

OSH

2009. 10

RESEARCH BRIEF

안전보건 연구동향 Vol. 26

2009년 10월 1일 발행 | 발행처 산업안전보건연구원 | 발행인 강성규 | ISSN 1976-345X | 032)5100-757 | oshri.kosha.or.kr

원장칼럼

재해율 정체의 시대 산업안전 연구 어디로 가야 하나?

기획특집

보호구산업의 실태와 발전 방향

기계류 안전인증의 글로벌화 동향

연구동향

안전화 미끄러짐 저항측정 비교 연구

건설현장 실리카(Silica)의 공학적 제어

수소의 위험성 평가를 위한 연소특성치 고찰

정책·법

미국 NIOSH의 2차 산업안전보건 연구계획

정부의 보호구산업 정책 방향

기계 분야의 국제표준화가 국내 산업에 미치는 영향



산업안전보건연구원



일러스트 김혜수

한비야, 그녀가 꿈꾸는 세상과 '가슴 뛰게 하는 일'

돌아가신 아버지와 약속한 '세계일주'의 꿈을 이루고자 여행길에 오른 한비야. 7년 간 세계 오지 마을을 다니며 겪은 여행 경험을 『바람의 딸, 걸어서 지구 세 바퀴 반』, 『지도 밖으로 행군하라』 등으로 펴내고, 해남 땅끝마을에서 강원도 통일전망대까지 우리 땅을 걸어 다니며 쓴 『바람의 딸, 우리 땅에 서다』,

그렇게 '바람'처럼 지구를 걸어 다니던 그녀가 돌연 국제난민운동가로 변신하여 8년 6개월 간 느꼈던 생각을 담은 『그건 사랑이었네』,

구호활동을 더 잘하기 위한 이론적 지식을 쌓겠다며 또다시 유학길에 오른 그녀가 어떤 모습으로 우리 앞에 다시 올지 사뭇 기대된다. 자신이 하는 일이 가슴을 뛰게 하고 피를 끓게 만들며, 자신도 나중에 어떤 모습이 될지 궁금하고 정말 행복하다는 그녀의 진정어린 목소리가 우리 마음속으로 스며든다.

그녀의 끝없는 열정과 도전정신은 어디서 오는 걸까?

그녀의 도전에 찬사를 보내며...

Contents

원장칼럼

- 04 재해를 정체의 시대 산업안전 연구 어디로 가야 하나? · 강성규

기획특집

- 06 보호구산업의 실태와 발전 방향 · 한돈희
12 기계류 안전인증의 글로벌화 동향 · 최기홍

연구동향

- 18 안전화 미끄러짐 저항측정 비교 연구 · 한경훈
24 건설현장 실리카(Silica)의 공학적 제어 · 정세균
30 수소의 위험성 평가를 위한 연소특성치 고찰 · 하동명
36 사업장의 산업의학적 보건서비스 실태 조사 · 안전경영정책연구실
38 사업장의 효율적인 보건관리업무 개선방안 연구 · 안전경영정책연구실
40 직업환경연구 분야의 연구과제 소개 · 이인섭

정책 · 법

- 42 미국 NIOSH의 2차 산업안전보건 연구계획 · 안전경영정책연구실
50 정부의 보호구산업 정책 방향 · 김양현
54 기계 분야의 국제표준화가 국내 산업에 미치는 영향 · 최병남

통계 프리즘

- 58 프레스 끼임재해 발생원인 통계 분석 · 신운철
62 일본의 산업재해 및 직업병 통계 현황 2006~2008 · 장경혜

안전보건활동

- 63 직업병 역학조사 : 자가면역질환을 앓고 있는 수술실 간호사에서 발생한 뇌척수염 사례 · 김건형
67 산업안전보건 국내외 소식
68 산업안전보건연구원 활동 · 동정



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

재해율 정체의 시대 산업안전 연구 어디로 가야 하나?

최근 10여 년 간 우리나라의 산업재해율은 0.7%대에서 줄지 않고 있으며, 매년 약 9만여 건의 산업재해가 발생하는데, 대부분이 업무상 사고에 의한 손상으로 최근 5년 간 전체 재해에서 업무상 사고가 88.6%를 차지하고, 나머지는 업무상 질병으로 볼 수 있다.

따라서 산업재해율을 낮추려면 업무상 사고를 줄여야 하는데, 그러기 위해서는 정확한 사고의 유형과 원인 분석, 그리고 그동안 연구원에서 수행한 연구 분야와 방향에 대한 냉정한 평가 등을 통해 업무상 사고 예방에 적합한 연구를 강화해 가야 할 것이다.

1년에 산업재해로 보상되거나 보고되는 숫자는 약 9만여 건이다. 이 중 업무상 사고로 인한 손상은 90% 정도가 되고, 사고 손상에 대한 산재보험금 지급액은 전체의 75% 정도가 된다. 업무상 사고에 의한 손상은 업무상 질병에 비해 보상비용은 상대적으로 적지만, 절대 숫자가 많기 때문에 재해율을 낮추려면 업무상 사고를 줄여야만 한다. 산업안전보건연구원은 업무상 사고와 업무상 질병을 예방하기 위해 설립된 조직이므로 연구의 근간이 업무상 사고나 질병을 예방하는 관점에서 벗어날 수 없다. 따라서 업무상 사고를 예방하기 위해 그동안 많은 산업안전 분야에 대한 연구를 수행해 왔다.

최근 10여 년 간 정체되고 있는 재해율을 낮추기 위해서는 사업장에 대한 기술지원, 교육 및 홍보와 더불어 '업무상 사고' 예방을 위한 연구가 강화되어야 한다. 재해 예방에 필요한 산업안전 분야 연구를 수행하기 위해서는 우선 두 가지를 정확히 알아야 할 것이다. 첫째는 안전사고의 유형과 원인에 대한 파악이다. 사고 유형을 잘 파악해야 그 유형에 적합한 연구를 수행할 수 있을 것이고, 사고 유형과 원인을 정확히 알지 못한 채 연구를 수행하면 그 결과를 사고 예방에 잘 활용하지 못할 수 있기 때문이다. 두 번째는 그동안 연구원에서 수행한 연구의 분야와 방향에 대한 분석이다. 연구원의 연구 수행결과를 정확히 평가함으로써 연구원의 강점과 약점을 파악할 수 있고, 이에 필요한 연구 분야를 보강할 수 있기 때문이다.

우리나라 업무상 사고의 경향

최근 5년 간 업무상 사고는 전체 재해의 88.6%를 차지하고 있다. 우리는 업무상 사고를 뭉뚱그려 안전사고라고 표현하는데 발생 원인과 예방 방향에 따라 크게 외상성 사고, 비외상성 사고, 그리고 교통재해로 구분할 수 있다. 외상성 사고는 넘어짐, 감김 · 끼임, 추락, 부딪힘, 물체에 맞음, 절단, 감전, 무너지짐 등의 사고에 의한 손상을 말하고, 비외상성 사고는 질식, 무리한 동작, 고온접촉, 체육행사, 폭력, 동물상해 등에 의한 손상을 말한다. 2007년에 발생한 외상성 사고는 전체의 77.2%였고, 비외상성 사고는 9.0%, 교통 사고는 3.4%였다. 비외상성 사고는 기계 · 설비적인 원인보다 환경 및 인간 관계에서 발생하는 것이므로 주로 산업보건 분야에서 예방사업을 수행하고 있고, 교통 사고는 별도의 전문 예방기관이 있으므로 산업안전에서는 크게 관심을 갖지 않고 있다.

외상성 사고는 주로 넘어짐, 감김 · 끼임, 추락, 충돌 사고 등 네 가지 유형



강성규 원장

산업안전보건연구원

이 전체의 61.3%를 차지하고 있다. 넘어짐 사고와 충돌 사고는 꾸준히 증가하는 반면, 감전과 끼임 사고는 감소하는 추세이다. 사고 건수는 적지만 감전, 폭발, 무너짐 사고도 꾸준히 감소하고 있다. 또한 추락 사고는 2003년에 가장 많았고, 이후 약간 감소한 수준에서 비슷한 수준으로 발생하고 있다. 그런데 4대 사고 유형을 업종별로 보면 매우 뚜렷한 차이가 난다. 감전·끼임 사고의 67%는 제조업에서 발생하고, 추락의 50%는 건설업에서 발생하며, 넘어짐 사고의 40%는 서비스산업에서 발생하고 있다. 충돌 사고는 전 산업의 사고와 유사한 분포를 하고 있다. 감전·끼임 사고 및 절단 사고는 제조업에서 상대적으로 많이 발생하고, 추락, 무너짐, 감전은 상대적으로 건설업에서 많이 발생한다. 2007년 산업재해 원인조사에 의하면 부상자의 기인물은 건축·구조물·표면과 관련된 것이 30.9%, 기계·설비와 관련된 것이 24.4%였다. 따라서 업무상 사고는 기계·설비에 의한 것 뿐만 아니라 다양한 원인에 의해 발생하고 있다.

연구원에서 수행한 산업안전 연구

연구원은 1990년부터 2008년까지 343건의 산업안전 관련 연구를 수행하였다. 분야별로는 기계안전 분야 25.9%, 화공안전 분야 24.5%, 건설안전 분야 24.5%, 전기안전 분야 15.5%, 안전정책 분야 8.1% 순이다. 연구내용으로는 기술기준이나 지침 개발이 104건으로 전체의 30%를 차지하고 있고, 건설안전 분야는 50%가 기술기준 및 지침 개발이었다. 기계·설비의 개발 연구는 전체의 18%였는데, 기계안전 분야의 연구에서 기계·설비 개선 연구가 44%를 차지하고, 사고 유형별 조사 분석은 16건으로 전체의 5% 이하였으며, 기인물별 사고 원인조사는 11건으로 3.2%였다. 따라서 그동안 연구원에서 수행한 산업안전 관련 연구는 대부분 기술지침 개발과 기계·설비 개선에 대한 공학적 연구였다.

연구원의 산업안전 연구는 연구 자체보다 연구결과를 활용해서 작성하는 지침개발이나 표준개발 연구의 비중이 많았던 반면, 사고의 원인이 되는 다양한 요인에 대한 연구는 거의 없었다. 우리나라에서 발생한 사고 원인에 대한 정확한 분석 없이 기술지침이나 표준 개발을 하게 되면 자연히 외국의 자료를 많이 참조하게 되는데, 그렇게 되면 기술지침의 방향이 우리나라의 실정에 맞지 않거나 사고 예방에 기여하지 못하는 경우도 생길 수 있다. 아울러 기계나 설비의 개선을 위한 공학적 연구는 많이 있었으나 그러한 연구가 왜 필요한지에 대한 연구 즉, 사고의 크기, 심각성, 유형별 특성 등에 대한 역학적 연구는 없었고, 사고의 원인에 영향을 주는

인적 또는 조직문화적 특성에 대한 사회학적 연구도 없었다. 기계의 방호장치에 대한 연구는 많았으나 정책제도 분야를 제외하면 보호구에 대한 연구도 없었고, 지속적으로 증가하고 있는 교통 사고, 폭력 등 다양한 분야의 안전사고에 대한 연구도 아직 없다.

이에 비해 핀란드 산업보건연구원(Finnish Institute of Occupational Health)의 안전 분야 연구는 매우 다양하다. 1991년부터 2008년까지 산업안전 연구는 104건이 있는데, 이는 전체 연구 건수 1,445건의 7.2%에 해당한다. 이 중 60%는 핀란드어로, 40%는 영어로 발표되었다. 영어로 발표된 40편의 연구내용을 보면 보호구 9편(22.5%), 넘어짐 사고 8편(20%), 업종별 사고 위험분석 5편(12.5%), 안전문화 4편(10%), 기타 교통 사고, 제품 설계안전 등이다.

연구원의 연구 성과와 미래전략

그동안 연구원에서 수행한 산업안전 연구는 기계·설비에 관한 공학적 연구와 기술지침 개발 연구가 많았는데, 이는 다른 업무상 사고가 증가함에도 불구하고 기계·설비에 의한 감전·끼임 사고, 감전 사고, 무너짐, 폭발 사고 등이 지속적으로 감소하고 있는 것에 기여하고 있음을 부인할 수 없다. 즉, 안전한 기계·설비의 개발, 방호장치 개선 등이 제조업에서 많이 발생하는 감전·끼임 사고 등 기계·설비 관련 사고를 감소시키는데 기여했다고 볼 수 있을 것이다. 기술지침의 개발 보급은 사업장에서 안전작업 매뉴얼을 만들고 안전한 작업 행위를 생활화하는데 기여했을 것으로 본다.

그간 연구원에서 수행한 산업안전 연구의 성과는 기계·설비에 의한 사고가 많았던 과거의 재해 감소에 기여했다고 평가할 수 있으나, 사고의 유형이 변화하여 재해율이 정체하고 있는 오늘에 와서는 새로운 방향을 모색해야 할 시점에 와 있다. 따라서 기존 산업안전 연구의 장점을 살리되, 그동안 부족했던 분야의 연구, 즉 사고의 유형과 원인에 대한 연구, 사고 발생에 미치는 사회심리적인 영향에 대한 연구, 보호구에 대한 연구, 교통 사고 및 폭력 등 새로운 유형의 사고에 대한 연구 등을 강화해야 할 것이다.

이를 위해 우리와 비슷한 한계를 극복하고 재해율을 낮춘 선진국의 연구기관과 교류하여 산업안전 연구의 방향을 모색하려고 한다. 또한 제2차 산업안전보건연구원 국제학술대회의 일환으로 미국의 NIOSH, 영국의 HSL, 핀란드의 FIOH, 독일의 BAuA, 이탈리아의 ISPESL, 일본의 JNIOH 등의 산업안전 분야 연구자와 개발도상국의 연구자들이 참여하는 ‘업무상 사고 및 상해 예방을 위한 국제 학술대회’도 2010년 서울에서 개최할 예정이다. ☺

보호구산업의 실태와 발전 방향

보호구는 근로자들의 건강과 생명을 지켜준다는 점에서 일반 공산품보다 더욱 안전하고 우수해야 한다. 국내 보호구의 산업기술은 꾸준히 발달하고 있지만 아직도 선진국이나 다른 산업기술에 비하여 많이 뒤쳐져 있다. 본고는 한국산업안전보건공단의 '방호장치·보호구 기술개발 지원을 위한 연구' 가운데 일부를 발췌한 내용으로 보호구산업에 대한 현 실태를 알아보고, 보호구산업의 발전 방향에 대해 살펴보았다.



한돈희 교수
인제대학교 보건안전공학과

문제 제기

최근 산업안전보건에 대한 근로자들의 인식이 고조되어 보호구의 사용은 늘고 있다. 그런데도 재해율이 떨어지지 않고 있음은 여전히 많은 근로자가 보호구를 소홀히 여기거나 부적절하게 사용하기 때문이다. 아울러 생각해 볼 문제는 보호구의 기술적인 부분이다. 국내 보호구의 산업기술은 꾸준히 발달하고 있지만 객관적으로는 아직도 선진국이나 다른 산업기술에 비하여 많이 뒤쳐지는 것이 사실이다. 이는 많은 보호구가 중소기업의 조악(粗惡)한 기술을 가지고 저가의 제품을 만들어 공급하는 것에서 기인한다. 조악한 제품임을 알고 있으면서도 사용주는 저가의 유혹에 빠져 구매하게 되고, 이는 근로자들의 안전과 건강을 위협하는 요인으로 작용한다.

이러한 문제점을 인식하고 해결방법을 찾기 위해 산업안전보건공단에서는 2009년에 '방호장치·보호구 기술개발 지원을 위한 연구'를 시작하게 되었고, 이 과제를 필자가 수탁하여 수행하였다(한국산업안전보건공단(1), 2009). 이 글은 그 일부를 발췌한 것으로 보호구산업에 대한 현 실태를 알아보고, 품질 향상 및 근로자가 선호하는 혁신적인 제품의 개발을 위한 기술과 자금 지원을 어떻게 하는 것이 바람직한지에 대해 고찰하였다.

보호구산업의 실태

자료 수집방법 및 데이터 산출

자료의 수집은 제조업체를 직접 방문한 설문조사, 우편·팩스(Fax)·이메일(e-mail)을 통한 설문조사, 그리고 전화 설문 및 상담으로 진행하였다. 12개 품목에 57개 업체가 참여하여 품목 당 참여 업체수는 평균 4.8개였다. 보호구 생산업체는 한 업체에서 여러 가지 품목을 제조하는 경우가 많기 때문에 중복 품목을 한 품목으로 인정한 실제 제조업체수는 30개였다(표 1).

설문에 응하지 않은 업체에 대해서는 유선상으로 시장 규모만 간단히 조사하는 방식을 취했다. 그래서 시장 규모는 평균 5.5개 업체에 대해 조사가 이루어졌고, 좀더 정확한 시장 규모 추산을 위해(사)한국보호구협회의 자문을 구했으며 동종업체에 오래 근무한 대표이사들의 증언을 덧붙였다.

시장 규모

보호구의 전체 시장 규모와 수입·수출 규모 비교는 <표 2>와 같다. 수출을 뺀 국내 내수시장 규모는 3,275억원이다. 전체 시장 규

모 중 수입이 10.3%이고 수출이 3.3%로, 수입이 수출보다 약 3배 더 많았다. 수출시장은 미국, 일본, 유럽과 같은 선진국이 아니라 우리보다 기술수준이 뒤떨어진 동남아시아 국가들이다. 이는 자동차, 조선, 전자제품, 반도체 등과 같은 우리나라 주력 수출 산업과 달리, 국내 보호구 생산기술이 아직까지 외국 선진국에 수출할 수준이 아님을 단적으로 보여주고 있다.

수출과 수입 규모가 모두 작기 때문에 내수시장 점유율은 86.3%로 상대적으로 높았다. 그러나 이러한 시장구조는 만약 보호구를 많이 사용하는 국내의 조선, 자동차, 중화학 등의 제조업과 건설업 경기가 침체하면 국내 중소기업의 보호구산업이 매우 큰 어려움에 처할 수 있음을 보여준다.

최근 3년(2006~2008) 간 신제품 기술개발 실적

최근 3년(2006~2008) 간 신제품 기술개발 실적은 <표 3>과 같다. 29개 업체가 설문에 응답하였으며, 총 건수는 303건이었다.

품목별로는 3년 동안 가장 많은 기술개발을 한 품목은 안전화로 110건이었다. 이는 업체의 절대수도 많지만 설문에 응한 업체가 많아서 그런 결과를 낳았다고 판단된다. 평균 4,770만원이 소요되었으며, 보호복 신제품개발에 가장 많은 1억 5,000만원이 투입되었다.

<표 1> 설문조사에 응한 업체 수

품목	업체수
안전모	6
안전대	6
방진마스크	9
안전화	11
안전장갑	1
보안경	5
보안면	4
방음보호구	4
방독마스크	4
송기마스크	3
방열복	1
보호복	3
소계	57
중복 품목을 제외한 실제 업체수	30

<표 2> 보호구의 총 시장 규모와 수입·수출 규모

총 시장 규모 (A)	수입 규모 (B)	수출 규모 (C)	수출 / 수입비 (C/B × 100)	수출 제외한 규모 (A - C) (내수시장)(D)	국내 기업의 내수시장 점유율 (D-B)/A × 100
3,388(100.0%)	350(10.3%)	113(3.3%)	32.3%	3,275	86.3%

향후 3년(2009~2011) 간 신제품 기술개발 계획

<표 4>는 향후 3년 간 신제품 기술개발 계획이다. 기술개발 계획을 가장 많이 가지고 있는 품목은 안전대로 9.2건을 계획하고 있었으며, 건당 7,000만원을 투입할 것으로 계획하였다.

희망하는 기술개발의 형식과 기술개발 시 애로사항

기술개발 시 희망하는 기술개발의 형식을 묻는 질문에서는 82.8%는 단독개발, 기술개발과 합동은 15.6%이었고, 외부 기관에 위탁은 1.6%에 불과하였다[그림 1]. 업체 단독개발이 대다수를 차지하지만 합동으로 기술개발을 하겠다는 비율이 15.6%나 되어 앞으로 공단이나 산·학·연 컨소시엄 형태의 연구도 적합할 것으로 사료된다.

[그림 2]와 같이 기술개발 시 애로사항을 묻는 질문에 대해서는 예상했던 대로 자금 부족이 65.8%로 가장 많았으며 다음으로는 기술인력의 부족이 12.7%를 차지하였다(보호구·방호장치 통합 설문임). 복수 응답으로 자금과 기술인력이 모두 부족하다는 응답은 12.7%이었으며, 자금과 시험장비 부족은 5.1%로 집계되었다. 따라서 자금 부족은 83.8%가 응답하여 대부분의 제조업체가 기술개발에 자금 부족을 호소하고 있었다. 또 기술인력도 12.7%가 응답하여 공단에서는 기술인력의 지원도 고려해 봐야 할 것이다.

<표 3> 최근 3년간(2006~2008) 신제품 기술개발 실적

품목	건수	평균 소요금액 (백만원) / 건	평균 소요기간 (개월) / 건	투입인력 / 건
안전모	40	46.6	6.3	4
안전대	45	22.5	4.2	3.8
방진마스크	59	35.8	4.7	3
안전화	110	64.0	7.6	3.4
보안경	16	38.3	5.5	2.7
보안면	11	50.0	7.3	4.3
방음보호구	1	50.0	3	2
방독마스크	12	76.0	7	2.3
송기마스크	8	20.0	24	3
보호복	1	150.0	36	4
계(응답 29개 업체)	303	47.7	10.6	3.3

(단위: 억원)

국내 기술수준

선진국의 기술수준을 100으로 보았을 때 국내 기술수준을 품목별로 조사하였다. 설문조사의 응답이 지나치게 자사의 제품을 높이 평가함으로 객관성을 잃고 있어 과거의 연구보고서(한국산업안전보건공단(2), 2009)와 수출·수입 정도를 고려하여 [그림 3]과 같이 국내 기술수준을 평가하였다.

가장 높은 기술수준은 안전화로서 선진국 수준인 100%를 유지하고 있으며, 다음으로는 안전모로 95% 수준이었다. 가장 낮은 기술수준은 보호복으로 선진국의 60%로 보고 있다. 다음으로는 송기마스크 70%, 방독마스크 70%로 우선적으로 이 분야에 대한 지원이 이루어져야 한다. 이같이 낮은 기술수준은 수출에도 영향을 주게 되어 보호복, 송기마스크, 방진 / 방독마스크의 경우 국내 제품이 일부 동남아 국가에 수출되고 있으나 선진국 진출은 거의 불가능한 상태이다.

〈표 4〉 향후 3년(2009~2011) 간 신제품 기술개발 계획

품목	건수	건 당 평균 소요금액(억원)	예상 개발 소요 총 자금(억원)		
			계	자체 부담	외부 지원
안전모	7	0.4	2.9	2.6	0.3
안전대	9.2	0.4	3.4	3.1	0.3
방진마스크	5.2	1.0	5.0	3.7	1.3
안전화	7.4	0.8	6.1	3.7	2.4
안전장갑	3	0.7	2.1	2.1	0
보안경	3.6	0.6	2.1	1.9	0.2
보안면	2.3	1.5	3.4	3.2	0.2
방음보호구	0.5	3.0	1.5	1.5	0
방독마스크	1	0.8	0.8	0.8	0
송기마스크	2.3	1.2	2.7	1.4	1.3
보호복	1	1.5	1.5	1.5	0
계(응답한 업체수: 29개)	42.5	0.7	31.5	25.5	6

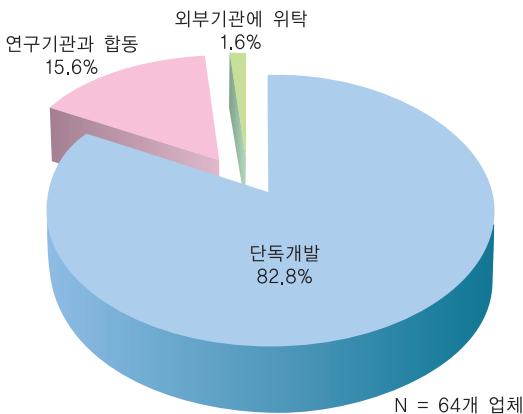
연구인력 보유 현황 및 부족비율

필요한 연구인력에서 현재 보유한 연구인력을 뺀 후 필요한 연구인력으로 나누어 부족비율을 계산하였다. 〈표 5〉를 보면 부족한 연구인력의 비율은 평균 29.3%로 나타났으며, 고급인력으로 갈수록 부족률이 높아 중소기업체의 전형적인 애로사항이 여실히 드러났다. 박사급 혹은 기술사급이 78.6%나 부족하였다. 이같이 고급인력의 부족 현상은 기술개발이 쉽지 않음을 단적으로 보여주는 것으로 공단에서는 기술개발에 자금 지원뿐만 아니라 인력의 지원문제도 심각하게 고려해야 할 것이다.

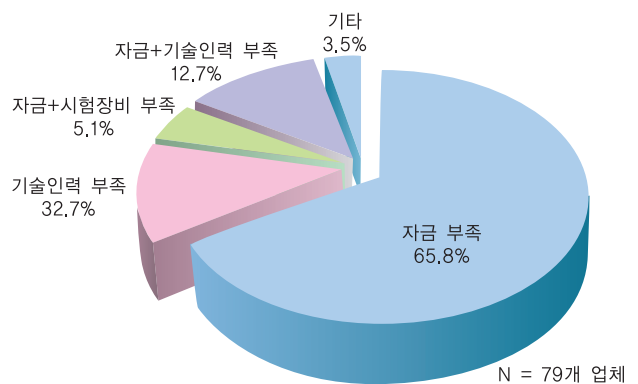
선진국 대비 연구인력 기술수준

선진국 연구인력의 기술수준을 100으로 보았을 때 국내 연구인력은 어느 수준인지 물어보았다. 이는 국내 연구인력이 독자적이고 창의적인 연구보다는 선진국에서 이미 개발된 제품을 모방하거나 복제(copy)하여 사용하는 경우가 많이 있기 때문이다. 〈표 6〉과 같이 국내 보호구 연구인력의 기술수준은 평균 72%에 머물고 있다.

이같은 연구인력의 기술수준이 낮아 기술개발에 적지 않은 어려움이 있을 것으로 판단되며, 이의 대책 마련도 절실하다. 부족한 연구인력의 기술수준을 높이기 위한 가장 좋은 방법은 타 기관의 연구인력을 최대한 활용하는 것이다. 그렇게 하기 위해서는 기술개발을 기업체 단독으로 맡기는 것보다는 공단의 연구진, 대학교 전문인력 등을 활용한 공동 연구가 바람직하다. 또한 공단 내에 산·학·연 공동의 연구위원회를 구성하여 정기적으로 기술개발과 기술 향상을 위한 연구회를 개최하는 것도 좋을 것이다.



[그림 1] 희망하는 기술개발 형식



[그림 2] 기술개발 시 애로사항

신제품개발 시 어려운 점

[그림 4]는 신제품 기술개발 시 가장 어려운 점에 대한 질문에 응답한 결과인데 63.3%가 연구자금 부족이었고, 그 다음은 연구인력 부족으로 61.1%였다(복수 응답 가능). 시험장비 부족도 37.8%로 나타나 예상했던 대로 이 세 가지가 기술개발에서 가장 큰 걸림돌이었다. 따라서 앞으로 기술개발을 지원하기 위해서는 자금 지원도 중요하지만 연구인력, 시험장비의 지원도 동시에 고려해야 한다.

산업안전보건공단과 정부에 바라는 점

■ 인증제도 이원화

소규모 제조업체는 검정기준을 맞추는 것도 쉽지 않았다. 검정제도에서 인증제도로 바뀌면서 인력, 장비, 제조시설이 미흡한 소규모 제조업체는 인증을 받기가 매우 어려워졌다고 한다. 그래서 인증을 각각 수출과 내수만을 위한 인증으로 이원화하는 것이 좋겠다는 의견이 다수 있었다. 그러나 일부에서

는 인증기준을 더 강화하여 저품질 제품이 더 이상 발붙이지 못하도록 만들어야 한다는 의견도 소수 있었다.

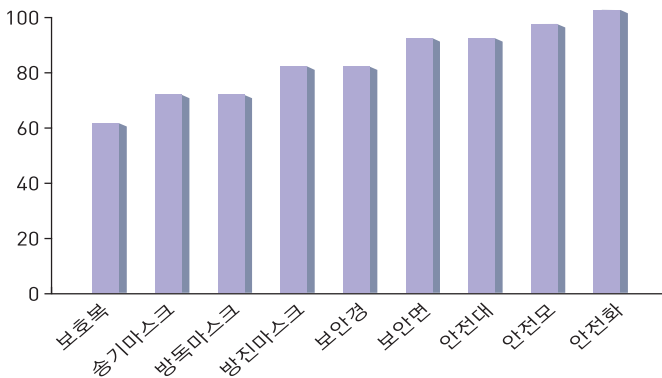
■ 현실에 맞도록 인증기준에 대한 개정 필요

현실적으로 맞지 않는 인증기준의 조속한 개정이 필요하다. 예를 들면, 다음과 같은 내용들이다.

- 보안면 커버 플레이트(cover plate)의 문제 : 파쇄실험 항목이 있어 완제품에 대한 인증을 받은 제품이라도 현장에서는 강화유리 대신 일반유리로 교체하여 사용하고 있다. 사용자는 커버 플레이트를 수없이 많이 교체해야 하므로 파쇄실험을 통과하여 가격이 4~5배나 높은 강화유리로 구매하지 않는다.

- 완제품에만 인증이 허용되는 문제 : 보안경의 경우 렌즈의 컬러가 다르면 현실적으로 렌즈에 대한 부분 인증만 해도 된다. 그런데 완제품만 인증이 허용되므로 너무 많은 인증비용과 인력(공단뿐만 아니라 업체의 인력도 포함)이 낭비된다.

- 합격, 불합격의 기준에 대한 탄력적인 적용문제 : 인증기



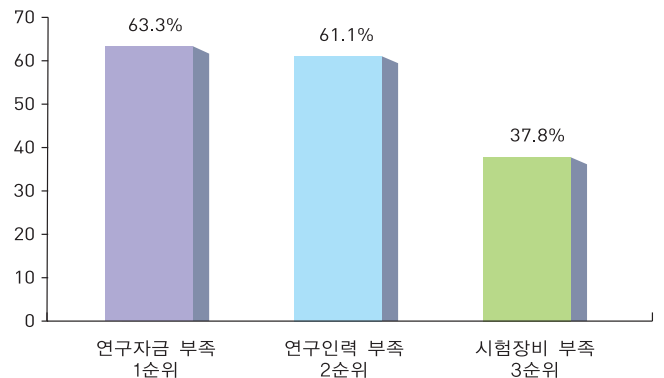
[그림 3] 보호구의 선진국 대비 기술수준

[표 5] 연구인력 보유 현황

인력 구분	필요한 인력(명) (A)	현재 보유 인력(명) (B)	부족한 인력(명) (A - B)	부족분(%) (A-B)/A × 100
박사급 혹은 기술사	14	3	11	78.6
석사, 학사 혹은 기사로 연구경력 5년 이상	59	41	18	30.5
전문학사(전문대 졸) 혹은 산업기사로 연구경력 10년 이상	51	44	7	13.7
계	124	88	36	29.3

[표 6] 선진국 대비 연구인력 기술수준(선진국을 100으로 환산)

품목	인력수준(%)
안전모	80
안전대	65
방진마스크	70
안전화	70
안전장갑	80
보안경	65
보안면	80
평균	72



[그림 4] 신제품개발 시 어려운 점 순위

준을 파인 라인(fine line)으로 적용하다보면 안전 및 보건상 전혀 문제가 되지 않음에도 불구하고 미세한 차이로 불합격 판정을 받아 제품을 만드는 회사의 이미지가 추락하고 영업에 막대한 타격을 받는 사례가 있다. 합격, 불합격의 판정기준을 탄력적으로 적용하여 오차범위를 정하는 기준의 마련이 필요하고, 불합격 범위의 제품에 대해서는 곧장 불합격시키지 말고 경고나 합격유예제도를 도입하는 것도 좋겠다.

■ 국내 인증기준의 영문화

수출 시 외국 바이어는 영문으로 된 한국의 기준을 요구하는데 영세업체에서 이를 영문으로 작성하기란 매우 어려운 일이다. 인증기준에 대한 영문화가 이루어져 바이어가 원하면 언제든지 제공할 수 있어야 한다.

■ 국가 상호인증체계를 구축

외국에서 통용될 수 있는 CE, ANSI, JIS 등 기준에 합격하는 것도 중요하지만 이를 계속적으로 유지하려면 취득 후 사후 관리비용이 필요하다. 이보다는 국가 대 국가 상호인증체계를 구축하여 협력하는 체제로 가는 것이 더 바람직하다. 그렇게 하기 위해서는 실질적인 문제 해결을 할 수 있는 행정적인 뒷받침이 필요하다. 다시 말해, 행정적으로 국가 간 MOU를 맺을 수 있는 조직이 가동되어야 한다.

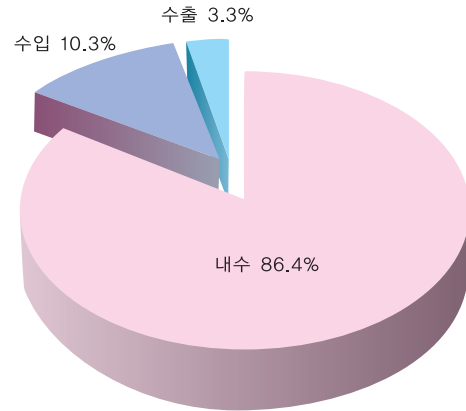
■ 산업안전보건공단과 기술개발에 필요한 소통이 필요

많은 보호구 제조업체가 기술개발에 필요한 여러 가지 사안에 대해 공단과의 소통이 어렵다고 하였다. 기술개발에 필요한 인적 교류, 시험시설의 이용, 기술개발에 필요한 정보 제공 등 여러 사안에 대해 공단 측과 많은 대화가 필요한데 실질적으로 소통이 이루어지지 않는다는 것이다. 이번 기회에 공단이 보호구 제조업체에 고자세였던 것은 아닌지 반성해야 하며, 소통을 원활히 할 수 있는 제도 개선이 필요하다.

발전 방향

기술개발 및 수출

기술개발이 가장 우선시되어야 한다. 이미 실태조사에서 나타난 것처럼 보호구산업은 총 시장 규모의 86.4%가 국내에 속해 있다. 이는 보호구를 많이 사용하는 업종, 즉 조선, 자동차,



[그림 5] 국내 보호구시장의 구조

중화학, 건설 등의 국내 산업이 침체하게 되면 덩달아 침체할 수밖에 없는 취약한 구조이다. 따라서 이를 극복하려면 기술수준을 향상시켜 신제품을 개발한 뒤 수출해야만 한다.

기술개발 방향

■ 새로운 산업 유형과 환경에 대한 발 빠른 대처

모든 산업은 끊임없이 진보된 방향으로 변화하기 때문에 이에 대한 발 빠른 대처를 하는 기업은 살아남는다. 보호구산업도 마찬가지이다. 몇 가지 예를 들면 다음과 같다.

방진마스크는 최근 급변하는 환경보건 및 산업환경에 맞추어 변신해야 한다. 환경보건 측면에서는 신종인플루엔자(H1N1), 중증호흡기증후군(SARS), 황사에 대비한 새로운 마스크의 개발이 시급하며, 산업환경에서는 나노산업과 석면 해체작업에 대한 호흡보호구의 개발이 필요하다.

방독마스크는 선진국과 같이 화재와 같은 응급 상황에 대비하여 여러 가지 화학물질을 동시에 잡아줄 수 있는 정화통의 개발이 시급하다. 또 미국과 같이 응급 상황에서 핵·생물·화학물질로부터 동시에 보호해줄 수 있는 호흡보호구의 개발도 시급하다. 안전화는 근골격계질환 예방, 오일에 대한 미끄럼 방지기술이 필요하며, 안전대는 좀더 가볍고 질긴 소재의 사용이 필요하다.

■ 안전사고 유형에 따른 제품의 개발

제조업체에서는 안전사고 유형을 면밀히 분석하여 여기에 맞는 새로운 제품을 선보여야 한다. 예를 들어, 안전모는 협착

에 의한 두부 손상을 줄이기 위해 고경도의 신소재를 사용해야 하며, 안전화는 비계작업 시 미끄럼 방지를 위한 새로운 형태의 신발창이 개발되어야 한다.

산업안전보건공단과 정부의 지원

가장 시급한 것은 정부에서 기술개발에 필요한 자금을 확대하는 것이다. 근로자들의 건강과 생명에 직결되는 보호구는 품질이 우수해야 하므로 일반 공산품과 같은 테두리 안에서 취급하거나 지원해서는 안 된다. 불량한 보호구가 산업재해와 연계되어 있음은 이미 보고서에 밝힌 바 있다. 따라서 정부(노동부)에서는 전향적인 자세로 보호구산업 육성에 적극적으로 나서야 한다.

〈표 7〉은 보호구산업 육성을 위해 필요한 기술개발 지원금을 정부에 제시한 금액이다.

보호구는 매년 20개 업체를 지원하되 기술개발에 소요되는 금액이 방호장치에 비해 적은 관계로 평균 7,000만원씩 14억 원을 지원해야 한다.

보호구는 업체수가 가장 많은 안전화 업체를 매년 7개 선정하여 각 업체 당 7,000만원씩 지원한다. 안전대의 경우 기술개발 시 소요금액이 가장 적은 것으로 밝혀져 매년 2개사를 선정하여 5,500만원씩 지원해야 한다. 기타 9개 품목에 대해서는 매년 6개 품목을 선정하여 연차적으로 지원하되, 7,000만원씩 지원해야 한다.

업체 간 동업자 정신

업체들은 스스로 불량 제품을 근절하려는 동업자 정신을 발휘함으로써 보호구산업에 대한 신뢰 구축이 필요하다.

■ 불량 저가 제품에 대한 대응책 필요

보호구를 실제 착용하고 사용하는 현장 근로자들과 이를 관리하는 안전관리자 및 보건관리자들을 대상으로 정보 교류 네

트워크(network)를 구성하고 운영하도록 한다. 네트워크 모니터링 담당자는 대기업에서는 업체의 근로자와 안전 / 보건 관리자로 하고, 중소기업의 경우는 근로자와 이들 기업을 담당하는 보건대행기관의 보건관리자, 안전대행기관의 안전관리자이다. 이들이 수시로 불량 제품을 모니터링하여 신고함으로써 불량 제품이 작업 현장에서 근절되도록 만든다.

■ 불량품 유통 방지를 위한 자율정화시스템 구축

불량품의 유통을 근절하기 위해서는 공단과 민간 관련업체의 공동 대응이 필요하다. 그러기 위해서는 공단과 민간 유관기관이 협력하여 우수 보호구 유통업체 인증제도를 도입·실시해야 한다.

결론

이 글은 지난 6월에 연구가 종료되었던 연구과제의 일부를 발췌하여 작성한 것으로, 보호구산업의 발전 방향에 대해 살펴보고자 한다.

보호구는 근로자들의 건강 및 생명과 직결된다는 점에서 일반 공산품과는 달리 제품이 안전하고 우수해야 한다는 당위성을 갖고 있다. 따라서 이들 산업의 육성을 위해서는 정부가 연구자금이나 고급 전문인력을 적극적으로 지원해야 한다.

보호구 생산업체의 내수시장 점유율은 다른 공산품보다 비교적 높기 때문에 만약 보호구를 많이 사용하는 조선, 자동차, 중화학, 건설 등의 산업이 침체하면 동시에 침체할 수밖에 없는 취약한 구조를 가지고 있다.

이를 극복하기 위해 생산업체는 기술 개발에 적극적으로 앞장서야 한다. 기술 개발은 새로운 환경보건 및 산업기술과 방향을 같이 해야 한다.

아울러 불량저가 제품의 근절을 위한 업체 스스로의 노력도 필요하다. 

〈표 7〉 연간 기술개발 지원자금 배분표

품목	연간 지원 업체수	업체 당 지원금 (억원)	합계 (억원)
안전대	2	0.55	1.10
방진·방독마스크	5	0.70	3.50
안전화	7	0.70	4.90
기타 9개 품목	6	0.75	4.50
소계	20	0.70	0.0

참고문헌

- 한국산업안전보건공단(1) : 방호장치·보호구 기술개발 지원을 위한 연구, 안전 분야 연구자료 연구원 2009-37-849, 2009.
- 한국산업안전보건공단(2) : 산업안전보건시장·산업의 체계적인 육성을 위한 실태 조사 및 연구, 한국산업안전보건공단, 2009.

기계류 안전인증의 글로벌화 동향

기계류에 의한 사고는 관련된 개인에게 사망 또는 회복 불가능한 손상을 초래할 수 있고, 사회와 고용자에게도 막대한 경제적 손실을 발생시킨다. 선진 각국마다 제조자가 준수해야 할 다양한 안전 관련 법률을 제정하는 추세에 있으며, 광범위한 국가 간 합의에 근거하여 안전인증제도 및 다양한 제도와 국제기준을 시행 / 수용하는 것은 산업안전보건의 증진뿐만 아니라 국제무역을 활성화하는 계기도 될 것이다.



최기홍 교수
한성대학교 기계시스템공학과

서론

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, 레저활동 등에 사용되며, 사고와 더불어 중대한 부상을 초래할 위험이 높다. 기계류에 의한 사고는 관련된 개인에게 사망을 포함한 회복 불가능한 손상을 초래할 수 있고, 사회와 고용자에게도 막대한 경제적 손실을 발생시킨다. 연구에 따르면, 미국에서 단 한 건의 사고가 작업자나 사회에 끼치는 영향을 비용으로 환산하면 사고에 의한 고통과 불편함을 제외하고도 약 100만 달러에 달한다고 한다. 따라서 국내에서도 이러한 국제 추세에 발 맞추어 기계류 제품의 안전성과 국제 경쟁력 확보를 위한 다양한 국제기준의 적극적인 도입은 물론, 관련 인증제도를 적용할 필요가 있다.

제품안전성과 관련된 국가기능 및 안전인증제도

안전인증과 관련된 국가기능은 크게 보아 법 체계 / 재판제도, 인증제도, 그리고 보험 / 사회제도로 나눌 수 있다. 법 체계 / 재판제도는 강제인증과 관련된 법 체계와 사고 시 책임을 판단하는 재판 제도를 의미한다. 인증제도를 통해서는 기준을 결정하는 규격 / 표준 / 적합성을 판단하고, 구체적인 인증 절차를 규정하며, 사후관리방법 등도 규정한다. 보험 / 사회제도는 제품 관련 손해보증, 다양한 요소로 구성된 문서 또는 문헌정보 제공 및 소비자의 인식 제고 등 제품을 사용하는 소비자와 사회의 부담을 줄이기 위한 다양한 노력을 포함한다.

선진국 중 유럽은 강제적인 인증제도를 운영하는데 이는 일관성 있는 기준 체계를 적용하고 국가가 통합관리한다는 측면에서 국내 대부분의 강제인증제도와 유사하다. 합격제품은 CE Mark를 부착한다. [그림 1]은 유럽에서 안전인증에 참여하는 각 기관별 역할을 도시한 예이다.

[그림 1]에서 국가는 인정, 인증시험과 감시기관의 지정, 감독 및 관리를 담당한다. 인정, 인증시험과 감시기관은 그림에 제시된 역할을 수행한다. 이 때 중요한 것은 감시기관의 역할이며, 제조자와 인증 / 시험기관 간의 이해 상충 요소를 배제하도록 제도를 운영해야 한다. 우리나라 제도로 유럽과 유사한데 [그림 2]는 「산업안전

보건법」상 위험기계, 기구와 보호구 및 방호장치의 안전성 확보를 위해 현재 우리나라에 적용되는 제조자 대상의 안전인증 제도와 사용자 대상의 검사제도를 나타내고 있다.

미국의 경우 제품안전성의 확보는 전자파 관련 규제 등 특수한 경우를 제외하면 대부분 시장의 자율적인 정화기능에 의존한다. 즉, [그림 3]에서 제조자는 제품안전성의 문제 때문에 인명 및 재산상 손실이 발생할 경우의 소비자 보상 요구에 대비하여 보험에 가입하고자 한다. 보험회사는 제품의 안전성 여부를 확인하기 전에는 보험 가입을 거부하므로 제조자는 제3의 인증기관에 의한 인증을 통해 제품의 안전성을 보험회사에게 입증해야 한다. 또한 국가가 통합관리하는 체계가 아니므로 인증기준 제정 주체가 다양한 것도 특징이다. 민간 인증기관인 UL 등이 핵심적인 역할을 담당한다.

일본의 경우 PS Mark 제도 등 우리나라와 유사한 전면적인 안전인증제도를 일부 품목에 한하여 제한적으로 실시하고 있어서 아직 체계 면에서 유럽에 뒤진다고 할 수 있다. 국가가 일관성 있는 기준 체계를 적용하지만 주로 개별 제품기준만 존재한다.

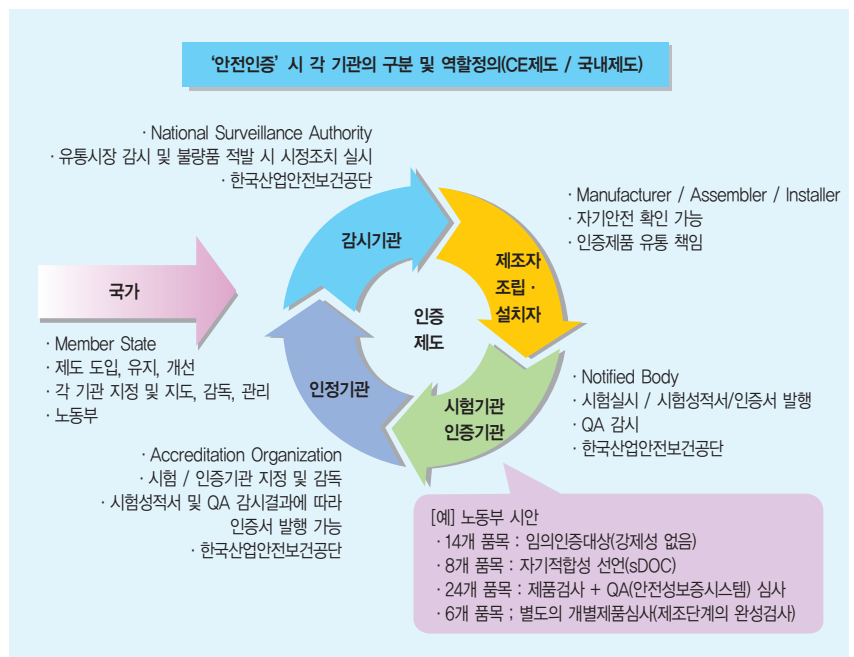
안전인증의 기대효과

일반적으로 위험기계, 기구, 보호구, 방호장치를 포함한 다양한 기계류 또는 공산품은 여러 가지 이유로 사용 중 안전문제를 야기할 수 있는데 그 기술적인 원인은 다음과 같다.

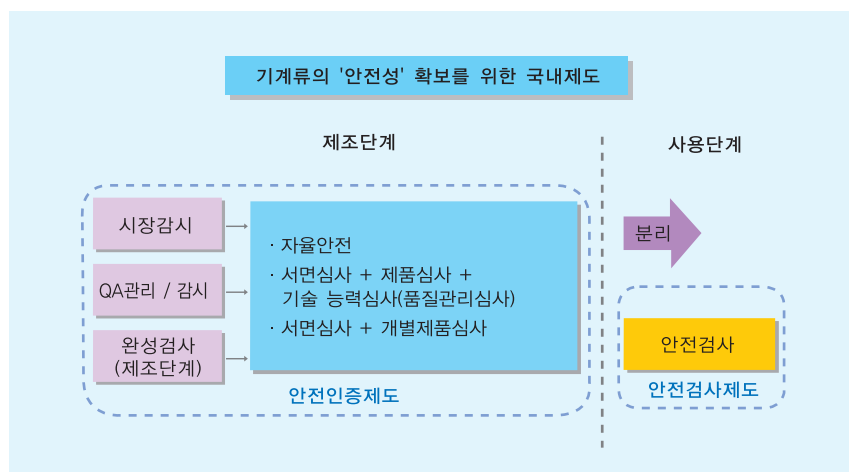
- 제품의 평균 성능이 목표치에 미달
- 제품의 평균 성능은 목표치를 만족시키나 품질의 불균일에 의해 제품특성상 설정 가능한 안전 사용 범위(Safety Band)를 벗어나는 경우
- 사용시간이 지남에 따라 제품의 열화(Deterioration)에 의해 안전범위를 벗어나는 경우 등

이와 같은 문제를 해결하기 위해 첫 번째 경우는 제품의 성능 검정을 통해 평균 성능을 목표치에 근접시켜야 하며, 두 번째 경우에는 제품 제조 시 품질관리를 통해 제품 품질 불균일의 문제를 해소해야 한다. 그리고 세 번째 경우, 정기적인 검사(안전검사)를 통한 유지, 보수로 품질열화를 방지해야 한다.

이를 통해 [그림 5]와 같이 제품의 근원적 안전성을 확보할 수 있으며, 그러기 위해서는 제조단계에서의 품질관리를 포함한 안전인증이 필수적이다. 물론, [그림 6]에서와 같이 사용자 대상의 정기적인 검사도 안전성 확보에 도움이 된다.



[그림 1] 유럽에서 안전인증에 참여하는 각 기관별 역할



[그림 2] 기계류의 안전성 확보를 위한 국내제도

기계류 안전과 관련된 책임 소재

ISO 12000 규정에 따르면 제조자는 위험성이 없는 설계, 안전 처리, 정보 전달을 통해 제품의 안전성을 확보해야 한다고 명시하고 있다. 그러나 어떤 경우라도 위험성의 절대적 크기 또는 위험성의 저감이 충분하다고 판단할 수 있는 공적인 기관은 없으며, 제품에 내재된 위험성의 최종 판단은 사법부의 법률적 판단에 따른다. 따라서 제품의 안전인증에도 불구하고 제품 관련 안전사고 시 제조자는 거의 무한책임을 갖는다.

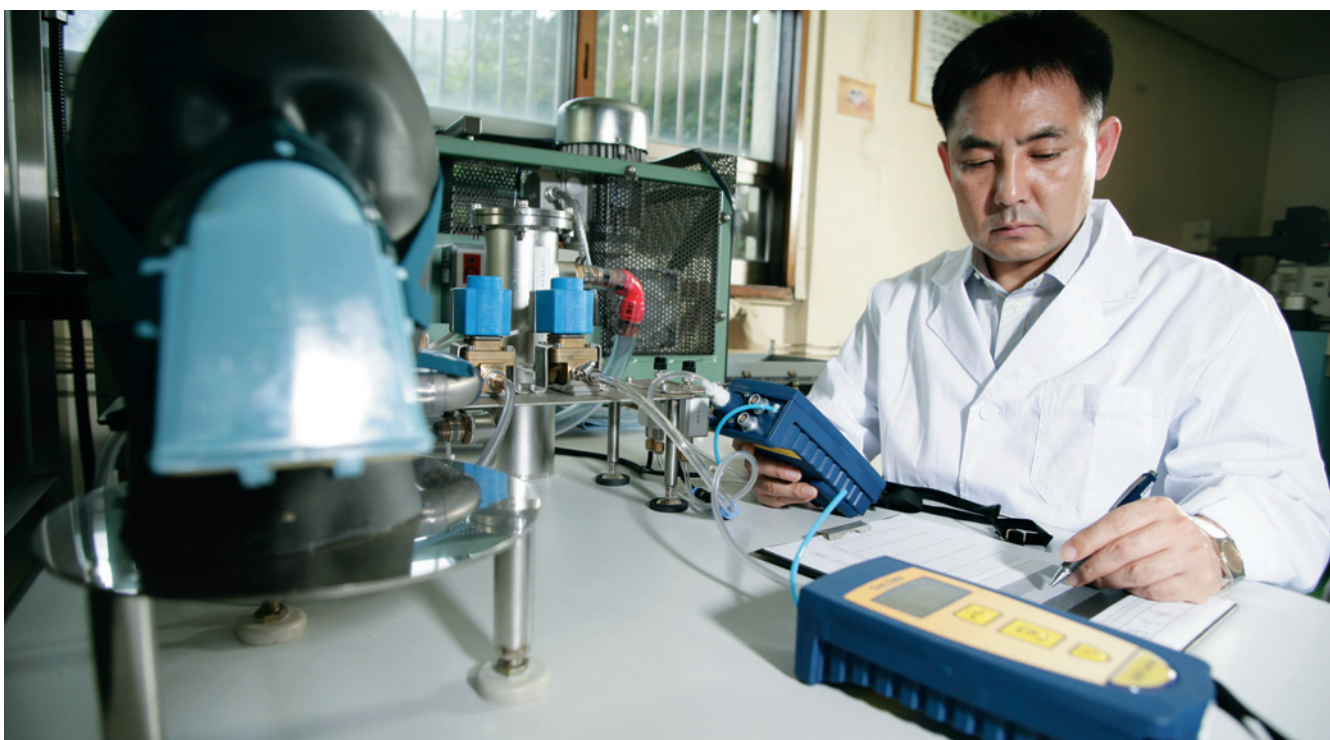
제품의 안전인증은 제품이 관련 인증기준의 관점에서 안전하다는 객관적 사실을 말할 뿐 안전사고 시 책임까지도 면해주지는 않는다. 그러므로 제조자는 안전인증 외에도 제품에 내재된 위험요인을 찾아내고, 그 위험성을 평가한 다음 이를 저감시킬 설계상 또는 제조상 대책을 수립해야 할 의무가 있다.

기계에 내재된 위험성의 판단기준으로는 어느 정도의 위험성을 허용할 수 있는지가 중요하며, 확정할 수 없는 요소가 있을 경우의 판단은 해당 기술 분야 또는 제품의 전문가와 상담이 필요하다. 위험성 평가는 필요에 따라 특정 분야의 전문

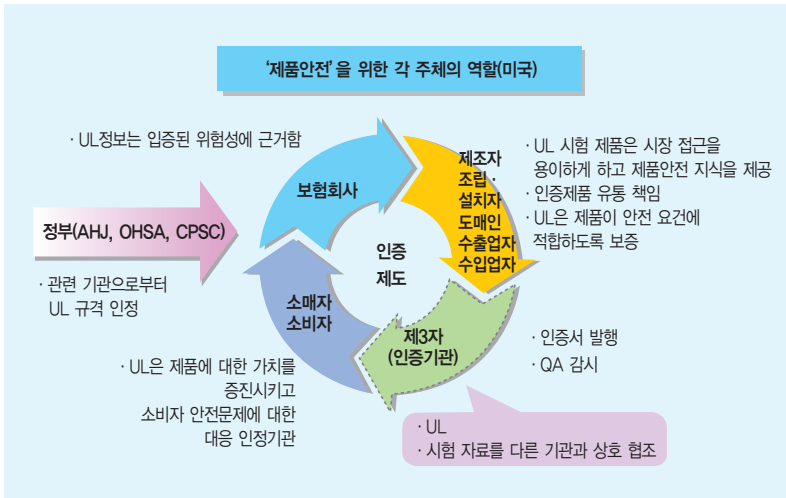
“

ISO 12000 규정에 따르면
제조자는 위험성이 없는 설계, 안전 처리,
정보 전달을 통해 제품의 안전성을
확보해야 한다고 명시하고 있다.
그러나 어떤 경우라도
위험성의 절대적 크기 또는
위험성의 저감이 충분하다고 판단할 수 있는
공적인 기관은 없으며,
제품에 내재된 위험성의 최종 판단은
사법부의 법률적 판단에 따른다.
따라서 제품의 안전인증에도 불구하고
제품 관련 안전사고 시 제조자는
거의 무한책임을 갖는다.”

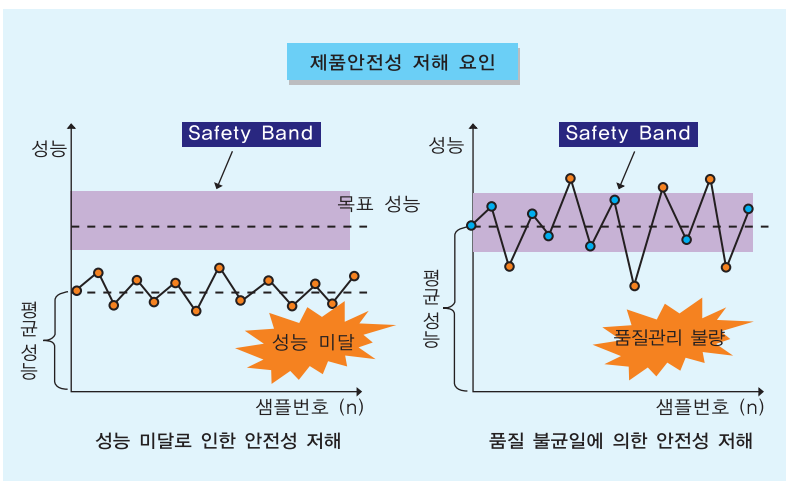
가가 수행하는 것이 바람직하다. 또한 사고가 발생했을 때는 기계 그 자체와 기계의 사용이 적절했는지에 대해 조사해야 한다.



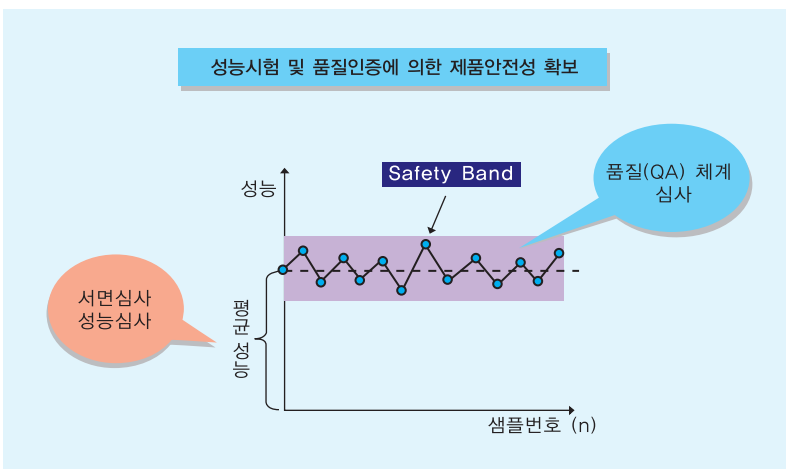
제품의 근원적 안전성을 확보하기 위해서는 제조단계에서의 품질관리를 포함한 안전인증이 필수적이다.



[그림 3] 미국에서 제품안전을 위한 각 주체별 역할



[그림 4] 제품의 안전성 저해요인 : 평균 성능 미달 및 품질 불균일



[그림 5] 성능심사 및 품질인증을 통한 제품 성능 및 안전성 유지

이와 아울러 안전사고 시 사용자의 부주의와 제품의 근원적 결함을 명확히 구분하기 어려운 경우도 많다. 그러나 모든 제품은 사용자의 부주의를 전제로 이를 보완하기 위한 기능을 갖도록 설계·제작되어야 하며, 경우에 따라서는 국가가 이를 강제할 수도 있다.

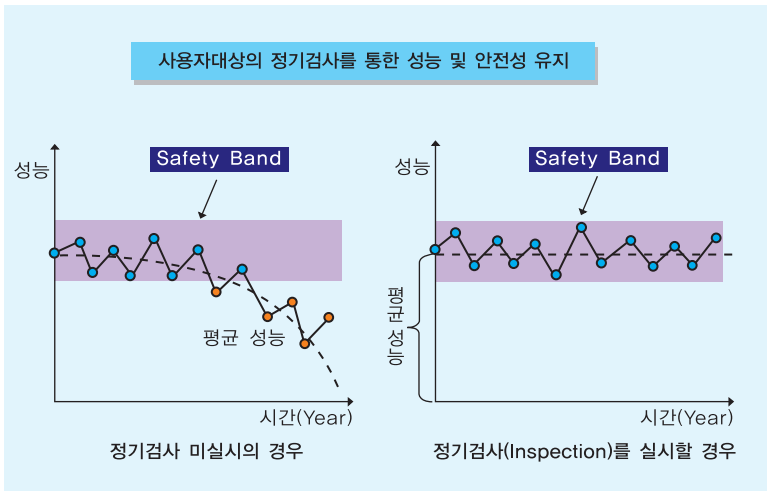
이는 Fool-proof 기능으로 불리는데 기계 장치에 부착된 방호장치의 대부분은 Fool-proof를 위한 것이라고 할 수 있다. Fool-proof는 사용자의 착오, 미스 등 이른바 휴먼 에러(Human Error)를 방지하기 위한 것으로도 사용되는데 인간이 에러를 일으키기 어렵게 하는 구조나 기능도 광의의 Fool-proof라고 할 수 있다.

이와 같은 논리로 제품의 근원적 안전성과 사용자의 안전을 위해서는 조금 보수적인 관점에서 접근하는 것이 유용하기 때문에 제품 관련 사고의 대부분은 제품의 근원적 안전성과 연관 있다는 전제 하에 설계상 또는 제조상 대책을 수립하는 것이 바람직하다.

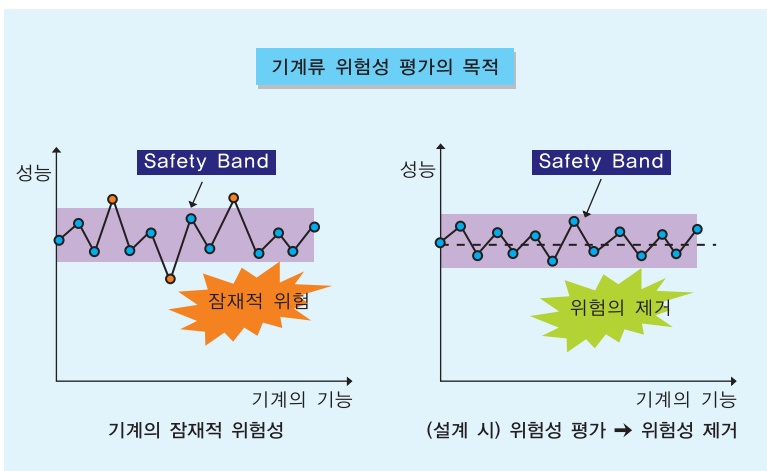
기계류 위험성 평가

기계류 위험성 평가에 관한 새로운 기준으로는 ISO 14121-1:2007, Safety of machinery – Risk assessment – Part 1: Principles가 있다. 이 기준은 기계류 설계자 또는 제조자가 관련 위험을 줄이는데 도움을 주도록 제안된 것이다. 이를 통해 제조자는 제품설계단계에서 위험을 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 안전 한계에 대한 판단에 활용될 수 있다. 만일 기



[그림 6] 사용자 대상의 검사제도를 통한 제품 성능 및 안전성 유지



[그림 7] 기계류 위험성 평가의 필요성 및 목적

계류가 안전하지 않다고 판단되는 경우에도 위험성을 줄이기 위해 정보를 활용하는 것이 가능하다.

위험성 평가 절차는 기계류가 최종적으로 안전하다고 판단 될 때까지 반복된다.

이외에 ISO 14121-1는 특정 기계류의 상세한 안전규정이나 방호장치 또는 구체적인 안전 요소를 다루는 개별 기준 개발의 토대가 될 수도 있다.

ISO 14121-1의 개발에는 산업계, 안전보건 관련 기관 / 단체, 국가정부 또는 기관, 노조, 국제노동기구(ILO)와 같은 근로자협회, 세계보건기구(WHO) 등이 참여하였으며, ISO 14121-2: Safety of machinery – Risk assessment – Part 2: Practical guidance and examples of methods는 현재

개발 중이다.

일반적으로 특정 제품의 위험성 평가를 위한 툴(Tool)은 선진국이 중심이 되어 다양한 형태로 개발되어 왔다. 유럽 등 선진국에서는 각 품목별 위험성 평가를 위한 전문가 그룹 (working group)을 구성하여 재해통계 등 객관적 근거와 전문가의 경험을 토대로 수년 간에 걸친 충분한 토의와 협의를 통해 위험성을 결정하고 있다. 그러나 이러한 노력의 결과로 도출된 각 품목의 위험성도 그 품목의 기능적 특수성에 근거한 것으로 여러 품목의 위험성을 상호 비교하는 목적으로 사용하기에는 부적절하다.

예를 들면, 승강기의 위험성 분석 툴은 승강기의 위험성을 평가하고 승강기들 간의 위험성을 상호 비교하기 위한 목적으로는 사용될 수 있으나 승강기와 타 제품 간의 제품안전성 상호 비교를 위한 목적으로 사용하기에는 부적절하다.

[그림 8]은 ISO 14121-1에 규정된 기계류 위험성 평가 절차를 나타낸다. 이 때, 위험성은 파악된 대상제품의 유해위험요인에 대하여 그것이 사고로 발전할 수 있는 가능성(빈도)과 사고 발생 시 사고의 중대성(피해 크기)을 단계별로 수준(Level)을 정한 뒤 양자를 조합하여 계산할 수 있다. 즉, 위험성

평가에는 제품의 특성에 따라 사전에 빈도와 피해 크기에 대한 수준을 정하는 것이 필요하다. 결과적으로, 각 위험요인에 대한 위험성 평가는 가능성 수준과 중대성 수준의 조합으로 이루어진 위험성 수준(위험의 크기)을 결정하는 것이다.

위험성 = 사고의 가능성(F : Frequency) × 사고의 중대성(S : Severity)

- ↑
- 위험이 사고로 발전될 확률
- 폭로빈도와 시간
- ↑
- 부상 및 건강 장애 정도
- 재산손실 크기

많은 경우에서 제품과 연관된 재해로부터 인명 피해의 추정 은 가능한 반면, 재산 피해의 정도는 변화의 폭이 매우 크므로



위험성 평가는 필요에 따라 특정 분야의 전문가가 수행하는 것이 바람직하다.

추정하기 어렵다. 즉, 일반적인 안전사고에 의한 직접적인 피해액(보상비, 치료비, 근로손실액 등)뿐만 아니라 사회적 간접손실비용(재산상 피해, 이미지 실추, 잠재적 근로손실 등)도 고려해야 하므로 재산상 피해액의 추정이 현실적으로 불가능하다.

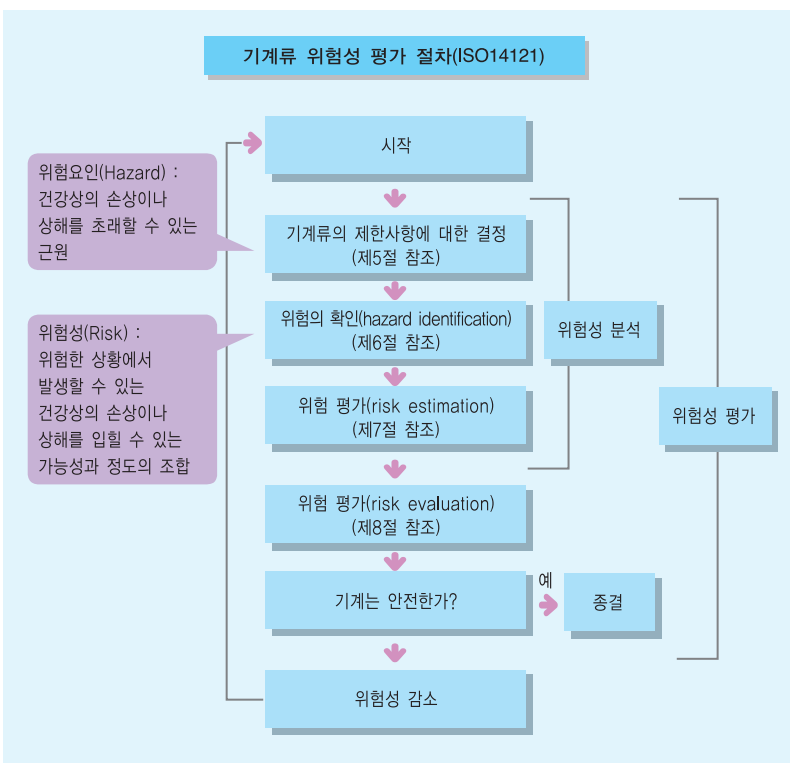
다만, 인명 피해를 고려할 때 인명손실을 수반하는 재해의 직접적인 피해액(보상비, 치료비, 근로손실액 등) 대비 사회적 간접손실비용(재산상 피해, 이미지 실추, 잠재적 근로손실 등)이 약 4배라는 하인리히(Heinrich) 이론 등에 근거하여 재산상의 피해를 간접적으로 반영할 수 있다.

결론

기계류 위험성 평가는 기계류 설계자 / 제조자가 관련 위험을 줄이는데 도움을 주도록 제안되었다.

제조자는 제품설계단계에서 위험을 찾아내고 미래에 발생할 사고를 예방할 수 있으며, 평가 절차를 통해 얻은 정보는 기계류의 안전 여부 판단에 활용 가능하다. 기계류가 안전하지 않다고 판단되는 경우에도 위험성을 줄이는데 활용할 수 있다.

위험성 평가 절차는 기계류가 최종적으로 안전하다고 판단될 때까지 반복된다. 따라서 ISO 14121-1을 기존 기계류 안전에 관한 인증기준(ISO 12000-1, 2 등)과 함께 적용하면 기계류의 근원적 안전성 확보에 큰 도움이 될 것이다. 또한 선진 각국마다 제조자가 준수해야 할 다양한 안전 관련 법률을 제정하는 추세에 있으며, 광범위한 국가 간 합의에 근거하여 안전인증제도 및 다양한 제도와 국제기준을 시행 / 수용하는 것은 산업안전보건의 증진뿐만 아니라 국제무역을 활성화하는 계기도 될 것이다. 🌐



[그림 8] ISO 14121-1에 규정된 기계류 위험성 평가 절차

안전화 미끄러짐 저항 측정 비교 연구

국내에서 넘어짐(전도)재해로 분류되는 미끄러짐 사고는 전도재해의 약 34%를 차지하고 있다. 미끄러짐재해를 예방할 수 있는 유력한 방법 중의 하나가 미끄러짐 방지(anti-slip) 안전화를 착용하는 것이다. 이처럼 안전화의 미끄러짐 방지기능이 중요한 기능으로 인식되면서, 미끄러짐 저항(slip resistance)을 향상시키고자 하는 노력들이 세계적으로 이루어지고 있다. 더불어 이를 정확하게 측정하고 평가하기 위한 시험 방법도 꾸준히 제시되어 왔다. 본 연구에서는 최근 산업안전보건연구원에서 미끄러짐 저항을 측정하기 위하여 자체 개발한 인공관절형 측정장비와 현재 미끄러짐 저항을 현실적으로 가장 정확하게 측정하는 것으로 평가받는 영국 HSL의 램프 테스트(ramp test)를 비교하여 측정장비의 신뢰성을 높이고 향후 개선점을 찾고자 하였다.

연구 배경 및 목적

미끄러짐 사고로 인한 재해가 증가하면서 안전화의 미끄러짐 저항(slip resistance)을 향상시키기 위한 많은 노력이 세계적으로 꾸준히 진행되고 있다. 더불어 이러한 노력들이 결실을 맺기 위해 안전화의 미끄러짐 저항을 정확하게 측정하고 평가하는 것은 매우 중요하면서도 기본적으로 선행되어야 할 문제다. 그러나 그동안 안전화의 미끄러짐 저항을 측정하기 위한 여러 방법이 개발되었음에도 불구하고 현재까지 이의 정확한 측정 방법은 아직까지도 논란의 여지가 있다.

미끄러짐 저항을 나타내는 유력한 방법 중의 하나는 안전화와 바닥면 사이의 마찰계수(coefficient of friction)를 구하는 것이다. 일반적으로 마찰계수는 비교적 간단하게 측정할 수 있으나, 안전화와 같은 신발의 경우에는 인간의 보행 특성을 고려하여야 하기 때문에 사정이 다르다.

영국의 HSL은 안전화의 미끄러짐 저항을 평가하기 위하여 램프 테스트(ramp test)를 채택하고 있으며, 약 10여 년 가까이 연구를 진행하고 있다.

사람이 직접 안전화를 신은 상태로 시험을 실시하기 때문에 인간의 보행 특성을 최대한 반영할 수 있다는 것이 장점인 반면에, 시간이 오래 걸리고 더불어 비용도 많이 소요되는 단점을 갖고 있다.



한경훈 연구원

산업안전보건연구원
안전시스템연구실

한편, 이론적으로도 약간의 논란의 여지가 있는 등의 한계가 존재하지만 현재로서는 안전화의 미끄러짐 저항을 가장 정확하게 평가하는 것으로 알려져 있다.

국내에서는 안전화 미끄러짐에 대한 인증기준이 도입되었으나 이를 시험할 수 있는 장비가 마땅치 않았다. 이에 최근 산업안전보건연구원에서는 ASTM F1679-04를 바탕으로 인공관절형 측정장비를 개발하였다(2008, 신운철 등). 사람이 직접 안전화를 신은 상태에서 시험을 실시하지 않고, 사람의 발을 구현한 인조발에 안전화를 신겨 측정하기 때문에 경제적이며 서로 시험의 재현성을 상당 부분 확보한 것으로 평가할 수 있다. 다만, 아직까지 많은 시험 데이터가 축적되어 있지 않아 이에 대한 충분한 검증과정이 요구된다 하겠다.

따라서 본 연구에서는 산업안전보건연구원에서 개발한 인공관절형 측정장비의 결과를 HSL의 램프 테스트 결과와 비교하여 측정 데이터의 신뢰성을 높이고, 향후 개선점을 찾고자 하였다.

시험방법

시험조건

■ 안전화(safety shoes)

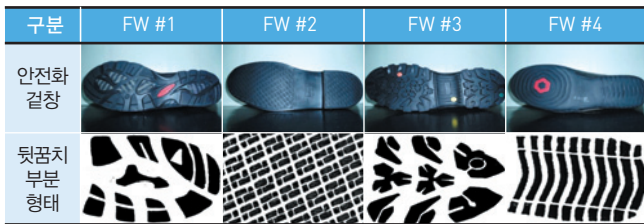
시험에 사용된 안전화는 산업안전보건연구원 및 HSL 연구진이 협의하여 공동으로 선정하였다. FW #1은 안전화 겔창에 유리섬유를 군데군데 배치한 것으로 얼음 위에서 뛰어난 성능을 보이도록 한 것이며, FW #2는 겔창에 많은 돌기를 가진 것이 특징이고, FW #3, #4는 비계 전용으로 설계된 것이 특징이다. 동일 조건을 유지하기 위하여 산업안전보건연구원에서 제작업체에 두 켤레씩 전용으로 제작을 의뢰하여 HSL에 한 켤레씩 공급하였다.

■ 바닥면(test surfaces)

바닥면은 EN ISO 13287:2007 규격에 따라 표면 조도를 맞춘 상태로 철판(steel plate)과 세라믹 타일(ceramic tile)이 시



미끄러짐 사고로 인한 재해가 증가하면서 안전화의 미끄러짐 저항을 향상시키기 위한 많은 노력이 꾸준히 진행되고 있다.



[그림 1] 시험에 사용된 안전화

험에 사용되었다. 세라믹 타일은 HSL에서 산업안전보건연구원에 제공하였으며, 철판의 경우는 각각의 연구진이 규격에 맞게 표면 조도를 맞추도록 했다. 철판의 경우 60번 연마지로 표면 조도가 $1.6 \sim 2.5 \mu\text{m}$ 가 되도록 하였으며, 세라믹 타일의 경우는 $14 \sim 18 \mu\text{m}$ 로 하였다.

■ 오염물(contaminants)

오염물로는 물과 세제 수용액(0.1%)이 사용되었다. 바닥면에 고르게 분포하고 충분히 젖을 수 있도록 하였다.

미끄러짐 저항 시험법

■ HSL 램프 테스트(ramp test)

HSL의 램프 테스트는 미끄러짐이 발생하는 조건을 그대로 구현할 수 있도록 설계된 피실험자 중심의 시험법으로 오랫동안 측정결과에 대한 검증은 거쳐 신뢰성 높고 정확한 시험법으로 알려져 있다.

대부분의 미끄러짐 저항 시험법들은 오염물질이 있는 상태에서 미끄러짐이 발생할 때 신발과 바닥면 사이의 동적 모델을 정확하게 구현하지 못하고 있다. 이러한 현상은 철판과 같은 매끄러운 바닥면에서 더욱 두드러지는데, 액상의 오염물질이 신발과 바닥면 사이에 자리하지 못하면 미끄러짐이 제대로 생기지 않는다. 이때 미끄러짐 저항을 측정하면 ‘stick-slip’ 또는 ‘sticktion’으로 불리는 현상이 발생하며, 마찰계수를 과대평가(overestimate)하게 되는 오류를 범할 수 있다. 그런 이유로 HSL의 램프 테스트에서는 이와 같은 현상은 발생하지 않도록 시험조건에 대한 명확한 절차를 규정하고 있다.

램프 테스트는 원래 독일의 관련 규격 DIN 51130:2004 및 DIN 51097:1992를 기반으로 만들어졌다. 이 시험법은 표준 신발에 대한 여러 종류의 바닥면 미끄러짐 저항을 측정하거나,

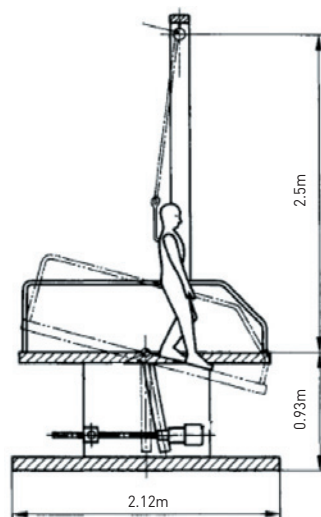
“

HSL에서는 오랫동안 관련 연구를 진행하면서 실험실 내에서의 시험뿐만 아니라 실제 작업장에서의 평가과정을 통해 램프 테스트에 대한 신뢰성을 쌓아왔다. 시험에서 높은 미끄러짐 저항을 보인 안전화는 작업장에서도 좋은 성능을 보여줬으며, 마찬가지로 작업장에서 잘 미끄러지는 안전화는 시험에서도 미끄러짐 저항이 낮게 나타나는 것을 확인하였다.”

표준 바닥면에 대한 여러 신발의 미끄러짐 저항을 평가할 수 있다. 여러 종류의 신발과 바닥면 조합에 대해서도 미끄러짐 저항을 평가할 수 있음은 물론이다. 또한 수영장이나 샤워장 바닥면의 미끄러짐을 평가하기 위한 맨발 시험도 가능하다.

HSL에서는 오랫동안 관련 연구를 진행하면서 실험실 내에서의 시험뿐만 아니라 실제 작업장에서의 평가과정을 통해 램프 테스트에 대한 신뢰성을 쌓아왔다. 시험에서 높은 미끄러짐 저항을 보인 안전화는 작업장에서도 좋은 성능을 보여줬으며, 마찬가지로 작업장에서 잘 미끄러지는 안전화는 시험에서도 낮은 미끄러짐 저항이 나타나는 것을 확인하였다.

시험은 다음과 같은 과정으로 진행된다. 안전화 겔창은 세제



[그림 2] DIN 51130에서 나타난 램프 테스트(ramp test) 개략도



HSL의 램프 테스트(ramp test)

를 희석하여 씻어내고, 에탄올과 물을 각각 50% 섞은 수용액으로 행귀낸다. 이후 안전화 걸창을 평탄하고 고르게 하기 위해 400번 연마지로 연마하고, 한 세트의 시험을 할 때마다 동일한 방법으로 연마한다.

시험을 시작할 때는 피시험자가 오염물이 없는 상태에서 해당 바닥면을 부착한 경사면(ramp)에 안전화를 신은 채로 오르며, 이때 피시험자는 시험 중 갑작스럽게 발생할 수 있는 사고에 뜻밖의 부상을 입지 않도록 안전장치(harness)를 착용한다. 경사면의 경사각은 최초 0°에서 시작한다. 시험을 진행하는 동안 물과 세제 수용액 같은 오염물질은 시험 바닥면에 고르게 분포하도록 약 6l/min 유속으로 계속 공급하며, 순환하여 사용하지 않고 배수구로 통해 바로 버린다.

시험을 진행하면서 피시험자는 시선을 앞에 두고 자신의 발을 보면서 걷도록 한다. 보폭은 중중걸음(half-steps)으로 짧게 유지하고 발을 내딛을 때마다 발바닥이 바닥면에 최대한 접하도록 한다. 이때 경사면에서 앞으로 한 번, 뒤로 한 번 걷는 동안을 한 사이클로 본다.

HSL에서는 중중걸음으로 걸어야 하는 이유를 다음과 같이 밝히고 있다. 첫째로는 보폭을 매우 좁게 하면 발을 내딛을 때마다 신발과 바닥면이 접촉하는 과정을 최대한 동일하게 유지할 수 있다. 둘째로는 바닥면에 접촉할 때 평행 방향의 작용력을 최대한 줄이고 수직 방향 성분을 최대한으로 하기 위함이다.

보속은 박자 측정기(metronome)를 이용하여 분당 144 걸음을 유지하도록 한다. 특히 낮은 경사 각도에서 보속과 걸음형태를 유지하는 것은 매우 중요하다.

피시험자가 한 사이클 동안 미끄러짐을 느끼지 않으면 경사면의 각도를 1~2°씩 증가시킨다. 그리고 피시험자가 미끄러짐을 느낄 때까지 위의 과정을 계속하여 반복한다. 미끄러졌을 때의 경사면의 각도를 미끄러짐 각도(slip angle)로 기록한 후, 다시 경사면의 각도를 원래대로 돌려놓고 처음부터 위의 전체 과정을 12회 반복한다. 측정된 12회의 미끄러짐 각도 중 최대값과 최소값은 버리고 나머지 10개의 미끄러짐 각도를 평균하여 임계각(critical angle)을 구한다. 마찬가지로 다른 피시험자에 대하여 임계각을 측정한 후, 두 결과값을 평균하여 최종적으로 평균임계각(mean critical angle)을 구한다. 마찰계수(μ)는 이 평균임계각(θ)을 이용하여 다음의 식으로 계산할 수 있다.

$$[\mu = \tan \theta]$$

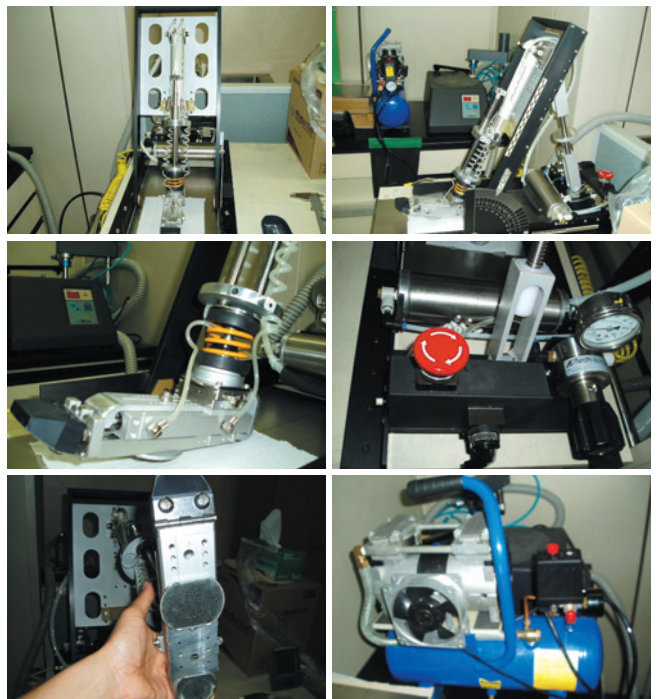
■ 산업안전보건연구원 인공관절형 측정장치

인공관절형 미끄러짐 저항측정장치는 크게 세 부분으로 나뉘어져 있다. 첫 번째가 안전화를 장착하고 미끄러짐을 측정하도록 구성된 인조 다리 부분이다. 이 부분은 인조발, 발목, 무릎 아래의 다리 부분으로 구성되어 있다. 인조발은 안전화를 장착하기 위해 공압으로 길이가 조절되도록 구성되어 있다.

이와 아울러 사람의 발이 바닥과 닿을 때 생성되는 압력분포를 고려하여 중족골 부위와 뒤꿈치 부위에 원형으로 접촉부를 만들었다. 발목 부위는 사람의 보행과 유사하도록 하기 위해 강성이 있는 스프링과 조절나사로 구성되어 있다. 이렇게 구성함으로써 초기 뒤꿈치 접촉 시 신발의 뒤축부터 닿도록 할 수 있었으며, 신발을 장착했을 때 신발의 무게로 인하여 앞쪽으로 기울어지는 것을 방지할 수 있었다.

무릎 아래 다리 부분은 공압 실린더와 이를 보강하는 강봉으로 구성되어 있다. 이렇게 함으로써 바닥과 접촉 시 공압 실린더가 받는 큰 부하를 분산시킬 수 있고, 좌우로 뒤틀리지 않도록 할 수 있다. 또한 이러한 구성은 인간의 해부학적 형태와 유사하게 구성되었다. 즉, 사람의 무릎 아래 다리는 두개의 뼈로 구성되어 있어 이를 모사한 것이다.

두 번째는 작동부로 공압 실린더 구동부, 경사조절부, 압력조



인공관절형 미끄러짐 저항 측정장치



사람의 보행 특성을 정확하게 구현하는 것은 안전화의 미끄러짐 저항을 측정하고 평가하기 위해 반드시 선행되어야 한다.

절부로 구성되어 있다. 공압 실린더 구동부는 누름 스위치 형태로 되어 있고, 작동 후 자동 복귀되지 않도록 되어 있다. 이렇게 함으로써 조작자에 따라 누름시간이 변동되는 것을 방지할 수 있었다. 경사조절부는 나사식으로 되어 있고, 실험 중 각도계를 보면서 쉽게 조작할 수 있도록 만들어졌다. 압력조절부는 압력 레귤레이터를 사용하여 실험에 적합한 압력을 조절할 수 있도록 하였다.

마지막으로 압축공기 공급부는 저소음형 압축기와 1차 레귤레이터 및 라인필터로 구성되어 있다. 실험실 내에서 압축공기를 사용하기 때문에 저소음형 압축기가 필요하였으며, 왕복동식으로 고온에 의한 손상을 우려하여 측면에 냉각팬을 설치하였다. 1차 레귤레이터와 라인필터는 압축기에서 작동부로 보내지는 공기의 압력을 1차적으로 조절하고 압축공기에 포함된 오일과 수분을 처리하였다.

이렇게 구성된 인공관절형 미끄러짐 저항측정장치는 사람이 직접 안전화를 신고 시험에 참여하지 않고도 뒤꿈치 부분부터 지면에 닿는 인간의 보행 특성을 모사하고 있으며, BS-EN 시험법 규정의 전방 뒤꿈치 미끄러짐(forward heel slip) 시험조

건을 만족하도록 제작되었다.

시험은 다음과 같은 과정으로 진행된다. 안전화 걸창은 400번 연마지로 광택이 없어질 때까지 연마하고, 표면에 남아 있는 버(burr)를 제거하기 위해 솔로 털어낸 뒤 증류수로 세척하였다. 세척 후 헤어드라이어로 말리고, 공기 중에서 다시 자연 건조를 하였다. 준비된 안전화를 인조 발에 장착하고 바닥면에 물이나 세제 수용액과 같은 오염물질을 충분히 적신 후, 공압 실린더를 작동시켜 인조 발이 바닥면과 닿도록 한다. 이러한 과정을 인조 발이 미끄러질 때까지 경사각을 증가시키면서 반복하고, 미끄러질 때의 경사각을 기록한다. 이를 통해 HSL의 램프 테스트와 마찬가지로 방법으로 마찰계수를 계산할 수 있다.

본 연구에서는 추가적으로 바닥면에 힘판(force plate)을 설치하여 인조 발이 바닥면에 닿을 때 바닥면에 작용하는 힘을 측정하였다. 바닥면에 작용하는 6 자유도(F_x , F_y , F_z , M_{xy} , M_{yz} , M_{zx})의 힘을 데이터 수집장치로 실시간으로 저장하였으며, 이때 마찰계수는 다음의 식으로 계산할 수 있다.

$$[\mu = \frac{F_s}{F_n} = \frac{\sqrt{F_x^2 + F_y^2}}{F_z}]$$

시험결과

〈표 1〉는 물을 오염물질로 하였을 때 각각의 안전화와 세라믹 타일 사이의 마찰계수를 두 가지 시험방법으로 측정한 것이다. 각각의 안전화에 대하여 마찰계수는 매우 유사한 수치를 보이고 있으며, 크기를 순서대로 살펴봐도 동일한 결과를 나타내고 있다.

〈표 2〉는 세제 수용액을 오염물질로 하였을 때 각각의 안전화와 세라믹 타일 사이의 마찰계수를 두 가지 시험방법으로 측정하였다. 오염물질이 세제 수용액으로 바뀌면서 모든 안전화에서 마찰계수가 예상대로 조금씩 낮게 나타났다. 마찰계수 크기의 순서는 그대로 나타났지만, 마찰계수가 작아지면서 두 시험방법의 결과 사이에 조금씩 차이가 나타났다.

〈표 3〉은 물을 오염물질로 하였을 때 각각의 안전화와 철판 사이의 마찰계수를 두 가지 시험방법으로 측정한 내용이다. 뚜렷한 연관성 없이 마찰계수 값에 차이를 보이고 있으며, 마찰계수 크기의 순서도 다르게 나타났다.

HSL에서는 인공관절형 측정장치의 측정값이 램프 테스트의 결과보다 일관되게 높게 나타나는 것에 주목하여 인공관절형

〈표 1〉 세라믹 타일에서의 측정결과(오염물질 : 물)

안전화	ramp test (rank)	인공관절형 측정장치 (rank)
FW #1	0.20 (4)	0.24 (4)
FW #2	0.59 (1)	0.56 (1)
FW #3	0.54 (2)	0.54 (2)
FW #4	0.26 (3)	0.28 (3)

〈표 2〉 세라믹 타일에서의 측정결과(오염물질 : 세제 수용액)

안전화	ramp test (rank)	인공관절형 측정장치 (rank)
FW #1	0.15 (4)	0.21 (4)
FW #2	0.49 (1)	0.37 (1)
FW #3	0.33 (2)	0.34 (2)
FW #4	0.17 (3)	0.23 (3)

〈표 3〉 철판에서의 측정결과(오염물질 : 물)

안전화	ramp test (rank)	인공관절형 측정장치 (rank)
FW #1	0.20 (4)	0.44 (2)
FW #2	0.44 (1)	0.78 (1)
FW #3	0.30 (2)	0.34 (3)
FW #4	0.22 (3)	0.30 (4)

측정장치가 마찰계수의 측정에서 과대평가하는 경향이 있으며, 마찰계수가 0.2 이상인 환경에서는 다른 시험법들과 마찬가지로 ‘sticktion’ 현상이 일어나는 것으로 판단하였다.

한편, 산업안전보건연구원에서는 3차원 동작 분석장치를 통해 인공관절형 측정장치의 기구학적 문제일 수도 있음을 확인하였다.

결론

안전화는 많은 작업장에서 미끄러짐 사고를 줄일 수 있는 유력한 개입 수단 중의 하나이다. 따라서 안전화의 미끄러짐 저항을 정확히 측정할 수 있는 시험방법을 개발하고 꾸준히 개선하여야 한다.

HSL은 램프 테스트를 오랫동안 운영하고 연구를 진행하여 왔고, 실험실에서 측정한 데이터를 현장에서도 충분히 검증을 하였기 때문에 벤치마크 시험법으로 유용하다고 할 수 있다. 그러나 시험 실시에 시간과 비용이 많이 소요되는 단점이 부각되어 여러 나라에서 이보다 개선된 시험법을 개발하고자 많은 노력을 기울여 왔다.

이러한 노력의 일환으로 최근에 산업안전보건연구원에서는 인공관절형 측정장비를 개발하였다. 피시험자를 사용하지 않고 시험을 실시할 수 있도록 실용적인 측면을 중시하였으나 사람의 보행 메커니즘의 정확한 모사에는 한계를 지니고 있었다.

본 연구에서는 두 시험법을 동일한 시험조건에서 실시하여 인공관절형 측정장비가 어느 정도(마찰계수>0.2)까지는 미끄러짐 저항을 비교적 정확하게 측정하는 것을 확인한 반면, 매우 미끄러운 환경(마찰계수<0.2)에서는 램프 테스트와 다소 다른 결과가 나타남을 확인하였다. 두 연구기관의 연구진은 이러한 결과에 대하여 의견을 교환하였고, 다양한 오염물질과 바닥면에서 신뢰성 있는 측정을 하기 위해서는 장비의 기구학적 개선과 더불어 시험 요소에 대한 정밀성을 확보해야 한다는 점에 동의하였다.

사람의 보행 특성을 정확하게 구현하는 것은 안전화의 미끄러짐 저항을 측정하고 평가하기 위해서 반드시 선행되어야 하는 것이기에, 기계 요소의 조합을 통해 이를 모사하려는 시도는 충분히 평가받을 만하며 앞으로도 꾸준히 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 보인다. 

건설현장 실리카(Silica)의 공학적 제어

건설현장에서 콘크리트 그라인더, 휴대용 착암기, 절단톱 등을 사용하여 작업하는 과정에서 실리카 성분을 포함한 유해 분진이 발생하게 된다. 이러한 실리카 분진에 의한 손상을 예방하기 위해서는 호흡용 보호구 외에 각 작업별로 적절한 안전장치가 필요하다. 먼저, 콘크리트 그라인더나 절단톱을 사용하는 작업에서는 국소배기장치를 갖춘 진공청소기로 분진을 허용기준 이하로 제거할 수 있고, 휴대용 착암기 작업에서는 물 분사기능이 있는 착암기를 사용하여 분진 발생을 억제할 수 있다. 이와 같은 NIOSH의 연구동향은 국내 건설현장의 분진 발생 작업에 시사하는 바가 크다고 할 수 있는데, 본고에서는 각 분진 발생 작업별 세부 작업방법에 대해 알아 보고자 한다.

콘크리트 그라인더(Concrete grinder)

콘크리트 그라인딩 작업을 하는 건설 근로자들은 흡입 가능한 실리카 결정체(RCS)를 들이마시게 된다. NIOSH의 연구¹⁾에 의하면 거친 콘크리트 표면을 매끄럽게 하기 위해서 그라인딩을 하는 작업자들에게서 실리카 결정체가 포함된 분진에 노출되는 정도가 높게 나타났는데 이는 NIOSH의 노출한계 권장수치(REL)인 35~55 범위를 넘는 높은 수준이다. 본문 사진에서 ‘공학적 제어가 없는 콘크리트 그라인더 작업’을 하는 근로자의 화면 속 수치는 공기 중 흡입하는 분진의 양이 높음을 보여준다.

국소배기장치(LEV)는 콘크리트 그라인더 작업 중 호흡성 실리카 결정체에 대한 노출을 줄이는데 부착되어 사용할 수 있다. 연구 조사에 의하면 호흡성 실리카 결정체에 노출되는 정도가 근로자들이 국소배기장치 없이 하는 때보다 국소배기장치를 사용하면서 그라인더 작업을 할 경우에 훨씬 감소하는 것으로 나타났다.

국소배기장치는 환기덮개, 적당한 길이



공학적 제어가 없는 콘크리트 그라인더 작업



정세균 연구위원
산업안전보건연구원
안전시스템연구실



건설현장에서 근로자는 작업 중 흡입하게 되는 분진의 양이 많다.

의 유연한 호스, 그리고 배기를 위한 환풍기기능과 분진 수집 기능을 하는 휴대용 진공청소기 등으로 이루어져 있다. 콘크리트 그라인더 작업에 사용되는 국소배기장치의 특이사항은 다음과 같다.

진공청소기

진공청소기는 분진을 빨아서 흡입하는 능력과 분진함에 이동시키는 속도가 충분해야 한다. 다음은 진공청소기가 갖춰야 할 특징이다.

- 청소기 안의 호흡성 실리카 결정체를 포함한 분진이 작업장 내로 새 나가는 가능성을 줄이는 미세먼지(HEPA) 필터
- 미세먼지 필터 기능을 높일 수 있는 예비여과기나 집진장치
- 필터 교환 지시기
- 작동하는 사람이 분진에 노출되는 일 없이 필터 및 분진이 가득한 분진함을 청소하고 교환할 수 있는 능력
- 적어도 10 암페어 정도의 전동기



[그림 1] 작업장에서 제어를 이용한 그라인더 사용

호스

호스는 내부가 비교적 매끄러운 재질로 1.5에서 2인치 직경이 되어야 하고, 공기흐름을 유지하기 위하여 15피트 이하가 되어야 한다.

덮개

덮개 종류는 수행하는 직무에 따라서 시멘트 작업자가 선호하는 정도에 따라 달라진다. 각기 다른 덮개 종류의 테스트를 한 뒤, NIOSH에서는 모든 덮개는 분진 노출을 최소한 90% 이상 감소시키는 기능을 갖추어야 함을 권고하였다.

국소배기장치를 갖춘 '공학적 제어의 콘크리트 그라인더 사용' 작업자를 보여주는 본문 사진 왼쪽의 그래프 막대는 '공학적 제어가 없는



공학적 제어의 콘크리트 그라인더 사용

콘크리트 그라인더 작업' 사진과 비교해서 흡입되는 분진의 양이 매우 적음을 나타내고 있다.

국소배기장치를 이용한 분진제어방법은 몇 가지 중요한 장점을 갖는다. 이러한 장점들은 근로자들이 위험한 분진으로부터 노출되는 것을 줄여주는데, 잠재적으로 호흡기 보호구 사용 횟수와 청소시간은 물론 청소하는 동안에 노출되는 것을 감소시킨다.

국소배기장치는 확실히 근로자들이 위험 분진에 노출되는 것을 줄여주고 있다. 그렇지만 작업장 내 호흡성 실리카 결정체에 대한 노출을 NIOSH가 규정하는 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 항상 감소시키는 것이 중요하다.

1) NIOSH [2001]. In-depth survey report of four sites: exposure to silica from hand tools in construction chipping, grinding, and hand demolition at Frank Messer and Sons Construction Company, Lexington and Newport KY; Columbus and Springfield, OH. Cincinnati, OH: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, Survey Report No. EPHB 247-15

휴대용 착암기(Jackhammer)

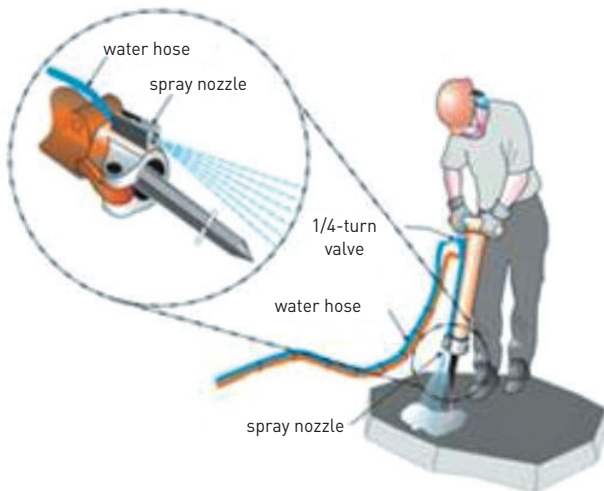


공학적 제어가 없는 휴대용 착암기

건설 현장의 근로자들은 휴대용 착암기를 이용해 콘크리트 바닥을 깨 때 공기로 호흡성 실리카 결정체가 함유된 해로운 먼지들을 호흡하게 되는 잠재적인 위험에 노출되어 있다. NIOSH에서는 물 분사장치를 이용하면 유해한 노출 위험이 감소될 수 있다는 것을 발견하였다. 이러한 저수량(低水量), 물 분사방법은 분진 노출을 70~90%까지 감소시킨다.²⁾

근로자가 방진 제어장치를 전혀 사용하지 않고 ‘공학적 제어가 없는 휴대용 착암기’를 이용하여 콘크리트를 깨는 본문 사진의 오른쪽 막대그래프는 근로자가 호흡 시 분진 노출 정도를 보여주는데 그 수치는 점점 올라가고 있다. 단위는 공기 중 세제곱미터 당 호흡성 분진의 양을 밀리그램으로 표시한 mg/m^3 이다.

NIOSH에서는 기존의 제품에 대해 알지 못했다. 상업적으로도 쓰일 수 있게 재설치한 기계·기구나, 물 분사장치가 설치된 휴대용 착암기와 같은 제품들이 그러하다. 그렇지만 [그림



[그림 2] NIOSH 연구에 사용된 물 분사 제어방법

2)는 휴대용 착암기에 물 분사장치를 설치하는 것은 비교적 간단함을 설명하고 있다.

분사 각도(물이 분출되어 나오는 노즐로 구성된 각각의 원추형 측면 사이의 설계 각도)와 분사형태는 시험장치 도구에 적합하게 맞추어진 요소로 각각 설계되어 있다. 시험된 장치는 80°의 분사 각도로 설계된 고체 원추형 노즐을 사용하고 있다.

세 번째 특이할 만한 요소는 수량비율이다. 분무는 분진제어를 위해 분당 350ml(11.8온스)의 물을 사용한다. 높은 수량비율은 먼지 제어에 좋지 않다. 더 낮은 수량비율은 효과적이지 못하다.

‘공학적 제어가 없는 휴대용 착암기’를 사용했던 동일한 근로자가 물 분무기능이 설치되어 있는 ‘공학적 제어의 휴대용 착암기’를 사용하는 모습을 보여주는



공학적 제어의 휴대용 착암기

줄눈마감작업(Tuckpointing)

NIOSH에서는 작업자들이 줄눈마감작업을 할 때 호흡성 실리카 결정체가 함유된 유해 분진에 노출되는 것을 줄이기 위한 방안을 제시하였다. ‘제어 없는 줄눈마감작업’ 사진은 근로자가 분진 제어 없이 줄눈마감작업 그라인더를 사용하면서

고농도 분진에 노출되는 것을 보여주고 있다. 단위는 공기 중 세제곱미터 당 호흡성 분진의 양을 밀리그램으로 표시한 mg/m^3 이다.



제어 없는 줄눈마감작업

“

건설 현장의 근로자들은
휴대용 착암기를 이용해 콘크리트 바닥을
깎을 때 공기로 호흡성 실리카 결정체가 함유된
해로운 먼지들을 호흡하게 되는
잠재적인 위험에 노출되어 있다.
NIOSH에서는 물 분사장치를 이용하면
유해한 노출 위험이 감소될 수 있다는
것을 발견하였다. 이러한 저수량(低水量)
물 분사방법은 분진 노출을
70~90%까지 감소시킨다. ”

연구³⁾⁴⁾에 의하면, 국소배기장치를 사용하는 것이 호흡성 실리카 분진 노출을 5~20배 줄일 수 있는 것으로 나타났다. 국소배기장치에는 그라인더 날을 덮을 수 있는 덮개와 적당한 길이의 유연한 호스, 산업용 진공청소기가 포함되어 있다. 국소배기장치에 필요한 사항들은 다음과 같다.

진공청소기

진공청소기의 종류는 다양하다. 진공청소기는 최소농도 분당 65ft³(cfm)의 공기량 비율을 갖추어야 한다. 하지만 실제 쓰이는 것은 효과적인 분진 제어를 위해 80ft³(cfm)의 공기량 비율을 갖추어야 한다. 또한 마지막 필터에 도달하기까지 파편들을 걸러내기 위해 고속회전 분리기가 있는 진공청소기를 사용해야 한다.

이러한 것들은 진공청소기에 항상 적절한 공기흐름이 가능토록 해줄 것이고, 이는 분진을 잡아주고 이동시키는 기능을 하게 될 것이다.⁵⁾

압력 게이지는 진공청소기의 성능 점검에 사용될 수 있다. 만약 진공청소기에 압력게이지가 갖추어져 있지 않다면 근로자는 덮개 주변에서 분진덩어리들이 빠져나가고 있는지 확인하면서 공기흐름을 점검해야 한다. 만약에 분진이 빠져나가면 기계를 끄고 청소하거나 제조업체에서 권장한 필터로 교환해야 한다. 최종 필터는 진공청소기에 있는 실리카 결정체가 포함된 분진이 작업장으로 유출되는 것을 줄이기 위해 미세먼지 필터로 갖추어야 한다.

호스

매끄러운 내부와 15피트 길이의 2인치 직경의 호스가 모르타르 분진을 포집하고 이동시킬 수 있는 적합한 공기흐름을 제공한다. 호스는 가급적 굴곡이 없는 것을 사용하여야 한다.

덮개와 그라인더

덮개는 호스에 있는 배기 진입점 주변 공간을 다 덮을 수 있어야 한다. 덮개는 배기호스의 직경과 맞을 수 있는 호스 진입점을 갖추어야 한다. 어떤 줄눈 마감 그라인더들은 부착된 상태로 덮개가 나오지만 분리해서 살 수도 있다.



국소배기장치를 사용한 줄눈마감작업

본문 사진 중 ‘국소배기장치를 사용한 줄눈마감작업’은 이러한 기능이 갖추어진 효과적인 장면을 보여준다. 화면 오른쪽의 막대는 호흡성 분진의 양이 감소하는 것을 나타내고 있다.

작업 수칙

- 표면에서 평평한 상태로 배기진입점 상태를 유지하라.
- 호스를 흔들어 부착된 분진이 풀어지게 하고, 호스 막힘을 예방해야 한다.

2) Echt A, Seiber K, Jones E, Schill D, Lefkowitz, Sugar J, Hoffner K [2003]. Control of respirable dust and crystalline silica from breaking concrete with a jackhammer. Appl Occup Environ Hyg 18:491-495

3) Collingwood S, Heitbrink WA [2007]. Field evaluation of an engineering control for respirable crystalline silica exposures during mortar removal. J Occup Environ Hyg 4:875-887

4) Heitbrink WA, Collingwood S [2005]. Protecting tuckpointing workers from silica dust: draft recommendations for a ventilated grinder. Silver Spring, MD: The Center to Protect Workers' Rights

5) Heitbrink WA, Bennett J [2006]. A numerical and experimental investigation of crystalline silica exposure control during tuck pointing. J Occup Environ Hyg 3:366-378

- 칼날의 회전에 대한 작업. 그라인딩을 하는 동안 분진이 배기 호스로 빠져나가게 하기 위하여 도구는 반드시 평평한 위치에 있어야 한다.
- 진공청소기 자루가 새거나 찢어지거나 공기흐름에 많은 저항이 생기기 전에 진공청소기 자루를 바꾸어야 한다.
- 호스에서 나오는 먼지가 밑으로 내려갈 수 있도록 진공청소기를 작업 공간 밑에다 둔다.
- 이러한 조치들에 의해서 위험한 분진의 양이 줄어들었다 하더라도, 실리카 결정체에 대한 NIOSH 노출기준인 $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 감소시키는 것이 중요하다. 호흡성 보호구의 종류를 결정하기 위하여 분진 노출을 점검하는 것이 필요하다.

절단톱(Cut off saws)



공학적 제어가 없는 절단톱

휴대용 연마 절단기나 써는 톱 등으로 알려진 절단톱은 건설 현장에서 아주 광범위하게 쓰이고 있다. 절단톱은 분진 제어방법 없이 실리카 결정체가 함유된 벽돌, 콘크리트 슬래브, 블록, 도로포장재 등을 자르는데 널리 이용된다.

이러한 조적 제품을 분진 제어조치 없이 절단하는 것은 작업자를 호흡성 실리카 결정체가 포함된 분진 먼지층에 방치하는 격이다. ‘공학적 제어가 없는 절단톱’을 사용하는 본문 사진은 분진 제어장치를 갖추지 않은 채 콘크리트를 절단할 때 잠재적으로 가능한 위험 노출 수치를 보여주고 있다. 근로자의 호흡성 분진 노출은 화면 오른쪽 막대그래프에 나타나 있다. 단위는 공기 중 세제곱미터 당 호흡성 분진의 양을 밀리그램으로 표시한 것이다.

절단톱으로 조적체를 자르면서 발생하는 분진을 줄일 수 있게 하는 공학적 제어방법에는 두 가지 유형이 있다.

첫 번째 제어방법은 물을 분진에 가하는 방법이다. 두 번째 방법은 국소배기장치를 사용하여 작업지역에 발생하는 분진

을 배출시키는 것이다.

두 가지 제어방법의 자세한 사항은 다음과 같다.

물에 의한 분진 억제

물은 공기, 유압, 가솔린 동력의 절단톱에 의하여 발생하는 분진 억제에 사용될 수 있다. 물은 일반적으로 먼지 배출을 억제하기 위해 하



물 제어를 통한 절단톱

나 또는 두 개의 노즐을 통하여 절단칼날에 공급된다. 물은 휴대용 압력 탱크나 호스를 통하여 공급되며, 분진 억제를 위한 수량비율은 분당 0.5리터(17온스)로 권장되고 있다. 적은 물 공급은 효과가 작겠지만, 많은 물은 분진 억제를 증가시키지 않을 것이다. 물 공급이 가능한 전기 절단톱은 상업적으로도 이용 가능하다.

‘공학적 제어가 없는 절단톱’을 사용하는 동일한 작업자가 물을 이용한 분진 억제기능이 있는 절단톱을 사용하는 본문 사진을 보자. ‘공학적 제어가 없는 절단톱’ 사용 사진과 비교하면 ‘물 제어를 통한 절단톱’ 사진 오른쪽의 막대그래프는 근로자가 호흡성 분진에 노출되는 정도가 훨씬 줄어들었음을 나타내고 있다.

국소배기장치

국소배기장치는 휴대용 콘크리트 절단톱에 쓰이는데 톱날을 감싸는 배기후드 또는 덮개의 형태로 사용된다. 후드는 구부리기 쉬운 호스에 의해 산업용 진공청소기와 연결되며, 진공청소기는 흡입력을 높여 주변에 있는 분진을 포집한다. 좋은 흡입 결과를 위해서는 후드를 절단하는 표면에 가깝게 밀착해야 한다. 다양한 절단 깊이에 적용될 수 있는 조절 가능한 후드가 바람직하다.

진공청소기

진공청소기는 다음과 같은 특징들을 갖추고 있어야 한다.



연구 조사에 의하면 건설현장에서 호흡성 실리카 결정체에 노출되는 정도가 근로자들이 국소배기장치를 사용하면서 그라인더 작업을 할 경우 훨씬 감소하는 것으로 나타났다.

- 분진을 포집하고 분진함 안으로 보낼 수 있을 정도의 충분한 공기 비율(어느 한 연구에 의하면 분진의 효과적인 분진 제어를 위해서는 분당 70ft³(cfm) 공기량 비율이 필요한 것으로 나타났다⁶⁾)
- 호흡성 실리카 결정체가 포함된 분진을 청소기로 흡수하여 작업장에서의 분진 양을 감소시키는 고효율의 미세먼지 필터
- 미세먼지 필터의 효과를 연장시킬 수 있는 예비 필터 또는 집진기
- 압력 게이지 같은 필터 교체 표시기(만약 진공청소기에 압력 게이지가 없다면, 작업자들은 덮개 주변에서 분진 덩어리들이 빠져나가고 있지 않은지 확인하면서 공기량을 점

검할 수 있다)

- 기계 취급자가 먼지에 노출되지 않게 필터 및 분진이 가득한 분진함을 청소하고 교체할 수 있는 능력
- 적어도 10 암페어 이상 동력의 전동기

호스

매끄러운 내부와 15피트 이하 길이의 2인치 직경의 호스가 분진을 포집하고 운반하는데 적합한 공기량 비율을 제공한다. 호스는 굴곡이 거의 없어야 한다.

국소배기장치를 장착한 '진공제어를 이용한 절단톱'을 사용하는 작업자를 보여주는 본문 사진의 오른쪽 막대그래프는 호흡성 분진의 노출 정도가 물 제어방법과 비교해서 상당히 낮아지는 것을 나타내고 있다. ㉔



진공제어를 이용한 절단톱

6) Croteau GA, Guffey SE, Flanagan ME, Seixas NS. (2002) The effect of local exhaust ventilation controls on dust exposures during concrete cutting and grinding activities. Am Ind Hyg Assoc J; 63: 458-67

수소의 위험성 평가를 위한 연소특성치 고찰

수소는 현존하는 가스 중 가장 가볍고, 에너지원뿐만 아니라 에너지를 전달하는 매체로서도 매력적이다. 본고는 수소의 안전한 취급을 위해 수소의 연소특성치인 폭발 한계와 최소 자연 발화온도를 고찰하였다. 문헌자료를 고찰한 결과, 수소의 폭발 하한계와 상한계는 공기 중에서 4.0Vol%와 77.0Vol%를 추천하며, 최소 자연 발화온도는 일반적인 경우 400℃와 고온 표면인 경우는 640℃를 추천한다.

연구목적

산업 현장에서 취급하는 위험물질의 화재 및 폭발 특성 파악은 공정의 안전 확보를 위해 중요하다. 그 이유는 위험물질의 취급, 처리, 수송 등에서 기기의 불안정한 상태 혹은 인적 오류에 의해 누출되는 경우 위험물질이 공기와 혼합되어 혼합기체를 형성하고, 주위에 발화원이 존재한다면 화재나 폭발이 발생할 수 있기 때문이다. 대표적인 화재 및 폭발특성치로 폭발 한계, 인화점, 최소 자연발화점, 최소 발화에너지 등을 들 수 있다.

산업 현장에서 취급하고 있는 대부분의 물질 연소특성치는 산업안전보건공단에서 제공하는 MSDS(material safety data sheet)를 통해 얻을 수 있다. 또한 잘 알려진 D/B인 미국화학공학회 DIPPR(design institute for physical property data)의 환경, 안전, 보건 특성치(properties in the environmental, safety and health database)에서 화재 및 폭발 파라미터(fire and explosion parameters)의 폭발 하한계(LEL; lower explosion limit)와 폭발 상한계(UEL; upper explosion limit), 인화점, 최소 발화온도, 연소열의 자료를 얻을 수 있다. 그러나 연소특성치는 다양한 조건에서 실험하므로 정확한 자료의 추출에는 많은 연구와 고찰이 필요하다.

재해 예방의 중요성을 인식한다면, 완전하지 않은 예측식을 사용하기보다 실험에 의해 확인하는 것이 바람직하다. 그러나 부득이하게 실험하기 어려운 때는 예측식을 사용



하동명 교수
세명대학교 보건안전공학과

하여 안전을 확보할 수도 있다. 또한 실제와 가까운 예측식의 사용이 가능하다면 상황에 따라 제한된 실험을 해야만 할 때 실험에서 얻어진 측정결과와 신뢰성 고찰에 큰 역할을 할 수 있다.

최근 화석연료를 대체할 에너지원 가운데 수소는 에너지원임과 동시에 에너지를 전달하는 매체로 각광을 받고 있다. 현존하는 가스 가운데 가장 가벼운 수소는 상온에서 무색·무취·무미한 가연성 가스이며, 무독성 gas로 폭발 범위가 매우 넓은 물질이다. 수소는 석유화학이나 석유정제 분야에 주로 사용되고 있으며, 「고압가스 안전관리법」에 따라 고압gas로 규제받고 있다.

수소를 차량용 에너지로 활용할 경우 충전 차량용기의 압력이 최고 700기압(70Mpa)의 초고압이므로 밀폐 공간에 gas가 누출되면 큰 사고가 일어날 수 있다. 따라서 수소를 생산, 수송, 저장하기 위한 제품의 개발과 더불어 안전 기술 개발은 무

엇보다 중요하므로 수소의 안전성 평가가 선행되어야 한다.

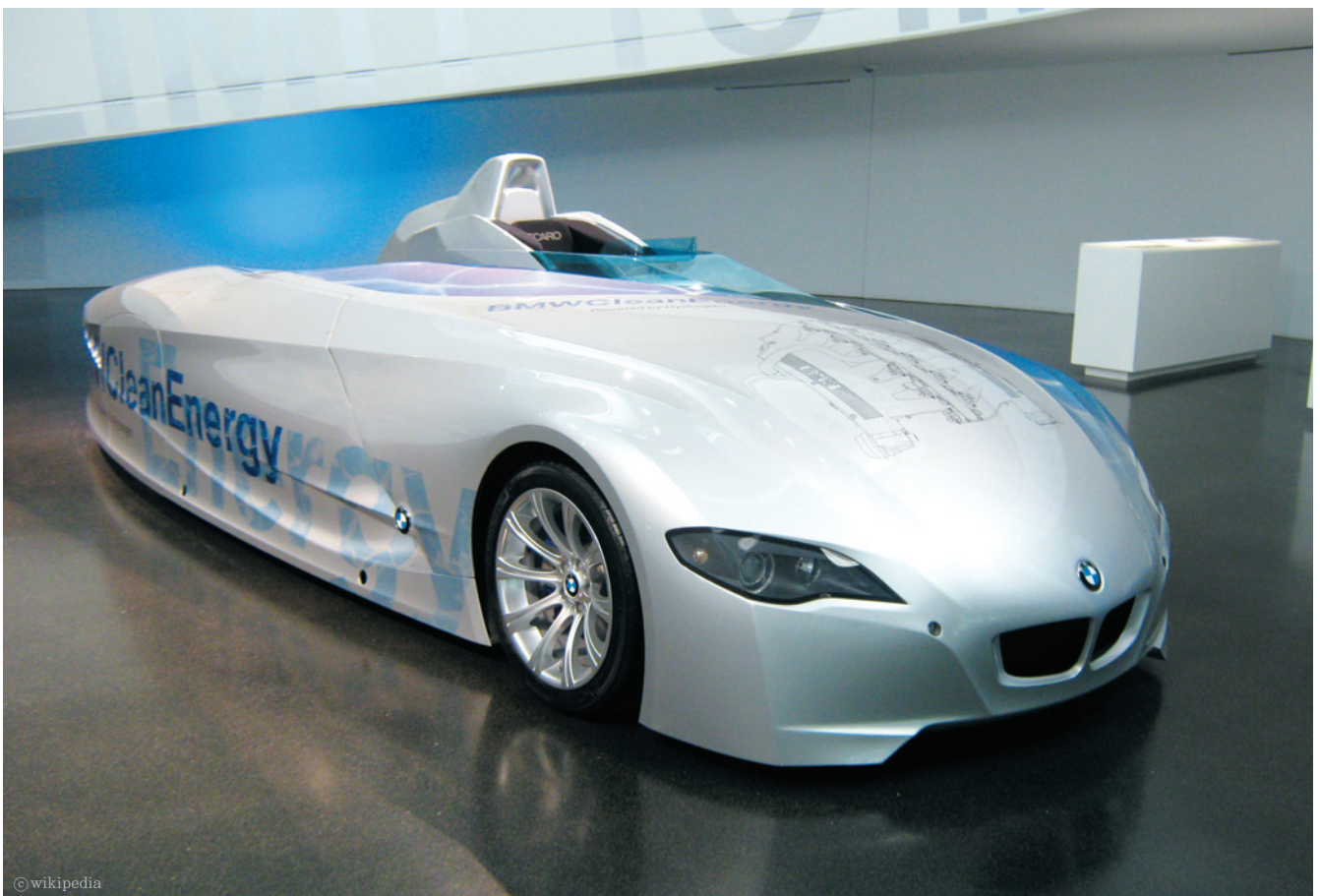
본 연구는 에너지원과 에너지를 전달하는 매체로 사용되고 있는 수소의 화재 및 폭발 특성치 고찰을 통해 수소의 취급, 수송과 저장하는 공정의 위험성 평가에 도움을 주고자 하였다. 이와 아울러 제시한 방법론을 사용하여 다른 가연성 gas의 연소특성 평가에 응용하기를 기대한다.

이론적 배경

가스 폭발에 영향을 주는 인자 및 방지기술

일반적으로 가스 폭발은 가연성 gas나 증기가 공기와 혼합하여 기상 부분의 용적이 크고 밀폐 공간에서 착화원이 존재할 때 발생하는 형태로 공정의 설비나 파이프, 빌딩 등에서 발생할 수 있다.

가스 폭발에 영향을 주는 주요 변수는 연료와 산화제의 형태,



최근 화석연료를 대체할 에너지원 가운데 수소는 에너지원임과 동시에 에너지를 전달하는 매체로 각광을 받고 있다. 사진은 수소를 동력으로 하는 수소자동차.

증기운의 연료 농도와 크기, 점화원의 세기와 위치, 폭발 방출 면적의 크기와 위치 및 형태, 구조 요소와 설비의 위치 및 크기, 착화 지연시간, 밀폐계 및 개방계 등에 의한 주위의 기하학적 조건 등을 들 수 있다. 따라서 가스 폭발은 이들 인자에 대해 대단히 민감하므로 폭발 현상을 예측하기란 쉽지 않다.

가스 폭발 방지의 일반적 방법으로는 산화제의 농도 저하와 가연성 가스의 농도 저하를 들 수 있다. 또한 손실 예방에 대한 방법으로는, 제한된 공간에서의 연소를 초기 단계부터 감지하여 저지함으로써 폭발의 결과를 가져올 수 있는 압력 발달을 예방하는 폭발 억제기술, 용기 내부에서 일어난 폭연으로 발생되는 압력에 견디도록 용기 및 그 부속장치를 설계하는 폭연 압력 억제기술, 그리고 폭발의 발화원으로 작용하는 스파크의 진화설비 등을 들 수 있다. 설비설계에서는 예방방법의 유효성, 설비의 신뢰성 및 인명에 대한 위험성 등의 요소를 고려해야 한다.

수소와 기존 연료의 위험성 비교

본 연구에서는 미래 에너지인 수소를 현재 널리 사용되고 있는 LNG, LPG, 가솔린 등의 위험성과 비교하고자 한다.

수소는 모든 원소 중에서 가장 가벼우므로 현재 사용 중인 LNG, LPG, 가솔린 등과 연료로서 비교할 때 부력도 매우 빠르게 증가한다. 또한 수소는 상온에서 무색·무취·무미한 가연성 가스이며, 무독성 가스로 LNG나 LPG와 비슷한 성질을 가지고 있다. 또한 폭발 범위가 넓으므로 다른 연료보다 높다고 할 수 있다. 폭굉 위험성 역시 폭발 위험성과 상관관계가 있



본 연구에서는 미래 에너지인 수소를 LNG, LPG, 가솔린 등의 위험성과 비교하였다.

〈표 1〉 Comparison of hazard of fuels

Fuelproperties	Gasoline	Propane	Methane	Hydrogen
Ignition limit	1	2	3	4
Flash point	1	3	2	4
Auto-ignition temperature	4	3	2	1
Minimum ignition energy	3	2	1	4
Heat of combustion	4	3	2	1
Density	4	3	2	1
Toxicity of fuel	4	3	2	1
Toxicity of combustion	4	3	2	1
Specific heat	4	3	2	1
Detonation limit	1	2	3	4
Flame temperature	4(2470K)	2(2198K)	1(2148K)	3(2348K)
Lower limit flame temperature	3	2	4	1
Burningvelocity	1	2	3	4
Diffusion coefficient	4	3	2	1
Adiabatic maximum pressure	4	3	2	1
Total score	46	39	33	32
Relative score (hydrogen=1)	1.44	1.22	1.03	1

으므로 위험성이 크다고 볼 수 있으나, 밀폐계가 아니고 개방계인 경우는 다른 연료들과 비슷하다고 보고되어 있다.

수소의 폭발에 필요한 최소 발화 에너지의 경우, 기존의 연료보다 적은 에너지로 폭발이 일어 날 수 있으므로 위험성은 크다. 화염속도도 LNG나 LPG에 비해 약 6~7배 정도 빠르므로 그만큼 위험성이 크다고 할 수 있다.

최근 문헌에는 수소, 가솔린, 메탄의 연소특성을 비교하여 수소를 기준으로 상대적 안전도를 제시하였다. 본 연구에서는 수소를 기준으로 LNG의 주성분인 메탄, LPG의 하나인 프로판 및 가솔린의 연소특성에 대해 구체적인 구분을 통해 위험도를 비교하여 〈표 1〉에 나타내었으며, 〈표 1〉에서 안정성의 순서는 1)2)3)4로 규정하였다. 네 가지의 연료에 대해 수소를 1로 기준하여 상대 위험도를 나타내면 메탄은 1.03, 프로판은 1.22, 가솔린은 1.44이다. 즉, 수소가 가장 작은 값을 보이고 있으며, 메탄보다는 약간 큰 값으로 안전한 결과로 나타나고 있다.

수소의 화재 및 폭발 안전특성치 고찰

가연성 혼합가스의 폭발 한계는 초기 온도, 초기 압력, 산소 농도, 연소열, 분자량, 발화원의 특성, 불활성 가스의 비, 측정 용기의 크기, 혼합기체의 물리적 상태, 화염 전파 방향 및 실

“

수소는 모든 원소 중에서 가장 가벼우므로 현재 사용 중인 LNG, LPG, 가솔린 등과 연료로서 비교할 때 부력도 매우 빠르게 증가한다. 또한 수소는 상온에서 무색·무취·무미한 가연성 가스이며, 무독성 가스로 LNG나 LPG와 비슷한 성질을 가지고 있다. 또한 폭발 범위가 넓으므로 다른 연료보다 폭발 위험성이 높다고 할 수 있다. 폭굉 위험성 역시 폭발 위험성과 상관관계가 있으므로 위험성이 크다고 볼 수 있으나, 밀폐계가 아니고 개방계인 경우는 다른 연료들과 비슷하다고 보고되어 있다. ”

험자의 숙련도 등에 영향을 받는다. 본 연구에서는 수소의 폭발 한계값들에 대해 여러 문헌에 제시된 자료를 분석하여 고찰하였으며, 폭발 한계의 온도와 압력의존성을 고찰할 수 있는 새로운 예측식을 제시하였다. 또한 최소 자연 발화온도(MSIT; Minimum Spontaneous Ignition Temperature) 역시 발화원, 온도, 압력, 농도, 용기 등에 따라 달라지기 때문에 여러 문헌을 고찰하여 공정의 안전을 확보할 수 자료를 제공하고자 한다.

화염 전파 방향에 따른 수소의 폭발 한계

폭발 한계는 실험에서 점화원의 위치에 따라 한계값이 달라지는데, 일반적으로 폭발 범위는 점화할 때 화염이 위쪽으로 올라가는 상향 전파에서는 폭발 하한계가 낮고, 폭발 상한계는 높다. 그러나 화염이 아래쪽으로 내려가는 하향 전파는 하한계가 높고 상한계가 낮으며, 수평 전파에서는 중간값을 나타낸다.

〈표 2〉는 실험장치의 크기나 모양 및 화염 전파 방향에 따라 정당한 폭발 한계값이다. 그동안 안전을 위해 폭발 하한계의 자료 사용에서 하한계는 4.0Vol%를, 상한계는 약 74.0Vol%를 많이 인용하였다. 그러나 최근 문헌을 검토한 결과, 8ℓ~120ℓ 구형 장치로 측정했을 때 폭발 하한계는 $5.0 \pm 0.5\text{Vol}\%$ 로 나타났으며, 폭발 상한계는 8ℓ 구형장치로 측정했을 때 $76.8 \pm 0.2\text{Vol}\%$ 로 나타났다. 따라서 공정 안전의 목적을 위해서 폭발

〈표 2〉 Explosion limits by means of the vessel state and the direction of flame propagation for hydrogen

Vessel state	Direction of propagation	Tube or Sphere		Explosion limits[vol%]	
		Diameter	Length	LEL	UEL
Confined tube	Upwards	7.5cm	150cm	4.15	75.0
		2.5cm	150cm	4.25	73.0
	Horizontal	7.5cm	150cm	6.50	-
		2.5cm	150cm	7.15	-
	Downwards	7.5cm	150cm	8.8	74.5
		2.5cm	150cm	9.4	71.5
Unconfined tube	Upwards	10.2cm	150cm	4.0	75.0
		2.5cm	150cm	4.2	-
	Horizontal	2.5cm	150cm	6.2	-
		0.9cm	150cm	6.7	65.7
	Downwards	21.0cm	31cm	9.3	-
		2.5cm	150cm	9.7	-
Sphere	Upwards	8 ℓ	-	5.0 ± 0.5	76.8 ± 0.2
		20 ℓ	-	5.0 ± 0.5	-
		120 ℓ	-	5.0 ± 0.5	-
		1 ℓ	-	8.7	75.5
		0.81 ℓ	-	5.0	73.5
		0.35 ℓ	-	4.6	70.3

하한계는 4.0Vol%, 상한계는 77.0Vol%를 사용하는 것이 타당하다.

수소의 폭발 한계 온도의존성

일반적으로 폭발 한계의 온도의존성을 살펴보면, 계의 온도가 증가할 경우 폭발 하한계는 작아지고, 폭발 상한계는 커져서 폭발 범위가 넓어진다. 이는 온도가 증가함에 따라 분자 간의 운동이 활발하여 폭발이 용이하기 때문이다.

그동안 발표된 폭발 하한계의 온도의존성에 관한 연구를 살펴보면 Zabetakis는 연소열과 폭발 한계의 관계를 다음과 같이 나타내었다.

$$(1) L_i(t) = L_{25} - 0.75(t-25)/\Delta H_{ci}$$

여기서 $L_i(t)$ 는 온도 t 에서의 폭발 하한계, L_{25} 는 25℃에서의 폭발 하한계, ΔH_{ci} 는 연소열이다.

Burgess-Wheeler 법칙을 근거로 하여 연소열과 폭발 하한계의 관계에서, $\Delta H_{ci}(L_{25})=1040$ 을 식 (1)에 적용하여 폭발 하한계의 온도의존식을 다음과 같이 제시하였다.

$$(2) L_i(t) = L_{25}[1 - 7.21 \times 10^{-4}(t-25)]$$

아울러 Zabetakis는 폭발 하한계의 온도의존성을 고찰하기 위해 연소열, 폭발 한계, 비열 및 폭발 하한계에서의 화염온도

를 이용하여 다음과 같은 온도의존식을 나타내었다.

$$(3) L_i(t) = L_{25} \left[1 - \frac{t-25}{t_{lim}-25} \right]$$

식 (3)에서 폭발 하한계에서의 화염온도(t_{lim})를 1,300℃라 가정하여 다음과 같은 식을 제시하였으며, 이 식에서는 연소열과 비열의 온도의존성을 고려하지 않고 있다.

$$(4) L_i(t) = L_{25} [1 - 7.8 \times 10^{-4} (t-25)]$$

최근 Cashdollar는 다음과 같은 Burgess-Wheeler 식을 수정하여 고온에서의 폭발 한계를 예측하는 식을 제시하였다.

$$(5) C_T = C_{T_0} \left(\frac{273+T_0}{273+T} \right) [1 - 0.000072 (T - T_0)]$$

여기서 C_T 는 온도 T 에서 질량농도[g/m³]에 의한 한계, C_{T_0} 는 온도 T_0 에서 한계이다. 온도의 단위는 ℃이다.

Hustad 등은 대기압, 450℃까지의 온도에서 메탄과 수소의 폭발 하한계의 온도의존성을 연구하였는데, 수소의 폭발 하한계 온도의존성에 대해 다음과 같은 식을 제시하였다.

$$(6) L_i(t) = L_{25} [1 - 0.00129 (t-25)]$$

식 (1)을 이용하여 수소의 폭발 하한계 온도의존식을 얻는다면,

수소의 연소열을 필요로 한다. 수소의 연소열은 57.79kcal로서 이 값을 식 (1)에 적용하면 다음과 같은 관계식을 얻을 수 있다.

$$(7) L_i(t) = L_{25} - 0.0134 (t-25)$$

수소의 최소 자연 발화온도

일반적으로 발화온도 측정에서 가연성 물질과 지연성 물질의 혼합물 온도가 상승되는 시간부터 화재 및 폭발이 발생할 때까지 경과되는 시간을 발화 전의 지체(time lag) 혹은 발화에 걸리는 시간이라 한다. 이 시간이 어느 정도 길어지면 발화온도와 일정하게 되는데 이 때의 온도를 자연 발화온도(AIT; auto-ignition temperature) 또는 최소 자연 발화온도라고 한다.

자연 발화온도에 영향을 주는 인자로는 초기 온도, 초기 압력, 농도, 용기 크기, 촉매, 발화 지연시간, 유속, 산소농도, 불순물, 실험장치, 실험자의 숙련도 등을 들 수 있다. 자연 발화온도는 조성에 영향을 받는데, 즉 혼합물 중 일반적으로 양론적 조성비를 기준으로 가연성 물질의 농도에 따라 자연 발화온도가 커지거나 작아진다. 부피가 큰 계일수록 자연 발화온도는 낮아지며, 압력이 높아지면 자연 발화온도 역시 낮아진다. 이



수소는 석유화학이나 석유정제 분야에 주로 사용되고 있으며, 「고압가스 안전관리법」에 따라 고압가스로 규제 받고 있다.

는 분자 간의 거리가 가까워져서 분자의 이탈 현상을 막기 때문이다. 또한 산소의 농도가 높아지면 자연 발화온도는 감소하며, 유속이 빠르면 감소한다. 따라서 이와 같은 여러 조건에 의해 크게 영향을 받고 있으므로 자연 발화온도의 자료를 이용할 경우에는 충분한 검토를 하는 것이 중요하다.

자연 발화온도는 공정상에서 발생할 수 있는 화재 및 폭발 위험성인 공정 조작에서 과잉 온도상태, 고온 표면(hot surface)의 연소물질 누출상태, 저장 및 수송에서 과잉 온도상태일 때 도움을 줄 수 있다. 그동안 제시된 수소의 자연 발화점을 <표 3>으로 정리하였다.

(표 3) The autoignition temperature of several reported data for hydrogen

Compound	Tb[°C]	AITs[°C]					
	NFPA	NFPA	SFPE	Welzel	Scott	Kuchta	
H ₂	-252	500	400	560	572	635*	640**

* Hot surface

** Air jet gas

수소의 자연 발화온도에 대해 여러 참고문헌을 고찰한 결과 SFPE에서는 400°C를 나타내었고, 다른 문헌들에서는 500~572°C의 온도 분포로 약 70°C의 차이를 확인하였다. 발화원이 고온 표면일 때는 635°C, 고온 가스인 때는 640°C를 나타내고 있다. 안전을 위해 일반적으로 400°C 이하를 기준으로 하는 것이 바람직하며, 수소 가스 공정에서 공정을 변경하기 위한 용접 및 용단 시 고온 표면이 발화원으로 작용될 때 640°C 기준으로 이용하는 것이 효율적이다.

결론

수소의 화재 및 폭발특성치를 여러 문헌을 통해 고찰하고, 폭발 한계, 자연 발화온도 및 폭발 한계의 온도의존성 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

최근 문헌을 고찰한 결과 공정안전을 위해서는 수소의 폭발 하한계는 4.0Vol%, 폭발 상한계는 77.0Vol%를 사용하는 것이 타당하다. 또한 최소 자연 발화온도는 일반적으로 400°C 이하 조건으로 운전하는 것이 바람직하며, 만일 공정에서 개방된 공간에서 고온 표면이 발화원인 경우는 640°C를 기준으로 하는 것이 유용하다. ㉠

참고문헌

- Kline, A.A., Szydluk, C.R., Rogers, T.N. and Mullins, M.E., "An Overview of Compiling, Critically Evaluating, and Delivering Reliable property Data AIChE DIPPER Project 911 and 912", Fluid Phase Equilibria, Vol. 150-151, pp.421-428(1998).
- Lees, F.P., "Loss Prevention in the Process Industries" Vol. 1, 2nd ed., Oxford Butterworth-Heinemann(1996).
- E. Meyer, "Chemistry of Hazardous Materials", 2nd ed., Prentice-Hall(1990).
- Bjerketvedt, D., Bakke, J.R. and Van Wingerden K., "Gas Explosion Handbook", J. of Hazardous Materials, Vol. 52, pp.1-150(1997).
- Abdel-Aal, H.K. et al., "A New Approach to Utilize Hydrogen as a Safe Fuel", International J. of hydrogen Energy, Vol. 30, pp.1511-1515(2005).
- 하동명, '메탄의 화재 및 폭발 위험성 평가', 한국가스학회지, Vol. 9, No. 2, pp.1-7(2005)
- 하동명, '안전한 수소 이용을 위한 연소특성치 고찰', 한국가스학회지, Vol. 12, No. 2, pp.1-6(2008).
- 柳生昭三, '蒸氣の爆發限界', 安全工學協會(1979).
- Cashdollar, K.L. et al., 'Flammability of Methane, Propane, and Hydrogen Gases' J. of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 13, No. 3, pp.327-340(2000).
- Zabetakis, G.M., 'Flammability Characteristics of Combustible Gases and Vapors', US Bureau of Mines, Bulletin 627(1965).
- Zabetakis, G.M., 'Safety with Cryogenic Fluids', Plenum Press(1966).
- Hustad, J.E. and Sonju O.K., 'Experimental Studies of Lower Flammability Limits of Gases and Mixtures of Gases at Elevated Temperature', Combustion and Flame, Vol. 71, pp.283-294(1988).
- NFPA, 'Fire Hazard Properties of Flammable Liquid, Gases, and Volatile Solids', NFPA 325M, NFPA(1991).
- Kanury, A.M., 'SFPE Handbook of Fire Protection Engineering ; Ignition of Liquid Fuels', 2nd ed., SFPE(1995).
- Welzel, M.M., Schenk, S., Hau, M., Cammenga, H.K. and Bothe, H., 'Ignition of Combustible/Air mixtures by Small Radiatively Heated Surfaces', Journal of Hazardous Materials, Vol. A72, pp.1-9(2000).
- Scott, G.S., Jones, G.W. and Scott, F.E., 'Determination of Ignition Temperature of Combustible Liquids and Gases', Analytical Chemistry, Vol. 20, No. 3, pp.238-241(1948).
- Kuchta, J.M. et al., 'Effect of Pressure and Temperature on Flammability Limits of Chlorinated Hydrocarbons in Oxygen-Nitrogen and Nitrogen Tetroxide-Nitrogen Atmospheres', J. of Chemical and Engineering Data, Vol. 13, No. 3, pp.421-428(1968).

사업장의 산업의학적 보건서비스 실태 조사

사업장 내의 안전보건관리가 보다 효율적으로 진행되기 위해서는 시스템적 접근이 요구된다. 품질경영시스템의 표준인 국제표준기구의 환경경영표준 ISO 14001의 제정, 국제노동기구(ILO)의 지침, 그리고 OHSAS 18001 등은 무역 규제의 영역으로 나타나 사업장 경쟁력에도 연관 지어 이해되고 있다. 이러한 내용을 충족시키기 위한 산업의학적 보건서비스의 중요성은 시대적 흐름과 함께 점차 증대되는 추세이다. 따라서 이를 지지하고 뒷받침하기 위한 인적 요소, 특히 산업의학 전문의의 역할은 그 책임과 함께 증가되어야 할 것으로 보인다.

[출처] 이수일 등, 사업장의 산업의학적 보건서비스 실태 조사, 산업안전보건연구원, 2008

연구 필요성 및 목적

우리나라에서는 안전보건관리와 관계되어 수많은 법안과 조치, 규제 등이 발표되었음에도 불구하고 최근에 불거진 한국타이어의 뇌·심혈관계질환 사망자 문제를 비롯해서 노말렉산에 집단 중독된 근로자들, DMF에 의한 사망 등 작업 관련성 질환으로 인한 근로자의 건강문제가 계속해서 이슈화되었다. 이러한 현상은 특히 사업장 내 근로자 건강관리를 위한 산업의학적 보건서비스 제공 체계에 대해 근본적인 문제점을 드러낸 것이다. 그리하여 이 체계에 대한 제도를 전반적으로 수정, 재설계할 필요성이 제기되기에 이르렀다.

연구내용 및 방법

- 산업의학적 보건서비스 실태 조사
 - 신뢰성과 객관성 확보를 위한 국내외 문헌 조사
 - 경총, 노총, 산업의학회 회원, 사업장 간호사 등 각계의 전문가들로 구성된 포커스 그룹(Focus Group)을 조직하고 이 그룹을 대상으로 FGI(Focus Group Interview) 실시
 - 사업장 내 산업의학적 보건서비스 실태 조사를 위한 설문지 개발

- 사내 의사를 고용한 국내 제조업 사업장의 전수방문 조사 실시
- 실태 조사 설문결과 및 방문 조사 결과보고서의 양적·질적 분석 실시
- 사내 의사의 FGI를 개최하여 새로운 산업의학적 보건서비스 모델 개발을 위한 의견 수렴
- 산업의학적 보건서비스 필요성 여부 평가를 위해 사내 의사가 고용되지 않은 사업장의 산업보건 간호사와 산업위생 기사들로 구성된 포커스 그룹을 조직하고, 이 그룹을 대상으로 FGI 실시
- 전문가 회의 개최
- 사업장의 산업의학적 보건서비스 우수사례 조사
 - 전문가 집단으로부터의 추천과 사업장 실태 조사에서 높은 평가를 받은 사업장 평가
 - 모범사례 및 우수사례 선정기준에 따른 심사
 - 모범사례 및 우수사례 선정 후 성공요인 분석 및 결과 제시

연구결과

본 연구에서는 제조업으로서 사내 의사를 고용한 33개 사업장에서 서면과 면담 조사를 실시하였다. 이 중 1개 사업장을 제외한 모든 사내 의사는 비정규 계약직으로서 사업장 내 정규조직에 속하지 못하고 외곽조직에 소외되어 있었다. 이들은 대부분 환경안전팀이나 부서, 과의 지시와 통제를 받고 있으나 임금에서는 부장급 대우를 받는 근무형태였다. 따라서 산업의학적 보건서비스의 기획, 실행, 평가 등의 과정에서 전문가로서 자문만 할 뿐 각종 회의에 조직의 일원으로 참석하거나 의결하는 권한이 없었다. 이러한 문제점들은 사내 의사의 사업장 내 직위와 권한, 고용형태와 밀접하게 관련이 있었고, 근본적으로는 '산업보건직의 권한이 없음'에서 기인한다.

실태 조사에 따르면, 사내 의사는 사업장에서 다양한 역할을 수행하는 것으로 나타났다. 가장 많이 수행하고 있는 업무로는 보건관리자의 직무 중 의사인 경우에 해당하는 진료행위였다.

방문 조사를 실시한 33개 사업장에서 안전보건담당자와 근로자대표는 자사의 산업의학적 보건서비스가 효율적으로 제공되고 있다고 대답하였으며, 의사 채용의 효과에 대해 만족하고 있는 모습을 보였다.

사내 의사의 전문의 자격별로 분석한 결과에 따르면, 「산업안전보건법」에서 규정한 보건관리자의 직무, 산업보건직의 직무와 ILO에서 권장하는 산업의학적 보건서비스의 수행 정도, 특수검진 사후관리, 근골격계질환, 뇌심혈관계질환 관리, 건강증

진사업, 그리고 산업의학적 보건서비스의 근본적이고 고유한 역할인 업무 적합성 평가, 업무 관련성 평가, 업무 영향 평가 및 사업장 순회 점검 등에서 기타 전문의 또는 일반의에 비해 정규 산업의학 전문의의 업무 수행비율이 높았다. 또한 산업안전보건위원회와 각종 산업의학적 보건서비스 관련 회의 참석 등의 업무 수행비율도 정규 산업의학 전문의에서 더 높게 조사되었으며, 산업의학적 보건서비스 및 산업보건직의 자격에 대한 요구도 역시 산업의학 전문의에게서 더 높게 조사되었다. 이는 문헌 조사에서 제시한 바와 같이 우리나라에서도 산업의학과 다른 여타 전문과와는 차이점을 가지고 있고, 산업의학과 전공의 수련과정은 산업보건직의 업무 수행 시 기타 전문의 또는 일반의보다 적합하다는 것을 알 수 있어 산업보건직으로서 산업의학 전문의가 더 적절한 것으로 평가되었다.

보건관리자로서의 의사는 산업보건직을 겸임하여야 한다. 그러나 진료의사가 아닌 산업보건직으로서의 역할 수행은 미흡한 것이 대체적이었다. 사내 의사가 산업안전보건위원회에 참석하지 않고 있으며, 각종 산업보건서비스 관련 회의에도 참석률이 낮은 것으로 나타났다. 또한 업무 적합성 평가, 업무 관련성 평가, 업무 영향 평가의 실시와 이들 평가를 위해 필수적인 사업장 순회점검을 제대로 시행하는 곳이 50%에 지나지 않았다.

이러한 현실은 「산업안전보건법」의 보건관리자 및 산업보건직 제도의 허점에다가, 1997년 제정된 「기업활동 규제 완화」에 관한 특별조치법 중 '산업보건직의 기업에 의한 자율고용' 조항이 더해져 그나마 존재하던 기존의 「산업안전보건법」까지 무력해짐으로써 나타나게 된 결과이다. 따라서 사업장에서 적절한 산업의학적 보건서비스를 제공하기 위해서는 「산업안전보건법」 시행령의 '보건관리자의 자격과 선임'에 관한 조항에 대한 개정 및 「특별조치법」에서 '산업보건직의 기업에 의한 자율고용' 조항을 폐지하여 '2,000인 이상의 제조업 사업장에 보건관리자로서 산업의학 전문의를 의무적으로 고용' 하도록 하여야 한다.

이와 아울러 사업장에서 적절한 산업의학적 보건서비스가 제공되기 위해서는 보건관리자와 산업보건직의 정당한 직위와 권한이 부여되고 고용의 안정성이 보장되어야 한다. 또한 보건관리자의 직무 또는 보건관리자로서의 산업보건직의 직무 등을 명확히 규정해야 하며, 노동부와 산업의학회에서는 보건관리자로서의 산업보건직이 해당 직무를 충실히 수행할 수 있도록 유지·보수교육 등을 포함한 지속적인 질 관리가 필요하다. ⑤

사업장의 효율적인 보건관리업무 개선방안 연구

본 연구에서는 「산업안전보건법」에 명시된 보건관리자의 직무를 실제 수행업무와 비교 분석하였다. 이를 통해 보건관리자의 직무에 대한 도움요인과 방해요인을 발굴 하였으며, 사업장의 특성을 고려하여 효율적인 사업장 보건관리를 위한 보건관리자 운영방안을 도출하였다. 또한 이와 아울러 중·소규모 사업장의 보건관리 대행제도 활성화 및 질 제고방안을 도출하고자 하였다.

[출처] 원종욱 등, 사업장의 효율적인 보건관리업무 개선방안 연구, 산업안전보건연구원, 2008

연구 필요성 및 목적

최근 산업 환경 변화에 따라 뇌심혈관계 및 근골격계질환 등 업무상 질환과 산재 발생 의 양상도 변화하고 있다. 그리고 경제 여건 악화로 사업장 내부의 보건관리 체계가 위축되어 있는 상황이다. 이는 직업성 질환 및 산업재해와 관련이 있을 것으로 판단되어 사업장 보건관리의 문제를 개선할 필요가 있다고 본다. 더불어 사업장 보건관리자와 근로자의 산업보건업무에 관련한 불만과 다양한 요구가 발생되고 있으나 제도적으로 능동적인 대처가 어려운 현실이어서 사업장 규모·업종 및 요구에 맞는 종합적이고 효율적인 보건관리방안에 대한 연구가 필요하다.

연구내용 및 방법

- 문헌 고찰
- 사업장 보건관리자와 보건관리 대행업무 수행도 및 요구도 조사
- 사업장 방문 조사(보건관리자, 경영자, 근로자)
- FGI(Focus Group Interview)
- 보건관리 대행기관 방문 조사(보건 대행 전문인력)



사업장 보건관리의 문제를 개선하기 위해서는 사업장 규모·업종 및 요구에 맞는 종합적이고 효율적인 보건관리방안에 대한 연구가 필요하다.



최근 산업 환경 변화에 따라 뇌심혈관계 및 근골격계질환 등 업무상 질환과 산재 발생의 양상도 변화하고 있다.

- 사업장 규모별 보건관리 실태 및 보건관리 유형별 재해 현황 조사
- 보건관리자 / 보건관리 대행 운용방안 모색

연구결과

- 보건관리자 자격의 특성과 법에서 정한 직무 차이로 인한 문제
 - 「산업안전보건법」 제16조 제2항의 규정에 의하여 보건관리자가 수행하여야 할 직무는 공통 수행업무와 자격별 수행업무로 구분되어 있기 때문에 실제로 보건관리자가 1명인 경우에는 어떠한 자격을 갖추었느냐에 따라 그 사업장의 보건관리 중점 분야가 달라질 수 있다.
 - 조사결과 간호사는 건강관리 분야, 산업위생기사는 작업환경관리 분야에 강점이 있었으며, 대기환경기사는 업무 참여 비중이 매우 낮은 편이었다.
- 사업장 보건관리 실태 및 문제점
 - 사업장 보건관리자들은 보건관리에 대한 의사 결정 권한이 낮아서 능동적 업무 수행 추진이 어려운 현실이었다.
 - 보건관리의 가장 핵심적인 도움요인이자 방해요인은 사업주와 중간관리자, 근로자들의 보건관리에 대한 인식문제였다.
- 보건관리자 고용상의 문제로 인한 산업보건의 문제
 - 보건관리자 중 간호사의 35%가 계약직이며, 전체 45.6%가 일반 사원으로서 고용 불안을 느끼고 있어서 보건업무에 대한 열의가 감소하고 보건기획의 일관성 부재, 소극적 업무 추진을 유발하고 있었다.
- 사업주의 경영상 부담을 경감하기 위해 도입된 보건관리자의 겸직제도가 오히려 산업보건업무의 비중을 축소시키고 보건관리 선임자들에게 업무 부담을 주고 있었다.
- 보건관리자로서 대기환경기사는 업무내용과 질적인 측면에서 실제 담당업무인 환경, 시설관리 등의 업무 비중이 높아 보건관리자로서의 업무 수행이 잘 이루어지지 않고 있었다.
- 보건관리 대행은 보건관리자를 직접 채용하기 어려운 중소기업을 위하여 도입된 아주 좋은 제도임에도 불구하고 사업주들의 보건관리에 대한 인식이 부족하여 보건관리의 책임을 회피하는 도구로 사용되는 문제점이 있었다. 이는 낮은 수수료, 대행기관의 지나친 경쟁 등의 공급 시스템상의 요인도 작용하고 있는 것으로 판단된다.
- 효율적인 보건관리업무 개선 방안
 - 사업장 보건관리자 직무에 대한 개선 : 건강관리 또는 작업환경관리를 서로 보완할 수 있도록 상대방 자격 분야에 대하여 보건관리 대행이나 컨설팅 제도 시행
 - 보건관리자의 권한 및 사업주 인식 전환 : 보건관리자 단기 계약직 채용 제한, 사업주나 안전보건관리 책임자에 대한 보건교육 도입 필요, 산업안전보건위원회에서 보건문제를 독립적 의제로 발제
 - 보건관리 대행제도 운영 및 질 제고방안 : 중·소 규모 사업주의 보건관리업무 강화 및 교육 병행, 정부 차원의 보건관리 대행 기본 수가 적용 체계 마련, 보건관리 대행기관의 보수교육 강화 및 직무내용 개선, 다양한 보건관리 대행 서비스 개발

직업환경연구 분야의 연구과제 소개

직업환경연구실에서는 국내의 모든 작업(work)에서 근로자가 취급하는 화학물질의 노출로 인한 유해성 평가 및 노출 감소를 위한 대책 수립, 소음 등 물리적 인자의 노출 평가, 그리고 세균 등의 생물학적 유해요인에 대한 노출 평가 연구 등을 수행하고 있다. 또한 작업환경측정 및 석면조사기관의 정도관리, 작업환경에서의 유해위험 요인에 대한 노출 평가를 통하여 작업장에서의 작업환경관리와 개선대책을 제시하는 사업을 수행하고 있다.

직업환경연구실의 중점 연구 분야

직업 관련성 질환은 국소배기장치의 설계 오류, 관리 미흡 등 산업환기 설비관리문제로 근로자가 작업장의 화학물질에 노출되어 발생하고 있다. 이에 직업환경연구실에서는 화학물질의 노출 평가 및 대책 수립을 위하여 직업병 발생 화학물질 취급 업종의 표준환기방안에 관한 연구를 수행하고 있다.

한편, 2009년부터 석면의 해체·제거작업에 종사하는 근로자의 건강을 확보하기 위하여 새로운 제도가 시행되었다. 우리나라에서 사용된 석면은 약 80% 이상이 건축자재이며, 석면이 함유된 건축자재를 사용한 건축물의 평균 수명은 약 20~30년이다. 따라서 최근에는 구조물의 안전과 설비자재의 노후화로 재건축, 내부 인테리어 변경 등이 이루어지고 있다. 1970년대에 신축한 건축물의 수명 한계에 따른 석면의 해체·제거작업은 앞으로 더욱 크게 증가할 것으로 예상되고 있다. 석면의 해체·제거작업을 위해서는 적절한 공사단가가 실제 작업에 적용될 수 있도록 하여 쾌적한 작업환경에 필요한 각종 시설이 설치·관리되어야 한다. 이를 위하여 석면의 해체·제거작업의 합리적 단가 설정 및 적용에 관한 연구를 수행하고 있다.

아울러 소음으로 인한 직업성 질환인 소음성 난청을 예방하기 위한 연구도 수행하고 있다. 소음성 난청으로 산업재해 요양 승인을 받는 근로자는 약 220명(2008년)으로 이



이인섭 실장

산업안전보건연구원
직업환경연구실

가운데 62명(28.2%)이 선박 건조 및 수리업에서 발생하였으며, 2007년에도 전체 237명 중 73명(30.8%)이 동일 업종에서 발생하였다. 이에 우리 연구실에서는 선박 건조 및 수리업의 소음 평가와 관리방안 연구에서 소음원에 대한 소음의 주파수 특징과 관련한 개선방안을 수립하고, 소음원 개선대책의 저감효과를 예측하며, 현장에서 측정한 주파수 특성 자료를 대입하여 시뮬레이션을 통한 전체 선박 건조작업장의 소음지도(map) 및 공정별 개선대책의 설계도면을 작성하고자 한다.

이밖에 우리 연구실에서는 생물학적 인자에 대한 노출 및 평가를 위한 연구를 지속적으로 수행하고 있다.

세균 등의 생물학적 인자는 「산업안전보건법」에 의한 관리기준으로서 사무실 공기관리지침(노동부 고시 제20006-64호)에서는 총 부유 세균의 농도(800CFU/m³)가 제정되어 있으나 금속가공유 취급, 목재가공업, 제지업 등 생물학적 인자에 의한 건강장해가 우려되는 제조 사업장에 대해서는 기준이 마련되어 있지 않다. 또한 생물학적 인자의 노출측정 평가에 적용하고 있는 총 부유 세균에 의한 농도측정방법은 짧은 시간에 채취한 공기시료를 통해 세균을 배양하는 방법으로 신뢰도가 매우 낮고 경제적 비용이 높으며 극히 적은 양만 배양되는 한계가 있다. 이에 따라 배양방법의 단점을 보완하고 제조 사업장 및 사무실에 동시에 사용 가능한 생물학적 인자의 측정 평가방법을 제시하고자 연구를 수행 중이다. 이를 위하여 국내 생물학적 인자농도가 높을 것으로 예상되는 금속가공유 취급, 목재가공업, 제지업, 식료품가공업 등을 중심으로 노출농도 실태 평가를 하고, 총 부유 세균 농도 평가방법과 엔도톡신 평가방법을 실태 평가 사업장의 노출 평가에 동시 적용하여 상관관계를 분석할 계획이다.

작업환경측정 및 석면조사 기관의 정도관리

작업환경측정기관 정도관리

우리나라에서 1980년대에 작업환경측정제도가 법적으로 도입된 이후 국내에 150여 개의 작업환경측정기관이 상존하고 있으나 소규모이고, 작업환경측정 및 분석 장비의 신뢰성이 부족하여 측정결과에 대한 신뢰성 문제가 제기되기 시작하였다. 따라서 미국 등에서 운용중인 작업환경측정기관에 대한 평가

시스템을 도입하여 국내의 작업환경측정·평가 체계를 개선하고, 작업환경측정기관의 환경측정시료 분석방법과 능력에 대한 표준화를 통해 작업환경측정의 정확도와 신뢰도를 향상시키고자 1982년부터 정도관리를 시작하였다.

정도관리는 작업환경측정기관, 정도관리 참여 희망기관을 대상으로 실시하고 있으며, 작업환경측정기관에 대해서는 유기용제, 금속 2개 분야에서 연 2회 실시하고, 작업환경측정기관 종사자 정도관리교육을 연 1회 실시한다. 정도관리를 통하여 우리나라의 작업환경측정기관의 분석 능력에 대한 신뢰성을 확보하고, 새로운 측정과 분석방법의 확산이 이루어지고 있다.

석면분석기관 정도관리

2009년 8월부터 개정된 「산업안전보건법」 시행으로 건축물 중 석면 해체·제거 관련 법규 강화와 석면의 건강 유해성에 대한 관심이 크게 증가함에 따라 석면문제가 기존의 제조업과 건축물 해체·제거 근로자에서부터 표면 침착분진 평가, 탈크 등 석면 혼입원료 취급, 광업과 토목·건축업 종사자의 비상업적으로 활용된 자연 발생 석면에 의한 노출 등으로까지 확대되고 있다.

따라서 직업환경연구실에서는 국내 석면 분석 수요 증가에 따른 양질의 석면 분석 전문인력 양성 및 석면 분석기관의 시료 분석방법 및 능력에 대한 표준화를 통하여 국내 석면 분석의 정확도와 신뢰도를 향상시키고자 정도관리를 실시하고 있다.

석면 조사기관, 기타 석면 정도관리 참여를 희망하는 기관을 대상으로 ‘공기 중’과 ‘고형시료 중’ 석면 분석을 연 1회 수행한다. 이와 함께 직업환경연구실에서는 석면 정도관리를 위하여 석면 분석 신뢰도를 제고하고자 미국 AIHA BAPAT 프로그램(고형 석면 분석) 등 국제정도관리에도 참여하고 있다.

유해인자 노출 작업환경 유해도 평가

사회적 이슈 또는 직업병 발생 잠재성이 큰 특정 업종 및 대규모 산업단지 근로자의 건강문제와 작업장 유해요인 노출과의 관계를 과학적이고 체계적으로 조사하여 해결방안을 제시하고 있다. 그리고 산업보건문제의 주요 관리대상 범주 밖인 비제조업(건설업, 운수업, 세탁업, 사무실 등)에 노출 평가를 실시하고 있다. 🌐

미국 NIOSH의 2차 산업안전보건 연구계획 - 농림어업 분야



지난 호에는 서비스산업 분야의 2차 산업안전보건 연구계획(NORA)에 대한 전체적인 개요와 각 세부업종별 연구계획에 대해 소개하였다. 이번 호에서는 농림어업 분야의 2차 연구계획에 대한 전반적인 개요와 전략목표를 중심으로 소개하고, 다음호에서는 최근 국내 임업 근로자의 부상자가 큰 폭으로 증가하고 있어 임업 안전보건 분야의 세부 연구계획과 실행 방안을 구체적으로 게재할 예정이다.

농림어업 분야 위원회의 역할과 대상

농림어업(AgFF; Agriculture, Forestry, Fishing) 분야는 20개의 북미산업분류체계 (NAICS) 중의 하나로 이 분야에서의 주요 생산활동은 곡물 재배, 가축 사육, 목재용 나무 생산, 농장이나 목장, 혹은 자연 서식지에서 어류나 기타 동물의 사육 등이 있다.

AgFF 위원회는 농림어업 분야의 2차 산업안전보건 연구계획(NORA; National Occupational Research Agenda) 목표와 실천 방안 및 수행 평가기준 마련 등을 통해 미국 내 산업재해와 질병을 줄이는데 기여하고 있다. 농림어업 분야의 모든 이해당사자들이 논의하고 제시한 우선 연구과제를 수행하기 위해 AgFF 위원회는 활용 가능한 연구기금의 출처를 찾아내고, 연구 자원(데이터, 연구 인력 등)을 제공하는 것에 관심을 가지고 있는 이해관계자, 잠재적 파트너와 연구활동에 참여할 수 있는 전문가 등을 발굴하고 있다.

현 AgFF 위원회 회원들 및 파트너, 제휴자 등에 대한 리스트는 NORA 웹사이트 <http://www.cdc.gov/niosh/nora/councils/agff/planpart.html>에서 확인할 수 있다.

NORA AgFF 위원회에서 제시한 연구계획은 전문가 단체, 학계, 공공 기관 등에 소속된 전문가뿐만 아니라 산업체, 노동계, 연방·주·지방 정부기관 등에도 안전보건 우선과제에 대한 지침을 제공한다. 또한 동 계획안은 연구자들에게 어떤 정보가 부족하고, 향후 연구를 통해 보강해야 할 부분은 어떤 것인지 등에 대한 지침을 제공할 것이며, 잠재적 연구비 지원자들에게는 어떤 주제에 관심을 가져야 하는지 등에 대해서도 관련 지침을 제공할 것이다.

농림어업 분야의 전략 마련을 위한 과정

2005년 12월부터 2006년 12월에 걸쳐 미 전역 13개 도시에서 열린 공청회에서 NIOSH와 NORA 파트너, 다양한 이해관계자들이 모여 각 지역 및 산업 분야의 특수한 안전보건문제에 대한 논의를 벌였다. 이 회합은 국가적 연구계획 수립에서 대중들의 안전보건 우선 관심사를 알아보기 위한 목적으로 이루어졌다.

이 회합은 12개 주, 1자치령, 총 13개 지역에서 열렸으며, 참가자들은 연구에 중점을 두어야 할 질병, 상해, 노출 및 집단 유형은 어떤 것인지에 대해 자신의 의견을 개진하였다. 또한 이 기간 동안 NORA 웹사이트와 우편을 통해 의견을 받기도 하였다. 이 회합에서 논의된 내용과 제시된 의견들은 <http://www.cdc.gov/niosh/nora/townhall/default.html>에서 확인해 볼 수 있다. [그림 1]은 AgFF 분야 위원회의 진행 경과를 시간대별로 정리한 것이다.

AgFF 분야 위원회의 첫 모임은 2007년 2월에 열렸다. 여기에서는 활용 가능한 감시 자료, 위원회 위원들의 전문적 지식, 공청회에서 제기된 의견 등을 기초로 우선적으로 해결해야 할 과제를 결정하였다. 위원회에 의해 선정된 우선과제들은 각 실행분과(감시분과<표 1>, 산재취약계층분과<표 2>, 지원·협력분과<표 3>, 농업분과, 임업분과, 어업분과)별로 나누어 구체적인 과제들을 정하도록 하였다.

2007년 7월 모임에서 위원회는 농림어업 각각에 대해 안전보건문제에서 그 강조점을 달리하는 이들을 하위 분야별로 나눌 것을 결의하였다. 이에 따라 위원회 위원들은 9개의 '목표팀'에 할당되었고, 각각의 팀은 다음에 제시된 주제 중 가장 중요한 주제를 하나씩 정하도록 하였다.

9개 분과 위원회

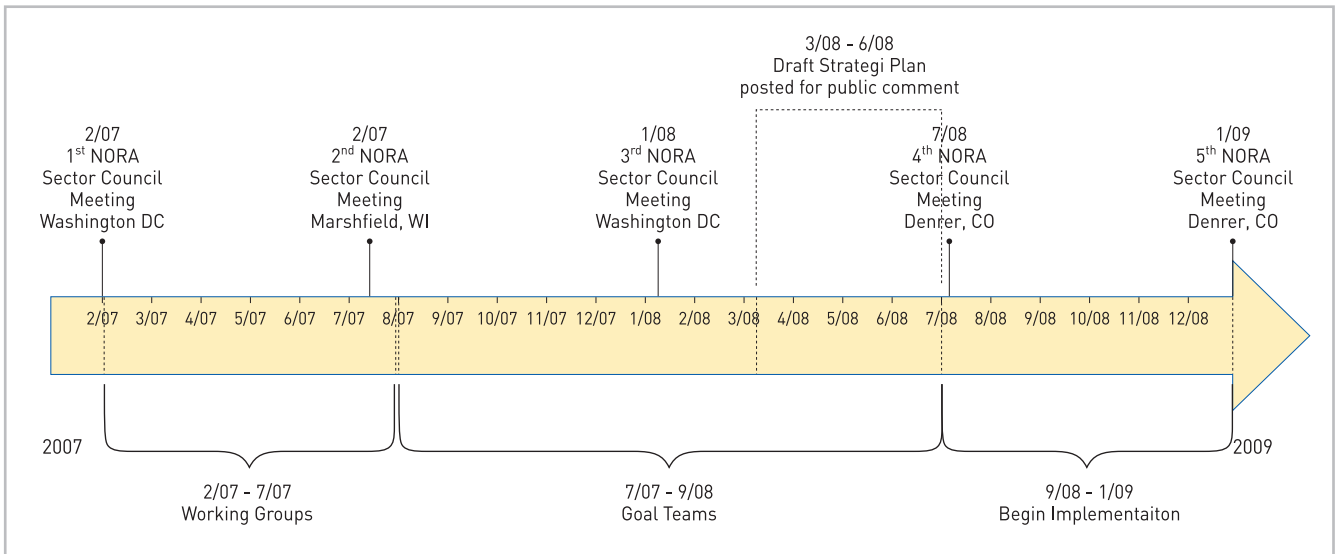
- 감시(Surveillance)
- 산재취약계층(Vulnerable Workers)
- 지원(Outreach, Communication and Partnership)
- 농업안전(Agricultural Safety)
- 농업보건(Agricultural Health)
- 임업안전(Forestry Safety)
- 임업보건(Forestry Health)
- 어업안전(Fishing Safety)
- 어업보건(Fishing Health)

각 분과위원에게는 중간단계의 목표와 그에 상응하는 행동방안을 마련하여 전략적 목표를 보완하고 실행 방안을 정하라는 과제를 부여하였다. 위원회는 이렇게 마련된 목표와 실행방안을 2008년 1월 모임에서 검토하고, 필요한 사항들을 추가하였다.

이러한 과정 전반에 걸쳐 다양한 통신수단(대면 모임, 텔레컨퍼런스 및 이메일 등)을 활용하여 위원회의 위원들과 목표팀이 연구 계획안을 구성할 각 장에 대해 논의하고 그 내용을 구체화하였으며, 보다 세밀히 가다듬을 필요가 있는 문제들에 대해서도 합의를 도출할 수 있었다.

여기서 거론된 문제 중의 하나가 주변인에 대한 정의로, 본인 스스로가 근로자는 아니지만 근로자의 가족이거나 혹은 근로환경과 물리적으로 근접한 위치여서 근로환경의 조건에 따라 혹은 근로환경 노출을 통해 부상을 입을 위험이 있는 사람으로 합의되었다. 또한 '취약 근로자'에 대한 정의도 여러 차례의 수정을 거쳤다. 생산 농업의 경우에는 몇몇 항목에 대해서 열띤 논쟁이 있었는데, 그러한 항목들이 직장 내 근로자의 안전에 즉각적인 영향을 미치지 않는 않지만 그 업종과 연관되어 있는 근로자에게 중대한 영향을 미칠 개연성이 있었기 때문이었다(예를 들면, 국제 무역, 주택, 농약에 오염된 의복 등).

2008년 3월에 전략적 계획안 초안을 공표해서 대중들로부터 의견을 들어보았고, 2008년 7월에는 이 초안을 최종화하여 그 전략적 계획 실행에 필요한 파트너 관련 논의를 시작하였다. AgFF 분야 위원회의 전략적 계획안은 매우 역동적이면서 살아있는 문건이라 할 수 있다. 이 문서의 내용은 연구결과가 제시되거나 다른 의견의 개진 또는 새로운 문제가 대두되면 이를 반영해서 지속적으로 검토·수정할 것이다.



[그림 1] AgFF 분야 위원회 회의 진행 경과

농림어업 분야 NORA 연구계획

미국 내에서 처음으로 AgFF 분야의 산업안전보건에 관한 공식적인 연구계획이 수립되었다. NORA 계획은 과학적 증거, 일반인들의 증언, 동료 연구자들의 리뷰와 전문적 경험 및 지식 등에 기초하고 있다. AgFF 분야의 활동에는 곡물 재배, 가축 사육, 목재용 나무 재배, 어류 양식 및 농장이나 목장 혹은 자연 서식지에서의 기타 동물 사육 등이 포함된다.

동 연구계획에는 연구와 개입 노력을 집중시키고, 산업체, 노동계, 연방 및 주 정부, 관련 전문가들을 포함한 해당 당사자들에게 안전보건 관련 이슈들의 우선 순위를 정하기 위한 일련의 전략적 중간단계의 목표들이 포함되어 있다. 연구 우선 순위를 정하는 과정에서 특정 상해나 질병의 위험에 노출되어 있는 근로자의 수와 비율, 새로운 정보나 접근방식, 근로자의 안전보건을 증진시킬 수 있는 가능성 등을 중요하게 고려하였다. 이를 바탕으로 AgFF 분야 NORA 연구계획은 9개의 전략적 목표를 설정하였으며, 이에 대한 구체적인 연구계획을 제시하였다.

1) 18세 이하나 65세 이상 근로자, 성별, 제한적인 영어 구사 능력, 이주 및 이민, 사회경제적 지위, 인종, 문화, 서류상의 지위, 신체 혹은 인지적 능력

전략목표 1 : 감시

각 산업 분야 내에서 질병, 부상 및 사망사고의 특성과 범위, 그리고 그 경제적 손실, 산업 위험 요소, 건강상 악영향을 미칠 수 있는 위험에 노출된 고위험 근로자 집단에 대한 감시활동을 강화할 것이다.

AgFF 하위 분야는 감시 자료가 부족하다. 특히 경상을 입은 근로자의 수와 유형에 관한 자료가 부족하기 때문에 감시활동을 증진시키는 것은 매우 중요하다. 감시활동을 통해 얻어진 자료들은 어떤 근로자 집단이 고위험 집단이며, 가장 관심을 가져야 할 상해와 질병은 무엇이고, 예방 노력과 개입 프로그램의 효과는 어떠한지 등을 결정하는데 사용되게 될 것이다. 무엇보다도 최우선적으로 해야 할 일은 자료 수집과 분석 및 보고 시스템을 향상시키는 것이다.

현재 AgFF 분야에서의 감시활동은 매우 부족한 실정이며, 대부분 치명적인 질병이나 상해에 초점이 맞추어져 있다. 농약 중독을 예방하기 위해 농장 내 청소년 근로자에 대한 감시활동은 어느 정도 진전이 있지만, 다른 질병이나 농장 근로자 집단에 대한 감시활동에서는 진전을 보이지 못하는 것이 좋은 예이다. 뿐만 아니라 동 산업 분야의 고위험 노출 근로자의 수와 유형에 대한 정보도 매우 제한적이다. 마지막으로, 감시활동 자료 또한 예방활동을 위해 데이터를 필요로 하는 사람들이 손쉽게 활용할 수 없는 상태이다.

“

농업은 미국 내에서 산재 발생 위험이 높은 산업 분야 중의 하나이다. 1992년에서 2005년 사이에 미국 내에서만 7,571명의 농부와 농장 근로자가 농장 일을 하는 도중 사망하였다. 이 사망사고 중 트랙터 운전과 관련된 원인이 가장 큰 비중(37%)을 차지하고 있는데 전복이나 트랙터 바퀴에 깔려 사망하는 경우가 대부분이었다. 사망사고 외에도 연간 평균 9만 3,000건의 부상사고가 미국 내에서 발생하고 있다. 따라서 트랙터의 전복이나 바퀴에 깔리는 사고를 효과적으로 방지할 수 있는 방안을 최우선으로 마련해야 한다. ”

전략목표 2 : 산재취약계층

근로자 스스로 자신의 안전보건을 지킬 수 있는 선택권이 제한적인 경우, 직업성 상해와 질병에 취약해 질 수 있다. 이들 근로자들은 직장 내 위험요인에 노출되거나 취약성을 유발하는 사회적 또는 생리적 요인들로 인해 산업재해나 질병을 겪을 확률이 더 높다.

이들 중 일부는 장시간 노동으로 신체적·정신적 한계가 오더라도 계속해서 일을 해야 하는 경우도 있다.

낮은 교육수준과 영어 구사 능력은 산재 예방 훈련이나 위험 관련 의사 소통 프로그램의 실효성을 떨어뜨리기도 한다. 더불어 몇몇의 사회경제적 요인들로 인해 일부 근로자들은 위험 수준이 높은 직업을 택하거나 그러한 직업에 계속 종사할 수밖에 없다.

이러한 요인들¹⁾로 인해 산재취약 근로자들의 보호책이나 실현 가능한 지원책을 마련하는 것이 어려운 실정이다. 따라서



농업 근로자들의 노동은 강도가 세며, 장시간 작업이 대부분으로 노동조건이 좋지 않다. 이들 중 일부는 장시간 노동으로 신체적·정신적 한계가 오더라도 계속해서 일을 해야 하는 경우도 있다.

AgFF 위원회에서는 우선 산재취약계층에 대한 시의적절하고 타당한 자료를 확보하여, 이를 바탕으로 해결방안을 모색하는데 총력을 기울일 것이다.

전략목표 3 : 외부 교류, 파트너십 및 소통

파트너십과 협력 체계 구축을 통해 실효성이 입증된 안전보건 전략들을 사업장에 널리 보급시킬 것이며, 전략을 효과적으로 실행하기 위해서는 지원활동(Outreach)이 필요하다.

관련 대책을 전파하고 근로자의 안전보건 향상에 관심이 있는 모든 이해당사자가 직장 내에서 활용 가능한 최선의 방안을 채택하도록 촉구하는 일은 파트너십과 공조체계 구축을 통해 이루어질 수 있다.

이를 위해 새로운 기술과 공학을 통한 통제행동변화기법 훈련과 인센티브 프로그램, 가이드라인 제시, 정책을 통한 접근방법 등을 고려해 볼 수 있으며, 이외에 다른 방안들도 포함될 수 있다. 이에 AgFF 위원회에서는 농림어업 분야 이해당사자들이 최상의 관리 방안을 효과적으로 채택할 수 있도록 적극 협조할 것이다.

전략목표 4 : 농업안전

농업은 미국 내에서 산재 발생 위험이 높은 산업 분야 중의 하나로 1992년에서 2005년 사이에 미국 내에서만 7,571명의 농부와 농장 근로자가 농장 일을 하는 도중 사망하였다. 이 사망사고 중 트랙터 운전과 관련된 원인이 가장 큰 비중(37%)을 차지하고 있는데 전복이나 트랙터 바퀴에 깔려 사망하는 경우가 대부분이었다.

사망사고 외에도 연간 평균 9만 3,000건의 부상사고가 미국 내에서 발생하고 있다. 따라서 트랙터의 전복이나 바퀴에 깔리는 사고를 효과적으로 방지할 수 있는 방안을 최우선으로 마련해야 하며, 농업제품 생산과 지원활동에 잠재해 있는 위험 요소를 포함하여 상해와 사망사고의 수, 발생비율과 그 심각성을 줄이기 위한 것이다.

전략목표 5 : 농업보건

농업 근로자에게 노출될 수 있는 급·만성 질병, 장애를 발생시킬 수 있는 요인 등을 제거하여 이들의 '삶의 질 향상'에 기여할 것이다.

실제로 농업 분야 종사 근로자들은 여러 가지 급·만성 질환

“

농림어업 종사 근로자의 안전보건 향상에 관심을 지니고 있는 모든 사람에게 구체적 증거에 기초한 전략을 전파하기 위한 실천방안이 필요하다.

외부 교류와 소통은 AgFF 위원회의 계획을 효율적으로 실행하기 위해 필요한 단계이다.

관련 대책을 전파하고 근로자의 안전보건 향상에 관심이 있는 모든 사람에게 직장 내에서 활용할 수 있는 최선의 방안 채택을 촉구하는 일은 파트너십과 협조체계 구축을 통해 이루어질 수 있다. ”

발생요인에 노출되어 있다. 농업 근로자들의 노동은 강도가 세고, 장시간 작업이 대부분으로 노동조건이 좋지 않다. 또한 근육 결림이나 염좌의 위험에 반복적으로 노출되어 있고, 호흡기에 위해한 화학물질, 심리사회적 스트레스 및 여러 동물 매개 전염병에도 노출되어 있다.

이외에도 생산방식이나 환경문제, 기술, 변화하고 있는 인구학적 특성 등과 관련되어 있는 새로운 문제들이 등장하고 있다. 이같이 많은 문제점 중에서도 최우선적인 과제는 근골격계 질환의 발생과 유병률을 낮추는 일이라 할 수 있다.

전략목표 6 : 임업안전

임업 분야에 잠재해 있는 위험요인을 포함하여 임업에서 발생하는 상해와 사망사고의 수, 비율 및 심각성을 줄이기 위한 것이다.

임업 현장의 작업환경 조건 개선을 측정하기 위한 측정지표를 개발하기 위해서는 임업분야의 포괄적인 기초자료가 필요하다. 이를 위해 현재 여러 연방정부 기관이 임업 근로자, 제품, 산업치사율 등의 다양한 관점에서 모니터링하고 있다.

상해사고의 구체적 원인을 밝히는 일은 때로 상세자료가 부족하기 때문에 불가능할 때가 있다. 임업 분야 종사 근로자들이 어느 정도 산재 위험에 노출되어 있는지에 대한 감시기능을 향상시키는 것에서부터 시작하여 구체적 증거에 기초한 안전 대책을 실행할 수 있는 역량을 키우는 일일까지 상당한 관심을 기울여야 할 필요가 있다.

전략목표 7 : 임업보건

임업 근로자에게 노출될 수 있는 급·만성 질병, 장애를 발생시킬 수 있는 요인을 제거하여 이들의 '삶의 질 향상'에 기여할 것이다. 이들은 장시간 동안 강도 높은 작업을 수행하여 건강상의 여러 위험에 노출되어 있다.

근골격계질환이나 직업병은 근로자의 수명을 단축시킬 수 있다. 유해물질과 독성물질 노출, 보호장구 및 의복의 활용 가능성, 마약과 알코올 남용 등은 임업 근로자의 안전 및 보건문제에서 주요 관심사들이다. 또한 임업 근로자들의 보건상태도 기계화와 더불어 많은 변화를 겪어왔다. 이에 근로와 관련된 근골격계질환을 최소화할 수 있는 핵심 실천 방안을 실행할 것이다.

전략목표 8 : 어업안전

어업 분야에 내재해 있는 위험을 포함하여 어업 분야에서 발생하는 상해 및 사망사고의 수와 비율, 강도율을 줄이기 위한 것이다.

어업은 미국 내에서 산재 발생 위험이 높은 산업 분야 중의

하나이다. 1988년 관련 규제를 대폭 강화했음에도 불구하고, 어업 종사 근로자는 다른 근로자에 비해 평균 30배 이상 근무 중 사망 가능성이 높다.

이러한 높은 사망률과 상해율이 지역사회와 어업에 종사하고 있는 근로자 가족에게 미치는 영향은 매우 크다. 선박의 좌초와 배 밖으로 떨어지는 추락사고와 관련한 사망사고를 줄일 수 있는 방안을 강구하는 것이 최우선 과제이다.

전략목표 9 : 어업보건

질병이나 질환 발생에 기여하는 요인을 효과적으로 줄여 어업 종사자의 건강을 증진시킬 것이다.

상업적 어업에 종사하는 많은 근로자가 급·만성 질환 및 질병의 위험에 노출되어 있지만, 이러한 보건문제나 각종 질환의 예방대책에 관련된 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 또한 상업적 어업에 대한 감시나 건강 유해물질에 대한 최소한의 보고도 이루어지지 않고 있다.

여기에서는 농업이나 임업과 마찬가지로, 근골격계질환을 줄이는 것이 최우선 과제이다. 🌐

〈표 1〉 감시분과 연구계획

구분	내용
전략목표	1. 농림어업 분야 고위험 근로자 집단에 대한 감시활동 강화
세부목표	1.1 국가·주정부 차원의 직업성 질병 및 상해, 위험물질과 위험요인 노출 등에 관한 감시활동 개선·강화
	1.1.1 2008년까지 해안경비대와 공조하여 어업 분야의 현실적인 기초자료 수집방안 마련
	1.1.2 AgFF 하위 분야 감시활동 개선방법을 마련하기 위해 관련 전문가 및 파트너와 정기적인 회의 개최
	1.1.3 2009년까지 사례기반 감시활동 보고서(예 : FACE(Fatality Assessment and Control Evaluation, 산재조사보고서 등))의 신뢰성과 해결 방안의 실효성을 높여 보다 많은 전문가들이 이를 활용할 수 있도록 개선
	1.1.4 2010년까지 AgFF의 진행 중인 하위 분야의 감시활동 평가·개선
	1.1.5 2010년까지 미국농업통계서비스(USDA-NASS; U.S. Department of Agriculture National Agricultural Statistics Service) 및 미인구통계청(U.S. Bureau of the Census)과 협력하여 임업 분야에서 발생하는 산업재해 및 질병 예방 감시체계 마련
	1.1.6 2010년까지 농업 종사 근로자(아동근로자 포함)의 작업장 상해 감시체계 개선
	1.1.7 2010년까지 공공보건 원자료(raw-data)에 직업과 업종 코드 부여
	1.1.8 2011년까지 해안경비대와 협력해서 진행하고 있는 NIOSH 어업종사근로자 상해 DB(NIOSH CFID; Commercial Fishing Injury Database) 구축 사업을 다른 지역으로 확대·적용
	1.1.9 2012년까지 AgFF 하위 분야의 기존 감시활동자료의 신뢰성 개선
	1.1.10 2012년까지 산재취약 근로자를 규명하기 위해 기존 감시체계와 신규 감시체계의 여러 변인 통합
	1.1.11 2012년까지 '농업안전보건 용어 사전'에 실린 용어와 정의를 사용하도록 권장하여 연구 간 비교 가능성을 높임
	1.1.12 2012년까지 '농업안전보건 용어 사전'에 수록된 변인 활용·권장

세부목표	1.1.13	2012년까지 위험요인을 수집하는 새로운 방법과 새로운 접근방법(사례 기반, 산업의학적 감시체계 등)을 지속적으로 개발
	1.2	국가 · 주정부 차원에서 농림어업 근로자의 특성을 반영하여 인구통계학적 데이터베이스를 개선하고 활용
	1.2.1	서부해안은 2010년까지, 동부해안은 2009년까지, 멕시코만은 2010년까지 해안경비대 및 국립해양수산업(National Marine Fisheries Service)과 공조하여 어업 종사 근로자수와 세부 현황 파악
	1.2.2	2010년까지 노동통계청(BLS; Bureau of Labor Statistics), 인구통계청과 협력하여 주정부 차원에서 AgFF 하위 분야별 고용 추정치 제공
	1.2.3	2010년까지 미국농업통계서비스국(USDA-NASS; U.S. Department of Agriculture National Agricultural Statistics Service)과 협력하여 분기별 농장 근로자 보고서에 농장 운영형태별 노동력 사용실태 등을 포함하는 등 세부자료 게재
	1.2.4	2012년까지 노동부 교육훈련국(USDOL-ETA)과 협력해서 농업 근로자 조사(NAWS; National Agricultural Worker Survey) 데이터를 이용해 미국 내 곡물 관련 업종에 고용된 근로자수와 기록되지 않은 근로자 비율 추정치 제공
	1.2.5	2010년까지 USDOL-ETA와 협력해서 국가 · 주정부 차원에서 근로자가 인구통계학적 정보(NAWS 등)를 활용할 수 있는지 점검
	1.2.6	2010년까지 USDOL-ETA와 협력해서 가축 사육도 NAWS에 포함
	1.2.7	2010년까지 USDA-NASS와 협력해서 근로자 기초 데이터 수집을 포함하여 농업국 농업인구조사(USDA Census of Agriculture)를 임업 분야로 확대 · 검토
	1.2.8	2010년까지 기존 · 신규 감시시스템의 여러 변인 통합
	1.2.9	2012년까지 USDA-ETA, USDA-NASS, BLS 및 인구통계청 등과 공조하여 AgFF의 비경작 분야(별목, 어획 등) 종사 근로자의 정보 수집 가능성 점검
	1.2.10	2012년까지 효율적인 인구통계학적 데이터 수집방법 개발 · 시험
	1.3	모든 이해당사자(일반 시민 포함)가 농림어업 분야 감시활동자료를 시의적절하게 활용할 수 있도록 개선
	1.3.1	서부해안은 2010년까지, 동부해안은 2009년까지, 멕시코만은 2010년까지 해안경비대와 안전보건 지역단체와 공조하여 실효성이 있는 안전보건활동 방안 마련
	1.3.2	2009년까지 USDA-NASS와 협력해서 NIOSH가 위탁한 모든 연구과제의 관련 기초자료를 수집 후, 최소 9개월 이내에 발표토록 개선
	1.3.3	2009년까지 NIOSH가 위탁한 모든 연구과제의 요약본을 자료 수집 종료 후, 최소 12개월 이내에 발표토록 개선
	1.3.4	2009년까지 USDA-NASS와 협력해서 NIOSH가 위탁한 모든 조사자료를 일반 시민이 활용할 수 있도록 자료 수집 후, 최소 9개월 이내에 공개토록 개선
	1.3.5	2010년까지 BLS와 협력해서 산재 사망사고 조사(CFOI; Census of Fatal Occupational Injuries)를 통해 얻어진 세부결과를 6개월 이내에 공개토록 개선
	1.3.6	2010년까지 USDOL-ETA와 협력해서 NAWS 결과를 데이터 수집 종료 후 1년 이내에 발표토록 개선
	1.3.7	2010년까지 BLS와 협력해서 CFOI, 직업병 및 상해조사(Survey of Occupational Injury & Illness) 및 고용 현황 등의 자료 제공 서비스 개선 · 제공

〈표 2〉 산재취약계층 분과 연구계획

구분	내용
전략목표	2. 산재취약 근로자에게 노출될 수 있는 유해요인을 제거
세부목표	2.1 농림어업 분야에서의 '산재취약 근로자' 정의
	2.1.1 2009년까지 산재취약 근로자, 건강 불평등을 겪는 근로자 분류 · 정의
	2.1.2 2011년까지 지역별 · 특성별로 산재취약 근로자들의 건강에 부정적 영향을 미치는 요인 수집 · 분석
	2.2 농림어업 분야 산재취약 근로자의 건강에 부정적 영향을 미치는 요인 규명
	2.2.1 2011년까지 산재취약 근로자에게 만성적인 유해인자 · 환경이 건강에 미치는 영향과 실태 파악(제한적인 선택시설에 의한 농부의 의복에 축적된 농약이 건강에 미치는 영향 등)
	2.2.2 2013년까지 취약 근로자 집단에서 나타나는 높은 질병률과 사망률의 경향 파악

세부목표	2.3	산재취약 근로자 간에 나타나는 안전보건상의 불평등에 관한 정보 수집 데이터베이스 개선
	2.3.1	2010년까지 새로운 데이터 수집 메커니즘 개발
	2.3.2	2012년까지 산재취약 근로자 안전보건 감시체계 개발
	2.3.3	2018년까지 대학과 정부기관, 지역사회, 비정부 조직 간에 관련 정보를 공유할 수 있는 방안 마련
	2.3.4	2018년까지 산재취약 근로자 안전보건 추적 감시 체계 개발
	2.4	산재취약 근로자의 특성이 잘 반영되어 작업장 안전보건 프로그램이 실행될 수 있도록 혁신적이고 실효성이 입증된 프로그램, 교육 및 의사 소통방식 활용
	2.4.1	교육 수준, 영어 구사 능력 등을 포함하여 산재취약 근로자가 필요로 하는 사항들이 매년 연구계획 3.3.2에 반영될 수 있도록 프로세스 개선
	2.4.2	2011년까지 유해요인 관리방안과 교육자료의 효과성 평가
	2.4.3	2011년까지 효과성 평가결과 부족한 부분을 보완하여 수준 높은 자료 개발
	2.4.4	2013년까지 현장 적용성을 높이기 위해 실제 사업장에 시범적으로 관련 프로그램을 시행해보고 비용 절감방법도 발굴
	2.4.5	2013년까지 농림어업 분야 대표들과 협력관계를 구축하여 산재취약 근로자의 안전보건 증진 촉구

〈표 3〉 지원·협력분과 연구계획

구분	내용
전략목표	3. 파트너십과 협력 체계 구축을 통해 실효성이 입증된 안전보건전략들을 사업장에 널리 보급
세부목표	3.1 새롭게 부각되고 있는 산업안전보건문제와 이에 대한 해결방법을 2년에 한 번씩 평가하고, 우선적으로 실행에 옮길 방안을 결정하기 위해 주요 이해관계자들과 협조체제 구축
	3.1.1 2009년까지 농림어업 분야 모든 이해당사자를 파악하여 이들이 NORA AgFF의 목적과 계획에 대해 올바르게 인식하고 있는지 확인
	3.1.2 매 2년, 파트너와 함께 농림어업 분야의 우선 순위 실행 방안 협의·선정
	3.1.3 매 2년, 농림어업 분야의 안전보건실태, 해결 방안, 프로그램 등을 논의할 학술대회 개최
	3.2 실효성이 있는 산업안전보건 증진 방안 개발
	3.2.1 2010년까지 농림어업 근로자의 안전행동 메커니즘에 영향을 미치는 요인을 파악하고, 이에 대한 최상의 방법 개발
	3.2.2 2011년까지 효과가 입증된 해결방안은 문서화하고, AgFF 분야의 이해관계자들이 손쉽게 활용할 수 있도록 유지·관리 방안 마련
	3.2.3 2011년까지 공학적·정책적 접근법을 고려하여 농림어업 근로자의 안전보건문제 개선 방안을 도출하고 관련 프로그램 활용 권장
	3.3 농림어업 종사 근로자의 안전보건 지식과 실천력에 영향을 미칠 수 있는 커뮤니케이션 기법, 교육 기법 및 마케팅 기법 개발·활용
	3.3.1 2009년까지 근로자와 사업주 모두에게 문화적·언어적·교육적 측면에서 적합한 증거 기반 프로그램 실행 촉진
	3.3.2 2009년까지 생산자 단체, 안전보건 실무자, 규제 담당자, 직업훈련 교사, 보험사 등 최선의 안전보건 증진 방안 채택에 영향을 미칠 수 있는 관계자와 공조하여 해결 방안, 교재, 정책 개발
	3.3.3 2010년까지 농림어업 분야 안전보건 우선 순위 사안에 대해서 사회 캠페인을 통해 대중적 인식 제고
	3.3.4 2010년까지 고위험 집단의 외부 교류활동 강화·촉진
	3.4 농림어업 종사 근로자를 위한 안전수칙 실천교육 프로그램과 자격증 수여 프로그램 개발·활용
	3.4.1 2011년까지 기존 훈련 프로그램을 평가하고 추가 훈련 프로그램과 자료, 유인책 개발
	3.4.2 농림어업 분야 종사 근로자의 안전보건훈련 촉진
	3.4.3 2011년까지 농림어업 분야의 안전보건과 생산-경영 프로그램을 연계한 대학원 수준의 교과과정 개발
	3.4.4 2013년까지 농림어업 종사 근로자를 위한 안전보건교육·훈련 자격증 프로그램 개발
	3.4.5 2015년까지 교육·훈련 프로그램, 교재, 방법을 매년 평가

정부의 보호구산업 정책 방향



기업을 운영하는 사업주와 직접 작업을 하는 근로자 모두 기본적인 안전수칙을 준수하여 '자신의 안전은 자기가 지킨다'는 주인의식을 가져야 비로소 산업재해를 예방할 수 있다. 또한 쾌적한 작업환경 조성을 통해 근로자의 안전과 보건을 유지할 수도 있게 된다. 이런 맥락에서 크게는 사업주의 안전보건 의식과 이를 위한 실천 노력이 가장 중요하지만, 작게는 당해 작업을 수행하는 개별 근로자가 안전보호구 착용을 생활화하는 것도 매우 중요하다. 이에 노동부에서는 보호구에 대한 중전의 검정제도를 보완하여 2009년부터 '안전인증 및 자율안전확인신고제도'를 새롭게 시행한다.

문제 인식

요즘 심각한 불황으로 힘들다는 기업이 많다. 당장 운영자금에 모자라 감원을 하거나 직원들의 봉급을 낮추고, 대출이자를 갚기 위해 연구 개발이나 안전·환경 관련 투자 등 미래를 준비하는데 써야 할 돈을 줄이는 기업들이 늘어나고 있다. 이런 모습을 보면서 10년 전 IMF 때를 떠올리는 사람이 많을 것이다.

하지만 사업주는 안전에 대한 비용을 손실이 아닌 투자로 인식하여야 한다. 최근 기업들이 우수인력 양성을 위해 막대한 투자를 하고 있지만 안전사고로 인하여 그 인력을 활용할 수 없게 된다면 투자시간과 비용은 헛수고라는 사실을 알아야 한다.

기업을 운영하는 사업주와 직접 작업을 하는 근로자는 자기가 하고 있는 업무 중 위험요인이 어디에 있는지, 어떻게 해야 하는지 누구보다 잘 알고 있다. 기본적인 안전수칙을 준수하여 '자신의 안전은 자기가 지킨다'는 주인의식을 가져야 비로소 산업재해를 예방할 수 있다. 또한 쾌적한 작업환경 조성을 통해 근로자의 안전과 보건을 유지할 수도 있게 된다. 이런 맥락에서 크게는 사업주의 안전보건 의식과 이를 위한 실천 노력이 가장 중요하지만, 작게는 당해 작업을 수행하는 개별 근로자가 안전보호구 착용을 생활화하는 것도 매우 중요하다.



김양현 과장
노동부 산업안전보건국
안전보건지도과

이에 노동부에서는 개별 근로자가 직접 착용하는 안전보호구는 근로자의 생명과 직결되기 때문에 불량품이 제조·유통·사용된다는 것은 매우 심각한 문제로 인식하고 있다. 따라서 이를 근절시키기 위해 보호구에 대한 종전의 검정제도를 보완하여 2009년부터 안전인증 및 자율안전확인신고제도를 새롭게 시행한다.

보호구의 목적과 종류

보호구는 근로자가 작업환경에서 받을 수 있는 건강 장애를 예방할 목적으로 사용하는 것이다. 보호구에는 작업조건에 따라 모자, 작업의, 신발, 장갑, 안경, 마스크 등 여러 가지가 있다.



[그림 1] 보호구의 종류

작업 현장은 직업성 질환과 신체 장애를 일으키는 위험요소를 안고 있다. 보호구는 신체 장애를 예방하기 위한 안전보호구와 건강 장애 방지의 목적으로 사용하는 위생보호구로 구분할 수 있을 것이다. 보호구는 작업 시만이 아니라 재해가 일어났을 때의 구출작업이나 장치의 수리작업에도 사용된다.

「산업안전보건법」상 안전인증을 받아야하거나 자율안전확인인신고를 해야 할 보호구로는 안전모, 안전대, 안전화, 보안경, 안전장갑, 보안면, 방진마스크, 방독마스크, 방음용 귀마개 및 귀덮개, 송기마스크, 보호복, 전동식 호흡보호구 등 12종이 있다.

안전인증 및 자율안전확인신고제도

산업재해로부터 근로자를 보호하는 보호구에 대한 성능 확인은 1984년 검정제도부터 시작하여 2009년에 새롭게 도입되는 안전인증 및 자율안전확인신고제도에 이르고 있다.

근로자의 안전과 작업상 필요한 보호구는 신규·재검정 및 수거검정 등의 형식으로 성능을 확인하는 제도였으나, 제품의 성능만을 확인하는 과거 검정방식으로는 불량 제품의 제조·유통·사용을 근원적으로 차단하기 곤란하였다. 그리고 제조업체의 자율관리 능력을 고려하지 않은 채 3~5년을 주기로 일괄 재검정의무를 부과하는 것도 부담이었다. 이에 개별 제품에 대한 성능 확인과 병행하여 제조업체의 기술 능력·생산 체계(품질



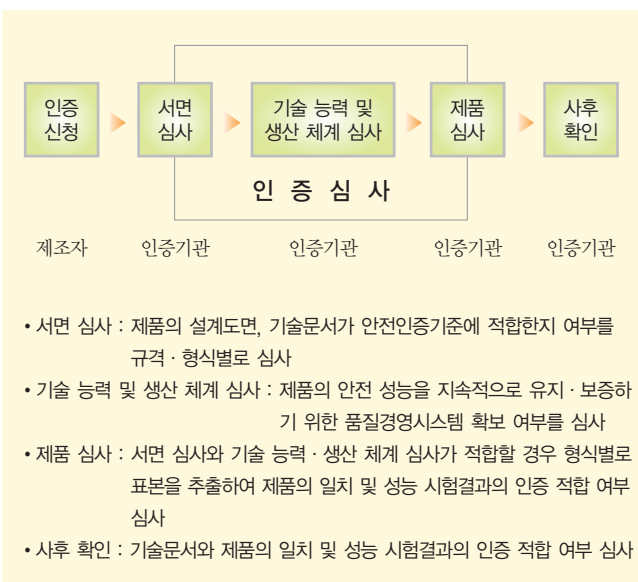
[그림 2] 안전인증을 받아야 할 보호구

경영시스템)를 심사하는 안전인증제 및 제조기술이 보편화된 제품에 대해서 제조자 스스로 기준에 적합함을 확인 후 신고하는 자율안전확인신고제도를 2009년부터 새롭게 시행하고 있다.

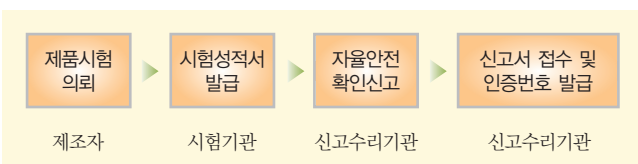
안전인증은 제품설계·제조단계에서부터 근원적인 안전성과 신뢰성을 확보하는 것을 목표로 한다. 여기에서 중요한 부분은 바로 제조자의 자체 기술 능력·생산 체계인 품질경영시스템 구축·운영의 의무화이며, 전체적인 제도 절차는 [그림 3]과 같다.

자율안전확인신고제도는 안전인증대상에서 제외되는 보호구 등으로써 생산기술이 보편화되어 제품시험만으로 안전관리가 가능한 경우에 노동부 장관이 정한 기준에 적합하다는 것을 스스로 확인하여 신고수리기관에 신고하고 제품을 생산하도록 하는 제도이다. 그 세부 절차는 [그림 4]와 같다.

안전인증제도와와의 차이점은 안전성 입증의 주체가 누구냐에 있다. 즉, 안전인증은 정부에서 안전성을 입증하여 인증을 부여하는 것이고, 자율안전확인신고는 제작자 스스로가 안전성을 입증하여 신고한다는 점이다. 정부는 양 제도의 차별화를 구현



[그림 3] 안전인증제도의 절차



[그림 4] 자율안전확인신고제도의 절차

하면서 효율적인 제도 운영과 기업 부담 경감을 동시에 이루어 나갈 것이다.

레드오션에서 블루오션 전략으로

결국 안전인증제도의 시행으로 보호구의 근원적인 안전성을 확보함으로써 산업재해 감소에 기여할 수 있게 된다. 그리고 자율안전확인신고제도의 경우에는 제조자 스스로 기계·기구 등의 안전성을 확인할 수 있도록 함으로써 제품의 책임생산을 유도하는 장점이 있다.

이로써 제조업체의 제조·기술 능력이 향상되어 대외경쟁력이 강화되고, 선진제도와와의 호환성이 확보되는 등 국제적 시장 흐름에 대응하여 수출에서 유리한 고지를 차지할 수 있다. 그 뿐만 아니라 상대적으로 안전성이 떨어지는 외국제품의 수입을 막아 내수시장 확보가 가능해질 것으로 기대된다.

반면, 안전인증제도가 도입되면서 제조업체들이 부담을 많이 느끼는 편이다. 이것은 대부분의 제조업체들이 영세하여 안전인증제도로의 전환을 부담스러워하기 때문이다. 그래서 노동부와 산업안전보건공단에서는 기술 능력·생산 체계 심사의 추가로 인해 종전 성능검정제도보다 강화된 인증 절차 및 안전인증기준에 대한 제조업체의 부담과 애로점을 해소하고자 제도 시행 상황을 면밀하게 모니터링하고 있다. 또한 이해관계자의 의견 수렴을 통해 보호구산업에서 안전인증제도의 조기 정착과 발전을 위해 다양한 활동을 추진 중이다.

현재 우리나라 보호구산업은 30인 이하 소규모 사업장의 비율이 약 70%이며, 시장은 저가 가격 경쟁이 심화되어 있다. 그러다보니 일부 업체에서는 제조단가를 낮추기 위해 저가 불량 자재를 사용하게 되며, 체계적인 관리가 이루어지지 못한다. 이같은 현상을 부추기는 요인으로서는 품질보다 가격 면에서 저렴한 제품을 구매하려는 소비자의 구매심리도 큰 몫을 차지하고 있다.

우수한 보호구를 제조·판매하는 업체들도 상당수 있지만 전반적으로는 보호구 제조과정의 품질관리 수준이나 신제품 개발 등 취약한 부분이 많다. 즉, 적당한 복제와 저가 경쟁, 내수 시장 지향 등으로 아직도 레드오션에서 벗어나지 못하고 있는 실정이다. 이제는 레드오션을 버리고 블루오션 전략을 수립해야 미래에도 경쟁력이 생길 수 있다. 지속적인 연구와 개발, 고



보호구는 가격보다 산업재해 예방과 건강을 위해 안전한 제품을 우선시해야 한다.

부가가치, 미래지향적인 전략을 통해서 경쟁력 있는 기업으로 성장할 수 있다는 사실을 명심해야 할 것이다.

2009년 사업 추진 방향과 중·장기대책

노동부나 공단에서도 노력은 하고 있지만 소수의 감독관과 심사원만으로 많은 업체를 관리하기란 쉽지 않다. 이 문제를 근본적으로 해결하기 위해서는 불량품의 단속이나 규제 강화보다 제조자, 판매자, 그리고 소비자의 의식이 바뀌는 것이 먼저다. 제조자는 안전한 제품을 생산하고 판매하겠다는 기업윤리 의식을 바탕으로 안전인증기준에 적합하도록 지속적으로 품질관리에 힘써야 하며, 소비자는 제품의 가격보다 산업재해 예방과 건강을 위해 안전한 제품을 우선시하는 소비형태를 가져야 한다.

이처럼 불량 제품의 제조·유통·사용을 근절하기 위해서는 노동부와 공단, 제조·유통·사용자 등 모두의 노력이 필요하다. 장기적으로 안전인증제도가 정착되면 불량품 유통은 현저히 줄어들게 될 것이다.

이에 2009년 사업 추진 방향으로 다음의 몇 가지를 설정하였다.

첫째, 안전인증업무의 체계적인 추진과 민간 검·인증기관에 대한 지원, 지원제도 개선 및 정부의 정책 개발 보좌 등 보다 효율적으로 인증업무를 수행할 수 있도록 공단 본부에 안전인증실을 신설하는 조직개편을 실시했다.

둘째, 고객만족·고객중심의 안전인증제 운영을 위해 공단

안전인증실 및 안전인증평가센터 심사원 전 직원은 정기적으로 담당 사업장의 기술상담, 안전인증 준비사항에 대한 안내 및 사업장 애로점과 건의사항 등의 수렴, 자율관리 능력이 부족한 소규모 사업장에 품질경영시스템의 구축을 지원하는 사업장별 전담지원제 운영 등을 하고 있다. 또한 필요 시 사업장을 방문해 직접적인 사업장의 문제를 해결해주는 서비스를 제공 중이다.

이와 함께 인증 심사결과 불인증을 줄이기 위해 심사결과에 따른 부적합 요인 분석 및 부적합 다수 발생 품목에 대해서 사업주 간담회, 사단법인 한국보호구협회, 한국안전보호구연합회 등 관련 단체와 상호 업무 협력 및 정보 교류를 개최해 해결 방안을 토론하고 기술자료를 개발·보급하고 있다.

마지막으로 불량 보호구 제조나 유통·판매 등을 근절하기 위한 시장 감시기능을 강화하고, 필요 시 특별 점검을 통해 미인증 및 기준에 미달한 제품을 발본색원(拔本塞源)하며, 불량품 제조·유통업체는 강력한 행정조치를 통해 시장에서 퇴출시키게 된다. 아울러 안전인증제도의 품질경영시스템을 자율적으로 도입하는 등 법 준수 의식이 높은 상당수 양질의 제품 제조업체를 보호·육성할 방침이다.

중·장기대책으로는, 우선 보호구 안전성 및 성능 향상을 위한 신제품과 우수제품 연구·개발을 활성화하고자 연구개발자금의 지원을 확대할 예정이다. 제조업체에게 신제품·신기술 개발을 독려하여 결국 그 혜택으로 근로자가 사용상 편의성을 제공받을 뿐만 아니라 제품의 신뢰성 향상을 통한 기업 이미지도 개선되도록 유도하려는 취지이다. 이렇게 현실에 부합한 지원제도를 마련·시행할 예정이며, 불량제품의 유통방지를 위한 자율 정화기능을 강화하기 위해 유통업체대상 인센티브 제도의 마련을 검토할 생각이다.

사람은 어려움에 처할수록 꿈과 희망이 필요하다. 농부가 당장의 배고픔에도 종자를 먹지 않는 것은 다음에 돌아올 봄에 대한 희망이 있기 때문이다. 우리 사회도 마찬가지다.

안전이 보장되지 않은 사회에서는 풍요롭고 행복한 삶이 이루어질 수 없듯이, 사업주는 안전경영을 실천하고 근로자는 자신의 안전은 자신이 지킨다는 의식으로 기본적인 안전수칙을 철저히 지켜줄 것을 당부하며, 노동부에서도 이러한 인식 하에 사업주, 근로자와 함께 꾸준히 산재 예방에 노력하면서 투자를 확대하는 등 지원대책을 만들어 실행할 예정이다. ⑤

기계 분야의 국제표준화가 국내 산업에 미치는 영향



ISO 산하에는 특정 기술 분야마다 기술위원회(TC; Technical Committee)를 설치하여 규격의 제정과 개폐에 관한 심의를 한다. ISO는 각 전문 분야별로 약 229개의 방대한 TC를 가지고 있고, 그 중에 기계 진동 및 충격(Mechanical Vibration and Shock)에 관한 규격을 다루는 TC 108분과는 1964년에 설립되었다. 이 가운데 TC 108/SC5 분야는 기계 및 구조물의 상태 모니터링을 위한 공통된 기준 설정과 진단 및 예측기술 확립을 목표로 하고 있다.

서론

국제표준화기구

1947년 설립된 국제표준화기구(ISO; International Organization for Standardization)는 현재 153개 나라의 대표자들로 이루어진 세계적인 연합체이며, ISO는 국제표준이다. 각 나라마다 국가표준화기구를 가지고 있는데 이들은 ISO의 표준안 작성에 참여하고 기여한다.

ISO 산하에는 특정 기술 분야마다 기술위원회(TC; Technical Committee)를 설치하여 규격의 제정과 개폐에 관한 심의를 한다. TC가 다루는 범위가 다양할 경우에는 하부에 분과위원회(SC; Sub-committee)가 설치되고, 이와 관련된 주요 안전별로 표준화하기 위한 작업반(WG; Working Group)이 구성된다. 작업반 구성 멤버는 TC의 정회원국(Participant member P)으로부터 파견된 전문가(official expert)들이다.

TC는 WG에서 검토된 작업초안(WD; Working Draft)을 제출 받아 위원회안(CD; Committee Draft)을 만들고, 전체 위원들의 심의를 받기 위해 질의안(DIS; Draft International Standard)을 만든 뒤 검토과정을 걸쳐 최종 국제규격안(FDIS; Final DIS)에 대한 정회원의 투표를 거친다. 이같은 절차에 의해 국제규격으로 발간·배포하



최병남 기술위원
한국산업안전보건공단
전문기술실

게 되는데 지금까지 1만 5,000여 종이 발간되었다.

이들 각 단계에서 TC가 실질적인 모든 역할을 담당하게 된다. ISO는 각 전문 분야별로 약 229개의 방대한 TC를 가지고 있고, 그 중에 기계 진동 및 충격(Mechanical Vibration and Shock)에 관한 규격을 다루는 TC 108분과는 1964년에 설립되었다.

ISO TC 108 활동

TC 108분과는 현재 다음과 같이 다양한 SC를 이루고 있다.

- TC 108/SC1 : 평형기기 및 평형 시험기(balancing, including balancing machines)
- TC 108/SC2 : 기계, 차량 및 구조물의 기계 진동과 충격의 측정과 평가(measurement and evaluation of mechanical vibration and shock as applied to machines, vehicles and structures)
- TC 108/SC3 : 진동과 충격 측정기의 사용법 및 교정(use and calibration of vibration and shock measuring instrument)
- TC 108/SC4 : 기계 진동과 충격에 대한 인체의 영향(Human exposure to mechanical vibration and shock)
- TC 108/SC5 : 기계 상태 감시 및 진단(condition monitoring and diagnostics of machines)
- TC 108/SC6 : 진동과 충격 발생 시스템(vibration and shock generating systems)

ISO TC 108/SC5 탄생과 배경

이 가운데 1988년에 구성된 TC 108/SC5 분야에는 우리나라가 1997년 가입하였고, 현재 정회원 21개국과 준회원 11개국이 활동하고 있다. 이의 탄생은 세계적으로 상당수의 산업설비가 노후되어 설계수명에 다다랐거나 초과함에 따라 정비비용이 급격히 증가하고 있는 것이 배경이 되었다.

설비 자산의 장기간 보전(integrity)은 설비의 보수유지(maintenance) 질에 기본적으로 의존하게 된다. 기술적인 측면에서 지금까지 이 분야는 관련 산업체, 연구기관, 모니터링 및 진단 관련 장비제작사가 각각 독립적으로 장기간에 걸쳐 연구와 개발을 수행해왔기 때문에 각종 데이터와 정보, 경험의

자유로운 교환이나 공유에 어려운 문제가 존재하고 있다. 이를 해결하기 위해서는 산업 현장에서 폭 넓게 허용될 수 있는 공통된 언어와 방법론에 기초한 규격이 필요하다는 것을 공감하게 되었다. 그 노력의 일환으로 상태 모니터링과 진단을 통해 얻어진 각종 데이터 정보, 지식에 대해 상호 비교와 확인을 위한 교환 및 통신이 이루어지게 되어 ISO TC 108/SC5가 만들어지게 되었다.

이 분야에서 추구하는 목표는 기계 및 구조물의 상태 모니터링을 위한 공통된 기준 설정과 진단 및 예측기술 확립이다. 목표 실현에 따라 얻을 수 있는 이익은 '기계의 적절한 상태 감시로 신뢰성 확보, 상태 감시 진단과 예측에 의한 기계 및 구조물의 수명 향상, 표준화된 보수유지방법과 결함의 조기 검지로 정비비용의 절감, 구조물 상태를 위한 보다 적절한 평가방법으로 공공안전의 향상 기여, 사전 예측을 통한 돌발적 사고 예방으로 효율적 산업안전에 기여' 등이다.

ISO TC 108/SC5 활동

ISO TC 108/SC5 분야 WG의 활동 내역은 다음과 같다.

ISO TC 108/SC5 활동 내역

작업 그룹	명칭	소집권자
AGG	풍력발전 설비상태 감시 진단	S. G. Lee(한국)
AGA	진동상태 모니터링 절차	J. N(미국)
AGE	SC5의 장기계획	J. M(호주)
WG1	전문 용어	K. C(미국)
WG2	데이터 표시 및 진단기술	R. C(프랑스)
WG4	기계 마찰상태 모니터링	J. H(호주)
WG5	예측기술	A. H(미국)
WG6	정보 및 통신 데이터 처리	K. B(미국)
WG7	SC 분야의 훈련 및 자격	R. E(미국)
WG8	기계상태 모니터링	S. R. W(영국)
WG10	전기장비의 상태 모니터링	A. C(포르투갈)
WG11	기계설비의 열탐상기술	L. H(호주)
WG14	기계설비의 음향기술	D. M(영국)
WG15	기계설비의 초음파기술	M. G(미국)

본론

ISO TC 108/SC5 주요 관심사항

모든 회원국 참가자가 ISO TC 108/SC5 분야 WG의 활동 내역에서 관심을 갖는 것은 WG7의 훈련기관 및 훈련자격 인증에

관한 내용이라 할 수 있다. 이는 지금까지의 설계 및 제작 위주의 산업 발전에서 기술의 포화에 따른 대안이다.

최근에는 설비 설치 후의 사용수명 연장 및 정비비용의 절감을 통한 산업경쟁력을 확보하고자 하는 세계적인 정비기술의 발전 추세에 맞추어 각종 기계설비의 상태 감시와 진단기술이 급격히 발전하고 있다. 아울러 제품, 품질, 서비스, 요원의 기량 등 적합성 평가활동의 국제적인 조화에 맞추어 관련 기술자에 대한 기량 인증의 필요성이 대두되어 이를 체계적으로 뒷받침하기 위한 규격 제정작업이 활발하게 이루어지고 있다.

이와 함께 세계무역기구(WTO)의 발효 이후, '무역에 관한 기술장벽철폐협정(TBT)'과 국제적 상호인증제도(MRA)에 의해 각국의 규격이나 인증제도가 무역에 장애가 되지 않도록 각 국가 규격을 국제 규격에 부합시키도록 의무화하는 노력을 기울이고 있다. 특히 적합성평가위원회(CASCO)에서 제정한 상위 규격인 ISO/IEC 17024(사람의 기량을 인증하는 기관에 대한 일반 요구사항)에 따라 기계상태 감시 및 진단 관련 기술자의 훈련과 능력을 인증하는 내용을 규정하고 있는 ISO 18436 시리즈의 제정이 최근 들어 다음과 같이 다양한 기술 영역별로 급격히 확장되고 있는 추세이다.

- ISO 18436-1:2004, 인증시스템을 운영하는 기관의 요구사항
- ISO 18436-2:2003, 진동 분석
- ISO 18436-3, 훈련시스템을 운영하는 기관의 요구사항
- ISO 18436-4, 윤활 분석 및 기술
- ISO 18436-5, 윤활제 실험실 분석자 / 기능자
- ISO 18436-6, 상태 감시 전문가

- ISO 18436-7, 열화상(Thermography)
- ISO 18436-8, 음향방출(acoustic emission)
- ISO PWI 18436-9, 상태 감시 전문가

ISO TC 108/SC5 인증시스템

ISO/IEC 17024에 따라 [그림 1]과 같이 인정기관(crediting body)을 별도로 설치하도록 규정하고 있는데 이미 미국(ANSI), 영국(UKAS), 프랑스(AFNOR), 독일(DIN), 일본(JAB) 등은 인정기관을 조직하여 운영하고 있다. 또한 미국(VI, SMRP), 영국(BINDT), 프랑스(CORREND) 및 일본(JSME) 등의 선진국에서는 실질적인 인증업무를 담당하는 인증기관(certifying body)은 ISO 18436-1 규격에 준거하여 인증업무를 실시하고 있는 실정이다. 예를 들어, 영국의 인증기관인 BINDT는 SKF 등의 글로벌 기업을 비롯해 전 세계에서 약 35개 이상의 훈련기관을 지정하여 훈련을 실시한다. 그리고 이들 자원을 바탕으로 인증업무를 활발히 실시하고 있으며, 각 훈련기관의 책임자들이 SC5의 관련 규격 제정작업을 주도해 나간다.

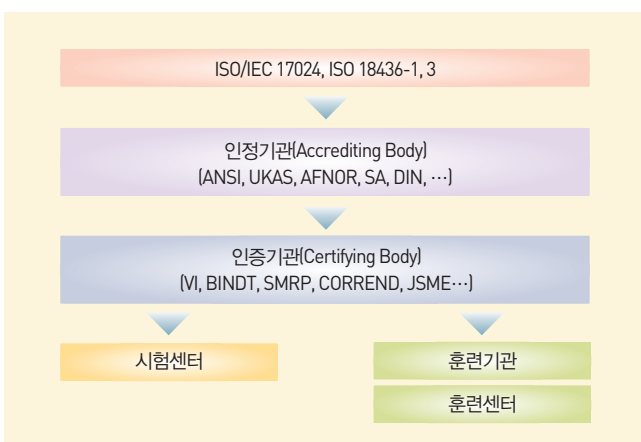
결론

국제인증자격의 제도화

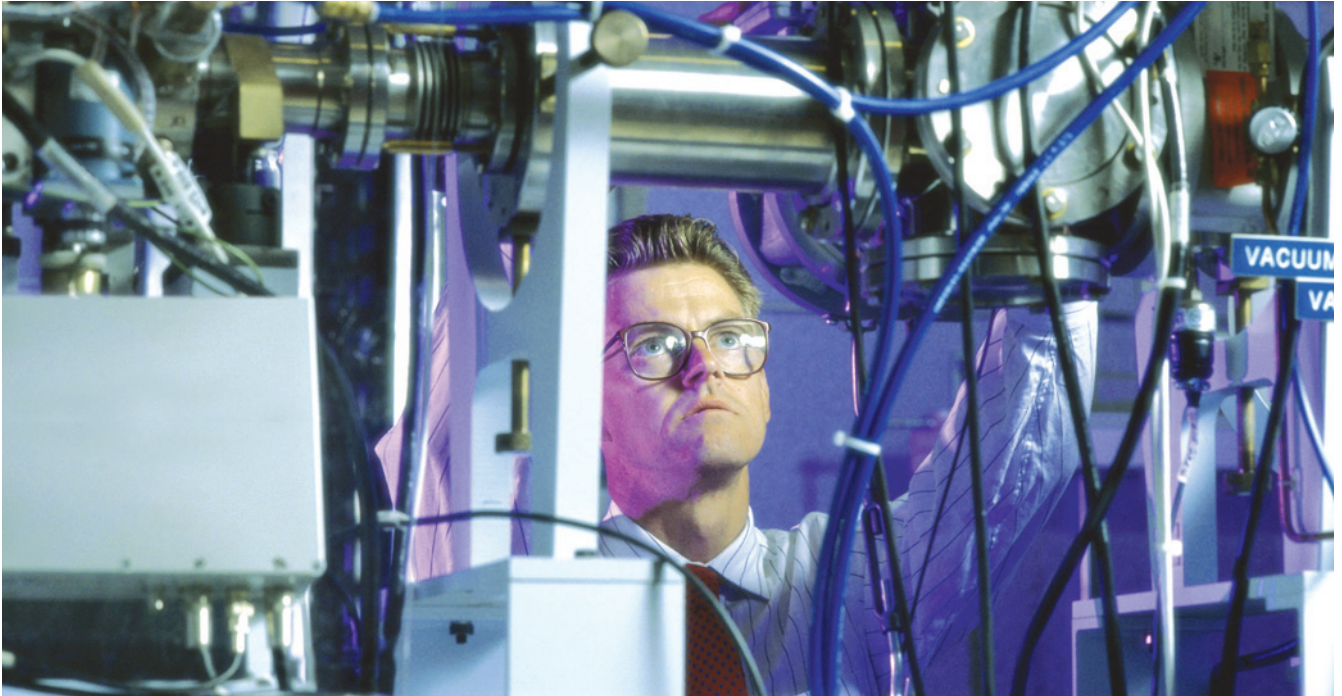
앞으로는 기계상태 감시 및 진단 요원(기술자)과 관련된 인증이 일반화되어 품질(ISO 9001), 환경(ISO 14001), 안전(OHSAS 18001) 인증과 같이 세계 각국의 기술자가 인증을 받고 이들이 발행한 성적서만 인정하는 '기계상태 감시 전문가 국제인증자격증제도'가 도래할 것이다. 이미 영국, 미국, 일본 등에서는 각 기관별로 이 제도를 시행 중이며, 국내에서도 2007년에 한국소음진동학회 부설 한국설비진단자격인증원을 개설하여 외국기관과 상호인정 규약에 의하여 대처하고 있다.

국제인증자격제도의 산업계 영향

이러한 제도를 ISO의 품질인증제도와 같이 국가적 차원에서 관리하고 인증하는 시스템이 더욱더 확대될 것으로 보인다. 만일 이러한 제도에 대하여 능동적으로 대처하지 못할 경우에는 국내 기술자들 중 다수가 많은 경비를 지불하고 해외의 훈련기관에서 훈련을 이수한 뒤 시험에 합격하여 인증을 취득하거나, 선진국의 인증기관 및 훈련기관이 국내 시장을 점령하는



〈그림 1〉 인증시스템의 흐름도



최근에는 세계적인 정비가기술의 발전 추세에 맞추어 각종 기계설비의 상태 감시와 진단기술이 급격히 발전하고 있다.

문제에 봉착하게 될 위험이 있다. 따라서 각자 근무하고 있는 분야의 국내 관련 기술자와 기업 및 국가에게 미칠 영향이 매우 중대함을 인식하고 이에 대처해야 한다. 새로운 관련 분야의 국내 전문가를 파악하여 인력풀을 형성하고, 해당 WG에 전문가 파견 등을 통해 규격 제정 관련 정보의 수집과 국내 의견의 반영을 위한 노력을 기울여야 할 것이다.

각계의 노력

ISO를 중심으로 규격의 세계적인 통합화가 급속히 이루어지고 있는 상황에서 국가경쟁력 확보를 위한 대처가 필요하다. 즉, 자국의 관련 산업계에 강력한 영향력을 미치게 되는 이들 규격의 제정활동에 적극 참여하여 경제적·기술적인 환경이 반영될 수 있도록 산·학·연 관계자들이 한층 더 노력을 기울여야 한다. 또한 발간되는 이들 국제규격을 충분히 숙지하고 관련 제품의 설계와 제작과정에 반영하여야 한다.

새로운 표준화에 대응

다른 한편으로는, 향후 기계상태 감시 및 진단기술 분야에서는 산업 플랜트 전반에 대한 공업자산관리(engineering asset management)라는 보다 폭 넓은 차원에서 표준화활동이 국제

적으로 논의되고 있다. 우리나라는 기술후발국으로서 그동안 주로 해외 선진국으로부터 설계·제작기술의 도입에 의존해왔지만 이 분야는 기술서비스 분야로 우리나라가 강점을 보유하고 있다. 게다가 앞으로는 인공지능, 정보통신기술(ICT) 등과의 접목을 통해 새로운 기술수요와 시장이 폭발적으로 증가할 것으로 예상되는 분야이기도 하다. 따라서 기술표준화의 중요성을 인식하고 체계적으로 대응해야 할 것이다. 

참고문헌

- Condition Monitoring and Diagnostics of Machines(ISO/SC 5 N385).
- Resolutions Approved at the ISO/TC 108/SC5 Closing Plenary (2009-06-19).
- Condition monitoring and diagnostics of machines – Requirements for qualification and assessment of personnel – Part 1: Requirements for assessment bodies and the assessment process.
- ISO 18436-2 Training and accreditation in the field of condition monitoring and diagnostics of machines – Part 2: Vibration analysis.

프레스 끼임재해 발생원인 통계 분석

안전시스템연구실에서는 올해 3대 다발재해를 감소시키기 위한 연구에 집중하고 있다. 2008년 발생형태별 3대 다발재해는 전도, 협착(감김·끼임), 추락으로 나타났는데 업무상 사고 재해자수 8만 6,072명 중에서 끼임재해는 1만 5,250명(17.8%)에 달해 전도에 이어 두 번째로 많은 재해자수를 보였다. 2008년 끼임재해의 주요 기인물은 프레스, 공작기계, 크레인, 리프트, 컨베이어 순으로 나타났으며, 가장 많은 프레스의 재해자수는 1,655건으로 끼임재해의 10.9%를 차지하였다. 이에 본고에서는 2008년 프레스 재해 발생원인에 대한 끼임재해의 일반적인 내용을 살펴보고, 통계 분석을 통하여 예방대책 수립에 필요한 기초 자료를 제시하고자 한다.

끼임재해 발생 현황

최근 3년간의 감김·끼임의 협착(이하 ‘끼임’)재해의 부상자수와 사망자수는 조금씩 감소되고 있으나 프레스 재해의 부상자수와 사망자수는 [그림 1]과 같이 증가하는 것으로 나타났다. 2008년 업무상 사고의 끼임 부상자는 1만 5,250명, 사망자는 104명이었고, 2007년 대비 2008년에는 부상자가 3.9%인 631명, 사망자는 46명이 감소되었다.



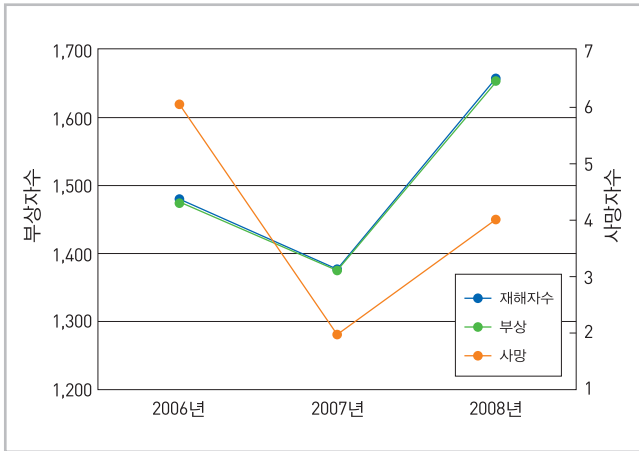
신운철 연구위원
산업안전보건연구원
안전시스템연구실



확동식 클러치 프레스



마찰식 클러치 프레스



[그림 1] 연도별 프레스 재해 발생 추이(2006~2008)

2008년 끼임재해의 기인물은 프레스, 공작기계, 크레인, 리프트, 컨베이어의 순으로, 프레스에서 가장 많이 발생된 것으로 나타났다. 프레스의 끼임재해는 1,655건으로 끼임재해의 10.9%를 나타내고 있으며, 부상자는 1,651명, 사망자는 4명이다.

프레스 끼임재해 일반 현황

2008년 노동부의 산재 현황통계에 따르면 프레스 끼임재해 자수가 1,655명이었다.

- 업종별로는 제조업(98.9%)에서 대부분 발생하였고, 중업종 분류에서는 금속 / 비금속업(40.8%), 수송용기계기구업(20.8%) 순으로 발생했다.
- 지역별로는 경기(40%), 인천(11%) 순으로 발생했으며, 대부분이 프레스 공장이 분포한 경인지역에서 발생되었다.
- 규모별로는 5인 미만(38.9%), 5~9인 이하(17.2%) 사업장에서 집중적으로 발생하여, 전체 프레스 끼임재해자의 56.5%를 차지했다.
- 연령별로는 45~49세(19.3%), 40~44세(16.3%), 50~54세(15.9%)로 40세 이상이 51.5%를 차지해 상대적으로 인지감각이 떨어지는 중·고령층에서 재해가 많이 발생했다.
- 근속년수별로는 전체 끼임재해의 50.7%가 근속기간 6개월 미만 근로자에게서 집중적으로 발생하여 입사 초기에 주로 재해를 입는 것으로 나타났다. 전체 재해자의 22%를 차지하는 외국인의 경우도 6개월 미만(61.6%)에서 주로 재해가 발생했다.

그러므로 이를 예방하기 위한 교육은 주로 6개월 미만의 업무 변경자나 이직자를 대상으로 하되, 특히 외국인 등의 미숙련자에게 프레스 작업의 위험성을 집중 교육함으로써 예방효과를 증가시킬 수 있을 것으로 사료된다.

프레스에 대한 끼임재해의 상세 분석

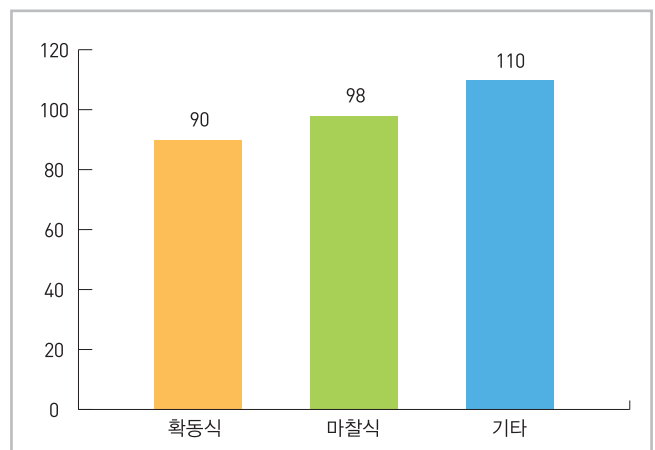
노동부 산업재해 현황 분석의 1,655건에 대한 재해 개요를 참고로 하여 프레스의 종류, 작업형태, 작업공정, 방호장치 실패 및 가해물을 상세하게 분석하였다.

프레스 종류별

프레스의 종류는 동력방식에 따라 크게 인력식·기계식·유공압식으로 구분되며, 이 중에서 재해가 가장 많이 발생되는 기계식은 동력 전달 방식에 따라 확동식과 마찰식으로 구분하고 있다.

종류별 재해자수는 분류 불가 1,357건을 제외한 클러치 방식의 현황에서 [그림 2]와 같이 확동식 90건, 마찰식 98건, 기타 유공압 등 110건으로 나타났다. 여기서 보면 마찰식은 확동식보다 많은 수치로 나타났으나 국내에 더 많이 보유한 마찰식 프레스에 비하면 종류별 재해 발생비율은 확동식, 마찰식의 순으로 나타난다.

현재 확동식 프레스는 가공비용 절감이나 소형재료 가공 시 주로 사용되고 있고, 작업 특성상 근접작업을 하여야만 하는 경우에는 안전장치를 사용할 수 없는 상황이어서 재해 발생의 주



[그림 2] 프레스 종류별

원인이 되고 있다. 이에 대한 대안으로 확동식 프레스에는 작업 특성에 맞는 신개념의 방호장치나 가드가 필요하고, 구조적 안전화를 기하면서 향후 사용제재방안의 제도도 마련해야 한다.

작업형태별

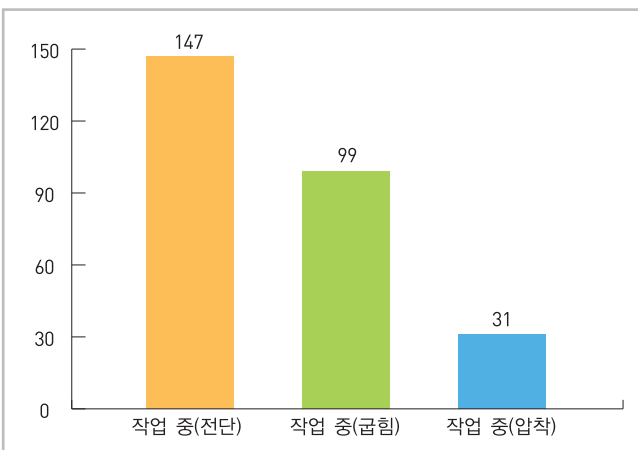
작업형태별로는 작업 중에 1,326명(80.1%), 금형탈착 중에 201명(12.1%)이 재해를 입어 프레스 작업 중에 재해가 대부분 발생되고 있음을 알 수 있다. 작업 중에 발생한 재해를 공정별·동작별로 살펴보면 다음과 같다.

■ 공정별

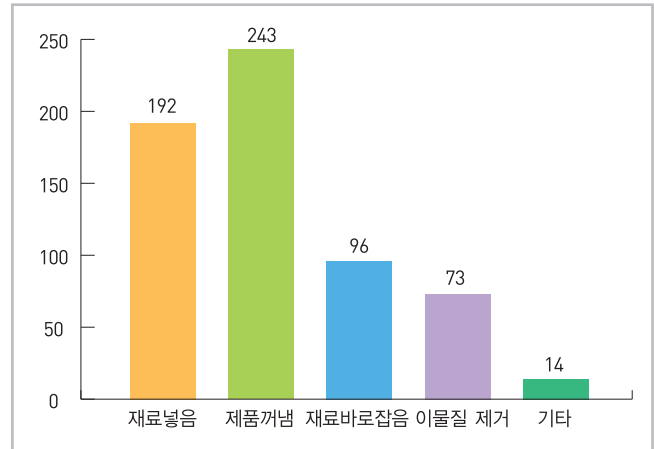
작업 중의 공정별로는 재해 개요상 세부 공정 파악이 어려운 1,049건을 제외한 277건을 살펴보면 [그림 3]과 같이 나타났다. 여기서는 소재를 손으로 넣고 빼는 작업이 많은 피어싱(piercing), 블랭킹(blanking)의 전단작업이 147건, 굽힘작업이 99건, 압착성형이 31건으로 나타나 공정상 연속 공정이 아닌 소형·소량 단발작업에서 재해가 많이 발생하였다. 이러한 재해를 예방하기 위한 방안으로는 전단작업 시 손의 인입을 최소화하는 공정수 개선, 공정자동화 및 인입 방지를 위한 금형상의 안전(일명 '안전금형')화가 필요하다.

■ 동작별

작업 중의 동작으로는 분류가 불가한 708건을 제외한 618건을 [그림 4]와 같이 분석하였으며, 제품꺼냄 시가 243건, 재료넣음 시 192건, 재료바로잡음 96건의 순이었다. 이는 제품을



[그림 3] 작업 공정별



[그림 4] 작업 중 동작별

꺼내기 위해 주로 오른손을 넣는 순간 오른발에 연결되어 있는 발 스위치를 눌러 제품을 꺼내기 전의 슬라이드 하강에 의한 것이나 자동으로 운전 시 제품을 미쳐 손으로 꺼내기 전에 슬라이드가 하강하여 발생하는 현상이다. 재료넣음 시는 프레스 가공속도와 개인의 작업속도가 맞아야 재해가 발생되지 않으므로 숙련된 관리자가 가공속도를 개인의 작업속도에 맞도록 조절해줘야 한다. 아울러 소형 재료를 넣을 때에는 작업 특성상 자동화가 어렵고 소형의 재료를 슬라이드 가까이서 넣다보니 재해가 발생되므로 이에 맞는 방호장치의 새로운 적용이나 기존 방호장치를 조정하는 방안 등의 대안이 필요하다.

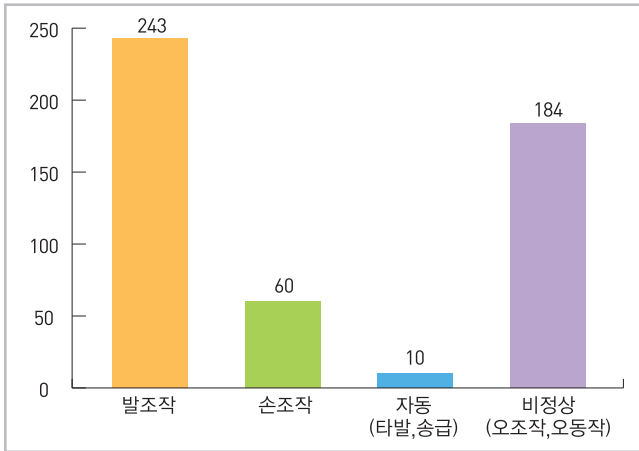
운전 조작방법

프레스 재해 시의 운전방법으로 분석하기 어려운 1,132건을 제외한 523건에 대하여는 [그림 5]와 같이 나타났으며, 발 조작이 243건, 오조작 등 비정상 조작이 184건, 손조작이 60건의 순으로 나타났다. 이는 재료 가공 시에 재료를 손으로 잡아야만 하는 문제점에서 비롯되므로 금형 자체에서 누름봉에 의해 재료를 고정하거나 자석을 이용한 고정방안으로 대체하여 발 조작을 손으로 대신하도록 하는 방안을 생각할 수 있다.

향후 국내에서는 발조작식을 아예 사용하지 못하게 하는 극단의 처방도 필요하다고 사료된다.

가해물

가해물의 현황으로는 90.6%가 금형으로 나타나 프레스 재해 예방을 위해서는 안전금형화가 필요하다. 안전금형방안으로는



[그림 5] 운전조작방법

재료를 금형 전단에 놓으면 자동으로 투입될 수 있도록 하거나, 자동화가 어려운 경우에는 재료넣을 때에 재료만 들어갈 수 있는 공간을 유지하는 방안, 손의 인입을 제한하기 위한 금형 앞에 소형 게이트 가드 설치방안, 작업 특성상 손의 인입이 불가피할 경우 손인입부 공간 확보방안, 재료를 금형의 자리에 바로넣기 위한 배면 가이드 설치방안, 재료의 고정방안 등을 들 수 있다. [그림 6]은 손으로 잡는 재료를 금형 인입부에 놓으면 배면 가이드가 가공 공정상 재료를 고정시켜주는 방안으로 구조 변경에 의해 재해를 예방할 수 있다.

프레스 재해 분석결과

최근 3년간의 끼임재해 발생 추이를 보면 재해가 감소하는 경향을 나타내고 있으나 감소율은 미미하고, 프레스 끼임재해는

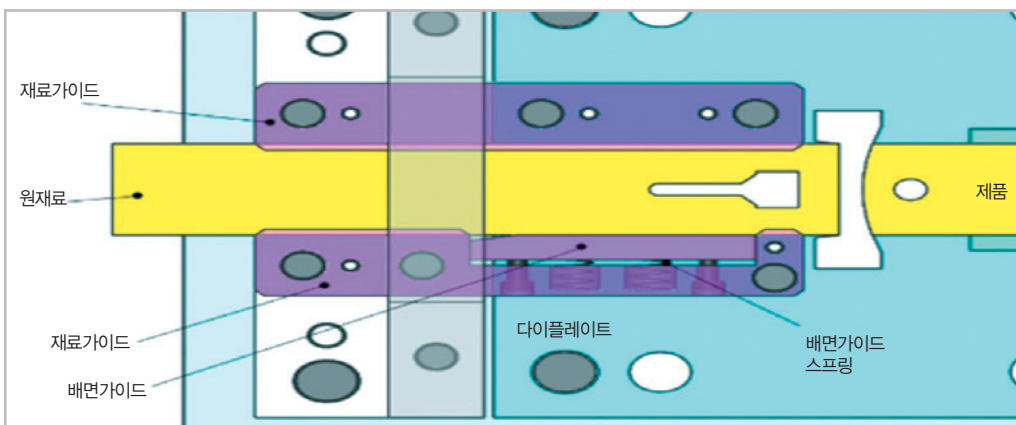
오히려 증가하였으며, 선진국에 비해서도 재해율이 높았다. 2008년 프레스 끼임재해를 분석해 본 결과, 다음과 같이 나타났다.

첫째, 프레스의 재해는 경인지역에 주로 발생되어 경인지역의 프레스 재해 예방을 위한 자동차 제조업이나 전기전자제품 제조업에 대한 집중 기술지도가 필요하다.

둘째, 10인 미만의 사업장을 대상으로 6개월 미만의 신입직원이나 40세 이상의 프레스 업무 변경자, 특히 외국인 근로자를 대상으로 심도 있는 교육 시행이 필요하다.

셋째, 프레스 종류별로는 확동식 프레스의 재해 발생 비율이 높으므로, 우선 확동식 프레스 작업 특성에 맞는 신개념의 방호장치나 가드, 구조안전화를 기하고, 제도적으로 발조작식을 사용 금지하며, 장기적으로는 확동식 프레스의 사용 자체를 금지하는 방안의 검토도 필요하다.

넷째, 작업형태별로는 작업 중에 가장 많은 재해가 발생했고, 작업 중에서 공정별로는 피어싱의 단발 전단공정이 재해가 많았으므로 표준 작업안전수칙의 철저한 지킴과 더 나아가 프레스의 위험성 평가 등이 뒤따라야 할 것이다. 아울러 작업 중에서 동작별로는 제품꺼냄, 재료넣음 등이 많은 재해를 나타내어 제품을 꺼낼 때는 수공구를 사용하거나 자동화될 수 있도록 금형을 제작·사용해야 한다. 재료넣을 때는 자동화나 작업 특성에 맞는 안전금형화 방안으로 손의 인입을 막기 위해 금형 전면에 플라스틱 가드를 설치하는 방안, 상하 금형 사이의 거리를 재료만이 들어갈 수 있도록 조정하는 방안, 재료 투입 후 바로넣기 위한 자석 고정, 재료 누름봉에 의한 고정방안이 유효한 방법으로 제시될 수 있다.



[그림 6] 배면가이드 적용 설계도면

다섯째, 본고에서는 논의되지는 못하였지만 최근에 새로이 등장하고 있는 서보 프레스에 대해서도 안전에 대한 새로운 기준이 필요하고, 향후 종합적이고 심도 있는 프레스 재해 예방 추진전략이 필요하다. ⑤

일본의 산업재해 및 직업병 통계 현황 2006~2008

일본에서는 상시근로자 1인 이상의 사업장에서 발생한 4일 이상의 휴업재해에 대해 통계를 산출한다. 한편, 공무원, 자영업, 선원 및 광산업의 종사자는 조사대상에서 제외한다. 사망자의 경우는 업무상질병은 제외하고 산업사고에 의한 사망자만을 포함한다.

2008년 산업재해로 인한 일본 내 재해자수는 11만 9,291명으로 전년 대비 2,065명 감소하였고, 사망자수는 역대 최소치인 1,268명으로 전년 대비 89명(7.8%)이 감소하였다.

2008년 사망재해를 사고유형별로 보면, 추락·전락(굴러 떨어짐)이 전체의 24.5%를 차지하고 있으며, 교통사고(도로) 22.6%, 감김·끼임 15.1% 순으로 많이 발생하였다. 

〈표 1〉 사고 유형별 연도별 사망재해 발생 현황

사고 유형	2006년	2007년	2008년	2009년 속보값 (6월 7일 현재)
추락·전락(굴러 떨어짐)	353	361	311	98
전도	28	32	24	8
충돌	10	6	11	3
비래·낙하	92	66	77	29
붕괴·도괴	100	92	83	22
피충돌	125	94	96	31
감김·끼임	189	191	192	61
절단·찰과	4	6	6	0
발음	2	3	0	0
빠짐	26	20	38	13
고·저온 물체와의 접촉	20	28	24	0
유해물 등과의 접촉	29	15	20	8
감전	19	14	21	3
폭발	3	13	9	0
파열	3	0	5	0
화재	22	14	9	2
교통사고(도로)	385	337	287	77
교통사고(기타)	14	14	10	4
동작의 반동·무리한 동작	0	0	0	0
기타	45	47	38	1
분류 불능	3	4	7	0
합계	1,472	1,357	1,268	360

※ 출처 : 후생노동성 「사망재해 보고」

〈표 2〉 업종별·연도별 재해 발생 현황

구분	2006년				2007년				2008년			
	재해자 수	사망자 수	백분율(%)		재해자 수	사망자 수	백분율(%)		재해자 수	사망자 수	백분율(%)	
			재해자	사망자			재해자	사망자			재해자	사망자
전체 산업	121,378	1,472	100.0	100.0	121,356	1,357	100.0	100.0	119,291	1,268	100.0	100.0
제조	29,732	268	24.5	18.2	29,458	264	24.3	19.5	28,259	260	23.7	20.5
광업	476	16	0.4	1.1	439	13	0.4	1.0	362	8	0.3	0.6
건설업	26,872	508	22.1	34.5	26,106	461	21.5	34.0	24,382	430	20.4	33.9
교통운수업	2,012	25	1.7	1.7	2,034	29	1.7	2.1	2,059	29	1.7	2.3
육상화물운수업	13,402	198	11.0	13.5	13,427	196	11.1	14.4	14,691	148	12.3	11.7
항만하역업	298	14	0.2	1.0	307	9	0.3	0.7	290	9	0.2	0.7
임업	1,972	57	1.6	3.9	2,080	50	1.7	3.7	2,073	43	1.7	3.4
기타	46,614	386	38.4	26.2	47,505	335	39.1	24.7	47,175	341	39.5	26.9

※ 재해자수 : 사망·재해를 포함한 휴업 4일 이상 업무상 재해를 말한다.

※ 출처 : 후생노동성 「산재보험 급여 자료와 노동자 사고 질병 보고서」



장경혜 인턴사원

산업안전보건연구원
재해통계분석팀

직업병 역학조사

자가면역질환을 앓고 있는 수술실 간호사에서 발생한 뇌척수염 사례



각종 연구들을 통해 보듯, 의료기관에서도 직업병으로 요양 승인되는 질병 중에는 다양한 감염성 질환이 있다. 그리고 의료 종사자들 중 간호사와 간호조무사에서 감염성질환이 많이 발생하는데 이들은 환자와 접촉하지 않았다 하더라도 감염될 수 있다. 본고에서는 수술실 간호사로 약 5년 간 근무한 30대 여성이 뇌척수염에 걸려 사망한 경우를 통해 이를 살펴보려고 한다. 조사과정에서 환자는 전신성 홍반성 낭창(SLE)이라고 부르는 자가면역질환을 앓고 있었음이 확인되면서 근로자의 개인력, 작업내용과 환경 전반을 고려하여 뇌척수염이 업무와 관련되어 발생하였을 가능성이 높다고 판단하였다.

서론

의료기관들은 보건전문가로 구성되어 있어 보건관리가 비교적 양호할 것이라는 일반적인 인식과는 달리, 의료기관에도 각종 가검물에서 채취되는 병원균, 화학약품, 근골격계 부담요인, 교대근무 및 과도한 직무스트레스가 항상 존재하고 있으며<표 1>, 이에 노출된 근로자들에게서 직업병 발생 가능성은 높다고 보아야 한다.

노동부 보고(2007년 10월)에 따르면 의료기관은 전국 5만 3,000여 개소에서 근로자 52만여 명이 종사하고 있으며, 이들은 업무로 인해 근골격계질환(222명), 병원체로 인한 감염성질환(54명), 뇌심혈관질환(34명) 등 다양한 질환에 노출되고 있는 것으로 확인된다.

안연순 등이 보고한 ‘2001~2003년(3년) 직업병으로 요양 승인된 질병의 특성에 대한 연구’에서 감염성질환은 238건 중 결핵 110건, 찰스가무시병 36건, 간염 14건(A형 간염 1건, B형간염 10건, C형간염 3건), 말라리아 13건, 유행성출혈열 10건, 옴 7건, 수두 6건이었고, 홍역, 후천성면역결핍증후군(감염 의심 포함), 비브리오토크레라 및 살모넬라 감염증이 각각 4건이었다. 기타 파상풍 3건, 진균감염 3건, 뇌염, 뇌척수염 및 뇌수막염 8건(헤르페스 1, 거대 세포 바이러스 1, 호흡기합포체 바이러스(RSV) 1, 수막구균 1, 미상 4), 폐렴 및 패혈증 3건(원인균 미상), 중이염 1건(원인균 미상)이었다.



김건형 연구위원
산업안전보건연구원
직업병연구센터

〈표 1〉 의료기관에서의 질병 발생 위험요인

위치	생물학적 인자	화학적 인자	물리적 인자	안전 및 인간공학
일반병동(간호)	결핵, 간염 등 병원균	항암제 독성물질 Latex allergy	방사능 동위원소 X-선 전기	수하물 작업, 밀기 낙상 및 미끄러짐 주사기 바늘, 비좁은 공간, 장시간 직립 자세, 근골격계질환, 교대근무, 폭력
수술실		마취제, 소독, 살균제 Methylmethacrylate, 압축 가스	레이저, 전기	날카로운 도구 환자 운반
치과	병원균	수은, 마취제, ethylene oxide	전리방사선	
핵의학과	병원균		방사능 동위원소 X-선 조사	
방사선과			X-선 조사	환자 운반, 밀기
실험실	병원균 알레르기 실험동물	독성화학물(소독제) 고정액(포름알데하이드) 유기용제(벤젠, 페놀) 슬라이드 착색액 금속 및 금속류 염료, 기형 유발 물질 인화성, 발암성 물질 냉동 위험물	전리방사선	반복성 손상 날카로운 도구
중앙공급실	병원균	ethylene oxide, 비누, 세척제 인화성 물질	증기살균, 소음	날카로운 물건 수하물 운반
약제부		알코올, 유기용제, talc, zinc oxide 항암제, 의약품, 수은		낙상, 미끄러짐, 수하물 작업 깨진 유리병
주방 및 식당		암모니아, 염소, 세척제, 살충제, 비누 합성세제, 강한 부식용제	열, 소음, 전기	수하물 작업, 미끄러운 바닥, 화재 근골격계질환 유발요인, 날카로운 도구 (칼), 화상
미화 청소부	박테리아 바이러스	합성세제, 유기용제 세척제, 살균제 Glutaraldehyde		근골격계질환 유발요인 수하물 작업 주사침, 낙상 및 미끄러짐
세탁부	오염된 침대보	합성세제	열	미끄러운 바닥, 날카로운 기구, 수하물 작업 근골격계질환 유발요인
영선부		수은, 암모니아, 석면, 일산화탄소 프레온, 하수구세척제, 페인트 접착제, 살충제, 소독제, 용접용 수질 관련 화학물	소음-보일러, 발전전기 열, 한랭손상	안전사고 낙상 및 미끄러짐 근골격계질환 유발요인
사무실		실내 공기 오염 화학물질	오존	컴퓨터단말기 인간공학

임현술과 안연순(2003)¹⁾의 ‘업무상 질병으로 요양 승인된 의료기관 종사자 및 질병의 특성에 대한 연구’에서는 직종별로 간호사와 간호조무사가 102건 (69.4 %)으로 가장 많았고, 의사 16건(10.9%), 임상병리사 7건(4.8%), 간병인 7건(4.8%) 순이었다. 특히 병원종사자나 공공근로 종사자에서 감염성질환이나

피부질환과 같은 질병이 많이 발생한다는 사실을 파악하였다.

이밖에 환자와 직접 접촉하지 않는다 하더라도 세탁부, 청소부 등은 환자복이나 시트를 통해 병원체에 감염될 수 있다고 하고, 환자와 접촉하는 병원 근로자에게서 많지는 않지만 수두, 홍역, 풍진, 볼거리, 파르브 바이러스 B19 감염, AIDS, D형 바이러스 감염, EBV 감염, CMV 감염 등에 이환될 수 있다고 한다.²⁾

이러한 연구들을 통해 보듯 직업병으로 요양 승인되는 질병 중에는 다양한 감염성 질환이 있다. 그리고 의료 종사자들 중 간호사와 간호조무사에서 감염성질환이 많이 발생함을 알 수

1) 임현술, 안연순, 업무상 질병으로 요양 승인된 의료기관 종사자 및 질병의 특성. 대한산업의학회지 제15권 제2호(2003년 6월)

2) 정호근, 의료종사자의 직업성 재해 실태와 대책. 대한의사협회지 2000;43(3):259-64

있으며, 이들은 환자와 접촉하지 않았다고 하더라도 감염될 수 있다.

이 사례는 수술실 간호사로 약 5년 간 근무한 30대 여성이 뇌척수염에 걸려 사망한 경우로, 조사과정에서 전신성 홍반성 낭창(SLE; Systemic Lupus Erythematosus)³⁾이라고 부르는 자가면역질환을 앓고 있었음이 확인되면서 근로자의 개인력, 작업내용과 환경 전반을 고려하여 뇌척수염이 업무와 관련되어 발생하였을 가능성이 높다고 판단한 사례이다.

증례

근로자 L은 모 간호전문대학 간호과를 졸업하여 수술실 간호사로 4년 6개월가량 근무하였으며, 마지막으로 현재 직장인 K병원 수술실 간호사로 이직하여 발병일까지 약 5년 간 더 일해 왔다. 2008년 봄 어느 날, 심한 두통과 고열이 발생하여 타 병원에서 검사를 받은 결과 백혈구 수치가 낮아진 것이 확인되어 큰 병원 진료를 권유받고 B대학교병원으로 전원하였다. L은 최종 진단으로 상세불명의 뇌척수염으로 진단되었으며, 치료를 받았으나 하반신마비 장애가 발생하였다. L은 본인의 질병이 병원에서의 업무 도중 병원체에 노출되어 발생하였다고 생각하여 2008년 여름에 근로복지공단 지사를 통해 요양신청을 하였고, 본 건에 대하여 산업안전보건연구원 직업병연구센터로 역학조사가 의뢰되었다.

먼저, L의 근무환경과 업무내용을 알아보았다. K병원은 척추 전문병원으로 신경외과, 정형외과, 영상의학과, 마취통증의학과, 내과, 외과 진료를 하는 병원이었다. 이 병원에서 L의 주 업무는 수술실 수간호사로서 수술실 청결관리, 수술 관련 전반적인 관리업무 등을 담당하였다. 별도의 수술실 보조는 하지 않았지만 일손이 부족하므로 자주 수술 후 발생한 적출물 처리와 폐기작업을 하게 된다고 하였다.

L의 근무시간을 조사한 결과, 주 6일 간 근무하였고, 평소 근무시간은 평일 08:30~17:30(토요일 09:00~16:00)이지만 수술 일정 등에 따라 한 시간 일찍 출근하거나 밤늦게 혹은 새벽에 퇴근하는 경우도 있었으며, 휴일에 근무할 때도 있었다. 평균 주 2~4일은 3~5시간을 추가 근무하였음을 확인하였다. 뇌척수염 발생 2개월 전 근무시간을 확인한 결과, 평일 08:30~18:00(토요일 09:00~14:00)정도였고, 수술일정 등에 따라 주



의료 종사자들 중 간호사와 간호조무사에서 감염성 질환이 많이 발생하고 있다.

가 근무시간은 2시간, 추가근무일수는 2개월 간 11일이었다. 그렇지만 연속적인 추가 근무는 아니었기에 특별히 업무가 이전보다 아주 과다하다고 보기는 어려웠다.

L의 개인병력을 살펴볼 때, 2008년 봄에 뇌수막염(최종 뇌척수염) 증상이 시작되기 이전 약 1년 사이에 특별한 질환을 앓은 사실은 확인되지 않았다. 다만, B대학교병원의 정밀검사에서 우연히 L에게 전신성 홍반성 낭창이 생긴 것이 확인되었다. 전신성 홍반성 낭창은 병리학적으로 자가항체와 면역복합체에 의해 조직과 세포가 손상을 받아 발생하는데 원인이 잘 알려져 있지 않은 질병이다. 환자의 90% 이상이 여성이고, 대부분 가임여성에게서 발생한다. 어린이나 남자, 노인에게서도 발생할 수 있다고 한다. 아직 원인 및 병인은 명확하지 않으나 유전

3) Fauci et al, principle of internal medicine, pp1874-80

4) Otto R, Mackay IR: Psycho-social and emotional disturbances in systemic lupus erythematosus, Med J Aust 2:488, 1967

5) Blumenfeld M: Psychological aspects of systemic lupus erythematosus, Prim Care 5:159, 1978

6) Wekking EM, Vingerhoets AJ, van Dam AP, et al: Daily stressors and systemic lupus erythematosus: A longitudinal analysis-first findings, Psychother Psychosom 55:108, 1991

7) Grade M, Zegans LS: Exploring systemic lupus erythematosus, Autoimmunity, selfdestruction and psychoneuroimmunology, Adv Inst Enhanc Health 3:16, 1986

8) 손목 부위까지 커버하나, 손목 부위를 밀착하지 않아 액체나 이물질 등이 장갑 안으로 들어올 수 있음

적 소인, 면역기능의 이상, 내분비 요소, 바이러스 감염, 자외선의 역할 등이 관련된 것으로 추측하고 있다. 일부에서는 스트레스가 전신성 홍반성 낭창의 촉발 및 악화요인으로서 작용한다고 보고하고 있다.^{4)~7)}

업무 관련성 평가

일반적으로 감염성질환의 업무 관련성 평가에서는 어떤 병원에 의해 감염된 것인지가 중요한 판단 근거가 된다. L의 최종 진단명인 '상세불명의 뇌척수염'은 담당 주치의가 뇌척수액 배양검사상에서 균 배양이 되지 않아 내린 것이었다. L은 뇌척수액 배양검사를 수행한 B대학교병원으로 전원하기 이전부터 사전에 항생제 치료를 받고 있던 상황이라 세균 배양이 제대로 이뤄질 수 없던 것으로 추정된다.

뇌수막염의 경우는 바이러스, 세균 등 다양한 감염원에 의해 발생할 수 있는데, L은 수술실 적출물을 처리하는 업무를 수행하였으므로 세균에 감염된 적출물을 다룬 적이 있었을 경우 이를 통한 감염의 상당 개연성을 짐작할 수 있다. 하지만 배양이 어려운 경우에는 임상 경과나 항생제 치료에 대한 병세 호전 여부를 통해 간접적으로 판단해 볼 수 있다. 다행히 L의 뇌척수액상의 세포수와 단백량, 항생제 치료효과 등은 세균성 감염에 의한 질환임을 시사하는 것으로 판단되었다.

감염원에 대한 노출 가능성으로 세균에 감염된 적출물 유무 여부를 추가로 살펴보았다. 발병 2개월 전부터 질병 진단시점

까지 K병원에서 감염성질환의 수술은 총 9건이었으며, 그 중 척추 감염 수술이 3건이어서 뇌수막염 및 뇌척수염의 원인으로 근무지에서 병원감염이 있었을 가능성이 확인되었다. 또한 L의 진술에 의하면, 발병 2개월 전후에 수술장비에 다쳐 손등에 피가 흐를 정도의 상처가 발생한 적이 있었다고 한다. 당시 일이 바빠서 제대로 소독과 치료를 하지 못했고, 감염위험이 있는 적출물을 일회용 비닐장갑⁸⁾만 착용한 채 처리하였다고 한다. 이 경우 적출물 처리작업과정에서 손등의 상처를 통해 세균이 감염되었을 가능성이 있다.

이 사례에서 근로자 L이 전신성 홍반성 낭창에 이환된 것은 업무 관련성 여부에 대한 또다른 판단 근거를 추가적으로 제시해준다. 전신성 홍반성 낭창이 촉발될 경우, 면역력이 저하되어 감염성질환에 취약해질 수 있다. L의 전신성 홍반성 낭창이 촉발된 요인으로 앞서 언급한 과중한 업무나 직무스트레스가 개입되었는지 여부는 분명치가 않다. 하지만 당시 L의 상태는 세균 감염에 대한 저항력이 떨어진 '취약한' 상태로 보아야 하며, 이 경우 보다 적은 병원체 노출 기회만으로도 쉽게 감염될 수 있었을 것이라 판단된다.

이상을 종합하여 볼 때 근로자 L은 이전까지 건강하게 지내다가 세균성 뇌수막염 및 뇌척수염에 이환된 것으로 보이고, 감염 2개월 전에 세균에 감염된 적출물을 직접 처리하는 과정에서 세균감염이 있었을 가능성이 크며, 전신성 홍반성 낭창이 발생한 시점으로 면역력이 취약하여 더욱 쉽게 세균성 뇌수막염 및 뇌척수염으로 발전하였을 것으로 보여 업무와의 관련성이 높다고 판단하였다.

본 증례에서와 같은 취약한 개인 소인과 질병의 외부 요인이 함께 결합하여 병이 발생하는 사례에서 개인 소인을 개인의 책무에 둘 경우 오히려 업무 관련성 인정에 장애요인으로 작용할 수 있다. 하지만 본 증례의 개인 소인은 본인이 사전에 알지 못하였던 것으로, 본인의 조절 가능한 범주의 것이 아닌란 점을 고려할 때 개인의 책무로 귀책할 수 있는지는 의문시된다. 다만, 의학적 평가상에서는 감염될 기회가 많은 직장의 상황에 더하여 감염 가능성이 큰 '취약한' 개인이란 변수를 함께 고려할 때 병의 발생확률은 더욱 높아지게 된다. 즉, 한 개인의 질병이 업무로 인하여 발생하였다는 상당 인과관계를 충족하기에는 더 유리한 조건으로 적용될 수 있다는 점이 이 사례가 제공하는 의미라 하겠다. ⑥



병원 종사자나 공공근로 종사자에서 감염성질환이나 피부질환과 같은 질병이 많이 발생한다.

산업안전보건 국내외 소식

국외 안전보건 단신

EU-OSHA, 새로운 안전보건전략 2009~2013 발표

EU의 산업안전보건전략 2007~2012의 성공적인 실천을 위해 유럽산업안전보건청(EU-OSHA)에서는 세부 추진전략 2009~2013을 수립, 발표했다. 동 전략은 전 유럽에 걸친 산업안전보건 공동 접근방식 마련, 노·사·정 파트너십 강화, 네트워크 활동을 기반으로 한 액션플랜 설정, EU-OSHA의 주요 임무 등을 제시하였다.

EU-OSHA 산업안전보건전략 2009~2013 목표

- 산업안전보건 위험성 및 예방에 관한 인식 제고
- 산업안전보건 우수사례 확인 및 공유 확대
- 원활한 예방활동을 위해 새롭게 출현할 위험성 예상(risk observatory)
- 회원국 간 협력, 정보 공유 및 공동 연구 촉진
- 네트워크를 확대하여 유럽 및 기타 지역의 안전보건정보를 최대한 활용
- 사회 및 환경적 책임에서 EU-OSHA가 모범이 될 수 있도록 노력

〈출처 : http://osha.europa.eu/en/publications/work_programmes/strategy2009-2013〉

미국 국립산업안전보건연구원(NIOSH), 새로운 소음평가 프로그램(DOSES) 개발

NIOSH는 시간·동작 연구와 작업자 소음 노출과 관련하여 사업장 안전관리자가 손쉽게 사용할 수 있게끔 기록유지 및 분석

을 단순화해서 소음원 구별과 문제 해결이 수월하도록 개발한 소음평가 프로그램(DOSES)을 무상으로 제공하고 있다. DOSES는 작업자의 일과를 추적하며, 동시에 소음측정은 도시메타(Dosimeter)와 수음측정기(SLM)로 수집된다. 작업자의 위치와 작업 또는 기타 활동에 대한 관찰이 시간에 따라 기록되고, 이후 이러한 데이터는 소음 데이터와 시간에 따라 맞추어진다. 〈출처 : <http://www.cdc.gov/niosh/mining/pubs/pubreference/outputid2712.htm>〉

국내 안전보건 단신

한국산업안전보건공단 노민기 이사장 '2009 글로벌 경영인 대상' 수상

한국산업안전보건공단 노민기 이사장이 지난 9월 15일, 서울 힐튼호텔에서 국내 산업안전보건의 국제화에 기여한 공로로 '2009 대한민국 글로벌 경영인 대상'을 수상했다. '2009 글로벌 경영인 대상'은 세계시장 개척에 공헌한 최고경영인에게 수여하는 상으로, 노민기 이사장은 제18회 세계산업안전보건대회의 성공적 개최와 이 대회에서 채택된

세계 최초의 안전보건 헌장인 〈서울선언〉의 확산을 위해 노력한 바가 높이 평가되었다. '2009 글로벌 경영인 대상'은 한국경영평가원과 한국일보가 주최하고 지식경제부가 후원하며, 2006년부터 시작하여 올해 4회째를 맞는 행사이다. 올해는 공단을 비롯한 2개 공공기관과 현대건설 등 16개 기업 대표가 수상했다. 노민기 이사장은 이날 수상소감을 통해 '안전보건은 글로벌 경쟁시대 경영의 필수요소'라며, '한국산업안전보건 공단은 〈서울선언〉의 지속적 글로벌 확산 노력을 통해 안전보건 선도기관의 입지를 강화해 나갈 것'이라고 밝혔다.

산업안전보건 국제학술지 창간위원회 2차 회의

산업안전보건연구원에서는 지난 9월 28일 공단 서울북부지도원 회의실에서 산업안전보건 국제학술지 창간위원회 2차 회의를 개최했다. 이번 회의에서는 학술지 제호 선정, 표지·로고·내지 시안 검토, 편집·투고 규정 심의 등 국제적 수준의 학술지를 성공적으로 발간하기 위해 열린 논의를 벌였다. 제호는 'SHAW(Safety and Health At Work)'로 잠정 결정되었다.

창간위원회는 지난 8월 27일 발족되었으며, 국내 산업안전보건 유관 학회장, 의학편집인 협의회 관계자 등 각계 산업안전보건 전문가로 구성되었다. 내년 7월에 창간 예정인 학술지는 연 4회 발간되며, 매회 1,000부씩 발행하여, 전 세계 산업안전보건 연구기관 및 유관단체 등에 보급할 예정이다.



산업안전보건연구원 활동 · 동정

● 작업환경실태 일제조사 운영위원회

일 자 : 9월 1일(화)
장 소 : 한국산업안전보건공단 5층 회의실

● 직업성 암 예방을 위한 국제세미나

일 자 : 9월 9일(수)
장 소 : 연세세브란스빌딩 국제회의실

● 석면조사기관 분석정도관리 운영위원회

일 자 : 9월 9일(수)
장 소 : 연구원 2층 회의실

● 제7회 역학조사전문위원회

일 자 : 9월 17일(목)
장 소 : 연구원 2층 회의실

● S마크 안전인증 간담회

일 자 : 9월 22일(화)
장 소 : 인증평가센터 3층 회의실

● 강도율 지표 개선방안 협의를 위한 산재통계 자문회의

일 자 : 9월 22일(화)
장 소 : 연구원 2층 회의실

● KOSHA Code 화공안전 분야 제정위원회

일 자 : 9월 22일(화)
장 소 : 한국산업안전보건공단 5층 회의실

● KOSHA Code 산업위생 분야 제정위원회

일 자 : 9월 22일(화)
장 소 : 연구원 2층 회의실

● 위험성 평가제도 도입과 공단 역할에 대한 워크숍

일 자 : 9월 22일(화)
장 소 : 대교 HRD센터

● KOSHA Code 제정(안) 건설 분야 제정위원회

일 자 : 9월 23일(목)
장 소 : 한국산업안전보건공단 6층 회의실

● 산업안전보건 국제학술지 창간위원회 2차 회의

일 자 : 9월 28일(월)
장 소 : 공단 서울북부지도원 7층 회의실

● 2009년 노동부 위탁 연구과제 최종 심의

심의일	분야	연구과제명
9/23(수)	정책 · 제도 연구 분야	민간단체 역할 제고를 위한 방안 연구
9/25(금)	직업병 연구 분야	고령화시대에 대비한 성인성 질병 조기 예방을 위한 근로자 건강관리 활성화 방안 연구
	독성연구 분야	만성흡입독성시험센터 구축 타당성 연구

국제안전보건 행사

● The 7th International Workshop "Work, global crisis and health"

기 간 : 2009. 10. 9~23(15일)
장 소 : 콜롬비아 보고타
주 관 : the National University of Colombia
웹주소 : <http://www.ila.org.pe/noticias/doc/Seminario-Trabajo-Crisis-y-Salud.pdf>

● The 8th International Conference on Occupational Stress and Health

기 간 : 2009. 11. 5~8(4일)
장 소 : 푸에르토리코 산후앙
주 관 : American Psychological Association
웹주소 : <http://www.apa.org/pi/work/wsh.htm>

● International Conference : "Towards Better Work and Well-being"

기 간 : 2010. 2. 10~12(3일)
장 소 : 핀란드 헬싱키
주 관 : Finnish Institute of Occupational Health
웹주소 : <http://www.ttl.fi/betterwork>

● The 8th International Scientific Conference of the International Occupational Hygiene Association(IOHA)

기 간 : 2010. 9. 28~10. 2(5일)
장 소 : 이탈리아 로마
주 관 : AIDII, INAIL, ISPEL
웹주소 : <http://www.ioha2010.org>

안전보건의 글로벌화를 선도합니다

한국산업안전보건공단 노민기 이사장
2009 대한민국 글로벌 경영인 대상 수상

산업재해 예방의 글로벌 중심 · 전문기관으로 도약하는 한국산업안전보건공단.
세계산업안전보건대회의 성공적 개최와 안전보건 국제화에 기여한 공로로
'2009 대한민국 글로벌 경영인 대상' 을 수상하였습니다.
한국산업안전보건공단은 앞으로도 일하는 사람들의 생명과 건강을 지키며
안전한 일터와 튼튼한 사회를 가꾸 대한민국을 안전선진국으로 이끌어 가겠습니다.



2009년 9월 15일, 한국산업안전보건공단 노민기 이사장이 한국경영평가원과 한국일보가 주최하고 지식경제부가 후원하는
'2009 대한민국 글로벌 경영인 대상' 을 수상하였습니다(서울 힐튼호텔).

안전의식, 가족을 위한 최고의 선물입니다



일터에서 발생하는 산업재해,
이는 모두 설마 하는 안전 불감증에서 비롯된 결과입니다.

나의 안전이 가족에게는 최고의 선물이며
기업의 경쟁력 향상과 국가발전의 원동력입니다.

재해없는 밝은 산업사회를 만들기 위해서는
한 번 더 생각하는 안전의식을 가져야 할 때입니다.