 가능한 최대한 벤젠 노출을 줄이도록 권고하는 사업장 보건관리의 가이드를 제공하는데 기초 자료로 활용될 수 있다.

중심어

벤젠, 빈혈, 백혈구, 적혈구, 림프구, 혈소판, 범혈구감소증

참고문헌

고동희 등. 여수.광양산단 역학조사 - 대정비 작업의 노출평가를 중심으로. 산업안전보건연구원. 보건분야 연구자료 (연구원 2010-2-12)

ACGIH. Documentations of TLV and BEI. Benzene. ACGIH 2007

ACGIH. Documentations of TLV and BEI. Benzene (BEI). ACGIH 2007

Aksoy M, Ozeris S, Sabuncu H, et al. Exposure to benzene in Turkey between 1983 and 1985: a hematological study on 231 workers. Brit J Ind Med 1987;44:785-787

Aksoy M, Dincol K, Erdem S, et al. Details of blood changes in 32 patients with pancytopenia associated with long-term exposure to benzene. Brit J Ind Med 1972;29:56-64

Aksoy M. Hematotoxicity and carcinogennicity of Benzene. EHP 1989;82:193-197

연구책임자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 고동희 연구위원
연락처 : 032-510-0800 twincokes@kosha.net

10 스티렌 및 에틸벤젠의 생물학적 노출지표 유효성 평가

연구 필요성 및 목적

스티렌의 생물학적 노출 지표는 소변 중 만델산, 소변 중 페닐글리옥실산으로, 2007년에 산업안전보건법 시행규칙에서 스티렌의 생물학적 노출지표가 삭제되었으나, 2012년 스티렌의 발암성과 생식독성에 대한 위험성으로 인해 스티렌이 특별관리물질로 포함되어 관리가 강화될 예정으로, 스티렌의 생물학적 노출 평가의 수행 필요성이 제기되었다. 2010년 산업안전보건연구원에서 수행한 '생물학적 노출평가 기준 및 분석평가 연구(I)'에서 스티렌 작업환경 노출 기준 20ppm에 해당하는 생물학적 노출기준으로 소변 중 만델산과 페닐글리옥실산 0.4 g/g크레아티닌으로의 변경을 제안하였으나, 스티렌의 생물학적 노출지표 재반영을 위해서는 전국적인 국내 사업장의 스티렌 노출 평가 조사 결과가 뒷받침되어야 하므로 연구를 수행하고 그 결과를 근거로 스티렌의 국내 생물학적 노출 평가 기준 마련에 활용하고자 하였다.

연구내용 및 방법

- ○ 2002-2011년 산업안전공단에 보고된 특수건강진단 및 작업환경측정 전산 자료를 이용하여 최근 10년간 특수건강진단 및 작업환경측정 통계 자료를 해석함
- ○ 스티렌과 에틸벤젠에 노출되는 국내 근로자로 구성된 노출군과 대조군 근로자를 대상으로 하여 국내외 노출 평가 현황 연구를 수행하여 작업환경 중 스티렌과 에틸벤젠, 소변 중 만델산, 페닐글리옥실산 및 혈액 중 스티렌을 분석하고 작업환경 노출 농도와 생물학적 노출 농도간의 상관성을 조사함
- ○ 소변 중 코티닌을 분석하여 흡연이 스티렌 노출 평가에 미치는 영향을 조사함

연구결과

○ 2011년까지 한국산업안전보건공단에 보고된 스티렌과 에틸벤젠의 10년간 작업환경 측정 자료 167,890건과 생물학적 노출 평가 관련 9년간 통계 자료 총 80,249건에 대한 보고 자료 중 최근 2년간 국내 노출 기준을 초과하는 시료는 총 보고건수의 1% 미만이었다.

○ 스티렌 및 에틸벤젠 노출군의 생물학적 노출 평가 항목으로 제시한 소변 중 만델산, 페닐글리옥실산, 만델산과 페닐글리옥실산의 합 및 스티렌 노출군의 혈액 중 스티렌 농도는 비노출군의 농도와 유의한 차이를 나타내어, 이들 항목이 유기용제 노출에 의한 생물학적 노출 평가 지표로서 적절하였다.

○ 스티렌에 단독으로 노출된 근로자 36명에 대한 공기 중 스티렌과 만델산, 페닐글리옥실산의 합이 상관계수 0.769로 항목별 평가시보다 더 상관성이 높았다. 공기 중 스티렌과 혈액 중 스티렌의 상관계수는 0.792로 소변 중 스티렌 대사산물의 합보다 상관성이 더 높았다.

○ 국내 공기 중 스티렌 노출기준 농도인 20 ppm을 기준으로 회귀분석을 통해 만델산과 페닐글리옥실산의 합은 603 mg/g 크레아티닌, 혈액 중 스티렌은 0.25 mg/L로 추정하였다. 이로부터 기존의 노출기준인 작업종료 시 소변 중 만델산 800 mg/g 크레아티닌, 소변 중 페닐글리옥실산 240 mg/g 크레아티닌을 만델산과 페닐글리옥실산의 합인 600 mg/g 크레아티닌으로 변경하고, 이를 2차 항목에 추가하며, 혈액 중 스티렌의 농도 0.25 mg/L를 새로운 노출 기준으로 권장항목에 추가할 것을 제안하였다.

○ 공기 중 에틸벤젠과 소변 중 페닐글리옥실산, 만델산·페닐글리옥실산의 합의 상관성이 상관계수 0.588, 0.576으로 유사하게 양호하였다. 회귀분석을 이용하여 국내의 공기 중 에틸벤젠의 노출기준인 100ppm을 기준으로 추정한 만델산과 페닐글리옥실산의 합의 농도는 900 mg/g 크레아티닌으로, 이를 공기 중 에틸벤젠의 생물학적 노출 지표로 권장항목에 추가할 것을 제안하였다.

활용방안 및 기대성과

스티렌과 에틸벤젠 노출 기준 개정 및 제정안을 제시하고 스티렌과 에틸벤젠 노출 평가 관련 기준 개정 및 제정을 통한 정책 반영에 활용하여 국내 스티렌 및 에틸벤젠 노출 평가를 위한

실용적인 기준을 국내 규정에 반영함으로써 실질적인 노출 평가 수행에 기여한다.

중심어

스티렌, 에틸벤젠, 생물학적 노출 기준, 소변 중 만델산, 소변 중 페닐글리옥실산, 혈액 중 스티렌

참고문헌

한국산업안전보건공단. 근로자건강진단 실무지침. 한국산업안전공단; 2012.

American Conference of Governemtal Industrial Hygienists (ACGIH). Styrene, Documentation of the TLVs and BEIs, 7th ed. Cincinnati; 2013.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry(ATSDR): Toxicological Profile for Styrene. TP-91/25. ATSDR, U.S. Public Health Service, Atlanta, GA; 1992.

Droz PO, Guillemin MP. Human styrene exposure. V. Development of a model for biological monitoring. Int Arch Occup Environ Health. 1983;53:19-26.

Guillemin M, Bauer D. Human exposure to styrene. II. Quantitative and specific gas chromatographic analysis of urinary mandelic and phenylglyoxylic acids as an index of styrene exposure. Int Arch Occup Environ Health. 1976;37:57-64.

연구책임자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 이미영 연구위원
연락처 : 032-510-0825 cookmom@kosha.net

11 개인시료 채취기 신뢰성평가 연구

연구 필요성 및 목적

작업환경측정정도관리 및 지정측정기관평가 제도를 통해 작업환경측정기관의 측정결과에 대한 신뢰성이 많이 향상되었다는 점은 주지의 사실이다. 그러나 측정과 관련된 가장 중요한 요소인 개인시료 채취기의 유량 신뢰성을 담보할 수 있는 검증수단이 없어 시료채취 전·후의 유량만을 보정하는지를 확인하는 수준에서만 지정측정기관의 평가가 머물고 있는 실정이다. 따라서 시료채취 도중 개인시료 채취기의 유량이 초기 설정유량으로 제대로 작동하는지 여부를 사전에 검증할 수 있는 수단을 제공할 필요가 있으며, 아울러 시료채취용 펌프의 유량성능과 관련된 내용을 측정관련 고시에 명문화 하는 방안 및 지정측정기관 평가 시 펌프유량성능 유지여부를 평가하는 방안이 마련될 필요가 있다.

연구내용 및 방법

- ○ 측정기관이 보유한 개인시료 채취기 보유실태 파악
- ○ 역 압력(back pressure) 증가에 따른 압력강하(pressure drop)로 인한 개인시료 채취기의 초기 설정유량 유지 여부를 검증할 수 있는 평가 장비 개발
- ○ 개인시료 채취기 성능 검증 및 평가를 위한 판단기준 마련
- ○ 지정측정기관 평가 시 적용 가능한 평가항목 및 평가방법 개발
- ○ 관련고시에 개인시료 채취기 성능과 관련된 고시 개정안 제시
- ○ 개인시료 채취기 성능(특히 유량)과 관련한 선진외국의 기준 조사
- ○ 설문조사를 통한 국내 작업환경측정기관의 개인시료 채취기 보유현황, 유량과 관련된 사용상 문제점, 유량검증장비 요건 등에 대한 설문조사
- ○ 유량검증을 위한 평가 장비 개발 및 작업환경측정기관을 대상으로 개발된 장비에 대한 현장 적용성 평가

연구결과

○ 개인시료 채취기 규격 또는 성능과 관련된 국내 기준은 없으며, 국외 경우 미국은 현재까지 없는 상태이고, 영국과 유럽연합에서 관련 기준을 가지고 있으며, 국제표준화기구인 ISO에서 현재 관련 규격을 제정 중에 있다.

○ 최근 100건의 작업환경측정 시료 채취 시 펌프가 꺼지는 경험을 하였는지 여부에 대한 설문조사한 결과, 전체 응답자의 78.1%가 경험을 하였다고 응답하였다.

○ 작업환경측정 시료 채취 시 꺼질 수 있는 펌프인지를 시료채취 전에 파악할 수 있는 방법론의 필요 여부에 대한 설문 응답 결과 '매우 필요하다'가 31.3%, '다소 필요하다'가 42.7%였으며, '전혀 필요없다'는 2.1%로 대부분이 그 필요성을 인정하는 것으로 평가되었다.

○ 측정장치는 현재 제정중인 ISO 기준(안)에서 요구하고 있는 장치구성도 순서, 즉 유량계→유량저항계→펄스댐퍼(선택사항) → 진공압력게이지 → 펌프 순으로 구성하였으며, ISO 기준(안)에서 제시한 펌프의 종류 및 유량에 따른 압력부하가 실시간으로 측정될 수 있도록 하였다.

○ 일부 지정측정기관이 보유하고 있는 펌프류를 대상으로 유량성능을 평가한 결과, 지정측정기관 보유하고 있는 펌프 중 평가가 실시된 38대 중 13대(34.2%)만이 ISO 기준(안)에 적합하였다.

○ 압력측정 장치와 측정매체를 이용하여 ISO 기준(안)에 따른 펌프의 유량성능을 평가하는 방안에 대하여 자세한 절차 및 판단기준을 제시하였다.

○ 국내외 관련 기준을 바탕으로 현행 '작업환경측정 및 지정측정기관 등에 관한 고시'에 펌프 유량 성능과 관련된 내용을 신설, 또는 개정하는 형태로 고시 개정(안)을 제안하였으며, 현재 공단에서 제공하고 있는 기술지침인 '물질별 작업환경측정 · 분석기술지침'에도 관련 내용이 반영될 수 있도록 제안하였다.

활용방안 및 기대성과

본 연구결과는 작업환경측정 시 반드시 사용되는 개인시료 채취기의 유량성능을 검증할 수 있는 방안을 마련하여, 관련 기술을 지정측정기관에 제공하고, 또한 관련 고시나 지정측정기관

평가항목에 반영될 수 있는 구체적인 안을 제공하고 있다.

따라서 동 연구결과에 의해 도출된 방안들이 실제 구체적으로 현장에서 시행된다면 작업환경 측정 결과의 신뢰성을 높이는데 큰 기여를 할 것으로 판단된다.

중심어

개인시료채취기, 역압력, 압력측정장치, 펌프, 유량성능

참고문헌

고용노동부. 작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시(노동부 고시 제2013-39호). 고용노동부, 2013

British standard institute(BSI). BS EN 1232:1997 Workplace atmosphere-pumps for personal sampling of chemical agents- Requirement and test methods. BSI(1997).

CEN: EN 1232:1997 Workplace atmosphere-pumps for personal sampling of chemical agents-Requirement and test methods. European committee for standardization(CEN)(1997).

International standard organization(ISO). ISO/TC146/SC2 N591:2011 Workplace atmospheres – Pumps for personal sampling of chemical and biological agents – requirements and test methods. ISO(2011).

National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). Guidelines for Air Sampling and Analytical Method Development and Evaluation (DHHS[NIOSH]) Pub. No. 95-117). Cincinnati, Ohio: NIOSH; 1995.

Occupational health and safety administration(OSHA). OSHA analytical methods manual, 2nd Ed., Salt Lake city, UT(1990)

연구책임자 : 용인대학교 환경과학대학 정지연 교수
연구원담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 이광용 연구원
연락처 : 032-5100-806 wildgolf@gmail.com

12 교대작업 등 의료기관의 특징적인 작업형태에 의한 직업건강 추적연구

연구 필요성 및 목적

의료기관은 다양한 유해인자가 존재하고 있으며, 이로 인해 최근 병원 등에서 업무상질병의 발생이 갈수록 증가하고 있음. 특히 간호사는 병원 내 인력 중 차지하는 비율이 높아, 간호사를 포함한 보건의료인력의 직업성 질환을 예방하고 관리하기 위해서는 간호사의 교대작업 및 각종 업무특성과 비교하여 질병과 건강이상 증상의 발생을 파악하는 것이 필요함. 이러한 이유로 간호사 등의 근로자에서, 질병 및 건강이상 증상의 발생을 조사함으로써, 교대근무, 야간근무의 업무상 특성에 따른 건강이상 증상, 질병 발생의 특징과 사례를 파악하고, 수면장애, 소화장애, 직무스트레스, 생식건강관련증상 등 특징적인 질병과 건강이상에 대하여 발생특징, 시간에 따른 변화 등을 관찰하고자 함.

연구내용 및 방법

- ○ 간호사의 인구학적 특성, 업무관련 특성에 따라 주로 나타나는 질병 및 건강이상 증상 발생 조사
- ○ 업무상 특성에 따른 건강이상 증상, 질병발생 특징 조사
- ○ 교대근무, 야간근무, 장시간근무에 따라 간호사에게 나타나는 건강이상 증상, 질병발생의 특징 조사
- ○ 간호사의 작업경력 심층조사
- ○ 시간 변화에 따른 발생증상과 직무특성 관계 분석
- ○ 교대근무에 따른 건강이상 증상, 질병발생의 특징을 시간변화에 따라 추적조사
- ○ 교대근무, 장시간 근로 등이 조사시점에 따라 변화하는 내용 분석

연구결과

○ 수면장애 :비교대군보다 교대군에서 불면증이 있는 정도가 유의하게 많았으며, 시계열 분석 결과, 교대근무 유지군과 비교대근무에서 교대근무로 변경된 군에서 수면에 필요한 시간이 길어짐.

○ 소화장애 : 비교대군보다 교대군에서 식사가 불규칙성이 많았고, 교대군에서 소화장애가 더 많았으며, 비교대에서 교대근무로 변경된 경우와 비야간근무에서 야간근무로 변경된 경우 소화장애 증상이 더 안 좋아짐.

○ 직무스트레스 : 약간의 차이는 있었으나, 물리적환경, 직무자율, 보상부적절, 직장문화 영역이 비교대군보다 교대군에서 높게 나타났으며, 각 조사마다 약간의 차이는 있었으나, 야간근무가 4일 초과인 군이 4일 이하인 군보다 직무요구, 보상부적절이 높게 나타남.

○ 생식건강 : 월경의 규칙성은 교대군이 비교대군보다 유의하게 많았으나, 유방의 변화에 대해서는 유의한 차이는 없었으며, 야간근무가 4일 초과인 군이 4일 이하인 군보다 월경의 불규칙성이 많았으나, 유방의 변화는 유의한 차이는 없었음.

활용방안 및 기대성과

교대근무자와 야간근무자는 근로유형으로 인한 건강유해요인을 지니고 있는 것을 확인하였고, 이런 고위험군에 대한 건강문제 관리를 정책 수립시 고려하는 것이 필요하며, 의료기관 간호사에서 야간근무, 교대근무자의 건강에 미칠 수 있는 영향을 고려하여 근무시간 조정, 근무스케쥴 변화 등에 활용 가능함.

중심어

교대근무, 야간근무, 장시간근무, 수면장애, 소화장애, 생식건강, 직무스트레스

참고문헌

박영남, 양혜경, 김현리, 조영채(2007). 일부 종합병원 간호사들의 교대근무와 수면문제 및 피로 자각증상과의 관련성. 한국산업간호학회지. 16(1), 37-47.

설미화(2007). 교대 근무간호사의 피로도, 수면양상, 수면장애, 수면박탈증상에 관한 연구. 경상대학교 행정대학원 석사학위논문

정혜선, 김숙영, 이복임, 임현우, 이윤정 등(2012). 사업장 중심 직업성질환감시체계 구축 및 운용 - 의료기관의 간호사를 대상으로 -. 산업안전보건연구원 연구보고서.

Reid, Dawson(2001). Comparing performance on a simulated 12 hour shift rotation in young and older subjects. Occup Environ Med.

US Bureau of labor statistics(USBLS) (2009). Nonfatal occupational injuries and illnesses requiring days away from work in 2008, USBLS News Release, USDL-09-1454, November 24, 2009

연구책임자 : 가톨릭대학교 정혜선 교수
연구원담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 김은주 과장
연락처 : 032-510-0837 ejkim0423@kosha.net

13 나노물질 측정 프로토콜 작성 및 나노물질 노출 실태 조사연구

연구 필요성 및 목적

나노물질의 안전관리에 국내외 동향을 파악하고 나노물질 평가 및 자료 관리에 대한 기준이 필요하다. 우리나라의 나노종합계획에 부합하면서 나노물질 취급 사업장에서 사용할 수 있는 노출평가 프로토콜과 데이터 입력 서식을 마련하여 추후 노출평가 지침으로 사용될 안이 필요하다.

연구내용 및 방법

- ○ 나노 안전관리 국제 동향 조사 : 문헌조사를 통하여 정보 수집을 하되 독성요약, 노출평가, 규제 측면으로 범주를 구분하여 작성함
- ○ 나노물질 노출평가 프로토콜 작성 : 국내외 다른 기관의 프로토콜을 참고하여 국내에서 사용가능한 프로토콜을 작성함
- ○ 나노물질 종류별 나노물질 노출 실태 조사 : 나노물질 취급 사업장에서 노출에 영향을 주는 변수 조사 및 직독식 실시간 기기 및 필터포집법을 함께 이용하여 중량 분석 및 전자현미경 분석을 함
- ○ 향후 국내에서 공통적으로 사용될 작업장 나노 입자 노출 자료 데이터베이스 구축 방안 마련 : 나노물질 특성평가에 적합한 데이터베이스를 구축함

연구결과

- ○ 나노 물질에 대한 국제 동향은 나노물질의 독성과 건강영향, 공기 중 나노입자 모니터링에 대한 요약, 나노물질의 노출 가이드라인과 규제로 구분하여 수행하였다. 나노 입자의

독성에 영향을 미치는 인자는 나노입자의 화학성분, 입자크기, 표면적과 표면적의 반응성, 입자 수, 용해성과 생체 지속성, 모양과 섬유형태, 입자의 응집·집합성 등이 영향을 미치는 것으로 알려졌다. 카본나노튜브는 폐에 종양을 일으킨다는 것이 동물실험 결과 밝혀져 작은 석면(little asbestos)라고 별명 되어졌으며 2013년 미국 국립안전보건연구소(NIOSH)는 그 노출기준을 1 ㎍/㎥으로 제시하였다.

- 국제기관 및 단체(예, ISO, ASTM, EU)등에서 나노물질 평가에 대한 표준 및 가이드라인을 제시하고 있으나 모두 기기 중심이고 이론 중심이어서 사업장에서 나노물질의 노출을 평가할 때 실제로 운용하기 어렵다. 사업장에서 공기 중 나노물질을 모니터링 할 때 노출 단위(exposure metric), 측정 기기의 선정(실시간 모니터링 대 비실시간 모니터링 장비), 배경농도의 설정, 개인시료채취와 지역시료 채취, 시간가중평균치와 업무 중심노출평가, 섬유상 물질인 경우 고-종횡비(Hight Aspect Ratio)의 측정, 평가전략, 평가 자료 처리 등이 잘 고려되어야 하는데 아직 이에 대한 국제적 표준은 없다.
- 나노 물질 취급사업장의 관리방법은 첫째, 사전주의 원칙에 입각하여 가능한 노출을 줄이도록 하고 있다. 그 다음 실제로 사업장에 적용할 수 있는 개선방법으로는 기존의 전통적 산업위생학적 개선 방법이 유효하다고 알려졌다. 따라서 공학적 개선방법(대체, 격리, 환기), 행정적 대책, 개인보호구 사용 등이 나노물질의 노출을 상당히 줄일 수 있다고 보고되고 있다.
- 제조나노물질 취급사업장은 연속공정이 아닌 간헐적으로 작업이 이루어졌고, 작업에 따라 농도가 차이가 있음을 확인하였다. 직무기반 평가가 유용하며 이를 위해 직무활동조사표를 이용할 필요가 있다. 프로토콜은 크게 5 단계로 이루어져 있으며 노출평가는 주로 2 단계에서 수행된다. 프로토콜은 1 단계 : 기본자료 조사 단계, 2 단계 : 평가 단계(2a 단계 : 나노물질 특성규명 및 노출평가 단계, 2b 단계 : 나노물질 노출관리를 위한 노출평가 단계), 3 단계 : 나노물질 가이드라인과 비교 단계, 4 단계: 노출 저감 대책 단계, 5 단계 : 관리 및 기록유지 단계로 구성되었다.
- 데이터베이스 구축을 위해서 외국의 나노 데이터베이스 현황조사를 하였고 국내 사업장 측정경험을 이용하여 측정 자료와 이를 설명할 수 있는 변수가 포함되도록 엑셀 시트를 작성하였다.

활용방안 및 기대성과

국내외 연구동향을 독성, 노출평가, 규제 측면으로 구분하였기 때문에 향후 나노관련 정책수립 및 범정부적인 나노종합관리대책에 활용할 수 있다. 제안된 프로토콜을 이용하여 나노사업장을 체계적으로 노출평가를 할 수 있다. 공통의 데이터베이스를 사용함으로써 사업장 접근이 어려운 나노사업장을 다른 연구기관에서 다르게 측정하더라도 체계적인 측정 자료를 축적할 수 있다.

중심어

나노물질, 나노입자, 노출평가, 나노측정프로토콜, 나노안전보건

참고문헌

Methner M et al. Nanoparticle Emission Assessment Technique (NEAT) for the Identification and Measurement of Potential Inhalation Exposure to Engineered Nanomaterials-Part B: Results from 12 Field Studies. Journals of Occupational and Environmental Hygiene. 2010;7(3):163-176

Paul A, Schulte, Eileen D, Kuempel et al. Focused actions to protect carbon nanotube workers. AMERICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL MEDICINE. 2012;55(5):395-411

연구책임자 서울대학교 보건대학원 환경보건학과 윤충식 교수
연구원담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 이나루 연구위원
연락처 : 032-510-0802, narоolee@kosha.net

14 남부권역의 화학물질에 의한 암발생 관리체계 운영 (폐암과 조혈기계암)

연구 필요성 및 목적

현재의 직업성 질환 진단 및 관리체계는 산업안전보건법상 수행되고 있는 특수건강진단 등에 의존하고 있는 한계로 인해 일부의 직업성질환을 제외한 직업성질환의 진단율이 매우 저조하여 실제의 직업성질환 발생률을 반영하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 표본설계를 고려하는 등 효율적 보고·수집·분석·환류체계의 연구를 통하여 병원별·지역별 추정치를 산출하여 전국 규모의 통계지표 생산이 필요하며 권역별 감시대상 대학병원을 통해 수집된 감시자료를 토대로 국내 근로자의 직업성암 발생의 특징과 사례, 규모를 추정하여 직업병 통계제도의 개선과 산재예방지표를 개발할 필요가 있다.

본 연구에서는 남부권역의 직업성 폐암 및 조혈기계암에 대해 체계적이고 지속적인 자료 보고·수집·분석·환류 등을 가능케 하는 직업성암 감시체계 운영하고, 중부권역과의 공동연구를 통하여 전국단위 발생률 추정치를 산출하기 위해 실시하였다.

연구내용 및 방법

- ○ 연구자 간의 회의, 문헌고찰 및 1·2차년도 연구 결과를 토대로 표준화된 환례 정의, 업무관련성 평가의 틀, 표준화된 조사방법을 개발
- ○ 남부권역의 지역별로 거점병원들을 조사 대상 병원으로 선정하여 확립하고 감시체계 운영체계 구축
- ○ 위의 과정을 거쳐 설계된 감시체계를 실제 조사대상 병원의 신환 폐암·조혈기계암 환자들을 대상으로 심층인터뷰를 시행하고 1·2차 검토를 통하여 업무관련성 평가와 노출 물질 규명을 시행
- ○ 감시체계의 정보관리는 감시체계 데이터베이스 및 홈페이지 구축을 통하여 자료의 획득과 관리 방법을 제시

○ 중부권역과 공동 연구를 통한 전국단위 직업성암 발생률, 유발물질, 기여분율 추정

연구결과

○ 산업안전보건연구원, 중부권역 감시체계와 함께 환례 정의, 업무관련성 평가 방법, 조사 방법을 표준화하였으며 이를 보조할 데이터베이스를 구축하였고 홈페이지를 구성하여 효율적인 감시체계를 수행할 수 있는 기반 구축하였다.

○ 남부권역 병원들에서 폐암 401건, 조혈기계암 174건으로 총 575건에 대한 직업력 및 업무관련성 평가 시행하였다.

○ 전국 단위로 업무관련성 평가에서는 2013년 발생한 국내 폐암 중 2.2% (80명 추정)가 업무관련성이 확실하였고, 7.3%(1,288명 추정)가 업무관련 가능성이 높음(probable)으로 나타나 전체적으로 9.5%에서 업무와 관련성이 높은 것으로 나타났으며(1,368명 추정), 조혈기계암 중 0.7% (53명 추정)가 업무관련성이 확실(definite)하였고, 3.3% (253명 추정)가 업무관련 가능성이 높음(probable)으로 나타나 전체적으로 4.0% 정도에서 업무와 관련성이 높은 것으로 나타났다(306명 추정).

○ 유발물질에 대한 조사에서는 폐암의 경우 비비소계 살충제(직업적 살포, 사용) 442명(25.6%), 석면·석면함유 활석 374명(21.6%), 디젤엔진 배출물질 355명(20.6%), 결정형 유리규산 226명(13.1%)이었으며, 조혈기계암의 경우 비비소계 살충제 706명(36.3%)으로 가장 많았고, 벤젠 655명(33.7%), 라돈-222와 그 붕괴 생성물 127명(6.5%), 가솔린(휘발유) 98명(5.0%)이었다.

○ 기여분율은 폐암의 경우 석면, 석면함유 활석은 4.77%, 결정형 유리규산은 3.98% 그리고 디젤엔진 배출물질은 6.70%로, 조혈기계암의 경우 벤젠은 6.70%로 조사되었다.

※ 전국단위의 업무관련성 평가는 중부권역과 함께 공동으로 진행한 연구결과이므로 연구결과는 동일하게 기술되었음.

활용방안 및 기대성과

본 연구를 통해서 직업성암의 고위험 직종을 파악하여 향후 직업성암 예방관리 대책수립의 우선순위를 결정하는 데 활용될 것이며 고위험 사업장에 암예방을 위한 정보를 제공할 수 있다. 본 연구에서 도출되는 전국적 직업성암 통계지표는 향후 직업성암 예방효과를 평가할 수 있는 지표로 활용될 수 있을 것이다. 또한 기존 알려진 고위험군 이외에 새롭게 확인되는 위험 직종에 대한 추가적인 연구를 자극할 수 있으며 이를 통해 근로자의 건강을 보호하는데 기여할 수 있다.

중심어

직업성 암, 감시체계, 폐암, 조혈기계암, 남부권역

참고문헌

하권철, 박동욱, 윤충식, 최상준, 이광용, 백도현, 남택형, 이재환, 이종근, 정은교. (2008) DMF 취급 사업장에 대한 매트릭스 적용 및 위험성 평가 연구. 한국산업위생학회지; 18: 303-309.

Semple SE, Dick F, Cherrie JW. (2004) Exposure assessment for a population-based case-control study combining a job-exposure matrix with interview data. Scand J Work Environ Health; 30: 241-8.

Teschke K, Olshan AF, Daniels JL et al. (2002) Occupational exposure assessment in case-control studies: opportunities for improvement. Occup Environ Med; 59: 575-94.

연구책임자 : 부산대학교 의학전문대학원 김종은 교수
연구원담당자:한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 김은주 과장
연락처 : 032-510-0837 ejkim0423@kosha.net

15 중부권역의 화학물질에 의한 암발생 관리체계 운영 (폐암과 조혈기계암)

연구 필요성 및 목적

현재의 직업성 질환 진단 및 관리체계는 산업안전보건법상 수행되고 있는 특수건강진단 등에 의존하고 있는 한계로 인해 일부의 직업성질환을 제외한 직업성질환의 진단율이 매우 저조하여 실제의 직업성질환 발생률을 반영하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 표본설계를 고려하는 등 효율적 보고·수집·분석·환류체계의 연구를 통하여 병원별·지역별 추정치를 산출하여 전국 규모의 통계지표 생산이 필요하며 권역별 감시대상 대학병원을 통해 수집된 감시자료를 토대로 국내 근로자의 직업성암 발생의 특징과 사례, 규모를 추정하여 직업병 통계제도의 개선과 산재예방지표를 개발할 필요가 있다.

본 연구에서는 중부권역의 직업성 폐암 및 조혈기계암에 대해 체계적이고 지속적인 자료 보고·수집·분석·환류 등을 가능케 하는 직업성암 감시체계 운영하고, 남부권역과의 공동연구를 통하여 전국단위 발생률 추정치를 산출하기 위해 실시하였다.

연구내용 및 방법

- ○ 연구자 간의 회의, 문헌고찰 및 1·2차년도 연구 결과를 토대로 표준화된 환례 정의, 업무관련성 평가의 틀, 표준화된 조사방법을 개발
- ○ 중부권역의 지역별로 거점병원들을 조사 대상 병원으로 선정하여 확립하고 감시체계 운영체계 구축
- ○ 위의 과정을 거쳐 설계된 감시체계를 실제 조사대상 병원의 신환 폐암·조혈기계암 환자들을 대상으로 심층인터뷰를 시행하고 1·2차 검토를 통하여 업무관련성 평가와 노출 물질 규명을 시행
- ○ 감시체계의 정보관리는 감시체계 데이터베이스 및 홈페이지 구축을 통하여 자료의 획득과 관리 방법을 제시

○ 남부권역과 공동 연구를 통한 전국단위 직업성암 발생률, 유발물질, 기여분율 추정

연구결과

○ 산업안전보건연구원, 남부권역 감시체계와 함께 환례 정의, 업무관련성 평가 방법, 조사 방법을 표준화하였으며 이를 보조할 데이터베이스를 구축하였고 홈페이지를 구성하여 효율적인 감시체계를 수행할 수 있는 기반 구축하였다.

○ 중부권역 병원들에서 폐암 1002건, 조혈기계암 248건에 대한 직업력 및 업무관련성 평가 시행하였다.

○ 전국 단위로 업무관련성 평가에서는 2013년 발생한 국내 폐암 중 2.2% (80명 추정)가 업무관련성이 확실하였고, 7.3%(1,288명 추정)가 업무관련 가능성이 높음(probable)으로 나타나 전체적으로 9.5%에서 업무와 관련성이 높은 것으로 나타났으며(1,368명 추정), 조혈기계암 중 0.7% (53명 추정)가 업무관련성이 확실(definite)하였고, 3.3% (253명 추정)가 업무관련 가능성이 높음(probable)으로 나타나 전체적으로 4.0% 정도에서 업무와 관련성이 높은 것으로 나타났다(306명 추정).

○ 유발물질에 대한 조사에서는 폐암의 경우 비비소계 살충제(직업적 살포, 사용) 442명(25.6%), 석면·석면함유 활석 374명(21.6%), 디젤엔진 배출물질 355명(20.6%), 결정형 유리규산 226명(13.1%)이었으며, 조혈기계암의 경우 비비소계 살충제 706명(36.3%)으로 가장 많았고, 벤젠 655명(33.7%), 라돈-222와 그 붕괴 생성물 127명(6.5%), 가솔린(휘발유) 98명(5.0%)이었다.

○ 기여분율은 폐암의 경우 석면, 석면함유 활석은 4.77%, 결정형 유리규산은 3.98% 그리고 디젤엔진 배출물질은 6.70%로, 조혈기계암의 경우 벤젠은 6.70%로 조사되었다.

※ 전국단위의 업무관련성 평가는 남부권역과 함께 공동으로 진행한 연구결과이므로 연구결과는 동일하게 기술되었음.

활용방안 및 기대성과

본 연구를 통해서 직업성암의 고위험 직종을 파악하여 향후 직업성암 예방관리 대책수립의 우선순위를 결정하는 데 활용될 것이며 고위험 사업장에 암예방을 위한 정보를 제공할 수 있다. 본 연구에서 도출되는 전국적 직업성암 통계지표는 향후 직업성암 예방효과를 평가할 수 있는 지표로 활용될 수 있을 것이다. 또한 기존 알려진 고위험군 이외에 새롭게 확인되는 위험 직종에 대한 추가적인 연구를 자극할 수 있으며 이를 통해 근로자의 건강을 보호하는데 기여할 수 있다.

중심어

직업성 암, 감시체계, 폐암, 조혈기계암, 중부권역

참고문헌

하권철, 박동욱, 윤충식, 최상준, 이광용, 백도현, 남택형, 이재환, 이종근, 정은교. (2008) DMF 취급 사업장에 대한 매트릭스 적용 및 위험성 평가 연구. 한국산업위생학회지; 18: 303-309.

Blair A, Zahm SH. (1993) Patterns of pesticide use among farmers: implications for epidemiologic research. Epidemiology; 4: 55-62.

Brown TP, Rumsby PC, Capelton AC et al. (2006) Pesticides and Parkinson"s disease—is there a link? Environ Health Perspect; 114: 156-64.

Daures JP, Momas I, Bernon J et al. (1993) Avine-growing exposure matrix in the He′rault area of France. Int J Epidemiol; 22 (Suppl 2): S36-41.

연구책임자 : 인하대학교 임종한 교수
연구원담당자:한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 김은주 과장
연락처 : 032-510-0837 ejkim0423@kosha.net

16 벤젠의 과거노출추정 (Job-Exposure Matrices, JEM) 연구

연구 필요성 및 목적

1960년대 이후 산업발달, 노동특성 등을 감안할 때 벤젠을 포함한 발암물질 등 위험물질에 대한 과거 노출뿐만 아니라 질병과 업무관련성 규명 요구는 더욱 증가할 것으로 판단된다. 유해인자에 대한 과거 노출을 평가하는 도구로 유해인자에 대한 노출 시기, 노출 업종, 노출 직업과 직무 등을 조합한 매트릭스(job exposure matrix, JEM)가 많이 활용된다. 우리나라에서는 JEM을 구축하여 유해인자 노출과 건강영향 감시, 과거 노출농도 추정, 업무관련성 평가 등을 산업안전보건 영역에서 활용한 적이 없다. 벤젠 등 주요 발암물질에 대한 노출평가 JEM을 구축하고 나아가서는 JEM별 정량적인 노출농도를 추정하는 연구가 필요할 것으로 판단된다. 본 연구의 궁극적 목적은 벤젠 과거노출을 추정하기 위한 JEM을 구축하고 JEM 특성별로 벤젠 노출수준을 추정하는 것이다.

연구내용 및 방법

- ○ 국내에서 벤젠 노출을 보고한 33개 문헌을 대상으로 측정(노출)시기, 업종, 직종별로 분류하고 조합하여 JEM을 구축
- ○ 업종은 문헌에서 보고한 자료를 바탕으로 대-중-소-세 분류까지 4단계로 계층화하여 분류하였으며, 우리나라 통계청 제9차 개정 한국표준산업분류(KSIC)를 이용
- ○ 직종코드는 통계청 고시 제2007-3호(2007.7.2)로 확정·고시한 제6차 한국표준직업분류(KSCO)를 활용
- ○ 업종 및 직종은 훈련 받은 산업위생전문가 4명이 먼저 분류하고 산업위생분야 교수가 최종 분류를 결정

연구결과

○ 벤젠 노출시기별로 보고서에 기록된 업종과 직종을 조합한 JEM별 통합 벤젠 노출수준을 개략적으로 설명하면 다음과 같다.

- 1984년 이전에는 모든 분류의 JEM에서 10 ppm이상의 매우 높은 통합된 노출수준을 나타냈다.
- 1990-1999년대에는 대부분의 JEM에서 통합 벤젠 노출수준은 현재 노출기준 1 ppm이하로 낮았지만 다만 신발제조업/ 인쇄업/ 접착 테이프 제조업/ 페인트 제조업 등의 직종에서 벤젠 통합 노출수준은 벤젠 노출기준 1 ppm을 초과한 것으로 나타났다.
- 2000년대에는 서비스업(세탁업)의 세탁 직무(2.3 ppm), 석유화학제품 제조업에서 정비(3.6 ppm과 6.8 ppm), 시료채취(15.3 ppm), 운송(1.3 ppm) 등에서 벤젠 노출이 높았다.
- 2010년 이후에 조사된 석유화학제품 제조업의 도장, 배관, 비계, 운전, 정비 등 직무에서 벤젠 통합 노출수준은 노출기준 이하였고 이러한 수준은 이전 2000년대보다 낮은 값이다. 반면 자동차 제조업에서 접착(5.8 ppm), 도장(4.2 ppm), 시험(5.1 ppm), 정비(2.7 ppm), 혼합(4.9 ppm) 등의 직무에서는 높은 벤젠 노출수준을 나타냈다.

○ 본 연구의 최종목표인 노출시기, 산업, 직업 3개 기본 노출변수를 매트릭스로 조합하여 총 110개의 벤젠 JEM을 구축하였다. 본 연구에서 구축한 벤젠 JEM과 JEM별 노출수준은 과거 노출을 평가하고자 하는 노출 시기, 업종, 직업에 직접 적용할 수 있는 근거가 될 수 있다.

활용방안 및 기대성과

본 연구에서 JEM으로 구축된 시기별 산업과 직업/직종에 근무한 경우 적어도 벤젠 노출 확률/가능성(probability)이 있는 것으로 판단할 수 있으며 질병과 벤젠 노출 관련 직무, 환경 등의 연관 여부를 판정하는데 과거 노출 근거 자료로 활용할 수 있다. 또한 본 연구에서 규명한 벤젠 노출 산업과 직업을 대상으로 벤젠 노출 근로자 수, 노출수준, 노출빈도, 벤젠 취급량 등을 감시할 수 있는 정보로 활용될 수 있다.

중심어

벤젠, 과거노출, Job exposure matrix(JEM), 표준산업분류, 표준직업분류, 표준직종분류

참고문헌

고동희, 정은교 등. 여수광양산단 역학조사 결과 보고서. 한국산업안전공단 산업안전보건연구원. 2010; 연구원2010-2-12.

변혜정, 윤충식 등. 화학실험실의 휘발성유기화합물 노출에 대한 정량적 평가전략. 한국산업위생학회지. 2011; 21(1): 11-24.

A.K. Madl, D.J. Paustenbac.: Airborne concentrations of benzene and mineral spirits (stoddard solvent) during cleaning of a locomotive generator and traction motor. J. Toxicol. Environ. Health. A. 2002; 65(23): 1965-1979.

M.B. Paxton, V.M. Chinchilli, S.M. Brett, J.V. Rodricks. Leukemia risk associated with benzene exposure in the Pliofilm cohort: I. Mortality update and exposure distribution. Risk Anal. 1994; 14(2): 147-154.

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH): "Criteria for a recommended standard: Occupational exposure to refined petroleum solvents"# 77-192, pp. 1-4. Cincinnati, OH, 1977.

W.K. Jo, S.H. Kim. Wokers exposure to aromatic volatile organic compounds in dry cleaning stores. AIHAJ. 2001; 62(4): 466-471.

연구책임자 : 한국방송통신대학교 자연과학대학 환경보건학과 박동욱 교수
연구원 담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 유계묵 연구위원
연락처 : 032-510-0826 radical@kosha.net

17 불산 노출 근로자의 급·만성 건강영향 평가

연구 필요성 및 목적

2012년 구미공장에서 발생한 불화수소(Hydro fluoride) 누출사고로 인근 사업장 근로자에게 호흡기, 피부, 눈 등에 급성 건강영향이 있었고, 아만성 및 만성적 건강영향이 예상되어 불산 누출사고 후 이미 이루어진 초기 사고 대응조치(근로자건강센터의 현지 이동 건강상담, 구미시 보건소의 이동건진, 구미시 연구용역 지역주민 건강영향조사 등) 자료를 종합하여 노출근로자 데이터베이스를 구축하고 불산 노출실태와 관련한 급성 건강영향을 파악하며, 중기 건강영향 조사를 실시하여 노출로 인한 아만성 건강영향을 평가함. 이로 향후 만성 건강영향평가와 추적관리를 위한 체계를 구축하여, 불산 노출 근로자 보건관리대책 수립에 기초자료로 활용하는 것에 목적을 두고 있다.

연구내용 및 방법

- ○ 불산 및 불산가스에 대한 물리화학적 특성, 노출평가, 건강영향 등에 대한 국내·외 문헌을 체계적으로 고찰.
- ○ 구미4공단 근로자 고용보험 가입 자료(8,056명), 근로자 건강센터 불산 노출근로자 건강상담 자료(1,087명), 구미시 보건소 건강진단 자료(6,278명), 순천향대학교 병원 834명 자료 등을 이용하여 불산 노출이 추정되는 근로자의 데이터베이스를 구축하여 장기 추적을 위한 기반을 마련.
- ○ 구축된 자료를 이용하여 개별근로자에 대한 노출수준을 평가하고 불산 노출과 급성 건강영향과의 관계를 분석을 위하여 설문조사로 시행함. 10가지 변수에 대하여 1-4점까지의 가중치를 주어 합산하여 결정.
- ○ 불산노출 근로자의 아만성(불산노출로부터 10개월 후) 건강영향을 평가를 위한 설문지를 개발하고, 구미 4공단 근로자 1,479명을 대상으로 설문조사를 실시하고, 순천향대학교 자

료를 분석하여 누출 사고 후 약 7개월 시점의 건강영향을 평가하였다

연구결과

- ○ 구미4공단 고용보험 가입 자료(8,056명), 근로자 건강센터 불산 노출 근로자 자료(1,087명), 구미시 보건소 불산노출 근로자 건강진단 자료(6,278명), 순천향대학교 병원에서 근로자 834명 자료 등으로 데이터베이스를 구축한 결과 12,295명이 사고시 불산에 노출된 것으로 추정되었다.
- ○ 급성건강영향을 평가를 위하여 사고 후 약 1개월 이내의 장기별 건강영향을 분석, 근로자 건강센터 상담근로자의 88.1%, 구미시 연구용역 대상자의 83.5%가 10개 장기 중 1개 이상 장기와 관련한 증상이 있었다.
- ○ 불산노출과 아만성 건강영향을 평가하기 위해서 조사대상 근로자 1,479명의 노출수준과 건강영향을 분석, 1,479명 중 32.5%가 사고 당시 임상 증상이 있다고 응답하였다.
- ○ 사고발생 당시 행동이나 장소, 사고 발생 후 24시간 동안의 주관적 노출 정도, 피부 접촉 및 호흡기로의 주관적 유입여부 등 3개의 노출변수를 이용하여 노출수준을 저, 중, 고로 구분하였을 때 노출수준이 높을수록 증상 호소율이 유의하게 증가하였고, 증상지속율도 유의하게 증가하였다.
- ○ 추적조사가 필요한 위험집단은 고노출군으로 분류된 경우, 불산 누출 사고 후 급성 건강영향으로 발생하였던 증상 및 징후가 지속되는 경우, 불산 등 산 취급 근로자, 사건충격 및 불안수준 점수가 절대적으로 높거나 나빠진 경우 등으로 보인다.

활용방안 및 기대성과

불산 노출 근로자 데이터베이스 구축을 통한 장기 추적체계 기반을 마련하고, 노출 근로자의 급성 및 아만성 건강영향 평가를 통한 근로자 관리체계(초기대응, 예방, 산재보상 등) 근거자료를 확보하는 것이다. 또한 불산 취급 근로자 노출 사고시 대피, 복귀 등에 대한 대응 매뉴얼 작성의 근거자료를 확보하는 것이다. 또 구축된 근로자 데이터베이스를 불산 노출로 인한 장기 건강영향 추적관리에 활용할 수 있고, 마지막으로 불산 노출 근로자의 관리방안에 대한 연구, 사

업 등 추가적인 사업 및 연구에 활용할 수 있다.

중심어

불산, 노출수준 추정, 급성 건강영향, 아만성 건강영향

참고문헌

우극현, 윤성용, 김진석 등. ㈜휴브글로벌 불산누출사고 지역주민 건강영향조사 최종보고서. 경상북도 구미시. 2013

Bennion JR, Franzblau A. Chemical pneumonitis following household exposure to hydrofluoric acid. Am J Ind Med 1997;31:474-8

Edwards, RD, Jurvelin J, Saarela K et al. VOC concentrations measured in personal samples and residential indoor, outdoor and workplace microenvironments in EXPOLIS-Helsinki, Filand. Atmospheric Environment 2001;35:4531-4543.

연구책임자 : 동국대학교 안연순 교수
연구원담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 김은주 과장
연락처 : 032-510-0837 ejkim0423@kosha.net

18 석면조사기관의 신뢰성 확보방안 및 석면제품 실태 연구

연구 필요성 및 목적

인체발암물질인 석면은 뛰어난 보온성과 내화학성 등 유용한 물리·화학적 특성으로 인해 보온재, 단열재, 마찰재 등의 원료로 널리 사용되어 왔다. 석면노출로부터 근로자를 보호하기 위하여 고용노동부는 2007년부터 일부 품목을 제외한 석면을 0.1%를 초과 함유하는 석면함유제품의 사용 및 유통 등을 금지하고, 2009년부터 일정 면적 이상의 건물을 철거 또는 개보수 시 지정받은 석면조사기관을 통한 석면조사를 의무화 하였다. 특히 석면조사기관은 2012년부터 석면안전관리법의 시행으로 석면조사의 수요가 급증함에 따라 수적으로 급성장하여 2013년 4월 기준 202개소에 달하고 있으나, 조사분석 결과의 신뢰성에 대해서는 우려와 관리 필요성이 제기되어왔다. 따라서 본 연구는 국내에서 금지가 유예된 석면함유제품의 사용현황을 조사하여 금지 유예조치의 필요 여부를 파악하고, 국내 석면조사기관의 신뢰성 보증 수준을 평가하여 향후 신뢰성 향상을 위한 개선방안을 도출하고자 하였다.

연구내용 및 방법

- ○ 금지유예 석면함유제품 및 석면조사기관 관리에 대한 국내외 제도 조사
- ○ 금지유예 석면함유제품 사용 관련 업계 관계자 면담 등 유·무선 조사를 통하여 사용현황 및 향후 금지를 위한 업계의 의견 조사
- ○ 국내 석면조사기관의 평가를 위한 항목을 개발하고, 신뢰성 수준에 대하여 자기기입식 설문 및 면담조사
- ○ 전문가 회의를 통한 관련 전문가와 이해 관계자의 의견 수렴
- ○ 금지유예 석면함유제품의 금지방향과 석면조사기관의 신뢰성 향상을 위한 관련 제도 개선방안 제시

연구결과

○ 금지유예 석면함유제품 사용에 대한 실태조사 결과, 군수용은 전국 방위산업업체를 대상으로 조사를 실시한 결과 응답한 26개소(전체 회원사의 27%) 중 1개소에서 미사일용 석면개스킷제품을 사용하는 것으로 확인되었으며, 화학공업용은 여수산단 석유안전협의회 회원사 27개소와 울산석유화학안전관리 위원회의 회원사 20개소를 대상으로 조사한 결과 2개 업체에서 석면조인트시트개스킷을 사용하는 것으로 확인되었다.

○ 금지유예품 사용업체에서는 대체품 미개발과 안전상의 이유 등을 들어 유예기간의 연장을 희망하였으며, 석면함유제품의 완전금지를 위해서는 대체품 개발에 대한 국내외 조사 및 연구 개발이나 국가적인 지원 등이 필요한 것으로 나타났다.

○ 국내외 석면조사기관 관리제도 조사결과 고용노동부 지정제도의 평가항목은 ISO 17025를 기반으로 하는 국내 KOLAS와 해외인증제도와 비교 시 숙련도 평가 및 인력, 장비요건을 포함한 일부항목에 한정되는 것으로 나타났다.

○ 국내외 석면조사기관 평가제도를 바탕으로 인력운영 관련 현황, 시설 및 장비, 조사 결과의 신뢰성, 공기 중 시료 측정 결과의 신뢰성, 분석결과의 신뢰성, 결과보고서의 신뢰성을 평가항목으로 하는 평가표를 개발하였다.

○ 석면조사기관의 신뢰성 보증 수준을 조사한 결과가 미흡하여 개선이 필요한 주요항목은 인력의 전문성 향상을 위한 능력개발, 연구실적, 세미나 참석, 장비 관리 및 실험실 안전관리 상태, 예비조사를 통한 계획서 작성, 시료 채취 시 비산방지 조치, 시료채취 후 마감실시, 장비의 검교정, 유량보정의 기록유지, 분석장비점검대장 기록유지, 내부정도관리 실시로 나타났다.

○ 제도개선 관련 이해관계자의 의견수렴 결과 석면조사기관에 대해서도 향후 작업환경측정기관 및 특수건강진단기관과 같이 평가 제도를 도입하고, 운영 매뉴얼 개발 등이 필요한 것으로 나타났다.

활용방안 및 기대성과

본 연구는 금지가 유예된 석면함유제품의 사용실태와 업계 의견을 수렴하여 금지유예 조치의

연장 필요성 여부를 포함한 향후 석면함유제품의 완전금지를 위한 석면함유제품 금지 관련 고시 개정의 기초자료를 제시하였으며, 국내 석면조사기관의 신뢰성 보증 수준 평가항목을 개발하고 평가한 결과를 바탕으로 향후 석면조사 분석의 신뢰성 확보를 위한 석면조사기관 정도관리 관련 고시 개정 및 공단 신규사업도입 등 제도개선에 활용될 것으로 기대된다.

중심어

석면, 석면함유제품, 석면조사기관, 신뢰성, 정도관리

참고문헌

김정만, 노영만, 심상효 등. 석면함유 제품 실태조사 및 DB구축 연구. 한국산업안전보건공단 연구보고서. 연구원2007-37-671. 2007.

최정근, 백도명, 백남원. 우리나라 석면 생산과 사용 및 근로자 수와 노출농도의 변화. 한국산업위생학회지 8(2):242-253. 1998.

Health and Safety Laboratory(HSL). Asbestos: The analysts' guide for sampling, analysis and clearance procedures. 2005.

National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH). Proposed national list of exemptions to the prohibition on the workplace use of chrysotile asbestos. 2002.

Occupational Health and Safety Administration(OHSA). Occupational health and safety amendment (chrysotile Asbestos) regulation. 2003.

연구책임자 : 가톨릭대학교 보건대학원 김현욱 교수
연구원담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 권지운 연구원
연락처 : 032-510-0805 gloria@kosha.net

19 인간공학적 적합 사업장 인증 프로그램 연구

연구 필요성 및 목적

근골격계질환의 예방과 관리를 위해 관련 법규가 제정된 후, 고용노동부와 안전보건공단, 그리고 사업장에서는 다양한 활동을 수행하여 왔으나 규제중심의 의무적인 활동으로 사업장의 자율적인 예방과 관리가 필요한 시점이다. 또한 제조업 중심으로 예방 및 관리 노력이 치우쳐, 상대적으로 관심을 받지 못한 사무직이나 서비스 직종에 대한 예방 및 관리의 독려가 절실한 시점이다. 따라서 본 연구는 컴퓨터를 사용하는 사무실 환경을 대상으로 인간공학적으로 적합한 작업장에 관한 인증제의 추진방향을 제시하고, 인증제의 구체적인 내용을 개발하는 데 목적이 있다.

연구내용 및 방법

- ○ 고용노동부 고시 제2012-72호(영상표시단말기 취급근로자 작업관리 지침), KSA/ISO 9241 (인간공학-시각표시장치를 이용한 오피스 작업-업무의 요구사항에 대한 지침) 등 관련 국내외 사무환경 관련 지침을 조사하고, 사무공간 레이아웃의 유형별 특징, ISO 9000, KOSHA 18001을 중심으로 인증제의 체계와 구성요소, 절차 등에 대한 문헌조사 실시
- ○ 사무환경 이용실태를 파악하기 위하여 1개 공공기관을 대상으로 설문조사를 포함한 사무환경 실태조사, 국내 유수 사업장 3개소를 방문하여 사무환경에 대한 조사 및 인증제 도입에 대한 의견을 수렴하기 위해 경영계, 노동계, 연구소 소속의 전문가 인터뷰 실시
- ○ 문헌조사와 실태조사를 통해 수집된 자료를 바탕으로 인증제의 내용, 절차 등의 인증체계와 인증기준 등 구체적인 사항 개발

연구결과

○ 현재까지 국내외적으로 인간공학적 적합 사업장 인증제는 존재하지 않는 것으로 파악되었다. 국내 사무환경 관련 지침은 주로 조명, 소음, 온도, 환기, 레이아웃 등에 대하여 규정하고 있었다. 국외는 이와 더불어 사무기구, 사무공간, 휴게실, 회의실 등에 대하여 구체적인 내용을 규정하고 있었다. 국내 인간공학적 지침은 모니터, 입력장치, 책상, 의자, 작업자세 등을 주로 언급하고 있으며, 국외 규제와 지침도 이와 비슷하였다. ISO 9000과 KOSHA 18001 인증프로그램은 예비심사, 문서심사, 현장심사 등 다양한 절차를 채택하고 있다.

○ 공공기관의 사무환경에 대한 실태조사 결과, 응답자의 77.1%가 보통 이하의 만족도를 나타냈으며, 면적, 통로, 책상 배치, 책상, 의자, 온도 등 여러 요소의 개선을 요구하였다. 국내 유수 사업장의 사무환경은 업무에 집중할 수 있도록 쾌적한 환경을 제공하고, 작업자의 요구를 반영하여 다양한 시설을 제공하고 있었다. 전문가 인터뷰를 통해 인증제의 필요성을 확인하고, 홍보를 통한 관심 고취, 참여 유도 등을 필요성을 확인하였다.

○ 이상의 연구결과를 바탕으로 인증제의 방향을 설정하였고, 사무작업을 대상으로 인증제의 목적 및 정의, 인증 적용범위, 주요 용어정의, 수여기관, 적용범위 및 유효기간, 심사절차, 인증위원회, 심사원의 자격, 세부 인증기준 등을 포함하는 인증제를 마련하였다.

활용방안 및 기대성과

사무환경에 대한 인간공학적 적합 사업장 인증제의 도입은 규제 중심이 아닌 노사의 자율적인 예방활동으로 쾌적하고 효율적인 사무환경을 조성에 기여하고, 새로운 안전보건 사업을 창출할 수 있으며, 다른 업종에 적용할 수 있는 기반을 제공할 것이다.

중심어

인간공학, 사무환경, 인증제, 근골격계질환, 직무스트레스

참고문헌

김두나, 하미경. 업무집중 및 커뮤니케이션 행태를 중심으로 한 오피스 레이아웃 유형에 관한 연구. 한국실내디자인학회지 2012;13(6):29-38

고용노동부. 영상표시단말기(VDT) 취급 근로자 작업관리지침. 고용노동부고시 제2012-72호. 2012.

기술표준원. 한국산업규격 KS A ISO 9241-2. 인간공학-시각표시장치를 이용하는 오피스 작업-업무의 요구사항에 대한 지침. 2007.

김정은. 업무특성에 따른 오피스 워크스테이션 계획에 관한 연구. 연세대학교 대학원 석사학위논문. 2001.

장희진. 오피스 공간의 레이아웃에 관한 연구-사무직 근무자의 업무특성과 선호를 바탕으로-. 연세대학교 대학원 석사학위논문. 2000.

한국산업안전보건공단. VDT 사무작업환경에 따른 근골격계질환 유해요인 관리방안 연구. 2011.

연구책임자 : 홍익대학교 박희석 교수
연구담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 황양인 부장
연락처 : 032-510-0827 hw877@kosha.net

20 작업환경측정 분석을 위한 통계 분석 도구 개발

연구 필요성 및 목적

○ 유럽연합에서 노출평가 모델을 이용하여 작업환경 노출을 추정하고 있고, 이 노출평가 모델에는 베이지안 통계 모델이 사용되고 있음

○ 건설업에서 작업 특성 상 유해요인에 대한 작업환경측정이 어려운데, 작업을 표준화하면 공정의 특성을 가지고 유해물질 노출 수준을 예측할 수 있음

○ 베이지안 통계 분석 기법을 이용하면 적은 수의 노출 자료를 가지고 작업장의 상태를 평가할 수 있으므로 베이지안 통계 분석 기법을 이용해 한국 노출 모델을 개발하고자 함

연구내용 및 방법

○ 베이지안 통계 분석 방법 조사

- 베이지안 통계를 이용하여 측정 데이터를 다루거나 노출평가에 활용한 예를 국내외 문헌을 통해 조사

○ 건설업 작업환경측정 자료 및 측정 데이터를 이용한 한국 노출 모델 개발

- 노출모델 분석 및 노출결정 인자 조사
- 건설업 작업환경측정 자료 분석
- 조사된 자료를 바탕으로 노출모델을 개발
- 실측자료를 이용하여 개발된 노출모델 검증

○ 작업환경측정 분야에서 사용되는 통계 방법 및 소프트웨어 개발

- 국내 작업환경측정 분야에서 필요한 통계 조사 및 엑셀 매크로를 이용한 프로그램 개발

연구결과

○ 베이지안 통계 분석 방법 조사
- 베이지안 통계를 이용하여 측정 데이터를 다루거나 노출평가에 활용한 예를 - 국내외 문헌을 통해 조사함
- 베이지안 통계에 대한 설명
- 산업보건 및 환경보건에서의 활용 예

○ 건설업 작업환경측정 자료 및 측정 데이터를 이용한 한국 노출 모델 개발
- 노출 모델 분석 및 노출결정 인자 조사
- 유럽 노출모델의 원형이 된 structured subjective assessment
- 건설업 작업환경측정 자료 분석: 총분진과 용접흄을 선택하게 된 이유 설명
- 조사된 자료를 바탕으로 노출 모델을 개발: 본 연구의 대상은 고체물질로 한정됨
- 실측자료를 이용하여 개발된 노출 모델 검증

○ 작업환경측정 분야에서 사용되는 통계 방법 및 소프트웨어 개발
- 국내 작업환경측정 분야에서 필요한 통계 조사 및 엑셀 매크로를 이용한 프로그램 개발
- Tier 1 모델과 tier 2 모델로 나누어서 개발

활용방안 및 기대성과

연구결과 개발된 노출 모델 및 통계 도구에 관하여 논문을 게재하고 학회나 세미나를 통해 일반 산업위생 전문가들에게 전파하는 것이 요구되며, 건설업에서 일부 유해물질 및 작업공정에 대하여 개발된 모델의 적용범위를 후속사업을 통해서 더 넓히고 종국에는 제조업 등으로의 확대를 검토할 필요가 있다. 또한 베이지안 통계 등을 이용하는 확률에 기초한 의사결정기전을 유해물질노출관리제도에 도입하는 것을 검토할 수 있고, 개발된 소프트웨어를 기업의 산업보건 담당자, 산업보건 교육기관 및 작업환경측정기관 등에 배포하여 활용하는 것도 가능하다. 노출기준과의 절대적인 비교를 통해 유해물질 노출을 관리하던 관행에서 벗어나 확률에 기반으로 한 노출위험 관리방법을 마련함으로써 합리적인 노출관리 정책의 기초를 마련할 수 있으며 베이지안 통계를 작업환경측정 데이터의 분석에 활용함으로써 선진국의 산업위생 연구 및 정책

추세를 이해하고 유해물질 노출 관리기법 다변화에 적용이 가능하다.

중심어

베이지안 통계, 노출모델, 건설업, 작업환경측정, 유해물질 관리

참고문헌

Fransman W, Tongeren MV, Cherrie JW, et al. Advanced Reach Tool (ART): Development of the Mechanistic Model. Annals of Occupational Hygiene 2011;55(9):957-979

Lee EG, Kim SW, Feigley CE, Harper M. Exposure models for the prior distribution in Bayesian decision analysis for occupational hygiene decision-making. Journal of Occupational and Environmental Hygiene 2013;10(2):97-108

Tielemans E, Warren N, Fransman W, et al. Advanced REACH Tool (ART): Overview of Version 1.0 and Research Needs. Annals of Occupational Hygiene 2011;55(9):949-956

Vadali M, Ramachandran G, Mulhausen J. Exposure modeling in occupational hygiene decision making. Journal of Occupational and Environmental Hygiene 2009;6(6):353-362

연구책임자 계명대학교 공중보건학과 김승원 교수
연구원담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 김갑배 연구원
연락처 032-510-0809, k2cop@kosha.net

21 직업성 암 관련 정보의 배포 및 확산을 위한 웹기반 통합 정보시스템 개발

연구 필요성 및 목적

직업성 암과 발암물질에 대한 관심이 증가하고 있으나 국내에는 신뢰할 만한 정보를 제공할 수 있는 곳이 드물며, 정보가 편향되거나 부분적으로 제공되는 경우가 많았다. 따라서 웹을 기반으로 신뢰할만한 정보를 일반인, 전문가에게 제공할 필요가 있으며, 우선적으로는 어떠한 정보를 제공할 것인지 컨텐츠를 개발할 필요가 있다. 본 연구에서는 직업성 암과 발암물질에 대한 정보 컨텐츠 개발을 시행하였다.

연구내용 및 방법

○ 직업성 암 관련 정보를 직업성 암의 개요, 발암인자, 종류, 발암물질 사용 및 노출 공정의 예방관리, 국내 직업성 암 사례의 다섯가지 컨텐츠 개발 범주를 선정함

○ 범주별 자료원 확인 및 자료 수집 수행, 정보 생산(번역 및 1차 가공) 작업을 거쳐 인터넷 게시용 최종 정보 생산결과물을 제시함

○ 검색방법은 앞의 범주에 따른 메뉴방식과 중심어 방식에 추가하여 암-발암물질-관련 노출을 연계하여 검색할 수 있는 연계어 검색을 가능하도록 함

연구결과

○ 연구 결과 5개 범주에 대한 컨텐츠를 개발하였다.

- 직업성 암의 개요: 암의 개요, 발암인자, 직업성 암, 직업성 암 인정기준, 암의 업무관련성 평가, 직업성 암의 예방
- 직업성 발암인자: 고용노동부고시에서 1A 및 1B로 표시한 발암물질에 대한 용

도와 노출, 발암성 근거에 대한 설명을 제공

- 직업성 암 종류: 비인두암에서 남성 유방암에까지 직업적인 연관성이 보고된 암종에 대해서 관련통계, 위험요인 및 예방에 대한 설명
- 발암물질 사용 및 노출 공정의 예방관리: 발암물질을 사용하거나 노출될 수 있는 공정별로 예방대책을 소개
- 국내의 직업성 암 사례:업안전보건연구원의 직업병 진단 사례를 인터넷으로 제공할 수 있도록 재구성

○ 발암인자-표적 암-노출상황(작업, 직종, 업종)을 연계하여 검색할 수 있도록 연계어표를 작성하도록 검색방법을 개발하였다.

○ 자료의 평가방안으로 이용자 평가와 인증기관을 이용하는 방법을 제시하였다.

활용방안 및 기대성과

직업성 암과 발암물질에 관한 컨텐츠를 개발하여 일반인 및 전문가를 위한 직업성 암에 대한 웹기반 통합 정보시스템 구축에 기초 자료로서 활용이 가능하다.

중심어

인터넷 건강정보, 직업성 암, 발암물질, 직업성 암 예방대책

참고문헌

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). List of MAK and BAT Values 2012. WILEY-VCH: Bonn; 2012.

Environmental and Occupational Medicine 4th. Edited by Rom WR. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.

European chemical Substances Information System [http://esis.jrc.ec.europa.eu/]

European Environment Agency. Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896–2000. Copenhagen; 2001.

European Union. Council Directive 67/548/EEC - classification, packaging and labelling of dangerous substances

Saberi Hosnijeh F, Christopher Y, Peeters P, Romieu I et al. Occupation and risk of lymphoid and myeloid leukaemia in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC). Occup Environ Med. 2013;70(7):464-70

연구책임자 : 성균관대학교 의과대학 김수근 교수
연구원담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 고동희 연구위원
연락처 : 032-510-0800 twincokes@kosha.net

22 화학물질 노출 근로자를 위한 호흡보호구 선정 지침 개발

연구 필요성 및 목적

작업장 공기 중에서 노출되는 화학물질에 대한 적절한 호흡보호구 선정지침이 필요하였다. 호흡보호구 사용 실태 조사결과와 외국의 호흡보호구 선정지침을 참고하여 화학물질의 유형, 노출정도, 사용량, 작업장 조건 등을 고려한 '화학물질 노출에 따른 호흡보호구 선정 지침'을 개발하고자 하였다.

연구내용 및 방법

- ○ 작업환경측정기관을 통한 작업환경측정결과와 호흡보호구 사용실태조사(설문조사 등)
- ○ 외국의 호흡보호구 선택 가이드 소개
- ○ 국내 검인증기관의 자료를 이용한 국내 구매가능 호흡보호구의 시장조사
- ○ 국내 실정에 맞는 보호계수의 개념 도입
- ○ 화학물질의 유형, 노출화학물질의 수, 노출기준, 작업장 조건 등을 고려한 호흡보호구 선정 지침 개발(KOSHA Guide의 형식)

연구결과

- ○ 157개 사업장의 호흡보호구 담당자를 대상으로 호흡보호구 선정에 대한 실태조사를 실시한 결과 호흡보호구를 적합하게 선정한 사업장은 62.4%(98명 응답), 부적합 사업장은 35.0%(55명 응답), 판정 보류 사업장 2.6%(4명 응답)로 나타나 많은 사업장이 호흡보호구를 부적합하게 선정하고 있었다.
- ○ 미국, 영국, 독일, 유럽, 일본의 호흡보호구 선정에 관한 지침(guide)을 분석한 결과 각 나

라마다 용어는 달라도 호흡보호구 선정에 있어 호흡보호구를 분류하는 방법과 사업장의 유해도(hazards)에 따라 보호계수를 이용하는 방법은 동일하였다.

- ○ 안전보건공단, 기술표준원 및 한국소방산업기술연구원(KFI)의 자료를 이용하여 우리나라 호흡보호구를 분류하였고 이들 호흡보호구에 대한 구매 가능여부를 조사하였다.
- ○ 보호계수는 현재 우리나라 호흡보호구 담당자들의 지식수준을 고려할 때 개념 이해가 복잡한 영국, 독일식 또는 지정방호계수가 광범위한 일본식보다는 간단명료한 미국의 할당보호계수를 적용하는 것이 바람직하였다.
- ○ 2013년 8월 기준으로 노출기준이 있는 717종(실제는 646종)의 개별 화학물질에 대한 추천 호흡보호구를 농도별로 구분하여 제시하였다.
- ○ 노출기준이 있는 화학물질은 이미 제시된 추천호흡보호구를 사용하도록 하였으며 노출기준이 없는 화학물질에 대해서는 사업장 유해도 평가를 통하여 적정 호흡보호구를 선정하도록 선정지침은 작성하였다.

활용방안 및 기대성과

안전보건공단의 관련 KOSHA GUIDE 제정 및 정부의 고시 등 법과 제도를 개정 시 활용 가능하며 화학물질에 대한 추천 호흡보호구를 사용함으로써 부적절한 호흡보호구 선정으로 인한 문제를 최소화할 수 있다. 또한 호흡보호구 관리 담당자인 보건관리자 혹은 안전관리자 뿐만 아니라 근로자들도 자신이 사용하고 있는 호흡보호구에 대한 적정성 여부를 알게 되어 호흡보호구에 대한 오용을 줄일 수 있다.

중심어

호흡보호구, 할당보호계수, 화학물질, 선정지침

참고문헌

Centers for Disease Control and Prevention (CDC)(1). NIOSH Pocket guide to chemical hazards, 2013

Health and Safety Executive (HSE). Respiratory protective equipment at work - a practical guide (HSG53), HSE books, London, 2010

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). 2004 NIOSH respirator selection logic, DHHS (NIOSH) Publication No. 2005-100, NIOSH, 2005

Occupational Safety and Health Act (OSHAct). Code of Federal Regulation (CFR). 29 CFR 1910.134 "Respiratory protection"

3M RPRG (Respiratory Protection Resource Guide)

연구책임자 : 인제대학교 의생명공학대학 보건안전공학과 한돈희 교수
연구원 담당자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업건강연구센터 유계묵 연구위원
연락처 : 032-510-0826 radical@kosha.net

Ⅳ

화학물질연구분야

01 금속화합물 상세분류를 통한 국내외 관리 수준의 분석 및 산안법 관리체계 개선 연구(Ⅱ)

연구 필요성 및 목적

금속화합물질은 금속 화합물질의 종류, 무기화합물 및 유기화합물, 불용성·가용성·수용성 등의 화합물질 분류와 물리화학적 특성에 따라 금속화합물질의 관리수준 결정을 위한 유해성과 노출기준의 적용 및 발암성 등급관리의 규제관리 수준이 달라지는 복잡성을 지니고 있다. 그러나 이들 금속 화합물질에 대한 상세한 목록이 국내·외적으로 제시되어 있지 않은 상태이다. 또한 국제적인 발암성물질 관리 수준 등이 구체적으로 분석되어 있지 않아 산업안전보건법령에 의한 금속화합물질의 규제관리 수준의 결정, 산업위생학적인 작업환경측정과 노출기준의 적용, 화학물질에 대한 물질안전보건자료의 정보내용 관리 등에 많은 어려움을 초래하고 있다.

본 연구는 산업안전보건법령에서 관리되고 있는 금속화합물질에 대한 세부적인 화학물질별 목록을 작성한 후 발암성물질 등의 관리수준을 분석하고 산업안전보건법령에서 관리되고 있는 관리체계의 개선(안)을 제시하기 위해 실시한 연구이다.

연구내용 및 방법

산업안전보건법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 관리되고 있는 금속화합물 13종(수은 및 그 화합물, 아연 및 그 화합물, 카드뮴 및 그 화합물 등)에 대한 목록을 상세하게 분류하여 제시하였다. 이들 금속화합물에 대한 산업안전보건법 관리수준 판단에 필요한 분석(무기 및 유기 화합물, 불용성·가용성·수용성 여부 등)과 IARC, NTP, ACGIH, EU ECHA 등의 발암성물질 등급관리 수준을 분석하였다. 산업안전보건법령에 의한 금속화합물의 관리(작업환경측정, 특수건강진단, 관리대상 유해물질 및 특별관리물질 관리, 노출기준의 제·개정)의 범위 및 용어 통일화에 관한 개선(안)과 ACGIH TLVs 비교를 통한 금속화합물 노출기준고시 개정 필요내용을 제안하였다.

연구결과

연구 대상 13종의 금속화합물에 대한 전체적인 목록은 632종이며, 수은 및 그 화합물 35종, 아연 및 그 화합물 59종, 카드뮴 및 그 화합물 30종, 코발트 및 그 화합물 53종 등이다. 이들 금속화합물 중에서 GHS 화학물질 분류기준에 의거 발암성물질로 분류되는 물질은 141종(22.3%)이었다. 금속화합물 13종중에서 제조 또는 사용허가를 받아야 하는 유해물질, 작업환경측정 및 특수건강진단 대상 유해인자, 산업안전보건기준에 관한 규칙에 의한 관리대상 유해물질의 관리범위와 표기된 용어에 차이로 관리수준에 문제가 발생될 수 있는 물질은 수은 및 그 화합물, 알루미늄 및 그 화합물 등 9종이었다.

금속화합물 13종중에서 ACGIH TLVs와 비교하여 고용노동부 노출기준의 개정이 필요한 금속화합물은 수은 및 그 화합물 등 모두 10종이며, 이들 화학물질에 대한 유해성·위험성 평가(산업체 노출수준 평가 포함) 및 사회성·경제성 평가 연구가 추가적으로 실시되었으면 한다.

활용방안 및 기대성과

산업안전보건법령에 의한 금속화합물의 관리범위 및 용어의 문제점을 검토하여 제시한 금속화합물의 규제 관리수준 통일화를 위한 개선방안 등은 향후, 산업안전보건법령의 개정의 과학적 근거자료로 활용할 수 있다. 또한 ACGIH TLVs 비교를 통한 금속화합물 노출기준고시 개정 필요내용을 제안내용은 관련 고시의 개정에 활용될 수 있으며, 산안법 규제관리 수준의 통일화에 활용할 수 있다.

중심어

가용성, 금속화합물, 노출기준, 무기화합물, 발암성물질, 불용성, 수용성

참고문헌

고용노동부. 산업안전보건법(시행령, 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙). 2013.

고용노동부. 화학물질 및 물리적인자의 노출기준. 고용노동부고시 제2013-38호, 2013.

고용노동부. 화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준 (고용노동부 고시 제 2013-37호). 2013.

이권섭, 이종한, 이혜진. 국내외 발암성물질의 관리기준과 정보제공 현황에 관한 연구. 한국산업위생학회지 2011;21(1):40-48

American Conference of Governmental Industrial Hygienist(ACGIH). Threshold Limit Values for Chemical and Physical Agents, and Biological Exposure Indices. ACGIH, Cincinnati, Ohio; 2013.

연구책임자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 이권섭 연구위원
연락처 : 042-869-0312 lks0620@hanmail.net

02 국내 기업체의 CMR 물질 관리 및 대체물질 사용 사례 조사 연구

연구 필요성 및 목적

국제적으로 화학물질 관리가 강화되고 있으며 고독성물질인 발암성·변이원성·생식독성물질(CMR 물질)이나 SVHCs(Substances of Very High Concern)에 대해 관심이 고조되고 있는 가운데, 최근 고용노동부에서는 특별관리물질을 지정하고 관리수준을 강화하는 정책을 도입하고 있다. 그러나 국내 기업에서는 CMR 물질에 대한 관리는 사용을 제한하는 것으로부터 출발해야 함에도 불구하고 아직까지 사용제한 등을 적극 고려하지 않은 체 노출관리에 집중하고 있다. 최근 타타대우상용차에서 CMR 물질 저감과 관리에 모범적인 성과를 거둠에 따라 타타대우상용차의 사례 및 해외기업의 모범사례를 연구하여, 국내 다른 기업들이 CMR 물질 관리를 강화하는데 참고하는 자료로 활용되길 바란다.

연구내용 및 방법

타타대우상용차는 노동조합과 회사(안전보건팀, 구매팀, 생산기술팀)에서 CMR 물질 관리 노력에 참여했던 인원을 연구진으로 포함시켜 인터뷰를 진행하고 토론을 통해 조사를 진행하였고, 해외 사례는 문헌고찰과 인터넷 검색을 통하여 정리하였다.

연구결과

타타대우상용차의 CMR 물질 관리는 크게 두가지 시스템으로 구축되었는데, 첫째 타타대우리스트라고 하는 금지 및 제한물질 목록에 기초하여 구매단계에서부터 고독성물질이 차단될 수 있도록 하는 구매시스템이 구축되어 있었으며, 현재 사용중인 제품에 대해서는 위험성평가에 기초하여 고독성물질을 대체하거나 대체가 불가능한 제품은 노동자의 노출을 최소화할 수 있는

작업환경관리를 추진하고 있었다. 타타대우상용차가 CMR 물질 관리에 성공할 수 있었던 결정적 요인은 다음과 같이 분석되었다.

첫째, 노사간의 CMR 물질 관리 필요성에 대한 공감대 형성 및 근본적 대책 마련에 대한 합의 도달

둘째, 기업비전과 CMR 물질 관리의 방향을 일치시켜 경영진부터 노동자까지 전사업장 차원의 의제로 만드는데 성공

셋째, 구체적으로 금지 및 저감대상물질 목록(타타대우리스트)을 작성함으로써 중장기적으로 추진될 화학물질 관리의 안정적 프로세스 구축

활용방안 및 기대성과

CMR 물질 관리를 시작하려는 기업에서 CMR 물질 관리의 목표와 방향설정 및 프로세스 설계 방안을 참고할 수 있으며, 관련 정부부처에서는 CMR 물질 관리에 관한 사업주의무를 강화하는 과정에서 CMR 물질 관리가 가능함을 보여주는 사례로 활용될 수 있다. 그 이유는 노사간 갈등적인 상황에서 CMR 물질 관리가 실패하지 않고 노사공동의 노력을 통해 모범적으로 관리가 정착되는 사례로 제공할 수 있으며, 기업차원에서 경영진이 기업비전 및 가치가 화학물질관리와 연계성을 이해하여 적극적인 commitment를 하도록 유도함으로써 체계적이고 전사적인 화학물질 관리 시스템도입을 지원할 것으로 예상되기 때문이다. 그리고 결국에는 기업의 자발적 금지물질 목록 제정을 유도함으로써 전사회적으로 CMR 물질 사용 및 노출을 저감하게 될 것으로 기대된다.

중심어

CMR 물질, 고독성 물질, 사용제한, 금지, 타타대우상용차, 볼보, SIN 리스트

참고문헌

ChemSec(International Chemical Secretariat). ChemSec Business Group. 2010.

ChemSec(International Chemical Secretariat). Surviving REACH: A Guide for Companies that Use Chemicals. 2005.

ChemSec(International Chemical Secretariat). The 2.1 update of the SIN List. 2011.

Geiser K, Tickner J. New Directions in European Chemicals Policies: Drivers, Scope and Status. Lowell Center for Sustainable Production. 2003.

Lissner L, Romano D. Substitution for Hazardous Chemicals on An International Level - The Approach of the European Project "SUBSPORT". New Solutions. 2011;21(3):477-97.

연구책임자 : 노동환경건강연구소 김신범 실장
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 박진우 연구원
연락처 : 042-869-0315 husugi@kosha.net

03 GHS 기준의 유해·위험성 분류 및 물질안전보건자료 작성

연구 필요성 및 목적

본 연구에서는 1,000종 화학물질을 대상으로 고용노동부고시 2013-37호와 유엔경제사회이사회의 GHS 지침서 4개정판에 맞추어 유해·위험성을 분류한다. 또한 MSDS editing 프로그램을 활용하여 1,000종에 대해 MSDS를 신규 작성하여 유해위험화학물질에 대한 유효한 정보를 제공함으로써 화학물질로 인한 산업재해 예방에 기여하고자 한다.

연구내용 및 방법

- ○ 국내·외 화학물질 분류 표시 및 MSDS에 대한 동향조사
- ○ 1,000종에 대한 GHS 분류 및 신규 MSDS 작성
- ○ 개정된 고시에 따라 GHS 매뉴얼 보완
- ○ 선진외국 및 국내 타기관의 GHS 분류결과와의 비교
- ○ 1000종에 대한 MSDS 작성
- ○ 교차검토, 전문가회의, 전문가검토를 통한 신뢰성 확보
- ○ 사고대비물질 69종에 대한 유해·위험정보 SHEET 작성

연구결과

- ○ 본 연구에서는 2013년 8월 14일 개정된 고용노동부고시 제2013-37호 및 UN GHS 지침서 4개정판에 따라 공단에서 제시한 1,000종의 화학물질에 대하여 유해성·위험성을 분류하였음
- ○ 물리적 위험성은 물리적 성상, 분자구조내 해당 작용기 포함 여부, 자료의 검색 결과 등을 반영하였음

○ 건강유해성은 723종이 분류되어 72.3%의 분류율이 확인되었고, 환경유해성은 529개 분류되어 52.9%의 분류율을 확인할 수 있었고 물질자체의 독성자료 검색결과는 22종이었으며, 그 외 물질은 구조활성예측프로그램(QSAR)을 활용하여 분류하였음

○ 유해·위험성으로 분류된 결과는 엑셀 형태로 자료화하였고, 교차검토, 전문가회의 및 전문가검토를 거쳐 신뢰성을 확보하였음

○ GHS 분류가 완료된 1,000종 물질에 대해 수정 보완한 "GHS 화학물질 유해·위험성 분류 및 MSDS 작성 매뉴얼"을 참고하여 MSDS를 신규작성하였음

○ 환경부 유해화학물질관리법 제28조에서 지정한 69종의 사고대비물질을 대상으로 유해·위험정보 SHEET를 관리자가 쉽게 이해할 수 있도록 작성하였음

○ 작성 완료된 1,000종의 MSDS와 사고대비물질 69종의 유해·위험 정보 SHEET는 공단 홈페이지에 게시하였음.

활용방안 및 기대성과

○ 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 경고표지를 화학물질 독성·위험 정보에 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 관련 고시에 따른 MSDS 분류표지 등을 제공함으로써 산업장에서의 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

중심어

GHS, MSDS, MSDS Editing Program, K-CIC, EU CLP

참고문헌

고용노동부. 화학물질 및 물리적인자의 노출기준 고시 제 2013-37호.

김강윤 등. GHS 화학물질 유해·위험성 분류 및 MSDS 신규작성(II). 산업안전보건공단 산업안전보건연구원. 2009

Federal Register, Part II Department of labor occupational safety and health administration, 29 CFR parts 1910, 1915, and 1926 hazard communication; proposed rule, 2009

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Hazard Communication Standard. 29 CFR 1910.1200, Washington, DC, 1983.

United Nations, Recommendations on the transport of dangerous goods, model regulations, 18th revised edition. forward. p iii, 2013

연구책임자 : 연세에코휴먼컨설팅(주) 노영만 대표
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 이종한 연구위원
연락처 : 042-869-0311 ljhc5798@kosha.net

04 특별관리 후보물질 선정을 위한 유해화학물질의 유해성·위험성 평가

연구 필요성 및 목적

최근 화학물질에 대한 유해성·위험성 평가가 중요해지고 있는데 그 이유는 법적관리 대상 화학물질 선정에 있어 과학적 근거를 제공하기 때문이다. 화학물질의 유해성·위험성 평가 결과에 따라 유해화학물질에 노출되는 근로자의 건강장해를 예방하기 위해 화학물질의 노출량에 따른 건강위험성 평가를 통한 작업환경관리가 필요하다. 본 연구는 산업안전보건법령의 관리대상 유해물질 중에서 특별관리가 필요한 화학물질의 종합적인 위험성평가를 실시하여 산업안전보건법령의 관리대상 유해물질 중 특별관리 후보물질 선정을 위한 우선순위를 정하고, 적정성을 검증하는데 있다.

연구내용 및 방법

관리대상 물질이면서 발암성·변이원성·생식독성물질(CMR 물질)로 분류되는 물질 52종 및 2012년 검토완료 물질 36종 중 CMR 물질로 분류되는 화학물질 24종을 포함한 총 76종의 화학물질이 평가대상으로 선정하였다. 대상 화학물질의 물리화학적 특성, 건강유해성, 국내·외 직업병 사례 등을 조사하는 방법으로 유해성을 평가하였으며, 작업환경실태조사 및 유통량 조사 결과를 활용하여 제조·수입·사용실태 현황, 취급사업장, 취급근로자수 등을 조사·분석하였다. 대상 화학물질에 대한 유해성·위험성 평가 결과에 따라 산업안전보건법 상 규제수준의 적정성을 검토하고, 법적 관리수준의 변경이 필요하다고 판단되는 경우 관리수준의 변경을 제안하였고, 또한 대상 화학물질의 선진외국 및 국제적 전문기관의 관리수준을 비교·분석하였다.

연구결과

평가대상물질 중 현재 관리대상 유해물질인 62종과 노출기준 설정 화학물질 14종 등 총 76종의 화학물질의 관리방법에 대하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

관리대상 유해물질 62종 중에서 21종(33.9%)이 발암성 또는 생식독성 구분 1A 또는 1B로 분류되는 물질이며, 이 중 사회성·경제성 평가가 완료된 2-에톡시에틸아세테이트는 특별관리 후보물질로 제안하고자 한다.

노출기준 설정 대상 유해인자 14종 중에서 발암성 또는 생식독성이 구분 1A 또는 1B로 분류되는 물질은 실리카(결정형) 등 10종이다. 이 중 발암성과 생식독성 구분 1A 이상으로 분류되는 2종의 화학물질(실리카(결정형), 4,4′-메틸렌비스(2-클로로아닐린)이며, 이 중 사회성·경제성 평가가 완료된 실리카(결정형)은 특별관리 후보물질 및 관리대상 유해물질로 권고한다. 작업환경측정 대상 유해인자 제안 대상 물질인 가솔린은 작업환경측정 대상 유해인자로 지정될 경우에 미치는 사회적 영향을 고려하여 2014년 재검토를 제안하고자 하며, 관리대상 유해인자 제안 대상 물질인 실리콘 카바이드의 경우 2014년 관리대상 유해물질 선정 절차 및 방법을 수립하여 재검토를 제안한다.

본 연구의 평가대상인 노출기준 설정물질 14종에 대한 구간 1, 2에 해당하는 물질은 6종(43%)의 물질이며, 유해성 등급 10%에 해당하는 물질로서 관리수준 변경을 제안한다. 이에 해당하는 6개 물질은 페닐글리시딜에테르, 파라-디클로로벤젠, 메틸렌디아닐린, 실리카(결정형), 티람, 클로로프렌이었다.

활용방안 및 기대성과

본 연구를 통하여 산업안전보건법령의 관리대상 유해물질 중 특별관리 후보물질 선정에 필요한 적절성을 검증하였고, 필요한 경우 적절한 특별관리 수준의 관리강화가 필요한 물질등의 정책결정을 위한 기초자료로 활용될 수 있다. 연구대상 CMR 물질의 노출기준 설정근거 및 선진 외국의 규제수준의 조사자료는 향후 화학물질 관리를 위한 기초자료로 활용될 수 있다.

중심어

특별관리물질, 발암성, 생식세포변이원성, 생식독성, 유해성·위험성평가, 유해화학물질

참고문헌

고용노동부. 화학물질 및 물리적인자의 노출기준(노동부 고시 제2010-44호), 2010.

고용노동부. 화학물질 및 물리적인자의 노출기준(고용노동부고시 제2012-31호). 2012.

고용노동부. 화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준(고용노동부고시 제2012-14호). 2012.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Categories for Carcinogenicity by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Available from: URL: http://acgih.org/Resources/classifieds.htm.

California Environmental Protection Agency, 2007.

연구책임자 : 고려대학교 변상훈 교수
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 이권섭 연구위원
연락처 : 042-869-0312 iks0620@hanmail.net

05 노출기준 설정 화학물질의 산안법 관리수준 결정을 위한 유해성 평가(Ⅰ)

연구 필요성 및 목적

화학물질의 적절한 관리 방안을 구축하기 위하여, 잠재적인 유해성·위험성 등 모든 측면을 평가하는 것은 필요한 과정이지만 그에 필요한 시간이나 재원은 부족한 실정이다. 따라서, 효율적인 화학물질 법적 관리를 위해서는 관리가 시급한 물질에 대해 우선적으로 선정할 수 있는 기준을 마련하는 것이 필요하다.

본 연구의 목적은 노출기준 설정 화학물질의 유해성의 분류 및 평가, 작업환경실태조사 및 국내 유통량 조사 등의 통계자료를 활용한 국내 취급실태 분석 등을 통한 유해물질의 관리 수준의 적정성을 검증하고 필요한 경우 산업안전보건법령의 관리 수준을 제안하는데 있다.

연구내용 및 방법

- ○ 대상물질의 선정 : 노출기준 설정 대상 유해인자(176여종)
- ○ 유해성 평가 : GHS 분류체계를 적용하여 급성 독성, 생식세포 변이원성, 발암성, 생식독성, 특정표적장기 독성(1회 노출), 특정표적장기 독성(반복 노출), 흡인 유해성 등을 평가
- ○ 국내 산업계의 취급실태 : 작업환경실태조사 및 국내 유통량 조사 등의 통계자료를 활용한 국내 산업계의 취급 현황 등 조사·분석
- ○ 우선순위 방법 선정: 화학물질의 유해성 분류와 국내 유통량 등의 자료를 활용한 관리 우선순위 방법을 선정하고 이를 근거로 비교 분석하여 1차 평가 대상 후보물질 선정하고, 작업자의 건강장해 예방을 위하여 적절한 관리 수준의 변경이 필요하다고 판단되는 경우 관리수준의 변경을 제안
- ○ ACGIH TLVs, OSHA PELs 내용과 고용노동부 노출기준의 비교를 통한 제·개정 필요내용의 제시

연구결과

연구대상 물질에서 발암성·변이원성·생식독성물질(CMR 물질)은 77종으로 발암성 38종, 생식변이원성 25종, 생식독성 45종이었으며, CMR 물질 중 노출 기준 미설정 물질은 6종이었다. 그 밖에 흡인유해성 물질은 16종, 과민성 물질은 39종, 피부 과민성 및 자극성 물질은 115종이었다. 연구대상 화학물질 중 국내외 직업병 유발물질은 58종이었다. 국내 직업병 발생물질은 2종이었고, 국외 직업병 발생물질은 비가역적 직업병 발생물질 9종, 가역적 직업병 발생물질 50종이었다.

전문가회의를 거쳐 화학물질 우선순위 방법(chemical ranking system, CRS)을 선정하고 이를 근거로 연구대상물질에 대하여 비교 검토하여 우선 관리 대상 후보물질 선정하였다. 관리대상 후보물질은 CRS 결과에서 유해성 등급 1~5 등급 물질(31종)으로 모두 CMR 물질이다. 이 중 작업환경측정대상 및 관리대상 유해인자로 제안한 물질은 벤조피렌 등 총 17종으로 측정 및 분석방법이 존재하고 국내에서 사용되는 물질이다.

고용노동부 노출기준, ACGIH TLV, OSHA PEL 차이점을 조사하고 국내 기준과 비교·분석하여 노출기준 제개정에 필요 내용을 제시하였다. 고용노동부와 ACGIH의 노출기준을 비교한 결과 노출기준이 다르거나 없는 물질은 199종, 고용노동부에는 STEL이 있으나 ACGIH에는 STEL이 없는 물질은 49종, 노출기준은 동일하지만 영문표기가 다른 물질은 38종이었다. 고용노동부 노출기준과 비교하여 ACGIH Endnote를 비교하여 IFV 물질은 48종, I 물질은 30종, R 물질은 20종, E 물질 6종이었다. 고용노동부 노출기준과 비교하여 ACGIH Notation를 비교하여 BEI 물질 43종, BEIA 물질 34종, BEIM 물질 19종, BEIP 물질 4종, SEN 물질 28종이었다. 그 밖에 고용노동부의 분석대상, 농도표현, 명칭, 상가작용(TDI), 목분진, SEN, BEI, TLV근거 등에서 고용노동부 노출기준 제개정이 필요한 내용을 제시하였다.

활용방안 및 기대성과

본 연구는 유해·위험성 평가가 우선적으로 필요한 물질 또는 노출기준 제·개정이 필요한 물질내지 법적 관리의 강화가 필요한 물질 등의 정책결정을 위한 기초자료로 활용될 수 있다. 고용노동부 노출기준과 ACGIH TLVs, OSHA PELs 등의 표현 방식을 전체적인 틀에서 비교한 물

질 목록을 제공하여 향후 화학물질 관리를 위한 산업안전보건법 제・개정시 기초자료로 활용하고자 한다.

중심어

산업안전보건법, 노출기준, 관리대상물질, GHS, CRS, 우선순위 선정방법, 유해성 평가

참고문헌

고용노동부. 산업안전보건법(시행령, 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙). 2013.

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; 2013

National Institute for Occupational Safety and Health: Hazard Evaluation and Technical Assistance Report 82-146-1388, Boeing Vertol Company, Philadelphia, PA. NTIS Pub. No. PB-85-179-323. National Technical Information Service, Springfield, VA.;1983

연구책임자 : 연세대학교 산업보건연구소 김치년 교수
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 이권섭 연구위원
연락처 : 042-869-0312 iks0620@hanmail.net

06 노출기준 설정 화학물질의 산안법 관리수준 결정을 위한 유해성 평가(II)

연구 필요성 및 목적

작업장 화학물질 관리를 위한 우선순위물질 선정 방법으로 적용되고 있는 유해성 평가와 노출수준 평가에 관한 많은 연구가 진행되었으나, 노출수준 평가를 위해 사용된 작업환경측정자료는 취급량, 노출근로자수 등 유해성 평가와 노출수준을 동시에 평가하여 제안된 화학물질의 우선순위결정에서 그 문제점을 나타낸 바 있다.

이에 노출기준 설정 화학물질의 유해성의 분류 및 평가, 작업환경 실태 조사 및 국내 유통량 조사 등의 통계자료를 활용한 국내 취급실태 분석 등을 통해 화학물질의 현재 관리수준의 적정성을 검토하고 필요한 경우 산업안전보건법령의 관리수준 변경을 위한 우선관리대상 후보물질을 제안하고자 한다.

연구내용 및 방법

- ○ 대상물질의 선정 : 노출기준 설정 대상 유해인자(176여종)
- ○ 유해성 평가 : GHS 분류체계를 적용하여 급성 독성, 생식세포 변이원성, 발암성, 생식독성, 특정표적장기 독성(1회 노출), 특정표적장기 독성(반복 노출), 흡인 유해성 등을 평가
- ○ 국내 산업계의 취급실태 : 작업환경실태조사 및 국내 유통량 조사 등의 통계자료를 활용한 국내 산업계의 취급 현황 등 조사·분석
- ○ 우선순위 방법 선정: 화학물질의 유해성 분류와 국내 유통량 등의 자료를 활용한 관리 우선순위 방법을 선정하고 이를 근거로 비교 분석하여 1차 평가 대상 후보물질 선정하고, 작업자의 건강장해 예방을 위하여 적절한 관리 수준의 변경이 필요하다고 판단되는 경우 관리수준의 변경을 제안
- ○ 선진외국의 산업보건 분야에서의 화학물질 관리수준 조사·분석 : 산업보건 분야에서의 선진외국의 화학물질 관리(제도) 현황과 실태를 문헌 조사 등을 통한 분석

연구결과

변경된 유해성 평가 항목과 직업병 발생 여부 항목, 노출가능성 평가 변수를 모두 고려하여 등급을 정한 결과 페닐 글리시딜 에테르, 페닐 하이드라진 등 2물질이 등급 1에 속했으며 등급 2는 1물질(크로톤알데히드)이었다.

등급 3은 파라-디페닐아민, 파라-디클로로벤젠, 테트라에틸 연, 테트라니트로메탄 등 4물질, 등급 4는 아크로레인, 염화 벤질, 테레빈유, 크로밀 클로라이드, 펜설포티온 등 5물질, 및 등급 5는 푸르푸릴 알콜, 와파린, 알릴 알콜, 푸르푸랄, 티이피피, 헥사메틸 포스포르아미드 등 6물질이었다.

등급 1과 등급 2에 속한 3종의 화학물질은 특별관리지정 대상 후보물질로 제안하였으며 등급 3 ~ 등급 5에 속한 15종의 화학물질은 관리대상 지정 후보물질로 제안하였다.

ILO, IARC 등에서는 발암성 물질을 목록화하여 관리하고 있으며 일본 안위법에서는 발암성이 있다고 확인된 화학물질에 대해서는 작업환경측정 뿐 아니라 관리농도를 설정하여 관리하고 있다. 또한 EU에서도 DB 정비를 위해 노력하고 있을 뿐 아니라 적극적인 정보공개를 위한 시스템을 운영하고 있다.

활용방안 및 기대성과

제안된 특별관리대상 지정 후보물질 및 관리대상 지정 후보물질은 추후 상세 유해·위험성 평가가 필요하며, 평가 결과에 따라 법적 관리 강화가 필요한 화학물질 등의 정책 결정을 위한 기초자료로 활용될 수 있다.

중심어

화학물질, 관리수준, 산안법, 노출수준 평가, 유해성 평가

참고문헌

고용노동부·안전보건공단. 사업장 위험성평가(Risk assessment) 매뉴얼, 2012.

고용노동부. 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준. 고용노동부고시 제2013-38호, 2013.

ACGIH. Documentations of the threshold limit values and biological exposures indices. In : Introduction to the documentations of the chemical substances TLVs. 7th Ed. American Conference of Governmental Industrial Hygienist, Cincinnati, 2001.

National Institute for Occupational Safety and Health: Hazard Evaluation and Technical Assistance Report 82-146-1388, Boeing Vertol Company, Philadelphia, PA. NTIS Pub. No. PB-85-179-323. National Technical Information Service, Springfield, VA.;1983

연구책임자 : 가톨릭대학교 김형아 교수
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 홍문기 연구원
연락처 : 042-869-0316 hongmnk@kosha.net

07 희소금속류 나노물질의 흡입독성 연구 - 입자 크기에 따른 산화 인디움의 체내 흡수 및 생체영향 연구

연구 필요성 및 목적

인디움화합물은 1980년대부터 반도체 제조용으로 사용되기 시작하였으며, 최근에는 액정디스플레이 박막필름의 재료로 인디움주석산화물(ITO, indium-tin oxide)의 형태로 주로 사용되고 있다. 최근, 정보기술(IT, information technology)이 발전함에 따라 나노크기로의 사용이 증가하고 있어 근로자의 건강보호를 위해서는 입자크기 등 사용특성을 반영한 독성학적 연구가 요구되고 있다. 따라서 본 연구는 입자크기등이 다른 인디움화합물의 독성을 비교함으로써 인디움화합물의 유해성 평가 및 규제수준 검토를 위한 기초자료를 제공하기 위해 실시되었다.

연구내용 및 방법

입자크기 등에 따른 인디움화합물의 독성학적 특성을 연구하기 위하여 IO_4000(산화인디움, 4 ㎛ 이하), IO_100(산화인디움, 100 nm 이하), ITO_50(인디움주석산화물, 50 nm 이하)을 시험물질로 사용하였다. 수컷의 흰쥐를 사용하여 노출시험과 회복시험 각각 대조군, IO_4000군, IO_100군, ITO_50군으로 구분하여 비부노출형 흡입챔버를 이용하여 1일 6시간, 주 5일, 4주간 반복적으로 노출시켰다(회복시험에서는 추가적으로 4주간의 회복기간을 둠). 인디움화합물이 실험동물에 미치는 영향을 확인하기 위하여 시험물질의 노출 및 회복기간 동안 체중, 일반 임상증상, 호흡기능 등을 측정하였고, 노출 및 회복기간이 끝난 후에는 희생부검을 실시하여 폐포에서 호흡기 염증세포 분포, 세포손상 및 면역학적 지표 변화, 혈액학적 검사, 혈액생화학적 검사, 조직장기에 대한 병리학적 검사 등의 방법으로 인디움화합물이 실험동물에 미치는 영향을 확인하였다. 추가적으로 폐, 뇌, 간, 비장, 혈액 및 혈청에서의 인디움을 정량하여 인디움화합물의 체내분포 특성을 확인하였다.

연구결과

비부노출형 흡입챔버에서 인디움은 IO_4000군, IO_100군, ITO_50군 각각 1.30 ± 0.41 mg/㎥, 1.13 ± 0.33 mg/㎥, 1.09 ± 0.37 mg/㎥로 노출되었다. 노출 및 회복기간 동안 인디움화합물에 의한 체중 등 임상적 영향은 관찰되지 않았으나 기관지폐포에서의 염증(총세포수 및 다핵성호중구 증가, 세포손상지표(LDH, albumin) 증가 등)과 폐에서 병리조직학적 이상소견(폐포성단백증, 폐포벽섬유화, II형 상피세포의 과다형성 및 비대 등)이 강하게 관찰되었다. 손상의 정도는 ITO_50군에서 가장 강하게 나타났으며, IO_4000군 및 IO_100군에서는 ITO_50군보다 약하게 나타났다(IO_4000군과 IO_100군은 유사한 수준의 독성반응을 보임).

또한 조직병리소견(폐포성단백증, 폐포성섬유화) 등에서 노출군보다 회복군에서 더 큰 손상이 관찰되어 인디움화합물에 의한 손상은 회복되지 않는 것으로 판단되었다. 흡입을 통해 폐에 축적된 인디움은 회복기간 동안 IO_4000군 및 IO_100군에서는 폐에서는 빠르게 제거되었으며(IO_4000군에서 가장 빠르게 제거됨) 입자크기와 관계없이 혈액 또는 다른 장기로 이동하지 않았다. 그러나 ITO_50군에서는 인디움이 폐에서 느리게 제거되었으며, 혈액(혈청 포함) 및 기타 장기(뇌, 간, 비장)로 이동되었다(ITO의 혈중 인디움 농도는 노출시험에서 0.176 ㎍/ℓ, 회복시험에서 0.265 ㎍/ℓ로 일본 산업위생학회에서 권고하는 생물학적지표의 3 ㎍/ℓ 보다 현저히 낮았다).

활용방안 및 기대성과

본 연구는 실험동물에서 흡입노출에 의한 인디움화합물의 입자크기 및 화학적 조성에 따른 독성학적 영향과 체내이동을 확인함으로써 인디움화합물의 관리수준 결정에 참고 자료로 활용될 수 있으며 국내 또는 외국의 관련 학회에 발표

중심어

인디움, 입자크기, 흡입독성

참고문헌

일본 후생노동성. 초기위험성평가서 No. 42(상세) 인디움 및 그 화합물(일본어). 2011.

U.S. Department of Health and Human Services. NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies of indium phosphide. 2001.

Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare. The technical guideline for preventing health impairment of workers engaged in the indium tin oxide handling processes. 2010

Nakano, K., Nishizawa, T., Umeda, Y., Kasai, T., Noguchi, T., Gotoh, K., Ikawa, N., Eitaki, Y., Kawasumi, Y., Yamauchi, T., Arito, H., and Fukushima, S. Inhalation carcinogenicity and chronic toxicity of indium-tin oxide in rats and mice. J Occup Health 2011;53:175-187

연구책임자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 임철홍 연구위원
연락처 : 042-869-0342 limch@kosha.net

08 희토류 금속화합물에 의한 활성산소종 발생 및 폐독성 연구 - Nd_2O_3 기도투여에 따른 흡입독성 -

연구 필요성 및 목적

소재산업의 발달로 희토류 금속화합물의 활용이 증가하고 있으며 근로자의 사용 생산량이 증가할 것으로 예상된다. 또한 취급 사용에 따른 희토류 금속화합물 노출이 증가할 것으로 예상된다. 특히 네오디뮴은 휴대용 무선장치, 스마트폰, 휴대폰, 의학적 이미징, 엑스레이 이미징, 하이브리드 프러그인 전기자동차, 전동 보조 모터 장치 등에 사용되고 있으며, 나노 형태로 많이 사용되고 있다. 이에 따라 근로자 건강보호를 위하여 희토류 금속화합물에 대한 유해성평가가 요구되고 있으나, 네오디뮴에 대한 흡입독성이 많이 밝혀지지 않았으며, 이들 물질에 대한 노출기준이 설정되어 있지 않은 실정이다. 이에 산화네오디뮴을 시험동물의 기도 내 주입하여 활성산소종 발생 및 흡입독성을 연구를 통하여 근로자의 건강보호를 위한 기초자료 및 유해성평가 기초자료를 생산하고자 본 연구를 수행하였다.

연구내용 및 방법

산화네오디뮴 금속화합물노출에 따른 폐 독성 검증을 위하여 랫드에 산화네오디뮴을 0.5 mg, 2.0 mg을 기도내 투여하고, 체중 증가율 변화, 장기 중량 변화, 폐, 간, 신장, 심장, 뇌 장기의 산화네오디뮴 분포량 측정, 산화네오디뮴 주입 후 폐포세척액(BAL)내 백혈구 측정, BALF 내 lactate dehydrogenase, albumin 측정, 폐세포 단세포겔전기영동시험, 조직병리 검사를 실시하였다.

연구결과

랫드에 산화네오디뮴을 0.5 mg, 2.0 mg을 기도내 투여결과 저농도, 고농도군 랫드의 체중은

12주째 대조군에 비하여 4 ~ 5% 감소하였다. 산화네오디뮴 투여 후 4 주, 12 주째 고농도군의 폐 절대 중량이 대조군에 비하여 통계적으로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 폐, 간, 신장, 심장, 뇌 장기의 산화네오디뮴 분포량 측정결과 간, 신장, 심장, 뇌에서 산화네오디뮴은 1 μg/g tissue 미만 검출되었으며, 폐에서는 4 주째 가장 많이 검출되었으며 12 주째에는 급격히 감소하였다. 폐포세척액내 총세포수를 측정한 결과 산화네오디뮴 기도 투여 후 2일째 고농도군에서 유의한 증가를 보였으며($p<0.05$), 4주째에는 저농도 고농도군에서 모두 유의한 증가를 보였다($p<0.01$).

노출 후 2일째 저농도군과 고농도군에서 LDH이 대조군에 비하여 통계적으로 유의하게 증가하였으며($p<0.01$), 4주째 저농도군($p<0.05$), 12주째 고농도군($p<0.01$)에서 통계적으로 유의하게 증가하였다. 폐세포 단세포겔전기영동시험 결과, 기도 주입 후 2일째 저농도군, 고농도군 모두 대조군에 비하여 통계적으로 유의하게 증가하였다($p<0.01$). 산화네오디뮴에 의한 호흡기능에 미치는 영향을 측정한 결과 산화네오디뮴 기도 주입 후 12 주째 호흡빈도, 1회 호흡량은 증가하였으며 들숨시간, 날숨시간은 감소하였다. 조직병리학적 검사결과 세기관지(또는 폐포)상피과다형성, 타입 II 폐포세포의 비대 및 과다형성, 종말세기관지 및 폐포관에 이물육아종성 염증이 농도의존적인 경향을 보이며 관찰되었다. 따라서 산화네오디뮴 나노입자를 기도내 투여 시 폐독성을 관찰할 수 있었다.

활용방안 및 기대성과

작업장에서 사용증가가 예상되는 산화네오디뮴을 채석, 가공, 취급하는 근로자의 건강보호를 위한 기초 자료로 활용될 수 있으며, 현재 노출기준이 설정되어 있지 않는 산화네오디뮴에 대한 유해성 평가 시 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

또한 아만성 흡입독성, 만성흡입독성연구, 돌연변이원성연구 기초자료로 활용되며, 국내외 관련 학술지 게재 및 국내외 관련학회 발표함으로써 산화네오디뮴의 독성연구에 기여될 것으로 사료된다.

중심어

산화네오디뮴(neodymium oxide), 기관지세척액(bronchoalveolar lavage), 폐기능(lung function), 단세포겔전기영동시험, 조직병리학

참고문헌

Jie Cheng, Na Li, Jingwei Cai, Zhe Cheng, Renping Hu, Qian Zhang, Fangfang Wan, Qingqing Sun, Suxing Gui, Xuezi Sang, Ling Wang, Fashui Hong. Organ Histopathological Changes and its Function Damage in Mice Following Long-term Exposure to Lanthanides Chloride. Biol Trace Elem Res. 2011 Sep 8

Haiquan Zhao, Zhe Cheng, Renping Hu, Jie Chen, Mengmeng Hong, Min Zhou, Xiaolan Gong, Ling Wang, Fashui Hong. Oxidative Injury in the Brain of mice Caused by Lanthanid. Biol Trace Elem Res. 2010 Jul 8

Na Li, Yanmei Duan, Min Zhow, Chao Liu. The effects of Lanthanoid on the Structure-Function of Lactate Dehydrogenase from Mice Heart. Biol Trace Elem Res (2009) 132:164-175

연구책임자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 김종규 연구위원
연락처 : 042-869-0343 slug011@kosha.net

09 국내산 석면의 물리화학적 특성과 용량반응평가

연구 필요성 및 목적

석면은 종류에 따라 물리화학적 특성이 다르고 석면의 물리화학적 특성에 따라 생체내구성이 달라질 수 있다. 본 연구는 국내산 백석면의 물리화학적 특성을 파악하고, 국내산 백석면이 호흡기계에 미치는 영향을 평가하여 국내산 석면에 대한 유해성평가 기초자료를 확보하고자 수행하였다.

연구내용 및 방법

국내 석면 광상에서 수집한 백석면과 안소필라이트 그리고 수입산 청석면과 갈석면을 수집하여 pH 4.5 생리식염수와 pH 1.2 생리식염수에 넣어 각 석면 종류별로 산 용해도를 평가하고, 국내산 백석면이 호흡기계에 미치는 영향을 평가하기 위하여 전자현미경과 EDS로 백석면의 크기 및 구성성분 등 물리화학적 특성을 파악한 후 백석면 1 ㎎ (저농도군)과 백석면 2 ㎎ (고농도군)을 0.3 ㎖ 생리식염수로 희석하여 랫드의 기도내로 1회 투여한 후 5일차, 5주차, 10주차 등 시간 경과별로 시험동물의 폐기능과 폐조직 병리 검사를 하고 시험동물의 기관지폐포세정액 내 염증 관련 효소 변화를 측정하고, 기관지폐포세정액과 폐조직 내의 석면의 수와 구성원소 변화를 시간 경과별로 분석하였다.

연구결과

용해도 시험을 한 결과, 청석면을 제외한 모든 석면의 구성성분(Mg)이 산처리 하기 전에 비하여 유의하게 감소하였지만, 산도의 변화나 용출된 기간 경과에 의한 변화는 없었다. 백석면은 10주차의 pH 1.2 생리식염수에서 구성성분(Mg)이 15.86%로 급격한 감소를 보였다. 랫드의 폐

조직 내 백석면을 시간경과별로 분석한 결과에서도 구성성분(Mg)의 감소는 시험물질 투여 후 5일차부터 유의한 감소를 보였다. 폐기능을 측정한 결과에서도 시험물질 투여 후 5일차에 폐기능이 저하된 것을 확인할 수 있었으나 시간이 경과됨에 따라 회복되는 경향을 보였다. 폐조직 병리검사에서 나타난 육아종성 염증반응과 폐쇄세기관지염이 5일차에는 심하게 나타났으나 시간이 경과됨에 따라 증상이 완화되었다. 기관지 폐포 세정액 내 백석면은 시험물질 투여 후 5주차에서는 1/2 정도로 감소하고 10주차에서는 1/100 정도로 감소하였다. 폐조직 내 백석면을 분석한 결과에서도 시험물질 투여 후 5일차에 1/2로 감소하여 본 시험에 사용된 백석면의 생체반감기는 5일 이내로 판단되었다.

활용방안 및 기대성과

국내산 석면에 대한 유해성평가는 국내산 석면취급자 및 석면광산 주변 석면피해자 인정에 필요한 기초자료로 활용될수 있으며, 폐조직과 기관지 폐포 세정액에 대한 석면 분석기법은 석면피해인정 검사 방법 정립에 활용될 수 있다.

중심어

한국산 백석면(Korean chrysotile), 기도내주입(intratracheal instillation), 전자현미경(transmission electron microscope equipped with energy dispersive X-ray spectrometer)

참고문헌

Bernstein D, Dunnigan J, Hesterberg T, Brown R, Velasco JA, Barrera R, Hoskins J, Gibbs A. Health risk of chrysotile revisited Crit Rev Toxicol. 2013 Feb;43(2):154-83.

Oze C, Solt K.. Biodurability of chrysotile and tremolite asbestos in simulated lung and gastric fluids. Am Mineral, 2010; 95, 825-31.

Roggli VL, Gibbs AR, Attanoos R, Churg A, Popper H, Cagle P, Corrin B, Franks TJ, Galateau-Salle F, Galvin J, Hasleton PS, Henderson DW, Honma K. Pathology of asbestosis- An update of the diagnostic criteria: Report of the asbestosis committee of the college of american pathologists and pulmonary pathology society. Arch Pathol Lab Med. 2010 Mar;134(3):462-80.

연구책임자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 정용현 연구위원
연락처 : 042-869-0344 chungyh59@gmail.com

10 사업장의 생물학적 유해인자 편람 개발 연구

연구 필요성 및 목적

화학물질에 못지않게 유해성이 강하고 사회적 문제가 점증되고 있으나 유해인자의 목록 및 유해성 정보가 부족한 생물학적 유해인자에 대해 국내외 생물학적 유해인자 관련 참고문헌 및 데이터베이스를 일목요연하게 정리하여 편람으로 개발함으로써 동 인자로 인한 근로자의 직업성질환 예방 및 정보 알권리 충족에 기여하고자 하였다.

연구내용 및 방법

1) 참고문헌 및 자료검색 : 기존의 미생물 관련 정보를 바탕으로 생물학적 유해인자의 기본정보를 검색하여 정리하였다.
2) 자료 분석 및 분류 : 검색된 기본 정보를 바탕으로 직업성 감염병의 새로운 분류 체계를 제시하였고, 이에 따라 생물학적 유해인자를 구분하고, 해당 직업군 및 업종, 감염병명 등을 연결하여 재분류 하였다.
3) 통계 및 사례 조사 : 산업재해 통계 자료 및 직업성 감염병 사례들을 조사하여, 위에서 분류한 생물학적 유해인자들과 관련된 질병의 통계 및 사례들을 제시하였다.
4) 편람 작성 : 우리나라의 주요 업종에서 근로자에게 발생 가능할 것으로 예상되는 직업성 감염병에 대한 주요 생물학적 유해인자들을 중심으로 총 60종의 편람을 작성하였다.
5) 병원체안전보건자료 (P_aSDS) 작성 : 선진국에서 생물학적 유해인자의 정보를 전달하기 위해 주로 사용하는 병원체안전보건자료 (Pathogen Safety Data Sheet; 이하 "P_aSDS"라 명명함)를 우리말로 번역하여 제시하였다.
6) 국내·외 관련 법규 : 사업장의 생물학적 유해인자의 안전한 취급과 관련된 국내외 법규를 정리·고찰하여 사업장에 적용 가능한 사업장 생물학적 유해인자 관리방안을 제시하였다.

연구결과

기존의 미생물도감 등 알려져 있는 학술적 내용에 더해 사업장에서 실질적인 생물학적 유해인자로부터 근로자를 보호할 수 있도록 근로자 및 사업주의 관점에서 생물학적 유해인자의 기본정보를 정리하였다. 직업성 감염병의 새로운 분류 체계를 제시하였고, 이에 따라 생물학적 유해인자를 구분하고, 해당 직업군 및 업종, 감염병명 등을 연결하여 재분류 하였다. 우리나라에서 조사된 감염병 관련 통계 및 사례를 조사하였고, 특히 위에서 분류한 생물학적 유해인자들과 관련된 질병의 통계 및 사례들을 제시하였으며, 동 자료 분석, 분류, 관련 통계 및 사례 등을 바탕으로, 우리나라의 주요 업종에서 근로자에게 발생가능할 것으로 예상되는 직업성 감염병에 대한 주요 원인 인자 (생물학적 유해인자) 총 60종의 특성을 중심으로 편람을 작성하였다. 또한, 캐나다에서 생물학적 유해인자의 정보를 전달하기 위해 주로 사용하는 병원체 안전보건 자료 (P_aSDS)를 제시하였다.

더불어, 사업장의 생물학적 유해인자 관리(안)을 제시하기 위해 검색한 여러 가지 국내·외 관련 법규들의 내용을 정리·고찰하였다.

활용방안 및 기대성과

사업장의 생물학적 유해인자에 대한 근로자 안전보건을 위해, 본 사업장의 생물학적 유해인자 편람 개발 연구를 수행하여 그 기초자료로 활용할 수 있도록 사업장에 보급하고, 동 사업장의 작업환경개선 지도 및 관련 연구의 기초자료로 활용한다.

이로서 사업장의 생물학적 유해인자로 인한 직업성 질환을 효과적으로 예방하는데 기여

중심어

생물학적 유해인자, 사업장, 근로자, 미생물, 관리

참고문헌

박해동, 박현희. 생물학적인자 측정평가 방법 및 관리기준에 대한 연구. 2011년 산업안전보건연구원 연구보고서

윤충식 등. 병원체 취급 근로자의 작업환경기준 및 작업환경 관리방안에 관한 연구(I) - 생물안전실험실 작업환경을 중심으로. 2008년 산업안전보건연구원 연구보고서

이인섭, 박현희, 박해동. 생물학적 인자에 대한 측정·평가 방안연구. 2009년 산업안전보건연구원 연구보고서

박현희. 생물학적 인자 측정 및 평가방법 연구(II). 2010년 산업안전보건연구원 연구보고서

박주형. 미국 NIOSH의 생물학적인자에 대한 연구동향. 산업안전보건연구원, 안전보건연구동향 통권제28호('09년 12월) 기획특집

연구책임자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 임경택 연구위원
연락처 : 042-869-0345 rim3249@gmail.com

11 희소금속류의 유해성 평가 대상물질 선정에 관한 연구 – 국내 사용실태조사를 중심으로

연구 필요성 및 목적

희소금속류는 최근들어 전자제품 등 최첨단 제품 생산을 위한 재료로 널리 이용되고 있으며, 전자기기 등에 적은 양을 사용하여 제품의 성질을 극대화하는데 많이 활용되고 있다. 그러나 국내에서의 희소금속에 대한 사용실태조사나 이를 토대로 취급근로자의 건강장해 예방을 위한 체계적 유해성 평가 등 국가적 전략수립이 미흡하고, 특히 다양한 희소금속 중에서도 우선적으로 평가하고 관리하여야 할 대상물질 선정에 대한 연구가 미흡하였다. 따라서 국내외 사용실태와 규제동향, 유해성, 건강장해 발생 등 이의 근거자료를 통해 희소금속류의 체계적 관리를 위한 각종 자료 확보와 유해성 평가 대상물질의 우선순위 선정 등 산업보건학적 데이터베이스 확보의 자료로 활용하고자 하였다.

연구내용 및 방법

○ 희소 금속 물질의 물리화학적 특성, 유해성 등 현황 조사
- 희토류 금속의 종류 파악 및 각 물질의 물리화학적 특성 자료 조사
- 경구 독성 등 독성시험 자료 조사

○ 국내 사용실태(종류, 취급사업장, 취급근로자수, 국내 수입·사용량 등) 조사 및 데이터 베이스 구축

○ 국내·외 관련 규제 및 희소금속류 사용에 의한 건강장해 등 직업병 사례 등 관련 자료 조사

○ 실태조사 자료를 바탕으로 유해성 평가 대상 물질 선정
- 유해성자료가 적고, 취급량 및 취급 근로자가 많은 물질을 선정하여 유해성평가 우선 대상 물질 선정

○ 희소금속류의 사용실태 및 유해성 평가의 국제 동향 조사

○ 유해성 예측 및 유해성 평가 우선 순위물질 제안

연구결과

희소금속 56종에 대한 급성독성 등 독성자료를 확보하였으며, 이의 56종에 대해 국내외 규제현황 및 노출기준 등 규제현황을 조사하고, 국내에서 사용되는 희소금속의 사용량과 유통량 자료를 확보하였다. 또한 국내외적으로 희소금속 사용으로 인한 근로자 건강장해 등 유해성과 직업병 사례를 조사하였으며, 각국의 국가차원에서의 희소금속의 규제 및 정책적 관리현황을 파악하고, 희소금속의 유해성과 사용량, 취급 근로자수, 노출기준 설정자료, 직업병 발생현황 등 이러한 각종 지표를 토대로 유해성 평가 및 독성평가를 위한 우선순위 로직 결정하여 아래와 같이 희소금속류에 대한 유해성 평가의 우선순위 물질을 제안 하였다.

<희소금속의 유해성 평가를 위한 우선순위 제안결과>

순위	물질명	카스번호
1	세륨(Cerium)	7440-45-1
2	란타늄(Lanthanum)	7439-91-0
3	어븀(Erbium)	7440-52-0
3	가돌리늄(Gadolinium)	7440-54-2
3	터븀(Terbium)	7440-27-9
3	디스프로슘(Dysprosium)	7429-91-6
3	홀뮴(Holmium)	7440-60-0
3	스칸듐(Scandium)	7440-20-2
9	이테븀(Ytterbium)	7440-64-4
9	이트륨(Yttrium)	7440-65-5
11	사마륨(Samarium)	7440-19-9
12	인듐(In)	7440-74-6
13	네오디뮴(Neodymium)	7440-00-8
14	루테늄(Ru)	7440-18-8
15	로듐(Rh)	7440-16-6
16	니오븀(Nb)	7440-03-1
16	프라세오디뮴(Praseodymium)	7440-10-0
16	티타늄(Ti)	7440-32-6
19	게르마늄(Ge)	7440-56-4
20	바나듐(V)	7440-62-2

활용방안 및 기대성과

1) 활용방안

- 희소금속에 대한 유해성 예측 및 유해성 평가대상 우선순위 자료 활용
- 희소금속에 대한 물리화학적 특성, 인체 유해성, 환경유해성 자료 활용

2) 기대성과

- 희소금속에 대한 산업보건학적 데이터베이스 확보
- 국내외의 희소금속 사용실태 및 관리수준 조사
- 희소금속에 대한 국내 산업보건학적 연구수행을 위한 과학적 전략 수립자료

중심어

희소금속, 인체유해성, 데이터베이스 구축, 희토류, 유해성 우선순위

참고문헌

Toxicology Data Network (ChemIDplus, HSDB, Hazmap). United States National Library of Medicine

The Chemical Database The Department of Chemistry at the University of Akron.

The Chemical Database The Department of Chemistry at the University of Akron.

ACGIH. Documentation of TLVs and BEIs

연구책임자 : (주)이노엔비엑스퍼트커뮤니티 대표 김강윤 박사
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 김현영 연구위원
연락처 : 042-869-0341 k89136@hanmail.net

12 만성 흡입독성 시험시설 GLP 적합성 설계 검증

연구 필요성 및 목적

전 세계적으로 사용되는 화학물질의 급증, 유해성이 미확인된 화학물질의 유통 및 사용량 증가로 화학물질에 의한 중독사고 발생 역시 증가되고 있으나, 우리나라에서는 화학물질의 유해성 평가를 위한 국제적 수준의 시험평가 기반이 미흡한 실정이다. 이를 해결하기 위하여 산업안전보건연구원에서 국제적 수준의 흡입독성 전문 시험시설 구축을 추진함에 따라 본 연구에서는 산업안전보건연구원에서 추진하는 만성 흡입독성 시험시설이 설계단계에서부터 GLP(Good laboratory Practice)와 AAALAC(Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal and Care)에서 요구하는 기준이 반영되어 만성 흡입독성 시험시설 완공 후 산업안전보건연구원에서 실시되는 독성시험이 GLP와 AAALAC 인증을 받을 수 있도록 하기 위해 수행되었다.

연구내용 및 방법

산업보건안전연구원에서 추진하는 만성 흡입독성 시험시설의 설계도를 대상으로 시험시설의 설계적격성 평가를 수행하였다. 검증은 OECD의 GLP규정, 실험동물에 관한 법률 및 AAALAC 규정 등 법적, 규제적 기준과 의뢰자 요구사항에 근거하여 만성 흡입독성 시험시설의 각종 실험실 및 장비의 배치, 합리적이고 효율적인 동선, 동물사육/실험시설/부검시설/분석시설 등의 주요 설비와 장비 배치 등에 대하여 개념설계와 실시설계 검증을 실시하였다. 또한 내외부 전문가 검토회의를 통하여 수정보완을 실시하여 만성 흡입독성 시험시설 GLP 적합성 설계 검증 연구의 신뢰성을 확보하였다.

연구결과

개념설계 검증을 통하여 흡입독성 시험시설 내 각 동물시험 시설의 최대수용마리수와 최대시험건수 등을 산출하여 규모에 적합한 시험시설이 설계되도록 유도하였다. 1차 평가에서는 2층 동물사육 구역에서 청정준비실, 만성흡입 사육실 후실, 세탁실, 시료창고, 검역실, 검역전실, 출갱의실, 세정실, 실험동물사육실 등 15건의 편차를 확인하였으며, 3층 시험시설 구역에서 시험물질 보관실, 조제실, 염색실, QAU(Quality Assurance Unit) 자료실, 사료창고, 부검실 등 7건의 편차를 확인하였으며, 1층 공조 등 기타 시설 구역에서 자료보관실, R/O(Reverse Osmosis) system 등 4건의 편차를 확인하였다. 2차 평가에서는 1층 건축과 기계설비 부분에서 3건의 편차를, 2층 기계설비 부분에서 7건의 편차를, 그리고, 3층 기계설비 부분에서 1건의 편차를 확인하고 수정을 요청하여 개선하였다.

실시설계 검증에서는 설계지침서를 제공하여 설계에 반영될 수 있도록 하였다. 즉, 건축/설비 부분에서 패스룸, 세정실 HEPA(High Efficient Particulate Absorption) 필터, 실험동물실 등에서 6건의 편차를, 전기/통신 부분에서 동물실 주/야 조명장치, 통신기록장치, 스피커 위치 등 5건의 편차를, 기타 부분에서 흡입챔버, 비상발전기, UPS(Uninterruptible Power Supply) 등 5건의 편차를, 동물사육시스템/베리어 부분에서 동선, 청정도, 급수/급탕, R/O수 등 6건의 편차를, 그리고, AHU(Air Handling Unit)/RO Unit/BMS(Building Management System) 부분에서 예비공조기, 기류역류방지장치, 차압센서, R/O수 배관 등 10건의 편차를 확인하고 보완하여 개선하였다. 또한 만성 흡입독성 시험시설이 GLP 및 AAALAC에 적합하게 시공될 수 있도록 추가적으로 장비배치와 시공지침을 제공하였다.

활용방안 및 기대성과

본 자료는 GLP 및 AAALAC 등에 인정받을 수 있는 만성 흡입독성 시험시설을 구축하여 향후 GLP와 AAALAC을 인증받기 위한 기초자료로 활용될 수 있다. GLP 및 AAALAC에 적합한 만성 흡입독성 시험시설 구축을 통하여 화학물질로부터 근로자의 만성 및 발암성예방을 위한 흡입독성 건강장해 예방 연구의 질적 수준 향상이 기대된다.

중심어

만성 흡입독성 시험, 비임상시험관리기준, 설계적격성평가, AAALAC, GLP

참고문헌

식품의약품안전처. 비임상시험관리기준(고시 제2013-40호);2013.

식품의약품안전처. 실험동물에 관한 법률의 동물실험시설 등의 지도·감독에 관한 규정(고시 제2013-39호);2013.

National Research Council(NRC). Guide for the Care and Use of Laboratory animals(Eighth Edition, Committee for the Update of the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals);2011.

연구책임자 : (주)서울독성연구소 한규태 대표이사
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 임철홍 연구위원
연락처 : 042-869-0342 limch@kosha.net

13 국내 화학공장의 열매체유 사용실태와 위험성 분석

연구 필요성 및 목적

열매체유(Heat transfer fluid)는 열교환기 등을 통하여 공정상의 물질을 간접적으로 가열 또는 냉각시키기 위하여 사용되는 물질로 화학 공업, 플라스틱 및 제지 공업, 의약품 공업 등에 다양하게 사용되어지고 있다. 열매체유는 인화점 이상의 온도로 가열된 상태에서 일정한 압력하에서 운전되기 때문에 열매체유 펌프, 열매체유 이송배관, 열팽창탱크 등 열매체유 취급 장치 및 설비에서 누출이 일어나고 스파크, 정전기 등의 점화원이 존재하면 화재·폭발이 발생되어 중대산업사고로 이어질 가능성이 높다. 본 연구는 국내 공정안전관리(PSM) 대상 사업장을 중심으로 열매체유의 사용실태를 설문지 조사를 통해 열매체유 위험도 인식과 관련 안전장치 및 안전관리 실태를 분석하였다. 또한, 열매체유 시스템에서 사용되고 있는 열매체유를 수거하여 신유(New oil)과 사용유(Used oil)의 종류별 물성치의 실험적 분석을 통해 열매체유의 위험성을 파악하고 위험성 감소 방안을 제시하고자 하였다.

연구내용 및 방법

국내외 열매체유 관련 문헌검색, 사고사례 수집, 열매체유 사용실태 조사를 위한 설문지를 개발하여 설문 조사를 수행하고 열매체유의 안전관리 인식도, 안전관리 특성 분석, 열매체유의 종류별 위험성 분석을 통하여 열매체유의 위험성 인식도와 위험성 감소 방안을 제시하였다.

연구결과

1) 열매체유 사용에 따른 위험 인식도

열매체유 사용에 따른 위험도 인식조사에서 근로자 300인 이상 대기업에 속하는 화학공장이

근로자 50인 이하 소규모 화학공장의 경우보다 2배 이상 위험도의 인식이 높은 것으로 알 수 있다. 열매체유 사용량에 따른 위험을 인식하는 부분은 사용량에 관계없이 화재·폭발 사고 등 안전사고 발생이 약 52 %를 차지하였다.

2) 열매체유 서비스탱크 보유 현황 및 열팽창 탱크의 질소 밀봉 여부

열매체유 서비스탱크와 열 팽창탱크를 보유하지 않은 소규모 사업장이 열매체유 사용에 따른 이상사태 발생 시 사고예방에 취약 한 것으로 판단된다. 근로자수 50인 미만 소규모 사업장의 경우 열매체유 관리가 미흡한 것으로 나타났다.

3) 열매체 누출로 인한 화재·폭발사고

열매체유 5,000 kg 이상 사용 사업장에서 화재·폭발 사고 경험이 많은 것으로 나타났다. 열매체유 누출 등의 사고가 가장 많이 발생되는 부위를는 열매체유 순환펌프와 이송배관 플랜지 부분이 가장 많았다. 다음은 밸브, 열교환기 및 Heater(보일러, 가열로)튜브 순이었다.

4) 열매체유의 위험성 평가 기법과 안전교육 주기

공정의 위험성 평가는 위험과 운전(HAZOP)분석과 체크리스트 법이 약 80 %를 차지하였다. 열매체유 5,000 kg 이상 사용 사업장 보다는 5,000 kg 미만 사업장이 열매체유에 관한 안전교육 실시가 미흡하여 교육적 원인에 의한 사고의 개연성이 큰 것으로 나타났다.

5) 열매체유 시험성적서 요청과 이상 유무 판단 방법

근로자 300인 이상 사업장에서는 대부분 주기적으로 열매체유의 점도, 인화점 및 산가 등을 점검해서 열매체유를 관리하고 있는 것으로 판단되나, 근로자 50인 미만 사업장에서는 열매체유의 열화방지를 위한 관리가 부실한 것으로 나타났다.

6) 본 연구에서 사용된 시료의 경우 대부분 점도가 증가한 것으로 보여 열매체유의 산화가 진행된 것을 확인할 수 있었다. 인화점의 경우에도 열매체유 공정에서 신유을 기준으로 ±20 % 이하로 관리하고 있으나, 주기적으로 인화점 측정하여 관리해 줄 필요가 있다. 발화점 분석 열매체유의 화재·폭발 예방을 위한 주기적인 분석 항목으로 부적당한 것으로 사료된다.

활용방안 및 기대성과

열매체유 사용 사업장의 안전관리 대책 수립 자료 및 관련 장치 및 설비의 유지·보수·정비 작업시에 활용될 수 있으며, 안전관련 학회의 연구발표 및 논문게재를 통한 안전정보기술 제공을 통한 열매체유 폭발사고 예방을 기대하고 있다.

중심어

열매체유, 실태조사, 화재·폭발, 누출, 열화, PSM, 위험성 분석

참고문헌

이근원 등. 열매체유의 인화성과 열안정성, KIGAS, Vol. 15(2), pp. 82-87, 2011.

이주엽. 열매체유 시스템에서 위험성 평가에 의한 안전관리 개선방안 연구, 인천대학교 대학원, 2012.

Alison Makay and Richard Franklin, "Fire Explosion Hazards with Thermal Fluid systems", IChemE Hazards XXII Paper 13, No. 156, 2011.

연구책임자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 이근원 연구위원
연락처 : 042-869-0320 leekw@kosha.net

14 나노입자 물질의 화재폭발 특성에 관한 연구 (Al금속입자를 중심으로)

연구 필요성 및 목적

최근 나노입자 물질의 개발 및 사용이 증가하고 있지만 나노 물질의 폭발특성 연구는 거의 없는 실정이다. 또한 나노물질 안전자료지침(SDS)은 REACH제도에서 의무적인 첨부가 요구될 것으로 예상되어 나노물질 취급 국내 사업장에서는 이에 대한 분진폭발 특성치 등의 안전성자료 확보가 요구되고 있다. 나노입자 물질의 화재폭발사고 예방을 위해서는 화재폭발특성 실험을 통한 안전기술자료 확보가 우선적으로 필요하다. 최근의 국내 분진폭발사고를 살펴보면 알루미늄(Al)분진에 의한 폭발위험성이 높은 것으로 나타나고 있지만, 정량적인 화재폭발위험성 자료는 거의 찾아 볼 수 없다. 본 연구에서는 Al 나노입자 물질의 화재폭발 특성을 실험적으로 상세히 조사하고 위험성을 평가하여 관련 사업장에서 예방대책을 강구하기 위한 안전기술자료로 활용되는 것을 목적으로 하고 있다.

연구내용 및 방법

국내외 나노 화학물질의 화재폭발사고사례, 사고원인 분석, 사용 실태 조사를 통하여 시험분체를 선정하고, 나노물질의 입경, 농도 변화에 따른 화재폭발 및 발화특성 조사하여 화재폭발사고 예방대책을 검토하였다.

연구결과

나노 및 마이크론 크기의 Al시료의 평균입경(각각 183 nm, 233 nm, 6 μm, 15 μm)을 측정하고 화재폭발특성을 조사한 실험결과는 다음과 같다.

1) 고온 분위기의 퇴적 나노Al분진(183nm, 233 nm)은 중량이 감소하다가 발열 peak발생과

동시에 급격한 중량 증가가 발생하였다. 그러나 마이크로 레벨의 Al(6, 15 μm)에서는 산화로 추정되는 발열과 용융에 의한 흡열이 동시 발생하면서 중량증가 경향을 나타냈다.

2) 동일 승온(5 ℃/min)조건에서 퇴적 Al입경(183 및 233 nm, 6 및 15 μm)의 중량개시온도는 각각 380, 450, 540, 560 ℃가 얻어졌는데, 이러한 결과로부터 입경이 감소하면 발화온도가 감소하는 것으로 추정 된다.
3) 퇴적Al분진의 입경이 감소할수록 중량증가가 급증하였으며 이러한 경향은 승온속도(5, 10, 20, 30 ℃/min)에 관계없이 나타났다.
4) 공기중 승온속도 변화(5, 10, 20, 30 ℃/min)에 따른 중량개시온도는 입경 183 nm에서 각각 380, 400, 410, 430 ℃로, 233 nm에서는 각각 450, 470, 480, 500 ℃가 얻어져, 승온속도 증가는 발화온도 증가로 나타났다.
5) Al입경(183 nm, 233 nm, 6 μm, 15 μm)에 따른 폭발하한농도(C_{min})는 각각 60, 60, 30, 30 g/m^{3}로 측정되어, 입경 감소가 C_{min}의 증가 경향을보였으나, 나노Al에서는 입경감소가 C_{min}의 감소로 나타나지 않았다.
6) Al입경(183 및 233 nm, 6 및 15 μm)에 따른 최대폭발압력(P_{max})은 각각 9.8, 9.6, 9.9, 7.3 bar가 얻어졌으며, 최대폭발압력상승속도[$(dP/dt)_{max}$]는 1116, 839.3, 1426.7, 225.1 [bar/s], 폭발지수(Kst)는 302.9, 227.8, 387.3, 61.1 [m・bar/s]로 나타났다. 나노 Al의 분진폭발은 3등급(St 3)의 강한 폭발성을 가지고 있다.
7) Al입경(183 및 233 nm, 6 및 15 μm)이 증가하면 분진의 연소시간이 63, 111, 176, 245 ms로 증가하였는데, 입경 증가가 분진 연소반응속도를 저하시켜 폭발위험성이 감소되는 것으로 판단된다.
8) Al분진폭발의 피해예측을 위하여 화염전파속도(V_f) 추정식($V_f = V^{1/3} \cdot [(dP/dt)_m / P_m]$)을 제안하여 계산한 결과, 입경 183 nm, 233 nm, 6 μm, 15 μm의 V_f는 각각 32.3, 25.3, 42.7, 8.9 m/s가 얻어졌다.
9) 투과형전자현미경(TEM)으로부터 나노Al입자의 높은 응집성이 관찰되었으며 이러한 분체특성이 폭발성에 영향을 주었을 것으로 추정되었다.

따라서 이상의 연구결과와 같이, 마이크론 레벨의 폭발위험성과 다른 나노 Al입자의 화재폭발특성을 고려하여 안전대책이 강구되어야 할 필요가 있다.

활용방안 및 기대성과

나노물질 안전정보기술을 관련 사업장에 제공하고 공단 지도원을 통한 사업장의 안전교육 및 폭발사고조사에 활용

관련 사업장의 안전진단 등에 활용함으로써 화재폭발사고 저감

중심어

알루미늄 분진, 나노 입자, 분진폭발, 폭발압력, 폭발하한농도, 화염전파속도

참고문헌

Eisenreich N. 2008: Safety aspects and approaches for fire hazard classification of metal nanopowders, International Annual Conference of ICT, ;2008:55(1)-55(8).

Bouillard, J., Vignes, A., Dufaud, O., Perrin, L., Thomas, D., Ignition and explosion risks of nanopowders, J. Hazard. Mater., ;2010:181:873-880.

연구책임자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 한우섭 연구위원
연락처 : 042-869-0321 hanpaule@kosha.net

15 화학물질의 위험성평가 기법 조사를 위한 연구

연구 필요성 및 목적

국내에는 현재 화학물질 위험성평가 기법(CHARM: Chemical Hazard Risk Management)이 개발되어 있으나 이는 화학물질의 유해성(Hazard) 및 노출수준에만 기초하여 근로자의 건강장해 예방을 위한 평가에 치우쳐 있다. 따라서 사업장에서 화학물질의 유해성뿐만 아니라 화재·폭발 등의 화학물질 위험성평가 제도에 관한 선진 기법 조사가 필요하다. 본 연구는 화학물질의 위험성평가에 관한 법령, 제도, 규정, 사례 등을 정리하여, 향후 KOSHA GUIDE 및 위험성평가 기법 개발을 위한 기초자료로 활용하는 데에 그 목적이 있다.

연구내용 및 방법

연구내용은 위험성평가 제도를 시행하고 있는 선진 외국(독일, 일본)의 화학물질 관련 위험성평가 제도, 정책, 지침, 가이드라인, 사례 등을 조사하여 정리하고, 아울러 이들 국가의 위험성평가 제도의 특징을 살펴보았다. 연구방법은 독일과 일본의 화학물질 관련 위험성평가 기법 및 사례 조사, 독일 관련기관 전문가 면담 및 자료 분석, 제도 및 사례 분석 등을 통하여 시사점을 모색하였다.

연구결과

독일 사업장 위험성평가 개념, 법적 근거, 위험성평가지침의 개발 및 발전, 유해물질관리 시행령 상의 단계적 보호조치, 유해물질관리기술규정(TRGS), 사업장에서 위험성평가를 실행하지 않는 경우의 제재방안 등에 대하여 분석 및 정리하였다. 독일 원료·화학업산재보험조합(BGRCI)의 산재예방규정(UVV)의 종류, 위험성평가모델, 위험성평가 관련 자료, 위험성평가 관련

컴퓨터프로그램자료, 화학물질 위험성평가모델(스팔텐모델, Spaltenmodell)의 분석 정리하였다. 독일 폭발방지 영역 내에서의 화재·폭발 위험성으로부터의 보호조치, 위험성평가 관련 법령 및 규정, 폭발방지규정(BGR 104)의 분석 정리하였다. 일본의 화학물질 위험성평가 체계로서 법적 근거, 후생노동성지침, 위험성 평가모델의 분석 정리하였다.

활용방안 및 기대성과

위험성평가 매뉴얼과 지침서 작성에 활용하여 사업장 화학사고 예방에 기여 및 고용노동부 고시와 KOSHA GUIDE 작성의 기초자료로 활용

중심어

화학물질, 위험성평가, 유해물질 기술규정

참고문헌

BAuA(2012), Ratgeber zur Gefährdungdbeurteilung. Handbuch für Arbeitsschutzfacleute, 1. Auflage, 2012. 10.

化学物質評価研究機構(2013),『化学物質のリスク評価がわかる本』, 丸善出版.

연구책임자 : 사단법인 한국사회정책연구원 윤조덕 부원장
연구원담당자 : 산업안전보건연구원 화학물질센터 이근원 연구위원
연락처 : 042-869-0320 leekw@kosha.net