

OSH

Vol. 4 No. 11 (통권 39호) 2010.

11

안전보건 연구동향

RESEARCH BRIEF

원장칼럼

과거의 유산, 미래의 짐

논단코너

기계사고에 의한 재해, 무엇이 문제인가?

안전인증사업이 사고 예방에 도움이 되는가?

산업기계 재해 이대로는 안 된다

연구동향

산업안전보건 분야의 ISO Risk Management Standard

미끄러짐-미신과 현실

직무스트레스 고위험군의 현황과 고위험군 관리 매뉴얼 및
지원 프로그램 개발

선박 건조·수리업의 소음 평가 및 관리방안 연구

안전경영 사례

OSHA's Strategic Partnership Program(OSPP)로 총재해율과
작업손실률의 획기적 감소

직업병 역학 조사

목 신전 작업자의 경추 추간판탈출증 사례에 대한
업무 관련성 평가 시 근전도 활용 소개



산업안전보건연구원



신발 한 짝

막 출발하려는 기차에 간디가 올라탄 순간,
그의 신발 한 짝이 벗겨져 플랫폼 바닥에 떨어졌습니다.
하지만 기차가 이미 움직이고 있었기 때문에 간디는 그 신발을 주울 수가 없었습니다.
그러자 간디는 얼른 나머지 신발 한 짝을 벗어 그 옆에 떨어뜨렸습니다.
동행하던 사람들은 간디의 그런 행동에 놀라지 않을 수 없어 이유를 물었습니다.
간디는 미소를 지으며 말했습니다.
“어떤 가난한 사람이 바닥에 떨어진 신발 한 짝을 주웠다고 상상해 보십시오.
그에게는 그것이 아무런 쓸모가 없을 겁니다.
하지만 이제는 나머지 한 짝마저 갖게 되지 않았습니까?”

당신은 오늘 어떤 배려를 하셨나요?



Vol. 4 No. 11 (통권 39호)
OSH RESEARCH BRIEF
2010. 11

원장칼럼

04 과거의 유산, 미래의 짐 · 강성규

논단코너

논단코너 · 기계에 의한 사고 줄일 수 있나?

[주제 발표]

- 08 기계사고에 의한 재해, 무엇이 문제인가? · 김영덕
- 14 안전인증사업이 사고 예방에 도움이 되는가? · 최기홍
- 18 산업기계 재해 이대로는 안 된다 · 정재중

연구동향

- 24 산업안전보건 분야의 ISO Risk Management Standard · 박달재
- 30 미끄러짐-미신과 현실 · 김정수
- 38 직무스트레스 고위험군의 현황과 고위험군 관리 매뉴얼 및 지원 프로그램 개발 · 장세진
- 44 선박 건조 · 수리업의 소음 평가 및 관리방안 연구 · 김병삼

안전경영 사례

- 48 OSHA's Strategic Partnership Program(OSPP)로 총재해율과 작업손실률의 획기적 감소 · 이관형

직업병 역학 조사

- 52 목 신전 작업자의 경추 추간판탈출증 사례에 대한 업무 관련성 평가 시 근전도 활용 소개 · 김건형

산업안전보건 국내 · 외 소식 59

산업안전보건연구원 활동 · 동정 60

게재된 내용은 원고 집필자의 개인적 견해이며, 우리 연구원의 공식 견해와 다를 수 있습니다.

제4권 제11호(통권 39호) 간별 월간 발행일 2010년 11월 1일 등록번호 ISSN 1976-345X 발행처 산업안전보건연구원 (403-711) 인천광역시 부평구 무네미로 478(구산동) Tel. 032)5100-903 oshri.kosha.or.kr 편집위원장 강성규 편집위원 김양현, 이영순, 심규범, 김정훈, 송재철, 정지연, 이준원, 박동기, 정완순, 김영덕, 이인섭, 김은아, 이경용, 양정선 편집인 조흥학, 윤영식, 안상현 기획·편집 디자인 (주)광고연합 Tel. 02)2264-7306

과거의 유산, 미래의 짐

석면에 노출되면 악성중피종이나 폐암이 증가한다는 것은 1950년대부터 알려지기 시작하였다. 석면에 의한 직업병에 각 선진국이 제대로 대처를 하지 못한 가장 큰 이유는 석면에 노출된 후 오랜 기간이 지나서 질병이 발생하기 때문이다. 현재는 전 세계적으로 석면 사용을 금지하고 있으나 아시아 지역에서는 오히려 석면 사용량이 증가하고 있다. 최근 석면에 노출되는 경우의 대부분은 중국, 인도, 태국, 베트남, 중앙아시아국가 등 아시아 지역의 근로자들이다. 따라서 이들 국가에 대해 한국과 일본의 정보 공유와 행정 기술적 지원이 절실히 필요하다. 우리나라의 산업과 산업안전보건 발전에 선진국의 도움을 많이 받았듯이 우리나라도 개발도상국가에 우리의 경험을 알려주고 행정 기술적 지원을 강화해야 할 시기이다.



강성규 원장
산업안전보건연구원

제3회 아시아석면선도(AAI; Asian Asbestos Initiative) 세미나가 2010년 11월 2일부터 4일까지 일본 후쿠오카에서 개최되었다.

AAI 세미나는 일본 기타큐슈에 소재한 산업보건환경대학(産業醫科大學, UOEH)의 노동생태과학연구소(IISE; Institute of Industrial Ecologic Science)가 주관하여 일본 과학연구재단의 재정 지원과 국제보건기구(WHO), 국제노동기구(ILO)의 후원을 받아 아시아 지역의 석면 사용 금지와 석면 관련 질환 예방을 위해 개최한 세미나로 이번이 세 번째이다.

첫 번째 세미나는 2008년 일본의 기타큐슈에서 개최되었고, 두 번째는 2009년도에 태국의 방콕에서 개최되었다. 이번 회의에는 국제기구와 15개 국가에서 74명의 행정가, 전문가, NGO 활동가들이 참여하여 각국의 석면 사용 실태, 석면 관련 질환, 석면 사용 중단을 위한 정책적 방향에 대해 발표하였다.



일본 과학연구재단의 재정 지원과 WHO, ILO의 후원을 받는, 아시아 지역의 석면 사용 금지와 석면 관련 질환 예방을 위한 AAI 세미나는 일본 키타큐슈의 산업보건환경대학 노동생태과학연구소가 주관하며, 금년에는 11월 2일부터 4일까지 후쿠오카에서 개최되었다.

전 세계적으로 매년 9만명의 근로자가 석면 관련 직업병으로 사망

WHO에 의하면 전 세계적으로 매년 9만명의 근로자가 폐암, 석면폐, 악성중피종과 같이 석면에 의해 발생하는 직업병으로 사망한다. 그리고 이보다 많은 숫자가 위 세 가지 질환 이외의 석면 관련 질환이나 환경적 노출에 의한 석면 질환으로 사망한다.

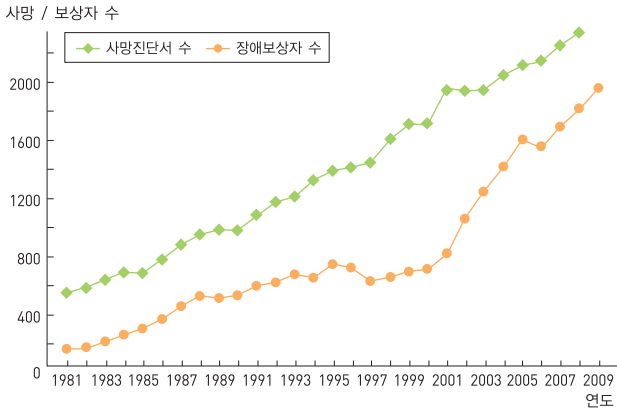
석면에 노출되면 악성중피종이나 폐암이 증가한다는 것은 1950년대부터 알려지기 시작하였다. 석면공장에서 폐암이 일반인구집단에 비해 10배가 증가하고 석면솜을 이용하여 단열작업을 하는 절연공에서는 악성중피종이 수십 배 증가한다는 연구결과가 발표되었다. 그 결과로 미국에서는 1975년부터는 단열목적으로 석면솜을 사용하는 것을 금지하였다. 스웨덴에서는 1986년에 세계에서 가장 처음으로 모든 석면 사용을 완전히 금지하였다. 이후 유럽연합(EU)에서는 석면 사용 금지 정책을 시행하여 1990년대에 대부분의 국가에서 석면 사용을 전면 금지하였고, 2005년부터는 모든 EU 국가에서 석면 사용을 전면 금지하고 있다.

영국에서는 1900년대 초반부터 석면을 사용하였다. 제2차 세계대전 중인 1940년대부터 사용이 급속히 증가하여 1965

년경에 최대로 사용하였다. 석면은 초기에 선박의 난방배관을 감싸는 단열재로 널리 사용되었다. 단열목적으로 벽체에 분무제로 사용하였다. 석면 사용 증가에 따라 1968년에는 153명이 석면에 의한 악성중피종으로 사망하였는데 2008년에 2,249명이 사망하였다. 이 중에 1,500명 이상이 산재로 보상을 받았다[그림 1]. 2008년에 영국에서 산재사고로 인한 사망이 200명을 넘지 않았는데, 석면에 의한 악성중피종만으로 사고사망자의 7~8배가 넘는 근로자가 사망한 것이다.

석면 사용 약 35~50년이 지난 후에 악성중피종 증가

석면에 의한 직업병이 이렇게 심각해지도록 선진국에서 제대로 대처를 하지 못한 가장 큰 이유는 석면에 노출된 후 오랜 기간이 지나서 질병이 발생하기 때문이다. 영국에서 악성중피종은 처음 석면 사용이 증가하기 시작한 35년 후인 1975년부터 증가하기 시작하였다. 석면 사용은 1999년에 완전히 금지하였는데, 악성중피종 발생은 계속 증가하여 2016년경에 정점을 보일 것으로 예상하고 있다. 석면 사용과 악성중피종 증가는 약 35~50년의 차이가 난다. 이것은



[그림 1] 악성중피종 사망자 및 보상자(영국 1981~2009)

유럽의 모든 국가에서 나타나는 공통적인 현상이다.

일본은 유럽에 비해 악성중피종 증가가 늦게 나타났다. 2000년 이전에는 악성중피종의 숫자가 많지 않다가 2000년 이후 들어 폭발적으로 증가하기 시작하였다. 2001년까지는 악성중피종으로 산재보상된 사례는 연간 40건 미만이었으나 2009년에는 536명으로 10배 이상 증가하였다. 석면에 의한 폐암 보상자도 500여 명을 넘는다. 악성중피종이나 폐암은 치료에도 불구하고 예후가 좋지 않아 대부분 발병 1~2년 후에 사망한다. 석면에 의해서만 연간 1,000여 명의 직업병 사망자가 발생하는 셈이다. 이것은 일본에서 매년 산재사고로 사망하는 숫자와 유사하다. 사고사망자는 앞으로도 계속 감소할 것으로 예측하지만, 2006년에 석면 사용을 전면 중단했음에도 불구하고 석면에 의한 암 발생과 이로 인한 사망은 더 늘어날 것으로 예측하고 있다.

일본에서 석면 사용량을 보면 1950년대부터 증가하였고 1970년대 중반부터 1990년대 초반까지 연간 약 25만 톤 이상씩을 사용하였다. 우리나라에서 사용한 것보다 10~20년 앞서서 사용하기 시작하였으므로 우리나라에서도 곧 비슷한 양상을 보일 것으로 예상된다. 우리나라는 아직 석면에 의한 암 발생이 높지 않아 악성중피종은 매년 40~60명 정도 발생하고 있고, 그 중 극히 일부만이 산재로 인정을 받고 있다. 그러나 우리나라도 머지않아 악성중피종 발생이 급격히 증가하는 시기가 다가올 것이 확실하다. 석면에 의한 직업성암은 치료비도 많이 들어가므로 산재보험에서 지불하는 급여비용이 매우 높다. 과거 약간의 경제적 이익이 미래에 엄청난 경제적 부담으로 되돌아오고 있다.

개발도상국에서는 아직 석면에 대해 무관심

석면에 의한 피해가 이렇게 명확히 알려졌는데도 아직도 많은 국가에서 계속 석면이 사용되는 이유는 무엇일까? 석면 사용과 직업병 발생 간에 30년 이상의 시간적 차이가 있기 때문에 석면을 많이 사용하는 당시에는 석면에 의한 직업성암 발생을 직접 보지 못하기 때문이다. 반면에 석면의 최대 수출국인 캐나다에서는 자국산 석면은 안전하다고 선전하고 있다. 우리나라에서 석면문제가 처음 제기된 것은 1990년대 초반인데, 당시에는 석면에 의한 악성중피종이 공식적으로 확인된 것이 없었다. 그래서 많은 사람이 우리나라에도 정말 석면에 의한 질병이 발생할 것인가에 대한 의구심을 가졌다. 게다가 캐나다 정부에서는 관련자를 초청하여 석면 광산을 보여주고 암 발생이 증가하지 않았다는 연구결과도 소개하였다. 그러나 그로부터 약 20년 후 캐나다 산 백석면만을 사용한 석면방직공장 근로자와 주변 주민에게 악성중피종 발생이 크게 증가한 것을 알 수 있다.

이같은 현상은 개발도상국에서 계속 반복되고 있다. 최근에 석면 사용이 크게 증가하고 있는 인도에서는 석면에 의한 건강장해에 대한 세미나가 열리면 석면회사와 캐나다 정부가 후원하여 석면 안정성에 대한 세미나를 더 크게 연다고 한다. 다른 개발도상국에서도 석면에 의한 직업병자가 없다는 이유로 정책결정자들은 석면 사용 금지에 대해 전혀 관심을 보이지 않고 있다.

현재 석면 사용을 전면 금지한 국가는 우리나라를 비롯하여 50여 개국

석면에 의한 건강 피해를 예방하는 방법은 명확하다. 첫 번째는 석면을 사용하지 않는 것이다. 석면의 대체물질은 이미 개발되어 있다. 과거에는 석면대체물질의 가격이 비쌌지만 지금은 20~30% 정도 차이가 날 정도로 가격 차이도 없어졌다. 두 번째는 기존에 사용하던 석면을 잘 관리하는 것이다. 석면은 잘 부수어지지 않으므로 한 번 사용하고 나면 오랫동안 우리 주변에 남는다. 석면이 함유된 건축물을 철거할 때 특히 주의를 요한다. 마지막으로 추적건강관리

66

대부분의 화학물질은 아무리 독성이 강하다 하더라도 일단 사용을 중단하면 더 이상 건강장해를 일으킬 염려는 없으므로 추가적인 관리는 불필요하다. 그러나 석면에 의한 피해를 줄이기 위한 대책은 사용하는 나라뿐 아니라 사용을 금지한 나라에서도 계속 필요하다. 석면 사용을 중단하였다 하더라도 석면 노출이 완전히 사라지는 것은 아니기 때문이다. 이미 석면을 사용했던 건축물 등이 노후되면서 또는 철거과정에서 석면을 배출한다. 그래서 석면 함유 건물을 관리 또는 해체하는 데 특별한 조치를 하여야 하는데 이에 대한 비용은 석면을 사용하여 얻은 이익의 수십 배에서 수백 배에 달한다. ”

를 하는 것이다. 이미 석면에 노출된 사람은 석면 관련 질환이 발생할 가능성이 매우 높다. 그래서 이들에 대해서는 주기적인 건강진단을 통해 질병 발생을 감시하고 질병을 조기에 진단하여 치료해 주는 것이다.

구미국가에서는 제2차 세계대전과 그 이후에 석면을 많이 사용하였으나 이제는 대부분 석면 사용을 완전히 중단하였다. ILO는 1986년부터 청석면 사용을 금지하고 백석면을 제한적으로 사용하는 조약을 발효했고 2006년부터 석면을 전면 사용 금지하도록 권고하고 있다. 2010년 현재 석면 사용을 전면 금지한 국가는 우리나라를 비롯하여 50개국이 넘는다. 아시아 지역에서는 일본과 한국만이 석면 사용을 완전히 금지하였다. 싱가포르를 전면 사용 금지를 선언하지는 않았지만 실제로 사용을 하지 않고 있다.

이렇게 전 세계적으로 석면 사용을 금지하고 있으나 아시아 지역에서는 오히려 석면 사용량이 증가하고 있다. 현재도 전 세계적으로 약 1억 2,500만명의 근로자들이 석면에 노출되는 것으로 추정하고 있는데 대부분은 중국, 인도, 태국, 베트남, 중앙아시아국가 등 아시아 지역의 근로자들이다. 이들 국가에 대해 이미 석면에 의한 건강 피해를 겪고

있고, 석면 사용 금지에 대한 정책적 결정을 한 한국과 일본의 정보 공유와 행정 기술적 지원이 절실히 필요하다.

대부분의 화학물질은 아무리 독성이 강하다 하더라도 일단 사용을 중단하면 더 이상 건강장해를 일으킬 염려는 없으므로 추가적인 관리는 불필요하다. 그러나 석면에 의한 피해를 줄이기 위한 대책은 현재 사용하는 나라뿐 아니라 이미 사용을 금지한 나라에서도 계속 필요하다. 석면 사용을 중단하였다 하더라도 석면 노출이 완전히 사라지는 것은 아니기 때문이다. 이미 석면을 사용했던 건축물 등이 노후되면서 또는 철거과정에서 석면을 배출한다. 그래서 석면 함유 건물을 관리 또는 해체하는 데 특별한 조치를 하여야 하는데 이에 대한 비용은 석면을 사용하여 얻은 이익의 수십 배에서 수백 배에 달한다. 이미 석면에 노출되는 근로자에 대해서는 평생토록 추적하여 석면에 의한 질병을 조기에 발견하여 치료를 받도록 해 주어야 한다.

국제사회 선도 국가로서 책임을 다해야 할 때

일본은 과거의 유산이 미래의 짐이 되는 경험을 자국 내에서 국한하지 않고 아시아 각국에 전파하려고 노력하고 있다. 그래서 일본 과학연구재단에서는 아시아 지역의 정부, 전문가들이 모여 석면 사용을 중단하고 석면 관련 질병을 예방하려고 하는 프로젝트에 조건 없이 많은 비용을 지불하고 있다. 국제사회를 선도하는 국가로서 책임을 다하는 모습이 부럽게 느껴진다.

일본 보건노동부는 WHO와 ILO에 매년 150만 달러를 지원하고, 이 중 2/3는 WHO가 아시아 지역에서 석면 예방사업에 사용하도록 하고 있다고 한다. 태국, 베트남과 몽골에 대해 석면 피해를 줄이기 위한 기술 및 전문가 지원도 하고 있다. 물론 우리나라 노동부에서도 ILO 아태사무소에 매년 일정액을 지원하고, 이 중 일부는 산업안전보건사업에 사용하도록 하고 있으나 아직 일본에는 많이 미치지 못하는 느낌이다. 우리나라의 산업과 산업안전보건 발전에 선진국의 도움을 많이 받았듯이 우리나라도 개발도상국가에 우리의 경험을 알려주고 행정 기술적 지원을 강화해야 할 시기이다. ⑤

기계사고에 의한 재해, 무엇이 문제인가?

주제 발표자



김영덕 실장
산업안전보건연구원
안전시스템연구실

◎ 우리나라 기계·설비에 의한 재해는 전체 사고성 재해자 8만 2,292명 중 24.5%에 해당하며, 사고성 사망자는 303명으로 업무상사고 사망자의 24.2%에 해당한다. 이러한 재해를 예방하기 위해서는 사용자에게만 의무를 부과하기보다는 설계·제조사에게 교육, 기술 지원 등과 함께 안전성에 대한 의무를 부과할 필요가 있다. 또한 작업조건에 적합한 방호장치의 개발, 보급이 이루어져야 한다. 그리고 재해 발생 시 근로자의 안전의식 부족만을 탓하기보다는 재해원인을 정밀 분석하여 근원적 문제점을 개선토록 함이 우선되어야 할 것이다.

들어가는 말

우리나라의 연간 업무상사고 재해자는 8만 2,292명이며, 업무상사고 사망자는 1,250명(2008년 통계자료 인용)이다. 이 중 기계·설비에 의한 재해자는 24.5%에 해당하며 사망자는 24.3%로 303명이 귀중한 생명을 잃었다. 또한 우리가 간과하지 말아야 할 것은 산업 현장에서 발생하는 모든 중대재해이다. 중대재해 발생 현장은 차마 눈 뜨고 직접 보기 어렵다. 특히 기계에 협착되어 발생한 재해 현장은 그야말로 팔, 다리가 찢기어 나가고 온몸이 형체조차 알아볼 수 없으며, 유형이 낭자하다. 그러나 여전히 매년 유사한 설비·기계 등에 의한 재해로 근로자들은 사망하거나 다친다.

왜 그럴까? 근로자들은 위험한 상황을 인식하였음에도 조심하지 않아 방호장치를 제거하였거나 안전 수칙을 준수하지 않았을까? 중대재해 조사보고서의 재해 원인을 살펴

보면 대부분 작업안전 수칙 미준수, 방호장치 미부착 등이다. 그 예방대책으로는 작업안전 수칙 준수 철저, 방호장치 부착 등으로 중대재해 속보를 만들거나 One Page Sheet를 제작하여 보급하고 있다. 대부분의 근로자는 직·간접적으로 재해를 경험하고 있지만 산업재해는 여전히 줄지 않고 있다.

거의 모든 사업장에서는 다양한 기계·기구를 사용하고 있으며, 재해의 상당 부분이 이러한 기계·기구와 관련되어 반복하여 발생되고 있다. 필자는 그 원인을 다음과 같이 몇 가지로 정리해 보고자 한다.

- 첫째, 안전하지 않은 기계가 설계·제작·판매·사용되고 있다.
- 둘째, 방호장치가 방호장치로서의 역할을 못하는 경우가 많다.
- 셋째, 중대재해가 반복되어 발생하고 있으나 구체적이고 정밀한 조사 분석 및 사고에 대한 조치와 예방대책이 불

명확하며, 사고의 책임을 작업자의 책임으로 전가하는 경향이 있다.

이상 세 가지 원인에 대한 인식 변화가 있어야 근원적인 재해 원인의 분석과 대책이 실행될 수 있을 것으로 보며, 재해 감소가 가능하리라고 생각한다. 이제 이들 각 원인에 대한 이유를 살펴보기로 한다.

기계사고의 원인

안전하지 않은 기계의 설계·제작·판매·사용

첫째 원인으로, 아직도 작업 현장에서는 안전하지 않은 기계가 설계·제작·판매·사용되고 있다.

산업용 위험기계·기구(기)는 산업안전보건법에서 안전인증 기준으로 명확히 하고 있어 설계나 제조 시 일정기준 이상의 안전을 확보하도록 법적 의무가 부과되어 있다. 하지만 모든 기계·설비에 대하여 사전 규제를 하기는 어렵다. 따라서 법의 규제가 아니더라도 모든 기계·설비는 설계·생산단계에서의 안전성이 고려되어야 하며, 이는 설계·제조자의 책임이라는 인식이 필요하다. 이를 위해서는 사용자를 위주로 한 현재의 안전교육 및 기술 지원 체계에 기계

설비를 설계·제조하는 자를 포함하여야 함이 타당할 것으로 생각한다.

기계·설비의 안전성만으로 사고를 예방하는 것이 능사는 아니라고 할 것이다. 그러나 기계에 의한 재해를 예방하기 위해서는 기본적으로 웨일 세이프(fail safe) 개념에 입각한 안전성 확보가 필요하다.

금년 7월에 부산의 모 건설 현장에서 RCS(Rail Climbing System, 건물 외벽공사용 작업발판) 추락으로 근로자 3명이 사망한 재해를 검토한 적이 있다.

RCS는 건물 외벽에 6개의 Climbing Shoe를 설치하며, RCS Rail에 설치된 걸림볼트를 Climbing Shoe의 걸림쇠에 올려놓은 뒤 Climbing Shoe를 RCS Rail에 걸고 Shoe가 Rail에서 개방되지 않도록 핀(pin)을 박아 고정한다.

본 재해의 RCS 추락 원인은 근로자 3명이 RCS를 타워크레인으로 고정하지 않은 채 Climbing Shoe의 핀을 뽑고 Shoe를 개방하여 발생한 것으로 잠정 결론이 난 상태이다. 당시 사망한 근로자는 건축과장, 안전담당자, 형틀반장이었다.

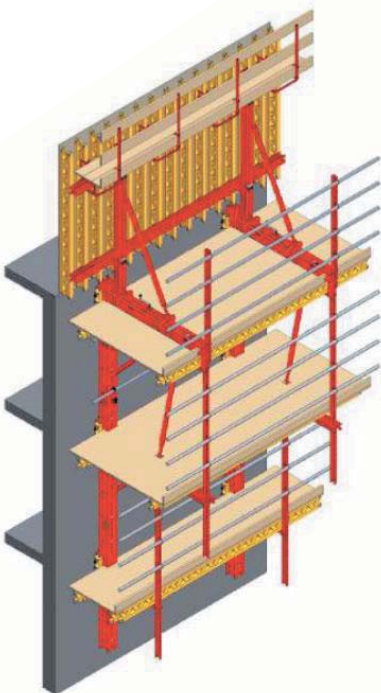
본 재해를 조사해본 결과 이론상으로는 핀을 뽑고 Shoe를 개방하여도 RCS가 추락하지 않는다. RCS Rail 걸림볼트가 걸림쇠에서 이탈하기 위한 힘은 3.11톤이 필요하고 무게 중심의 편하중에 의한 측방향에 걸리는 힘은 0.47톤에 불과하기 때문이다[그림 2, 3].

RCS 총 무게 1.8톤인 Climbing Shoe의 걸림쇠 곡률반경에 따른 바닥 경사각이 38.21°이며, 마찰계수 0.4를 고려하여 계산하면

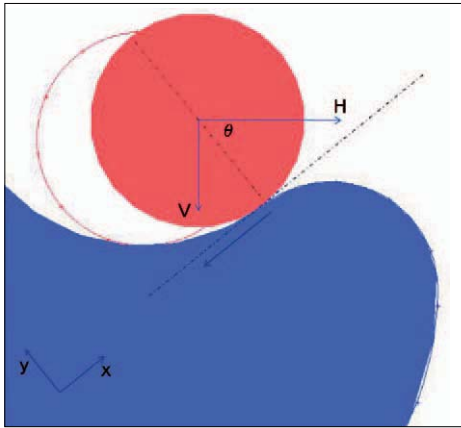
$$H \geq \frac{1.8(\cos\theta + 0.4\sin\theta)}{\sin\theta - 0.4\cos\theta} = 3.11\text{톤}$$

이를 근거로 설치자나 제조자는 추락하지 않는다고 생각하고 있었다. 그러나 실제 설치한 RCS 구조물의 핀을 뽑고 Shoe를 개방한 결과 추락하였다. 현장의 설치조건에 따른 변수가 있었던 것이다. 이럴 경우 근로자에게 교육시키고, 관리감독만 제대로 하면 재해가 발생하지 않을까?

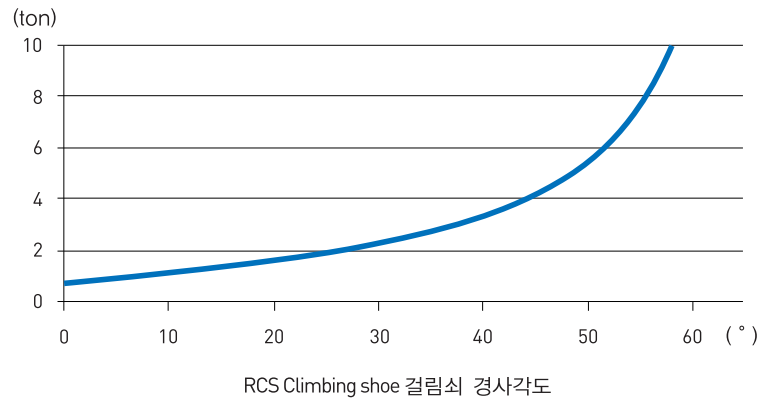
위험을 방지하기 위한 단계는 5단계가 있다. 1단계는 위험을 제거하거나 무인화, 2단계는 위험과 사람의 격리, 3단계는 국부적 방호, 4단계는 인적인 보호, 5단계는 노출



[그림 1] RCS 모형도



[그림 2] RCS의 걸림쇠와 걸림볼트 단면도



[그림 3] RCS 레일 걸림볼트가 걸림쇠를 이탈하기 위한 힘

된 위험에 적응토록 근로자를 교육·훈련하는 대책이다. 여기서 근로자가 위험에 적응토록 하는 대책은 최후단계의 안전조치이며 신뢰성이 낮다. 따라서 RCS의 안전성 확보를 위해서는 작업 순서에 의거, 크레인으로 RCS를 들지 않고 추락위험이 있는 상태에서는 Climbing Shoe의 핀이나 Shoe를 근로자가 임의로 제거하지 못하도록 안전핀의 구조적 개선이 필요하다.

기계·기구의 설계자나 제조자가 그 설비의 생산성과 안전성을 고려하여 설계·제작 시 제작하고자 하는 기계의 위험성 평가 등을 통해 발생 가능한 사고에 대해 예측·관리할 수 있어야 한다.

이에 따라 1999년 산업용 기계·기구에 대한 설계·제조 시 위험성 평가에 관한 국제기준(ISO)이 마련되었다. 세계적 추세에 의해 이러한 기준을 적용하는 나라도 점차 확대되고 있다.

앞으로는 기계·기구의 제조자와 공급자에게 위험관리의 책임을 일반화해야 한다. 그리고 기준에 사용되고 있는 안전성이 결여된 기계에 대해서는 유예 기간을 두어 개선토록 하는 등 정부 차원의 특별관리방안이 필요할 것으로 생각된다.

제 역할을 하지 못하는 방호장치

둘째 원인은, 방호장치가 방호장치로서 역할을 하지 못하기 때문이다. 이 원인에 대하여 손가락 절단 등 장해해가 가장 많이 발생하는 프레스를 예를 들어 분석해보면

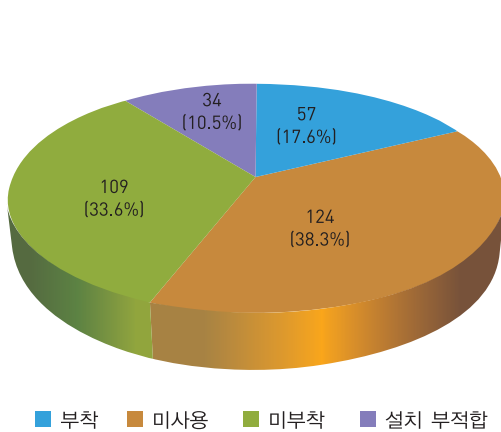
다음과 같다.

프레스 재해 400건을 분석한 결과, 정상적인 프레스 가공 작업에서 324건(81%)이 발생하였으며, 금형조정 등 비정상적인 작업에서 76건(19%)이 발생하였다. 그런데 정상적인 프레스 가공작업 시 발생한 324건에 대하여 사고 당시 방호장치 사용 여부를 분석해보면 방호장치 사용 57건(17.6%), 부착하였으나 미사용 124건(38.3%), 미부착 109건(33.6%), 부착상태 부적절 34건(10.5%) 등으로 나타났다. 따라서 부착하여 사용하여도 57건(17.6%)이 발생하였으며, 부착하였으나 미사용하거나 부착상태가 부적절한 것이 158건으로 전체의 49.3%에 해당한다.

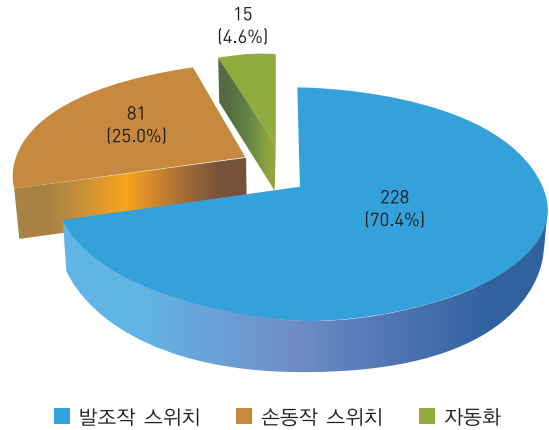
왜 부착된 프레스의 방호장치를 사용하지 않거나 부착하지도 않고 작업하여 손이 절단되는 사고를 당할까? 프레스의 위험성을 몰라서? 손이 절단되는 것이 두렵지 않아서? 아니면 절단된 손으로 산재 보상을 받으려고?

내가 생각하기로는 모두 아니다. 그 원인을 알기 위하여 방호장치는 부착하였으나 사용하지 않았거나, 부착된 방호장치를 제거하고 작업 중 사고를 당한 원인 233건에 대하여 분석해보았다. 그 결과, 작업이 불편해서 75건(32.2%), 작업 특성상 방호장치 사용 불가능 73건(31.3%), 생산성 저하 31건(13.3%) 등으로 전체의 76.8%가 방호장치 사용에 문제가 있었다. 다시 말해, 법에 있으니까 또는 위험하니까 무조건 방호장치를 사용하도록 하기에는 방호장치가 너무나 취약한 것이다.

이같은 실정에도 불구하고 프레스의 방호장치는 산업안



[그림 4] 프레스재해 324건에 대한 방호장치 부착 및 사용실태



[그림 5] 사고 당시 프레스 조작방법에 대한 분류

전보건법에 프레스를 위험기계·기구로 포함시킨 1981년과 동일한 광전자식, 양수조작식, 손쳐내기식, 수인식, 가드식 등 다섯 종류에서 한 발자국도 발전하지 못하고 있다. 이 가운데 광전자식과 양수조작식 방호장치가 대부분을 차지하고 있다.

프레스의 경우는 근로자가 발로 조작하고 손이 금형 내부에 들어가 작업을 하기 때문에 손 절단 재해가 많이 발생한다. 발 조작을 방지하기 위하여 양수조작식 방호장치를 보급하고 있지만 손으로 철판을 금형에 밀어 넣거나 잡고 있어야 하기 때문에 양수조작식 방호장치는 사용하지 못한다. 그러므로 이러한 작업조건에서의 광전자식이나 양수조작식 방호장치는 무용지물이나 마찬가지이다. 왜 그럴까? 기계·전기·전자산업이 20년 전과 비교하면 눈부시게 발전을 하였는데……. 이제는 해답을 찾아야 하지 않겠는가?

작업자에게 책임을 전가하는 경향

셋째, 중대재해가 발생하고 있으나 구체적이고 정밀한 조사·분석 및 사고 원인에 대한 조치와 예방대책이 불명확하며, 작업자에게 책임을 전가하는 경향이 있다.

한 건의 재해, 특히 근로자가 죽거나 신체의 일부가 장애로 남는 재해의 경우 매우 큰 인적·물적 손실을 치르게 된다. 재해 사례는 그만큼 중요하며, 재해를 당한 근로자나 가족에게는 돌이킬 수 없는 일이다. 그럼에도 우리는 너무나 소홀히 다루고 있지 않나 싶다.

결국 이러한 재해 원인 조사와 대책으로는 매년 반복되는 재해를 감소시키는 것은 어려울 것으로 생각된다. 최근 3년간 기계·설비와 관련된 중대재해 조사결과 보고서 150건을 살펴보면 중대재해 1건 당 1.6명의 전문가가 조사하였으며, 1명이 조사한 중대재해도 전체 156건 중 68건으로 43.6%에 해당하고 현장 조사는 대부분 당일에 완료되었다.

〈표 1〉 방호장치를 사용하지 않거나 미부착한 이유

(단위 : 건, %)

계	작업 불편	작업 특성상	생산성 저하	구입 시 미부착	자동화로 불필요	기타
233건	75	73	31	25	8	21
100%	[32.2]	[31.3]	[13.3]	[10.7]	[3.4]	[9.0]

〈표 2〉 사고 당시 부착된 방호장치의 종류

(단위 : 건, %)

계	광전자식	양수조작식	광전자식 + 양수조작식	손쳐내기식	수인식	가드식
181건	95	33	31	16	5	1
100%	[52.5]	[18.2]	[17.1]	[8.8]	[2.8]	[0.6]

물론 1명이 중대재해 발생 현장을 방문하여 당일에 조사를 완료하였다 해서 재해 조사가 부실하다고 단정 지을 수는 없다. 하지만 중대재해는 그 조사결과에 따라 책임 소재가 밝혀지고 예방대책이 제시되므로 조사 현장은 다양한 각도에서 좀 더 객관적이며 개방적인 자세로 접근하여야 근본적인 재해원인 조사가 가능하다고 본다. 즉, 근본적 원인이 파악되어야 재발 방지를 위한 대책 수립이 가능하지 않을까 생각한다. 따라서 경험이 많은 전문가 2인 이상이 상호 중첩하여 조사하고 결과를 공유하여야 하며, 필요시 자료를 분석·시험하여 과학적 근거를 제시함이 타당할 것이다.

기계에 의한 중대재해 원인 조사결과 156건의 분석에 의하면, 방호장치 설치·덮개·울 등을 보완하는 기계·설비에 대한 개선대책은 62건으로 전체의 39.7%에 불과하며 작업계획서 작성, 작업 지휘자 배치 등 관리적 사항과

작업방법 개선, 점검, 안전수칙 준수 등 근로자의 불안정한 행위를 개선토록 하는 개선대책에 치중되어 있다. 또한 재해가 발생하면 우리는 일반적으로 “잘하지 그랬어?”, 아니면 “일을 어떻게 했길래 그런 사고를 냈어?”, 또는 “다른 사람은 괜찮은데 왜 너만 그러냐?” 등등 일반적으로 근로자의 잘못에 의한 재해로 인식하고 접근한다. 특히 중대재해가 발생하여 근로자가 사망한 경우에도 근로자의 안전의식 부족, 안전수칙 미준수, 관리감독 부족 등에 의한 재해로 결론을 내는 경우가 종종 있는 것은 아닌지...

기계에 의한 중대재해 조사보고서 156건을 분석한 결과 재해 원인 및 예방대책으로 작업안전수칙 준수, 관리감독 강화 등 인적 개선대책이 94건이어서 60.3%에 해당한다. 이는 아마도 가장 쉽게 결론을 낼 수 있고, 사건의 종결이 쉬워서가 아닐까? 하고 자성해 보기도 하며, 재해 원인이 명확하지 않을 때는 답답한 마음에 ‘죽은 자는 말이 없다’



산업용 위험기계 · 기구는 산업안전보건법에서 안전인증기준으로 명확히 하고 있어 설계나 제조 시 일정기준 이상의 안전을 확보하도록 법적 의무가 부과되어 있다.

“

우리나라는 현장에서의
산업재해에 대한 인식이 아직 부족하다.
산재를 줄이기 위해서 고용노동부나
한국산업안전보건공단, 재해 예방기관이
열심히 노력해도 사업장이
변하지 않으면 그 효과가 크지 않다.
안전의식, 특히 사업주의 안전의식은
매우 중요하다.
사업주가 보다 안전한 제품을 구매하여
사용함으로써 설계·제조자가 기계 제작 시
안전성을 확보할 수 있도록 하고,
작업자는 방호장치를 철저히 사용하여야 하며,
현재 사용하고 있는 기계·기구나 장비에
어떤 위험이 있는지를 스스로 파악하여
관리하여야 한다.”

는 속담이 떠오르기도 한다. 하지만 이런 경우, 똑같은 재
해가 늘 반복될 수 있다. 왜냐하면 관리감독 미흡, 근로자
의 불안정한 행위는 사람에 대한 대책으로 근원적 위험 제
거방법으로는 한계가 있기 때문이다.

사람의 의식단계는 5단계로 나뉜다. 의식이 명석하고 사
물을 적극적으로 받아들일 수 있으며 주의력이 강한 상태
를 제3단계라 하는데 이 상태를 지속시킬 수 있는 시간은
15~30분에 불과하며, 그 이상 지속시킬 때 의식 수준이
급속히 저하되는 현상에 이른다고 한다. 그러므로 1일 8시
간 또는 연장근무를 한다면 1일 10~12시간 동안 매일 반복
되는 위험작업 시 근로자에게 안전의식을 강조하여 재해를
예방한다는 것은 무리한 요구일 수도 있지 않을까?

맺음말

우리나라 산업 현장의 재해는 10년 동안 줄지 않고 있으
며, 재해율 0.6~0.7%대를 유지하고 있다. 향후 2012년에
는 0.5%대 진입을 목표로 기술 및 자금 지원·인증·교
육·홍보 등 각 분야에서 재해 예방업무에 혼신의 노력을

다하고 있다.

전체 재해의 24.5%가 기계·설비에 의한 재해이며, 이
높은 비중의 재해를 줄여야만 목표 달성이 용이할 것이라
고 생각한다. 따라서 다음과 같은 사항을 제안하고자 한다.

첫째, 기계·기구에 의한 사고는 설계·제조단계에서 안
전성이 확보되지 않고 판매될 경우 사용자가 안전성을 개
선하기는 현실적으로 불가능하며, 사용자에게만 책임을 부
과함은 불합리하다. 기계·설비의 설계·제조자는 안전성
이 고려된 기계·설비를 제조하여 보급토록 안전교육 및
기술지원을 하는 등 제도 보완이 필요하다.

둘째, 기계·설비에 가장 적합한 방호장치를 끊임없이 개
발하여 제시하고 문제점을 파악해서 피드백(feedback)하
는 등 기계의 작동 원리와 작업조건에 가장 적합한 방호장
치 개발에 대한 투자와 노력이 필요하다.

셋째, 기계에 의한 중대재해 발생 시 근로자의 희생과 가
족의 뼈아픈 고통이 헛되지 않게 우리의 간접 경험으로 통
감하고 조사단계부터 전문적이고 과학적인 조사방법에 의
해 공정하고 객관적인 원인 파악에 힘써야 한다. 이를 통해
근원적인 재해 예방대책을 세워 재해와 관련된 각자의 위
치에서 각각의 역할을 다하여야 한다. 또한 중대재해 조사
시 또는 재해 발생 시 근로자의 불안정한 행위나 안전수칙
미준수로 몰아붙이기보다는 근본적으로 재해 발생 기계가
폴 푸르프(fool proof) 개념의 안전성을 가진 기계인지의
여부를 확인하는 등을 비롯하여 현대과학에 의한 기계·설
비 보완책은 없는지부터 고민하여야 하겠다.

마지막으로 우리나라는 현장에서의 산업재해에 대한 인
식이 아직 부족하다. 산재를 줄이기 위해서 고용노동부나
한국산업안전보건공단, 재해 예방기관이 열심히 노력해도
사업장이 변하지 않으면 그 효과가 크지 않다. 안전의식,
특히 사업주의 안전의식은 매우 중요하다. 사업주가 보다
안전한 제품을 구매하여 사용함으로써 설계·제조자가 기
계 제작 시 안전성을 확보할 수 있도록 하고, 작업자는 방
호장치를 철저히 사용하여야 하며, 현재 사용하고 있는 기
계·기구나 장비에 어떤 위험이 있는지를 스스로 파악하여
관리하여야 한다. 그러면 기계·기구에 의한 사고는 상당
부분 예방할 수 있을 것으로 본다. ⑤

안전인증사업이 사고 예방에 도움이 되는가?

주제 발표자



최기홍 교수
한성대학교 기계시스템공학과

◎ 본고에서는 객관적이고 정량적인 재해 분석결과에 기초하여 안전인증 및 자율안전 확인 제도의 도입을 통해 산업용 기계 및 설비 관련 재해가 감소되는 긍정적인 추세에 있음을 확인하였다. 또한 재해의 예방뿐만 아니라 재해 강도의 완화를 위해서는 산업용 기계 및 설비의 기술적 재해 원인 해소가 필요하며, 이는 곧 제조단계에서 설계 개선 등 근원적 안전성을 확보하기 위한 노력이 선행되어야 함을 강조하였다. 구체적으로는 높은 위험성을 내포하고 있음에도 불구하고 안전인증 또는 자율안전 확인에서 제외된 다양한 비대상 품목에 대한 안전인증의 확대 적용, 기준 강화 등과 함께 위험성 평가 제도 도입의 필요성 또한 제기하였다.

기계류 안전성 확보를 위한 글로벌 동향

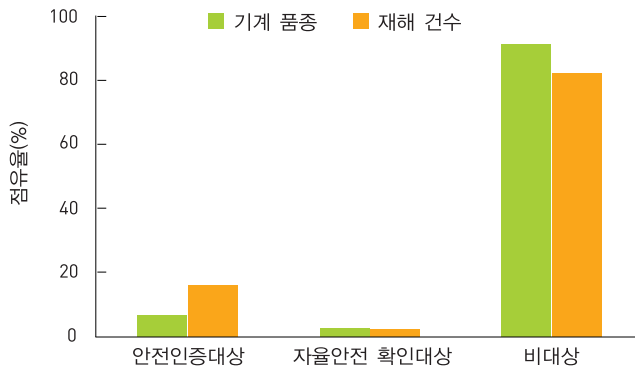
최근 선진국은 기술, 정보 등의 선점을 위한 무한경쟁과 더불어 기술기준의 국제화를 통한 제품안전의 글로벌화를 추구하고 있다.

일반적으로 어느 국가, 사회를 막론하고 기계류는 다양한 형태로 가정, 산업 현장, 레저 활동 등에 사용되며 사고와 더불어 중대한 부상을 초래할 위험이 높다. 기계류에 의한 사고는 관련된 개인에게 사망을 포함한 회복 불가능한 손상을 초래할 수도 있고 사회와 고용자에게도 막대한 경제적 손실을 발생시킨다. 연구에 따르면, 미국에서 단 한 건의 사고가 작업자나 사회에 끼치는 영향을 환산한 비용은 사고에 따르는 고통과 불편함을 제외하고도 약 100만 달러에 달한다고 한다. 따라서 국내에서도 이러한 국제 추세에 발맞추어 위험도가 높은 산업용 기계류 제품의 안전성 및

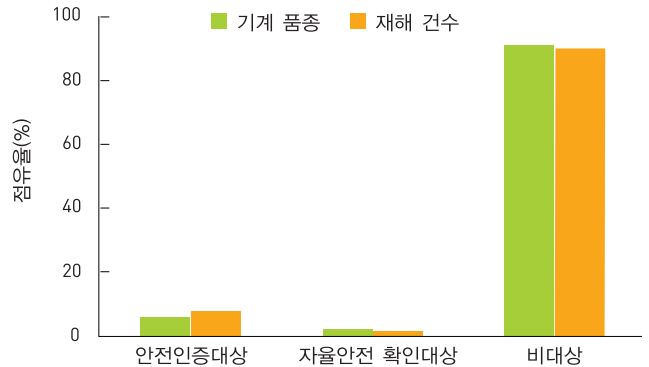
국제 경쟁력 확보를 위한 안전인증 제도를 실시하고 있으며, 다양한 국제기준의 적극적인 도입도 시도하고 있다.

[그림 1]과 [그림 2]는 산업 현장에서 쓰이는 121개 기계 및 설비의 재해빈도를 산업안전보건법에 규정된 안전인증 대상 품목 8종, 자율안전 확인대상 품목 3종 및 비대상 품목 등으로 구분하여 분석한 결과이다. 2008년도 총 재해 건수에서 안전인증 및 자율안전 확인대상 품목이 차지하는 비중은 17.9%이며, 나머지 비인증대상 기계 또는 설비의 총 재해 건수 비중은 82.1%이다.

안전인증 및 자율안전 확인대상 품목의 수가 전체 산업용 기계 및 설비 121종의 9%로 제한적임을 고려하면 관련 재해의 상대적인 비율은 2배에 달할 정도로 매우 높다고 할 수 있다. 이에 반해 2009년도 안전인증 및 자율안전 확인대상 기계 및 설비의 총 재해 건수 비중은 9.9%이며, 이를 2008년도와 비교할 경우 안전인증 및 자율안전 확인대상 품목의 재해 건수 비중이 절반으로 줄었음을 확인할 수 있다.



[그림 1] 2008년도 안전인증, 자율안전 확인대상 품목과 비대상 품목 간 품종 점유율 및 재해점유율 비교



[그림 2] 2009년도 안전인증, 자율안전 확인대상 품목과 비대상 품목 간 품종 점유율 및 재해점유율 비교

이와 같은 결과는 2009년도부터 시행된 안전인증 제도의 효과가 일부 나타나고 있음을 시사한다. 즉, 안전인증 및 자율안전 확인대상 품목의 재해 건수 비중이 줄어드는 가장 큰 이유는 안전인증 품목의 점유비율이 상대적으로 높아지기 때문이다. 안전인증 및 자율안전 확인대상 품목의 지정 이유는 이들 제품 관련 재해비율이 비대상 제품에 비해 상대적으로 높기 때문이다. 하지만 안전인증 등의 효과가 나타나면 대상 제품의 재해비율이 비대상 제품과 큰 차이가 나지 않아야 하며, 이것이 곧 안전인증 등의 궁극적인 목표이다.

아직 안전인증 제도가 정착 중임을 고려할 때 앞으로 좀 더 추세를 지켜볼 필요가 있으나 관련 재해의 위험이 큰 경우 즉, 관련 재해 건수뿐만 아니라 재해 강도가 높은 기계 및 설비를 안전인증 및 자율안전 확인대상 품목으로 규정 한 취지를 고려하면 현행 안전인증대상 품목 선정의 객관성과 안전인증 제도의 효과를 정량적으로 입증하고 있다.

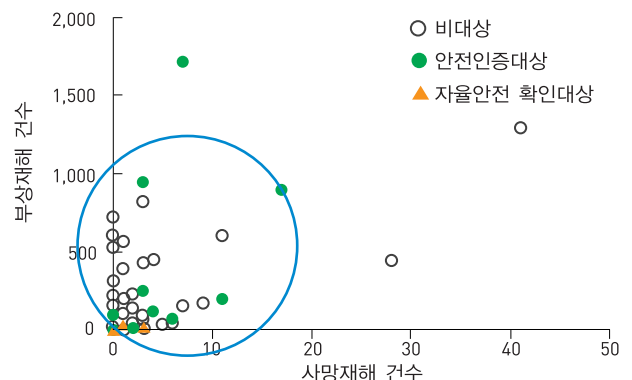
[그림 3]은 2009년도 전체 산업용 기계 및 설비 121종(기타 및 분류 불능 포함)에 대한 관련 사망재해 건수(재해 강도)와 부상재해 건수 간의 관계를 나타낸다. 안전인증대상 품목의 경우 재해 유발비율뿐만 아니라 재해 강도도 비대상 제품에 비해 비교적 높음을 알 수 있다.

안전인증의 확대 적용이나 위험성 평가 제도의 필요성

〈표 1〉은 2005년부터 2009년까지 최근 5년간 안전인증 대상 품목의 재해자 수(부상 및 사망자 수를 포함한 수치로 재해의 빈도를 나타냄) 및 사망자 수(재해의 강도를 나타

냄)를 비교한 것이다. 〈표 1〉에 따르면, 경제가 호황기를 구가하던 2007년에 재해빈도 및 재해 강도가 가장 낮았다. 그러나 금융 위기에 따른 어려운 경제 여건이 반영된 2008년을 제외하면 대체적으로 전체 안전인증대상 품목의 관련 재해빈도는 개선되는 추세에 있다.

사망재해는 2005년 122명에서 2006년 115명, 2007년 94명, 2009년 96명으로 개선되고 있음을 알 수 있다(2008년은 111명). 안전인증의 실시에 따른 긍정적인 효과가 일부 반영된 것으로 판단된다. 구체적인 품목별로는 다수의 사망자를 발생시키는 프레스 / 전단기, 고소작업대, 크레인 등의 사망재해가 꾸준히 감소되고 있다. 특히 이들 품목은 모두 안전인증과 안전검사 대상이며, 2009년도 사망재해자 수가 2007년 수준으로 감소하였다. 다만, 다수의 사망자를 발생시키는 또 다른 품목인 리프트 관련 사망재해 건수에는 큰 변화가 없어 현 제도의 틀 안에서 리프트에 대한 안전인증 기준 강화 등 각별한 관심이 필요한 것으로 보인다.



[그림 3] 2009년도 산업용 기계 및 설비의 안전인증대상 여부별 사망재해 건수와 부상재해 건수 간의 관계

자율안전 확인대상 품목인 곤돌라, 원심기 및 공기압축기의 재해 건수에는 안전인증 제도 실시 이전 및 이후를 비교하여 재해의 절대 건수는 큰 폭으로 감소하였으나 사망재해의 큰 변화는 나타나지 않았다. 이는 이들 세 품목의 사망재해의 절대 건수가 적음을 고려할 때 제도 도입의 효과가 투영될 여지가 비교적 적기 때문으로 생각된다. 따라서 제도의 실효성은 어느 정도 입증된다고 할 수 있다.

이상에서는 2008년도와 2009년도 산업용 기계·설비의 재해통계 분석과 안전인증 및 자율안전 확인대상 품목의 재해빈도·재해 강도 추이 변화를 통해 안전인증 및 자율안전 확인 제도의 타당성을 확인하였다. 또한 품목 간 재해 변화 추이를 분석하여 이들 제도의 실효성을 더욱 제고하기 위한 일부 품목의 인증기준 강화가 필요함도 확인하였다. 그러나 [그림 3]에서 안전인증 또는 자율안전 확인대상 품목 이외에

〈표 1〉 최근 5년간 안전인증·검사대상품 재해 발생 분석 현황

구분	2005년		2006년		2007년		2008년		2009년		분류기준
	재해자	사망자	재해자	사망자	재해자	사망자	재해자	사망자	재해자	사망자	
총계	5,057	122	5,339	115	4,311	94	5,907	111	4,840	96	① 안전인증 ② 안전검사 ③ 자율안전 확인
프레스 / 전단기	2,146	13	2,142	11	1,675	7	2,667	10	2,274	5	①②
크레인 등	2,088	78	2,419	85	1,962	60	2,465	77	1,940	66	①②
리프트	252	16	134	8	200	16	209	10	188	14	①②
압력용기	3	0	9	0	5	1	24	2	1	0	①②
곤돌라	17	2	14	0	20	0	21	3	14	1	②③
원심기	19	0	30	0	33	2	1	0	0	0	②③
건조설비	0	0	0	0	1	0	22	0	23	2	②
로울러기	140	1	93	3	58	1	95	0	65	1	①②
사출성형기	232	3	190	6	196	2	254	3	210	1	①②
고소작업대	97	8	254	2	135	5	4	0	0	0	①
공기압축기	63	1	54	0	26	0	35	1	11	0	③
국소배기장치	관 련 자 료 없 음						95	3	88	6	②
화학설비	관 련 자 료 없 음						15	2	26	0	②

※ 2005~2007년 자료는 위험기계·기구에 의한 재해손실 분석 및 예방대책 연구(2008년, 이근우) 인용

〈표 2〉 2009년도 재해 원인별 재해 건수

재해 원인				
대분류	중분류	소분류	3자리 코드	재해 건수(비율, %)
기술적 요인	설비 자체의 결함	기계적 요인	111	9,845 [34.62%]
		전기적 요인	112	334 [1.20%]
		안전 / 방호장치 설치대상이나 미설치가 원인	113	351 [1.23%]
		기타	119	6,299 [22.14%]
	안전 / 방호장치 설치 후 작동 불량		120	139 [0.48%]
	기타		190	4,909 [17.26%]
소계				21,877 [76.92%]
관리적 요인	작업 절차 미준수		210	544 [1.91%]
	안전 / 방호장치 설치 후 기능 정지, 제거, 변형 등		220	57 [0.20%]
	작동 중인 기계의 수리, 청소 등	전원 차단 없이 수리, 청소	231	545 [1.92%]
		기타	239	450 [1.58%]
	작업 수행 중 단순 부주의		240	3,346 [11.77%]
	기타		290	1,038 [3.64%]
소계				5,980 [21.03%]
교육적 요인			300	126 [0.44%]
분류 불능				458 [1.61%]
총계				28,441 [100%]

도 상대적인 재해 유발비율이 높아 별도의 안전관리대책이 요구되는 품목을 다수 확인할 수 있다.

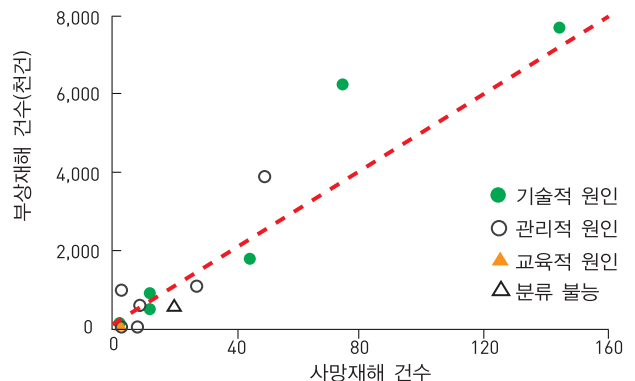
이는 바꾸어 말하면 안전인증 및 자율안전 확인 비대상 품목 중 위험도가 높은 품목에 대한 별도의 안전성 확보 제도가 없기 때문에 이들 품목 중 일부를 안전인증대상에 편입시키거나 별도의 위험성 평가 제도를 도입하여 안전성을 확보해야 함을 의미한다.

안전인증의 확대 적용이나 위험성 평가 제도의 필요성을 객관적으로 입증하기 위하여 <표 2>의 2009년도 재해 원인별 재해 건수를 살펴보자. <표 2>에 따르면 재해 원인은 기술적 요인 76.92%, 관리적 요인 21.03% 및 교육적 요인 0.44%의 분포를 나타낸다. 이와 같은 결과는 상당수의 재해가 기계·설비의 결함을 개선할 경우 예방이 가능하다는 사실을 나타낸다. 설비 자체의 결함으로 판단되는 경우, 기계 또는 설비에 내재된 근원적 위험요인을 위험성 평가와 이를 적용한 설계 개선 등을 통하여 개선할 수 있다. 또한 안전 / 방호장치 설치대상이나 미설치가 원인인 경우와 안전 / 방호장치 설치 후 작동 불량인 경우에 대해서는 기계·설비의 제조단계에서 부착 또는 설치를 안전인증 제도를 통해 의무화함으로써 근원적으로 예방할 수 있다.

[그림 4]는 부상재해 건수와 사망재해 건수와의 관계이며, 재해 원인별로 매우 차별화된 정보를 제공한다. 즉, 부상재해 건수와 사망재해 건수 사이의 비례 관계뿐만 아니라 기술적 원인에 의한 재해 강도가 안전관리상 원인에 의한 재해 강도보다 매우 높음을 알 수 있다. 재해 원인과 부상에 의한 재해 강도 간의 관계도 유사한 경향을 보여주고 있다.

기술적 원인 가운데 설비 자체의 결함이 더 치명적인 재해 강도를 유발하며, 특히 기계적 요인이 매우 중요함도 연구를 통해 확인된 바 있다. 따라서 재해의 예방뿐만 아니라 재해 강도의 완화를 위해서도 산업용 기계 및 설비의 기술적 재해 원인 해소가 필요하며, 이는 곧 제조단계에서 설계 개선 등 근원적 안전성을 확보하기 위한 노력이 선행되어야 함을 의미한다.

일반적으로 모든 재해는 예방이 가능하나 기계·설비의 결함을 개선하여 예방하는 경우에 국한하여도 2008년도 예방 가능하다고 판단된 재해 건수는 전체 산업용 기계·설비 관련 재해의 69.3%이며, 2009년도에는 59.66%이다. 즉, 재해 예방을 위한 기술적 요인 해소 중에서도 기계 / 설비의



[그림 4] 2009년도 사망재해 건수와 부상재해 건수와의 관계

근본적 결함 개선이 필요함을 의미한다. 안전인증의 강화와 위험성 평가의 도입 등이 중요한 이유가 여기에 있다.

안전보건 증진과 국제무역 활성화

기계류 위험성 평가는 기계류 설계자 또는 제조자가 관련 위험을 줄이는 데 도움을 주도록 제안된 것이다. 이를 통해 제조자는 제품 설계단계에서 위험성을 찾아내고 미래에 발생할 사고를 예방할 수 있다. 기준에 포함된 위험성 평가 원칙은 일련의 논리적인 절차를 제공한다. 즉, 설계자가 체계적으로 기계류의 한계를 설정하고 위험성을 찾아내며, 기계의 고장에서 인적 오류까지 가능한 위험을 평가할 수 있도록 해준다. 이러한 절차를 통해 얻은 정보는 기계류가 안전한지를 판단하는 데 활용될 수 있다. 만일 기계류가 안전하지 않다고 판단되는 경우에도 위험성을 줄이는 데 이러한 정보를 활용할 수 있다. 위험성 평가 절차는 기계류가 최종적으로 안전하다고 판단될 때까지 반복된다.

본고에서는 안전인증 제도의 도입이 산업용 기계 및 설비 관련 재해를 감소시키는 긍정적인 추세를 확인하였다. 또한 높은 위험성을 내포하고 있음에도 불구하고 안전인증 또는 자율안전 확인에서 제외된 다양한 비대상 품목에 대한 안전인증의 확대 적용, 기준 강화 등과 함께 위험성 평가 제도 도입의 필요성도 제안하였다. 안전인증 및 위험성 평가 제도의 실시와 더불어 광범위한 국가 간 합의에 근거하여 안전인증 및 위험성 평가에 관한 국제기준을 수용하는 것은 산업안전보건의 증진뿐만 아니라 국제무역을 활성화하는 계기도 될 것이다. 🌐

산업기계 재해 이대로는 안 된다

주제 발표자



정재중 실장
한국산업안전보건공단
안전인증실

◎ 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원의 보고서에 따르면 우리나라 산업 현장의 안전 수준은 경제협력개발기구(OECD) 회원국에서 비교 가능한 21개국 가운데 사고사망십만인율(10만명 당 사망자)이 20.99로 가장 높았다. 영국(0.7)이나 노르웨이(1.31)·스위스(1.4)와는 격차가 매우 컸고, 심지어 멕시코(10.0)나 슬로바키아(5.0)보다도 훨씬 높았다. 국가 핵심 산업 중의 하나인 기계산업은 국가 경제 발전에 중요한 부분을 차지하고 있지만 산업기계로 인한 각종 재해는 아직 후진성을 벗어나지 못하는 실정이다. 이에 국내 산업기계 재해 현황과 선진국 동향을 통해 주요 문제점을 살펴보고 산업기계 안전 선진화 방안을 논하고자 한다.

들어가며

금년 9월 스위스의 휴양 도시 다보스에서 개최된 세계 경제포럼(WEF)¹⁾에서 발표된 자료에 따르면 우리나라의 국가 경쟁력은 전 세계 139개국 중에서 22위로 평가되었다. 2007년 11위를 정점으로 상당히 하락하기는 했지만 거시경제 환경(6위), 인프라(12위), 기업 혁신(12위) 등 여러 핵심 분야에서는 여전히 경쟁력 있는 국가로 평가를 받았다.

그렇다면 우리나라 산업 현장의 안전 수준은 어떠한가? 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원의 보고서에 따르면 한국은 경제협력개발기구(OECD) 회원국에서 비교 가능한 21개국 가운데 사고사망십만인율(10만명 당 사망자)이 20.99로 가장 높았다. 영국(0.7)이나 노르웨이(1.31)·스위스(1.4)와는 격차가 매우 컸고, 심지어 멕시코(10.0)나 슬로바키아(5.0)보다도 훨씬 높았다.

한편, 2009년 통계청 조사자료 보고서에 따르면 국내 기계산업²⁾은 전체 사업장 수가 8,018개 사로 제조업 중 사업장 수가 가장 많으며, 근로자 수는 2위, 생산액 규모로는 5위에 이른다. 2009년 미국 발 금융 위기 여파로 인한 전 세계적인 경기 침체에 의해 기계 수출은 전년(2008년, 373억 달러)에 비해 상당히 감소했다. 하지만 여전히 연간 수출³⁾ 268억 달러, 수입 241억 달러 및 무역수지 흑자가 28억 달러에 이를 만큼 기계산업은 국가 핵심 산업 중의

1) 세계경제포럼(WEF; World Economic Forum)은 스위스의 휴양 도시 다보스에서 열리고 있다. 본부는 스위스 제네바에 있으며, 주로 다보스에서 열리기 때문에 다보스포럼으로 불리기도 한다. 독립된 비영리 단체로서 세계 각국의 정상과 장관, 국제기구 수장, 재계 및 금융계 최고 경영자들이 모여 각종 정보를 교환하고, 세계 경제 발전방안 등에 대해 논의한다.

2) 2009년 기준, 국내 제조업 중 사업체 수 1위(8,018개소), 종사자 수 2위(26만 2,000명), 생산액 규모 6위(79조원)

3) 2009년 기준, 수출액(268억 달러), 수입액(241억 달러), 무역수지 흑자(28억 달러)

하나이다.

이와 같이 기계산업은 국가 산업과 경제 발전에 중요한 부분을 차지하고 있는 반면에 산업기계로 인한 각종 재해는 아직 후진성을 벗어나지 못하는 실정이다. 이에 국내 산업기계 재해 현황과 선진국의 동향을 통해 주요 문제점을 살펴보고 산업기계 안전 선진화 방안을 논하고자 한다.

산업기계 재해 발생 현황

업무상사고 재해자 4명 중 1명 산업기계에서 발생

산업안전보건연구원의 산업재해 원인 조사(업무상사고)⁴⁾에 따르면 지난 10년간 연평균 2만명 수준의 산업재해자가 산업기계로 인해 지속적으로 발생하고 있는 것으로 분석되었다. 그리고 2003년부터 2007년까지 5년 동안 발생한 산업재해를 표본 조사⁵⁾한 결과에 따르면 기계·기구 및 설비에 의한 재해는 전체 사고성 재해의 약 25%(표본 3만 6,999건 중 9,347건)를 점유하고 있으며, 이 중 프레스, 크레인 등 안전인증⁶⁾·안전검사⁷⁾대상 위험기계로 인한 재해가 28%, 비 규제대상인 목재가공기계, 식품가공기계 등 일반 산업기계로 인한 재해가 72%를 차지하고 있다.

아울러 2005년부터 2008년까지 4년 동안 발생한 전체 업무상사고 부상자 30만 3,429명 가운데 3만 690명을 표본 조사하여 기인물별로 분석한 결과에서도 건축·구조물·표면에 의한 재해자가 29.6%, 휴대용을 제외한 기계·설비에 의한 재해자가 24.8%, 그리고 부품·부속물·재료 등에 의해 발생한 재해자가 15.2%를 차지하여 전체 업무상부상 재해자 4명 중 1명이 설비 또는 기계에 의해 발생한 것으로 분석되었다.

비규제대상 일반 산업기계의 안전성 확보 시급

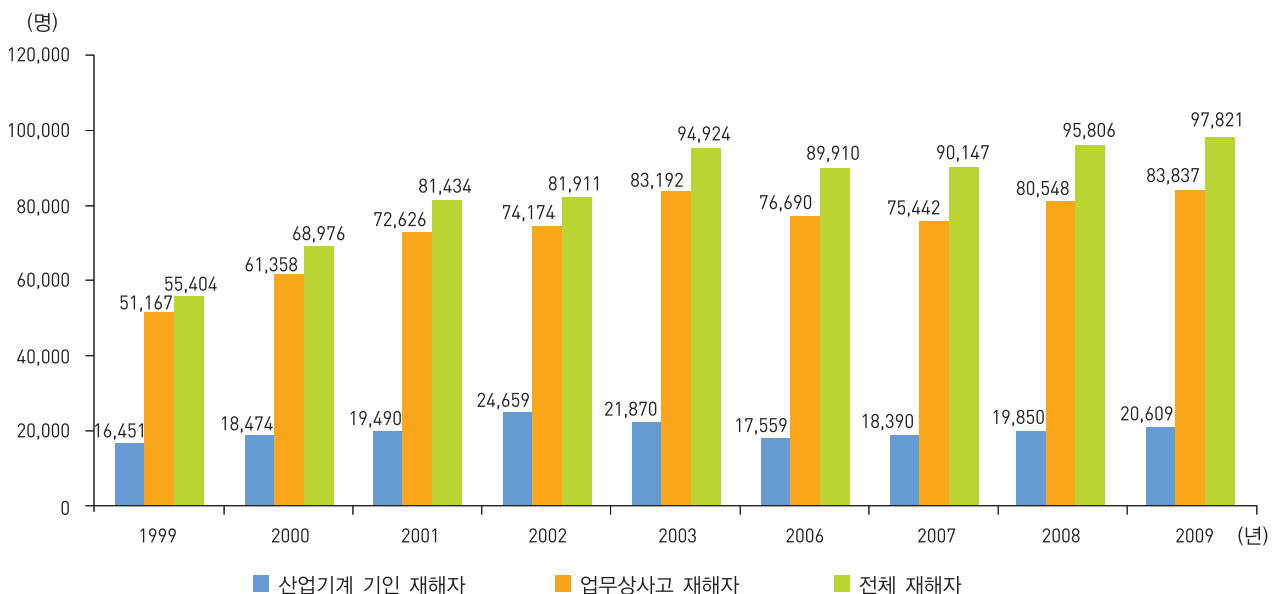
최근 2년(2008~2009년) 동안 산업기계로 인한 전체 업무상사고 재해자 5만 3,881명을 기인물별로 분석한 결과에 따르면 프레스, 지게차, 연삭기, 기계톱, 전단기 등의 순으로 재해가 많이 발생하였으며, 이들 기계를 포함한 상위

4) 산업재해 예방 정책의 기초 자료를 제공할 목적으로 업무상사고 재해자의 재해 발생 원인을 업종, 발생형태, 기인물, 작업내용, 작업지역·공정, 상해 종류 등으로 분석

5) 안전검사대상 기계·기구의 재해 원인 분석 표본 조사(2009년, 산업안전보건연구원)

6) 프레스, 전단기, 크레인, 압력용기, 리프트, 로울러기, 고소작업대, 사출성형기

7) 프레스, 전단기, 크레인, 압력용기, 로울러기, 리프트, 원심기, 곤돌라, 사출성형기, 화학설비, 건조설비, 국소배기장치



[그림 1] 연도별 산업기계 재해 발생 현황

〈표 1〉 기인물별 재해 발생 현황⁸⁾

연도	계(점유율%)	2005년	2006년	2007년	2008년
계	30,690 (100%)	7,338	7,399	7,583	8,370
건축·구조물·표면	9,083 (29.6%)	2,001	1,998	2,346	2,738
설비·기계(휴대용 제외)	7,611 (24.8%)	1,951	1,763	1,847	2,050
부품·부속물·재료	4,688 (15.2%)	1,037	1,542	1,125	984
교통수단	2,712 (8.8%)	635	551	703	823
휴대용·인력용 기계·기구	2,556 (8.3%)	615	492	670	779
기타	4,040 (13.2%)	1,099	1,053	892	996

〈표 2〉 산업기계별 재해 발생 현황⁹⁾

기계명	순위	계	2008년	2009년
계		21,914	11,161	10,753
프레스	1	3,150	1,720	1,430
지게차	2	2,487	1,330	1,157
연삭기(휴대용 포함)	3	2,424	1,221	1,203
기계톱	4	2,083	719	1,364
전단기	5	1,791	947	844
크레인	6	1,563	911	652
컨베이어(벨트 포함)	7	1,118	617	501
분쇄기(식품용 제외)	8	1,070	615	455
드릴머신	9	1,040	567	473
절곡기	10	976	527	449
목재가공기계	11	945	432	513
식품절단기	12	939	434	505
굴삭기	13	919	470	449
식품분쇄기·파쇄기·혼합기	14	889	434	455
휴대용 드릴기	15	520	217	303

15대 재해 다발 기계에 의해 발생한 재해가 전체 산업기계 재해의 40% 이상을 차지하였다.

이들 15대 재해 다발 기계 가운데 생산 또는 사용단계에서 산업안전보건법에 따른 안전성 확인을 받고 있는 프레스, 전단기 및 크레인 등 3종에 의해 발생한 재해가 약 30%, 컨베이어 등 산업안전보건법에 따른 규제대상이 아닌 일반 산업기계에 의해 발생한 재해가 70% 이상으로 분석되었다.

기계의 기술적 결함에 의한 재해와 끼임 등 후진 국형 재해 가장 많아

같은 기간 동안 재해를 발생 원인별로 분석한 결과로는 방호장치 또는 덮개 등을 설치하지 않았거나 설치 후 정상적으로 작동하지 않는 등 기계 자체의 결함에 의한 기술적

원인 때문에 발생한 재해가 73.5%, 작업 절차를 준수하지 않았거나 작업 중 부주의 등 관리적 원인 때문에 발생한 재해가 23.9%, 기타 교육적 원인 등에 의해 발생한 재해가 2.4%로 나타났다.

이들 재해를 발생 형태별로 분석해 보면 기계의 회전부나 움직이는 칼날 사이 등에 작업자의 손을 비롯한 신체의 일부가 끼이거나 절단되는 재해가 44.3%, 기계의 구동부에 접촉 또는 충돌하여 발생한 재해가 27.6%, 달기구의 파손 등으로 인한 하물의 낙하 또는 선반·연삭기에 절삭이나

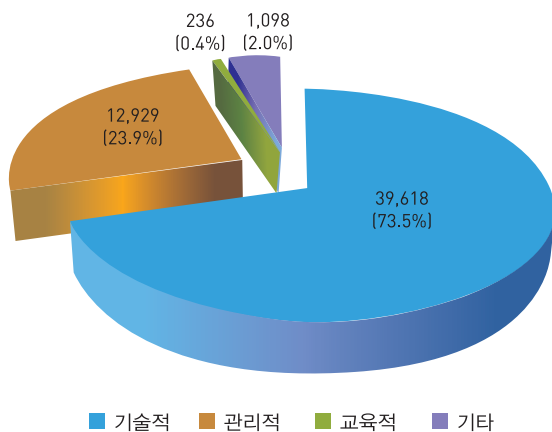
8) 산업재해 원인 조사(업무상사고) 『한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 보고서』 인용

9) 산업용 기계류의 위험성 평가 제도 도입방안 연구(2010, 산업안전보건연구원)

〈표 3〉 산업기계 재해 발생 형태⁽¹⁾

(단위 : 건, %)

구분	계	협착·끼임	충돌·접촉	낙하·비래	추락	전도	기타
점유율(%)	100	44.3	27.6	8.8	5.1	4.2	9.9
계	53,881	23,880	14,856	4,768	2,761	2,270	5,346
2009년	28,441	12,185	8,619	2,240	1,056	1,214	3,127
2008년	25,440	11,695	6,237	2,528	1,705	1,056	2,219

[그림 2] 2008~2009년도 산업기계 재해 발생 원인⁽¹⁰⁾

연마, 작업 중 날아오는 부스러기에 맞아 발생한 재해가 8.8%, 나머지는 기계에서 추락하거나 미끄러지는 등의 재해인 것으로 분석되었다.

프레스를 통해 살펴본 우리나라 산업기계의 안전 수준

우리나라 산업 현장에서 사용하고 있는 산업기계의 안전 수준을 알아보기 위해 프레스의 재해 발생 현황을 우리와 비슷한 검사 제도를 운영하고 있는 일본과 비교해 보았다. 일본은 약 23만대⁽¹²⁾의 프레스에서 매년 약 1,100건의 재해가 발생하여 프레스 1,000대 당 4.7건의 재해가 발생하고 있는 것으로 분석되었다. 반면, 우리나라는 2009년 작업환경실태 조사결과⁽¹³⁾에 따르면 산업 현장에서 사용되고 있는 프레스는 약 10만대 정도인 것으로 파악되었으며, 2006년부터 2008년까지 연평균 1,502명의 재해자가 프레스에 의해 발생하였다. 이는 프레스 1,000대 당 15건의 재해 발생이어서 일본에 비해 3배 이상인 실정이다.

물론 사고로 인한 근로손실일 수 등 재해 강도, 프레스가

동시간, 작업자의 특성 등을 고려하지 않아 ‘우리나라에서 사용되는 프레스가 더 위험하다’고 단정하기 어렵지만 사고 발생 빈도만을 고려한다면 우리나라의 프레스 안전 수준이 훨씬 더 열악하다는 것은 분명해 보인다.

기계안전에 대한 의식과 선진국의 동향

유럽, 미국 등 서양에서는 어떤 제품을 설계·제작할 때 사람은 실수를 하기 마련이므로 사용자가 실수를 하더라도 사고가 발생하지 않도록 근본적으로 안전한 제품을 만들어야 한다고 생각한다. 이에 반하여 우리나라와 일본 등 동양에서는 사고의 원인은 사람에게 있으므로 제품 자체를 안전하게 만드는 기술적인 대책보다 사용자의 교육·훈련을 통해 충분히 사고를 예방할 수 있다고 믿는 경향이 강하다. 그리고 서양에서는 안전은 비용이 들고 투자의 대상이라고 생각하나 동양의 경우 안전은 공짜라는 인식이 사회적으로 팽배하여 안전한 제품을 만들기 위해 비용을 투자하는 기업을 찾아보기 어려운 현실이다.

이러한 동·서양의 사회적 인식은 법과 제도의 차이로 나타난다. 유럽연합(EU)은 모든 산업기계에 대하여 제조자가 기계의 위험요인을 찾아내고 평가하여 안전한 제품을 만들도록 의무화하고 있다. 그리고 미국에서는 제조물책임

10) 산업용 기계류의 위험성 평가 제도 도입방안 연구(2010, 산업안전보건연구원)

11) 산업용 기계류의 위험성 평가 제도 도입방안 연구(2010, 산업안전보건연구원)

12) 일본 중양노동재해방지협회 조사자료 인용

13) 국가 산업안전보건 정책 및 산업재해 예방사업계획 수립을 위한 기초 자료로 활용하기 위해 전국 사업장의 근로 및 고용형태 등 일반 현황, 유해 작업환경 및 화학물질 취급 현황, 위험기계기구 보유실태를 정기적으로 조사

(PL) 제도에 따른 소송의 일반화로 기계 결함에 의한 사고 발생 시 엄청난 피해보상금액과 벌금이 부과되어 기계안전은 기업의 생존과 직결되는 문제로 인식하고 있다. 때문에 제조자와 사용 사업주 모두 사회보험에 가입하여 사고에 따른 배상에 대비하고 있으며, 기계안전에 대한 충분한 정보 공개 등을 통해 소송에도 대비하고 있다.

우리나라와 사회적 인식이 유사한 이웃 일본에서도 2006년에 노동안전위생법에 근거하여 기계 제조자 및 사용자(사업주)로 하여금 기계의 위험성이나 유해성 등을 조사하고 안전조치를 강구하도록 하였으며, 이를 위해 2007년 7월 '기계의 포괄적인 안전기준에 관한 지침'을 전면 개정하여 시행하고 있다. 그런데 우리는 어떠한가? 산업재해의 상당 부분이 기계에 의해 발생하고 있음에도 크레인 등 일부 위험기계를 제외한 대다수의 기계는 덮개 등 기본적인 안전장치 부착 여부도 확인하지 않은 채 제조·유통·사용되고 있는 실정이다.

산업기계 재해 발생 현황과 선진국의 동향이 주는 시사점

국제적으로 통용되는 제품안전과 관련된 기준이나 전문서적을 보면 제품 안전성 확보의 첫 번째 우선 순위는 기술적으로 안전하게 설계하여 위험을 제거하도록 하고 있다. 그 다음으로 기술적 대책 수립이 불가능한 경우에 한하여 안전장치를 설치하거나 보호구를 지급하며, 마지막 수단으로 사용설명서 등을 통해 제거가 불가능한 위험정보를 사용자에게 제공하도록 하고 있다.

앞에서 언급했듯이 산업기계 재해의 대다수는 기계 자체의 결함에 의해 발생하고 기계에 끼이거나 절단되는 재해이다. 우리가 흔히 접하는 재해사례집에는 재해 발생 원인으로 덮개 또는 방호장치가 설치되지 않았거나 설치된 방호장치가 정상적으로 작동하지 않았다는 기술적인 내용과 작업 지휘자 미배치 또는 작업안전 수칙 미준수 등의 관리



우리나라의 경우, 기계산업은 국가 산업과 경제 발전에 중요한 부분을 차지하고 있는 반면에 산업기계로 인한 각종 재해는 아직 후진성을 벗어나지 못하는 실정이다.

66

유럽, 미국 등 서양에서는
어떤 제품을 설계·제작할 때
사람은 실수를 하기 마련이므로
사용자가 실수를 하더라도
사고가 발생하지 않도록 근원적으로
안전한 제품을 만들어야 한다고 생각한다.
이에 반하여 우리나라와 일본 등 동양에서는
사고의 원인은 사람에게 있으므로
제품 자체를 안전하게 만드는
기술적인 대책보다 사용자의 교육·훈련을 통해
충분히 사고를 예방할 수 있다고
믿는 경향이 강하다. 그리고 서양에서는
안전은 비용이 들고 투자의 대상이라고 생각하나
동양의 경우 안전은 공짜라는 인식이
사회적으로 팽배하여
안전한 제품을 만들기 위해
비용을 투자하는 기업을 찾아보기
어려운 현실이다. 99

적 측면이 함께 기술되어 있다. 이는 받아들이기 여하에 따라 작업자가 주의를 하면 기계에 결함이 있더라도 사고 방지가 가능하다는 뜻으로 비춰질 수도 있을 것이다.

제언

모든 산업기계에 대하여 제조자가 위험성을 평가하여 안전성을 확보하도록 제도화하거나 사회적 여건을 조성하는 것이 세계적인 추세이다. 이러한 패러다임의 변화에 부응하는 한편, 산업기계에 의한 재해를 획기적으로 감소시키기 위해 제도 개선과 사회적 여건 조성이 시급해 보인다.

이를 위해 모든 산업기계를 대상으로 제조자가 위험성을 평가하도록 의무화하여 근원적으로 안전한 기계·기구·기구 제작·보급되도록 제도를 개선할 필요가 있다. 그리고 기계별 재해 발생 현황 분석을 통해 재해가 지속적으로 많이 발생하는 기계는 의무안전인증대상에 포함하고, 현재 의무

안전인증대상에 포함되어 있으나 제조자의 기술력 향상 등으로 인해 재해가 감소한 기계는 그 대상에서 제외함으로써 제조자가 안전한 기계를 생산·보급할 수 있도록 동기를 부여하는 것이 바람직하다.

이러한 제도적 여건 개선만으로 산업기계 재해를 줄이는 것은 분명 한계가 있다고 본다. 무엇보다 제조자 스스로 안전한 기계를 설계·제작·보급하고, 사용 사업주는 기계 구매 시 안전성을 최우선으로 고려하며, 작업자는 불안정한 작업을 하지 않는 풍토를 조성할 필요가 있다.

나가며

금년 8월말까지의 재해 발생 추세가 이어질 경우 금년도 전체 재해자 수는 10만명을 초과할 것이라는 불길한 예상이 나왔다. 이를 막기 위해 한국산업안전보건공단은 '산업재해 감소 100일 특별대책'을 수립·시행하는 등 산재를 0.6% 달성을 위해 모든 역량을 집중하고 있다. 그러나 전체 산업기계 재해의 70% 이상을 차지하는 공작기계, 목재가공기계, 식품가공기계 등 비규제대상 산업기계의 안전성 확보 없이는 산업재해 감소에 한계가 있을 수밖에 없어 보인다.

국내 산업기계 제조자를 대상으로 설문 조사¹⁴⁾한 결과, 산업기계 안전 설계·제작을 위한 가장 큰 애로사항으로 제품의 원가 상승, 전문기술인력 및 국제안전기준 등 정보 부족을 꼽았다. 또한 기계의 위험성 평가를 하지 않는 이유는 고객이 요구하지 않고 규제사항이 아니기 때문이라고 응답하였다.

앞으로 공단은 제조자가 안전한 산업기계를 제작·보급하고, 사용 사업주나 근로자가 안전한 기계를 구매·사용할 수 있는 여건을 조성하기 위해 기술적·재정적 지원을 지속적으로 추진해 나갈 계획이다. 이를 위해 기계 제조자, 유통업체, 사업주 및 근로자 등 관계자 여러분의 지속적인 관심과 적극적인 협조가 있기를 기대한다. ㉮

14) 산업기계 위험성 평가 제도 도입방안(안)(2010, 산업안전보건연구원)

산업안전보건 분야의 ISO Risk Management Standard



박달재 교수
서울과학기술대학교
안전공학과

안전(safety)은 리스크(risk)와 밀접하게 관련되며, 일반적으로 리스크가 수용할만한 수준보다 작으면 안전하고, 수용할만한 수준을 벗어나면 안전하지 않다고 생각할 수 있다. 대체적으로 그동안 산업안전보건 분야에서 리스크는 부정적인 것과 연관지어왔다. 그러나 최근 국제표준화 기구(ISO)에서는 리스크에 대한 부정적인(negative) 측면뿐만 아니라 긍정적인(positive) 측면도 같이 고려하여 리스크 관리를 수행할 수 있도록 하는 원칙과 실행, 관리 절차 및 정의에 대한 표준(ISO 31000)을 제정하였다. 이에 따라 ISO 31000은 향후 국제적으로 널리 활용되리라 예상된다.

안전(safety)과 리스크(risk)

‘안전(safety)’이란 용어는 학문 분야별 또는 산업 분야별로 그 의미를 조금씩 달리 해석한다. 예를 들면, 공학 관련 분야에서는 상해, 손상 또는 사망 등이 없는 것을 안전이라 말하고, 경제 관련 분야는 비용과 관련하여 금전적 손실이 없는 것이 안전하다고 여겨왔다.

ISO / IEC 규격(ISO / IEC GUIDE 51 Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards, 1996)에서는 안전을 ‘Freedom from unacceptable of harm’으로 정의한다. 그 의미를 살펴보면, 신체적 상해, 사람의 건강에 대한 손상 또는 재산이나 환경에 대한 손실을 발생시키는 위해(harm) 측면에서 수용할 수 없는 리스크로부터 자유로운 상태로 해석할 수 있다. 이 정의에서 리스크(risk) 개념은 어떤 사상의 발생 가능성(likelihood)과 결과(consequence)의 조합을 의미하는데, 이는 리스크의 어원

관점에서 보면 협의적 개념인 것으로 보인다.

‘리스크(risk)’란 용어의 어원은 문헌에 따라 차이가 있으나 이태리어 risicare(뱀심종게 도전하다 : to dare) 또는 아랍어 rizk(하늘로부터의 예상치 못한 선물 : an unexpected gift from heaven)에서 유래한 것으로 보고 있다. 두 가지 모두 불확실성(uncertainty)과 관련되며 리스크에 대한 긍정적 측면과 부정적 측면 모두를 포함한다. 그러나 Webster 및 국내 사전, 그리고 산업안전보건 분야에서는 상해, 사망 또는 손실 등 부정적인 측면을 고려할 때 리스크라는 용어를 주로 사용하고 있다.

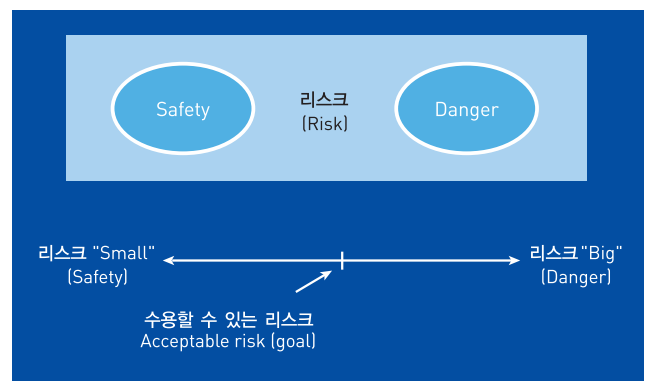
최근 수년간 국제표준화기구(ISO)에서는 리스크에 대한 토론을 지속적으로 해왔으며, 기업 또는 조직이 달성하고자 하는 목표(환경, 안전보건, 품질, 재무 등)에 대한 불확실한 결과에 부정적인 측면과 긍정적인 측면 모두를 포함시키기 위해 2009년 ISO 규격(ISO GUIDE 73, Risk management-vocabulary, 2009)에서 리스크를 ‘The



기업이 리스크로부터 안전한지 또는 안전하지 않은지를 평가하기 위해서는 수용할 수 있는 리스크에 대한 기준을 설정하는 것이 중요하다.

effect of uncertainty on objectives'로 정의하였다. 이 개념으로부터 리스크는 부정적인 영향뿐만 아니라 긍정적인 경우를 고려할 때도 사용하는 용어임을 이해하는 것이 필요하리라 판단된다. 최근 영국의 산업안전보건청(HSE)에서도 '2010 이후의 사업장 안전보건에 대한 전략'에서 그동안의 안전보건 관련 분야별 기능적 관리를 넘어 기업의 비즈니스 측면에서 안전보건의 하나의 기회이고, 이에 대한 구체적인 사례를 제공할 수 있는 방법에 대한 전략을 세우고 있다.

기업이 리스크로부터 안전한지 또는 안전하지 않은지를 평가하기 위해서는 수용할 수 있는 리스크에 대한 기준을 설정하는 것이 중요하다. 이 기준은 상대적인 것으로 [그림 1]과 같이, 수용할 수 있는 리스크 이내이고 그 리스크가 작으면 상대적으로 안전하다는 판단이 가능하다. 하지만 수용할 수 있는 리스크로부터 벗어나면 안전하지 않고, 그 리스크가 매우 크면 danger로 여겨진다.



[그림 1] 안전과 리스크의 관계

수용할 수 있는 리스크 또는 수용할 수 없는 리스크는 환경조건 설정(establishment of context), 리스크 평가(risk assessment), 리스크 처리(risk treatment), 리스크 모니터링 및 검토(risk monitoring & review), 리스크 정보 교환 및 상담(risk communication & consultation)

등의 세부 절차를 포함하는 리스크 관리 절차(risk management process)를 통하여 지속적으로 평가·관리하여야 한다.

리스크 관리는 관리 절차와 관련된 활동을 통하여 기업이나 조직의 리스크에 대해 정확히 평가하고, 그 대책을 적절히 세워서 손실 및 불확실성을 줄이며, 비즈니스 기회를 창출하여야 한다. 이를 통해 리스크 관리의 긍정적 측면 및 리스크 관리에서의 기회를 보여주려고 하는 것이 ISO에서 새로 제정한 ISO 31000 리스크 관리 표준이다.

산업안전보건 분야에서 새로운 리스크 관리(ISO 31000)가 왜 중요한가?

첫째, 리스크 관리를 통해 기업 또는 사업장이 가지고 있는 유해·위험요인과 그 유해·위험요인으로 인한 리스크의 수준을 산정할 수 있다.

리스크를 단순히 관리하는 것과 리스크 관리는 개념적으로 동일하지 않다. 리스크 관리는 우선, 기업에 어떤 유해·위험요인이 존재하는가를 면밀히 파악하는 것에 중점을 둔다. 만약 어떠한 유해·위험요인이 존재하는가를 모르면 리스크를 제대로 관리하고 있다고 할 수 없다. 리스크 평가는 리스크 관리의 가장 핵심적인 요소 중의 하나라고 할 수 있다.

기업은 유해·위험요인을 다각적인 방법을 통해 발굴하여야 하며, 유해·위험요인으로 인한 리스크 크기가 어느 정도인가를 파악하여야 한다. 기업의 업종, 규모, 설비, 장치 또는 생산되는 제품 등에 따라 유해·위험요인이 많거나, 그렇지 않을 수도 있다. 하지만 리스크 평가를 하지 않으면 매번 대두되는 리스크에 대해 검토하는 데 시간을 써야 하고, 그 리스크에 대비하기 위해 필요 이상의 비용과 시간을 들여야 한다.

두 번째로 리스크는 기회(opportunity)를 의미하기도 한다.



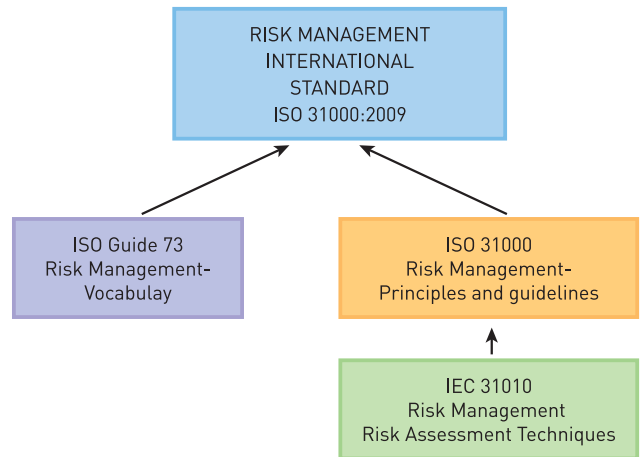
기업은 유해·위험요인을 다각적인 방법을 통해 발굴하여야 하며, 유해·위험요인으로 인한 리스크 크기가 어느 정도인가를 파악하여야 한다.

무엇보다도 비즈니스에서는 항상 리스크를 동반하기 마련인데 이 리스크를 잘 활용하면 기회가 되기도 하는 것이다. 리스크 관리를 긍정적 시각에서 실시하면 이러한 기회를 포착할 수 있으므로, 리스크가 반드시 비용의 지출만을 의미하지는 않는다는 것을 알 수 있다.

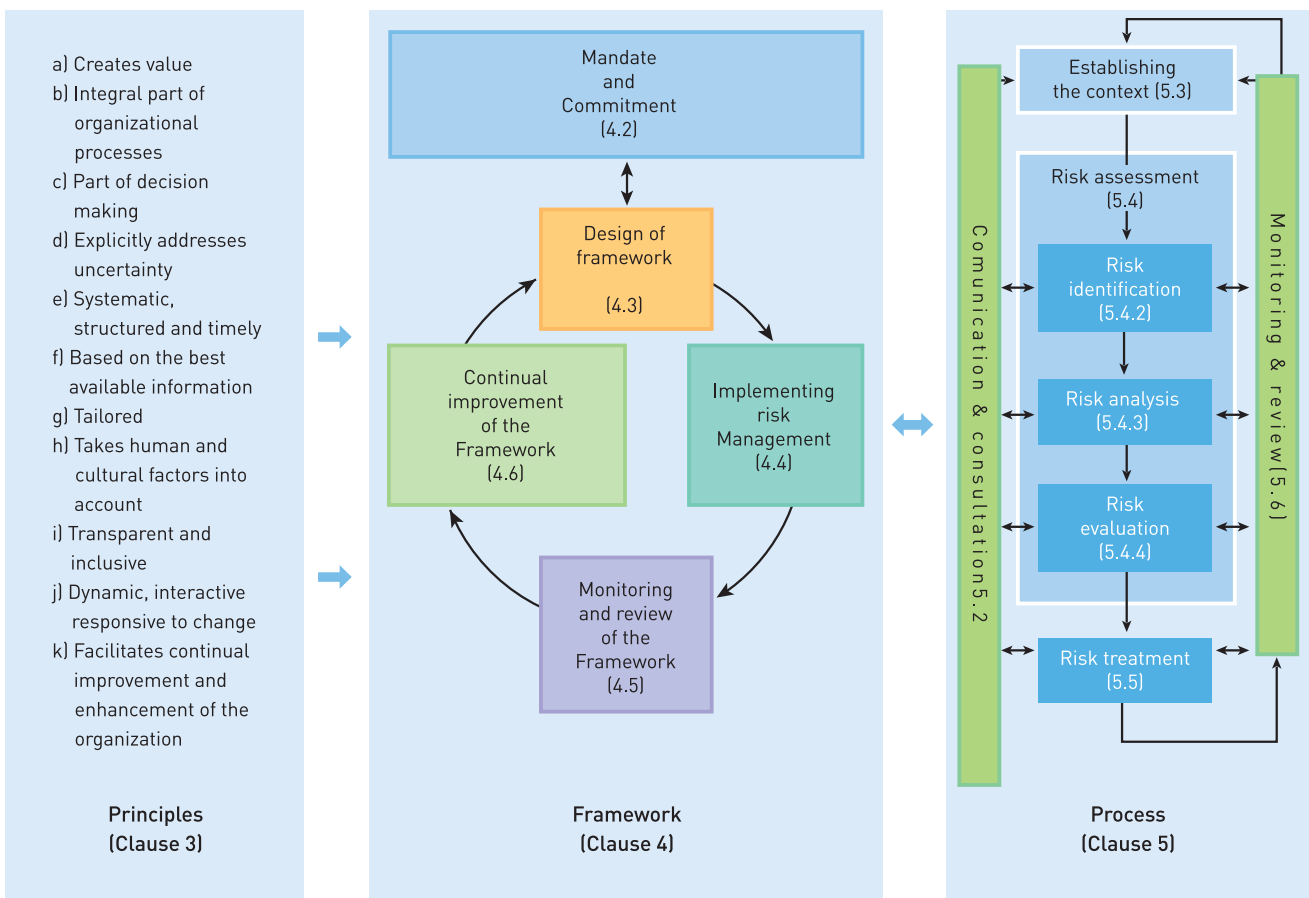
세 번째로 많은 기업은 품질(ISO 9001), 환경(ISO 14001), 안전보건(OHSMS 18001, 또는 KOSHA 18001) 등의 관리 시스템을 활용하여 기업의 리스크를 관리하고 있다고 할 수 있다.

여기에는 실무적이고 효과적인 해결책으로 측정 가능한 실무규범으로서의 원리, 기본 체제 및 절차, 그리고 리스크의 등급, 관리 도구, 평가 기법 및 기타 리스크에 대한 긍정적 측면을 이해하는 데 도움이 되는 사항이 결여되어 있다. 이러한 문제점을 보완하고자 2009년 ISO에서는 [그림 2] 및 [그림 3]과 같이 리스크 관리에 대한 원칙과

실행, 리스크 관리 절차 및 정의에 대한 통일된 접근법을 제공하는 표준을 발간하였다. 이는 궁극적으로 ISO 9000 및 14000 규격, OHSMS 18001 등과 연계하여 리스크 관



[그림 2] ISO 31000 리스크 관리 국제표준



[그림 3] ISO 31000 리스크 관리 원칙, 체계 및 절차

리에 대한 실행지침, 기존의 ISO / IEC 관련 규격에 가이드 역할 수행, 기업 또는 조직의 효율적 운영을 위한 리스크 관리에 대한 지침을 제공하는 것이다. 이 규격은 다른 인증 규격과 달리 현재 인증 규격으로 사용되지 않고 일반적인 원칙과 지침을 제공하는 역할을 한다.

리스크 관리 절차(risk management process)

리스크 관리는 관리 절차와 관련된 활동을 통하여 특정 조직 또는 단체의 리스크를 총괄적으로 관리하는 것이다. 리스크 관리 절차는 환경조건 설정, 리스크 평가, 리스크 처

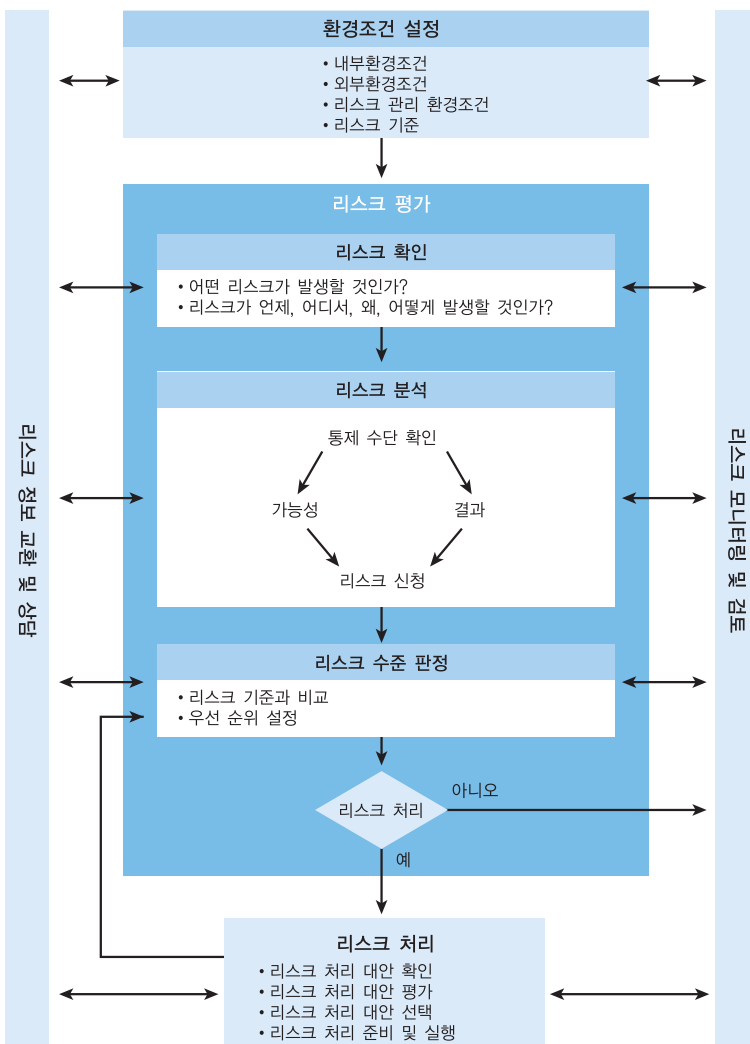
리, 리스크 모니터링 및 검토, 리스크 정보 교환 및 상담 등의 세부 절차로 이루어지며, 이를 나타내면 [그림 4]와 같다.

환경조건 설정(establishment of context)

리스크 관리 절차는 관리대상이 되는 특정 조직 또는 단체에 대한 환경조건(context) 설정으로 시작되며, 환경조건에는 관리대상의 목적, 내·외부 변수의 정의, 리스크 관리활동의 범위와 리스크 기준 등을 포함한다.

리스크 평가(risk assessment)

리스크 평가는 확인, 분석 및 수준 판정에 대한 전체적인 과정을 의미한다.



[그림 4] ISO 31000 리스크 관리 절차

■ 리스크 확인(risk identification)

리스크 확인단계의 목적은 조직의 목적 달성에 지연, 촉진, 저하, 방해, 증대를 야기할 수 있는 사상(event)을 바탕으로 리스크에 대한 포괄적인 목록을 작성하는 것에 있다. 조직은 리스크의 근원, 영향 범위, 사상(상황의 변화 포함), 사상의 원인 및 잠재적인 결과를 확인해야 한다. 이 단계에서는 리스크 근원에 대한 조직의 통제 여부에 관계없이 리스크의 근원 또는 원인이 명확하지 않은 리스크도 포함해야 한다.

■ 리스크 분석(risk analysis)

리스크 수준 판정, 그리고 리스크 처리의 필요 여부와 가장 적합한 리스크 처리전략 및 방법은 리스크 분석을 바탕으로 한다. 리스크 분석에는 리스크의 근원 및 원인, 긍정 또는 부정적인 결과, 발생 가능성 등을 포함하며, 이 단계에서 결과와 가능성에 영향을 미치는 요소를 확인하여야 한다. 리스크 분석은 리스크, 분석 목적, 이용 가능한 정보, 데이터 및 자원에 의존하여 다양하면서 상세한 수준으로 실행될 수 있다. 상황에 따라서는 정성적(qualitative), 반정량적(semi-quantitative), 정량적(quantitative) 또는 이를 조합하여 수행될 수 있다.

“

리스크 관리에 대한 개념은 각 비즈니스 영역에 따라 달리 해석되었던 게 사실이다. 특히 산업안전보건 분야에서의 리스크 관리는 전통적으로 리스크의 부정적 측면에 너무 편중되어왔으며, 리스크라는 용어의 사용 자체에 대해서도 기피하는 경향이 많았다고 볼 수 있다. 그러나 최근 국제적으로 분야에 관계없이 리스크 관리에서 리스크는 기회이고, 이는 기업의 비즈니스 경쟁력을 강화한다는 인식이 확산되고 있다. ”

■ 리스크 수준 판정(risk evaluation)

리스크 수준 판정은 리스크 분석의 결과를 바탕으로 리스크 처리의 필요 여부나 처리 이행에 대한 우선 순위를 결정하는데 필요한 절차이다.

리스크 수준 판정은 환경조건을 설정할 때 규정된 리스크 기준과 리스크 분석과정 동안에 확인된 리스크 수준을 비교하는 것을 포함한다. 이러한 비교를 기반으로 리스크 처리 여부가 결정된다.

리스크 처리(risk treatment)

리스크에 대한 처리는 리스크를 변화시키기 위하여 단일 또는 다수의 조치방안을 선택하고 집행하는 절차를 포함한다. 리스크 처리의 선택된 대안(options)에는 리스크를 야기하는 활동의 시작이나 지속시키지 않게 하기 위한 결정으로 리스크 회피, 리스크 야기, 리스크를 높일 수 있는 활동의 시작 또는 지속시키지 않기 위한 결정으로 기회의 추구, 리스크 근원의 제거, 가능성의 본질 및 크기 변화, 결과의 변화, 리스크 분담, 그리고 리스크 보유 등이 있다.

리스크 모니터링 및 검토(risk monitoring and review)

리스크에 대한 모니터링 및 검토의 가장 주요한 목적은

발생하는 새로운 리스크를 확인하고, 리스크 처리방법이 여전히 효과적으로 작용하는지 검토하는 것이다. 리스크 모니터링과 검토는 리스크를 정기적으로 확인하고 감독하여야 하며, 리스크 모니터링 및 검토결과는 기록하여 내·외부에 보고하고, 리스크 관리 시스템의 검토를 위한 자료로 사용하여야 한다.

리스크 정보 교환 및 상담(risk communication and consultation)

리스크에 대한 정보 교환과 상담은 모든 리스크 관리단계에서 수행되어야 한다. 리스크에 대한 정보 교환과 상담을 위한 계획은 외부 및 내부 이해 관계자와 초기단계에서 수립하여야 한다.

이 계획을 수립할 때는 리스크 자체, 리스크의 원인 및 결과를 관리하기 위한 수단 등과 관련된 사항을 고려하여야 한다. 리스크 관리 절차 수행에서 리스크 정보 교환과 상담이 적절한지 확인하여야 한다. 의사결정권자가 최종 의사결정을 하는 데 참고자료 및 특정 조치가 요구된 사항에 대해 이해하고 있는지를 리스크 정보 교환과 상담을 통해 확인하여야 한다.

결언

리스크 관리에 대한 개념은 각 비즈니스 영역에 따라 달리 해석되었던 게 사실이다. 특히 산업안전보건 분야에서의 리스크 관리는 전통적으로 리스크의 부정적 측면에 너무 편중되어왔으며, 리스크라는 용어의 사용 자체에 대해서도 기피하는 경향이 많았다고 볼 수 있다. 그러나 최근 국제적으로 분야에 관계없이 리스크 관리에서 리스크는 기회이고, 이는 기업의 비즈니스 경쟁력을 강화한다는 인식이 확산되고 있다.

이러한 시점에서 ISO에서 제정한 리스크 관리의 수행에 필요한 원칙과 실행, 절차 및 정의에 대한 표준(ISO 31000)이 산업안전보건 분야에 활용될 경우, 각 사업장에서 보다 체계적인 안전보건관리가 이루어져 궁극적으로 안전보건 수준을 한 단계 향상시킬 수 있으리라 기대된다. ⑥

미끄러짐 – 미신과 현실



김정수 연구원
산업안전보건연구원
안전시스템연구실

본고는 이제까지 우리가 미끄러짐 현상에 대해 잘못 생각하고 있어서 문제의 해결책을 다른 곳에서 찾지 않았나 하는 반성에서 출발하였다. 특히 ‘물에 의해 미끄러진다.’는 생각은 참으로 해결하기 힘든 상황이다. 화장실 및 조리실과 같이 항상 물이 존재하는 곳이나 실외로 출입이 잦은 직업(서비스 업종) 등의 현장상황을 고려한다면 물을 제거하는 것은 거의 불가능하다. 또한 현재 까지 산업안전보건연구원 안전시스템연구실에서 수행하고 있는 피시험자를 통한 미끄러짐 시험 동안 물에 의해 미끄러지는 경우는 한 번도 나타나지 않았다.

고민의 시작

많은 사람이 미끄러짐과 관련하여 잘못된 지식을 갖고 있는 듯하다. 실례로, 방송이나 혹은 신문 등에서 “사람이 물로 인하여 미끄러졌다.”는 말을 많이 하고 있다. 만일 이러한 말이 정확하다면 과연 우리나라 사람들 중 안전한 보행이 보장되는 사람은 몇 명이나 될까? 물론 여기에는 표현되지 않은 중요한 사항이 누락되어 있어 단순하게 논의하는 것은 무의미할지도 모른다. 즉, 바닥이 얼마나 거친 상태였는지, 신발의 겔창 상태가 어떠한지, 아니면 미끄러질 당시 피재자의 보행상태는 어떠한지에 대한 정보가 누락되어 있다는 것이다.

그럼 물에서 미끄러졌을 경우, 바닥은 어떠한 상태였고 신발은 어떠한 상태였으며 피재자는 어떻게 보행하였는가? 참 어려운 판단이다. 즉, 바닥의 거칠기를 규정하는 파

라미터는 최소 20~30개나 되고 신발의 겔창이 마모됨에 따라 겔창 표면의 형태가 다양하게 변화하며, 보행상태에 따라 요구되는 최소 마찰력이 변하기 때문에 한 마디로 이를 말한다는 것은 참으로 어렵다. 또한 실험실에서 얻은 결과와 현장에서 얻은 결과는 다양한 인자에 의해 크게 달라진다. 현장에 존재하는 다양한 인자들의 예로는 기름기, 세제, 음식물찌꺼기, 분진, 신발겔창에 끼어 있는 흙, 모래 등이 있다. 그런데 여기에서 왜 현장의 다양한 오염물질 중 물은 제외되었을까? 이것에 대한 의문은 본고를 읽다보면 자연스럽게 알게 될 것이다.

본고는 산업안전보건연구원 안전시스템연구실에서 4년 동안 연구하여 얻은 자료와 다양한 외국자료를 바탕으로 우리가 단순히 생각하고 있던 미끄러짐 사고를 다시 한 번 고찰하고, 이제까지 알고 있던 지식이 단순히 미신에 불과하지 않았는가를 고민하기 위하여 작성하였다.

미끄러짐 판정기준은 항상 동일하다?

사람이 미끄러지지 않고 정상적으로 보행하기 위해 요구되는 최소 마찰조건은 얼마인가? 이러한 의문은 오래전부터 많은 연구자에 의해 제기되어왔고 현재도 제기되고 있다. 그렇다면 이러한 최소 마찰조건은 어떻게 얻을 수 있는가?

현재까지 알려져 있는 미끄러짐 위험성 판정조건은 <표 1>~<표 4>와 같이 각국의 조건에 따라 다양하게 나타나고 있다. 그렇다면 이러한 판정조건이 어떻게 구해졌을까? 첫 번째로는 피시험자의 인지적 판단기준을 이용한 경우가 있고, 두 번째로는 다양한 보행조건에서 피시험자의 정상 보행을 통해 얻는 경우가 있다. 결국 이러한 판정조건은 인간의 인지와 행동 특성을 통해 얻어진다. 따라서 미끄러짐 위험성 판정조건에는 이미 정상 보행을 위한 최소 마찰조건이 반영되어 있다. 최소 마찰조건은 이러한 미끄러짐 위험성 판정조건을 자세히 조사한다면 얼마인가를 알 수 있다.

미끄러지지 않고 정상 보행을 할 수 있는 최소 마찰조건은 사람마다 다르고, 보행조건마다 다르게 나타난다. 이같은 문제를 해결하기 위해서는 다양한 사람과 다양한 보행조건을 통하여 통계적으로 최소 마찰조건을 찾아야 한다. 그런데 지금까지는 단순히 전체 실험결과에서 가장 높은 최소 마찰조건을 선택하여 이를 판정조건으로 이용하거나, 그 판정조건과 피시험자의 인지적 평가를 토대로 다시 몇 단계를 구분하여 위험 등급을 나누고 있는 실정이다. 하지만 미끄러짐 현상의 통계적 특성을 좀 더 반영하기 위해서는 확률분포함수를 이용하는 접근법이 필요하다.

이러한 접근법은 몇몇 선행연구자들에 의해 수행되어왔고, 앞으로도 그 연구가 추가적으로 필요한 상태이다. [그림 1]은 동일한 관점에서 2009년에 안전시스템연구실이 수행한 보행 실험결과로부터 얻은, 미끄러지지 않기 위한 최소 마찰계수의 누적확률분포함수를 나타낸 그림이다. 본 결과는 젊은 남성 피시험자 20명 및 젊은 여성 피시험자 15명을 시험하여 얻었다. 여기서 얻은 확률적 최소 마찰계수는 약 0.45로 나타나, Burnfield의 연구결과인 [그림 2]와 거의 동일한 범위로 나타나고 있다. 여기서 최대 이용된 마찰계수는 미끄러지지 않기 위한 최소 마찰계수와 동일한

<표 1> 영국 HSL의 미끄러짐 위험성 구분(Slip risk classification)

C.O.F	미끄러짐 위험성
0.00~0.24	매우 높음
0.25~0.35	보통
0.36~0.64	낮음
→0.65	매우 낮음

<표 2> 독일 DIN 51130에 의한 미끄러짐 위험성 구분(독일 국가 표준)

분류	R9	R10	R11	R12	R13
미끄러짐각	3° ~ 10°	10° ~ 19°	19° ~ 27°	27° ~ 35°	→35°

<표 3> 미국 ANSI/NFSI B101.1에 미끄러짐 위험성 구분

SCOF	미끄러짐 위험성
0.00~0.39	위험(낮은 마찰)
0.40~0.59	주의(한계마찰)
≥0.60	안전(높은 마찰)

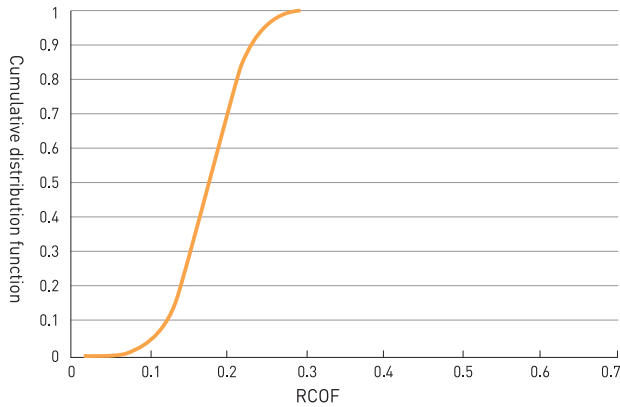
<표 4> 호주의 AS/NZS 4586:1999, 4663:2002

분류	C.O.F	미끄러짐 위험성
V	→ 0.54	매우 낮음
W	0.45~0.54	낮음
X	0.35~0.44	보통
Y	0.25~0.34	높음
Z	← 0.25	매우 높음

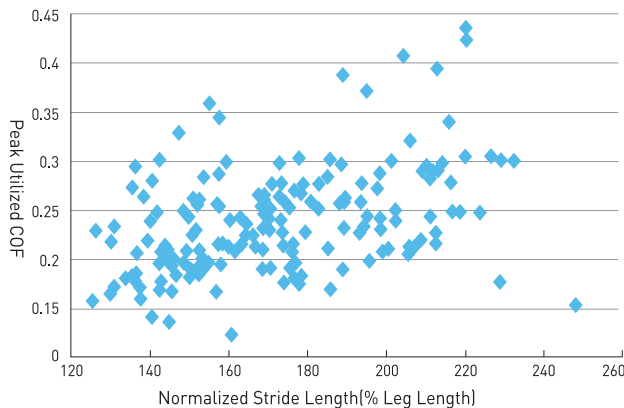
의미이다. 따라서 어떠한 조건에서라도 마찰계수 값이 0.45를 초과한다면 미끄러지지 않음을 의미한다. 그런데 <표 1>~<표 4>에 나타난 것과 같이 범위가 주어지고 판정조건이 주어지는 것은 어떠한 의미를 내포하고 있는 것일까? 이에 대한 자료가 부족하여 정확하게 논하기는 어렵지만 앞으로 이러한 분류가 어떻게 만들어졌는지에 대한 연구가 필요하다.

일반적으로 세라믹 타일은 미끄럽다?

다양한 서비스 산업 현장에서는 타일 바닥재가 가장 많이 사용되고 있다. 안전시스템연구실에서는 2007년도에 단지 하나의 타일을 선정하여 다른 바닥재(아스타일, 비닐 바닥)와 비교 연구한 바 있으나 다양한 타일에 관한 마찰계수 값을 측정하지 못하였다. 이 문제를 해결하기 위해 2010년도에 다양한 타일 바닥재에 대하여 미끄러짐 저항 특성을 연구하였다.



[그림 1] 미끄러지지 않기 위한 최소 마찰계수의 누적확률분포함수



[그림 2] Burnfield의 연구결과(최대 이용된 마찰계수 = 최소 사용마찰계수)

일반적으로 타일 바닥재는 원료의 혼합비율과 소성온도에 따라 자기질, 석기질, 도기질, 토기질로 분류하고, 유약 유무에 따라 시유타일 및 무유타일로 구분한다. 과연 어떠한 오염물질 조건에서 이러한 타일들의 마찰계수 값이 특정기준에 도달하지 못하는지를 판정함으로써 과연 미끄러짐이 왜 발생하였는지를 찾을 필요가 있다.

[그림 3]은 다양한 오염조건에서 여섯 가지의 대표적인 타일(사진 1)을 이용하여 측정한 마찰계수 값을 나타냈다. 본 실험에 사용한 타일들은 서비스 업종 사업장의 주방 및 식당에서 빈번히 나타나는 형태의 타일을 선정하였다. A는 인조석 타일($R_z = 1\mu m$), B는 자기질 시유타일($R_z = 5.7\mu m$), C는 석재타일($R_z = 30.3\mu m$), D는 프로파일타일($R_z = 20.2\mu m$), E는 도기질 타일($R_z = 84.9\mu m$), F는 자기질 시유타일($R_z = 18.3\mu m$)이다.

“

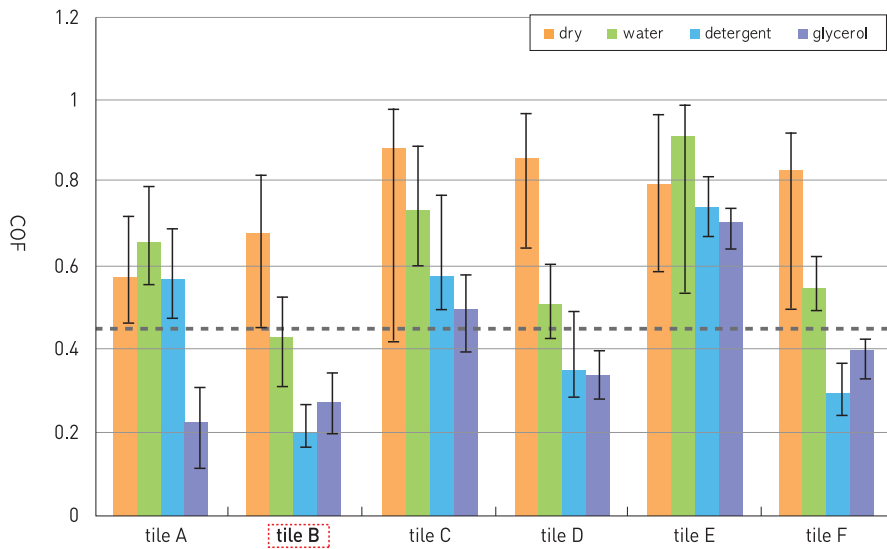
일반적으로 실내·외를 빈번히 왕래하는 근로자의 경우 우천 시 실내 초입에서 미끄러짐 사고가 빈번히 발생한다. 이는 신발에 묻은 흙이 수분에 의해 고체에서 점성물질로 물리적인 상태가 바뀌어 순간적으로 마찰력이 감소하기 때문이다. 따라서 이 경우도 물이 오염물질이 아니라 흙이 오염물질로 작용한다.

즉, 어떠한 미끄러짐 사고가 발생할 경우 사고의 원인이 되는 물질을 오염물질로 판단함으로써 원인물질 제거를 통한 미끄러짐 사고 예방이 가능해진다. ”

[그림 3]에서 어느 정도 변동은 있으나 타일 B를 제외한 나머지 타일들은 모두 물에서 최소 마찰계수기준(0.45)을 초과한 것으로 나타나고 있다. 즉, 표면거칠기가 작은 자기질 시유타일을 제외하고는 모두 물에서 최소 마찰계수기준을 초과하므로 이러한 조건이 아니면 미끄러질 위험성이 거의 없음을 의미한다. 또한 일반적으로 거칠기가 작은 자기질 시유타일을 주방에 거의 사용하지 않으며 미관상 식당 홀바닥에 많이 사용하고 있다. 따라서 현장의 오염물질에서 물을 제외한 것은 어느 정도 타당하다고 본다. 즉, 주방과 같이 물을 많이 사용하는 장소에서는 물에서 미끄러질 정도의 타일을 사용하고 있지 않다는 것이다. 하지만 이것으로 완전하게 이같은 논리를 증명한 것은 아니다. 그러므로 조금 더 근거를 찾아보자.

(사진 2)는 서비스 업종의 사업장 내 조리실의 바닥재를 보여준다. 사진을 통해 알 수 있듯 본 사업장의 바닥재는 (사진 1)의 타일 C와 동일한 재료이다. 이러한 재질이 조리실에서 빈번히 이용되고 있으며 다른 서비스 업종 사업장에서도 유사한 재질을 사용하고 있다.

<표 5>는 (사진 2)의 직원 식당에서 미끄러짐 위험이 있는 구역(튀김솥, 끓임솥 앞)을 선정하여 청소 전후에 따른 마찰계수 값의 변화를 보여준다. 본 실험은 청소 전후에 물을 뿌리고 측정하였기 때문에 동일하게 물에 젖은 상태



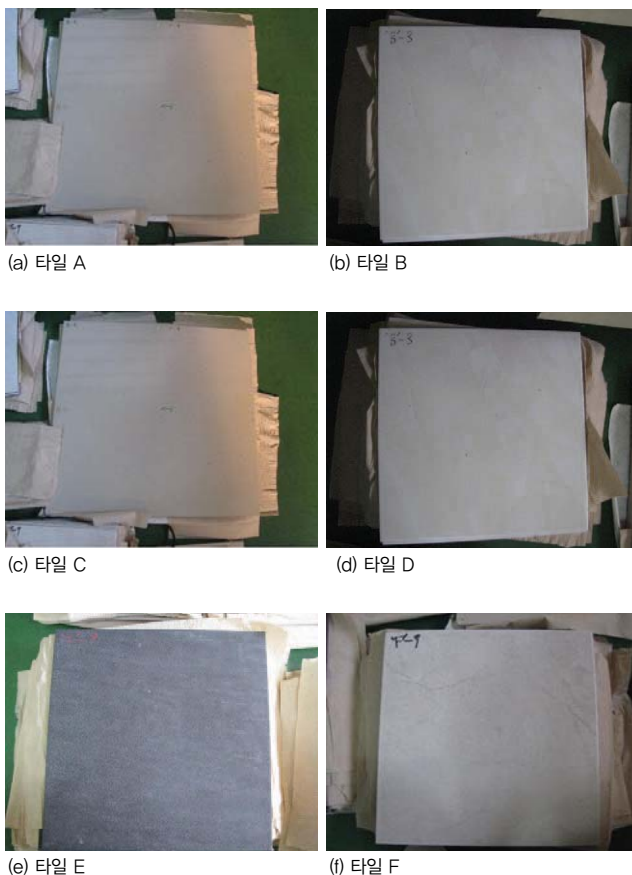
[그림 3] 타일별 및 오염물질별 마찰계수

이다. 그러나 청소를 하고 난후 나타나는 마찰계수 값 그대로 장소에 따라 다르지만 작게는 수십 퍼센트(%)에서 많

게는 200% 이상 증가하였다. 이는 현장 상황을 고려한다면 매우 특별한 문제를 제기할 수 있다.

이러한 현상이 발생하는 작업 위치는 전부 튀김작업을 하거나 고기를 삶는 등의 작업으로 인하여 주위 바닥이 기름에 상시 노출되는 상황이다. 다시 말하면 이러한 바닥재는 물이 있더라도 최소 마찰계수조건인 0.45를 초과하기 때문에 위험하지 않을 수 있으나 바닥에 기름이 오염될 작업이 있기 때문에 마찰계수

값이 0.45를 넘지 못하는 위험한 구역이 된다는 것이다. 따라서 이러한 작업장에서는 ‘물에 의해 미끄러진다.’는 것



(사진 1) 실험에 사용된 여섯 가지 타일



(사진 2) 서비스 업종 사업장의 조리실 바닥재(상 : 튀김솥 앞, 하 : 대형 끓임솥 앞)

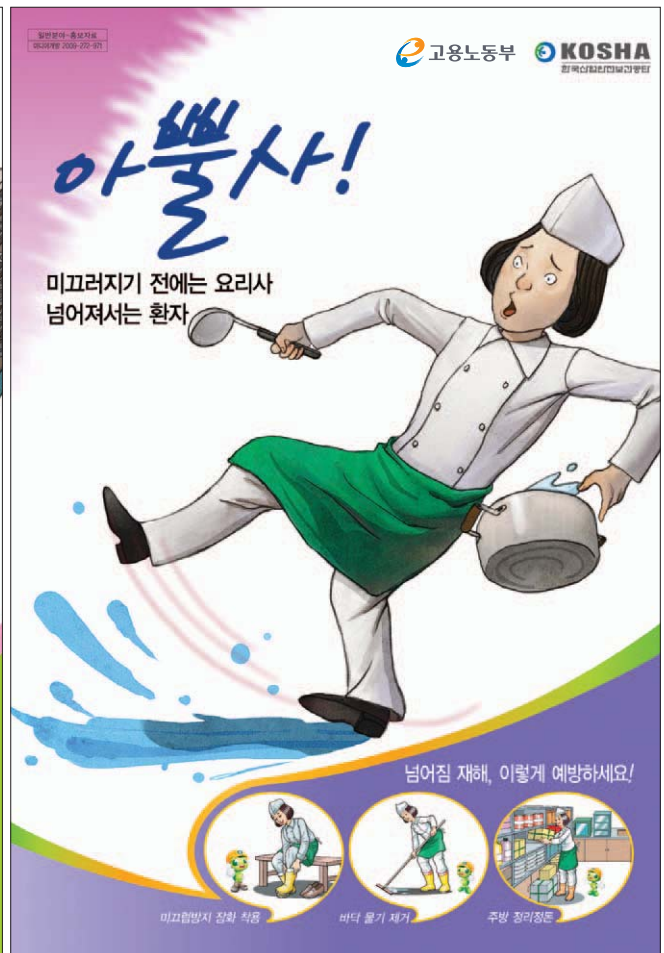
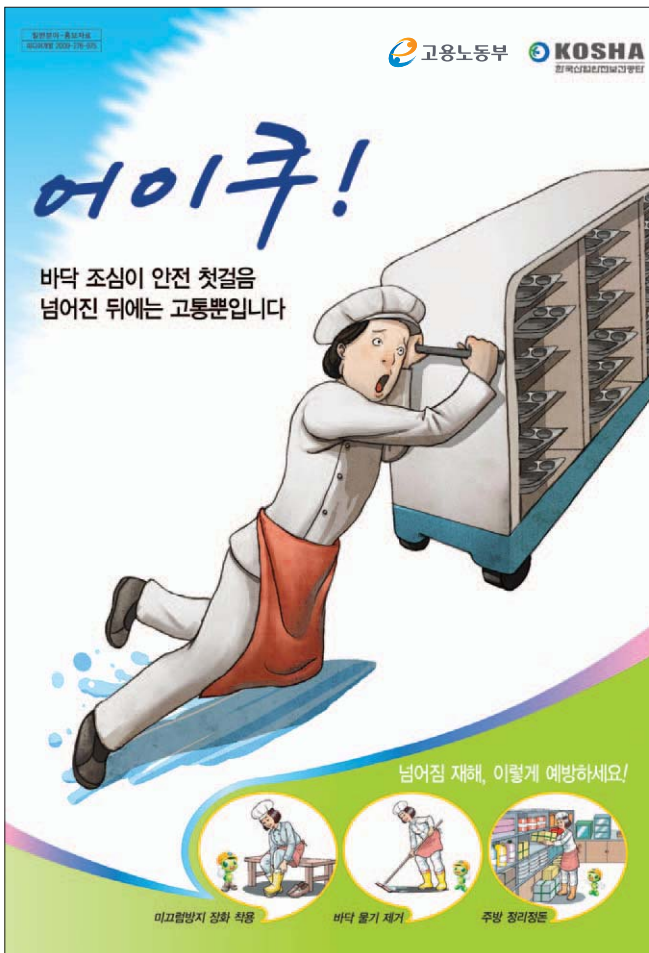
보다는 ‘기름기에 의하여 미끄러진다.’는 것이 오히려 더 맞는 표현이다. 또한 이러한 작업환경에서 시사하는 바는, 결국 작업장에서 미끄러짐 사고 예방은 기름기와 같은 오염물질을 적절한 청소방법으로 제거하는 것이 가장 우수하고 간단한 방법임을 보여준다.

결국 현장에서 사용하는 타일, 오염물질의 종류 및 청소 상태를 고려하면 ‘물에서 미끄러진다.’고 표현하는 것은 적절하지 않다. 분명 타일은 물에서 0.45를 초과하지만 기름기가 제대로 제거되지 않아 마찰계수가 감소한 것이므로 이는 오염물질이 기름기라고 정의하는 것이 미끄러짐 재해를 예방하는 차원에서 제대로 된 판단이다. 여기서 ‘기름’이라고 표현하지 않고 ‘기름기’로 표현한 것은 일반적으로 기름은 물에 떠 물과 함께 흘러가지만 장기간 바닥에 기름이 축적되어 바닥에 고착된 상태임을 나타내기 위

해서이다.

한편, 아직 안전시스템연구실에서 실험을 진행하고 있어 정확하지 않지만 일반적으로 실내·외를 빈번히 왕래하는 근로자의 경우 우천 시 실내 초입에서 미끄러짐 사고가 빈번히 발생한다. 이는 신발에 묻은 흙이 수분에 의해 고체에 점성물질로 물리적인 상태가 바뀌어 순간적으로 마찰력이 감소하기 때문이다. 따라서 이 경우도 물이 오염물질이 아니라 흙이 오염물질로 작용한다. 즉, 어떠한 미끄러짐 사고가 발생할 경우 사고의 원인이 되는 물질을 오염물질로 판단함으로써 원인물질 제거를 통한 미끄러짐 사고 예방이 가능해진다.

이와는 다른 반론도 있을 수 있다. 즉, 많은 사람이 수영장이나 목욕탕에서 미끄러질 뻔한 경험을 갖고 있다. 그래서 ‘물에 의해 미끄러진다.’고 생각할 수 있다. 물



작업장에서 미끄러짐 사고 예방은 기름기와 같은 오염물질을 적절한 청소방법으로 제거하는 것이 가장 우수하고 간단한 방법이다.

66

논의한 결과를 종합해보면
 첫째로, 세라믹 타일의 경우 거칠기가
 $20\mu\text{m}$ 이하인 자기질 시유타일을 제외하고는
 물에서 미끄러질 가능성은 희박하다.
 둘째로, 만일 거친 세라믹 타일에서
 미끄러짐이 발생하였다면
 이는 물에 의한 것이 아니라 기름기에 의해
 발생한 것이므로 청소를 잘 하여야 한다.
 셋째, 신발바닥에 패턴이 있는
 경우가 없는 경우에 비해 미끄러질
 가능성이 적고 패턴의 크기가 작을수록
 미끄러질 가능성은 더욱 줄어든다.
 넷째, 만일 물이 있는 환경에서 어떤 사람은
 미끄러지고 어떤 사람은 미끄러지지 않는다면
 물이 원인이 아니라 신발바닥에
 문제가 있는 것이다. ”

론 그러한 판단은 틀린 것이 아니다. 하지만 이 경우 한
 가지가 빠져 있다. 신발이다. 사람의 맨발은 신발과 다
 른 미끄러짐 특성을 갖고 있다. 또한 수영장이나 목욕탕
 에서 미끄러짐 사고가 발생하는 경우를 자세히 살펴보
 면 항상 바닥에 물이 있기 때문에 사람의 발과 바닥 사
 이가 물리적으로 접촉하기 어렵다. 그러나 신발의 경우
 대부분 신발바닥에 물이 빠져나갈 수 있는 패턴[tread]
 이 있기 때문에 단순히 물로만 미끄러지기 어렵다는 것
 이다.

미끄러운 신발과 미끄럽지 않은 신발

신발바닥에 있는 패턴은 접촉면의 오염물질을 외부로 유
 출시키는 역할을 한다. 이는 압축막효과(squeeze film
 effect)라고 불리는 현상에 의해 설명될 수 있는 것으로
 Strandberg(1985)에 의해 {식 1}과 같이 유도되었다.

$$h^2 = \frac{K \cdot \nu \cdot A^2}{F_N \cdot t} \quad \{\text{식 1}\}$$

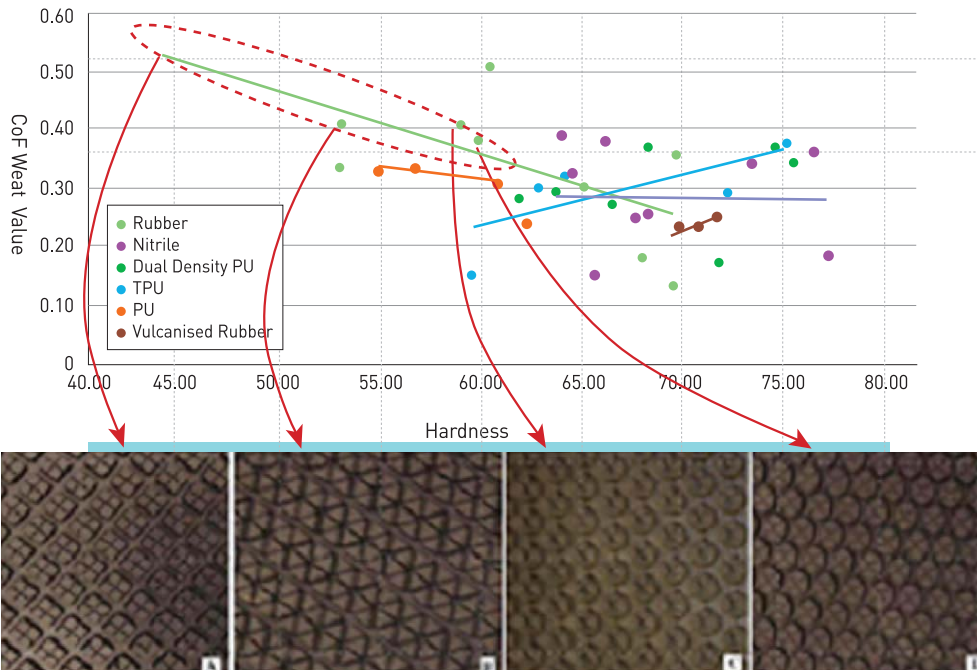
여기서 h 는 액막의 두께, K 는 형상계수, ν 는 동점도, A 는
 접촉 면적, F_N 은 수직하중, t 는 하강시간(2개의 면이 접촉
 하는 데 필요한 시간)이다. 만일 신발이 수직 방향으로 액
 체 속에서 하강한다면 액막의 두께는 접촉면 사이의 점도
 와 접촉 면적, 수직하중 및 하강시간에 의존할 것이다. 또
 한 신발과 보행로면 사이에 완전히 액체만이 존재한다면
 실제로 마찰계수는 0.01 이하가 되어 사람의 정상 보행이
 어렵게 된다. 따라서 신발과 보행로면 사이에 액체 오염물
 질이 존재하더라도 뒤꿈치가 보행로면에 닿는 순간 일부는
 고체 접촉을 하고 나머지는 액체와 접촉을 하게 되므로 {식
 1}을 참조하면 점도가 매우 높거나 접촉 면적이 매우 큰 경
 우에는 동일한 액막 두께에서 하강시간이 증가하고 미끄러
 짐이 발생한다.

{식 1}을 자세히 살펴보면, 면적 A 는 단순히 신발 전체의
 접촉 면적을 의미하는 것이 아니라 접촉부의 오염물질이 가
 장 가까운 외부(신발의 채널 또는 골짜기)로 유출될 때 갖는
 최소 면적을 의미한다. 즉, 만일 동일한 전체 접촉면을 갖고
 있더라도 하나의 신발은 큰 조각으로 만들어져 있고 다른
 하나는 작은 조각으로 만들어져 있다면 작은 조각으로 만들

〈표 5〉 서비스 업종 사업장 조리실 바닥의 청소 전후 마찰계수

측정위치		조리실 입구		기름솔 앞		끓임솔 앞		싱크대 앞	
청소상태		청소 전	청소 후	청소 전	청소 후	청소 전	청소 후	청소 전	청소 후
측정법		ANSI B101.1							
1회	min	0.45	0.53	0.19	0.41	0.21	N/A	0.37	N/A
	max	0.56	0.60	0.28	0.58	0.24	N/A	0.61	N/A
2회	min	0.58	0.47	0.20	0.50	0.20	N/A	0.28	N/A
	max	0.64	0.60	0.28	0.65	0.45	N/A	0.46	N/A
평균		0.56	0.55	0.24	0.54	0.28	N/A	0.43	N/A

※ N/A로 표시된 위치의 청소 후 측정값은 동일한 재료의 청소 후 값으로 판단함



[그림 4] 신발의 경도에 따른 마찰계수의 영향

어진 신발의 접촉 면적이 작다는 것을 의미한다. 이는 [그림 4]로 잘 설명될 수 있다. [그림 4]는 영국 HSL에서 수행한 다양한 신발의 경도에 따른 마찰계수의 영향을 실험한 결과이다. 여기서 경도와 상관없이 [그림 4]의 아래쪽 사진 형태의 조각을 가진 신발이 다른 신발에 비해 우수한 마찰계수 값을 나타내고 있는데 앞에서 설명한 것과 같은 결과이다. 그러므로 ‘물에 의해 미끄러진다.’고 하기보다는 신발의 선택이 잘못된 것이다. 또한 이와 유사한 실험이 Medoff(2002)에 의해 수행되어 동일한 경향을 보여주었다.

미신 타파

본고는 이제까지 우리가 미끄러짐 현상에 대해 잘못 생각하고 있어서 문제의 해결책을 다른 곳에서 찾지 않았나 하는 반성에서 출발하였다. 특히 ‘물에 의해 미끄러진다.’는 생각은 참으로 해결하기 힘든 상황이다. 화장실 및 조리실과 같이 항상 물이 존재하는 곳이나 실외로 출입이 잦은 직업(서비스 업종) 등의 현장상황을 고려한다면 물을 제거하는 것은 거의 어려운 실정이다.

현재까지 안전시스템연구실에서 수행하고 있는 피시험자

를 통한 미끄러짐 시험 동안 물에 의해 미끄러지는 경우는 한 번도 나타나지 않았다. 그래서 안전시스템연구실에서는 물(1cP = 1mPa · s) 대신 점도가 높은 글리세롤 수용액(200cP)을 사용하여 피시험자의 미끄러짐 현상을 시험하고 있다. 글리세롤 수용액의 점도가 거의 물의 200배에 해당하므로 {식 1}을 고려하면 두면이 접촉하기 위해서 200배의 시간이 필요하다는 의미이다.

이와 같이 지금까지 논

의한 결과를 종합해보면 첫째로, 세라믹 타일의 경우 거칠기가 20 μ m 이하인 자기질 시유타일을 제외하고는 물에서 미끄러질 가능성은 희박하다. 둘째로, 만일 거친 세라믹 타일에서 미끄러짐이 발생하였다면 이는 물에 의한 것이 아니라 기름기에 의해 발생한 것이므로 청소를 잘 하여야 한다. 셋째, 신발바닥에 패턴이 있는 경우가 없는 경우에 비해 미끄러질 가능성이 적고 패턴의 크기가 작을수록 미끄러질 가능성은 더욱 줄어든다. 넷째, 만일 물이 있는 환경에서 어떤 사람은 미끄러지고 어떤 사람은 미끄러지지 않는다면 물이 원인이 아니라 신발바닥에 문제가 있는 것이다.

도움말

적절한 청소방법

만일 작업장 바닥에 기름기가 있다면 이를 가장 안전하고 적절하게 제거하기 위해서는 우선 청소작업자 이외의 출입을 통제해야 한다. 둘째, 적절한 세제를 선택하고 제품에 명기된 용량으로 물에 희석한다. 셋째, 세제수용액으로 마대를 충분히 적시고 깨끗한 곳에서부터 더러운 쪽으로 세제수용액을 바닥에 도포한다. 넷째, 기름기가 세제수용액



만일 작업장 바닥에 기름기가 있다면 이를 가장 안전하고 적절하게 제거하기 위해서는 우선 청소작업자 이외의 출입을 통제하고 청소 후 바닥이 충분히 건조될 때까지 작업을 중단해야 한다.

에 녹아 나올 수 있도록 10~20분가량 세제수용액이 도포된 상태로 기다린다. 다섯째, 충분히 기름기가 녹아 나온 것이 확인되면 깨끗한 물에 세척한 마대로 깨끗한 쪽에서 오염된 쪽으로 닦아낸다. 그리고 호스나 기타 분무기를 이용하여 바닥을 깨끗이 물청소한다. 마지막으로 바닥이 충분히 건조될 때까지 근로자의 출입을 통제한다(이때 바닥이 젖었음을 나타내는 표지판이나 게시물로 모든 근로자에게 출입이 통제되었음을 알려야 한다).

미끄러짐을 예방할 수 있는 안전화 고르는 법

2008년도 고용노동부 고시에 의해 안전화의 미끄럼 등급이 오염물질별로 표시되어 있다. 따라서 한국산업안전보건공단에서 시험하여 1등급으로 명기된 안전화를 고르는 것이 현재 가장 안전한 방법이다. 그러나 업종에 따라 안전화 이외에 위생화를 필요로 하는 경우가 있다. 이런 경우 우선 한국산업안전보건공단에 의해 실험되었거나 혹은 각 지역

의 지역본부 / 지도원에서 확인된 위생화를 선택하는 것이 옳은 방법이라 하겠다. 그러나 이러한 방법으로도 찾을 수 없다면 산업안전보건연구원에 도움을 청하여 실험 후 검토를 받는 방법도 있다. 🌐

참고문헌

- KOSHA-STAT 연구, 2007, 산업안전보건연구원.
- 전도재해 정밀 분석 및 예방기법 연구, 2008, 산업안전보건연구원.
- 작업장의 요철 및 계단에서의 넘어짐 위험성 평가, 2009, 산업안전보건연구원.
- Metrology Pedestrian Locomotion and Slip Resistance, ASTM Stock Number:STP 1424, 2002, ASTM International.
- Measuring Slipperiness, Human Locomotion and Surface Factors, 2002, Taylor & Francis.
- Slips, Stumbles, and Falls : Pedestrian Footwear and Surfaces, 1990, ASTM.

직무스트레스 고위험군의 현황과 고위험군 관리 매뉴얼 및 지원 프로그램 개발



장세진 교수

연세대학교 원주의과대학
예방의학교실

일은 근로자에게 정체성을 부여하고 일을 수행함으로써 만족감과 보상을 주는 등의 긍정적인 효과를 갖고 있지만, 한편으로는 직무과정에서 다양한 직무스트레스를 유발하게 하여 근로자의 신체적·정신적 건강을 위협하는 야누스적 존재이다. 우리나라의 경우, 최근 노동 유연화와 구조 조정 및 세계 경제 위기 등의 침체상황 속에서 근로자들은 다양한 직무스트레스를 경험하고 있으며, 특히 일부 직업군의 근로자들이 보이는 그 양상은 매우 심각하다. 본고는 우리나라 직무스트레스 고위험군의 현황을 파악하고, 이들의 행복한 직장 생활이 가능하도록 직무스트레스의 위험에서 벗어날 수 있는 매뉴얼과 근로자 지원 프로그램을 개발 제안하였다.

문제 제기

우리나라 직장인들은 IMF 이후 구조 조정(downsizing)과 노동 유연화 등의 외적 요인에 의해 경제적·심리적 고통을 받고 있으며, 최근에는 세계적인 경제 위기로 인한 소득 및 고용 불안정으로 인하여 심각한 직무스트레스를 경험하고 있는 실정이다.

우리나라에서의 직무스트레스 관련 연구는 1990년대 이후부터 점진적으로 시행되어왔다. 우리나라의 근로 여건은 점차 직업성 유해물질에 의한 노출과는 별개로 직무스트레스와 같은 사회심리적인 직업적 요인에 의한 뇌심혈관계질환, 근골격계질환 및 정신질환의 증가로 인하여 직무스트레스에 대한 예방 및 관리대책이 시급히 요구되고 있다.

직무스트레스가 업무 수행도 저하, 이직, 질병 결근, 사고의 증가와 무관하지 않음이 밝혀지면서 정부에서도 직무스트레스에 대한 관리가 시급하고 중요함을 인지하여 2002

년 산업안전보건법 제5조 및 시행규칙 제259조에 의거, ‘직무스트레스에 의한 건강장해 예방 추진계획’에 대한 법령을 제정하였다. 그 내용은 첫째, 직무스트레스 요인 평가 및 개선대책 마련 및 시행이고 둘째, 작업량, 작업 일정 등 작업계획 수립 시 근로자의 의견을 반영하도록 권고하는 것으로 이는 시기적절한 조치였다고 보인다.

한국산업안전보건공단에서는 직무스트레스의 심각성 및 문제 해결방안의 일환으로 한국인 근로자의 직무스트레스를 객관적으로 평가할 수 있는 직무스트레스 측정 도구 개발 및 표준화를 위한 연구 용역사업을 추진하였다. 그리하여 2004년 한국표준산업분류에 의거한 전국 근로자 표본 조사 및 질적 연구를 통하여 8개 직무스트레스 하부 영역 및 45개 문항으로 구성된 ‘한국인 직무스트레스 측정 도구(KOSS; Korean Occupational Stress Scale)’가 개발되었다(장세진 등, 2005).

표준화된 직무스트레스 측정 도구가 개발되고 이에 대한



직무스트레스에 관여하는 직업적 요인으로는 교대 근무, 고용형태(비정규직), 장시간 근무, 소규모 사업장, 민간회사 근무 등과 밀접한 관련성이 있었다.

신뢰성 및 정확성이 확보되면서 직무스트레스와 건강 영향 및 업무 장애 간의 괄목할만한 연구결과가 축적되고 있으며, 아울러 KOSS 및 단축형 KOSS를 토대로 한국산업안전보건공단에서는 직무스트레스 관리지침인 ‘직무스트레스 KOSHA CODE’가 마련되어 전국 사업장 근로자들의 직무스트레스 평가 및 관리에 활용하고 있다. 그러나 KOSHA CODE는 일반적인 근로자들의 직무스트레스 평가와 관리에 관한 관리지침으로서 직무스트레스 고위험군에 대한 집중적인 관리 및 매뉴얼이 마련되어 있지 못하다는 점에 주의를 요한다.

이미 유럽, 미국, 일본 등의 선진국에서는 직무스트레스가 근로자 개인 및 사업장, 나아가 국가에 미치는 부정적 효과를 파악하고 있다. 또한 이를 해결하고 관리할 수 있는 다양한 직무스트레스 관리 프로그램을 고안하였다. 이를 사업장에 적용하면서 근로자의 직무스트레스 완화 및 재해 감소, 그리고 직무 만족도 상승을 통한 근로자 삶의 질 및

조직의 생산성 향상에 기여하고 있음은 주지의 사실이다.

이런 맥락에서 우리나라 근로자들의 직업군별 직무스트레스의 수준 및 고위험군을 파악하고, 우리나라의 조직문화와 직무환경에 맞춰 고위험군에 대한 집중적인 스트레스 관리와 예방대책을 수립할 수 있는 매뉴얼 개발과 일반 근로자들의 직무스트레스 감소를 위한 지원 프로그램 개발이 절실히 필요한 시점에 이르렀다. 따라서 이 연구에서는 우리나라 근로자 중 직무스트레스 고위험군의 현황을 파악하고 우리나라 조직문화 및 직무환경에 적합한 고위험군 직무스트레스 관리 매뉴얼 개발과 일반사업장 근로자를 위한 근로자 지원 프로그램을 개발하고자 하였다.

연구내용 및 방법

이 연구의 자료원은 ‘2006 취업자 근로환경 조사’(한국산업안전보건공단, 2006) 자료로서 조사대상은 설문 조사

당시 취업자, 자영업자, 고용주(N=10,043)였으나, 이 연구에서는 자영업자와 고용주를 제외한 15세 이상 64세 이하의 임금 근로자(N=7,099)로 하였다. 자료 수집은 훈련을 받은 조사원이 직접 조사대상 가구를 방문하여 조사를 실시하였으며, 표본 추출은 '2005년 인구 주택 총 조사'의 조사구를 표본 추출 틀로 사용하여 조사구를 선정하였다. 그런 다음 해당 조사구 내의 가구를 방문하여 조사대상 가구를 선별한 후에 조사 적격대상자를 선정해서 조사하였다.

현황 분석

직무스트레스에 취약한 고위험 직업군 분석

직무스트레스에 관여하는 직업적 요인으로는 교대 근무, 고용형태(비정규직), 장시간 근무, 소규모 사업장, 민간회사 근무 등과 밀접한 관련성이 있었다. 우리나라 근로자들의 직무스트레스 수준을 평가하고 고위험 직업군을 파악하

“

효율적인 근로자 지원 프로그램의 개발이 성공적으로 이루어질 경우, 직무스트레스 감소를 위한 통일된 가이드라인이 제공됨으로써 근로자 전체의 직무스트레스를 감소시켜 주게 될 것이다. 결과적으로 근로자 개인으로서는 삶의 질 향상을 도모할 수 있으며, 조직적 측면에서는 재해 감소와 직무 만족도 상승을 통해 기업의 생산성 향상을 도모할 수 있는 전기를 마련하게 될 것이다. ”

기 위하여 인간공학적 부하, 직무 요구도, 직무 자율성 결여, 사회적 지지 부족, 직업 불안정, 보상 부적절, 감정 노동, 위험환경 노출의 8개 하부 영역, 36개 문항을 이용하여 분석한 결과, 직무스트레스 고위험 직업군으로는 음식서비스



직무스트레스 고위험 직업군으로는 음식서비스 관련직, 농림업 관련직, 운전 및 운송 관련직, 재료 관련직, 경비 및 청소 관련직의 순으로 나타났다.

〈표 1〉 한국고용직업 분류에 의거한 직업군별 직무스트레스 상위 5개 직업군 현황

구분	인간공학적 부하	직무요구도	직무 자율성 결여	사회적 지지 부족	직업 불안정	보상 부적절	감정노동	위해환경 노출	전체 스트레스
관리직									
경영·회계 사무 관련직									
금융·보험 관련직							1		
교육 및 자연·사회과학연구 관련직									
법률·경찰·교도 관련직									
보건·의료 관련직							3		
사회복지 및 종교 관련직							2		
문화·예술·디자인 관련직									
운전 및 운송 관련직		5		3		5		5	3
영업 및 판매 관련직							4		
경비 및 청소 관련직			2	2	5	2			5
미용·숙박·여행·스포츠 관련직					3		5		
음식서비스 관련직	2	1	4		2	4			1
건설 관련직	5							4	
기계 관련직								3	
재료 관련직	3	3			4			1	4
화학 관련직								2	
섬유 및 의복 관련직		4	1						
전기·전자 관련직									
정보통신 관련직									
식품가공 관련직	4		3	5		3			
환경·인쇄·가구 및 단순생산직			5	4					
농림업 관련직	1	2		1	1	1			2
군인									



〔그림 1〕 직무스트레스 요인별 고위험 직업군의 현황

스 관련직, 농림업 관련직, 운전 및 운송 관련직, 재료 관련직, 경비 및 청소 관련직의 순으로 나타났다. 상위 5위 고위험 직업군의 경우, 단순 노무직 및 비숙련직 등의 직업군으로 이 직업들의 특성에서 주로 발견되는 물리적 부하(인간공학적 부하, 위해환경 노출), 직무 자율성 결여, 보상 부적절, 직업 불안정성, 그리고 감정노동 등의 요인과 관련성

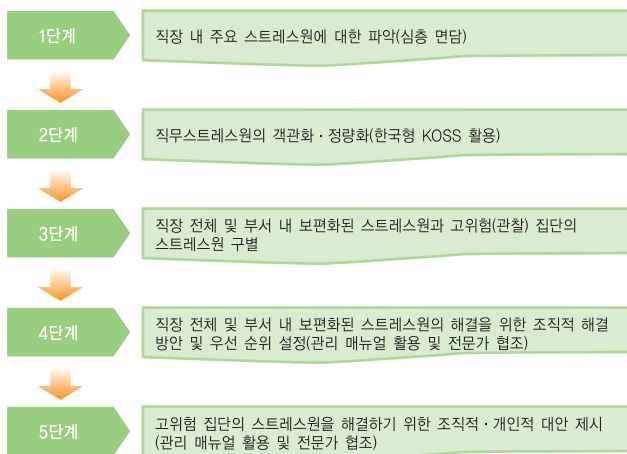
이 있었다(〈표 1〉, [그림 1]).

직무스트레스와 건강 영향(의료 이용, 질병 및 사고), 질병 결근 간의 관련성 분석결과에서도 유의한 관련성이 있음이 발견되었다. 이러한 양상은 고위험 직업군에서 더욱 뚜렷한 양상을 보여 직무스트레스와 부정적 건강 영향 간의 관련성이 있음을 확인하였다.

3대 고위험군의 직무스트레스 예방관리 매뉴얼 개발

선진국의 직무스트레스 관리 사례 분석을 통해 우리나라의 조직문화와 정서에 맞는 3대 직무스트레스 고위험군(음식 서비스 관련직, 운전 및 운송 관련직, 경비 및 청소 관련직)에 대한 관리 매뉴얼이 개발 제시되었다. 관리 매뉴얼 제작은 개인적 관리보다는 조직적 차원의 직무스트레스 관리방안에 초점을 두어 개발하였다. 고위험 직업군에 대한 일반적인 관리방안의 흐름은 [그림 2]와 같이 요약될 수 있을 것이다. 3대 고위험 직업군에 대한 자세한 매뉴얼은 2009년 산업안전보건공단 연구결과 보고서 '직무스트레스 고위험군 특성에 따른 매뉴얼 및 지원 프로그램 개발 연구' (장세진 등, 2009)를 참고하기 바란다.

직무스트레스 예방관리를 위한 조직적 관리의 추진체계 단계



[그림 2] 직무스트레스 고위험군의 예방관리를 위한 조직적 관리의 추진 체계

근로자 직무스트레스 예방 및 정신건강 증진을 위한 근로자 지원 프로그램 개발

외국의 직무스트레스 관리 매뉴얼 중 영국, 일본, 미국, 유럽 등의 사례와 고위험군의 직무스트레스 위험요인에 대해 검토하여 기존의 직무스트레스 관리를 위한 근로자 지원 프로그램의 문제점을 수정 보완하였으며, 한국의 조직문화 특성에 적합하고 효과적인 근로자 지원 프로그램(안)을 개발하였다.

개발된 근로자 지원 프로그램(안)을 의료기관인 A사, 금융 관련 공기기업인 B사, 콜센터 위주인 C사를 대상으로 6주

에 걸쳐 시범 적용한 결과 A사는 대부분의 직원이 스트레스 관리 프로그램을 이용함으로써 조직 내 스트레스 요인과 수준을 확인할 수 있는 계기가 되었고, 현재 서비스 이용대상을 전 직군으로 확대하여 진행하는 성과를 거두었다. B사는 기존 서비스 체계에서 자유롭게 이용하기 어려웠던 가족, 아동, 개인심리검사 부문에 대한 욕구 해소가 가능한 시스템을 시범적으로 평가해 볼 수 있는 계기를 마련하였고, C사는 근로자 지원 프로그램(EAP)의 필요성에 대해 동의하고 직원들의 복리후생의 하나로 정착시키겠다는 의지를 표명하였다. 아울러 직원들의 업무 패턴에 맞는 서비스 제공방안 마련 및 스트레스 관리 프로그램의 도입을 적극 고려하고 있다. 이 연구를 통해 [그림 3]과 같은 EAP 프로그램 추진단계를 제시하고자 한다.



[그림 3] 일반 사업장 근로자 직무스트레스 감소를 위한 EAP 프로그램 추진단계

활용 및 정책방향

이 연구결과를 통해 수집된 자료는 사업장에서 관리자가 평가할 수 있고, 산업안전보건 관련 법률에 따라 사업장에서 직무스트레스를 예방할 수 있는 실질적인 방안으로 활



보건 및 의학적 측면에서 볼 때 직무스트레스는 질병은 아니지만 스트레스를 계속 받으면 우울증, 심장병 같은 신체적·정신적인 질병을 유발할 수 있으므로 직무스트레스 고위험군을 사전에 관리한다면 질병 발생 감소에 기여할 수 있다.

용이 가능할 것으로 판단된다. 직장에서의 스트레스를 예방하기 위한 보편적인 규정을 제시한다는 것은 그리 간단하고 쉬운 것은 아니지만, 조직에 대해 스트레스 방지 프로세스로 최소의 가이드라인을 제공하는 것은 가능하다. 특히 각 사업장 고위험 근로자의 스트레스 관리 프로그램 적용에 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

첫째로, 법적 측면에서 산업안전보건법 제5조와 산업보건기준에 관한 규칙 제259조에 직무스트레스가 높은 종사자에 대한 조치 및 개선을 하도록 규정되었으나, 현재 마땅한 프로그램이나 매뉴얼이 제시되어 있지 못한 실정이었다. 그렇지만 이 연구를 통해 한국의 조직문화에 적합한 고위험 근로자의 직무스트레스를 완화시켜주는 ‘한국형 직무스트레스 고위험군의 예방 관리방안 및 매뉴얼’이 제시될 수 있을 것으로 기대한다.

둘째로, 보건 및 의학적 측면에서 볼 때 직무스트레스는 질병은 아니지만 스트레스를 계속 받으면 우울증, 심장병 같은 신체적·정신적인 질병을 유발할 수 있으므로 직무스트레스 고위험군을 사전에 관리한다면 질병 발생 감소에 기여할 수 있다.

셋째로, 사회경제적 측면에서 직무스트레스는 재해, 이직률 및 결근율 증가, 작업 능률 저하, 고객 만족도 하락 등을 초래하여 사업장 전체에도 부정적 영향을 미친다. 따라서

직무스트레스 자체를 줄이려는 노력은 재해 및 질병 부담의 경감을 통한 의료비를 포함한 사회적 비용을 감소시키고, 이를 잘 실천할 경우 생산성 향상을 기할 수 있다. 결국 국가 경쟁력 향상에 이바지하는 효과가 있다.

효율적인 근로자 지원 프로그램의 개발이 성공적으로 이루어질 경우, 직무스트레스 감소를 위한 통일된 가이드라인이 제공됨으로써 근로자 전체의 직무스트레스를 감소시켜 주게 될 것이다. 결과적으로 근로자 개인으로서는 삶의 질 향상을 도모할 수 있으며, 조직적 측면에서는 재해 감소와 직무 만족도 상승을 통해 기업의 생산성 향상을 도모할 수 있는 전기를 마련하게 될 것이다. 🌱

참고문헌

- 장세진 · 고상백 · 강동욱 · 김성아 · 강명근 · 이철갑 · 정진주 · 조정진 · 손미아 · 채창호 · 김정원 · 김정일 · 김형수 · 노상철 · 박재범 · 우종민 · 김수영 · 김정연 · 하미나 · 박정선 · 이경용 · 김형렬 · 공정욱 · 김인아 · 김정수 · 박준호 · 현숙정 · 손동국, 한국인 직무 스트레스 측정도구의 개발 및 표준화, 대한산업의학회지, 2005;17(4):297-317.
- 장세진 · 고상백 · 강동욱 · 우종민 · 조정진 · 채정호 · 탁진국 · 최수찬 · 정진주 · 박신구 · 윤숙희 · 김숙영 · 김정원 · 박주연 · 김형렬 · 김인아 · 박재범 · 이강숙 · 김정일 · 이철갑, 직무스트레스 고위험군 특성에 따른 매뉴얼 및 지원 프로그램 개발 연구, 한국산업안전보건공단, 2009-118-1268, 2009.

선박 건조·수리업의 소음 평가 및 관리방안 연구



김병삼 교수
원광대학교
기계자동차공학부

소음은 대부분의 산업국가에서 국민 생활의 질(quality of life)을 심각하게 위협할 뿐만 아니라 가장 많은 진정을 야기하는 오염원으로 인식되고 있다. 우리나라에서도 1980년대 이후의 급속한 산업화로 인해 공단지역에서 근무하는 작업자에 대한 폭로 기회가 증가하고 있다. 소음성 난청으로 직업병 요양 승인을 받은 근로자들의 종사 업종 분석결과, 2008년 기준 소음성 난청자 총 220명 중 28.2%인 62명이 선박 건조·수리업에서 발생하였으며, 2007년도 역시 소음성 난청자 237명 중 동 업종에서 30.8%인 73명이 발생하였다. 그동안 선박 자체의 소음 진동에 관한 연구 및 선박 건조·수리업 종사자의 이명 특성 등에 대한 연구들이 이루어져 왔으나, 선박 건조·수리공정에서 발생하는 소음 특성에 대한 연구자료는 부족하므로 동 업종의 소음 발생공정 및 주소음원의 실태 파악과 소음관리방안 마련이 필요한 실정이다. 본 연구에서는 선박을 건조하거나 수리하는 과정에서 발생하는 소음을 측정, 분석하고 작업자에게 미치는 피해를 최소화하기 위한 관리방안과 저감대책을 수립하였다.

현황 분석

2007년 고용노동부에서 발간한 '산업재해 현황 분석 : 산업재해보상보험법에 의한 업무상 재해를 중심으로'의 업무상질병 현황 및 분석에 따르면 [그림 1]에서 보는 바와 같이 2007년 제조업의 업무상질병 요양자 발생률은 1만 449명 중 4,461명으로 가장 많았고, 광업이 867명, 건설업 851명, 농업 48명, 금융보험업 79명, 기타 4,143명으로 나타났다. 선박건조 및 수리업은 487명으로 4.66%의 점유율을 보였다.

[그림 2]는 제조업 분야에서의 업종별 소음성 난청 발생 현황이다. 2007년 제조업 분야에서는 선박 건조·수리업이 73명으로 가장 많았고, 수송용 기계·기구 제조업이 27명, 비금속광물제품 제조 및 금속제품 제조업 또는 금속가공업이 22명, 기계·기구 제조업이 11명, 금속재료품 제조업이 10명, 기타가 32명 순으로 나타났다.

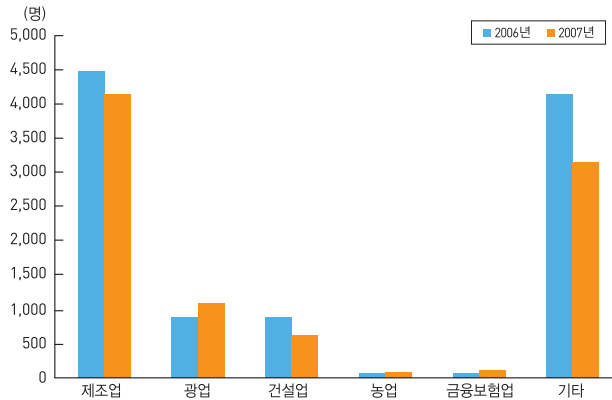
한편, 소음성 난청의 발생 빈도가 높은 선박 건조·수리업은 종사자의 연령이 높아질수록 업무상질병 요양자 발생률이 높아지는 것으로 나타나고 있는데, 이는 선박 건조·수리업의 작업 특성상 장비 및 기구와 판체가 마찰하는 과정에서 소음이 많이 발생하고 수작업을 하는 데 따른 결과라고 볼 수 있다.

실태 조사방법 및 결과

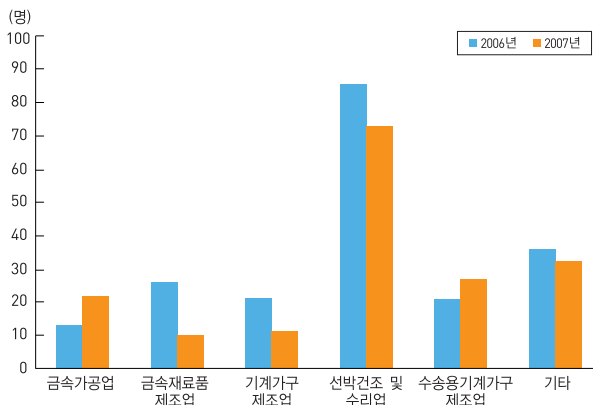
조사방법

선박 건조·수리과정에서 발생하는 소음의 객관적인 평가와 방음대책을 수립하기 위해서는 적절한 연구방법과 절차가 필요하다. 따라서 본 연구를 통해 수행한 실태 조사의 절차는 다음과 같다.

- 소음진동공정시험법에 의한 소음측정
- 소음으로 인한 작업환경조건의 적합성 여부 조사



[그림 1] 업종별 업무상질병 발생 현황



[그림 2] 제조업 분야에서의 업종별 질병 발생 현황

- 주요 소음원의 레벨 및 주파수 분석결과 확보
- 환경 소음 관련 전용 프로그램을 이용한 소음지도 작성
- 소음 분포 현황 파악 및 저감 순위 결정
- 주요 소음원에 대한 기본적인 방음대책안 수립
- 주요 소음원에 대한 기본적인 방음대책안의 설계도면 확보
- 주요 소음원 규명 및 방음대책안의 소요 경비 제시
- 방음대책 수립 후 저감효과 예측

조사결과

조선소 건조과정에서 공정별 소음을 측정하고 분석하였다. 조선소의 소음원은 그라인딩, 해머 타격, 팬, 곡직, 용접, 크레인, 플라즈마 절단, 에어레스, 반자동 용접, 공기 압축기, 쇼트, 쇼트 탈철시설, 도장, 집진기, 플랫 바 절단기, 프레스 등이 있다. 조선소 건조 중 선박 내부의 소음원은 제습기, 터보 팬, 엔진, 발전기, 임팩 등이 있다.

조선소 건조 · 수리과정에서 발생하는 소음원의 등가 소음 레벨은 74.2~110.1dB(A)이었고, 소음 발생은 500~8,000Hz 등 전 주파수 대역에 발생하고 있었다. 선박 건조 · 수리업의 소음 평가는 대형 · 중형 · 소형 조선소 각 1개소와 부품 제조 조선소 1개소, 수리업 1개소를 선정하였다. 그라인딩 소음의 경우 대형 조선소에서는 저주파수 대역에서 높은 소음 레벨을 나타내고 있고, 중형 조선소에서는 1,000Hz 이상의 고주파수 대역에서 높은 소음 레벨을 나타내고 있는데 이는 조선소에서 조립하는 작업 대상물의 규모와 관련이 있는 것으로 판단된다.

조선소의 주요 소음 발생지역을 구분하고, 소음 저감이 필요한 지역을 파악하기 위하여 조선소별 소음지도를 작성하였다. 소음지도는 주파수 대역별로 구분하였다. 소음지도를 통해서 대형 조선소는 곡직작업과 쇼트 탈철시설, 팬, 해머 작업, 집진기, 그라인딩, 반자동 용접 등이 대부분 90dB(A)을 초과하는 주요 소음원임을 알 수 있다. 중형 조선소는 해머 작업과 그라인딩, 경보음 등이 90dB(A)을 초과하고 있다. 소형 조선소의 경우에는 대형 조선소나 중형 조선소에 비해 소음원의 수는 적었지만 소음원의 종류가 다양한 특징을 가지고 있다.



그라인딩 작업 소음측정 광경



곡직작업 소음측정 광경



해머 작업 소음측정 광경



탈철시설 소음측정 광경

〈표 1〉 주요 소음원의 등가 소음 레벨 및 소음 발생 주파수 대역

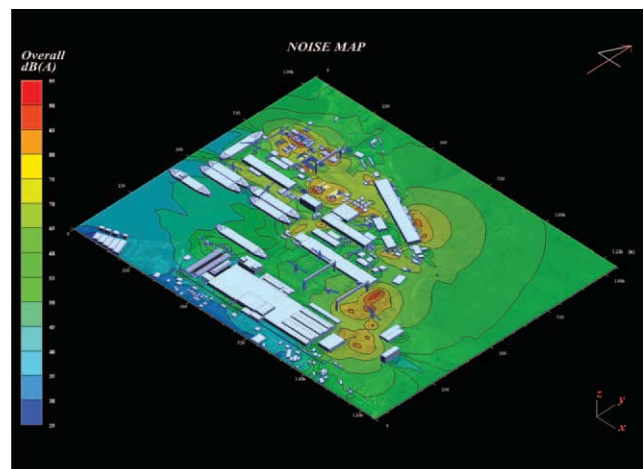
소음원	등가 소음 레벨 [dB(A)]	주파수 대역 [Hz]	소음 발생 기구 및 작업공정
그라인딩	94.5~97.7	630, 2,000	- 연마재와 후판의 마찰음, 표면 가공
해머 타격	88.3~107.6	2,000	- 해머와 후판 사이 타격음
팬	94.3~99.8	3,150	- 공기의 압력 변화에 의한 소음
곡직	94.3~105.7	4,000	- 고압의 열처리에 의한 소음
용접	83.6~91.7	3,150	- 아크 발생 소음
용접 / 에어컴프	92.4~100.6	8,000	- 후판 습기 제거로 인한 공기 마찰 소음
전자석 크레인	80.4~86.4	1,600	- 후판의 낙하 소음
플라즈마 절단	82.6~93.6	6,300	- 플라즈마의 강한 압력에 의한 절단 소음
에어레스	82.6~86.3	500	- 페인트 혼합 소음
반자동용접	78.6~91.7	630, 1,000	- 용접에 의한 아크 발생 소음
공기 압축기	87.5~93.2	500	- 콤프레셔 구동 소음
크레인 경고음	91.7~100.4	1,000	- 경고를 위한 스피커 음
쇼트 탈청시설	100.9	630	- 탈청시설 구동 소음
도장작업	74.2	630	- 압력에 의한 분사 소음
집진기	97.6	500	- 집진기 구동 소음
플랫 바 절단기	91.5	8,000	- 컨베이어 이동 소음, 고압 절단 소음
크레인 사이렌	96.1	1,000	- 스피커 소음
쇼트	96.9~110.1	8,000	- 연마재와 후판의 마찰음, 표면 가공
반자동 가스 절단	85.6~90.1	1,250	- 고압 가스 절단에 의한 소음
U 프레스	85.6	800	- 후판과 프레스 사이의 타격음
가스 절단	87.5~90.2	1,600	- 고압 가스에 의한 절단 소음
샌드페이퍼	86.6	5,000	- 연마재와 후판의 마찰음, 표면 가공
산소용접	90.3	630	- 고압 산소에 의한 용접 소음

대형 조선소에서 소음원의 위치는 전 공장에 걸쳐 분포되어 있는 반면, 중형 조선소나 소형 조선소는 소음원의 위치가 몇 개소에 한정되고 있다. 대형 조선소의 경우에는 90dB(A)을 초과하는 소음원의 종류가 8가지 정도인 반면

중형 조선소의 경우에는 4가지, 소형 조선소의 경우 10가지 정도이다. 소음원의 규모가 조선소 전체의 소음 레벨과는 큰 연관이 없었으며, 작업의 형태에 따라 소음 레벨이 변할 수 있는 것을 파악할 수 있다.



[그림 3] 소음지도 작성을 위한 조선소의 3차원 모델링



[그림 4] 소음지도 프로그램에 의한 조선소의 소음지도



대형 조선소는 곡직작업과 쇼트 탈청시설, 팬, 해머 작업, 집진기, 글라인딩, 반자동 용접 등이 대부분 90dB(A)를 초과하는 주요 소음원임을 알 수 있다.

저감대책 수립

조선소 소음원은 조선소 내부에 설치되어 있는 각종 설비나 작업공정에서 소음이 발생하여 작업자의 청력손실과 업무 진행 저하를 초래하고 있다. 본 연구에서는 조선소의 소음원에 대한 대책을 수립하였고, 소음 저감대책 수립 시 예상 소음 저감량을 정리하면 <표 2>와 같다.

활용방안

- 선박 건조·수리과정에서 발생하는 소음 저감을 위한 체계적인 관리 방향을 설정
- 저비용 투자로 주요 소음원의 효과적인 소음 저감
- 청감 특성을 고려한 소음원의 주파수 대역 이동 자료로 활용
- 사업장 교육자료로 활용

<표 2> 조선소 주요 소음원에 대한 저감대책 및 예상 소음 저감량

설비명	방음대책	예상 저감량
공기 압축기실	- 기존 창문 철거 후 소음 루버 설치 - 공기 압축실 내부 벽면에 흡음재 설치	약 16dB
팬	- 모터의 흡기 부분에 intake mute 설치 - 팬의 배기 부분에 cell형 소음기 설치	약 20dB
제습기 메인엔진 발전기 에어레스 집진기	- 방음상자 설치 - 흡 / 배기 부분에 소음 루버 설치	약 18dB
탈청시설	- 소음 저감장치 설치	약 15dB
쇼트 작업	- 천장에 PAB 배플 흡음 패널 설치 - 기존 내부 벽체의 흡음재 설치 또는 교체	약 16dB
경보	- 입력 신호부의 보드 조절	약 8dB
용접 / 곡직	- 토치 형태 변경	약 5dB

- 낱장식 기술자료(one page sheet) 등의 작성 시 활용 

OSHA's Strategic Partnership Program(OSPP)로 총재해율과 작업손실률의 획기적 감소



이관형 연구위원
산업안전보건연구원
안전경영정책연구실

OSHA의 전략적 협력 프로그램(OSPP)은 1998년 11월에 시행되었으며, OSHA와 노·사 단체, 노동자 대표 또는 기타 단체 간의 광범위하고 자발적이며, 상호 협력적 관계를 기반으로 사업장의 안전보건문제 해결을 목표로 하는 협력 프로그램이다. 그 주요 목적은 유해요인의 제거, 효과적인 안전보건관리시스템 구축 및 고품질의 근로자 안전보건 수준을 확보하는 데 있다. OSPP 참가 시에는 협력사항을 문서화하여 참가자들의 확인 서명이 이루어지며 약 3~5년간 유지되고, 협정은 전국적·지역적 또는 특정 분야별로 체결될 수 있다. 검증은 OSP 참가기관 등이 체결한 협정서대로 운영되는지 OSHA가 검토하고 평가하는 과정을 거친다. 본고에서는 OSPP를 통해 재해율 감소와 경영효율화를 이룬 성공 사례를 살펴보고자 한다.

사례 1

위스콘신 주의 W발전소 건설 공사 시 해당주의 건설업종 재해율보다 69%, 작업손실률은 75% 낮게 나타남

Weston 4 Power Plant Construction는 고위험을 수반하는 500메가와트급 발전소 건설 현장으로 참여한 협력업체가 28개 사이며, 공사에 투입한 총 인력은 750여 명으로 매우 큰 건설공사였다.

이에 따라 OSHA는 산업재해와 위험요인을 줄이기 위한 방편으로 2005년 11월 5일에 OSHA Appleton 지방사무소, Washington Group International, Wisconsin Public Service Corporation과 Wisconsin 주 상공회의소, Black & Veatch 사, 위스콘신 안전보건건설컨설팅사가 참여하는 OSHA 전략적 파트너십 협정(OSHA Strategic Partnership Agreement)을 체결하였다. 또한 지역산업

계, 노동조합, 하도급 협력업체 협의회 등 기타 관계자도 건설 근로자의 안전을 위하여 노력한다는 협정서에 서명하였다.

OSHA 전략적 파트너십 협정 체결 3대 목표는, 첫째 당 공사 현장의 재해율을 위스콘신 주 건설업종 재해율의 50% 이하로 낮추고, 둘째 모든 현장 근로자에 대해 안전보건교육·훈련 수준을 개선 또는 향상시키며, 셋째 당 현장의 모든 하도급업자에게 효과적인 안전보건 프로그램을 현장에 실행하도록 하는 것이었다.

파트너십에 참여한 모든 참가자의 안전한 작업환경 조성을 위한 노력과 협력으로 2006년에 당 현장에서 근로자가 총 171만 8,711시간을 작업하였는데 중대사고는 단 한 건도 발생하지 않았다. 단지 26건의 신고대상사고가 발생한 가운데 9건이 작업손실로 이어졌다. 2006년도의 총재해율(TCIR; Total Case Incident Rate)은 2.9로 위스콘신 주 평균인 9.3보다 69%가 낮았고, 작업손실률(DART; Days



산업재해, 질병 및 사망사고를 줄이기 위한 사업 목표 중의 하나로 공사 시작 전에 협력적 파트너 관계자를 비롯하여 전 근로자에게 안전보건교육·훈련을 확대 실시하였다.

Always Restricted Time Away)은 1.3으로 위스콘신 주 평균인 5.0보다 75%가 낮았다.

구체적인 전략적 협력 프로그램은 공사 시작 전에 협력적 파트너 관계자를 비롯하여 전 근로자에게 안전보건교육·훈련을 확대 실시하였는데, 이는 산업재해, 질병 및 사망사고를 줄이기 위한 사업 목표 중의 하나였다. 파트너십 체결 첫 해에 근로자 1,334명이 적어도 1시간 이상 현장에서 접할 수 있는 위험에 대한 교육·훈련을 받았으며, 115명 이상의 근로자가 'OSHA 10 hour training' 과정을 이수하였다. 기타 안전보건교육·훈련 내용은 혈액을 통한 감염 위험(blood borne pathogens), 밀폐 공간작업위험, 추락 방지, 작업위험성 분석 등이었으며, 총 4,400시간의 교육·훈련이 실시되었다. 많은 노동자 단체와 사업주 단체가 파트너십 실시 초기부터 적극적으로 참여하였으며, OSHA, 사업주 및 노동조합 간의 협력적 관계가 전략적 협력 프로그램 성공에 지대한 역할을 담당하였다.

〈표 1〉 W발전소 건설공사 기간 중 총 재해율과 작업손실률

구분	총재해율	작업손실률	사망사고건수	총작업시간
공사 1차년도*	2.7	0	0	71,490
공사 2차년도(2005년)	5.0	2.2	0	714,148
공사 3차년도(2006년)	2.9	1.3	0	1,718,711
총 3년간 공사 기간의 평균	3.5	1.16	0	2,504,349
미국 건설업 평균(BLS 자료)	6.3	3.4	-	-

* 1차년도 공사 기간 : 2004년 10월 1일~12월 31일

OSHA Strategic Partnership Program(OSPP)은 사업장에 대한 전통적인 안전보건감독의 방법을 탈피하고 집단적인 협력 체제를 채택하는 프로그램이다. OSPP를 통해 OSHA와 협력 파트너들은 중대한 안전보건문제 해결을 위하여 긴밀하게 협력하는 데 동의하였다. 이런 새로운 형태의 혁신적인 안전보건 협력방법은 작업장에서 사망, 부상 및 질병을 감소시키는 데 효과적임이 입증되었다.

사례 2

루이지애나 산림협회와 벌목협회의 전략적 파트너십 협력으로 안전보건교육·훈련 증가, 사망자 80% 감소

2000년 5월 루이지애나 산림협회(LFA)와 벌목협회(LLC)는 OSHA의 전략적 파트너십(OSPP)을 체결하였다. 전략적 파트너십을 체결하기 전에 벌목산업은 루이지애나에서 가장 위험한 산업 중 하나였다.

높은 부상, 질병 및 사망의 원인을 밝히기 위한 파트너들의 노력을 통해 벌목작업자들 중 부상의 주요 원인과 유형은 장비를 내리는 동안 발생한 무릎 뻘(knee sprain / strain)이었다는 것이 발견되었다. 이를 발견한 후, OSHA의 전략적 파트너십(OSPP)은 안전을 위한 워크숍과 훈련과정에서 장비를 내리기 위한 적절한 절차를 강조했다. 몇 년이 지나, 이러한 유형의 사고는 거의 발생되지 않았다.

“

전략적 파트너십 프로그램에는 강화된 안전보건경영시스템의 실행 및 모범적인 안전보건경영시스템에 대한 하도급업체 사업주와 근로자의 인식을 통하여 위험을 줄이고, 심각한 사고(추락, 감전, 협착, 낙하)를 제거하고자 관리자의 리더십, 근로자의 산재 예방활동 참여, 현장에서 위험요인 분석, 위험 예방과 제어, 안전보건교육·훈련을 지속적으로 실시하였다. ”

OSHA의 전략적 파트너십 체결 2년 후, 루이지애나 주에서의 총 사망자 수는 크게 줄었다. 사망자 수가 2000년에서 2006년 사이 거의 80%가 줄었다는 것을 보여준다. OSHA의 전략적 파트너십은 안전보건관리시스템(SHMS) 개발에 의해 벌목산업의 안전보건을 증진·향상시켰다. 그



가장 위험한 산업 중 하나인 벌목산업에서 벌목 시 위험에 관련한 안전 행동과 훈련을 통해 벌목작업자의 사망자 감소에 크게 기여하였다.

리고 별목 시 위험에 관련한 안전 행동과 훈련을 통해 2,000명이 넘는 별목작업자에게 교육·훈련을 제공한 결과, 별목작업자의 사망자 감소에 크게 기여하였다.

사례 3

앨라바마 주 자동차제조 그룹과 OSHA의 전략적 파트너십 체결로 작업손실률 60.9%, 총사고발생률 59.7% 감소

2006년 4월 앨라바마 주 자동차제조 그룹과 OSHA의 지역사무소는 자동차산업에서 생산직 근로자의 사고와 질병을 획기적으로 감소시키기 위해 협력적 파트너십을 체결했다.

OSHA 전략적 파트너십 체결 후, 1년간 6,923명의 근로자들이 3만 2,757시간의 안전보건 교육·훈련을 받았다. 19개의 협력업체들은 안전보건 수준이 향상되었고, 총사고발생률(TCIR)은 2006년 21.6에서 2007년 8.7로, 작업손실률(DART)은 2006년 12.8에서 2007년 5.0으로 각각 크게 감소하였다.

OSHA 파트너십 체결 기간 동안 평균 총사고발생률과 작업손실비율은 노동통계국(BLS)의 전국 평균비율보다 다소 높게 나타났지만, 체결 전·후 간 총 사고발생률과 작업손실률 차이는 OSHA 전략적 협력적 파트너십이 만든 결과임을 보여준다.

결국 2007년 총 사고발생률(TCIR)은 21.6에서 8.7로 59.7% 감소하였고, 작업손실률(DART)은 12.8에서 5.0으로 60.9% 감소하였다.

〈표 3〉 앨라바마 주 자동차제조 그룹의 작업손실률과 총사고발생률

구분	작업손실률	총사고발생률
2006	12.8	21.6
2007	5.0	8.7
OSHA 파트너십 체결 후 평균	6.3	10.5
BLS 평균	6.0	10.2

사례 4

포드자동차 미국 내 공장의 재해율 77% 감소

2000년 12월에 포드자동차 회사는 자동차 제조회사, 노

동조합, 연방 정부기관 간에 처음으로 OSHA와 전략적 협력 파트너십을 맺었다. 미국 내 12개 자동차 공장이 전략적 파트너십에 참여하였으며, 핵심 목표는 작업장 안전보건경영시스템 개발과 관리에서 3개 협력기관의 자원을 최적화함으로써 사고성 손상 및 질병재해를 지속적으로 감소시킨다는 것이다.

파트너십 체결 이후에 미국 내 포드자동차 공장의 총재해율이 77%로 현저하게 감소하였으며, 2007년 11월에 다시 OSHA 전략적 파트너십을 갱신하여 계속 추진하고 있다.

사례 5

중대 산업재해를 감소시키기 위한 AMEC 건설 파트너십

AMEC 건설관리회사와 OSHA는 건설 현장의 중대 산업재해를 감소시키기 위해 2002년 4월 협력적 파트너십 협정을 체결한 뒤 2003년에 갱신하였다. 그 결과, 파트너십 협정 이후의 총재해율은 2002년 9.1에서 2004년 2.8로 69% 감소하였으며, 건설사 하도급 협력기관들의 안전보건 수준과 안전문화가 강화되었다.

전략적 파트너십 프로그램에는 강화된 안전보건경영시스템의 실행 및 모범적인 안전보건경영시스템에 대한 하도급 업체 사업주와 근로자의 인식을 통하여 위험을 줄이고, 심각한 사고(추락, 감전, 협착, 낙하)를 제거하고자 관리자의 리더십, 근로자의 산재 예방활동 참여, 현장에서 위험요인 분석, 위험 예방과 제어, 안전보건교육·훈련을 지속적으로 실시하였다. 또한 2,000명 신규 건설작업자들에게는 반드시 현장 특성에 맞는 안전보건교육 실시, 작업내용 및 방법에 대한 일일 점검, 주간 일지 작성 및 평가 회의에 해당 근로자 의무 참석, 아차사고 조사결과와 OSHA 및 파트너십 내의 타 현장과 정보를 공유하여 총사고재해율을 69% 줄였다. 

1) 전략적 파트너십의 주요 목적은 안전보건교육·훈련을 증가시키고, 자체 조사에 의한 위험요소를 확인, 평가 및 개선함으로써 산업 부문은 물론 주에서 사고로 인한 부상, 질병, 사망을 감소시키기 위한 것이다.

목 신전 작업자의 경추 추간판탈출증 사례에 대한 업무 관련성 평가 시 근전도 활용 소개



김건형 연구위원
산업안전보건연구원
직업병연구센터

많은 연구에서 경추관절의 과도한 동작이나 목의 고정된 자세 유지 시 목 또는 목·어깨의 근골격계 질환 관련성을 보고하고 있다. 이들 연구 자료를 종합할 때 업무로 인한 목의 신체 부하가 중국적으로는 경추 추간판탈출증 및 기타 주변부의 퇴행화를 유도할 수 있다고 판단된다. 본고에서는 자동차 하부 공정에서 목의 신전 자세를 주로 유지해야 하는 라인 작업자에서 발생한 경추 추간판탈출증 사례를 소개하고자 한다. 이는 기존의 인간공학적 평가, 즉 업무 분석 및 RULA와 같은 인간공학 평가도구 활용으로 충분히 업무 관련성을 살펴볼 수 있던 사례였는데 실험적으로 목의 신전근을 대상으로 표면근전도를 이용한 근수축 누적 정도를 함께 비교해 향후 표면근전도 활용에 대한 가능성을 검토하려 했던 경우이다.

목의 자세와 경추 추간판탈출증의 관련성

목의 신전 자세는 경추부에 부담을 주는 자세로 잘 알려져 있다. 미국 국립산업안전보건연구원(NIOSH)의 1997년도 ‘Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors(근골격계질환과 작업장 위험요인)’에서도 목의 근골격계질환에 대한 역학적 증거로 ‘반복작업, 힘을 요하는 작업, 정적 자세, 진동’ 중에서 정적 자세를 가장 큰 원인으로 보고하고 있다<표 1>.¹⁾ 이는 목을 정적인 자세로 오랫동안 유지하면 목 신전근에 피로가 쌓이기 때문이다. 이러한 피로가 누적된 근육은 목 부위의 만성 통증을 유도할 수 있다.

경추관절의 과도한 동작이나 목의 고정된 자세 유지 시 목 또는 목·어깨의 근골격계질환 관련성을 많은 연구에서 보고하고 있다<그림 1>. 한 연구에서는 젊은 여성이 50분

작업하고 10분 휴식할 때 경추 각도가 60°인 경우, 30°인 경우에 비해 약 60% 더 피로가 쌓인다고 한다. 또한 15° 이상의 경추 각도를 취한 상태에서 반복작업을 하는 여성 근로자의 경우에는 바른 자세에서 반복작업을 하는 여성 근로자보다 목과 목·어깨의 근골격계질환이 많이 발생한다고 보고한 바 있다.

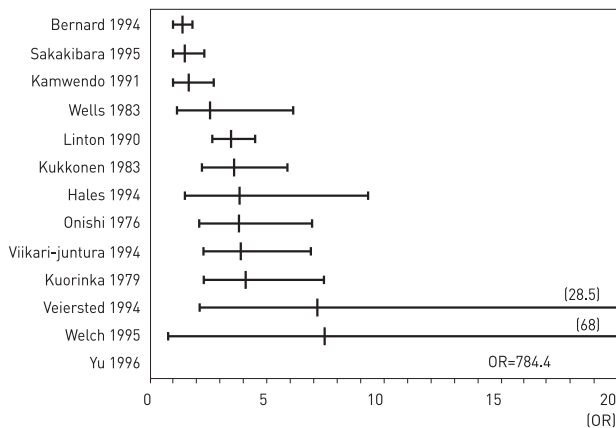
근육 피로가 누적되어 목의 만성통증이 오는 것과 별개로 이러한 신체 부담이 경추 추간판, 소위 목 디스크라고 부르는 신체 부위에 정말 무리를 줄 수 있는지도 관심사이다. 이 문제의 해결을 위해 다양한 방법으로 조사 및 연구가 이뤄졌다.

1) U.S. Depart. of Health and Human Service, CDC, NIOSH. Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors. A critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back. 1997.

〈표 1〉 업무 관련 위험요인과 근골격계질환 간의 인과관계에 관한 역학적 근거

신체 부위 \ 위험요인	강한 역학적 근거가 있음 (+++)	역학적 근거가 있음 (++)	다소 불충분한 역학적 근거가 있음(+/-)	효과가 있다는 역학적 근거가 없음(-)
목 및 목 · 어깨관절				
반복		√		
힘		√		
자세	√			
전동			√	

목의 근골격계질환과 '목의 자세'와 관련성(교차비 및 신뢰구간)



〔그림 1〕 작업자 자세 관련 경추 근골격계질환 연구들

제시된 것들 중 한 가지는 생역학적 모델(biomechanics model)을 활용해 목의 동작에 따라 실제 경추 추간판에 얼마나 부하가 오는지를 추정하는 방법이다. 이는 사람의 신체와 비슷한 인공구조물을 만들어 다양한 각도로 목의 변화를 주어 특정 동작 시의 힘의 정도를 측정하는 것이다.

이러한 연구 보고들에 의해, 실제 경추의 추간판 압력은 머리를 바른 자세로 세운 것보다 앞으로 숙일 때에 부하가 증가한다는 사실이 알려졌다. 이 때 경추 7번과 흉추 1번 추간판 사이에 걸리는 부하는 3.6배 증가한다고 한다. 경추부의 추간판 압력은 직립 시 두개골과 경추 1번 사이에 1.3Nm(0.6~1.5Nm), 경추 7번과 흉추 1번 사이에서 1.2Nm(0.5~2.2Nm)이고, 약간 앞으로 숙일(slight flexion) 때 두개골과 경추 1번 사이에는 1.4Nm(0.8~1.7Nm), 경추 7번과 흉추 1번 사이는 3.7Nm(3.0~6.2Nm)로 부위별 정도의 차이는 있으나 목을 구부릴 때 압력이 증가하는 것으로 나타났다. 특히 위를 보면서 팔을

들어 올리는 경추부의 신전 자세는 5~6번 경추와 주변 인대 등의 구조물에 압력을 증가시킨다고 하였다.²⁾

제시된 또 다른 방법론은 역학적인 연구 보고이다. 여러 역학적인 연구가 목을 심하게 구부리거나 고정된 자세를 장시간 유지해야 하는 직업군에 초점을 맞추어 실시되었다.

이들 연구에서 보고한 경추 추간판의 퇴행성 질환 발생률이 높았던 직업은 극단적으로 부적절한 작업 자세로 작업하는 광부나 치과의사였다. 이들의 경추 추간판 질환 발생 위험률에 그들의 직업이 기여한 비율은 75~81%였다고 한다.³⁾ 이러한 연구 자료를 종합할 때 업무로 인한 목의 신체 부하가 종국적으로는 경추 추간판탈출증 및 기타 주변부의 퇴행화를 유도할 수 있다고 판단하고 있다.

경추 추간판탈출증의 업무 관련성 평가 시 문제점

목의 굴곡 · 신전 · 비틀림 등의 고정적인 자세가 경추 추간판탈출증과 관련이 있다는 사실은 실제 업무 관련성 평가에서 이를 적용하는 작은 단서에 불과하다. 여러 연구를 통해 알게 된 것은 부적절한 목의 자세가 위험요인으로 작용한다는 사실일 뿐 실제 업무 중 어느 정도의 시간 동안 이런 자세를 취하여야 추간판탈출증 발생에 기여하는지에 대한 판단기준으로는 여전히 애매하다.

이상에서 인용된 다수 연구는 목의 정적 자세가 차지하는 업무 비중이 70~80% 이상이고 목의 굽힘이나 펴 각도가 20° 이상인 직종을 관찰대상으로 삼은 것이 많다. 바꿔 말하면 위 연구와 유사한 작업조건에서 발생하는 경추 추간판탈출증은 업무 기인 정도가 50%를 넘는다고 말할 수 있지만, 그렇지 않은 경우는 판단이 애매해진다. 한 자리에서 동일 동작을 반복하는 라인 조립 작업자의 경우 판단이 비교적 용이하나, 여러 다양한 업무를 수시로 자리를 옮겨 가

2) Mayer TG 등. Occupational Musculoskeletal Disorders Function, Outcomes, and Evidence. Chapter 7. Functional Cervical Biomechanics. Lippincott Williams & Wilkins, 2000. p 95

3) Hagberg M, Wegman DH. Prevalence rates and odds ratios of shoulder-neck diseases in different occupational groups. British Journal of Industrial Medicine 1987;44:602-10.

며 수행하는 경우에는 목의 굴곡·신전이 취해진 실 누적 시간을 산출하는 것은 어려운 일이다.

작업환경측정 시 소음이나 방사선의 경우 누적 소음 폭로량 측정기(noise dosimeter)나 방사선 선량계(radiation dosimeter) 등을 이용해 누적 노출량을 계산할 수 있는데 인간공학적 평가에서도 이런 도구들이 존재한다. 전신 진동 노출량을 측정하거나 표면근전도를 이용한 근 수축 정도를 파악할 수 있으며, 이 경우 누적 노출의 개념이 적용된다고 볼 수 있다. 이러한 측정도구를 사용할 경우, 단위 업무별 노출 수준을 정량화해서 표현할 수 있으므로 다른 사례들과 비교 평가가 가능하다는 장점이 있다. 하지만 정작 이러한 도구가 널리 활용되지 못하는 데는 장비의 보편화가 이뤄지지 않아 사용이 까다롭고, 무엇보다 결과 해석 시 기준이 될 만한 참고값이 역학적 연구에서 충분히 검증되지 않은 점에 원인이 있다고 생각된다.

본고에서는 자동차 하부 공정에서 목의 신전 자세를 주로 유지해야 하는 라인 작업자에서 발생한 경추 추간판탈출증 사례를 소개하고자 한다. 이는 기존의 인간공학 적 평가, 즉 업무 분석 및 RULA와 같은 인간공학 평가도구 활용으로 충분히 업무 관련성을 살펴볼 수 있던 사례였는데 실험적으로 목의 신전근을 대상으로 표면근전도를 이용한 근수축 누적 정도를 함께 비교해 향후 표면근전도 활용에 대한 가능성을 검토하려 했다.

증례 - 인간공학 적 위험 평가를 중심으로

근로자 이모 씨(남, 만 46세)는 1985년 A자동차제조회사에 입사하여 1997년까지 약 12년간 전기 및 중장비 취급업무를 수행하였고, 이후부터 1997년 산재 요양 신청까지 약 10년간 품질관리부서에서 완성 차량 하부검사를 수행하고 있었다.

마지막 10년간 수행한 완성 차량 하부검사업무는 하루 작업시간 내내 고개를 뒤로 젖혀 위를 쳐다보고 상지를 머리 위로 올려 차하부의 이상 유무를 확인·검수하는 작업으로, 일견하기엔 목 및 어깨에 부담이 클 것으로 추정할 수 있다. 하지만 실제 업무 부담을 추정하기 위해 업무내용을

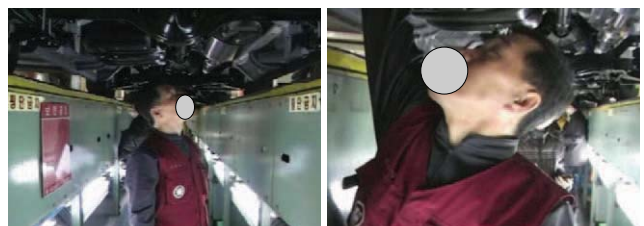
자세히 들여다보면 라인을 통해 들어오는 차량을 한 대 한 대 지켜보는 작업으로 한 자리에서 머물러 있는 것이 아니라 관찰 구간 내에서 보행을 하며 업무를 수행할 수 있다. 따라서 지속적으로 목의 신전 자세가 유지되는 것은 아니고, 정 자세와 신전 자세를 반복하므로 근무시간 대다수를 목의 신전 자세로 단순 계산할 경우에는 과다 추정의 소지가 있었다.

산업안전보건연구원에서는 완성 차량 하부검사의 두 축을 이루고 있는 메인 샤시 검사와 롤테스트 하부 검사를 구분하여 작업 분석(work analysis)을 실시해 실 노출시간을 계산하려 하였다. 메인 샤시 검사는 바닥에서 차량 하부까지 높이가 보통 175cm로 고정되어 있으며, 피재근로자(신장 166cm)는 목을 뒤로 젖힌 상태에서 완성차를 기준으로 300대, 시간 당(UPH: unit per hour) 30대를 검사한다(사진 1). 롤테스트 검사는 A-line, B-line으로 구성되어 있으며(사진 2)와 같이 측면이 막혀 있는 좁은 공간에서 바닥에서 160~200cm 높이(작업자의 신장에 따라 높이 조절 가능)의 차량 하부에 대해 완성차를 기준으로 160대, 시간 당 16대를 검사한다.

피재근로자가 수행하는 주요작업에 대한 분석결과<표 2>, 대부분의 작업이 목을 뒤로 젖힌 상태에서 육안검사 및 상지를 어깨높이 이상으로 들어 올린 상태에서 당기기작업을 수행하는 것으로 파악되었다. <표 3>의 주요작업별 노



(사진 1) 메인 샤시 검사 : 목을 뒤로 젖힌 상태에서 완성차를 기준으로 300대, 시간 당(UPH: unit per hour) 30대 검사



(사진 2) 롤테스트 하부검사 : A-line, B-line으로 구성되어 있으며 차량 하부에 대해 완성차를 기준으로 160대, 시간 당 16대 검사

출시간 분석결과로는 메인 샤시 검사작업의 경우 순조립시간(net time)은 66~72초가 소요되며, 여기에 준비작업 및 이동시간 등 작업 여유(ILO 기준 적용, 1971)를 고려하면, 1대 생산하는데 70.91~77.36초가 소요되었다. 그리고 하루 기준으로 300대를 생산하는 경우, 노출시간은 354.55~386.8분으로 전체 작업시간(600분) 대비 59.09~64.47%에 해당하는 것으로 분석되었다. 롤테스트 하부 검사작업의 경우에는 전체 작업시간(600분) 대비 54.92~63.51%에 해당하는 것으로 나타났다.

근로자 이모 씨의 목 굽힘(젖힘) 각도 측정방법에 의해 분석한 결과, 메인 샤시 검사 시 목을 젖힌 각도는 20°이며, 롤테스트 하부 검사의 경우에는 23° 젖힌 상태에서 작업하였다. 이러한 젖힘작업은 업무 분석 시 노출되는 시간동안 같은 형태로 반복 노출되고 있다. 이러한 주작업을 RULA를 이용하여 위험도를 분석한 결과, <표 4>와 같이 RULA 최종점수가 전체적으로 6점이어서 개선이 필요한 것으로

나타났고, RULA의 목 부위에 대한 위험도 범위를 기준으로 조사한 결과, 전체적으로 83.3%의 위험도를 보였다. 이는 목을 젖힌 상태에서 좌우로 머리를 비틀며 검사작업을 하고 있기 때문이다.

산업의학적 평가에서 이모 씨의 경추 MRI 영상 소견은 제5~6경추 간 추간판 탈수, 추간 간격 감소, 골극 형성, 경성 추간판탈출로 추간판 및 주변 구조물의 퇴행화에 의한 소견을 보였다. 진단에 대한 세부적인 해석에서는 이견이 일부 있었다. 해당 영상을 촬영한 병원 진단영상의학 의사는 판독 소견에 추간판 자체는 중심성 탈출이며 수핵 및 골극이 신경근을 누르지 않는 것으로 기술하고 있었다. 반면, 근로복지공단 자문의는 동일 사진에 대해 골극에 의해 신경근이 눌리는 경성 추간판탈출로 볼 수 있다고 해석하였다. 신경전도 및 근전도 검사에서는 좌측 경추 6번 신경근병증에 준하는 소견이 나왔다. 산업안전보건연구원에서는 이런 내용을 종합할 때 환자의 증상이

<표 2> 주요작업의 구체적인 작업내용

작업명 / 단위작업	작업내용	노출시간(1대 당)	작업높이 및 노출 신체 부위	비고(무게, 빈도, 공구 등)
메인 샤시 검사	차체 하부의 이종, 미장착 덜조임 등 검사	66~72초	목을 뒤로 젖힘 팔 들어올림 : 2~4회	시간 당 30대, 일일 생산량 300대 공구 사용 없음
롤테스트 하부검사 (A-line, B-line으로 구성)	완성차 누유, 누수, 헤손, 간섭검사	115~133초	목을 뒤로 젖힘 팔 들어올림 : 5~7회	시간 당 16대, 일일 생산량 160대 공구 사용 없음

<표 3> 주요작업별 노출시간

작업명 / 단위작업	노출시간(1대, 초)			생산량 대비 노출시간(분)
	순노출시간	여유율(%)*	보정조립시간	
메인 샤시 검사 (하루 총 생산량 300대)	66~72초	7.44	70.91~77.36	354.55~386.8
롤테스트 하부검사 (하루 총 생산량 160대) A-line, B-line으로 구성	115~133초	7.44	123.56~142.9	329.49~381.07

* ILO 여유율(1971) : 고정 여유 = 5.44, 변동피로 여유 = 2, 기타 작업환경적인 측면 및 개인적 측면의 여유는 제외함

<표 4> 작업별 위험성 분석결과(RULA)

작업명 / 단위작업	RULA 분석(가장 위험 수준이 높은 동작 기준, 목)			
	상지 점수	몸통 점수	RULA score*	목(위험도)
메인 샤시 검사작업	3	8	6	5(83.3%)
롤테스트 하부검사작업	3	8	6	5(83.3%)

* RULA Score : 1~2 = 무시해도 좋음, 조치사항 없음
3~4 = 위험 수준 보통, 조치가 필요할 수 있음
5~6 = 위험 수준 높음, 조치가 곧 필요
7 = 위험 수준 매우 높음, 즉시 조치 필요

제5~6경추의 경성 추간판탈출증일 가능성이 가장 높다고 판단하였다.

이모 씨의 추간판탈출증은 급격하게 발생한 것이 아니라 세월이 지나면서 서서히 발생한 퇴행화에 의한 것으로 해당 연령대에 저절로 생긴 것인지를 고려할 필요가 있다. 경성 추간판탈출은 골극이 경추 신경근이 빠져나가는 추간공 쪽으로 자라나 증상이 발생하므로 골극이 자라는 시간이 걸리는 만큼 추간판 섬유륜이 터져서 발생하는 연성 추간판탈출증보다 좀 더 늦게 호발하는 경향이 있다.

문헌마다 다소 다르지만 연성 추간판탈출증은 55세 이전에 호발하고 증상이 갑자기 나타난다. 경성 추간판탈출은 외국의 보고에서는 55세 이후,⁴⁾ 우리나라의 보고에서는 50세 이후로 나타나며⁵⁾ 서서히 증상이 생기는 경우가 많은 것으로 보고하고 있다. 이모 씨의 발병은 만 45세 정도로 추정되므로 일반 인구의 호발연령대보다 다소 빠른 것으로 볼 수 있다. 따라서 자연 노화에 따른 퇴행보다는 업무로 인해 퇴행화가 촉진되었을 가능성이 더 크다고 볼 수 있겠다.

이상을 종합할 때, 근로자 이모 씨의 제5~6경추 추간판탈출증에 대한 산재 요양 신청은 업무 관련성이 높은 것으로 인정됨이 타당하다고 판단하였다.

표면근전도의 활용

근로자 이모 씨의 사례는 인간공학적 평가를 통해 순노출 시간은 전체 작업시간(600분) 대비 54.92~64.47%에 해당하는 것으로 분석되었다. 이 경우는 업무가 메인 샤시 검사와 몰테스트 하부검사의 2종으로 이뤄져 작업 분석 자체가 용이하게 이뤄졌지만 다른 사례들도 다 이와 같이 쉽지는 않다. 본 역학 조사에서는 지속적으로 판단이 어려운 비정형 작업자의 역학 조사 사례가 요청되고 있어 이에 대한 새로운 접근방법 모색으로 표면근전도 활용을 시도하였다.

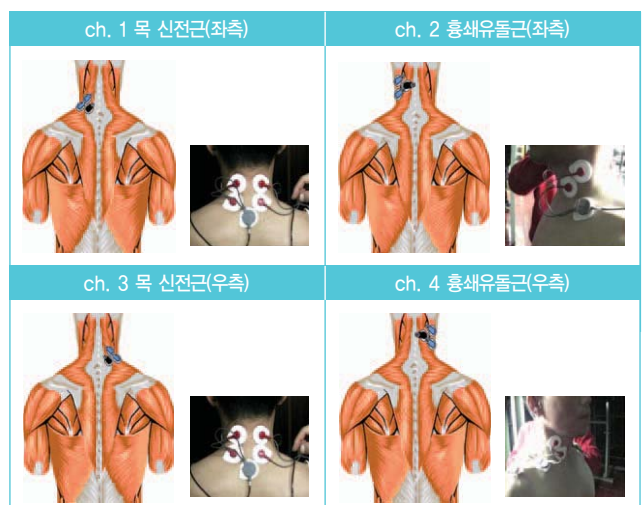
근전도(EMG) 신호는 근육의 수축 시 일어나는 전기적인

신호인데 많은 EMG 신호 분석방법 중 시간을 기준으로 하는 Time Domain 방법과 진동 수를 기준으로 분석하는 Frequency Domain 방법이 일반적으로 사용된다. 여기서는 Time Domain 방법 중 Root Mean Square(RMS)의 값으로 신호 처리를 하여 측정시간 중 평균 사용 정도를 파악하고 최대 근수축 대비 정도를 표현하는 %MVC(최대 자발 근수축력, maximum voluntary contraction)로 전체 근 사용 정도를 추정하였다. 근전도 신호의 측정은 목의 신전근 위주로 설정하였으며, 대조를 보기 위하여 목의 굴근 중 주요 근육인 흉쇄유돌근을 함께 측정하였다. 자세한 부착 위치는 <그림 3>과 같다. 작업에 대한 측정은 조사대상자가 실제 작업하는 공간에서 이모 씨를 포함해 동료 근로자 2인에게서 개인별 작업에 대하여 약 3~4회 정도 측정하였다.

조사대상자들의 좌·우측 목 신전근과 흉쇄유돌근의 작업 시, 최대 수의 근력, Peak Average에 대한 평가결과는



[그림 2] 근전도측정을 위한 장비 및 평가 프로그램



[그림 3] 근전도 부착 위치

4) Truumees E, Herkowitz HN: Cervical spondylotic myelopathy and radiculopathy. Instr Course Lect 49:339-360, 2000.

5) 정형외과학 제6판

“

현재까지 어느 정도의 근전도 결과값부터 근골격계 부담작업으로 볼 것인지와 그 근골격계 부담작업이 추간판탈출증과 같은 특정 질환 발생에 어느 정도 영향을 미치는지 정량화된 기준으로 제시된 바는 없다. 그런 점에서 업무 관련성 평가에서 표면근전도의 활용은 아직 준비가 덜 되었다고 볼 수 있다. 하지만 복잡한 업무형태를 지닌 비정형작업에서 근골격계 부담작업 여부 평가를 객관적이고 수치화된 정보로 확인할 수 있어 근골격계질환 예방사업 등에 활용도가 높을 것으로 보인다. ”

〈표 5〉와 같다. 이모 씨의 측정결과, Ch. 1과 Ch. 3의 목 신전근의 근육 동원비율이 최대 자발 근수축력(MVC) 대비 26.3~37.7%로 나타나 작업 수행 시 근육 동원이 많은 것

으로 분석되었다. 동료 근로자 1의 경우 해당 작업공간에 임시로 파견되어 근무하고 있어 작업 시 실제 근로자보다 높은 근전도 결과 값을 보이는 것으로 나타났으며, 동료 근로자 2의 작업방법은 피재근로자의 작업형태와 달리 육안 검사를 중심으로 실시하여 근전도 결과값 및 Peak Value의 값이 상대적으로 낮게 나온 것으로 조사되었다.

작업생리학 분야의 연구결과에 따른 근육의 동원량이 최대 자발 근수축력(MVC)의 30%가 넘는 지점부터 근육 내의 원활한 혈액 순환이 감소되며, 70%가 넘는 경우 정상적 혈액 순환이 이루어지지 못하여 젖산과 같은 피로물질이 축적되는 것으로 알려져 있다. 또한 하루 중 많은 시간을 연속적으로 작업하는 경우 최대 자발 근수축력(MVC)의 10~20%를 넘지 않도록 하여야 근육 피로가 누적되지 않는 것으로 많은 연구결과에서 밝히고 있다. 따라서 이모 씨가 수행한 차체 하부검사작업의 측정결과로는 본 작업의 수행 시 경추 부위의 근육 동원이 많으며, 지속적인 작업 시 근육의 피로가 누적될 정도로 판단하였다.

측정결과를 보면 몇 가지 특기할만한 점이 확인되는데 우



산업안전보건연구원에서는 완성 차량 하부검사의 두 축을 이루고 있는 메인 샤시 검사와 롤테스트 하부 검사를 구분하여 작업 분석(work analysis)을 실시하였다.

〈표 5〉 EMG 측정결과

구분	channel 측정 근육	ch. 1 Neck extensor muscle(Left)	ch. 2 Sternocleidomastoid muscle(Left)	ch. 3 Neck extensor muscle(Right)	ch. 4 Sternocleidomastoid muscle(Right)
피재 근로자 (이모 씨)	안정 시(uVs)	12	4	7	5
	작업 시(uVs)	27	24.5	30	26.5
	MVC(uVs)	102.5	349	79.5	382.5
	Peak Count(회)	22	12	16	21
	Peak Average(uVs)	97	82	74	75
	근육동원비율(%) [작업 시 / MVC]	26.3%	7.0%	37.7%	6.9%
동료 근로자 1	안정 시(uVs)	4	2	6	8
	작업 시(uVs)	31	29	45	38
	MVC(uVs)	64	278	128	292
	Peak Count(회)	16	13	20	18
	Peak Average(uVs)	97	88	99	110
	근육동원비율(%) [작업 시 / MVC]	48.4%	10.4%	35.2%	13.0%
동료 근로자 2	안정 시(uVs)	7	19	4	4
	작업 시(uVs)	11	20	8	19
	MVC(uVs)	50	354	33	253
	Peak Count(회)	1	2	1	1
	Peak Average(uVs)	44	59	55	57
	근육동원비율(%) [작업 시 / MVC]	22.0%	5.6%	24.2%	7.5%

선 첫째로 동일작업을 수행하는 근로자일지라도 측정결과에 차이가 클 수 있다는 점이다. 근골격계 부담 여부는 개 개인의 신체나 근력은 물론이고, 작업 자세나 근무 습관, 숙련도에 영향을 받는 것을 알 수 있다. 동료 근로자 1은 당시 파견 형태로 임시로 일을 돕고 있어, 이모 씨에 비해 불필요한 근긴장을 더 많이 하고 있음을 알 수 있다.

둘째로, 표면근전도측정이 개개인별 업무형태의 차이를 반영해준다는 사실도 확인되었다. 동료 근로자 2가 현재히 근수축량 정도가 떨어지는 것은 주로 관찰 위주의 업무로 양 팔을 거의 쓰지 않기 때문인 것으로 추정된다. 동일 업무라고 해도 세부적으로 볼 경우 차이가 있을 수 있는데 그러한 점을 표면근전도측정이 보여주는 사례이다.

셋째로, 본 평가방법이 최초의 최대 자발 근수축력 측정값에 큰 영향을 받는다는 것이다. 〈표 4〉에 최대 자발 근수축력 측정값은 좌우 한 쌍의 근육에서 차이가 크게 나타나는 경향이 있는데 최대 자발 근수축력측정 당시 목이 정중 에 있지 않고 비틀렸을 가능성이 있다. 최대 자발 근수축력 측정은 개 개인의 훈련 정도에 따라 개선의 여지가 있어

%MVC 값의 오차가 클 수 있다. 즉, 한 개인에게서 1회의 측정으로는 과소 및 과대측정의 여지가 있고, 반드시 다수 근로자를 통해 대략의 수준을 함께 평가할 필요가 있다고 판단된다.

표면근전도의 측정결과에는 이모 씨의 업무 관련성 평가에는 활용하지 않았고, 직업병 심의 위원에게 참고로만 소개 되었다. 현재까지 어느 정도의 근전도 결과값부터 근골격계 부담작업으로 볼 것인지와 그 근골격계 부담작업이 추간판탈출증과 같은 특정 질환 발생에 어느 정도 영향을 미치는지 정량화된 기준으로 제시된 바는 없다. 그런 점에서 업무 관련성 평가에서 표면근전도의 활용은 아직 준비가 덜 되었다고 볼 수 있다. 하지만 복잡한 업무형태를 지닌 비정형작업에서 근골격계 부담작업 여부 평가를 객관적이고 수치화된 정보로 확인할 수 있어 근골격계질환 예방사업 등에 활용도가 높을 것으로 보인다. 향후 근전도측정결과와 근골격계질환 발생 간의 연관성을 보여주는 연구결과들이 축적된다면 업무 관련성 평가에 표면근전도 활용이 보다 보편화되리라 기대한다. 

국제 안전보건 단신

국제노동기구(ILO), 석면 사용의 안전성에 대한 입장 발표

국제노동기구(ILO)는 석면협약(1986년) 제162호를 통해 작업 중 석면 노출로 인한 근로자 건강 위험을 예방하고자 하였다. 또한 직업성암협약(1974년) 제139호를 통해 발암물질로 인해 발생하는 직업성 유해요소를 예방 및 통제하고자 하였다.

ILO는 더 많은 회원국에서 협약 제162호와 제139호를 비교하도록 노력하며, 석면 사용의 전면적 중단은 물론 현재 사용 중인 모든 형태의 석면 관리에 힘쓰고, 각 회원국 근로자를 석면 노출로부터 보호할 수 있도록 국가적 프로그램 구축에 힘을 기울인다.

〈출처 : http://www.ilo.org/safework/lang-en/docName=WCMS_144446/index.htm〉

미국 광산안전보건청(MSHA), 미국 내 광산의 안전보건기록 공개

미국 광산안전보건청(MSHA)은 연방기관의 투명성 및 신뢰성 제고를 위한 정보 개방 정책(Open Government Initiative)에 따라 광산의 안전보건기록에 대한 종합 정보를 공지하였다.

공지된 내용은 각 사업장의 사업상 기밀을 제외한 거의 모든 정보(광산의 위치, 산재 현황, 광업활동 현황, 위반사항, 감독기록)를 포함하고 있다.

〈출처 : http://www.ilo.org/safework/lang-en/docName=WCMS_144446/index.htm〉

독일 제조업 사업장 규모별 산업안전보건관리 현황 설문 조사 발표

독일의 50~499인 제조업 사업장을 대상으로 산업안전보건관리 현황을 조사한

결과, 경제 위기 이후 관리가 소홀해진 것으로 나타났다. 따라서 산업안전보건관리를 위해서는 각 사업장의 요구사항을 적극 반영하여 지원할 필요성이 대두되고 있다.

〈출처 : <http://www.eurofound.europa.eu/ewco/2010/07/DE1007019I.htm>〉

경제적 유인책을 통한 중소기업 산업안전보건 향상-폴란드 사례 연구

폴란드 중소기업 지원 프로그램 사례 연구는 유럽산업안전보건청(EUOSHA)에서 발표한 보고서의 한 부분(pp.142~146)으로, 보조금 지급 등의 재정 지원을 통해 중소기업에 대상으로 효과적인 안전보건 증진활동이 가능함을 보여주고 있다.

〈출처 : http://osha.europa.eu/en/publications/reports/economic_incentives_TE3109255ENC/view〉

국내 안전보건 단신

국내 첫 산업안전보건 국제학술지(SH@W) 창간

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원은 지난 9월 30일 국내 최초로 산업안전보건 분야의 국제 학술지 『SH@W』(Safety and Health at Work)를 창간하였다.

연구원은 산업안전보건에 관한 국제적인 수준의 학술지가 전무한 국내 상황에서 『SH@W』 발간을 통해 우리나라 산업안전보건의 위상을 높이고 국내 연구 수준의 국제화를 모색한다는 방침이다.

연간 4회 발행하는 『SH@W』는 접수부터 논문 심사, 출판까지 모두 전용의 웹사이트(<http://www.e-shaw.org>)를 통해 이루어지며, 출판된 모든 논문자료는 웹사이트에서 무료로 이용할 수 있다.

책자는 매회 약 3,000부를 발행하여 전

세계 산업안전보건 연구기관 및 유관단체 등에 보급된다. 특히 전문성과 논문의 가치 척도인 피인용 횟수 등을 고려해 국제적으로 우수한 학술지만 등재되는 미국의 SCI(Scientific Citation Index, 과학인용색인)에도 2011년까지 수록되도록 노력할 계획이다.

제1회 재해예방국제컨퍼런스(ICAP 2010) 개최

한국산업안전보건공단은 한국안전학회와 공동으로 선진 주요국의 재해 예방성과 및 다양한 안전보건 정보를 교류하는 '2010 재해예방국제컨퍼런스'(ICAP 2010: International Conference on Accident Prevention 2010)를 부산에서 개최하였다. 컨퍼런스 주제는 '산업안전보건 서울 선언 실행을 통한 재해 예방'으로, 국내 및 영국, 미국, 일본 등 안전보건 분야 저명 인사 10명의 기조 연설과 특별 강연이 이어졌다. 행사 기간 중 15개 학술 세션에서는 안전보건 관련 13개 주제별 총 120여 편의 논문이 발표되었으며, 포스터 세션에서는 55개의 우수 논문이 포스터 형태로 전시되었다.

국제 산업보건위원회는 전세계 93개국에 2,000여 명의 회원을 두고 있으며, 우리나라는 2015년에 국제산업보건위원회가 주최하는 국제대회를 서울에서 개최한다. 이번 국제컨퍼런스 행사를 준비한 공단 이준원 국장은 "재해 예방에 대한 우수한 선진 안전보건 정보와 전문가들이 참여하는 이번 국제컨퍼런스가 국내 안전보건 수준을 한 단계 높이고, 국제 안전보건 네트워크를 강화하는 좋은 계기가 될 것으로 기대한다."고 말했다.

연구원 활동 · 동정

● 국내 학술지의 질적 향상을 위한 특별 세미나 참석

일 자 : 10월 5일(화)
장 소 : 대전 한국연구재단
참석자 : 양정선 소장, 이관형 연구위원, 안상현 대리

● 한국비교노동법학회 추계학술대회 참석

일 정 : 10월 8일(금)~9일(토)
장 소 : 강원대학교
참석자 : 이관형 · 조흥학 연구위원

● 산업안전보건연구원 아카데미 개최

일 자 : 10월 8일(금)
장 소 : 산업안전보건연구원 2층 회의실
발표내용
- 이근원 팀장 : 반회분식공정(semi batch process)에서 반응성 물질의 위험성 평가
- 한우섭 연구위원 : 금속 퇴적분체의 화재 폭발 특성 연구

● 국제산업위생협회(IOHA) 컨퍼런스 발표

일 정 : 9월 26일(일)~10월 3일(일)
장 소 : 이탈리아 로마
발표내용
- 박승현 연구위원 : Characteristics of worker exposure to hazardous chemicals at wafer fabrication line of semiconductor manufacturing company
- 정광재 연구위원 : Research for identification and evaluation of ionizing radiation exposure characteristics at industrial production units

● 2010년 GLOBAL 아카데미 발표

일 자 : 10월 6일(수)
장 소 : 한국산업안전보건공단 본부 5층 강학당
발표자 : 한규남 연구원
발표내용
- 핀란드 산업보건연구원(FIOH) '핀란드의 산업보건 등

● 화학물질 안전보건센터 학습세미나

일 자 : 10월 12일(화)
장 소 : 화학물질안전보건센터 회의실
발표자 : 이혜진 연구원
발표내용 : 'ToxRTTool', a new tool to assess the reliability of toxicological data

● 제1회 재해예방국제컨퍼런스(ICAP 2010) 발표

일 정 : 10월 20일(수)~22일(금)
장 소 : 부산 웨스틴조선호텔
구 연 : 3건, 포스터 : 12건

● 대한인간공학회 추계학술대회 발표

일 정 : 10월 21일(목)~22일(금)
장 소 : 이탈리아 로마
발표자 : 박정근 연구위원
발표내용
- 간호사의 근골격계질환 및 직무스트레스 위험 요인

● 2010년 연구원 연구과제 Peer review

일 정 : 2010년 하반기
내 용 : 연구과제 77건에 대한 전문가 심의

● 2010년 연구원 연구과제 최종 심의

일 정 : 2010년 11월
내 용 : 연구과제 발간 여부 심의

국내 안전보건 행사

● 환경독성보건학회 추계학술대회

일 정 : 2010. 11. 4(목)
장 소 : 성균관대학교(수원) 의학관 1층 대강의실

● 한국독성학회 정기학술대회

일 정 : 2010. 11. 11(목)~12(금)
장 소 : 부산대학교 상남관

● 대한산업의학회 추계학술대회

일 정 : 2010. 11. 11(목)~12(금)
장 소 : 호텔경주교육문화회관

● 대한안전경영과학회 추계학술대회

일 정 : 2010. 11. 20(토)
장 소 : 오산대학

● 한국역학회 학술대회 및 연수교육

일 정 : 2010. 11. 22(월)~23(화)
장 소 : 서울대학교병원 어린이병원 임상강의실

● 한국직무스트레스학회 추계학술대회

일 정 : 2010. 11. 26(금)
장 소 : 서울대학교 61동 교수학습개발센터

● 한국방재학회 창립10주년 기념 국제학술세미나

일 자 : 2010. 11. 26(금)
장 소 : 한국과학기술회관 아나이스홀

※학회 일정은 해당 학회의 사정에 의해 변경될 수 있습니다.

최신 안전 보건자료

● 작업장에서의 피부 노출 위험관리

- 영국 보건안전청(HSE) 발행

- 원제 : 'Managing risks from skin exposure at work'
- 바로가기 : <http://www.hse.gov.uk/pubns/books/hsg262.htm>

SH@W

Safety and Health at Work

『국내 최초, 산업안전보건 국제학술지 창간』

— 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 「SH@W」 발간 —



한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원은 2010년 9월 30일 국내 처음으로 안전보건 분야의 국제적 학술지 『SH@W』(Safety and Health at Work)를 창간하였다.

『SH@W』는 영문판 계간지로 연 4회 발행하며, 회당 12편 내외의 국내외 안전보건에 관한 최신 논문과 연구동향, 연구 사례 등이 수록된다. 회 당 3,000부를 발행, 국내·외 안전보건 학계, 학술단체, 유관기관, 국제기구 등에 배포된다.

〈원고를 모집합니다〉

영문판 계간 국제학술지 『SH@W』에 많은 관심과 함께 투고를 부탁드립니다.

■ 무료 웹사이트를 이용한 투고

<http://www.e-shaw.org> (※현재 접수중)

■ 문의사항

논문 투고와 관련한 문의사항은 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전경영정책연구실로 연락하시면 됩니다.

• 담당자 : 안상현 대리 Tel. (032)5100-904, e-mail : shaw@e-shaw.org



한국산업안전보건공단
산업안전보건연구원



와장탕!

늘 별일 없었다고요?

계단 오르내릴 때는 그래도 조심조심



바닥 정리정돈



바닥 물기 제거



계단 주의