

OSH

Vol. 5 No. 5 (통권 45호) 2011. **5**

안전보건 연구동향 RESEARCH BRIEF

**기획
특집** 응급실 기반
직업손상 감시 체계 필요성

**논단
코너** 석면으로부터의 근로자 건강 보호
제대로 되고 있나?

원장칼럼

보일보(歩一步)

연구동향

지역별 산업재해 발생에 영향을 미치는 요인에 관한 연구
나노물질 취급 근로자의 작업환경 개선을 위한 노출 평가 및 관리방안
산업용 기계류의 위험성 평가 제도 도입방안
끼임재해 예방을 위한 프레스 방호장치 도입

역학 조사 사례

돌발성 난청



산업안전보건연구원





집 안에만 있어도 암에 걸린다?

내 가족들은 과연 석면으로부터 얼마나 안전할까?

석면은 내열성과 절연성이 뛰어나 1970년대 산업화과정에서 건축자재로 널리 사용되었다. 그래서 지하철, 학교 등 오래된 건물 곳곳에서 석면 노출위험이 도사리고 있다.

특히 농촌 지방 개량사업에 대량 사용된 석면 슬레이트는 노후화된 채 방치되어 있어 위험하다.

도시 재개발·재건축사업의 건물 철거과정에서 석면 먼지가 바람에 날리게 되면 시민에게 치명적 피해를 입힐 수 있다.

옛 대기업 본관이나 공공기관 청사 리모델링, 서울 뉴타운 철거 현장에서 석면이 검출된 것 등이 좋은 예일 것이다.

이렇듯 석면 노출은 남의 집 불구경하듯 지켜보기만 할 문제가 아닌 것이다.

육안으로는 도저히 볼 수 없는 석면! 행여 관리가 제대로 되지 않아 흩날린다면 석면폐증, 폐암, 중피종암까지... 상상하기도 싫지만 석면에 노출되면 이처럼 치료조차 쉽지 않은 병과 원치 않는 친구가 될 지도 모른다. 고로 석면에 노출되지 않도록 하는 것이 무엇보다 중요하다.



OSH RESEARCH BRIEF

Vol. 5 No. 5 (통권 45호)
2011. 05

원장칼럼

04 보일보(歩一步) · 강성규

기획특집

08 응급실 기반 직업손상 감시 체계 필요성 · 신상도

논단코너

석면으로부터의 근로자 건강 보호 제대로 되고 있나?

- 14 석면에 의한 건강 영향 · 김형렬
- 20 석면작업 관련 규제의 현장 적용방안 · 이승철
- 26 석면관리, 앞으로 어떻게 해야 하나? · 김현욱

연구동향

- 32 지역별 산업재해 발생에 영향을 미치는 요인에 관한 연구 · 전용일
- 40 나노물질 취급 근로자의 작업환경 개선을 위한 노출 평가 및 관리방안 · 윤충식
- 46 산업용 기계류의 위험성 평가 제도 도입방안 · 이종영
- 52 끼임재해 예방을 위한 프레스 방호장치 도입 · 최승주

역학 조사 사례 안전경영 사례 안전보건활동

- 56 돌발성 난청 · 김규상
- 60 자발적 위험성 평가를 통한 안전경영 성공 사례(I) · 이관형
- 62 국제질병분류(ICD)와 직업병의 분류 · 김은아

산업안전보건 국내 · 외 소식 69
산업안전보건연구원 활동 · 동정 70

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

제5권 5호(통권 45호) 간별 월간 발행일 2011년 5월 1일 등록번호 ISSN 1976-345X 발행처 산업안전보건연구원 (403-711)
인천광역시 부평구 무네미로 478(구산동) Tel. 032)5100-903 oshri.kosha.or.kr 편집위원장 강성규 편집위원 김인곤, 강미진, 국원근, 이명구, 송재철,
정지연, 정진주, 배계완, 이경용, 신운철, 이인섭, 김은아, 정무수 편집인 조흥학, 윤영식 편집·제작 (주)광고연합 Tel. 02)2264-7306

보일보(步一步)

국민건강영양조사에 의하면 교통사고손상 중에서 직업적 사고손상의 비율이 매우 높고, 직업적 사고손상 중에서도 교통사고의 비율이 매우 높음을 알 수 있다. 그렇지만 그동안 산재 예방사업에서 운송교통수단에 의한 손상을 줄이기 위한 노력은 상대적으로 미흡하였다. 그동안 우리의 사고 사망 예방사업은 제조업의 감김이나 끼임에 의한 사망이나 건설업의 추락에 의한 사망에 초점을 맞추어왔다. 운송교통수단에 의한 사고의 경우는 교통사고 범주에 들어가서 상대적으로 관심을 덜 기울였던 것이 사실이다. 이제 산재사고 사망자를 줄이기 위한 다음 단계는 운송교통수단에 의한 사고 사망에 관심을 갖는 것이라고 본다.



강성규 원장
산업안전보건연구원

2010년 국가손상종합통계 보고서의 국민건강영양조사자료에 의하면 교통사고에 의한 손상은 1년에 1,000명 당 22.4건이 발생하였다. 이 중 10.2건은 일상생활 중에 발생하였고 9.0건은 작업 중 발생하였다.

교통사고에 의한 손상의 40%는 직업활동 중에 발생한다는 것이다. 특히 40대에서는 63%가 직업활동 중에 발생하였다. 한편, 직업활동 중 발생한 사고에 의한 손상은 1,000명 당 약 18.8명이었고, 이 중 약 50%는 운수 관련 손상이었다.

국민건강영양조사에서 직업활동 중 손상을 곧바로 산재의 업무상 사고손상이라고 볼 수는 없다. 국민건강영양조사는 경제활동인구 모두를 조사한 것이므로 자영업자와 농어민 및 공무원 등 산재보험 비대상자의 사고손상을 포함하고, 자차를 이용한 통근 중 사고에 의한 손상 등 산재보험에서 인정하지 않는 운송수단에 의한 손상을 모두 포함하고 있기 때문이다. 그렇지만 직업활동 중 사고, 즉 업무상 사고의 상당 부분은 운송교통수단과 관련되었을 가능성이 높음을 보여준다.

현대사회의 직업활동에서 운송교통수단은 필수적

현대사회에서 직업활동을 하는 데 운송교통수단은 필수적이다. 화물 트럭이나 영업용 차량을 운행하는 운전기사는 물론, 일반 근로자도 직업활동을 하는 데 승용차 등 운송수단을 사용한다. 농민들은 트랙터 등의 운송장비를 사용하고 음식배달업에서는 이륜차를 사용하기도 한다. 당연히 이들 운송교통수단에 의한 사고가 발생한다.

출·퇴근 중에도 차량을 이용하므로 교통사고가 발생할 수 있다. 우리나라에서는 사업주가 제공한 교통수단을 이용한 경우에는 출·퇴근 중에 발생한 교통사고도 산재로 인정해 준다. 그러나 사업주가 제공하지 않은, 즉 자기 차량을 이용한 통근 중 발생한 사고는 보상의 대상이 되지 않는다. 국제노동기구(ILO)에서도 통근재해를 산재로 보상해 줄 것을 권고하고 있다. 대부분의 외국도 비슷하다. 그러나 통근재해는 일반재해와 분리하여 별도로 통계를 산출한다. 우리나라에서는 통근재해와 비통근재해로 구분하지 않고 사업장 내 교통사고와 사업장 외 교통사고로 분류하고 있다.

산재통계에 나타난 운송교통사고에 의한 사망

산업재해 분석 보고서에 의하면 2009년 업무상 사고 사망자 1,401명 중 교통사고 사망자는 19.4%인 272명이었다. 사업장 내 교통사고가 30명, 사업장 외 교통사고가 242명이었다. 통근 중 교통사고 사망자수는 사업장 외 교통사고에 포함되어 있으나 별도로 분류되지 않아 사망자수를 알 수는 없다. 운수통신창고업에서 교통사고 사망을 포함한 업무상 사고 사망자는 101명으로 전체 사망자의 7.2%였고, 이들의 90% 이상은 운수업에서 발생하였다. 또한 사업장 외 교통사고에는 출장 중 교통사고도 포함되었으므로 실제 운송교통수단을 사용하는 자에게서 발생한 사망자가 얼마인지는 알 수 없다.

한편, 산업재해 원인 조사 보고서에 의하면 2009년에 운송교통수단과 관련된 사망은 조사대상 업무상사고 사망자 1,170명의 24.3%인 284명이었다. 이들 중 44.4%인 126명은 육상 일반 차량에 의해, 42.6%인 121명은 운반 및 특장 차량에 의해 발생하였다. 작업 지역별로



현대사회 들어 직업활동을 하는 데 운송교통수단은 필수적이며, 이에 의한 사고는 산업재해의 큰 비중을 차지하게 되었다.

보면 사망자의 27.7%인 324명은 저장, 운송 및 교통 보행지역에서 발생한 사망사고이다. 교통수단 운행지역에서 발생한 사망사고만 해도 전체 사망사고의 20%에 이른다. 이처럼 현재의 우리나라 산재사고 사망 원인을 보면 운송교통수단에 의한 사망사고의 비중이 매우 높음을 알 수 있다.

국민건강영양조사에 의한 직업적 교통사고 손상

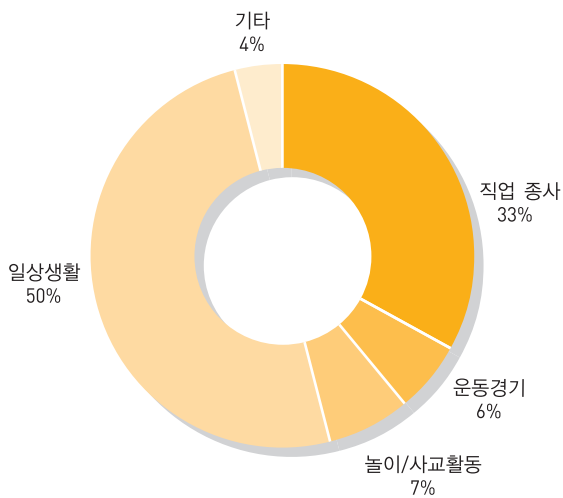
국민건강영양조사에 의하면 2009년에 19세 이상의 우리나라 사람은 연간 6.7%가 사고에 의한 손상 경험(병·의원이나 응급실에서 치료를 받아야 했던 사고나 중독)이 있다고 한다. 2005년 이후 매년 비슷한 경향을 보이고 있다. 65세 이상에서는 남녀별 손상 경험률의 차이가 없는 반면에 19~64세 청·장년층의 경우 남자가 8.2%로 여자의 5.4%보다 높다. 남자의 손상에서 45.0%는 직업 종사 중에 손상을 입었고 35.1%가 일상생활 중에 손상을 경험하였다. 반면에 여자는 69%가 일상생활 중에 손상을 입었고 17.9%가 직업 종사 중에 손상을 경험하였다. 즉, 100명 당 2.24명이 직업 종사

중에 손상을 입었는데 남자는 3.69명, 여자는 0.97명이었다.

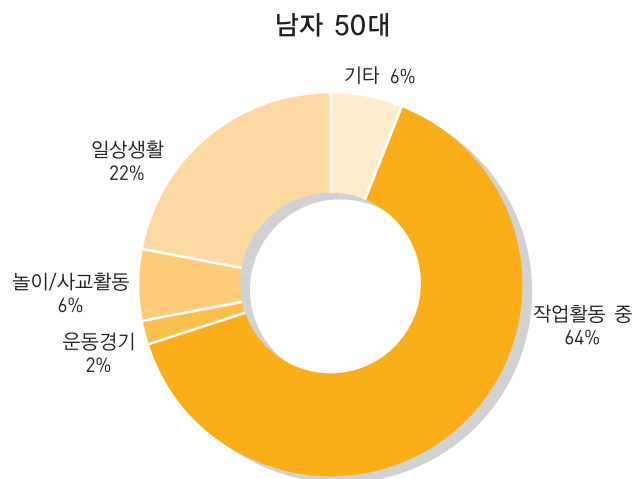
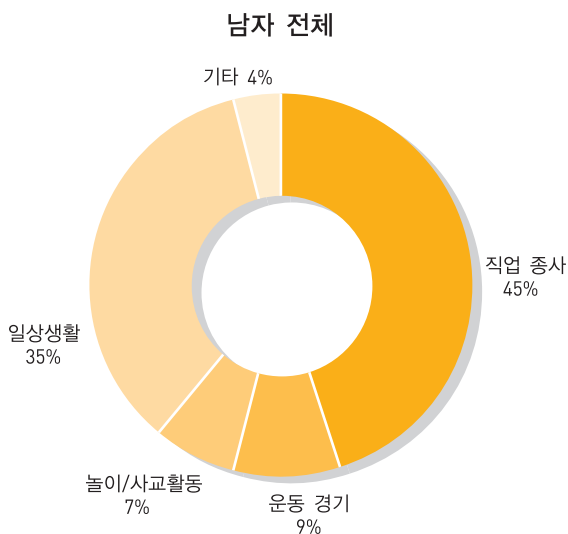
국민건강영양조사에 의하면 19세 이상 성인의 손상은 50%가 일상생활활동 중의 손상이고 33%가 직업활동 중의 손상이다[그림 1]. 근로 연령층에서는 직업활동 중 손상의 비중이 증가한다. 40~49세에서는 직업손상과 일상생활손상이 42.1%, 43.3%로 비슷하지만 50대에서는 직업손상이 46.5%로 일상생활손상의

41.5%보다 높다. 남성에서는 직업활동 중 손상이 확실히 증가한다. 20대와 70대에서는 일상생활손상이 직업손상보다 더 많지만, 30대, 40대, 50대에서는 직업손상이 일상생활손상보다 많다. 40대에서는 직업손상이 55.0%, 일상생활손상이 29.3%이고, 50대에서는 직업손상이 64.4%, 일상생활손상이 21.9%이다[그림 2].

이처럼 국민건강영양조사에 의하면 교통사고손상 중에서 직업적 사고손상의 비율이 매우 높고, 직업적 사고손상 중에서도 교통사고의 비율이 매우 높게 나타난다. 물론 국민건강영양조사결과에 나타난 직업활동 중 손상의 범위는 산재통계의 손상 범위와 일치하지 않는다. 국민건강영양조사는 전 국민을 대상으로 하므로 산재보험대상이 아닌 자영업자, 농어민 등 모든 경제활동인구를 포괄하기 때문이다. 또한 응급실 진료 경험을 포함하므로 4일 이상 요양대상만을 집계하는 산재보험통계와는 다를 수 없다. 그러나 산재통계이건 국민건강영양조사이건 직업적 손상 중에 운송교통수단에 의한 손상이 매우 많다는 것이 사실이다. 그렇지만 그동안 산재 예방사업에서 운송교통수단에 의한 손상을 줄이기 위한 노력은 상대적으로 미흡하였다.



[그림 1] 연간 손상 경험 시 활동 : 19세 이상(국민건강영양조사 2009)



[그림 2] 연간 손상 경험 시 활동 : 19세 이상(국민건강영양조사 2009)

국민건강영양조사에 의하면 교통사고손상 중에서
 직업적 사고손상의 비율이 매우 높고,
 직업적 사고손상 중에서도 교통사고의 비율이
 매우 높음을 알 수 있다. 물론 국민건강영양조사결과에
 나타난 직업활동 중 손상의 범위는 산재통계의 손상 범위와
 일치하지 않는다. 국민건강영양조사는 전 국민을 대상으로
 하므로 산재보험 대상이 아닌 자영업자, 농어민 등
 모든 경제활동인구를 포괄하기 때문이다.
 또한 응급실 진료 경험을 포함하므로 4일 이상 요양대상만을
 집계하는 산재보험통계와는 다를 수 있다.
 그러나 산재통계이건 국민건강영양조사이건
 직업적 손상 중에 운송교통수단에 의한
 손상이 매우 많다는 것이 사실이다.

미국·독일에서는 운송수단이 업무상 사고 사망의 최대 원인

미국과 독일에서는 업무상 사고 사망자의 23%가 운송수단에 의한 사고 사망자로 나타나고 있다.

미국에서는 연방 및 주 정부의 다양한 조사자료를 종합하여 업무상 사고 사망에 대한 통계를 발표하고 있다. 2009년 미국의 업무상 사고 사망자수¹⁾는 4,340명이었고, 이 중 운송수단에 의한 사고 사망자가 가장 많아 38.8%인 1,682명이었다. 그 외의 사고 사망에 대한 원인을 보면 살인(작업장 내 피살)과 자살이 18.2%인 788명, 감김과 끼임 및 충돌에 의한 사고 사망자가 16.9%인 734명, 추락에 의한 사망자가 14.2%인 617명, 유해물질 및 환경 노출에 의한 사망자가 9.0%인 390명, 화재폭발에 의한 사망자가 2.6%인 113명이었다.

운송수단에 의한 사고 사망은 고속도로사고가 52%였다. 기타 농업이나 사업장 내의 사고는 16%였는데 그 중 절반은 전복사고였다. 철도사고, 수상운송수단에 의한

사고, 항공기사고 등에 의한 사망도 16%였다. 차량에 치여 사망한 경우 역시 16%의 수치를 보였다.

업종별로는 도소매운송업이 25%인 1,073명인데 그 가운데 운송업에서 사고 사망이 54%를 차지하고 있다. 그리고 직업이 운송인 근로자의 사고 사망이 23%이다.

독일은 산재보험에서 보상한 사고 사망자수를 발표하고 있다. 사고 사망자는 산재사고 사망자와 통근사고 사망자를 구분하고 있다. 2009년에 산재사고 사망자는 456명이고, 이 중 23%인 105건은 운송산업에서 발생하였다. 전체 산재사고 사망자 중에 운송교통수단과 관련된 사례가 몇 건인지에 대한 자료는 확인할 수 없었다. 통근 중 사고 사망자는 362건이다.

미국이건 독일이건 산재사고 중에서 운송교통수단에 의한 사망의 비중이 우리보다 높음을 알 수 있다.

산재사고 사망을 줄이기 위한 다음 단계는 교통사고 예방

국민건강영양조사에서 보는 것처럼 어쩌면 단일한 직업적 유해요인 중 손상과 사망사고를 일으키는 가장 큰 요인은 운송교통수단일지도 모른다. 산재 예방사업에서 운송교통수단에 의한 사고를 줄이지 않으면 손상과 사고 사망자를 줄일 수 없을 것이다. 앞으로 기계설비적 요인에 의한 사고 사망이 감소하면 운송교통수단에 의한 사고 사망자의 비율이 선진국처럼 더 증가할 것이다.

그동안 우리의 사고 사망 예방사업은 제조업의 감김이나 끼임에 의한 사망이나 건설업의 추락에 의한 사망에 초점을 맞추어 왔다. 이제 고용노동부에 서비스업재해 예방팀을 신설하여 서비스업에서 발생하는 사망사고를 예방하는 데 노력하고 있다. 그렇지만 운송교통수단에 의한 사고는 교통사고 범주에 들어가서 상대적으로 관심을 덜 기울였다. 이제 산재사고 사망자를 줄이기 위한 다음 단계는 운송교통수단에 의한 사고 사망에 관심을 갖는 것이라고 본다. ⑤

1) 미국의 직업적 사고 사망(CFOI: Census of Fatal Occupational Injuries)에는 공무원, 군속 등을 모두 포함한다. 직업활동 중 교통사고와 사업장 내 살인 및 자살은 포함되고, 통근 교통사고와 오락활동에 의한 사망은 제외된다.

응급실 기반 직업손상 감시 체계 필요성



신상도 교수
서울대학교 의과대학 응급의학교실

본고는 직업성손상 감시 체계에 대하여 이번 호와 다음 호에 걸쳐 2회로 나누어 연재하고자 한다. 이번 호의 내용은 ‘응급실 기반 직업손상 감시 체계 필요성’에 대하여 기존 연구결과나 주장을 근거로 검토하였다. 특히 응급실 기반 감시 체계의 장점에 대하여 기술하였다. 다음 호에는 응급실 기반 감시 체계 운영을 통하여 확인된 직업손상의 주요 역학적 특징을 분석한 내용을 게재할 예정이다.

서론

사고성 산업재해(accidental industrial injury)는 근로자가 근무 중 발생한 사고로 인하여 손상이 발생한 경우를 의미하며, 흔히 직업손상(occupational injury)을 의미한다. ‘직업손상’의 정의는 근무 중 사고(paid work-related injury)로 인하여 손상이 발생하였을 때로 정의하고 있다.¹⁾²⁾ 그러나 이 정의는 각 나라마다 운영하는 산재보험에 등록된 산재보험 환자와는 그 정의가 다를 수 있다.

산업재해보상보험법 제3장 제37조에 업무상 사고에 대하여 매우 구체적인 정의가 있으며, 이 기준에 부합한 손상의 경우 산재보험을 적용받을 수 있다. 이렇게 승인된 산재보험 요양 승인 손상은 기본적으로 원인이 업무상 사고이어야 하고, 산재보험 적용 사업장에서 발생하여야 하며, 손상을 당한 환자가 산재보험 요양 승인을 요청하여 이를 관할 기관에서 승인한 경우에

한한다.

이 기준에서 벗어날 경우 비록 근무 중 손상이라고 하더라도 산재보험 손상에서 제외될 수 있다. 따라서 산재보험 요양 승인자료는 많은 직업성 손상이 누락될 수 있어 저평가의 위험이 있다고 지적되어 왔다.³⁾⁴⁾⁵⁾ 나아가 산재보험자료는 산재보험 요양 승인을 목적으로 만들어진 자료로서 구체적인 작업환경, 위험요인 등의 자료가 부족하여 손상의 인과관계 등을 분석하는 데 취약하다.

직업손상은 적절한 노동 환경의 제공, 손상 예방 장비의 보급 및 착용, 손상 예방에 대한 교육, 법적·제도적 관리 등을 통하여 예방 가능하다고 알려져 있다. 그러나 정확한 발생 규모, 위험요인에 대한 관련성 평가, 중재수단의 개발 및 적용이 없을 경우 직업손상을 감소시킬 수 없을 것이다. 따라서 정확한 발생 규모의 평가, 위험요인 파악 및 관련성 분석, 중재방법 개발 등을 위해서는 보다 적합한 직업손상 감시 체계를 개발하고 운

영하는 것이 중요하다.

이 글에서는 직업손상 발생 규모 추계, 새로운 감시 체계 필요성, 응급실 기반 직업손상 감시 체계 등을 검토하도록 하겠다.

본론

직업손상의 발생 규모

직업손상의 감시를 위해서는 감시를 수행하는 기관마다 통일적으로 사용할 정확한 감시대상(index case)이 정의되어야 한다. 국제보건기구(WHO)가 제안한 손상 외인에 관한 국제 분류(ICECI)에서는 직업손상의 정의를 ‘근무 중 발생한 사고로 인하여 육체적·정신적 손상이 발생한 경우’로 하였다.¹⁾²⁾ 이 정의는 국내 질병관리본부의 손상 감시 체계 정의에서도 동일하게 적용하고 있다.⁶⁾

ICECI에 의하면 직업성손상은 어떤 사람이 경제활동이나 직장 등의 급여를 받는 일(paid work)에 종사하던 중 발생한 손상으로 정의하고 있다.¹⁾²⁾

외국의 다음 추계들은 저마다 다른 정의를 사용하였다. 직업손상 발생 규모에 대한 국제적인 추계 연구결과를 살펴보면, 전세계적으로 매년 약 250만명의 직업손상이 발생하고 있으며, 이 중 약 35만명이 사망하고 있다.⁷⁾

유럽연합(EU)의 보고(2002)를 살펴보면, 연간 5,500명이 사망하고 500만명이 4일 이상의 결근을 요하는 직업손상이 발생하였다.⁸⁾ 미국(2003)의 경우 연간 600만 건의 직업손상이 발생하고, 6,000건의 사망손상이 발생하는 것으로 추정되고 있다.⁹⁾

국내의 직업성손상에 의한 규모는 정확히 알기 어려우나 산재보험자료를 이용한 직접적 경제적 손실액이 약 3조 4,000억원, 간접적인 경비를 포함하면 약 17조원에 이르는 막대한 사회적 비용손실로 평가된 바 있다.¹⁰⁾

국내 산재보험통계 보고에 의하면, 2009년 현재 적용

사업장수 156만 949개소에서 일하는 노동자 1,388만 4,927명 중 4일 이상의 요양을 필요로 하는 손상 및 질병자수는 9만 7,821명으로, 재해율 0.70%, 사망수는 2,181명이라고 하였다. 이 중 8만 9,100명이 업무상 사고, 1,401명이 업무상 사고 사망자이다.

매년 노동부가 발표하고 있는 공식적인 직업성손상 및 질환에 의한 사망만인율은 1997년 3.34(총 2,742명 중 사고 사망자는 1,318명)에서 2008년 1.80(총 2,422명 중 사고 사망자는 1,448명)로 완만하지만 감소 추세를 보여주고 있다. 그러나 건강보험자료를 이용한 직업성손상을 추계한 한 연구는 직업성손상의 규모를 2006년 한 해 277만 4,086건으로 추계하여 산재보험자료를 이용한 공식적인 통계인 8만 9,910건에 비하여 약 30배에 달한다고 보고하기도 하였다.¹¹⁾

1) WHO, International Classification of External Causes of Injuries (ICECI). Version 1.2. Available at http://www.rivm.nl/who-fic/ICECI/ICECI_1-2_2004July.pdf. Accessed on Jan 25, 2011

2) 산업안전보건연구원, 응급실 기반 직업성 손상 감시 체계 구축방안 연구, 2008

3) 강성규 · 지영규 · 안연순 · 김형옥 · 하미나 · 권호장 · 백남중 · 김성아 · 홍윤철 · 김재용 · 강대희 · 정혜선 · 하은희, 전국 단위 감시 체계의 현황과 전망, 대한산업의학회지 2001;13(2):116-26

4) 임준, 국가안전관리전략 수립을 위한 직업안전 연구의 필요성과 배경, 2008년도 대한산업의학회 춘계자료집 2008, pp.131-32

5) Won J, Ahn Y, Song J, Koh D, Roh J. Occupational injuries in Korea: a comparison of blue-collar and white collar workers' rates and underreporting. J Occup Health 2007 Jan;49(1):53-60

6) 질병관리본부, 응급실 손상 환자 표본 심층 조사 운영 및 평가 모형 개발, 2007

7) Porru S, Placidi D, Carta A, Alessio L. Prevention of injuries at work: the role of the occupational physician. Int Arch Occup Environ Health 2006 Mar;97(3):177-92

8) European Statistics (2002) European Statistics on Accidents at Work (Eurostat). available at <http://europa.eu.int/comm/eurostat>. Accessed on Jan. 28, 2011

9) Stitenland K, Burnett C, Lalich N, Ward E, Hurrell J. Dying for work: the magnitude of US mortality from selected causes of that associated with occupation. Am J Ind Med 2003;43:461-482

10) 한국산업안전보건공단, 2008년도 산업재해 분석, Available at <http://www.kosha.or.kr/information/statistics/statistics.jsp?menuId=6&rootNodeId=806&selectedNodeId=3025&subMenuId=4>. Accessed on Jan. 28, 2011

새로운 직업손상 감시 체계 필요성

우리나라의 대표적인 직업손상 감시 체계의 자료로는, 사고성 산업재해 발생 후 산재보험 요양이 승인된 산재보험자료, 산재 승인 환자 중 사고성 산업재해 사망자 전수와 사고성 산업재해 10% 계통 추출 환자를 대상으로 우편, 전화, 면접 조사를 통하여 산재 발생 원인에 대하여 심층적으로 조사하는 산업재해 원인 조사자료가 있다. 이외에 사망 등 중대재해에 대하여 지방감독기관 및 한국산업안전보건공단이 조사하는 중대재해 원인 분석자료가 사망 등 중대 산재를 대상으로 조사되었으나 2007년 이후 통계 산출이 중단되었다.

산재보험자료는 4일 이상의 요양을 요하는 사고성 산업재해나 질병에 대하여 근로복지공단이 최종적으로 보험금을 지급한 경우를 대상으로 생성하기 때문에 4일 미만의 치료를 요하는 경증 환자의 경우는 직업성 요인에 의하여 발생한 손상이라고 할지라도 모

두 제외될 수밖에 없으며, 4일 이상을 요하는 손상일 경우에도 산재보험을 신청하지 않거나 산재보험의 지급대상 사업장이 아닐 경우 직업손상에서 제외될 수 있다. 따라서 실제 발생하는 직업손상과 보고되어 보상 받는 직업손상 사이에는 심각한 괴리가 있을 수밖에 없다.

직업손상에 의한 사망의 경우에도 마찬가지로 이유로 저평가될 수 있다. 질병관리본부의 2004년 퇴원 환자 조사자료를 보면, 전체 손상 환자의 약 13.4%인 10만 4,561건의 직업손상이 추정되었다.¹²⁾¹³⁾ 이 추계는 입원 환자만을 대상으로 하였기 때문에 외래 진료 환자까지 포함할 경우 그 규모가 훨씬 많을 것이라는 짐작을 할 수 있다. 입원 환자 규모만으로도 산재보험통계자료의 연간 발생 건수보다 환자가 많다. 이 자료의 환자들 중 산재보험이 아닌 건강보험 혹은 일부 자동차보험으로 처리된 경우가 약 39.3%로 나타났다. 따

라서 산재보험자료를 직업손상 발생 규모 추정을 위한 통계자료로 사용하기 어렵다고 할 수 있다.²⁾

산재보험자료의 경우는 본질적으로 감시자료로서 사용하기에 위험요인 평가에서 비체계적이고 표면적이라는 점이 지적될 수 있다. 산재 요양 승인자료는 다른 질병과 마찬가지로 직업병의 발생 원인 보다는 보상에 초점을 두고 있어 원인 규명이 미흡하고 분류가 초보적이어서 예방사업에 환류하여 사용하기 어



응급실 기반 손상 감시는 위험요인의 평가가 24시간, 7일, 365일 등 연속적으로 수행될 수 있다는 장점을 가진다.

렵다는 측면이 있다.³⁾ 이는 산재보험자료가 원인 규명과 예방대책 마련을 위하여 수집된 자료가 아니라 산재보상업무 수행을 위하여 작성된 자료이므로 수동적 감시자료이고, 이러한 수동적 감시자료는 위험요인 조사에서 그 폭과 깊이가 제한적일 수밖에 없기 때문이다.

특히 산업재해손상은 운동, 음주 습관과 같은 개인적 위험요인, 작업에 사용되는 기계, 도구, 장치와 같은 작업공정 관련 요인, 근무형태, 근무시간, 인력 변동, 노동 강도의 변화, 직무 스트레스와 같은 전반적 노동환경요인 등 매우 복잡한 요인들이 작용하여 발생하기 때문에 산재보험자료와 같은 수동적 감시자료만 가지고는 구체적인 위험요인을 규명하여 재발을 방지하기 위한 개선책을 도출하는 데는 매우 한계가 클 수밖에 없다.

산업재해 원인 조사자료는 산재 승인을 받은 환자를 대상으로 사후에 능동적으로 조사한 자료라는 점에서 산재보험자료의 감시 항목에 비하여 그 질적 수준이 우월하지만 많은 한계점을 가지고 있다. 첫째는 전체 산재보험 승인 환자만을 대상으로 하기 때문에 산재보험에 포함되지 않은 환자들의 원인 조사가 어렵다는 점, 둘째 사후에 우편, 전화, 면접 조사 등을 통하여 수행되기 때문에 조사 항목의 제한이 있을 수 있다는 점, 셋째 약 10%의 계통 추출 환자(연간 약 7,700명 정도)를 대상으로 수행하기 때문에 전체 조사가 아니라는 점, 마지막으로 아울러 사후적으로 요양이 승인된 이후에 수행되기 때문에 사고 관련 응답에서 기억 비틀림 등의 문제가 발생할 수 있다는 점에서 능동적인 등록 감시자료이지만 그 활용이 제한적이었다.

응급실 기반 직업손상 감시 모델

어느 나라든지 직업손상 규모를 정확하게 파악하는 것은 매우 어렵다고 알려져 있다. 대부분의 손상 감시 체계가 그러하듯이, 하나의 자료원만으로 전체 규모를 파악하는 것은 불가능하며, 여러 가지 손상 감시는 각각 장점과 단점을 가진다. 따라서 각각 적절한 목적을

산업재해보상보험법 제3장 제37조에

업무상 사고에 대하여 매우 구체적인 정의가 있으며, 이 기준에 부합한 손상의 경우 산재보험을 적용받을 수 있다. 이렇게 승인된 산재보험 요양 승인 손상은 기본적으로 원인이 업무상 사고이어야 하고, 산재보험 적용 사업장에서 발생하여야 하며, 손상을 당한 환자가 산재보험 요양 승인을 요청하여 이를 관할 기관에서 승인한 경우에 한한다. 이 기준에서 벗어날 경우 비록 근무 중 손상이라고 하더라도 산재보험 손상에서 제외될 수 있다. 직업손상은 적절한 노동환경의 제공, 손상 예방 장비의 보급 및 착용, 손상 예방에 대한 교육, 법적·제도적 관리 등을 통하여 예방 가능하다고 알려져 있다. 그러나 정확한 발생 규모, 위험요인에 대한 관련성 평가, 중재수단의 개발 및 적용이 없을 경우 직업손상을 감소시킬 수 없을 것이다. 따라서 정확한 발생 규모의 평가, 위험요인 파악 및 관련성 분석, 중재방법 개발 등을 위해서는 보다 적합한 직업손상 감시 체계를 개발하고 운영하는 것이 중요하다.

위하여 다양한 감시 체계를 구축하는 것이 필요하다고 하겠다.

국내의 손상 감시자료 가운데 건강보험자료를 가공한 건강보험 손상 데이터베이스(DB), 자동차보험자료, 산재보험자료 등 보험자료, 퇴원 환자 의무기록을 통하여 조사하는 퇴원 손상 감시자료, 응급환자진료정보망의 자료를 가공한 응급실 손상 감시자료 등이 국가 수준의 의료기관 자료원이라고 할 수 있으며, 여기에 사망자료가 추가될 수 있다.¹²⁾ 그러나 건강보험자료나 자동차보험자료는 직업손상 여부를 파악할 수 없는 자료원이며,

11) 임형준, 직업성손상의 현황과 특성, 2008년도 대한산업의학회 춘계자료집 2008, pp.133-36

12) 질병관리본부, 우리나라 손상자료의 통합적 분석과 손상 통계집 생산, 2006

13) 질병관리본부, 손상 퇴원 환자 감시 표본 병원 설계 및 전국 추정치 연구, 2006

응급환자진료정보망의 자료는 손상의 발생 기전, 의도성, 손상 일시, 진단명, 치료결과 등 상세한 정보에도 불구하고 역시 직업손상과 관련된 정보를 가지고 있지 않은 자료이다.

그나마 직업손상 여부를 파악할 수 있는 유일한 자료는 질병관리본부가 매년 시행하는 퇴원 환자자료라고 할 수 있는데, 근무 중 손상 여부를 파악할 수 있도록 되어 있어 전체 입원 손상에서 직업손상의 규모를 파악하는 데는 중요한 자료원이 될 수 있다.¹³⁾ 그러나 이 조사는 의무기록을 통한 후향적 조사이다보니, 의무기록의 충실도에 따라 각 조사 항목의 누락이 많고, 자료의 질적 수준에 문제가 있다. 따라서 현재 국가 수준에서 사고성 직업손상에 대한 대표성이 있는 국내 조사 감시자료가 없으며, 기존 자료원에 대한 가공 조사를 통하여 일부 추정을 할 수는 있으나 정확하지 않거나 저평가될 수 있다.

일반적으로 손상은 같은 정도의 중증도가 아닌 다양한 중증도로 발생하며, 사망과 생존 같은 이분적인 결과(dichotomous)가 아니라 중증도라는 연속적인 결과로 파악되어야만 손상의 발생에 기여하는 요인을 정확하게 평가할 수 있다. 이와 같은 측면에서 응급실은 다양한 중증도를 파악할 수 있는 매우 좋은 임상적 공간이라고 할 수 있다.¹⁴⁾

[그림]은 병원 기반 능동적 손상 감시에서 중증도별 환자의 분포 및 이에 상응하는 진료 공간을 보여주고 있다.

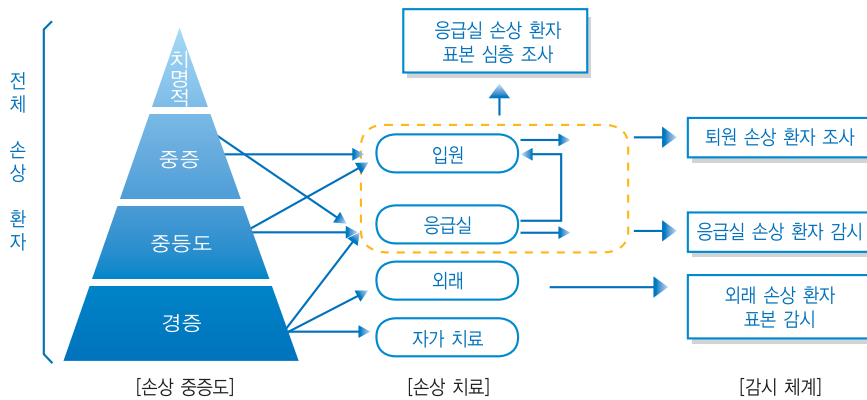
전체 손상 환자에서 경증, 중등도, 중증 손상 환자를 감시하면서도 그 진료결과가 입원, 퇴원, 사망과 같이 다양한 결과를 보여 줄 수 있는 경우는 응급실 기반 손상 감시뿐이다. 또한 응급실 기반 손상 감시는 위험요인의 평가가 24시간, 7일, 365일 연속적으로 수행될 수 있다는 장점을 가진다. 손상은 일별 분포, 요일

별 분포, 계절적 분포에서 그 특징을 가지고 있으므로, 응급실 기반 손상 감시는 손상의 시계열적 특성을 분석하는 데 좋은 자료가 될 수 있다.

국내의 경우 대표적인 사례로는 응급환자진료정보망의 자료를 이용하는 응급실 손상 환자 감시 체계(NEDIS; National Emergency Department Information System, 2010년 현재 114개 병원 응급실 참여), 응급실 손상 환자 심층 조사 체계(ED-IISS; Emergency Department-based In-depth Injury Surveillance, 2010년 현재 20개 응급실 참여) 등이 있다. 응급실 손상 환자 감시 체계가 응급실 질 관리



전세계적으로 매년 약 250만명의 직업손상이 발생하고 있으며, 이 중 약 35만명이 사망하고 있다.



[그림] 응급실 기반 손상 감시의 장점(질병관리본부 2006)

를 위하여 수집되는 자료를 이용하는 수동적 감시 체계라면, 응급실 손상 환자 심층 조사 체계는 중독 및 자살, 낙상, 교통사고, 어린이 손상, 두부 척추손상 등 주요 손상에 대하여 심층적인 자료를 수집하는 능동적인 감시 체계라고 할 수 있다.⁷⁾¹²⁾ 그러나 이들 감시자료는 직업손상의 구체적인 정보를 가지고 있지 않다.

직업성 원인에 의하여 발생하는 손상, 즉 외상성손상, 급성 중독, 화상, 질식 등은 흔히 응급실을 방문하여 초기 진단 및 급성기 치료를 받을 수 있다. 실제로 응급실은 손상을 수상한 후 최초의 의료기관(gate)이며, 환자가 발생하였을 당시의 환경, 목격된 정황들, 환자의 상태 등을 가장 근접하여 파악할 수 있는 시·공간적인 장점을 갖는다. 따라서 손상이 발생 한 직후에 최초의 임상적 진단과 진료가 이루어지는 공간인 응급실은 직업손상 감시의 출발이 될 수 있다.²⁾

이와 같은 장점 때문에 선진국에서도 응급실 기반 산업재해 감시 모델을 운영하고 있다. 미국의 경우에는 응급실 기반 손상 감시 체계가 체계화되어 있는데 NEISS(National Electronic Injury Surveillance System)는 미국 전역의 6,600여 개 병원 응급실 중에서 확률 추출을 통하여 현재 약 101개의 응급실에서 자료를 전향적으로 수집하는 감시 체계이다.¹⁵⁾ 이렇게 수집되는 자료를 이용하여 직업손상 발생 통계를 약

3년마다 보고하고 있다. 미국의 경우 2004년 한 해 동안 약 340만명의 노동자가 응급실에서 직업손상을 주소로 방문한 것으로 되어 있다.¹⁶⁾

결론 : 기대되는 효과

직업손상의 원인을 규명하고, 이를 근거로 예방 프로그램의 개발·적용 및 그 효과를 판단하기 위해서는 보다 심층적이

고 효율적인 전문 조사 체계를 구축할 필요가 있다. 특히 주요 위험요인을 전향적인 방법으로 수집하며, 사고 발생 직후인 응급단계에서 손상의 역학적 원인을 조기에 파악한다면 자료의 정확성을 유지하고 필요할 경우 즉각적인 예방수단을 제공할 수 있어 '감시 - 위험요인 평가 - 예방수단의 제공 - 손상 발생의 감축' 등으로 이어지는 손상 감시의 기본 목적을 달성하는 데 유리할 것이다. ㉠

14) Kim TY, Shin SD, Suh GJ, Song KJ, Choi WJ, Jung ST. A Preliminary Application of an Emergency Department-based In-depth Injury Surveillance System. J Korean Soc Emerg Med. 2006 Apr;17(2):124-137

15) CDC, Nonfatal Occupational Injuries and Illness—United States, 2004. MMWR 2007;56(16):393-397

16) CDC, MMWR, 2007;56(13):297-301. Available at <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5613a1.htm>. Assessed on Jan 25, 2011

석면에 의한 건강 영향



김형렬 교수
가톨릭대학교 서울성모병원
산업의학과

석면과 관련하여 사회적 관심이 계속 커지고 있지만, 실제 석면에 의한 건강 영향 정보가 일반 대중에게 제대로 전달되지 못하는 것 같다. 석면에 의한 질병 발생이 다른 나라에서처럼 큰 규모로 보고되고 있지 않은 사실은 석면의 영향을 과소 평가하게 만들고 있으며, 다른 한편으로 석면에 의해 발생하는 악성중피종이나 폐암과 같은 중증도가 높은 질환에 대한 공포로 인해 석면의 건강 영향을 과대 평가하는 경향도 존재한다. 2009년부터 국내에서 석면과 관련하여 제품을 수입하거나 사용·제조하는 것이 전면 금지되었지만, 앞으로도 석면 관련 질환의 발생은 지속적으로 증가할 것이라는 관점은 다른 나라의 사례를 보면 객관적인 근거를 가지고 있다. 석면과 관련된 건강 영향을 정확히 이해하고, 이에 대한 가능한 예방방안과 정책을 준비해 나가는 것이 필요한 시점이다.

석면의 종류

석면은 지금까지 여섯 가지 종류가 있는 것으로 알려져 있다. 백석면, 청석면, 갈석면, 앤소필라이트, 액티노라이트, 그리고 트레몰라이트를 석면으로 부르고 있다.

석면의 종류는 두 가지 방법으로 구분이 가능하다. 우선 상업적으로 사용하고 있는 석면과 그렇지 않은 석면으로 구분할 수 있다. 백석면, 청석면, 갈석면은 상업적으로 사용한 석면이고, 앤소필라이트, 액티노라이트, 그리고 트레몰라이트는 상업적으로 사용된 석면은 아니나 다른 종류의 석면 혹은 다른 광물에 불순물로 섞여서 산업 현장이나 환경에서 노출되는 것들이다. 또 다른 방법은 각섬석과 사문석으로 구분하는 것인데, 각섬석은 긴 막대 모양 섬유상의 전자현미경 소견을 가지며 그 독성이 사문석에 비해 높은 것으로 알려져 있다. 백석면을 제외한 다른 석면들은 모두 각섬석

으로 구분된다. 사문석은 실 모양의 긴 섬유로 백석면이 여기에 해당한다. 백석면도 발암물질로 구분되지만, 상대적으로 그 독성은 각섬석에 비해 적은 것으로 알려져 있다.

이러한 구분이 의미가 있는 이유는 상업적으로 백석면이 가장 많이 사용되었는데 최근 들어 백석면에서 트레몰라이트 등이 불순물로 검출되기도 하고, 탈크와 질석 등에서 상업적으로 사용되지 않는 트레몰라이트, 액티노라이트 등이 발견되고 있기 때문이다. 이는 백석면이 그 독성이 상대적으로 약하다고 하지만 다양한 각섬석이 포함될 수 있는 가능성, 즉 그로 인해 독성이 더 강력해질 가능성을 시사한다.

국내에서도 지하철에서 발견된 일부 석면의 종류가 트레몰라이트였고, 베이비 파우더에 포함된 석면의 종류도 트레몰라이트가 일부 확인되고 있다. 또한 일부 석면 광산 지역 주변의 자연 발생 석면 중에서 액티노라이트와 앤소필라이트가 확인되기도 하였다.

국내·외 석면 관련 사건 및 질환의 역사

1924년, 석면방직공장에 다니던 33세 남자에서 석면 폐증이 최초로 보고되었다. 석면폐증은 폐섬유화증과 비교해볼 때 영상의학적 특성은 매우 유사하지만, 석면 노출력의 차이, 그리고 폐기능이 비교적 적게 떨어지고 폐섬유화증에 비해 긴 생존 기간 등에서 차이를 갖는다. 악성중피종이 세계 최초로 보고된 것은 1935년이였다.

1978년에 미국 국립보건원(NIH)은 1940년대 초 이후 미국에서 석면에 직업적으로 노출된 사람이 800~1,100만명에 이를 것으로 추산하였다. 그러나 이후에 공식적으로 직업 관련 석면 노출인구를 추정해 적은 없었다.

제2차 세계대전 당시 약 450만명이 군과 민간의 조선소에 고용되었고, 이들 중 상당수가 석면에 노출되었다. 1890년부터 1970년대에 이르기까지 2,500만 톤의 석면이 미국에서 쓰였는데 이 중 약 2/3가 건설산업에서 소비되었다고 한다. 또한 석면 함량이 10~20%에 이르는 내화재 4만 톤 이상이 1960~1969년 동안 해마다 고층 빌딩에 도포되었다. 이 중 많은 부분이 여전히 건물과 공장, 주택에 잔존해 있고, 이러한 구조물의 개·보수와 철거 시 석면 노출이 가능한 상황이다. 많은 국가, 특히 개발도상국가에서 석면은 여전히 사용되고 있으며, 심지어 최근까지도 그 사용량이 증가하는 나라들도 있다.

국내에서 악성중피종이 최초로 보고된 것은 1993년이였다. 1930년대에 석면광산이 운영되었고 1970년대에 석면 사용이 급격히 증가했던 점을 감안하면 그 이전에도 악성중피종은 있었겠지만 확인된 사례는 1993년이 처음이었을 것으로 생각된다. 석면에 의한 건강문제가 사회적으로 큰 관심을 유발시켰던 사례는 2007년 부산 지역에서 발생한 석면방직공장 인근 주민에서 발생한 악성중피종 사례, 2009년 충남의 일부지역에 위치한 석면광산 주변에 거주하던 주민에서 발생한 석면폐증의 발생이였다. 석면이 강력한 발암물질인 것은 알고 있었지만, 환경적인 노출에 의해서도 우려하던 암 발생이나

진폐증이 가능할 수 있다는 사실은 석면에 의한 건강 영향에 관심을 갖게 한 사건이었다고 볼 수 있다.

석면은 어떻게 인체 내에 들어와서 누적되고 질병을 일으키는가?

큰 석면 섬유는 코와 상기도에 침착하며, 직경 0.5~5 μ m 섬유는 폐 깊숙이 들어가 폐포관 분기점에 침착한다. 기도에도 도달한 석면은 점액섬모세포의 운동에 의해 일부 제거되기도 하고, 간질로 옮겨지기도 한다. 석면 섬유는 폐포관과 종말 세기관지에 인접한 기관지 주변부에 폐포 대식세포의 축적을 일으키고, 간질 대식세포와 섬유아세포에 의해 두꺼워진다. 폐포 상피세포는 폐포 대식세포의 분비물에 의해 손상을 받으며, 시간 경과에 따라 간질 대식세포 등의 면역세포가 증가하면서 섬유화가 진행된다. 이렇게 섬유화가 진행되면 폐가 딱딱하게 굳게 되어 가스 교환력이 감소하는데, 이는 폐 내부의 섬유 잔존, 지속적인 염증 유발에 의해 외부로부터의 석면 노출이 중단된 이후에도 지속될 수 있다. 지속적으로 석면에 노출된다면 폐에 섬유 부담을 증가시켜 석면 관련 질환의 위험성을 높일 수 있다.

대식세포에 의해 탐식된 석면 섬유는 철을 포함한 점다당류에 싸여서 석면소체를 형성한다. 이 때 단지 일부(약 1%)만이 코팅되며, 백석면보다는 각섬석이 잘 형성된다. 폐조직, 기관지 세척액, 가래에서 석면소체가 존재하는 것은 개인 간에 상당 수준의 변이는 있지만 노출의 주요한 생물학적 지표로 쓰여 왔다. 폐의 간질조직으로 침투한 일부 석면 섬유는 대개 림프관을 따라 늑막까지 이동하며 일부는 림프 순환을 통해 신체의 다른 조직으로 분산되기도 한다.

흉터와 유사한 섬유화된 조직은 정상 폐조직을 확장시키거나 수축시키는 능력을 떨어뜨려 호흡을 힘들게 한다. 폐로 가는 혈액 순환도 감소된다. 이러한 변화는 심장에까지 영향을 주게 된다. 이러한 상태에 이른 경우 석면폐증의 상태라 할 수 있다. 석면폐증이 있는 경

우 호흡 곤란, 기침 등이 동반되고, 심한 경우 폐기능의 심한 장애와 함께 사망에 이르는 경우도 있다. 그러나 석면폐증은 저농도의 노출에서 발생하는 경우는 드물다.

석면은 석면폐증이 없는 상태에서도 폐암이나 악성중피종과 같은 암을 일으킬 수 있다. 그 위험은 노출의 양이 많을수록, 노출이 시작된 나이가 더 어릴수록, 흡연 여부에 따라 더 커질 수 있다. 또한 어떤 종류의 석면에 노출되는지, 특히 각섬석에 노출되는 경우 그 위험이 더 커질 수 있다. 소화기를 통한 노출로 인해 건강 영향이 있는지에 대해서는 여러 논란이 있지만, 아직까지 일관된 영향을 보고하고 있지 않다. 국제암연구소에서는 석면을 인간에게 암 발생을 일으키는 것이 확실한 물질로 보고하고 있다.

석면 관련 질환의 특성

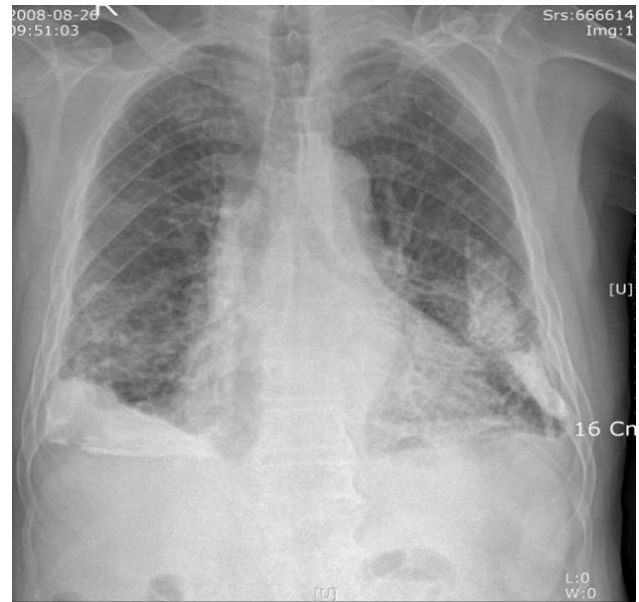
석면폐증

석면폐증은 폐의 석면섬유 침착에 의해 야기된 폐실질의 미만성 간질성 섬유화를 의미한다. 섬유화는 노출이 시작되고 15~20년 후에 제한성 폐질환의 임상 양상으로 나타난다.

아주 짧은 기간의 노출이라 할지라도(예를 들면, 한 달 미만) 강도만 충분하다면 석면폐증을 일으킬 수 있다. 석면폐증의 가장 두드러진 증상은 서서히 시작되는 운동 시 호흡 곤란이며 시간 경과에 따라 점점 심해진다. 마른기침, 혹은 소량의 맑은 가래를 포함하는 기침이 생길 수 있으며 흉막통이 나타나기도 한다. 곤봉 모양의 손가락 끝은 섬유화가 상당히 진행된 이후에 나타난다. 간질 섬유화의 병리학적 소견은 방사선학적 이상 소견이 명백해지기 전에도 관찰할 수 있으며, 흉부 엑스선은 충분한 섬유화가 진척된 이후에야 중·하부 폐에 작고 불규칙한 음영으로 나타난다.

석면폐증이 심한 경우 호흡 장애로 사망할 수도 있다. 섬유화가 광범위해지면 폐포 내 저산소증에 의해 야기

된 폐 모세혈관의 수축으로 폐혈관의 저항이 커져 폐 고혈압과 보상성 우심실 비대가 일어난다. 폐성심은 석면폐증의 중증 사례와 관계있다고 보고 있다.



석면폐증의 방사선학적 소견

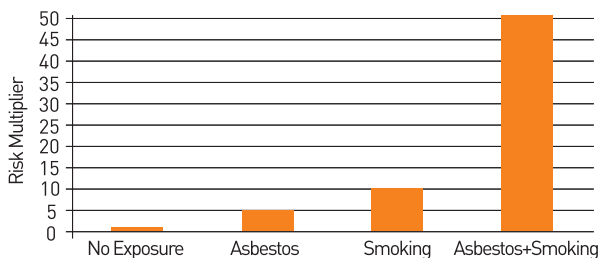
폐암

폐암은 석면 기인성 악성 신생물 중 가장 흔하며, 개발도상국가에서는 석면으로 인한 사인 중 가장 중요하다. 석면 노출 근로자에서 석면 노출로부터 폐암 진단까지 잠복기가 20년 이상 걸리는 것으로 알려졌다.

고농도 노출이 발생한 석면 단열재 취급 근로자에서 암에 의한 사망의 1/3이 폐암에 의해서였다. 석면 노출과 관련된 폐암은 세포형과 조직학적 유형에서 다른 원발성 폐암과 유사하며, 많은 연구에서 선암이 주도적이라고 보고되었으나 기관지암의 모든 세포형이 관찰된다. 이 때 폐의 모든 부위에서 발생할 수 있지만 특히 폐하부의 주변 부위에 좀 더 많이 발생하는 것으로 알려져 있다. 최근 연구는 석면 관련 폐암과 흡연 관련 폐암 사이에 해부학적 위치, 조직학적 특징에서 차이가 없음을 밝히고 있다.

석면 관련 폐암의 발병기전에서 간질 섬유화의 역할

은 아직 논란 중에 있다. 석면에 노출된 작업자에서 석면폐증 소견이 없더라도 폐암의 위험이 높다는 것은 밝혀졌다. 그러나 조직학적으로 확인된 석면폐증은 방사선 소견이 정상인 폐암 사례에서도 관찰될 수 있어 영상의학적으로 확인되지 않은 석면폐증의 역할에 대해서는 아직 밝혀지지 않고 있다. 현실적으로 폐암에서 석면의 원인적 연관성을 밝히기 위해 조직검사나 엑스선에서 석면폐증을 입증할 필요는 없다. 석면과 흡연에 의한 폐암 발생은 두 가지 기전에 의해 상승 작용이 발생하는 것으로 알려져 있다. 첫째는 흡연자에서 흡입된 석면섬유가 섬모운동에 의해 밖으로 빠져 나오는 능력이 떨어짐으로써 비흡연자보다 더 많이 체내에 잔류할 가능성이며, 둘째는 석면섬유로 인해 손상된 조직 때문에 흡연 시 노출되는 발암물질의 체내 흡입이 쉬워질 수 있다는 설명이다. 이는 석면 노출이 있는 작업자에서 금연교육을 하는 것을 무엇보다 중요하게 만드는 이유이다.



[그림] 석면과 흡연이 폐암에 미치는 상승 작용

악성중피종

악성중피종은 흉막이나 복막에 발생하는 악성종양으로 평균 생존 기간이 12개월 미만으로 알려져 있는 매우 치명적인 암 중의 하나이다. 이 악성종양은 석면에 의해 80~90%가 발생하는 것으로 알려져 있다. 석면에 의한 암으로 인식되고 있는 악성중피종의 발생은 상대적으로 적은 양의 석면 노출에 의해서도 가능한 것으로 알려져 있어 환경적 노출에 의한 발생 가능성도 염두에 두어야 한다.

국내에서도 악성중피종의 발생이 지속적으로 증가하고 있다. 그러나 아직 발생이 절정에 이른 나라에 비해서는 그 발생이 미미한 수준이라 할 수 있다.

석면 관련 질환의 진단

다음의 요소들은 석면 관련 질환이 예상되는 환자들을 진단할 때 포함해야 할 항목들이다. 병력, 신체검사, 임상병리검사는 필수적이며, 석면 노출력과 석면 노출이 가능한 다른 직업 관련 위험요인에 관한 보다 특이적인 조사가 필요하다.

문진과 신체검사

■ 병력(medical history)

일반적인 병력 외에도 호흡기 관련 질문, 예를 들어 호흡 곤란이 있는지 운동 능력의 감소가 나타나는지 등은 석면 관련 질환을 확인하는 데 매우 중요하다.

■ 호흡 곤란(dyspnea)

호흡 곤란에 관한 핵심 질문은 어떨 때 발생하는지, 서서히 또는 급작스럽게 발병했는지, 완만하게 진행되었는지, 일회적이었는지(호흡기 감염 이후 등) 등을 확인하면 좋다. 기립성 호흡 곤란이나 발작성 야간 호흡 곤란 여부도 물어보아야 한다. 수년에 걸쳐 서서히 진행된 운동 시 호흡 곤란은 석면폐증 환자에서 전형적이기는 하지만 언제나 나타나는 것은 아니다.

만일 환자가 현재도 근무를 하고 있다면 전에는 어려움이 없던 격렬한 작업을 최근 들어 그 나이 이상으로 하기 어려워졌는지 등에 관하여 물어보아야 한다.

■ 기침(cough)

호흡기 감염이나 만성기관지염과 관련 없는 기침은 석면폐증의 증상일 수 있다. 기침에 대해서는 발현 시기, 일회적이라면 그 기간, 그리고 가래를 동반하는지에 관

한 정보 등을 얻어야 한다. 석면폐증에서는 전형적으로 마른기침이 나타나며, 만일 가래가 있다면 그 양과 특성을 확인해야 한다. 객혈은 폐암의 첫 증후일 수도 있기 때문에 세포검사와 기관지경 등 다른 검사를 즉시 시행해야 한다.

■ 흉통(chest pain)

흉막반이 있는 환자들의 일부에서 육체적 활동이나 정서적 스트레스와 관련이 없으면서 호흡 운동에 따라 나타나거나 심해지는 흉통이 가끔 있다.

■ 호흡기 감염(respiratory infection)

유난히 잦거나 지속되는 호흡기 감염의 과거력은 주의 깊게 살펴보아야 하며, 호흡기나 순환기질환의 과거력과 이전의 검사결과들을 기록해야 한다.

■ 과거력(past medical history)

과거력을 얻을 때 혼란요인이 될 만한 질병들에 관하여 주의 깊게 질문해야 한다. 이를테면 결핵, 폐렴, 흉부 외상(특히 늑골 골절), 늑막염, 늑막삼출, 모든 유형의 암, 폐기종, 천식, 만성기관지염, 심장병, 교원성질환, 류마티스성질환(SLE, RA, AS, scleroderma / SS), 유육종증 등이다. 입원이나 수술을 필요로 했던 다른 심각한 질환에 대해서도 정보를 얻어야 하며, 약물 알레르기나 처방에 관한 내용도 얻어야 한다. 또한 정기 예방 접종, 특히 인플루엔자와 폐구균성폐렴에 대한 접종을 물어보아야 한다.

■ 가족 병력(family medical history)

가족력은 매우 유용한데 특히 부모의 나이, 가족의 병력, 가족 구성원의 직업은 중요하다. 폐암, 폐섬유화나 다른 폐질환의 가족력은 반드시 확인해야 한다. 가족의 다른 구성원으로부터 작업장의 석면 분진이 집으로 유입될 가능성과 석면 제품 생산이나 이용, 채광 시설 근처에 살고 있는지 여부도 꼭 확인해야 한다.

■ 흡연력(smoking history)

흡연을 시작한 나이, 금연한 나이(최소 6개월 이상 지속된 금연 기간 포함), 하루 평균 흡연량, 규칙적으로 피우는 최대량, 가족 구성원의 흡연 여부(특히 배우자 중요)에 관해 물어보아야 한다.

■ 일생 직업력(lifetime occupational history)

일생의 직업력 조사를 통해 과거와 현재의 석면 노출 기간과 노출 정도에 관한 정보를 얻어내야 한다.

흉부 엑스선

흉부 엑스선은 전통적으로 석면 관련 폐질환 진단의 첫 단계에서 가장 유용한 도구로 쓰여 왔다. 석면폐는 흉부방사선 사진에서 실질부 섬유화를 시사하는 중·하부의 작고 불규칙한 음영으로 나타난다. 흉부 촬영 기법과 진폐 분류는 국제노동기구(ILO)에서 제공한 표준 필름과 비교하여 그 지침에 따라 판독한다.

흉부 컴퓨터 단층촬영(computed tomography of the chest)

흉부 CT, 특히 HRCT는 흉부 엑스선(oblique view에서도)으로는 잘 알기 어려운 흉막비후 소견 발견에 매우 효과적이며, 늑막 섬유화와 비슷한 늑막하 지방 침착을 구분하는 데도 유용하다. HRCT는 일반 흉부 촬영술과 비교할 때 매우 뛰어난 민감도를 보였다. 특히 심각한 확산능의 감소나 폐기능 검사상 제한선 장애 유형을 보이고 호흡 곤란과 기저부 수포음 등의 임상 증상이 있는데도 일반 방사선 사진에서는 애매할 때 매우 유용하게 쓰일 수 있다. 또한 폐 하부 쪽만 선택적으로 절단 촬영함으로써 방사선 피폭과 시간, 경비 축소까지 할 수 있다.

최근에는 저농도의 방사선을 조사하는 spiral CT가 쓰이는데 흡연자의 비석회화 경결 소견을 발견할 때 일반 엑스선에 비해 3배의 민감도를 가지며, 폐암 발견 시 6배의 민감도를 갖는다고 한다. 이러한 기기의 진단효과

가 생존율에 얼마나 영향을 주는지 분명하지는 않지만 좀 더 이른 단계에서 악성질환을 발견해냄으로써 외과적인 치료결과를 더욱 좋게 할 것으로 기대하고 있다.

폐기능검사(pulmonary function testing)

석면성 폐질환은 폐기능 검사상 전형적인 제한성 유형을 보인다. 그러나 석면폐증이 있는 경우에도 폐기능검사가 정상 소견을 보이는 경우도 흔하다. 영상의학적 소견과 반드시 일치하지 않는 경우가 많다.

국내 석면으로 인한 직업성질환 실태

국내 악성중피종 감시 체계결과를 보면 1년 동안 악성중피종 발생이 최근 50건에 근접하고 있다. 이는 아직 악성중피종 발생이 절정에 이른 나라들에 비하면 1/30 수준이며, 향후 그 발생이 지속해서 증가할 것으로 예측하고 있다.

〈표〉 감시 체계에서 보고되고 있는 악성중피종 발생실태

발생 연도	발생 건수
2000년 이전	80
2001	14
2002	22
2003	19
2004	44
2005	38
2006	53
2007	59
2008	61
2009	45
2010	43
총	477

맺으며

석면 관련 질환의 발생은 국내 사용량을 고려할 때 향후 지속적인 증가가 예상되고 있다. 이를 고려한 예방과 보상을 위한 정책들이 마련되어야 할 것이다. 석면폐증, 폐암, 악성중피종에 대한 합리적인 업무 관련성 평가와

보상기준이 제시되어야 하고, 앞으로도 직업적으로 노출 가능한 집단인 건축물 해체작업자들에 대한 관리감독과 예방 노력이 적극적으로 이루어져야 할 것으로 보인다. 

참고문헌

- 정순희 · 고상백 · 김형렬 · 용석중 · 박태인 등, 악성중피종 감시 체계 구축, 윤용, 한국산업안전보건공단, 2010.
- Allen TC. Recognition of histopathologic patterns of diffuse malignant mesothelioma in differential diagnosis of pleural biopsies. Arch Pathol Lab Med 2005; 129:1415-20.
- Ascoli V, Comba P, Pasetto R. Urban mesothelioma: is there an emerging risk of asbestos in place? Int J Cancer. 2004; 111: 975-6.
- Camidge DR, Stockton DL, Bain M. Factors affecting the mesothelioma detection rate within national and international epidemiological studies: insights from Scottish linked cancer registry-mortality data. Br J Cancer. 2006; 95:649-52.
- Darnton AJ, McElvenny DM, Hodgson JT. Estimating the number of asbestos-related lung cancer deaths in Great Britain from 1980 to 2000. Ann Occup Hyg. 2006; 50:29-38.
- Dodson RF, Graef R, Shepherd S, O'Sullivan M, Levin J. Asbestos burden in cases of mesothelioma from individuals from various regions of the United States. Ultrastruct Pathol. 2005; 29:415-33.
- Kabir Z, Clancy L. Mesothelioma trends in the Republic of Ireland: an epidemiologic study in the context of the causal pathway. Ir Med J. 2003; 96:299-302.
- Kazan-Allen L. Asbestos and mesothelioma: worldwide trends. Lung Cancer. 2005; 49 Suppl 1:S3-8.
- McDonald JC, Harris J, Armstrong B. Mortality in a cohort of vermiculite miners exposed to fibrous amphibole in Libby, Montana. Occup Environ Med. 2004; 61:363-6.
- Peto J, Hodgson JT, Matthews FE, Jones JR. Continuing increase in mesothelioma mortality in Britain. Lancet. 1995; 345:535-9.
- Price B, Ware A. Mesothelioma trends in the United States: an update based on Surveillance, Epidemiology, and End Results Program data for 1973 through 2003. Am J Epidemiol. 2004; 159:107-12.
- Ulvestad B, Kjaerheim K, Moller B, Andersen A. Incidence trends of mesothelioma in Norway, 1965-1999. Int J Cancer. 2003; 107:94-8.
- Weill H, Hughes JM, Churg AM. Changing trends in US mesothelioma incidence. Occup Environ Med. 2004; 61:438-41.
- White C. Annual deaths from mesothelioma in Britain to reach 2000 by 2010. Br Med J. 2003; 326:1417.

석면작업 관련 규제의 현장 적용방안



이승철 교수
가톨릭대학교 의과대학
예방의학교실
한국산업안전보건공단
산업안전교육원 겸임교수

2003년 고용노동부에서 석면 함유 건축물 철거 허가 제도를 시행한 이후 약 8~9년 사이 국내 석면작업 관련 규제 및 인력 인프라의 폭발적인 양적 팽창이 이뤄졌다. 그러나 언론 및 환경단체 등을 통하여 석면작업 근로자 및 인근 주민들의 석면 노출 위험성을 지속적으로 거론하고 있으며, 일각에서는 석면작업 관련 업체의 난립으로 발생할 수 있는 문제점에 대한 우려의 목소리도 커지고 있다. 이러한 시점에서 적절한 석면 해체·제거작업 준수에 악영향을 미치는 근본적인 문제점들을 찾아 고민함으로써 석면작업 관련 근로자 및 지역 주민의 석면 노출 예방, 관리방안을 모색할 수 있을 것으로 판단된다.

들어가는 말

석면은 물리·화학적으로 내열, 내마모성, 방음, 단열성 등 좋은 특성을 가지고 있으며, 값도 저렴하므로 절연체, 충전제, 방직품, 건축자재 등 여러 가지 용도로 사용되고, 약 3,000 종류의 제품이 있다. 건축물에는 화재 방지용 뿔뿔재, 벽재, 바닥 타일, 천장재 등에 사용되며, 단열재로 보일러나 파이프라인에도 사용된다.

이러한 석면은 그 유해성으로 인해 1972년 미국 EPA에서 건물의 화재 방지용이나 단열재료의 사용이 금지되었다. 그 이후 미국, 유럽 등 선진국을 중심으로 점차 석면의 사용을 금지하기 시작하였다. 우리나라 또한 1990년 석면을 유해물질로 구분하면서 규제를 시작하였으며, 1997년(청석면, 갈석면)과 2003년(악티노라이트, 안소필라이트, 트레모라이트)에 백석면을 제외한 석면의 사용을 금지하였다. 그리고 2009

년 1월부터는 석면의 사용이 전면 금지(일부 제외)되었다.

특히 2003년에는 산업안전보건법 시행령 개정을 통하여 석면 함유 건축물 철거의 허가 제도를 시행하면서 건축물 내 석면 함유물질의 해체·제거에 대한 법적 규제의 틀을 마련하였다. 이어 2009년 2월 석면 해체·제거업체의 등록제 및 석면 조사기관의 허가제가 도입되었다. 이에 따라 현재(2011년 1월 기준) 석면 해체·제거업체는 1,569개, 석면 조사기관은 154개가 고용노동부에 등록하거나 또는 허가를 받은 상태이다. 한편, 석면 관련 협회 및 산업안전보건교육원을 통하여 석면작업의 안전보건교육을 실시하고 있다.

우리나라는 석면 해체·제거작업에 대한 구체적인 논의를 시작한지 불과 5~6년 사이에 많은 규제와 관리방안, 놀라울 만큼의 석면 해체·제거작업 관련 인프라를 구축하였다. 그러나 이러한 정부 등의 많은 노력에도 불구하고, 끊임없이 부적절한 석면 해체·제거작업 및

근로자와 지역 주민의 석면 노출에 대한 논란이 이어지고 있다. 무엇이 문제인가?

문제 인식

우리나라의 석면 해체·제거작업 근로자 및 지역 주민 보호를 위한 규제는 미국 등 선진국의 이론적 기술, 관리방안 및 제도를 바탕으로 제안되었다.

미국은 1986년 AHERA(Asbestos Hazard Emergency Response Act)를 제정한 이후 OSHA(Occupational Safety and Health Administration) 및 EPA(Environmental Protection Agency) 등에서 지속적으로 석면 해체·제거작업과 관련한 많은 규제를 제정하였다. 영국 또한 HSE(Health & Safety Executive)에서 1992년 The Management of Health and Safety at Work Regulations의 제정을 시작으로 석면물질 취급 근로자에 대한 규제들을 제정하였다.

2010년 산업안전보건연구원에서는 ‘석면 해체·제거작업 제도 이행실태 평가 및 근로자 건강 보호방안 연

구’를 통해 석면 해체·제거작업 관련 제도의 이행실태를 파악하고자 석면 해체·제거작업 종사자(사업주, 관리자, 근로자)에 대한 석면 관련 규제 인식도 및 준수도 설문 조사를 실시하였다. 세부적인 설문 항목은 ‘석면 해체·제거작업 관리기준(석면 농도기준의 준수, 관리감독의 조치, 서류의 보존), 석면 해체·제거작업 세부 규정(출입 금지, 격리, 밀폐 등, 국소배기장치(음압기) 설비 등, 위생설비의 설치 등)’ 등으로 나눠 조사하였다 <표 1·2>.

그 결과, 전반적으로 사업주, 관리자, 근로자 순으로 낮은 인식도와 준수도를 보였다. 특히 근로자는 인식도가 ‘별로 또는 전혀 명확하지 않음’에 43.1~56.9%, 준수도는 ‘대체로 또는 전혀 준수 안됨’에 37.9~50.0%를 보여 상대적으로 매우 낮은 것으로 조사되었다. 관리자의 응답을 살펴보면, ‘국소배기장치(음압기)의 설비 등’의 인식도를 제외한 대부분 항목의 인식도는 ‘대체로 명확(54.2~70.8%)’하다고 응답한 반면, 준수도는 ‘서류 보존’과 ‘국소배기장치(음압기)의 설비 등’을 제외한 모든 항목에서 대체로 ‘준수 안됨(37.5~62.5%)’

<표 1> 석면 해체·제거작업관리 규제에 대한 인식도 및 준수도

구분	설문 내용	직위	인식도(A/B*, %)	준수도(A/B*, %)
작업관리기준	석면 농도기준의 준수	사업주	대체로 명확(13/25, 52.0)	대체로 잘 준수(10/25, 40.0)
		관리자	대체로 명확(17/24, 70.8)	대체로 준수 안됨(13/24, 54.2)
		근로자	전혀 명확하지 않음(80/123, 46.5)	대체로 준수 안됨(44/116, 37.9)
	관리감독의 조치	사업주	대체로 명확(14/25, 56.0)	매우 잘 준수(12/25, 48.0)
		관리자	대체로 명확(11/24, 45.8)	대체로 준수 안됨(9/24, 37.5)
		근로자	전혀 명확하지 않음(89/123, 51.7)	대체로 준수 안됨(45/116, 38.8)
	서류의 보존	사업주	매우 명확(14/25, 56.0)	매우 잘 준수(15/25, 60.0)
		관리자	대체로 명확(15/24, 62.5)	대체로 잘 준수(15/24, 62.5)
		근로자	전혀 명확하지 않음(86/123, 51.7)	전혀 준수 안됨(38/76, 50.0)
작업 세부규정	출입 금지, 격리, 밀폐 등	사업주	매우 명확(23/25, 92.0)	매우 또는 대체로 잘 준수(20/25, 80.0)
		관리자	매우 명확(13/24, 54.2)	대체로 준수 안됨(12/24, 50.0)
		근로자	별로 명확하지 않음(53/123, 43.1)	대체로 준수 안됨(50/123, 40.7)
	국소배기장치(음압기)의 설비 등	사업주	대체로 명확(18/25, 72.0)	대체로 잘 준수(11/25, 44.0)
		관리자	별로 명확하지 않음(11/24, 45.8)	대체로 잘 준수(8/24, 33.3)
		근로자	별로 명확하지 않음(57/123, 46.3)	대체로 준수 안됨(52/123, 42.3)
	위생설비의 설치 등	사업주	매우 명확(13/25, 52.0)	대체로 잘 준수(11/25, 44.0)
		관리자	대체로 명확(13/24, 54.2)	대체로 준수 안됨(15/24, 62.5)
		근로자	별로 명확하지 않음(70/123, 56.9)	대체로 준수 안됨(61/123, 49.6)

* A : 응답자수(명), B : 설문자 총수(명)

〈표 2〉 석면 해체·제거 관련 교육 이수자 현황(2010년 8월 현재)

교육과정	교육대상자	교육기관별 교육과정 이수자수(명)			합계
		A기관	B기관	C기관	
관리자교육	사업주, 관리자	1,029	1,882	803	3,714
근로자교육	근로자	-	1,303	54	1,357
총합계		1,029	3,185	857	5,071

에 응답하였다.

이 조사의 결과를 통하여 다음과 같은 의문점을 가질 수 있다.

- 왜 석면 해체·제거작업 규제에 대한 근로자의 인식도와 준수도가 낮은가?
- 왜 현장 관리자의 인식도는 대체로 높은 반면 준수도는 낮은가?

이밖에 같은 연구에서는 각 항목별 규제가 준수되지 않은 이유를 조사하였다. 이의 준수도 조사결과, ‘관리 감독의 조치’와 ‘출입 금지, 격리, 밀폐 등’을 제외한 모든 항목에서 응답자는 ‘현실적으로 수행할 수 없어서’가 가장 많았다. 특히 ‘서류의 보존’ 항목에서는 사업주와 관리자는 ‘모두 준수한다’고 응답한 반면 근로자는 ‘잘 몰라서(기타의 ‘모름’으로 기입한 응답자 포함)’라고 80%(32명/40명)가 응답하였다.

원인 파악

왜 석면 해체·제거작업 규제에 대한 근로자의 인식도와 준수도가 낮은가?

■ 석면 해체·제거작업 근로자에 대한 교육 부재

2009년 2월에 개정된 산업안전보건법 시행규칙 제80조의 5에 따라 석면 해체·제거작업자는 [별표 10의 4]의 인력기준에 따라야 하며, 일반적으로 석면 해체·제거작업자를 신설하고자 할 때 고용노동부에서 인가한 석면 관련 협회에서 교육을 이수하여야 한다. 그러나 2011년 1월 기준 고용노동부에 등록된 석면 해체·제거업체수가 1,569개 사업장인데 반해 2010년 8월 현재 국내 석면 관련 협회들에서 교육을 이수한 인원은 총 5,071명으로 업체 당 약 3.2명 정도이다.



건설 분야에서는 일용 근로자가 많으므로 석면안전에 대한 교육을 충실히 한다 하더라도 지속적인 교육으로 인한 관련 규정의 인지와 준수의 향상은 기대하기 힘든 실정이다.

더욱이 교육 이수자에는 사업주와 관리자가 포함되어 있는 경우가 많아 실제 현장에서 작업을 수행하는 근로자는 그보다 적을 것으로 판단된다. 또한 사업주 및 관리자가 작업 전 근로자교육을 수행하여야 하지만 현행 3일간의 교육 이수만으로 근로자교육을 효과적으로 수행할 수 있을지에 대한 논란도 있다.

■석면 해체·제거작업 근로자의 고용형태(일용직 근로자) 문제

건설 분야의 현장 근로자는 상당 부분이 일용 근로자로 알려져 있다. 실제로 통계청의 ‘2010년도 경제활동인구 조사’를 살펴보면, 2009년 건설 분야의 일용직 근로자를 61만명으로 추산하고 있다.

필자가 수년간 접한 현장 또한 관리자 1~2인을 제외하고 대다수 근로자가 일용직 근로자였다. 게다가 석면 해체·제거업체는 비교적 영세하여 실제 석면작업을 수행하는 인력을 상근 근무자로 채용하는 것은 어려울 것으로 예상된다. 따라서 사업주 및 관리자가 근로자의

석면안전에 대한 교육을 충실히 한다 하더라도 지속적인 교육으로 인한 관련 규정의 인지와 준수의 향상은 기대하기 힘든 실정이다.

왜 현장 관리자의 인식도는 대체로 높은 반면 준수도는 낮은가?

석면 해체·제거작업 인식도 조사결과, 준수하지 않은 이유로는 ‘현실적으로 수행할 수 없어서’가 가장 많았다. ‘현실적으로 수행할 수 없다’는 것의 의미는 무엇일까?

■규제 준수를 위한 기술력 부족

일용직이 대부분인 석면작업 현장에서 기술력을 보유하고 있는 직위는 사업주나 관리자로 예상할 수 있다. 그러나 현재 법상 보수교육 또는 정기적인 교육의 조건이 없는 상태에서 단 3일만의 교육으로 충분한 기술력 확보는 어려울 것으로 판단된다.

미국의 경우는 Asbestos Model Accreditation Plan(MAP)의 재교육 코스에 따라 매년 보수교육을 수행하여 그 자격을 유지하도록 규정하고 있으며, 이를 통해 재교육을 실시하고 있다.

〈표 3〉과 같이 석면 해체·제거작업에는 많은 분야의 기술적인 고려가 필요하다. 예를 들어, ‘습식방법의 여부’의 경우 단순히 습식작업의 수행 여부가 아니라 석면 함유물질 내 석면의 유형 및 함량과 잔류 먼지 및 비산 먼지 등의 작업 현장을 고려하여 적절한 습윤제 배합비율과 습윤제 살포 시기를 선정하는 것을 의미한다. 이와 같이 석면 해체·제거작업의 전문적인 기술력을 습득하기 위해 3일간의 교육만으로는 부족할 것으로 판단된다.

■부적절한 공사비 책정

최근 석면 관련 단체에서 발주자의 적정 원가 미산정, 과당경쟁, 다단계 하도급으로 인한 적정 공사비 부족 등으로 인해 산업안전보건연구원에서는 ‘석면 해체·

〈표 3〉 석면 해체·제거작업 평가 항목 요약

항목	세부 항목
석면 해체·제거방법	습식방법 여부
	작업장 배기방법
	석면 잔존물 처리방법
	습윤제 및 표면 고정 처리제 분무방법
	작업자 관리방법
	단열제 내 존재하는 철근 절단방법
정화설비	일반사항
	작업복 갱신일이 갖추어야 할 요건
	샤워실이 갖추어야 할 요건
	탈의실이 갖추어야 할 요건
	배수시설
	작업 전 탈의실
해체·제거 작업장 평가	작업 후 점검사항
	작업장 밀폐 확인
	작업장 내 밀폐 여부 육안 조사
	기구 점검 및 수리 현황
	육안검사와 연기 테스트를 이용한 검사
	음압 유지
	전반적인 검사(비산방지제 및 청소상태 등)
	최종 점검

* 발췌 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원, 석면작업 안전보건(2010), pp.297~300

제거공사 분리 발주 도입에 대한 제도의 실효성 연구'(2010. 9)를 수행하여 개선방안으로 재하도급 방지를 위한 덤핑 방지 제도 마련(제한적 최저가 입찰제), 표준 품셈 및 표준일위대가 등을 통한 적정단가 근거 마련을 제시한 바 있다. 선진국의 경우 분류 발주를 해야 한다는 개별법 규정은 없지만 실태적으로 분리 발주를 시행하고 있는 것을 확인하였다.

실제로 필자가 '석면작업 안전보건'에 대한 강의 중 많은 석면 해체·제거 종사자들이 재하도급, 덤핑, 표준품셈의 부재 등으로 규제에 대한 준수가 어렵다는 고충을 수차례 털어 놓기도 하였다. 또한 석면 해체·제거작업의 기술력 미비와 낮은 공사 비용이 상호 영향을 미치고 있을 것으로 판단된다. 아무리 좋은 기술력을 가지고 있더라도 적절하게 수행할 공사 비용을 받지 못

한다면 실행할 수가 없고, 비록 적절하게 받더라도 기술력 부족으로 인해 규제 준수 능력이 없기 때문이다.

해결방안

석면 해체·제거작업 종사자 교육 확대

석면작업 근로자는 상당수 일용직 근로자이고, 석면 해체·제거업체가 대부분 영세할 것으로 예상되는 상황에서 근로자의 교육 확대에 대한 어려운 점이 분명 있을 것이다. 그러나 관련 규제의 인식도가 낮은 상태에서 높은 준수도를 기대하기는 어려우며, 특히 석면이라는 발암성물질 취급작업임을 감안할 때 석면작업 종사자를 대상으로 한 교육 확대는 반드시 필요하다.

무엇보다 근로자교육과 정기적인 보수교육을 통하여 석면의 유해성 및 관련 규제의 인지도를 높이는 것이 바람직하다고 본다. 미국의 경우에도 EPA의 AHERA MAP에 따라 석면 해체·제거작업 근로자에 대한 교육을 이수하여야 석면 해체·제거작업을 수행할 있도록 하고 있으며, 매년 보수교육을 실시하고 있다.

석면 해체·제거작업 근로자의 근무 경력 문서화

석면작업 근로자의 고용형태는 석면작업의 안전성을 확보하기 위한 근본적인 개선대책이 될 것이다. 그러나 건설 분야의 특성상 일용직 근로자의 활용이 확대되어 있고, 비교적 영세할 것으로 예상되는 석면 해체·제거업



석면 해체·제거공사 분리 발주를 위한 제도의 도입에 의한 적정 공사비의 책정은 관련 규제 준수에 근본적인 영향을 줄 것으로 기대된다.

체 실정에서 근로자의 고용을 상근직으로 요구하는 것은 무리일 수 있다. 따라서 석면작업을 수행하는 일용직근로자의 근무 경력 등을 문서화하는 것이 좋은 방안일 수 있다. 문서화 내용은 교육 이수 내역, 근무 기간, 작업내용 등이며, 이와 같은 정보의 기재는 근로자 자신의 석면 해체·제거작업의 경력 입증뿐만 아니라 향후 발생할 수 있는 석면에 의한 건강 장애의 원인 규명에서 근거자료로 활용이 가능하다.

근로자의 석면작업 경력 문서화에 건강관리수첩의 활용은 매우 효과적인 방법이 될 수도 있다. 현재 산업안전보건법 시행규칙 [별표 14의 2]에 따라 석면 해체·제거작업에 1년 이상 종사한 자는 건강관리수첩 발급대상으로 구분되어 있다.

석면 해체·제거작업 기술 평가 및 석면작업 감리를 위한 전문가 양성

석면 해체·제거공사 분리 발주를 위한 제도의 도입에 의한 적정 공사비의 책정은 관련 규제 준수에 근본적인 영향을 줄 것으로 기대된다. 그러나 적정 공사비의 책정을 위해 석면 해체·제거작업 전문가를 통하여 적절성을 평가하는 것이 선행되어야 한다. 규제 준수에 따라 설계된 적절한 석면 해체·제거작업방법은 적정 원가 미산정, 다단계 하도급으로 인한 적정 공사비 부족 등을 방지할 수 있기 때문이다. 그러나 현재 국내에는 석면 해체·제거작업의 평가 및 감리가 법적으로 규정되어 있지 않아 일부 전문가에 의한 석면 감리를 수행한 경우를 제외한다면 석면 해체·제거작업에 대한 기술 평가는 거의 없을 것으로 예상된다. 따라서 석면 해체·작업방법 설계에 대해 검토할 수 있는 전문인력 양성이 필요할 것으로 판단된다.

맺음말

지난 2003년 고용노동부에서 석면 함유 건축물 철거 허가 제도를 시행한 이후, 지난 약 8~9년간 관련 정부

석면작업 근로자의 고용형태는

석면작업의 안전성을 확보하기 위한

근본적인 개선대책이 될 것이다.

그러나 건설 분야의 특성상 일용직 근로자의 활용이

확대되어 있고, 비교적 영세할 것으로 예상되는

석면 해체·제거업체 실정에서

근로자의 고용을 상근직으로 요구하는 것은 무리일 수 있다.

따라서 석면작업을 수행하는 일용직근로자의 근무 경력 등을

문서화하는 것이 좋은 방안일 수 있다.

문서화 내용은 교육 이수 내역, 근무 기간, 작업내용 등이며,

이와 같은 정보의 기재는 근로자 자신의

석면 해체·제거작업의 경력 입증뿐만 아니라

향후 발생할 수 있는 석면에 의한 건강 장애의 원인 규명에서

근거자료로 활용이 가능하다.

기관들을 통해 많은 법적 규제를 제정하였다. 그 사이 고용노동부에 신고된 석면 해체·제거 허가 건수는 2004년 8건이었던 것이 매년 엄청나게 증가하여 2010년에는 1만 8,000여 건이 되었고, 석면 해체·제거작업 관련 인프라 또한 엄청난 양적 성장을 보였다.

석면작업 감리 관련 규정 제정 및 역할 등에 대한 논의가 구체적으로 되고 있는 시점에서 지금까지의 규제를 재정비하고 석면 해체·제거작업 근로자를 포함한 종사자교육 확대방안 구축과 적정 단가의 책정 등을 통해 질적 성장을 이뤄내야 할 시점이다. ㉔

참고문헌

- 통계청, 경제활동 인구 조사, 2010.
- 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원, 석면에 의한 건강 장애 예방 (1), 보건 분야 - 연구자료, 연구원 2006-245-976.
- 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원, 석면 해체·제거작업 제도 이행실태 평가 및 근로자 건강보호방안 연구, 보건 분야 - 연구자료, 연구원 2010-74-891.
- 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원, 석면 해체·제거공사 분리 발주 도입에 대한 제도의 실효성 연구, 보건 분야 - 연구자료, 연구원 2010-60-840.
- EPA, Appendix C to Subpart E of Part 763-Asbestos Model Accreditation Plan.

석면관리, 앞으로 어떻게 해야 하나?



김현욱 교수
가톨릭대학교 의과대학
예방의학교실

국내 석면 해체·제거작업은 국내 건축문화(최저가 입찰, 석면 해체·제거작업에 대한 부정적인 시각 등), 적절한 기술표준안의 부재, 구체적인 법 미비, 석면 해체·제거작업의 전문성 부족 등의 문제점들을 가지고 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 근로자들을 교육할 수 있는 전문기관, 석면작업 현장을 관리·감독할 수 있는 인프라 구축, 단지 '불가능하다'는 사고의 변화 등이 필요하다. 석면 해체·제거작업 관련 종사자들이 안전하고 건강하게 근무할 수 있도록 하는 것은 분명 산업안전보건 관련자들의 의무이자 책임이며, 근로자의 건강뿐만 아니라 지역 주민들의 건강을 확보하기 위하여 관련된 모든 당사자가 협심하여 노력하여야 한다.

머리말

2009년 연초부터 국내에서는 석면과 관련된 굵직한 사건들이 연이어 터져 나왔다. 작년에 과거 부산 소재 석면공장의 인근 주민이 악성중피종에 걸린 경우가 사회 이슈화되더니 2010년 1월부터는 충남 소재 석면광산에 종사하였던 근로자와 인근 주민들에서 조사대상 주민의 70% 이상이 석면 관련 질병에 걸린 발표가 있었고, 이어서 4월에 베이비 파우더로 사용되는 탈크에 석면이 함유된 것과 5월에 시멘트에 석면이 섞여 있는 일 등으로 전국이 들끓게 되었다. 그 외중에 대기업체의 본관을 리모델링하면서 건물 내에 사용되었던 석면을 제거하는 과정에서 석면이 외부로 방출되어 환경단체와 언론의 이슈가 된 일도 발생하였다.

2010년에는 우리나라에서 석면 사용을 전면적으로 금지하도록 하였다. 따라서 앞으로는 지금까지 사용되었던 석면을 관리, 제거하는 문제가 남아 있다.

석면은 인체에 대한 건강위험 때문에 지속적으로 사회 문제화되어왔고, 그간 사용된 석면이 완전히 제거될 때까지 수 십 년 이상 계속해서 문제가 발생할 우려가 높다. 이에 본고에서는 석면의 관리에 대하여 거론하기로 한다. 구체적으로는, 먼저 향후 심각한 건강상 문제점으로 발전할 가능성이 매우 높은 건축물 내에서의 석면 사용실태 및 추이를 검토하였다. 그리고 지금까지 석면을 안전하게 해체 및 제거하는 작업에 대한 문제점을 짚어보고, 향후 대책을 고찰하고자 하였다.

석면 함유 건축자재의 국내 사용실태

석면은 자연적으로 생성된 광물질로서 다양한 형태로 존재하나 그 중에서 백석면, 청석면, 갈석면 등이 주로 산업용으로 사용되었다. 석면은 일반적으로 알려진 바와 같이 내열, 내마모, 방음, 단열성 등 건축자재로서의 매우 유용한 특성들을 가지고 있으며, 값도 저렴하기

때문에 절연체, 충전재, 벽재, 미장재, 바닥 타일 등 3,000여 제품에 광범위하게 사용되었다. 본고에서는 이들 제품에서 국내에 들어온 석면이 사용된 실태와 추이를 살펴보도록 한다.

우리나라에서는 과거 소량의 석면이 생산되었으나, 산업체에 사용된 석면은 거의 전량을 수입에 의존하였다. 수입량은 1960년대부터 점차 증가하여 1980~1990년대 연간 8만 톤 정도가 수입되어 정점을 이루었고, 1990년대 후반 이후 차츰 감소하여 2006년도에는 6,000톤 정도만 수입되었다.

수입된 석면이 사용된 것은 주로 석면 슬레이트로 그 생산은 70년을 넘었다. 석면 방직업은 1969년 시작되어 35년이 되었으며, 브레이크 라이닝의 경우는 1970년대 중반부터 생산되어 30년 정도의 역사를 가지고 있다.

수입 석면의 80% 이상이 건축자재로 사용되었는데, 1970년대에는 약 96%가 건축자재인 슬레이트에 사용되었다. 그렇지만 1990년대에는 슬레이트와 보온단열재인 건축내장재, 천장재, 바닥재 등에 약 82%를 사용하여 왔다.

경제 발전 5개년 계획이 시작된 1960년대와 1970년대 초에는 새마을운동의 일환으로 초가지붕의 슬레이트 개량이 붐을 이루면서 슬레이트 생산을 위하여 많은 석면이 수입되었다. 또 이때부터 서울에 대형 건물들이 신축되면서 석면이 많이 사용되었을 것으로 추정된다. 천장재나 벽면재인 석면보드, 보온단열재나 방열, 방화 등의 석면 압축판 등에서 사용이 증가되어 직접 아파트 건축이나 거주환경, 일반사업장에서도 사용되었을 가능성이 많다.

석면 관련 질환 및 관련 법규

석면에 노출되어 발생하는 질병으로는 대표적으로 석면폐증, 악성중피종, 폐암 등이 있으며, 그 외에 직장암, 후두암, 난소암 등이 있다고 알려져 있다.

우리나라에서 석면 관련 질병이 발견되기 시작한 것은 비교적 최근으로, 1987년에 석면포와 슬레이트 제조업 근로자에서 석면폐의증이 발견되었고, 악성중피종이 진단된 것은 1993년이며, 석면폐증은 1994년에 4명의 근로자에서 발견되었다. 석면 관련 질병은 주로 석면을 취급하던 근로자나 석면 광부 등에서 발생하였으나 최근 들어 간접적으로 노출된 주변 주민들에서도 발견되기 시작하였다.

이렇게 석면작업자에서 석면폐나 악성중피종 등이 발견되고 석면의 유해성과 발암성이 밝혀지면서, 고용노



‘석면의 해체·제거작업’이란 석면 함유 설비 또는 건축물의 파쇄, 개·보수 등으로 인하여 석면 분진이 흩날릴 우려가 있고 작은 입자의 석면폐기물이 발생되는 작업을 의미한다.

동부에서 먼저 유해성이 상대적으로 강한 청석면과 갈 석면의 사용을 1998년부터 전면 금지(산업안전보건법 제37조)하였다.

백석면의 경우는 사용 시 허가 대상물질로 규정(산업 안전보건법 제38조)하는 등 법적인 규제가 강화되었고, 작업장 내의 공기 중 노출기준도 꾸준히 강화되었다. 이런 규제가 도입되고 강화된 것이 석면 사용 감소의 한 이유로 보인다.

또 환경부에서 2005년부터 다중 이용 시설에 관한 실내 오염물질 관리방안으로 실내 석면 농도의 권고기준을 정하여 일반환경 중에서 석면을 관리함으로써 친환경적 건축자재 사용에 의한 수요 감소를 가져온 것도 하나의 이유가 될 수 있다.

이러한 법적인 강화에 따라 산업체에서는 석면을 사용하여 제품을 생산하는 업체가 1990년 43개 사업장이 있었으나, 2008년도에는 석면 제조, 사용 허가사업장 수가 13개로 그 수가 많이 감소되었다. 아울러 석면의 규제에 의한 생산비용의 증가와 앞으로 예상되는 직업병 발생으로 인한 산업재해 보상이나 제조물 피해보상법(PL법) 등을 이유로 제3국으로 생산 기지를 옮기거나 대체물질의 개발로 그 수요는 더 줄어들 것으로 예상된다.

이미 국내 대기업체는 석면이 함유된 슬레이트나 텍스, 밤 라이트 등의 건축자재를 더 이상 제조하지 않고 있다. 석면 대체물질이 개발 확산되면서 브레이크 라이닝 같은 생산 제품에서도 다른 물질을 사용하고 있으며, 여타 제품에서도 석면의 사용비율을 줄이고 있다. 2010년부터는 모든 석면에 대하여 전면 수입 및 사용 금지가 시작되어 우리나라는 아시아에서 일본에 이어 두 번째 석면 사용 금지 국가가 되었다.

석면 함유 건축자재의 해체·제거

‘석면의 해체·제거작업’이란 석면 함유 설비 또는 건축물의 파쇄, 개·보수 등으로 인하여 석면 분진이

흩날릴 우려가 있고 작은 입자의 석면폐기물이 발생되는 작업을 의미한다.

산업안전보건법 제38조 1항에서는 석면 해체·제거 허가대상 건축물을 1%를 초과하는 석면을 함유한 설비 또는 건축물로 규정하고 있으며, 또한 건축법 시행규칙 제24조 및 별지 제25조 서식 개정으로 허가대상 건축물을 철거하고자 하는 자는 철거 예정일 7일 전까지 별지 제25호 서식의 건축물철거·멸실신고서에 석면 함유 여부를 기재하고 시장·군수·구청장에게 제출하여야 한다.

이에 따라 일반 주택(공동 주택 포함), 상가 건물, 공공기관 건물 등의 모든 건물은 건물을 철거 또는 재건축 등의 공사가 있을 때는 건물 내 석면 함유 자재의 유·무를 파악하여 해당 관서에 신고하여야 하며, 석면 함유 자재가 있는 경우는 고용노동부의 법령에 따라 해체·제거작업을 시행하고 있다.

국내의 경우 과거에 사용된 석면 함유 건축물의 노후화 및 구조물의 활용성 저하 등으로 인한 해체작업이 증가하고 있으며, 이 과정에서 석면 함유 건축자재 또는 석면 제품과 건축물 해체작업 근로자들이 석면 분진에 노출될 가능성이 있다.

해체·제거에서 가장 위험한 석면은 화재 예방이나 방음 등의 목적으로 표면에 뿔칠되어 있는 부스러지기 쉬운(friable) 석면이다.

이는 손가락의 힘으로도 부스러져 가루가 공기 중으로 비산할 수 있는 상태이며, 이 경우 가장 높은 수준의 밀폐와 습식작업 등으로 비산 방지를 철저히 해야 하는 작업이다.

석면 해체·제거작업과 관련한 문제점

석면 함유 건축자재 해체·제거에서 발생할 수 있는 문제점은 크게 국내 건축문화로 인해 발생하는 요인, 관련 기술 제공의 부재, 관련 법 정비 미비, 전문가 부족 등으로 구분할 수 있다.

국내 건축문화에서 발생하는 요인

철거 및 건축 현장은 마치 공사 일정을 최대한 줄여 인건비, 장비 사용비 등의 직접비를 절감하기 위한 전장과 같은 곳이다. 이러한 건축 현장에서는 현재까지 석면 함유 자재의 해체·제거작업은 공사 기간이 늘어나고 공사비용도 증가시키는 부정적인 요인으로 간주될 수도 있다. 실제로 현장에서는 별도로 발주되지 않고 시행되는 경우가 많다. 또한 석면 함유 여부를 신고하지 않거나, 신고를 하더라도 근로감독관의 허가만 받으면 한시라도 급히 석면 함유 건축자재를 해체·제거하기 위하여 적절치 않는 방법을 시행하는 경우가 비일비재하다.

이러한 현실은 공공기관에서 진행되는 철거 현장에서도 발생하고 있다. 연초에 예산을 산출할 당시에는 고려되지 않았던 석면 함유 건축자재 해체·제거 작업이 발생하면 이미 책정된 예산 변경이 어려워 해체·제거 작업 시의 공사비용을 부담할 수 없게 된다. 때문에 철거업체에서도 공공기관에서 제시하는 적은 예산으로 공사를 진행하기 위하여 약식 또는 부적절한 방법으로 석면 함유 건축자재를 해체·제거하게 되는 것이다. 또 석면이 유해한지에 대한 정확한 정보도 없어서 현장에서 큰 관심을 두지 않고 적당히 작업하거나 일반 건축물 철거와 같이 시행하는 경우도 많이 있다.

적절한 기술표준안의 부재

우리나라도 석면 해체·제거 매뉴얼을 제공하고는 있지만(한국산업안전보건공단, 2006), 이마저도 간단한 작업방법에 대한 제시 정도에 그치고 있다. 따라서 매우 다양한 작업이 이루어져 있는 철거 현장에서 현재 있는 지침서 내용만으로는 적용이 쉽지 않다.

예를 들어, 실제로 작업 현장에서는 한 사람이 들어가기도 힘든 1/2평 정도의 아파트 다용도실 또는 화장실 등의 천장에서 비닐 보양과 음압설비 설치, 제거가 어려운 장판접착제(폐기물 양의 차이가 큼), 좁은 공간에서의 샤워장 설치, 전기와 물의 공급이 끊어진 상태의

우리나라에서 석면 관련 질병이

발견되기 시작한 것은 비교적 최근으로, 1987년에 석면포와 슬레이트 제조업 근로자에서 석면폐의증이 발견되었고, 악성중피종이 진단된 것은 1993년이며, 석면폐증은 1994년에 4명의 근로자에서 발견되었다. 석면 관련 질병은 주로 석면을 취급하던 근로자나 석면 광부 등에서 발생하였으나 최근 들어 간접적으로 노출된 주변 주민들에서도 발견되기 시작하였다.

이렇게 석면작업자에서 석면폐나 악성중피종 등이 발견되고 석면의 유해성과 발암성이 밝혀지면서, 고용노동부에서 먼저 유해성이 상대적으로 강한 청석면과 갈석면의 사용을 1998년부터 전면 금지(산업안전보건법 제37조)하였으며, 백석면의 경우는 사용 시 허가 대상물질로 규정(산업안전보건법 제38조)하는 등 법적인 규제가 강화되었고, 작업장 내의 공기 중 노출기준도 꾸준히 강화되었다.

고층 빌딩이나 아파트에서의 음압 시스템 및 샤워장 설치, 석면 함유 자재로 밝혀진 천장 텍스 해체·제거 시 작업 등이 이루어진다. 이밖에도 관련 작업은 가구 또는 사무실별 구분 없이 전 층이 모두 연결되어 있어 기능적 공간으로 구분하였을 때 보양이 전혀 의미가 없는 경우, 석면 슬레이트 지붕이 있는 경우 등 매우 다양하다.

이런 상황에 대한 대응책은 매뉴얼에 없으며, 그때그때 상황에 맞게 대처할 수밖에 없다. 또 석면 농도가 작업방법이나 여건에 따라 다르지만 현재는 뽑힐된 석면 작업을 예상하여 정해진 전면형 보호구로 되어 있어 사용이 불편하므로 상황에 맞는 적절한 호흡보호구를 선정하고 착용하는 것도 문제가 되고 있다.

구체적인 관련 법 미비

우리나라의 법에는 석면 함유 건축자재 해체·제거에 대한 법적인 규제가 구체적이지 못해 현장에서 다양하

게 발생하는 석면 함유 자재의 해체·제거형태에 대해 담당자나 근로감독관조차 현행 석면 관련 법령 적용에 어려움을 겪고 있다.

미국은 근로자가 석면 함유 물질을 해체·제거 시 OSHA(Occupational Safety and Health Administration, Asbestos Construction Standard 29 CFR§1926.1101)의 미 연방법에 따른 법률 적용을 받고 있다. 각 주 역시 연방법에 명시되어 있는 방법을 토대로 더 엄격하거나 연방법에 준한 석면 함유물질 해체·제거 법령 및 해체·제거 시의 지침서를 가지고 있다.

예를 들어, 건축산업과 관련 연방법(29 CFR Part 1926.1101)에서 석면에 관한 작업 시 석면 노출을 규제하기 위해 법령을 제정하였다. EPA(Environmental Protection Agency)의 AHERA(Asbestos Hazard and Emergency Response Act, 40 CFR 763)에서는

석면 함유 자재 해체·제거작업에 대한 전문가들의 조건과 역할 등이 자세히 기술되어 있으며, NESHAP(National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants, 40 CFR 61)에는 건물 내 석면 철거에 대한 내용이 자세히 기술되어 있다.

우리나라에서는 각 부처마다 법이 있기는 하지만 건물 내 석면의 해체·제거작업에 대한 규정은 고용노동부만 가지고 있다.

석면 해체·제거작업의 전문성 부족

실제 우리나라에서 건물 내 석면 함유 자재 해체·제거작업을 실시한 것이 불과 3~4 년여밖에 되지 않지만, 그동안 이 작업이 이익이 많이 나는 분야로 잘못 알려지면서 석면 조사업체가 170개 소, 석면 제거업체가 1,400개 소 등 우후죽순격으로 많이 생겨났다.

이렇게 석면 해체·제거 전문업체는 늘었으나 경험이 있는 기관은 극소수에 불과하며, 이들 업체 내에 전문교육을 받은 사업주와 근로자도 거의 없다. 게다가 석면 해체·제거 전문 근로자를 교육시킬 수 있는 기관도 한두 곳이어서 향후 더 큰 문제가 될 수 있다. 또한 석면 함유 자재 해체·제거작업 시 특수건강진단을 받아 건강상의 문제가 없는 근로자로 판명이 되어야 작업을 할 수가 있는데, 특수건강진단을 받은 사람은 모두 한국인이지만 실제 현장에 나가 보면 외국인 작업자도 많은 형편이다.

이들 외국인 근로자들의 경우 대다수가 어떠한 검사도 없이 작업장에 투입될 뿐만 아니라 안전교육 등의 실시에서도 많은



우리나라에서는 법적으로도 아직 석면작업을 감독할 수 있는 관리감독자도 지정되어 있지 않고, 석면 해체·제거작업을 설계 디자인할 수 있는 전문가도 없는 실정이다.

문제를 안고 있다. 대부분 한국어를 못하기 때문에 안전교육 또는 석면에 대한 유해성 교육의 전달이 충분치 못하리라는 것은 쉽게 예상할 수 있다.

우리나라에서는 법적으로도 아직 석면작업을 감독할 수 있는 관리감독자도 지정되어 있지 않고, 석면 해체·제거작업을 설계 디자인할 수 있는 전문가도 없는 실정이다. 석면 해체·제거가 제대로 이루어지려면 이들 전문가를 양성할 수 있는 기관이 빨리 설치되어야 한다.

석면 해체·제거작업 관련 해결방안

석면 함유 건축자재의 해체·제거의 문제점으로 평가해보면, 국내에 건물 내 석면 함유 자재의 해체·제거작업에 대한 전문 업체 및 전문 근로자가 부족하며, 해당 근로자들을 교육할 수 있는 전문기관, 현장을 관리감독할 전문 감리자 등의 인프라 구축이 미비하다는 결론이다.

물론 한국산업안전보건공단에서 간단한 교육을 시키고 있으나 지속성과 전문성이 떨어지며, 또 실제 현장에 투입되는 인원이 교육을 받는 경우는 매우 드물다. 몇몇 대학기관과 연구기관에 전문가가 있다고 하더라도, 미국 등 선진 외국의 경우와 같이 석면 해체·제거작업 전문 근로자, 전문 감독자 등을 교육, 인증하여 현장의 석면 해체·제거작업을 수행하는 모든 근로자를 관리할 수 있는 기관이 없는 상태이다. 따라서 이런 점을 감안할 때 다음과 같은 방안을 생각해볼 수 있다.

- 석면 전문 교육기관을 인가해서, 이 기관으로 하여금 전문교육을 이수한 사업주와 근로자를 양성시켜 석면 관련 작업을 규정된 절차에 맞게 하도록 하고, 근로자들은 작업 시 발생 우려가 있는 위해로부터 자기방어를 할 수 있도록 하며, 시급히 석면 전문 해체·제거업체를 양성하여 인가해주는 제도가 도입되어야 한다.

- 현존하는 고용노동부 근로감독관만으로 수많은 건물 해체·제거 현장을 모두 관리감독한다는 것은 불가능하다. 따라서 전문적으로 현장작업을 관리하고 감독

할 수 있는 전문 감리자가 현장에 배치될 수 있도록 제도를 정비해서 석면 해체·제거작업을 지속적으로 감시해야 한다. 이와 함께 근로자 및 지역 주민이 석면에 노출되지 않도록 사전에 석면작업을 디자인하고, 매일 노출 모니터링, 해체·제거작업의 감독 및 기술적 자문 등을 할 수 있도록 제도를 구축하여야 한다.

- 근로자 및 지역 주민의 건강보호를 기본 개념으로 한 실질적 적용이 가능한 기술표준안과 법안을 작성하여야 한다. 대부분 건설 현장의 담당 관리자뿐만 아니라 근로자들도 석면의 유해성을 알면서도, 미국 등 선진 외국에서 소개되는 석면 함유 건축자재 해체·제거방법은 시도도 하지 않으려고 한다. 단지 ‘불가능하다’는 이유 때문이다. 그러나 실제로 미국뿐만 아니라 우리나라의 몇몇 업체들은 이미 그 기준에 맞게, 또는 근접하게 작업을 하고 있다. 즉, 석면 관련 작업을 규정대로 하는 것은 충분히 가능한 일이다.

맺음말

일상 생활에서 흔히 접하지 않는 물질인 석면. 사업장이 아닌 건설 현장, 매우 열악하고 위험한 작업 현장 등은 그동안 사업장 근로자에 대해 안전이나 작업환경관리를 하는 관련자들에게는 매우 생소하고 어색할 것이다. 그러나 석면 함유 건축자재 해체·제거작업자들이 안전하고 건강하게 근무할 수 있도록 하는 것은 분명 산업안전보건 관련자들의 의무이자 책무이다.

우리나라에서 석면이 함유된 건축물을 규정대로 정확하게 해체·제거하는 것은 건물 내에서 작업하는 근로자의 건강은 물론 주변에 있는 주민들의 건강을 확보하는 중차대한 일이므로, 앞서 언급된 문제들이 시급히 해결될 수 있도록 관련 당사자 모두가 협심하여 노력하여야 한다. ㉠

지역별 산업재해 발생에 영향을 미치는 요인에 관한 연구¹⁾



전용일 교수
성균관대학교 경제학과

산업안전보건 정책이 직면한 주요 과제 중의 하나는 지속적인 산업재해 감소 유도 노력에도 불구하고 왜 재해자수는 증가하고 재해율은 정체하고 있는가의 난제를 푸는 것이다. 이를 해결하기 위해서, 재해 감소 자체는 더 이상 공학적인 접근법으로만 풀릴 수 없는 과제임을 인식하고 경제·경영적인 정책 요소가 가미되어 종합적인 접근을 하여야 한다. 또한 산업재해 감소 정책의 집행 주체에 관한 고찰이 필요하며, 이는 집행기관의 사후 평가문제와 연관된다. 한국 산업안전보건공단을 포함한 지원 정책 수행 라인 및 고용노동부 산업안전국과 지방노동관서를 포함한 정책입안 및 감독 관련 라인이 역할을 적절히 수행하고 있는가에 대해 평가하고, 추후 정책 방향성에 대한 제시가 필요한 시점이다.

연구의 목표와 방법

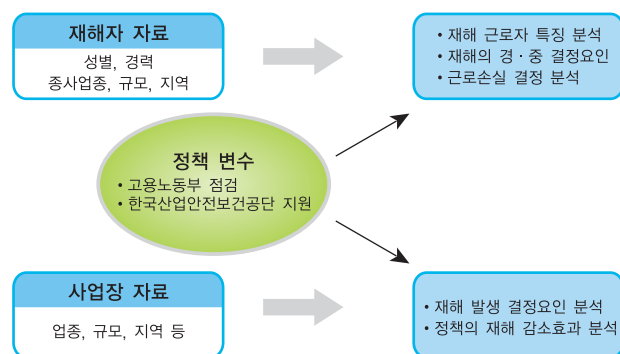
우리나라에서는 산업재해의 발생요인 및 특성을 찾아보는 연구가 상대적으로 많지 않고, 실증적이고 계량적인 연구방법을 이용한 분석은 특히 적은 것이 현실이다. 기존의 산재 발생요인 관련 연구는 안전 컨설팅 등의 분야에서 얻어진 한정적인 자료에 대해 주로 통계치의 나열을 이용하여 현재의 상황을 나타내는 등의 직관적인 분석이 주를 이루고 있었기 때문에 실질적인 산업재해 발생요인에 관한 과학적 방법론을 이용한 심층적인 연구가 상대적으로 어려웠다. 따라서 본 연구에서는 이용 가능한 여러 종류의 데이터베이스(DB)를 종합적으로 발굴 사용하고, 재해 발생요인을 구조화해서 모형을 설정하며, 재해 감소에 대한 방향을 계량적인 방법론을 이용

하여 분석을 시도하였다.

본 연구에서는 5개년도(2005년부터 2009년까지 산재가 승인된) 재해자자료(약 30만 개의 관측치)를 사용하였다. 이는 재해가 발생한 근로자의 정보를 담고 있으므로, 산재 근로자의 특성과 사업장의 특징을 이용하여 재해를 규명할 수 있다. 구체적인 분석내용은 재해가 발생하는 개별 근로자의 특징에 관한 심층 분석, 재해의 경중 여부에 따른 결정요인 분석, 업종별·규모별·지역별로 근로손실일수의 결정요인 분석 등을 시도하였다. 사업장자료도 5개년도에 걸친 얻어진 약 700만 개의 관측치를 대상으로 분석을 실시하였다. 이 자료는 업종·규모·지역 등의 사업장 특성을 담고 있는데, 이를 통하여 재해 발생 사업장의 특성과 재해 발생 결정요인을 분석하고, 각 사업장의 재해자수와 재해율에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 또한 지도 점검과 지원 등 각종 정책의 재해 감소효과를 살펴본 후, 이를 통하여 재해의 발생요인과 규모, 재해 감소 정책의 효율성까지 살펴볼

1) 본고는 성균관대학교 경제학과 박사과정 정원일과 공동 집필하였으며, 2010년도 산업안전보건연구원 용역과제인 '지역별 산업재해 발생에 영향을 미치는 요인에 관한 연구'의 일부를 요약한 내용임

수 있었다. 마지막으로, 사업장자료와 근로자자료를 지방관서별로 집계하여 현재 4개년도의 자료 축적으로 약 240개의 관측치가 있는 지방관서자료를 실증 분석함으로써 지방관서별 특색을 살펴보았다. 이는 사업장자료와 재해자자료에서 살펴볼 수 없었던, 지방관서별로만 현재 이용 가능한 몇 가지의 변수(예를 들어, 지방관서별 외국인 근로자 등)를 활용하여 확장된 재해 특징 분석틀을 만들고, 지방관서자료를 활용하는 과정에서 나타날 수 있는 지역별 특징(예를 들어, 지역별 재해자 및 사업장의 특징) 등을 찾아낼 수 있다. 또한 이러한 실증 결과를 통하여 지방관서별 정성적이고 정량적인 평가의 일부로 활용할 수 있다. 본 연구에서 다루고 있는 종합적인 연구 흐름을 개괄적으로 살펴보면 [그림]과 같다.



[그림] 연구 흐름도

주된 연구방법론을 소개해보면, 우선 산업재해가 발생하는 현황을 비교·분석하여 정책 목표 변수인 재해자수와 재해율의 연도별 변화 추이 등을 업종, 규모 및 지역별로 살펴봄으로써 기초적인 산업재해 발생 현황에 대한 조감을 가능하는 방법이 있다. 또한 사회과학에서 널리 사용되는 패널회귀모형 분석을 통하여 재해자 혹은 사업장의 추적 조사가 가능하다. 패널 자료는 하나의 시점에서 여러 개의 관측치(본 연구에서의 관측치는 개별 사업장, 개별 재해자, 각 지방관서 등이 하나의 관측치가 될 수 있음)를 가지며, 여러 변수를 포함하고 있는 횡단면자료를 시간의 흐름에 따라 각각의 관측치를 추적 조사하여 각 시점별로 구성한 것이다.

본 연구에서 사용된 주된 피설명 변수는 재해 관련 지표이며, 설명 변수는 근로자 특성, 사업장 특성, 정책 집행 등이 있고, 2005년부터 2009년까지의 연도별 자료가 존재하고 있다. 패널회귀모형을 연장하여, 재해 사업장 여부나 재해 근로자에 대한 설명 여부를 패널이항선택모형을 통해 분석을 실시한다. 패널로짓과 패널프로빗 분석은 앞선 회귀 분석에서 종속 변수가 보통 두 가지의 값을 취하는 형태를 가지기 때문에 회귀 분석과 추정방식이 다르다. 즉, 본 분석에서는 재해가 발생한 사업장과 그렇지 않은 사업장으로 나눌 경우에는 두 가지의 값을 지니는 종속 변수가 생성되어 패널이항선택모형의 방법론 적용이 가능하다.

주요 연구내용

산재 예방 정책의 실효성 연구

본 연구의 범위는 두 단계로 진행된다. 첫 번째 단계는 재해 발생에 영향을 미치는 요인에 대한 분석이며, 사업장 특성을 주된 변수로 근로자의 특성 변수를 함께 고려하여 이들 변수가 재해 발생에 미치는 영향을 살펴본다. 이 분석을 수행하기 위하여 필요한 정책효과의 분석방법은, 변수 간의 상관관계와 그 강도를 알아보는 상관 분석 및 횡단면자료와 시계열자료를 통합한 패널데이터를 이용해 정책효과를 살펴보는 이중차분모형을 통하여 실시하였다. 지방관서 단위로 자료가 재구성된 지방관서별 거시자료와 사업장을 단위로 구성된 사업장별 미시자료가 존재하고 있기 때문에 두 자료의 특성을 고려하여 각기 분석한 후에 종합적으로 결론을 도출하였다.

두 번째 단계는 지방관서의 재해 감소를 위한 정책이 적절히 수행되고 있는지를 알아보기 위하여, 비용 편익 분석을 수행하고 있다. 비용 편익 분석은 어떠한 대상에 대한 투입(투자)을 화폐 단위로 추정하고, 그 투입에 대한 산출을 역시 화폐 단위로 추정함으로써 이러한 투입이 과연 효율적이었는지를 판단할 수 있는 방법론이다. 비용 편익 분석이 지방관서별 평가에 직접적으로 이용

된 적은 없는 것으로 판단되지만 비용과 편익의 정확한 측정이 가능하다면 유효한 방법론으로 사용하고, 평가를 위하여 유용하게 사용할 수 있다. 한편, 지방관서의 정책 집행에 대한 현장 실사를 통해 각종 성과지표를 개발할 수 있고, 이러한 효율성 및 지표 개발을 적절히 조합하여 지방관서의 재해 감소 노력에 대한 평가가 가능하다.

■ 지원과 점검의 효과 -사업장 단위

사업장 단위의 미시 데이터를 이용한 주요 분석결과로 산업재해를 예방하기 위한 재정적인 지원, 기술적인 지원 및 사업장대상 지도 점검효과를 알아보기 위하여 분석을 실시한 결과는 다음과 같다.

먼저, 전체대상 분석 및 규모별로 구분해서 재정 지원, 기술 지원 및 점검 변수를 대상으로 정책 시차를 3개년

도까지 삽입하여 1년 전, 2년 전, 3년 전 점검 및 지원에 대한 효과 분석을 실시하였다. 점검에 대한 효과는 1년 전, 2년 전, 3년 전에 걸쳐 모두 유의한 음의 값을 가지고 있어 가장 강력한 재해자수 감소 도구로 작용하고 있는 것으로 나타났으며, 기술 지원은 1년 전의 지원보다는 2년 전, 3년 전의 기술 지원 경험의 더 효과가 있는 것으로 보인다. 재정 지원은 재해자수 감소에는 큰 효과를 보이지 않는 결과를 보이고 있다. 규모별로는, 규모가 클수록 정책적인 유의성이 떨어지는 경향을 보여 정책효과가 소규모 기업에서 상대적으로 강하게 나타나는 모습을 관찰할 수 있었다.

한편, 지방관서별 분석은 다음과 같은 과정으로 분석을 실시하였다. 점검과 지원에 대한 정책 시차 변수를 삽입하여 실증 분석을 진행하였는데 예를 들어, 2006년에 점검을 실시한 사업장의 2008년 재해자수를 살펴보는 것은 점검 실시 후 3년

후의 효과를 알아보는 방법이 될 수 있다. 이러한 방법을 각 6개 지방노동청, 48개 지방노동관서별로 구분하여 정책효과 분석을 실시하였다. 이 때 음의 값은 점검 혹은 지원 후 재해가 감소한 경우를 의미하고, 양의 값은 재해가 증가한 경우를 의미하고 있다. 1년차 효과는 2006년도부터 2009년도까지가 분석대상(시차 변수를 형성하기 위하여 2005년도의 자료는 없어짐)이 되며, 2년차 효과는 2007년도부터 2009년도까지가 분석대상(2005, 2006년 자료는 없어짐)이 된다. 3년차 효과는 2008년도부터 2009년

〈표 1〉 점검과 지원이 재해자수에 미치는 영향 분석결과 (전체대상 및 규모별)

구분	전체	5인 이하	5~50인	50~100인	100인 이상
근로자수	0.0001	0.0005	0.0016 ***	-0.0003	-0.0000
1년 전 점검	-0.1092 ***	-0.1202 ***	-0.1074 ***	-0.1111 ***	-0.1223 ***
1년 전 재정 지원	-0.0013	-0.0073 **	0.0055	-0.0108	-0.1338
1년 전 기술 지원	0.0013	0.0030	-0.0011	-0.0027	0.0058
2년 전 점검	-0.0861 ***	-0.0856 ***	-0.0787 ***	-0.0853 ***	-0.1423 ***
2년 전 재정 지원	0.0025	-0.0069	0.0242 ***	0.0020	-0.2199
2년 전 기술 지원	-0.0054 *	-0.0042	-0.0142 ***	0.0435	0.0251
3년 전 점검	-0.0498 ***	-0.0577 ***	-0.0470 ***	-0.0331	-0.1039 **
3년 전 재정 지원	0.0069 *	0.0002	0.0233 ***	0.0319	-0.0187
3년 전 기술 지원	-0.0157 ***	-0.0066 ***	-0.0173 ***	0.0456	-0.0996 *
서비스업	-0.1580 ***	-0.1185 ***	-0.1601 ***	0.0607	-0.3098
건설업	-0.1560 ***	-0.1075 ***	-0.1814 ***	0.3684	
기타	-0.1152 ***	-0.0423	-0.0941 **	-0.9511 *	0.1560
5~50인	0.0026	-	-	-	-
50~100인	0.0177 **	-	-	-	-
100인 이상	0.0491 ***	-	-	-	-
부산청	0.0216	0.0410 **	0.0053	0.0919	
대구청	0.0021	0.0042	0.0188	0.0774	-0.1526
경인청	0.0005	-0.0048	0.0105	0.0954	-0.1515
광주청	0.0154	0.0190	0.0312		0.0215
대전청	0.0024	0.0073	0.0026	0.0763	-0.4158
상수항	0.1815 ***	0.1086 ***	0.1852 ***	0.4166 *	1.1355 **

주1) ***은 1%, **는 5%, *는 10%의 유의 수준에서 통계적으로 유의함을 의미함

주2) 계수값이 음수인 경우는 해당 변수들이 산업재해를 감소시킨 것을 의미하며, 숫자의 크기는 효과의 정도를 나타낸다. 예를 들어, 전체 사업장을 대상으로 분석한 모형에서 1년 전에 점검을 받은 사업장은 점검을 받지 않은 사업장에 비하여 약 10.9% 정도 산업재해가 발생할 확률이 낮아지는 것으로 해석할 수 있다.

도까지 분석대상(2005, 2006, 2007년 자료는 없어짐)이 된다.

분석결과를 종합해보면, 사업장에 대한 점검이나 지원은 시차를 두고 발생할 가능성이 높은 것을 발견할 수 있었고, 효과의 측정을 위해서는 지난 연도에 점검이나 지원을 받은 실적에 대한 분석이 필요하다. 예를 들어, A라는 사업장이 2006년에 점검을 받은 실적이 있다고 하면 이 실적이 2007년, 2008년 혹은 2009년에 발생한 재해자수에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보는 것이 필요하여 본 연구에서는 기대되는 몇 가지의 가설을 설정하였다. 먼저, 점검 및 지원을 실시하고 1년이 지났을 때의 효과가 재해자수를 가장 크게 감소시키며 시간이 지날수록 그 효과가 약해질 것이라 가정하였다. 실제로 지도 점검을 실시한다면 그 직후에 재해 방지에 대한 인식이 가장 클 것이고, 시간이 지날수록 그 경각심이 떨어질 수 있기 때문이다. 재정 지원을 통한 재해 방지 품목 지원의 경우에는 그 품목 혹은 공사의 감가상각을 고려한다면 정책 지원효과가 시간이 지날수록 감소할 것이라는 가설을 세울 수 있다. 결국 본 분석에서 설정할 수 있는 가설은 점검 및 지원 후 1년이 되었을 때의 효과가 가장 클 것이고, 시간이 지날수록 효과가 감소할 수 있

우리나라에서는 산업재해의 발생요인 및 특성을 찾아보는 연구가 상대적으로 많지 않고, 실증적이고 계량적인 연구방법을 이용한 분석은 특히 적은 것이 현실이다. 기존의 산재 발생요인 관련 연구는 안전 컨설팅 등의 분야에서 얻어진 한정적인 자료에 대해 주로 통계치의 나열을 이용하여 현재의 상황을 나타내는 등의 직관적인 분석이 주를 이루고 있었기 때문에 실질적인 산업재해 발생요인에 관한 과학적 방법론을 이용한 심층적인 연구가 상대적으로 어려웠다. 따라서 본 연구에서는 이용 가능한 여러 종류의 데이터베이스(DB)를 종합적으로 발굴 사용하고, 재해 발생요인을 구조화해서 모형을 설정하며, 재해 감소에 대한 방향을 계량적인 방법론을 이용하여 분석을 시도하였다.

다는 것을 검정하고자 하였다.

전체 표본을 이용한 실증 분석결과, 점검 변수는 통계적으로 유의하게 재해자수를 감소시키는 효과가 있는 것으로 검정되었다. 그런데 시차가 클수록 점검에 대한 재해자수 감소효과는 1년 시차의 추정계수는 -0.1092 , 2년 시차 추정계수 값은 -0.0861 , 3년 시차 추정계수 값 -0.0498 로 그 효과가 지속적으로 줄어들고 있었다.

기술 지원의 경우는 점검 변수보다 시차를 두고 재해자수를 감소시키는 데 기여하는 것으로 나타났으며, 1년 시차 기술 지원 변수는 통계적 유의성이 다소 떨어지고 있다. 그러나 2년 시차 기술 지원 변수 추정계수 값은 -0.0054 , 3년 시차 기술 지원 변수 추정계수의 값은 -0.0157 로 추정되어 시간에 따라서 효과가 증가하고 있다. 이처럼 기술 지원효과도 누적 점증하여 시현되는 것으로 나타나기 때문에 이를 통하여 기술 지원의 장기적 계획이 중요하다는 정책적 함의를 이끌어낼 수 있었다.

이밖에 재정 지원의 경우에는 통계적인 유의성이 나타나지 않아 재해자수 감



재해자수를 감소시키는 방법으로 강력한 정책의 순서는 첫째가 지도 점검이고, 둘째가 기술 지원이며, 마지막이 재정 지원인 것으로 나타났다.

소에 제한적인 영향만을 미치는 것을 알 수 있었다. 재정 지원을 받은 사업장이 재해자수를 충분히 감소시키지 못하는 이유는 재원을 제대로 활용하지 못하는 것에 기인하거나, 재해자수를 감소시키는 일에 나태해지는 도덕적 해이(moral hazard) 문제가 존재할 소지가 있다고 추측할 수 있다. 재정 지원이 재해자수 감소에 유효하지 못한 양상은 지방청별로 실증 분석을 하는 경우에도 동일하게 나타나고 있기 때문에 정책적 시사점으로는 재정 지원을 기타 정책수단(예를 들어, 장기적인 관점의 기술 지원에 소요되는 비용으로의 변환 등)으로 변환하는 방안을 고려하여야 한다고 판단된다.

종합해보면, 지도 점검, 기술 지원, 재정 지원 중 재해자수를 감소시키는 방법으로 강력한 정책의 순서는 첫째가 지도 점검이고, 둘째가 기술 지원이며, 마지막으로 재정 지원인 것으로 나타났다. 이와 같은 패턴은 전체 표본에서 뿐만 아니라 지방청별로 실증 분석을 한 경우에도 성립하는 것으로 나타나고 있다.

■ 자원과 점검의 효과 - 지방관서 단위

앞선 분석에서는 개별 사업장 단위의 특성을 고려하여 산재 예방사업 등의 효과를 살펴보았다. 한편, 지역별로 범주화하여 산재 예방사업 및 점검에 대한 효과를 찾아 보기 위해서는 48개 지방노동관서별로 각 지역의 정책 집행이 효과적으로 이루어지는지를 살펴볼 수 있다. 따라서 이러한 자료를 이용하여 지방관서의 산재 예방사업 지원과 점검이 산재지표(사업장 당 재해자수, 재해율, 재해자수)에 미치는 영향을 분석하면 지역별로 산업 재해를 줄이기 위한 효과적인 정책이 집행되고 있는지 알아볼 수 있다.

〈표 2〉는 종속 변수와 설명 변수의 관계를 하나의 ‘표’에 적용시킨 결과이다. 각 설명 변수들의 방향성은 하나의 종속 변수 당 9가지의 모형을 분석하여, 그 중 4가지 모형에서 일괄적으로 유의한 결과가 나온 변수만을 ‘안정적으로 유의한(robust) 변수’로 간주하였다. 규모를 통제하는 변수인 사업장수는 사업장 당 재해자수와 재

해율에 설명 변수로 포함시키지 않았다. 분석을 실시한 결과, 재해자수와 사업장수는 양의 상관관계를 가지고 있다는 결과를 얻게 되었다. 즉, 사업장수가 증가하면 재해자수가 증가하는 결과를 얻을 수 있다. 재해자수와 사업장수는 시간의 흐름에 따라 증가하는 모습을 가지고 있고, 관서의 규모가 크면 재해자수 및 사업장수가 많기 때문에 양의 상관관계를 가진다고 할 수 있다.

한편, 남성 근로자의 비율이 증가하면 사업장당 재해자수와 재해율이 증가하는 형태를 나타내고 있다. 즉, 상대적으로 남성이 많이 종사하고 있는 사업장(예를 들면, 기계·기구 제조업 사업장)에 재해가 많이 발생한다. 50인 미만의 규모인 소규모 사업장에 종사하고 있는 근로자의 비율과 비정규직 비율은 모든 종속 변수에서 유의하지 않는 모습을 보여 이들 설명 변수는 재해와 관련된 지표를 잘 설명하지 않는 것으로 보인다. 외국인 근로자수는 종속변수를 사업장 당 재해자수로 고려했을 때에만 제한적으로 유의한 결과를 보인다.

제조업 종사자 비율과 제조업 사업장 비율은 서로 상

〈표 2〉 지방관서별 거시자료를 통한 종합 실증 분석결과

설명 변수	종속 변수 사업장 당 재해자수	재해율	재해자수
사업장수			(+)
남성 근로자 비율	(+)	(+)	
외국인 근로자수	(-)		
비정규직 비율			
제조업 종사자 비율	(-)	(-)	
50인 미만 종사자 비율			
제조업 사업장 비율	(+)	(+)	(+)
50인 미만 사업장 비율	(-)	(+)	
안전관리 내부 선임 비율			
기술 지원 비율	(+)	(+)	(+)
재정 지원 비율			(+)
평균 지원 금액			(-)
점검 사업장수	(-)	(-)	
점검 강도			
산재 은폐 적발건수			

주) *(+) 표시는 설명 변수와 종속 변수가 양의 상관관계를 지니고 있음을 나타내고, (-)로 표시되어 있으면 설명 변수와 종속 변수가 음의 상관관계를 지니고 있음을 나타냄. 한 종속 변수 당 9개 모형을 분석하여, 그 중 최소한 4가지 모형에서 유의한 결과를 제공한 설명 변수에만 안정적으로 유의성을 표현해주는 것으로 간주하여 보고함

*여기서는 자료의 이용 가능성에 바탕을 두어 2005~2007년의 자료를 이용하였음

산재 예방 정책을 실시한 기관을 대상으로 한 성과지표의 개선은 정밀성 향상을 위해 상시 이루어질 필요가 있는 작업이며, 현재 시행되는 정책 수립과 평가과정에서 많은 변화를 가져올 수도 있다. 하지만 개선 방향이 지표의 정밀성으로 인해 지표 계산 및 공표가 늦어져 지표의 실효성을 떨어뜨리거나, 수많은 보조 지표의 남발로 초점을 흐리거나, 지표 산정의 난해성으로 일반 공감대를 떨어뜨리고 개선 방향에 대한 시사점을 제시해주지 못한다면 새로운 지표 개발은 소정의 목적을 달성하지 못하게 된다. 적절한 지표의 사용 및 개발이 산업안전 정책의 집행 및 지방관서 평가 측면에서 중요한 요소가 될 가능성이 있으므로 적극적인 지표의 정의 및 개발이 필요한 시점이라고 할 수 있다.

반된 방향성을 보이고 있다. 제조업 종사자의 비율이 높으면 사업장 당 재해자수와 재해율은 감소하고, 제조업 사업장의 비율이 높은 경우에는 사업장 당 재해자수와 재해율, 재해자수 모두에서 증가하는 것으로 나타난다. 이는 업종 측면에서 제조업일수록 위험도가 높고 많은 재해가 발생하지만 규모 측면에서는 제조업에 종사하는 근로자가 많을수록 사업장 당 근로자수와 재해율이 줄어든다. 따라서 근로자가 많이 종사하지 않는 영세 제조업 사업장일수록 재해가 많이 발생하고 위험이 높은 곳으로 판단된다.

재해자수를 종속 변수로 하였을 때는 제조업 사업장의 비율이 높을수록 증가하는 모습을 보인다. 제조업 사업장 종사자 비율은 유의하지 않으므로 재해자수를 재해의 기준으로 보면 사업장 단위의 접근이 더욱 중요하다고 판단된다. 50인 미만 사업장 비율은 사업장 당 재해자수를 감소시키지만 재해율은 높이는 역할을 하는 것으로 나타난다. 따라서 사업장 당 재해자수는 50인 이상의 규모를 가진 사업장이 더 많고, 재해율은 50인 미만의 규모를 가진 사업장에서 더 높게 나타나는데 이는 사업장 당 재해자수와 재해율 산식의 차이에서 기인한다.

기술 지원 비율은 모든 종속 변수에서 양의 관계를 나타내고 있어, 재해가 많이 발생하는 사업장에 기술 지원

이 이루어지고 있음을 짐작하게 한다. 재정 지원비율은 재해자수를 종속 변수로 하였을 경우에만 유의한 모습을 보이고 있다. 따라서 재정지원의 경우는 사업장으로 직접 효과를 발생시키기보다 근로자에게 간접적 지원효과가 전달되는 것으로 파악할 수 있다. 재정 지원 금액이 증가하면 재해자수가 감소하는 현상은 이러한 결과를 뒷받침할 수 있다.

지방관서 평가를 제시

본 연구를 통하여 산업안전과 관련한 고용노동부 지방관서의 업무 집행 효율성을 실제 수행하였던 지방관서별 산업재해자 감소 정도로 판단하였다. 사업장의 재해 감소를 위한 지방관서의 정책수단과 노력이 어느 정도 효과를 보았는지는 회귀 분석결과를 이용하여 평가하였다.

지방관서의 평가는 환경요인을 통제한 후 이루어져야 한다. 사업장의 산업재해에 미치는 요인은 지방관서의 외생적 환경요인으로서 지역, 관할 사업장의 특성(사업장 총수, 사업장 규모[종업원 수, 매출액, 사업장 면적 등], 사업장 업종[제조업, 서비스업, 기타 등]) 등이 있으며, 지방관서의 내부 요인으로서 참여 공무원을 포함한 지원자 총수, 연간 예산(인건비 등을 포함하는 경상적 경비, 재정 지원액 규모와 기술 지원액 규모 등의 정책 사업비 지출 규모) 등을 고려하여야 한다. 또한 지방관서의 정책 변수로서는 기술 지원(기술 지원 여부, 기술 지원액), 재정 지원(재정 지원 여부, 재정 지원비율, 재정 지원액), 지도 점검(점검 여부, 점검 강도) 등이 있다. 실제로 수행한 지방관서 평가는 이 중 셋째 요인인 정책 변수의 효과성에 근거하였다.

지방관서의 평가 절차는 먼저, 지방관서 산하 사업장의 재해자수를 종속 변수로 설정하고, 산업재해 감소를 위한 지방관서의 정책 수단인 지도 점검, 기술 지원, 재정 지원 변수에 대하여 3개년 시차 변수를 설명 변수로 설정하였다. 개별 지방관서 각각에 대해서는 3개 정책 수단에 관한 시차 변수의 추정계수가 모두 통계적 유의

성을 갖게 될 때까지 단계별 회귀 분석(stepwise regression)을 수행하여 최적 모형을 도출하였다.

정책의 효과성은 최적 모형에서 정책 수단 변수의 추정계수 값을 모두 합산하여 추정하게 된다. 분석결과, 점검이 산업재해를 감소시키는 데 가장 유력한 정책 수단이 되는 것이 입증되었다. 개별 지방관서에 대한 점수는, 특정 연도를 기준으로 지난 3년 간 지방관서의 점검이 산업재해자수 감소에 미치는 누적효과를 나타낸 점검 변수의 추정계수 값을 모두 합계한 후 100을 곱하여 구한다. 이 때 점검은 통상 재해자수를 감소시키므로 음(-)의 값을 갖게 될 것이다. 따라서 점수는 음(-)의 값이 클수록 점검의 효과가 큰 것을 나타내고 있다.

구체적으로 48개 지방관서에 대해 점검과 기술 지원, 재정 지원 등 산재 예방 정책의 전체적인 효과성을 도출하여 지역별 산재 예방 정책의 실효성을 도출할 수 있다. <표 3>은 서울지방청을 비롯한 6개 지방청 산하 48개 지방관서에 대한 점검, 기술 지원 및 재정 지원의 재해 감소효과성에 대한 종합 표준 점수가 정리되어 있다.

종합 표준 점수를 도출하기 위하여 각 정책의 효과성을 판단해서 표준화시킨 후 각 지방관서별 최종 점수를

도출하였다. 종합 표준 점수의 값이 음(-)의 값을 갖는 경우, 전반적으로 지방관서의 재해 감소를 위한 정책 수단 수행이 48개 지방관서 평균보다 더 큰 효과를 본다는 것을 의미하고, 그 음(-)의 절대값이 클수록 효과성이 큰 것을 의미한다. 반면에 종합 표준 점수가 양(+)의 값을 갖는 경우는 전반적으로 지방관서의 재해 감소를 위한 정책 수단의 효과성이 48개 지방관서 평균보다 미흡한 것을 의미한다. 예를 들어, 서울지방청 소속 지방관서의 종합 표준점수는 5개 지방관서에서 음의 값을 나타내고 있으며, 8개 지방관서에서는 양의 값을 보이고 있다. 따라서 서울지방청 소속의 지방관서의 정책 효과는 낮은 수준이라 볼 수 있다. 반면, 대구청의 경우에는 총 6개의 지방관서 중 4개의 지방관서가 좋은 효과를 보이고 있다.

본 연구에서는 지방관서별 정책 수단인 점검, 기술 지원, 재정 지원이 산하 사업장의 산업재해 감소에 미치는 효과에 대한 회귀 분석결과를 이용하여 지방관서의 정책 수단의 효과성을 과학적이고 객관적으로 평가하였다. 이는 나름대로 지방관서를 평가하는 것에 활용될 수 있다. 향후 지방관서 평가는 정량적 평가와 정성적 평가

<표 3> 지방관서별 점검·기술 지원·재정 지원의 산업재해 감소효과 : 종합 표준 점수

서울청		부산청		대구청		경인청		광주청		대전청	
관서	점수	관서	점수	관서	점수	관서	점수	관서	점수	관서	점수
서울청	2.261	부산청	-0.107	대구청	0.586	경인청	0.694	광주청	0.328	대전청	2.671
서울강남	0.318	부산동래	0.595	대구북부	1.029	인천북부	0.588	전주	-1.190	청주	0.623
서울동부	0.768	부산북부	0.275	포항	-0.768	수원	0.199	익산	-0.238	충주	0.745
서울서부	0.651	창원	0.040	구미	-1.002	부천	0.085	군산	-0.484	천안	0.134
서울남부	-1.386	울산	-0.045	영주	-0.962	안양	0.393	목포	0.867	보령	-1.216
서울북부	2.432	양산	0.572	안동	-2.525	안산	1.632	여수	1.223		
서울관악	-3.160	진주	0.573			성남	0.103	제주	-0.056		
의정부	-0.252	통영	1.125			평택	-0.345				
춘천	0.831					고양	-0.048				
태백	-9.805										
강릉	0.752										
원주	-0.109										
영월	0.598										

주) *종합 표준 점수는 분야별(점검, 기술 지원, 재정 지원) 표준 점수의 합계임

*종합 표준 점수는 음(-)의 값이 클수록 산업재해 감소에 대한 정책 수단의 효과성이 큰 것을 의미함

*본 분석결과는 지방관서별 순위를 나타내고 있으나, 이를 도출하기 위한 회귀 분석에서의 설명 변수가 일부 누락되어 있을 수 있고,

통제 변수의 오류가 발생할 수 있으므로 이러한 순위 결정은 한계가 발생하고 있음



제조업 사업장의 비율이 높은 경우에는 사업장 당 재해자수와 재해율, 재해자수 모두에서 증가하는 것으로 나타난다.

가 병행하여 제반 평가지표의 가중 평균 값으로 구하게 되며, 가중 평균에 이용되는 가중치(weight)는 관련 당사자들의 의견을 반영한 AHP(Analytical Hierarchy Process)를 이용하는 것이 바람직하다. 평가지표에는 지방관서의 성과 달성도에 관한 지표, 정책효과성에 대한 지표, 예산 집행의 효율성에 관한 지표, 지방관서 운영의 투명성에 관한 지표 및 고용노동부와 중앙정부 정책의 이행 여부를 평가지표가 포함되어야 한다. 이상의 평가 항목들에 개별 가중치를 결정하여 지방관서를 평가한다면, 기존 평가방법보다 과학적인 방법에 기초하게 되어 보다 공정하고 객관적인 평가가 이루어질 수 있을 것이다.

정책적 시사점

본 연구에서는 정책지표로 재해율, 재해자수, 사업장당 재해자수를 사용하였는데, 산업재해를 감소시키려는 정책의 목표와 의지는 확고해 보이나 기준이 되는 정책 수단과 지표에 상당한 이견이 존재하고 있다. 안전보건 조치와는 직접적인 관계가 없이 산재 보상의 이유로 교통 사고·폭력·체육 행사 중 발생한 재해가 현행 지표에는 포함되어 있어 안전보건 정책 실효성의 진실성을

가로 막는 장애물로 등장하기도 한다. 또한 최근 거시경제적인 측면에서 외환 위기와 미국 발 금융 위기를 겪으면서 수 년 간 사업장수와 근로자수가 지속적인 증가하고 있는데, 이는 경기 침체에 따른 서비스업의 증가에 주로 기인하지만 산업재해보상보험법 개정에도 일부 영향을 받은 것으로 판단된다.

이러한 증가 추세는 재해자수의 필연적인 증가로 이어진다. 이에 따라 재해율에 대한 정밀한 해석이 요구되며, 산업안전보건 정책의 유효성을 이해하고 지방관서 평가에 활용하기 위해서는 지표에 대한 진지한 논의가 필요한 시점

이다. 산재 예방 정책을 실시한 기관을 대상으로 한 성과지표의 개선은 정밀성 향상을 위해 상시 이루어질 필요가 있는 작업이며, 현재 시행되는 정책 수립과 평가 과정에서 많은 변화를 가져올 수도 있다. 하지만 개선 방향이 지표의 정밀성으로 인해 지표 계산 및 공표가 늦어져 지표의 실효성을 떨어뜨리거나, 수많은 보조 지표의 남발로 초점을 흐리거나, 지표 산정의 난해성으로 일반 공감대를 떨어뜨리고 개선 방향에 대한 시사점을 제시해주지 못한다면 새로운 지표 개발은 소정의 목적을 달성하지 못하게 된다. 적절한 지표의 사용 및 개발이 산업안전 정책의 집행 및 지방관서 평가 측면에서 중요한 요소가 될 가능성이 있으므로 적극적인 지표의 정의 및 개발이 필요한 시점이라고 할 수 있다. 🌐

나노물질 취급 근로자의 작업환경 개선을 위한 노출 평가 및 관리방안¹⁾



윤충식 교수
서울대학교 보건대학원

고체입자의 3차원 중 적어도 어느 한 차원이 1~100nm의 크기를 가진 입자상물질로 정의되는 나노물질은 기존의 전통적인 사업장에도 발생하였지만 공학적 나노물질의 사용이 증대되면서 이에 대한 동물 실험결과에서 유해성이 보고되고 있다. 노출 평가를 할 때는 실시간 농도측정과 더불어 off-line의 측정 및 화학조성 분석이 수반되어야 한다. 근로자 나노물질 노출관리에는 전통적인 산업보건 관리대책을 기초로 하여 나노물질 특성에 맞는 관리방법을 추가로 실시하여야 한다. IT 강국인 우리나라도 나노물질 취급 근로자의 노출 평가와 관리가 적극적으로 수립 실행되어야 한다.

연구 배경

최근 국내·외에서 나노물질에 대한 기술 개발 및 사용이 증가하고 있고, 동시에 나노물질에 대한 동물실험 결과에서 유해성이 보고되고 있다. 산업보건 분야에서는 나노물질 취급 근로자에 대한 적절한 노출 평가 및 관리방안에 대한 연구가 필요한 시점이다.

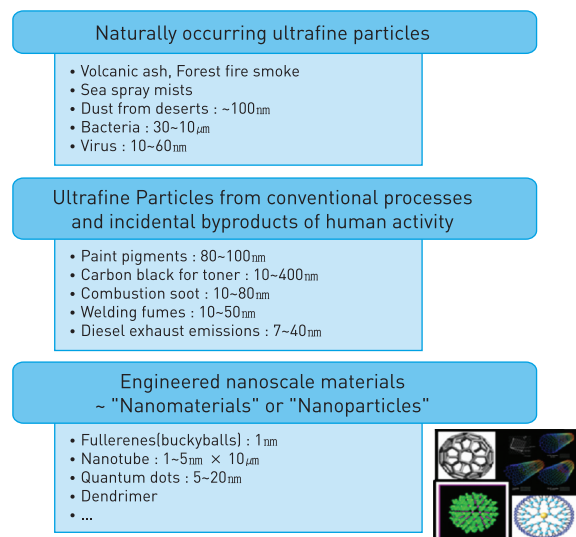
나노물질의 독성과 관련하여서는 주로 동물실험 모델이나 세포 수준의 연구를 통하여 나노물질의 물리·화학적 특성상 세포나 조직으로의 침투가 용이함으로써 폐 및 피부 흡수가 가능하기 때문에 다른 기관(뇌, 간, 혈액 시스템)으로의 이동이 가능함을 보여주고 있고, 뇌의 뇌관문(blood-brain-barrier)을 쉽게 통과할 수 있다고 보

고되기도 하였다. 독성 영향을 미치는 곳도 다양하여 여러 표적 장기를 갖고 있어서 폐질환을 유발하고 심장혈관에 영향을 끼치며, 면역 시스템에 손상을 준다고 하였다. 최근의 공학적 나노물질로 인하여 이들의 건강 영향 및 노출 평가 연구가 되고 있지만 전통적인 사업장에서 발생하는 디젤 배출물질, 용접흄 등 비의도적 나노물질도 같은 차원에서 동일한 연구가 되고 있다[그림 1].

전통적으로 산업위생 평가에는 공기 중 농도인 단위 공기 당 질량농도(ng/m^3 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$ or mg/m^3)를 사용했는데 이는 입자 크기가 매우 작은 나노입자에 대해 부적절한 방법이라고 주장되어 현재는 중량농도와 더불어 입자수 농도(개/cc), 표면적농도($\mu\text{m}^2/\text{cc}$) 등이 병행 사용된다.

나노물질의 독성 연구에 비해 노출에 대한 연구는 매우 제한적으로 수행되고 있고, 특히 일반 시민보다 고농도 노출이 우려되는 나노물질 취급 근로자의 노출에 대한 연구는 많이 수행되지 못하였다. 나노물질의 정의를 3차원 중 한 차원이 100nm 이하라고 정의를 하고 있음

1) 본고는 2010년도 산업안전보건연구원의 직업병 예방 연구용역(2010-연구원-78-895)의 내용 중 일부를 요약한 것임. 이해를 돕기 위하여 주로 그림 위주로 기술하였고, 자세한 내용은 연구원 홈페이지의 용역 보고서를 참조 바람



[그림 1] 나노입자의 분류

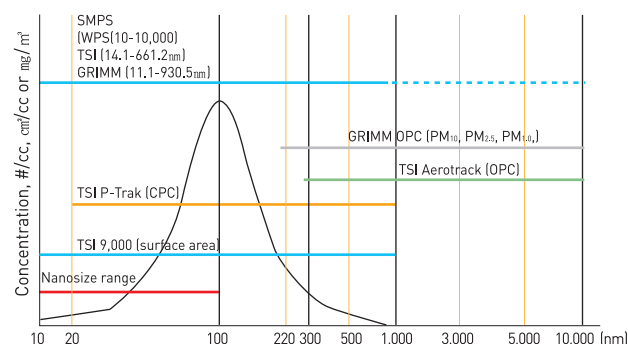
에도 불구하고, 실제로 나노물질의 노출과 관련되어 측정할 때는 100nm 이하의 입자만 고려하지 않고 이보다 큰 1,000nm(1µm), 때로는 1만nm(10µm)까지도 측정이 가능하다. 이는 사업장의 나노물질 분포가 작은 크기부터 연속적 분포를 이루는 특성이 있어 100nm가 차단점(cut point)으로 작용하지 않는다는 사실과 나노물질이 공기 중으로 비산되어 응집 현상이 일어나 ‘aggregate’ (나노입자들이 강하게 응집되어 있는 덩어리)나 ‘agglomerate’ (나노입자가 보다 약하게 뭉쳐져 있는 덩어리) 형태로 존재하는 수가 많기 때문이다.

본고에서는 국내 나노산업의 동향을 고찰하고, 비의도적 나노물질인 용접흡 발생 사업장과 공학적 나노물질 취급 작업장에서 나노물질 노출 평가 및 작업환경 영향 변수를 파악함과 동시에 나노물질 취급 작업장의 관리 대책을 제시하고자 하였다.

연구내용 및 방법

연구대상은 나노물질이 발생하는 사업장 11곳이었으며, 공학적 나노물질 발생 사업장 6곳과 비의도적 발생 사업장 5곳으로 하였다. 노출 평가는 실시간 농도 측정기(수농도측정기[OPC], 응축입자측정기[CPC], 표면적

측정기, 입자분포측정기[SMPS]) 사용 및 중량 분석을 통한 농도측정과 전자현미경 분석(Scanning Electron Microscope, JEOL, Japan)을 실시하였다. 또한 조사를 수행하면서 설문 조사 및 작업 특성을 관찰하여 작업환경 영향 변수를 파악하였다. 측정시간은 최소 24시간에서 36시간으로 하여 작업이 이루어지는 시간과 작업이 이루어지지 않은 시간(배경농도)을 포함하였다. [그림 2]는 나노물질측정기기의 측정 범위를 표시한 것이다.



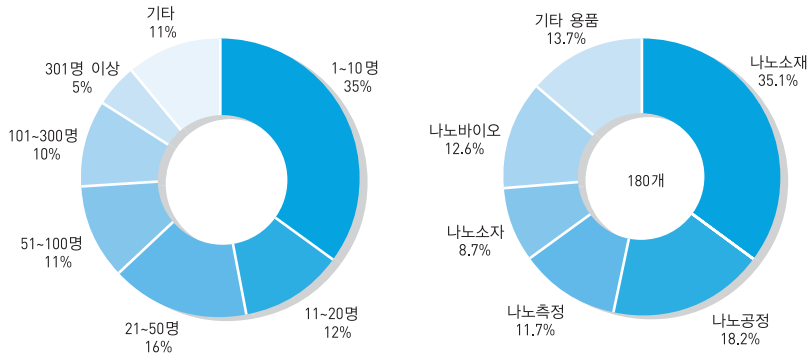
[그림 2] 나노물질 평가에 사용된 장비의 입자 크기별 측정 범위 모식도

연구결과

국내 나노산업 현황 및 사업장관리 측면에서의 나노물질에 대한 연구 동향

2009년 기준 나노산업 관련 기업수는 184개이며, 그 숫자는 해마다 증가하는 추세이다. 종업원 301인 이상의 기업은 5개였지만 점점 줄어드는 추세인 반면, 벤처 및 중소기업의 개수는 늘어나고 있는데 주로 나노소재, 공정, 바이오 분야가 66%를 차지하고 있다.

이들 기업의 약 72%는 서울, 경기, 대전에 밀집해 있다. 연구소는 국내의 19개 정부 출연 연구소에서 53개 나노기술 연구 부서가 설치되어 있으며, 대학은 그 수가 훨씬 많으나 추정이 어려웠다. 연구소는 나노소재, 공정, 소자 연구가 60%를 차지하고 있다. 연구인력은 약 1,400명이며, 약 70%의 기관이 서울, 대전에 밀집되어 있었다. 따라서 이들 나노물질 관련 종사자가 늘어남에 따라 이제 근로자 보호는 필수적이다[그림 3].



[그림 3] 2009년 국내 나노기업의 종업원수 분포 현황(좌) 및 국내 나노기업의 연구 분야(우)

노출 평가결과

입자 크기별로 자세히 평가할 수 있는 SMPS와 표면적 측정기 간의 상관성이 좋은 것으로 평가되어 비교적 저가인 표면적측정기가 나노입자의 작업 간 또는 행동별 노출 평가에 대체 가능하다고 판단된다. 표면적 농도를 작업시간과 배경 농도시간으로 구분하여 보면 <표>와 같다. <표>에서 보듯이 용접흡 발생 사업장인 E, F 사업장의 발생 표면적 농도는 매우 높았다.

인위적 나노물질 사업장에서 발생되는 나노입자의 크기는 공정의 영향을 받고 있었으며 배경 농도보다 유의하게 높았다. 각 공정에서 특별한 임무나 옆지름, 누출 등의 활동이 있을 때는 농도가 급격히 증가하는 경향을 보였다. SMPS로 크기별 측정된 결과와 입자의 표면적을 측정된 것은 시간에 따른 양상에서 서로 연관성이 있었다. 그리고 작업공정, 작업자활동, 관리방법

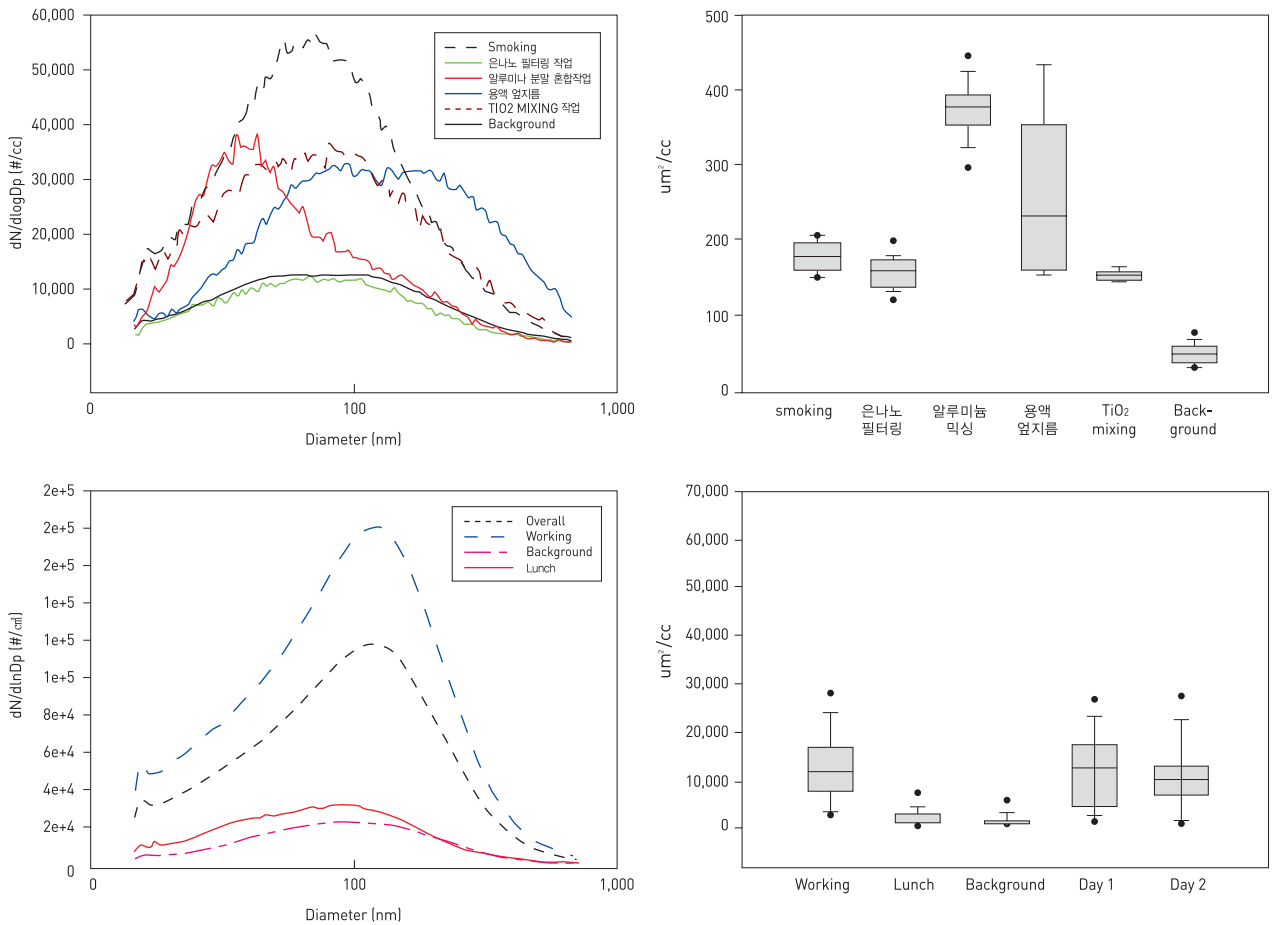
에 따라 실시간 영향을 받는 것으로 조사되었으며, 작업자의 작업정보와 같이 해석될 때 잘 설명되었다.

예를 들어, [그림 4]는 한 사업장에서 각 물질의 취급이나 직무에 따라 입자 크기의 변화(좌)와 표면적 농도(우)가 달라지는 현상을 보여주고 있다. [그림 4]에서 보듯이 입자 크기의 분포도 다르고, 공학적 나노물질 취급 사업장의 입자수 농도와 표면적 농도는 비의도적 나노물질 취급 사업장(용접흡)보다 낮았는데 이는 본 연구 조사대

<표> 각 사업장 / 실험실 표면적 농도의 기술통계량

구분		사업장 및 실험실							
State	변수	A	B	C	D	E	F	J	K
작업 시간	N	444	923	866	776	210	1079	408	17
	GM ($\mu\text{m}^2/\text{cc}$)	1.26	147.54	30.89	14.48	570.56	1010.3	40.72	24.58
	GSD	3.39	1.47	1.36	2.39	1.97	2.15	1.21	1.23
	제5백분위수 ($\mu\text{m}^2/\text{cc}$)	0.32	86.76	19.76	2.71	110.86	254.07	30.38	21.26
	중위수 ($\mu\text{m}^2/\text{cc}$)	1.12	139	31.42	15.87	617.02	1143.2	42.4	23.44
	제95백분위수 ($\mu\text{m}^2/\text{cc}$)	36.77	326.7	50.822	39.4	1396.7	2751.2	52.23	38.34
배경 농도	N	604	810	882	532	170	610	591	600
	GM($\mu\text{m}^2/\text{cc}$)	0.52	50.54	31.74	2.69	86.22	95.84	23.8	20.77
	GSD	10.33	1.45	1.31	7.13	1.78	1.99	1.4	1.23
	제5백분위수 ($\mu\text{m}^2/\text{cc}$)	0	31.61	22.52	0.03	49.63	52.78	15.7	16.12
	중위수 ($\mu\text{m}^2/\text{cc}$)	1.56	46.06	29.46	4.7	67.07	73.75	21.29	20.16
	제95백분위수 ($\mu\text{m}^2/\text{cc}$)	2.76	127.56	46.2	15.85	283.5	561.87	40.8	30.16

* 이들 사업장 중 E, F는 비의도적 나노물질(용접흡 사업장) 발생 사업장이고 다른 사업장은 모두 공학적 나노물질 취급 사업장임



- * 좌상 : 공학적 나노물질 취급 사업장의 직무에 따른 입자 크기별 분포 변화(단위 : 개/cm³)
- * 우상 : 공학적 나노물질 취급 사업장의 직무별 표면적 농도(단위 : $\mu m^2/cc$)
- * 좌하 : 용접흡 취급 사업장(비의도적 나노물질)의 직무에 따른 입자 크기별 분포 변화(단위 : 개/cm³)
- * 우하 : 용접흡 취급 사업장(비의도적 나노물질)의 직무별 표면적 농도(단위 : $\mu m^2/cc$).

[그림 4] 나노물질 취급 사업장의 나노물질 노출 특성

상에서 공통적인 현상이었다.

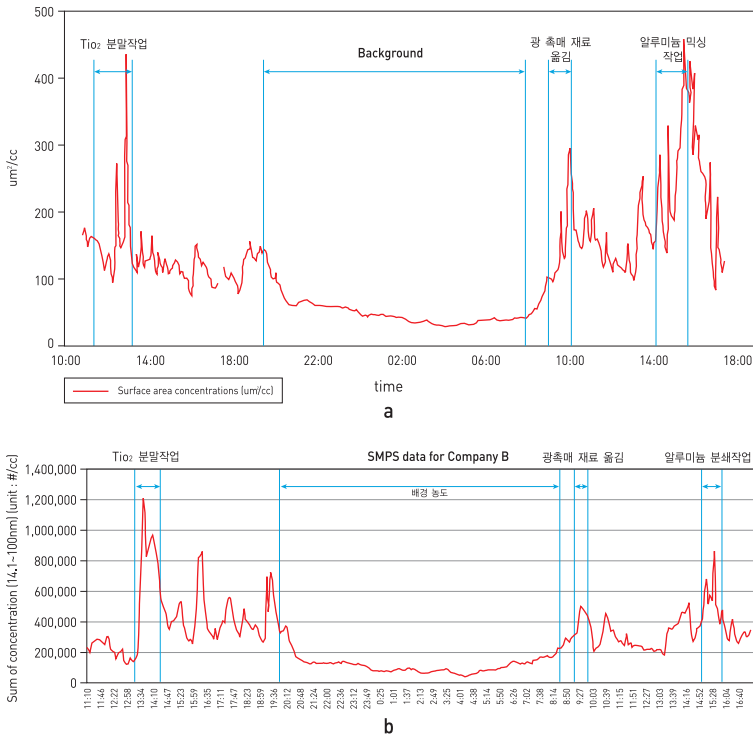
비의도적으로 나노물질이 발생하는 용접 사업장에서의 농도가 의도적으로 나노물질이 발생하는 나노물질 생산 사업장보다 높았고, 전통적인 사업장의 유해인자에 대한 크기별, 수농도의 접근법은 산업위생 분야의 새로운 접근법이 될 수 있다.

이러한 농도 변화는 작업이 이루어지는 시간에 높은 농도를 보였고, 작업이 이루어지지 않는 시간에 낮은 농도를 보이고 있다. 특정한 공정이나 작업 시에 높은 농도를 실시간으로 확인할 수 있는데 나노물질 평가와

관련해서는 이런 배경 농도를 평가하는 것이 매우 중요하다[그림 5].

작업장에서 근로자의 입자상 물질 노출을 평가하기 위하여 주로 사용하는 중량농도법이나 중금속 분석방법은 주로 그 결과가 질량단위의 시간 가중 평균 농도로 표시되고 있다.

나노물질 평가에서 중량법은 두 가지 측면에서 제한점을 갖고 있는데 첫째는 시간 가중 평균이므로 시간에 따른 작업 변화에 의한 실시간 노출의 정도를 설명하기 어렵다. 또한 나노 크기 입자는 매우 작아 입자수가 많아도



* (a) 표면적 농도의 변화, (b) TSI-SMPS의 입자 개수 변화

[그림 5] 공학적 나노입자 취급 사업장의 시간에 따른 농도의 변화

중량에 기여하는 바가 거의 없으므로 농도 변화를 잘 감지하기가 힘들다. 따라서 입자수 농도 또는 표면적 농도를 병행하여 사용한다. 그러나 입자수 농도나 표면적 농도는 해당물질의 화학 조성이나 실제 크기를 알 수 없어 대개 중량 분석 후 해당 여과지를 추후 전자현미경 분석하여 크기측정 및 성분 분석에 활용하는 방법을 병행 평가한다.

본 연구에서는 전자현미경 분석을 위해서 MCE 여과지, PVC 여과지, PC(Polycarbonate) 여과지를 비교하였는데 이 중 PC 여과지가 적절한 것으로 평가되었다. 전자현미경 사진을 찍기 위해서는 PVC 필터(filter)보다는 polycarbonate 필터가 양호한데 이 경우 공극이 작다 하더라도 나노입자의 개별입자는 투과 가능성이 보이나 정량보다는 정성을 위해서는 사용이 무난하다. 현미경 분석을 통하여 입자의 형태나 크기, 그리고 입자들 간의 뭉침 현상 등을 파악할 수 있었다. 또한 국소배기장치 또는

후드 안에서의 작업 시에 노출이 줄어들음을 평가하였다.

전자현미경상에 보이는 공기 중 나노입자는 개별 입자가 따로 있기보다는 여러 입자가 서로 뭉쳐 있는 형태(agglomerate 또는 aggregate)로 보였다. 따라서 나노물질이 100nm 이하의 물질로 정의되지만 실제로 공기 중 측정을 실시할 때는 100nm 이상의 입자까지 측정하는 것이 적절하다. 기존의 많은 직독식 기기가 이를 충족하고 있다. 연구실보다는 작업장에서 나노물질을 취급하는 경우, 농도가 높은 경향을 보였다.

비의도적 나노물질인 용접흙에 대한 표면적 및 입자 크기에 대한 평가는 기존의 중량법 이외에 다른 정보를 충분히 제공할 수 있었다. 용접에 따른 입자 크기의 분포 전자현미경의 사진 등은 향후 용접흙 특성을 다른 각도에서 규명하는 자료로 활용될 수 있다.

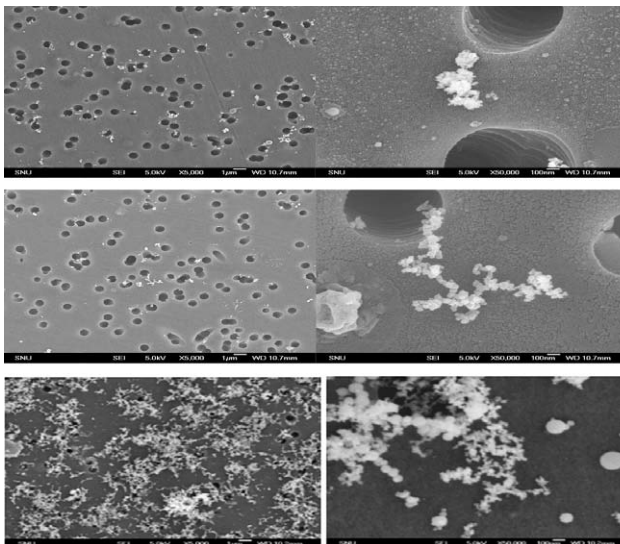
나노물질 취급 장소 관리를 위해서는 기존의 전통적인 관리방법이 적용될 수 있고, 이에 더하여 나노물질 특성에 맞는 방법을 응용하여 적용할 수 있다. 본고에서는 측정된 사업장에서 도출된 관리방안을 제시하였고, 나노밴드툴을 소개 및 적용하였으며, 마지막으로 정책적으로 사용될 수 있는 나노물질 취급장에서의 노출관리지침을 제시하였다.

전자현미경상에 보이는 공기 중 나노입자는 개별 입자가 따로 있기보다는 여러 입자가 서로 뭉쳐 있는 형태(agglomerate 또는 aggregate)로 보였다. 따라서 나노물질이 100nm 이하의 물질로 정의되지만 실제로 공기 중 측정을 실시할 때는 100nm 이상의 입자까지 측정하는 것이 적절하다. 기존의 많은 직독식 기기가 이를 충족하고 있다. 연구실보다는 작업장에서 나노물질을 취급하는 경우 농도가 높은 경향을 보였다.

비의도적 나노물질인 용접흙에 대한 표면적 및 입자

나노물질의 독성과 관련하여서는 주로 동물실험 모델이나 세포 수준의 연구를 통하여 나노물질의 물리·화학적 특성상 세포나 조직으로의 침투가 용이함으로써 폐 및 피부 흡수가 가능하기 때문에 다른 기관(뇌, 간, 혈액 시스템)으로의 이동이 가능함을 보여주고 있고, 뇌의 뇌관문(blood-brain-barrier)을 쉽게 통과할 수 있다고 보고되기도 하였다. 독성 영향을 미치는 곳도 다양하여 여러 표적 장기를 갖고 있어서 폐질환을 유발하고 심장혈관에 영향을 끼치며, 면역 시스템에 손상을 준다고 하였다. 최근의 공학적 나노물질로 인하여 이들의 건강 영향 및 노출 평가 연구가 되고 있지만 전통적인 사업장에서 발생하는 디젤 배출물질, 용접흄 등 비의도적 나노물질도 같은 차원에서 동일한 연구가 되고 있다.

크기에 대한 평가는 기존의 중량법 이외에 다른 정보를 충분히 제공해줄 수 있었다. 용접에 따른 입자 크기의 분포 전자현미경 사진 등은 향후 용접흄 특성을 다른 각도에서 규명하는 자료로 활용될 수 있다. 나노물질 취급 장소 관리를 위해서는 기존의 전통적인 관리방법이 적용될 수 있고, 이에 더하여 나노물질 특성에 맞는 방법을 응용하여 적용할 수 있다. 본고에서는 측정된



* 상 : 은나노 작업 중 비산된 분말(좌 : × 5,000배, 우 : × 5만배)
 * 중 : TiO₂ 작업 중 비산된 분말(좌 : × 5,000배, 우 : × 5만배)
 * 하 : 용접작업 중 비산된 흄(좌 : × 5,000배, 우 : × 5만배)

[그림 6] 공학적 나노물질과 비의도적 나노물질의 전자현미경 사진(PC 여과지)

사업장에서 도출된 관리방안을 제시하였고, 나노밴드 틀을 소개 및 적용하였으며, 마지막으로 정책적으로 사용될 수 있는 나노물질 취급장에서의 노출관리지침을 제시하였다.

결론 및 제언

나노물질의 노출 평가 연구는 선진국에서도 여러 각도로 시작하는 단계이며, 그 중요성이 매우 부각되고 있다. NT 강국인 우리나라도 나노물질 취급 근로자와 사업장수가 많음에 따라 적극적으로 평가하고 관리하기 위한 자료가 필요하다.

본 연구는 이런 측면에서 여러 측정방법을 이용하여 나노 사업장 특성별 나노물질의 발생 특성을 설명하였다. 평가방법에서 나노물질은 실시간 측정자료의 농도 표시와 이 자료를 지지하기 위한 off-line 분석자료의 활용, 배경 농도의 평가, 전작업시간 평가 및 업무단위 평가의 활용 등은 기존의 작업장에서 입자상물질을 평가하는 방법과 다르다. 나노물질 취급방안으로 기존의 전통적인 관리방법이 적용될 수 있고, 이에 더하여 나노물질 특성에 맞는 방법을 응용할 수 있는 방안을 제시하였다. ⑤

참고문헌

- 윤충식, 나노입자에 의한 잠재된 건강상 위험과 보건학적 논점들, 한국 분자생물학회지, 2007.
- 윤충식, 나노물질의 측정전략의 주요 쟁점, 한국환경보건학회지, 37(1), 73-79, 2011.
- 나노기술연감, 한국과학기술정보연구정보원, 교육과학기술부, 2009(2010).
- ASTM, Standard Guide for Handling Unbound Engineered Nanoscale Particles in Occupational Settings, 2007.
- ISO, Nanotechnologies – Health and safety practices in occupational settings relevant to nanotechnologies, ISO/TR 12885, 2008.
- 일본 후생노동성, ヒトに対する有害性が明らかでない化学物質に対する労働者ばく露の予防的対策に関する検討會ナノマテリアルについて報告書, 平成 20年 11月, 2008.

산업용 기계류의 위험성 평가 제도 도입방안



이종영 교수
중앙대학교 법학전문대학원

현행 산업안전보건법은 사업주에게 사업장에 대한 위험성 평가의무를 부여하고 있고, 산업용 기계류의 의무안전 인증 제도, 자율안전 확인 제도를 도입중이다. 그런데도 산업용 기계류에 의한 재해는 특별하게 감소하지 않고 있다. 산업용 기계류에 의한 산업재해는 산업용 기계류의 설계와 제조단계에서 고려하지 않으면 현실적으로 줄어줄 수 없다. 산업용 기계류에 의한 산업재해를 감소하기 위하여 현실적으로 우리에게 필요한 것은 이미 선진국에서 도입하여 검증된 산업용 기계류의 위험성 평가 제도의 도입이다. 산업용 기계류의 위험성 평가 제도는 산업용 기계류에 잠재되어 있는 위험요인을 체계적으로 파악하고, 해당 위험요인에 대한 위험 크기를 평가한 후 위험의 한도 범위를 벗어난 요인에 대해서는 제조자에게 개선방안을 마련하도록 하는 제도이다.

산업용 기계·기구에 의한 산업재해 현황

2010년 국가 경쟁력에 관한 세계경제포럼(WEF; World Economic Forum)의 발표에 의하면 우리나라는 139개국 중 종합 22위로 평가되었는데 인프라 12위, 거시경제 환경 6위, 고등교육 수준 15위 등은 비교적 높게 평가되고 있다. 하지만 우리나라의 안전사고 사망자수는 OECD 국가 중 2위이며, 이는 인구 10만명 당 안전사고 사망자수 67.5명에 해당하는 수치로, 불안정한 국가로 집계되어 있다. 우리나라는 매년 9만명의 산업재해자와 2,400명의 산업재해로 인한 사망자를 발생시키고 있다. 이는 평균적으로 하루에 260명의 근로자가 산업재해를 당하고, 그 중 사망자가 7명에 해당하는 수치이다. 2008년 산업재해자의 수는 9만 5,806명으로, 이는 5분 30초마다 1명의 산업재해자를 발생시키고 있음을 의미한다.

우리나라가 산업국가로 향한 발걸음을 내디디기 시작

한 1964년부터 2008년까지 누적 산업재해자의 수는 430만명이고, 누적 사망자수는 7만 5,000여 명에 이르고 있다. 이 정도 산업재해자의 수는 우리나라의 사상자가 2만 5,000여 명에 사망자수 5,083명이었던 베트남 전 및 100만여 명의 사상자와 13만 7,899명의 사망자를 낸 한국전쟁과 비교해 볼 때 베트남전의 약 170배, 한국전쟁보다 약 4배 많은 수치이다. 산업재해에 관한 이와 같은 통계자료는 수많은 산업 현장에서 근로자의 사망과 상해의 대가로 현재의 대한민국의 산업 발전이 있었다는 것을 반증하는 것이기도 하다.

산업재해는 경제적·산업경쟁적 측면에서 중대한 국가적 손실이 아닐 수 없다. 2008년 산업재해로 인한 근로손실일수는 7만일로 산정되었고, 노사 분류로 인한 근로손실일수는 809일로 집계되었다. 실제로, 산업재해로 인한 근로손실일은 언론에서 자주 보도되는 노사 분류보다 2008년 기준으로 할 때 87배 높은 것으로 나타났다.



산업용 기계류로 인한 재해 발생비율은 전체 산업재해의 약 25%에 달한다.

2008년도 산업재해로 인한 경제적 손실은 우리나라 GDP의 2% 정도에 해당하는 약 17조원(재해자 1인 당 평균 손실금액 약 1억 8,000만원)으로 산정되고 있다. 이러한 경제적 손실은 교통재해의 약 1.6배, 자연재해의 약 64배에 해당한다. 산업재해를 발생시키는 요인을 분석한 통계에 의하면, 산업용 기계류로 인한 재해 발생비율은 전체 산업재해의 약 25%에 달한다. 산업재해로 인한 사망사고에서도 산업용 기계류로 인한 비율이 25%에 해당할 정도로 재해의 발생비율이 매우 높다.

국가에게 권력을 독점적으로 부여하는 헌법적 정당성은 국가의 소명인 ‘모든 국민의 생명과 신체 등의 안전 보호’에 두고 있다. 헌법은 산업용 기계류의 제조자나 사업주로 하여금 근로자의 생명과 건강이 침해하지 않도록 하는 제도 도입을 요구하고 있다. 그런데도 지속적으로 산업용 기계류로 인하여 근로자의 생명과 신체적 손상이 다른 재해보다 높게 나타나는 것은 헌법이 요구하는 ‘근로자의 생명과 건강에 대한 보호의무’를 국가가 제도적으로 충실하게 이행하지 않고 있다는 것을 의미한다.

국회는 헌법이 부여한 국가의 안전 보호의무를 이행하고자 산업 현장에서 산업재해를 예방하기 위한 목적으로

1982년에 산업안전보건법을 제정·운영하고 있다. 하지만 산업재해가 지속적으로 높은 비율을 차지하는 것은 산업안전보건법에서 산업재해 예방을 위하여 도입 중인 개별 제도가 입법목적에 적합하게 운영되지 못하고 있기 때문이라고 할 수 있다.

현행 산업안전보건법에서 도입하고 있는 산업용 기계류의 안전관리 제도는 헌법의 요구 수준 만큼 산업재해를 예방하고 방지하는 데 흠결이 있다. 이러한 제도적 흠결을 보완하여 헌법이 요구하는 수준으로 산업용 기계류에 의한 재해 방지에 필요한 제도를 강구할 필요성이 있다.

우리는 산업용 기계류의 안전을 확보하여 산업재해를 예방하는 제도로 위험성 평가 제도의 도입을 고려할 수 있다. 산업용 기계류의 위험성 평가 제도는 이미 산업재해가 비교적 적은 선진국에서 도입하고 운영하고 있는 제도이기 때문에 최소한 일정한 정도 검증된 제도라고 할 수 있다. 그러면 산업용 기계류의 위험성 평가 제도를 산업안전보건법에 도입하는 구체적인 방안에 관하여 기술해 보고자 한다.

산업용 기계류 안전관리 제도의 문제점

산업용 기계류에 의한 산업재해의 방지를 목적으로 하는 제도는 산업안전보건법 제34조 이하에 규정되어 있다. 산업용 기계류 안전관리 제도는 모든 산업용 기계류의 안전을 확보하는 방식이 아니라 ‘유해하거나 위험한 기계’를 위주로 안전 인증대상 기계, 자율안전 확인대상 기계 등 한정된 기계류에 대해서만 안전관리 제도의 적용대상을 정하고 있다. 이는 산업용 기계류의 안전관리를 위해 모든 산업용 기계류에 대해 인증 제도나 자율안전 확인 제도 등을 두는 경우, 제조자에게 과도한 제한이 우려된다는 측면에서 일부에 대해서만 도입되고 있

는 것으로 볼 수 있다.

이와 같은 산업용 기계류에 의한 산업재해를 예방하기 위한 안전관리대상의 제한은 제조자나 수입자의 영업 자유를 보장하는 대가로 근로자의 생명과 신체적 손상을 지拂하고 있는 것과 같다. 그 결과, 현실적으로 안전관리대상에 속하지 않는 산업용 기계류에 의하여 근로자의 생명과 신체적 손상이 발생하고 있다. 실제로 산업용 기계류에 의한 산업재해 사고 25% 중 18%는 유해하거나 위험한 기계류가 아닌 지게차, 굴삭기, 컨베이어와 같은 일반 산업용 기계류에 의하여 발생하고 있다. 이러한 점에서 산업용 기계류에 의한 산업재해를 줄이기 위하여 안전관리대상 산업용 기계류뿐만 아니라 그 외의 산업용 기계류에 대하여도 적합한 안전관리 제도를 도입할 필요가 있다. 안전관리대상인 산업용 기계류에 대해서도 꾸준히 사고가 발생하고 있다는 측면에서 본다면 안전인증 제도 자체에도 문제가 있음을 반증하고 있다.

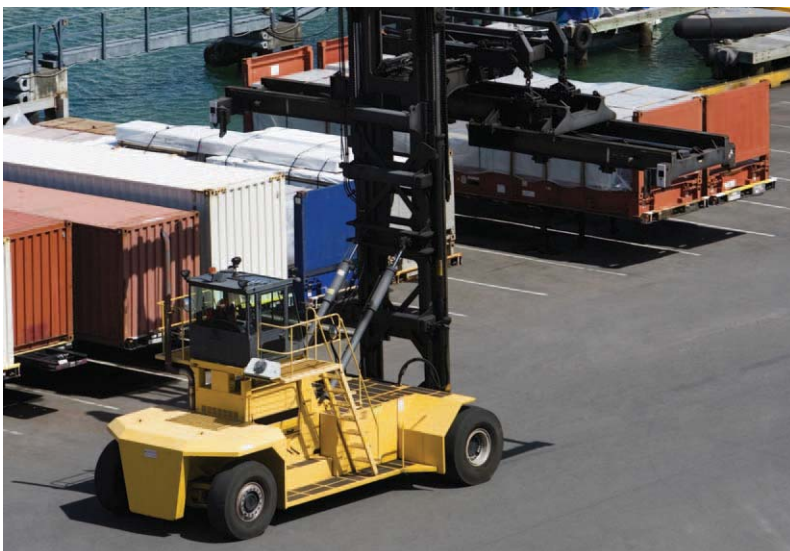
2008년과 2009년 산업재해 원인별 재해자수는 산업용 기계류의 기술적 요인이 각각 1만 7,741건(69.73%)과 2만 1,877건(76.92%)을 차지하고 있다. 이러한 통계는 상당수의 산업재해가 산업용 기계류의 결함을 개

선할 경우 예방이 가능하다는 결과를 보여준다. 그러므로 산업용 기계류에 내재된 근원적 위험요인을 개선할 수 있는 제도의 도입이 필요하다. 산업용 기계류의 근본적 안전은 설계와 제조단계에서 위험성을 발견하여 개선하도록 하는 위험성 평가 제도가 대안이 될 수 있다.

국제적 동향

일본은 2006년 4월 1일에 개정된 노동안전위생법에서 사업주에게 설비 등의 위험성 평가를 하도록 의무를 부여하고 있다. 사업주는 설비, 원재료, 가스, 증기, 분진 등에 의해 발생할 수 있거나 작업 행동, 기타 업무에서 기인할 수 있는 위험성 또는 유해성 등을 조사하고, 그 결과에 근거하여 근로자에게 위험이 발생하지 않도록 하여야 한다. 사업주는 이에 따라 사용하는 산업용 기계에 대한 위험성 조사를 하여야 한다. 일본 정부는 산업용 기계의 위험성 조사와 관련하여 '위험성 또는 유해성의 조사 등에 관한 지침'을 제정하여 운영하고 있다. 산업용 기계의 안전을 관장하는 주무부처인 후생노동성은 2001년 6월 1일자로 '기계의 포괄적인 안전기준에 관한 지침'을 제정하였다.

유럽연합(EU)은 이미 산업용 기계류의 산업협회를 중심으로 자발적으로 위험성 평가 제도를 도입·운영하였다. 이제 EU 단일시장에 적합한 산업용 기계류의 안전을 확보할 목적으로 위험성 평가 제도를 도입하여 운영 중이다. 특히, EU는 산업용 기계류의 위험성 평가에 관한 기준인 '표준규격(EN 1050: Safety of Machinery Principles for Risk Assessment)'을 제정하게 되었다. EU의 '표준규격'에 의한 기계의 위험성 평가는, '기계의 설계 시점에서 적절한 안전대책을 선택하기 위하여 위험



산업용 기계류에 의한 산업재해 사고 25% 중 18%는 유해하거나 위험한 기계류가 아닌 지게차, 굴삭기, 컨베이어와 같은 일반 산업용 기계류에 의하여 발생하고 있다.

현행 산업안전보건법에서 도입하고 있는
 산업용 기계류의 안전관리 제도는 헌법의 요구 수준 만큼
 산업재해를 예방하고 방지하는 데 흠결이 있다.
 이러한 제도적 흠결을 보완하여 헌법이
 요구하는 수준으로 산업용 기계류에 의한
 재해 방지에 필요한 제도를 강구할 필요성이 있다.
 우리는 산업용 기계류의 안전을 확보하여
 산업재해를 예방하는 제도로 위험성 평가 제도의
 도입을 고려할 수 있다.
 산업용 기계류의 위험성 평가 제도는
 이미 산업재해가 비교적 적은 선진국에서 도입하고
 운영하고 있는 제도이기 때문에
 최소한 일정한 정도 검증된 제도라고 할 수 있다.

한 상태에서 어떠한 상해나 건강상 피해가 발생하는지,
 그 확률이나 정도는 어떠한지'에 대한 체계적 검사를 하
 는 일련의 논리적이고 체계적인 평가 절차로 정의하고
 있다.

국제적으로 기계류 위험성 평가에 관한 새로운 기준으
 로는 ISO 14121-1:2007 (Safety of machinery - Risk
 assessment - Part 1: Principles)이 있다. 기계류 위험
 성 평가에 관한 ISO 14121-1 기준은 기계류 설계자 또
 는 제조자가 관련 위험을 줄이는 데 도
 움을 주려는 목적을 두고 개발되었다.
 이를 통해 기계류 제조자는 기계류의 설
 계단계에서 기계의 사용상 발생할 수 있
 는 위험을 찾아서 발생 가능한 사고의
 예방에 필요한 조치를 한다.

기계류의 위험성 평가는 기계류의 설
 계자가 체계적으로 기계류의 한계를 설
 정하고 위험성을 찾아내며, 기계의 고
 장에서 인적 오류까지 가능한 위험을
 평가할 수 있도록 하고 있다. 이러한 절
 차를 통해 얻은 정보는 기계의 작동으
 로 사용자에게 대한 위험을 초래하지 않
 는가를 판단하도록 한다. 기계류가 안

전하지 않은 것으로 판단하면, 기계류의 제조자는 해당
 기계의 위험성을 줄이는 방향을 설계하게 된다. 기계류
 의 설계자는 위험성 평가 절차를 기계류가 최종적으로
 안전하다고 판단될 때까지 지속적으로 반복한다.

국제적인 기계류 위험성 평가기준인 ISO 14121-1은
 특정 기계류의 상세한 안전규정이나 방호장치 또는 구
 체적인 안전요소를 다루는 개별기준을 개발하는 데 활
 용되고 있다.

위험성 평가 제도의 도입 필요성

산업용 기계류는 산업 발전에 따라 지속적으로 증대하
 고 있으나 현행 산업안전보건법에 따른 산업용 기계류
 의 안전관리 제도만으로는 산업용 기계류 사용자의 안
 전을 충분히 담보하기 어려운 것이 현실이다. 국가는 산
 업용 기계류로 인한 산업재해 방지가 현행 법률상 제도
 로 실현되지 않으면, 기존의 제도를 개선하거나 적합한
 제도를 도입할 책무를 지고 있다.

물론, 무조건 안전만을 지향하기 위하여 국가가 규제
 제도를 확대하는 방식은 최근 산업용 기계류의 안전 확
 보에 관한 정책 방향에 적합하지 않다고 할 수 있다. 산



현행 산업안전보건법에 따른 산업용 기계류의 안전관리 제도만으로는 산업용 기계류 사용자의 안전을 충분히
 담보하기 어려운 것이 현실이다.

업용 기계류 안전을 확보하기 위하여 적합한 정책방안은 산업용 기계류 제조자의 영업 자유와 조화되어야 한다. 산업안전보건법은 산업용 기계류의 안전관리 제도와 함께 세계적인 추세에 따라 제조자 및 수입자의 자율 범위를 확대하는 방식인 위험성 평가 제도의 도입이 필요하다고 할 수 있다.

산업용 기계류의 위험성 평가 제도는 산업용 기계류에 잠재되어 있는 위험요인을 체계적으로 파악하고, 해당 위험요인에 대한 위험 크기를 평가한 후 위험의 한도 범위를 벗어난 요인에 대해서는 제조자에게 개선방안을 마련하도록 하는 제도이다. 위험성 평가 제도는 산업용 기계류 제조자에게 위험성 평가 시스템을 구축하도록 하여 발생 가능한 위험을 방지할 수 있는 기술적인 사항을 제공함으로써 산업재해를 예방하도록 한다. 결과적으로, 산업용 기계류의 위험성 평가 제도는 위험성 평가의 대상인 기계의 위험성을 평가하고 그 평가된 위험성에 적합하며 비용효과적인 최선의 안전조치를 강구하거나 관리의 합리화를 강구하는 데 목적이 있다. 위험성 평가라는 용어가 부정적인 이미지를 주고 있다는 점에서 학자들은 안전성 평가(safety assessment)라고도 한다.

위험성 평가 제도의 법제화

제조자의 위험성 평가의무

산업용 기계류의 위험성 평가 제도는 제조자에 대하여 위험성 평가를 하도록 하는 의무 부과에서 출발한다. 제조자에 대하여 위험성 평가의무를 부과하는 경우에는 제조자는 새로운 의무를 부여 받게 된다. 사업자에 대한 새로운 의무를 부과하기 위하여 헌법 제37조 제2항에 따라 산업안전보건법에 명시적인 근거가 필요하다.

산업용 기계류의 위험성 평가 제도를 입법화하는 경우에 해당 제도의 실효성을 확보하기 위한 연계적 법률 개정이 필요하다. 산업용 기계류의 위험성 평가를 하여야 하는 제조자가 법령에서 요구되는 산업용 기계류의

산업용 기계류의 위험성 평가 제도는 산업용 기계류에 잠재되어 있는 위험요인을 체계적으로 파악하고, 해당 위험요인에 대한 위험 크기를 평가한 후 위험의 한도 범위를 벗어난 요인에 대해서는 제조자에게 개선방안을 마련하도록 하는 제도이다. 위험성 평가 제도는 산업용 기계류 제조자에게 위험성 평가 시스템을 구축하도록 하여 발생 가능한 위험을 방지할 수 있는 기술적인 사항을 제공함으로써 산업재해를 예방하도록 한다. 결과적으로, 산업용 기계류의 위험성 평가 제도는 위험성 평가의 대상인 기계의 위험성을 평가하고 그 평가된 위험성에 적합하며 비용효과적인 최선의 안전조치를 강구하거나 관리의 합리화를 강구하는 데 목적이 있다.

위험성을 적합하게 평가하지 않거나 전혀 평가하지 않은 경우 또는 평가 후 위험성을 제거하기 위한 조치를 하지 않은 경우에 대한 처벌조치를 할 수 있도록 하여야 한다.

산업용 기계류의 위험성 평가 제도를 도입함에 있어 고려할 사항은 산업용 기계류 제조자의 위험성 평가 능력이다. 산업용 기계류의 위험성 평가의무를 제조자에게 부여하게 되면, 제조자가 위험성 평가를 할 수 있는 능력이 있어야 한다. 입법에서는 모든 산업용 기계 제조자가 위험성 평가를 충분히 할 수 있는 능력이 없는 경우에 위험성 평가를 전문으로 하는 기관에 의뢰하게 하는 추가적인 방법도 열어 둘 필요성이 있다.

국가의 위험성 평가의무

산업용 기계류의 위험성 평가 제도 도입에서 또 다른 대안으로 위험성 평가의무를 국가에게 부여하는 방안이 고려될 수 있다. 위험성 평가를 산업용 기계류의 제조자가 아니라 국가로 하여금 실시하게 하고, 위험성 평가결과를 공개하는 법제방안이 고려될 수 있다. 산업용 기계류의 제조자에게 위험성 평가의무를 부여하지 않고, 국가가 위험성 평가를 실시하여 이를 공개하는 방안은 산



산업용 기계류의 위험성 평가 제도를 입법화하는 경우에 해당 제도의 실효성을 확보하기 위한 연계적 법률 개정이 필요하다.

맺는말

현행 산업안전보건법은 사업주에게 사업장에 대한 위험성 평가의무를 부여하고 있고, 산업용 기계류에 대한 의무안전 인증 제도, 자율안전 확인 제도를 도입하고 있다. 그런데도 산업용 기계류에 의한 재해는 특별하게 감소하지 않고 있는 문제를 내포하고 있다.

산업용 기계류에 의한 산업재해는 산업용 기계류의 설계와 제조단계에서 고려하지 않으면 현실적으로 줄어들 수 없다. 사업주가 사업장에서 산업재해의 방지를 위한 조치를 하여도, 근본적으로 불안전하게 설계되고 제조된 산업용 기

업용 기계류의 제조자에 대한 부담을 경감시키면서 산업용 기계류의 안전성을 확보하는 방안이라고 할 수 있다. 이 경우 국가는 산업용 기계류를 전문적으로 평가할 수 있는 기관에 업무를 위탁하여 수행하는 것이 일반적인 방식이다.

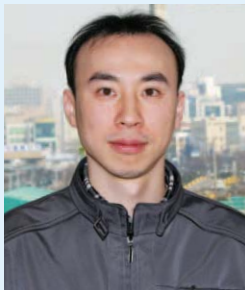
국가에 의한 산업용 기계류의 위험성 평가의무는 위험성 평가에 필요한 비용을 국가가 부담함으로써 국가의 재정 지출이 필요하게 된다. 국가의 재정 부담은, 산업용 기계류에서 발생하는 산업재해의 위험을 원인자인 제조자가 부담하여야 하는 ‘원인자 부담 원칙’에 반할 우려가 있다. 그러나 위험성 평가에 필요한 재정 지출보다 산업용 기계류의 안전 확보로 얻어지는 법익이 크기 때문에 헌법적으로 정당화될 수는 있을 것이다.

국가가 산업용 기계류의 위험성 평가의무를 부담하는 경우에도 법률적 근거가 있어야 한다. 국가가 산업용 기계류에 대한 위험성 평가를 하면, 그 결과를 공개하여 구매자가 위험성이 낮은 산업용 기계류를 우선 구매할 수 있도록 하는 유인 제도를 추가적으로 도입할 필요성이 있다.

계는 산업재해를 유발할 수밖에 없다. 그러므로 산업용 기계류에 대한 산업재해 방지를 위하여 산업용 기계류의 설계와 제조단계에서 사업재해를 유발할 수 있는 위험을 제거하도록 할 필요성이 있다.

이를 위한 제도적 수단이 바로 산업용 기계류의 위험성 평가 제도이다. 산업용 기계류에 대한 위험성 평가의무를 제조자에게 부여함으로써 ‘원인자 부담 원칙’을 실현함과 동시에 산업용 기계류에 의한 재해 발생을 합리적으로 감소시킬 수 있다고 본다. ㉔

끼임재해 예방을 위한 프레스 방호장치 도입



최승주 연구원
산업안전보건연구원
안전시스템연구실

프레스는 대표적인 끼임재해의 다발 기인물인 위험기계로 방호장치 사용이 필수적이다. 그러나 현장에서는 사용상의 불편함, 생산성 등의 이유로 방호장치의 사용을 꺼려 여전히 많은 재해가 발생하고 있다. 기술의 발전에도 불구하고 여전히 프레스 방호장치는 광전자식, 양수조작식, 가드식, 수인식, 손채내기식 등이 사용되고 있어 재해가 줄지 않고 있으므로 이에 대한 대책 마련이 필요하다. 새로운 기술에 발맞춰 비기계식 양수조작식 방호장치, 레이저 스캐너식 안전장치, PSDI 등의 방호장치는 과거의 단점을 보완하여 작업형태에 따른 맞춤형 보호, 근로자의 피로도 감소, 생산성 향상을 가져올 수 있다. 따라서 작업자 및 사업주에게 방호장치의 사용으로 인한 불편을 최소화하고 이익을 증가시킬 수 있을 것이다. 이와 아울러 제도를 개선하고 지속적인 연구와 투자를 통해 보다 안전하고 편리한 새로운 방호장치의 도입과 개발을 장려해야 한다.

서론

프레스는 단시간 동안에 균일한 부품의 대량 가공이 가능한 생산방법으로, 모든 생산 부문에서 폭 넓게 이용되고 있다. 그러나 이러한 점 때문에 기계를 가동하는 동안 위험구역 내에 신체의 일부가 수없이 드나드는 위험한 기계이기도 하다.

2008년 우리나라 산업 현장에서 발생한 업무상 사고의 발생형태 중 감김·끼임재해는 약 18%로 2위를 나타내고 있으며, 이 중 주요 기인물인 프레스에 의한 재해는 1,655건으로 1위를 점유하고 있다. 위험점으로서의 접근을 차단하는 것이 우선적인 재해 예방방법임을 고려할 때, 방호장치의 사용은 필수이다. 그러나 최근의 프레스 사용실태 조사에 따르면 재해 발생 프레스에서는 방호장치의 미사용 및 미설치 등의 비율이 82.1%로 매우 높았다.

프레스 방호장치는 다양한 형태의 방호장치가 개발되

어 유통 중에 있으므로 작업환경에 따라 선택하여 사용할 수 있다. 하지만 현장 작업 여건상 방호장치의 사용이 불가능하거나 작업성·생산성에 많은 지장을 주어 현실적으로는 사용을 기피하고 있다. 이러한 문제점을 개선하고 사업장의 안전성을 향상시키기 위해 새로운 형태의 방호장치를 소개한다.

기존 프레스 방호장치

산업안전보건법 제34조, 동법 시행령 제28조 등에 의해서 프레스는 의무안전인증대상 기계로 되어 있어 제조 시에 안전인증을 받도록 되어 있으며, ‘위험기계·기구 의무안전인증기준(고용노동부 고시 제2010-12호)’에 따라 구조적으로 신체의 일부가 위험 한계 내에 들어갈 수 없도록 제조된 경우를 제외하고는 안전인증을 받은 방호장치를 사용하도록 되어 있다. 현행 ‘방호장치 의무안전인증기준(고용노동부 고시 제2009-81호)’에서

〈표〉 프레스 방호장치의 종류 및 장·단점

종류	장점	단점
가드식	- 완전한 방호를 할 수 있다. - 금형 파손에 의한 파편으로부터 작업자를 보호한다.	- 금형의 크기에 따라 가드를 선택하여야 한다. - 금형 교환 빈도수가 많은 기계에는 사용이 불편하다.
수인식	- 슬라이드의 2차 낙하에도 재해 방지가 가능하다. - 끈의 길이를 적절히 조절하게 되면 수공구를 사용할 필요가 없다. - 가격이 저렴하고 설치가 용이하다.	- 작업 변경의 제한으로 행동의 제약을 받고 작업자를 구속하여 사용을 기피한다. - 작업의 변경 시마다 조정이 필요하다. - 스트로크가 짧은 프레스는 되돌리기가 불충분하다.
손채내기식	- 가격이 저렴하다. - 설치가 용이하다. - 수리·보수가 쉽다. - 기계적인 고장에 의한 슬라이드의 2차 낙하에도 재해 방지가 가능하다.	- 측면 방호가 불가능하다. - 작업자의 정신 집중에 혼란이 있다. - 스트로크의 끝에서 방호가 불충분하다. - 작업자의 손을 가격하였을 때 아프다. - 행정수가 빠른 기계에는 사용이 곤란하다.
양수조작식	- 행정수가 빠른 기계에 사용할 수 있다. - 다른 안전장치와 병용하는 것이 좋다. - 반드시 양손을 사용하여야 하므로 정상적인 사용에서는 완전한 방호가 가능하다.	- 행정수가 느린 기계에는 사용이 부적당하다. - 기계적 고장에 의한 2차 낙하에는 효과가 없다. - 일행정 일정지 기구에만 사용할 수 있다.
광전자식	- 시계를 차단하지 않아 작업에 지장을 주지 않는다. - 연속 운전작업에 유용하다.	- 핀 클러치 방식에는 사용할 수 없다. - 작업 중의 진동에 의해 위치 변동이 생길 우려가 있다. - 설치가 어렵다. - 기계적 고장에 의한 2차 낙하에는 효과가 없다.

인증하는 프레스 방호장치의 종류와 각 장치의 장·단점은 〈표〉와 같다. 이들의 안전장치는 프레스의 종류, 압력 능력, 분 당 스트로크(SPM) 및 스트로크 길이와 작업방법에 따라서 선택해야 한다. 또 이들의 안전장치는 각각의 특징이 있고, 안전장치가 정상이어도 프레스 본체의 고장 등에 대해서는 대응할 수 없는 경우가 있으므로 복수의 안전장치의 사용이나 수공구 등을 사용하는 것이 바람직하다.

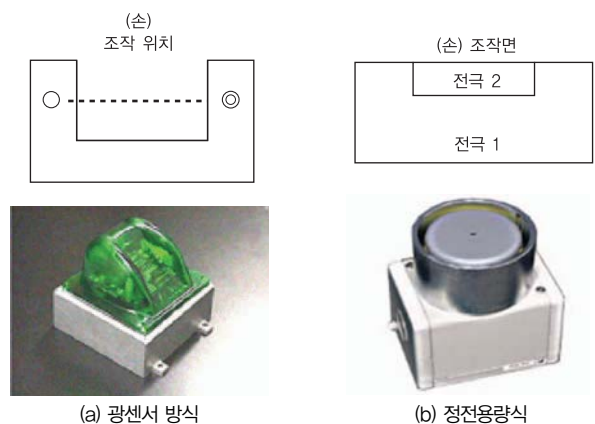
일반적으로 광전자식과 양수조작식 방호장치가 가장 많이 사용되고 있다. 그런데 재료를 한 손으로 잡고, 그 잡은 손으로 금형 사이에 재료를 집어넣어 가공 후 다른 손으로 빼내는 작업이 주종을 이루는 소규모 사업장에서는 방호장치의 사용에 사업주 및 근로자들이 거부 반응을 일으켜 안전장치를 무효화시키는 사례가 많다.

신규 프레스 방호장치

비기계식 양수조작식 방호장치

기존의 양수조작식 방호장치는 조작방법이 기계식 누름 버튼을 사용하는 방식이었으나 일본의 경우 2006년

12월 5일 ‘기발(基發) 제1205002호’에 따라 비기계식 양수조작식 방호장치의 사용이 가능하게 되었다. 이는 [그림 1]과 같이 광센서 방식과 정전용량식의 방호장치 등이 있다.



[그림 1] 비기계식 양수조작식 방호장치

버튼형 양수조작식 방호장치는 한 번 작동에 상당한 힘이 필요하게 되어 지속적인 작업을 할 때 작업자에게 부담을 주어 피로 축적, 작업 능률 저하 등을 일으킬 수 있다. 또한 과로, 요통 등의 원인이 되며, 그 피로가 주

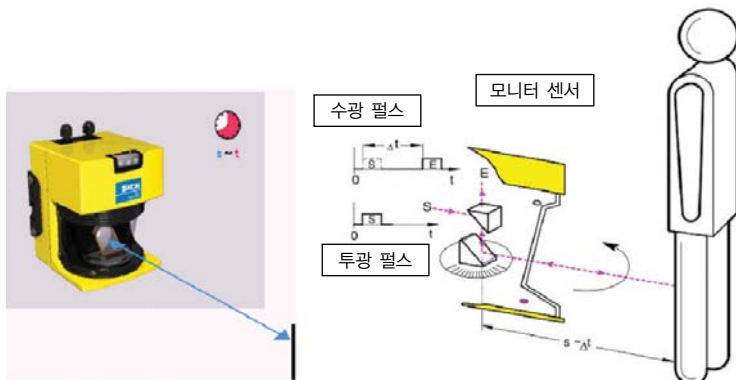
의력을 감소시키고 실수·오류로 인한 심각한 사고까지 발생할 수 있다.

이러한 문제점을 개선한 정전용량식 방호장치는 [그림 1]의 (b)와 같이 스위치 상부를 손으로 가볍게 닿는 것만으로 프레스를 가동시킬 수 있어 작업자의 피로를 현저히 감소시키고 작업성 및 생산성을 향상시킬 수 있다. 반면, 기계적 가동 부분에 따른 고장위험이 없고 손목 등 작업자의 피로 부담을 현저히 저감할 수 있으나 작업자의 의도하지 않은 행동에 따른 오조작 위험, 이물질에 의한 슬라이드 작동의 위험, 조작상태 불명확성 등의 문제점이 있다.

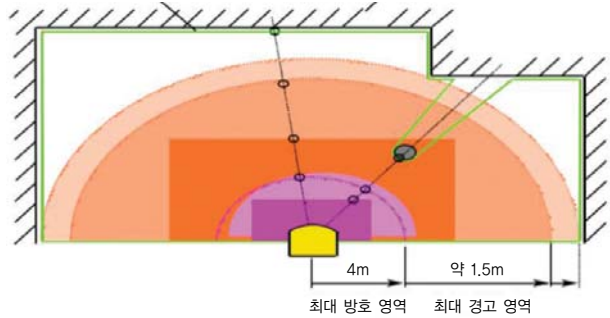
레이저 스캐너식 안전장치

레이저 스캐너식 안전장치는 [그림 2]와 같이 레이저 스캐너로부터 나오는 레이저광이 물체에 반사하여 돌아오는 시간을 측정해서 물체까지의 거리를 산출하게 된다. 이는 180° 의 범위를 초당 5회 회전하면서 0.5° 간격으로 361회 스캔하여 전회에 측정된 거리와 비교하게 된다. 이때 PC상에서 미리 설정된 동작 영역에 물체가 감지되면 적합한 릴레이 출력신호를 내보내게 된다.

설정은 [그림 3]과 같이 경고 영역과 방호 영역의 두 개 영역으로 나뉘며, 경고 영역의 최대 반경은 15m이고, 방호 영역은 최대 4m이다. 영역 형상은 PC상에서 자유롭게 설계하여 사용할 수 있기 때문에 각 작업에 맞추어 보호 범위 설정이 가능하다는 장점이 있다.



[그림 2] 레이저 스캐너식 안전장치 감지 원리



[그림 3] 레이저 스캐너식 안전장치 감지 범위

PSDI(Presense Sensing Device Initiation)

PSDI는 광전자식 방호장치와 같은 특정 검출 영역 내에 사람의 신체나 기계의 존재를 감지하는 장치의 통칭인 Presence Sensing Device(프레스 방호장치로 광전자식 방호장치를 의미)에 부가기능으로 프레스를 작동시킬 수 있는 제어(initiation)기능을 포함하고 있다. 즉, 기존 광전자식 방호장치가 보호기능만 있다면, PSDI식 방호장치는 보호기능에 기계를 작동하는 기능을 추가한 것이다.

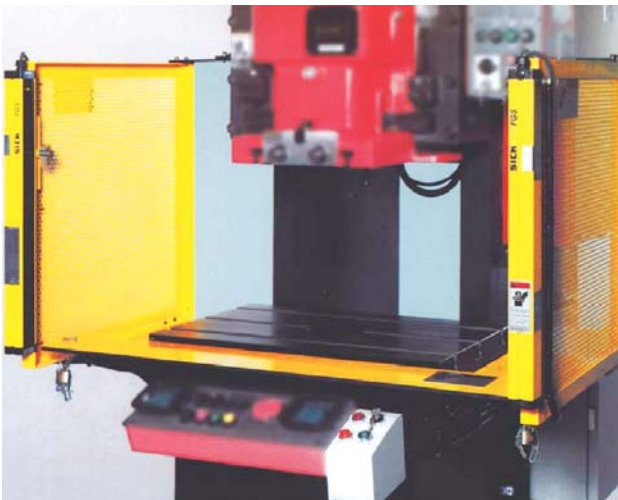
각국의 도입 사례를 보면 PSDI는 1950년대부터 유럽에서 유압 프레스용으로 개발되었고, 1970년대 초 독일 및 스웨덴에서 관련 기준이 제정되어 유럽으로 확산되었다. 현재는 유럽에서 손으로 작업하는 프레스의 일반적인 방호장치로 널리 사용되고 있다. 미국에서는 1976년에 한 공장의 실험적 목적으로 사용되었는데 OSHA가 최초로 허용하였고, 여러 연구와 협의를 거쳐 1988년

29 CFR 1910.217에 관련 조항을 추가하여 사용할 수 있도록 하였다. 일본의 경우는 1998년 3월 26일 노동성 노동기준국장 기발(노동기준국장 발령) 제130호 'PSDI에 대한 프레스 기계 또는 전단기의 안전장치구조 규격 및 동력 프레스 기계구조 규격에 적용된 특례에 대하여'라는 통달(권고)에 의하여 허용하고 있다.

PSDI는 기존의 광전자식 방호장치와 동일한 수준의 보호 능력을 가지고 있다. 그러나

2008년 우리나라 산업 현장에서 발생한 업무상 사고의 발생형태 중 감김·끼임재해는 약 18%로 2위를 나타내고 있으며, 이 중 주요 기인물인 프레스에 의한 재해는 1,655건으로 1위를 점유하고 있다. 위험점으로서의 접근을 차단하는 것이 우선적인 재해 예방법임을 고려할 때, 방호장치의 사용은 필수이다. 그러나 최근의 프레스 사용실태 조사에 따르면 재해 발생 프레스에서는 방호장치의 미사용 및 미설치 등의 비율이 82.1%로 매우 높았다. 산업안전보건법 제34조, 동법 시행령 제28조 등에 의해서 프레스는 의무안전인증대상 기계로 되어 있어 제조 시에 안전인증을 받도록 되어 있으며, '위험기계·기구 의무안전인증기준(고용노동부 고시 제2010-12호)'에 따라 구조적으로 신체의 일부가 위험 한계 내에 들어갈 수 없도록 제조된 경우를 제외하고는 안전인증을 받은 방호장치를 사용하도록 되어 있다.

프레스의 가동을 위한 별도의 스위치 조작이 필요 없어 인간공학적으로 매우 우수하며 작업피로를 줄일 수 있다. 또한 작업공정의 축소로 인해 20% 이상의 생산성 향상도 기대할 수 있다. 이는 작업자 및 사업주에게 큰 이익을 가져올 수 있어 방호장치 사용을 촉진할 수 있을 것이다.



PSDI식 방호장치

결론

프레스는 위험기계 중에서도 높은 재해율을 나타내고 있는데 기존의 안전장치는 신뢰성이나 생산성 측면에서 사용자들이 기피하고 있어 그간의 재해 예방대책이 미흡하였다. 기술은 빠르게 발전하고 있으나 프레스 방호장치는 변화를 따라가지 못하고 있다.

방호장치의 문제점을 해결하고 프레스 작업의 생산성을 향상시킬 수 있는 것으로 사업주가 적절한 형태의 방호장치를 선택하도록 다양한 형태와 방식의 방호장치를 제공하기 위해서는 PSDI 등과 같은 새로운 방호장치의 도입을 적극 검토해야 한다. 또한 이와 같이 기 개발된 방호장치의 도입·사용을 위한 제도 개선과 함께 향후 안전성 향상을 전제로 한 새로운 개념의 안전장치를 지속적으로 개발하여야 한다. 일본의 경우는 하나의 방호장치를 현장에서 사용하기 위해 3~5년간의 안전성 검증 및 법제화에 대한 시간을 들인다. 국내에서도 마찬가지로 이러한 신형 방호장치에 대한 기술 확보 및 지속적인 투자가 필요하다고 본다. ㉞

참고문헌

- 강수현, 산업안전관리총론(II), 도서출판 한진, pp.32-39, 1992.
- 신운철·정원제·최승주, 프레스 위험기계·기구 구조 개선 개발 연구, 산업안전보건연구원, 2009-107-1319:2009.
- 이광길, 위험기계 방호장치의 성능 개선에 관한 연구(Ⅰ), 산업안전보건연구원, 2006.
- 코모리안전기연구소, <http://www.komorisafety.co.jp>.
- 최승주·신운철, 감지제어형 방호장치 실용화 연구, 산업안전보건연구원, 2010-연구원-1055:2010.

돌발성 난청



김규상 연구위원
산업안전보건연구원
직업병연구센터

직업성 난청은 원인에 따라 크게 소음성 난청, 음향외상성 난청, 이상기압으로 인한 난청, 이독성 난청, 외상성 난청으로 분류할 수 있다. 돌발성 난청의 경우는 일반적인 정의대로 원인 불명이나 과거 청력역치 수준, 작업 시의 소음 노출 수준, 청력손실의 발현시간, 청력손실 발생 시점에서의 진찰 소견과 청각검사결과 및 그 외 원인의 배제를 통해서 소음에 의한 것인지를 추정할 수 있을 것이다. 여기 소개하는 사례는 일측 또는 양측의 감각신경성 난청으로서 돌발성 난청을 진단받아 업무 관련성 또는 소음 노출과의 연관성에 대한 역학 조사가 의뢰된 사례이다. 작업 시 노출된 소음 수준을 알지 못한 경우가 대부분이며, 또 주기적인 청력검사가 이루어지지 않았다. 현 시점에서의 청력검사가 거의 유일한 상태에서 다만 감각신경성 난청으로 확정될 뿐이기 때문에 판단의 어려움이 있다. 그러나 해당 작업 시 아주 높은 소음 수준을 보였으며, 증상 발현은 소음 노출과의 연관성을 보여주고 있다.

원인 불명의 감각신경성 난청

원인 불명의 돌발성 난청은 1944년 De Kleyn이 처음으로 발표한 이후 많은 연구자에 의해 연구되어 왔으나 그 병인과 치료를 비롯하여 정의조차 확실히 인정된 것이 없는 모호한 질환으로 이과 임상에서 드물지 않게 보는 질환이다.

이 질환은 수 시간 내지 수일 이내에 발생하는 원인 불명의 감각신경성 난청으로 Jaffe(1967)¹⁾는 특별한 원인 없이 24~48시간에 걸쳐서 빠르게 진행되는 경우라고 하였다.

Willson 등(1980)²⁾에 의하면, 3일 이내에 적어도 3개 이상의 연속 주파수에서 30dB 이상의 청력손실이 있는 감각신경성 난청이라 하였다. 그리고 Byl(1978)³⁾은 과거 이질환이 없던 사람에게 12시간 이내에 갑자기 발생한 난청이라는 정의를 내렸다.

이밖에 Anderson과 Meyerhoff(1983)⁴⁾는 즉석에서 발생하거나 수 시간 내지 수일에 걸쳐 발생하는 청력 감소라고 하였다.

현재까지 보고된 돌발성 난청의 원인으로는 바이러스 감염설이 가장 유력시되고 있다. 그 외에는 혈관 및 대사장애 혹은 알레르기 등 여러 가지 요인에 의한 내이의 혈관 및 순환장애 등이 추정되고 있으나 아직 확실한 원인이 밝혀지지 않고 있다. 논란은 있지만 자주 거론되는 심혈관계 위험요인으로 고혈압, 과지방혈증, 흡연, 과혈당증, 과노산혈증 및 비만 등(Friedrich, 1985)⁵⁾을 비롯하여 고혈압, 갑상선질환과 같은 과거 병력, 또는 식이, 육체적 피로 및 정신적 스트레스 등이

1) Jaffe BF. Sudden deafness. An otologic emergency. Arch Otolaryngol 1967;86:81-86

2) Wilson WR, Byl FM, Laird N. The efficacy of steroids in the treatment of idiopathic sudden hearing loss. A double-blind clinical study. Arch Otolaryngol 1980;106:772-776

3) Byl FM. Sudden hearing loss research clinic. Otolaryngol Clin North Am 1978;11:71-79

4) Anderson RG, Meyerhoff WL. Sudden sensorineural hearing loss. Otolaryngol Clin North Am 1983;16:189-195

있으나, 한편으로는 흡연, 음주 및 환경 소음은 유의한 관련성은 없는 것으로 보고되고 있다(Nakashima 등, 1997).⁶⁾

소음으로 인한 청력손실은 지속적인 소음의 노출로 인해 서서히 진행되는 소음성 난청과 매우 강력한 음에 순간적으로 노출되어 나타나는 급성 음향 외상에 의한 돌발적 청력손실로 나눌 수 있다. 소음에 의한 돌발성 난청으로는 Kawata와 Suga(1967)⁷⁾가 단일한 강력한 소음에 노출된 일정 시간 후 급작스럽게 발생한 농형 청력손실을 최초로 보고하였다. 대부분 일측성으로 발생하며 청력손실의 형태는 U자형 또는 수평 형태였다.

직업적인 감각신경성 돌발성 난청의 발생 원인으로는 잠수부 또는 비행사의 압력 상해 및 음향 외상을 보고하고 있으며, 이는 대부분 난원창 및 정원창 막의 누공 형성과 관련되어 있다(Lyons 등, 1978; Pullen 등, 1979).⁸⁾⁹⁾

Lenarz와 Gzow(1983)¹⁰⁾은 청각검사 중 하나인 등골 근반사에서 500, 1000, 2000, 4000Hz 시 125dB HL의 순음에 의한 검사 후 바로 돌발성 난청이 발생한 두 사례를 보고하였는데, 중이강 또는 난원창 및 정원창 막구조물의 파괴는 관찰되지는 않았다.

이 두 사례에서는 기존에 와우의 미소 순환 장애에 더하여 음향 충격이 돌발성 난청의 유발 원인으로 작용하지 않았나 추정하였다. 그래서 등골근반사검사에서의 자극 강도를 105dBHL로 제한할 것을 주장하였다.

음향 외상성 난청의 발생기전은 강력한 소음의 노출로 인한 내이의 손상(특히 기저막 파열, 개막 파열, 유모세포의 손상 등의 코티기관관의 손상)에 의해 돌발적 또는 일시적으로 감각신경성 난청을 초래한다. 청력손실의 형태는 소음성 난청의 형태와 비슷한 고음역 손실(high-frequency dip)을 보인다.

폭발음에 노출된 경우에는 고막손상이나 이소골연쇄의 손상을 일으켜 전음성 난청 혹은 혼합성 난청을 초래할 수 있다. 그러나 충격음이나 폭발음과 같은 높은

소음 수준에 갑자기 노출되어 발생하는 음향 외상성 난청과 달리 평소 소음에 계속적으로 노출되었으나 어느 순간 노출 소음의 강도가 증가되든지 소음 노출 하의 체위 변화에 의해서 야기되는 돌발적인 청력손실이 있을 수 있다. 즉, 소음성 난청이 발생하는 정도의 소음 수준에서도 돌발적으로 난청이 발생할 수 있다. 일반적인 돌발성 난청은 주로 기상 시에 발생하고, 소음으로 인한 돌발성 난청은 소음작업 중에 발생하는 발생 시점의 차이로 구분하나, 발생 시점의 차이는 근거가 부족하다.

발생 부위는 대부분이 일측성으로 발생하나 드물게는 양측성으로 발생한다. 우리나라에서는 이재행 등(1990)¹¹⁾이 일측성으로 95%를 보고하고 있다.

동반 증상으로는 난청과 함께 이에 선행하는 이폐쇄감, 두통, 이통이 나타날 수 있고 이명을 동반하는 경우가 많으며(Anderson과 Meyerhoff(1983), 70%; 이재행 등(1990), 88.3%), 때로는 현훈을 동반(Anderson과 Meyerhoff(1983), 50%; 이재행 등(1990), 38.3%)하기도 한다.

소음에 의한 돌발성 난청의 경우에 노출 소음이 120dBA 내외이더라도 돌발성 난청이 발생할 수 있음을 확인하고 있다.¹²⁾

5) Friedrich G. Etiology and pathogenesis of sudden deafness. Laryngol Rhinol Otol 1985;64:62-66

6) Nakashima T, Tanabe T, Yanagita N, AWakai K, Ohno Y. Risk factors for sudden deafness: a case-control study. Auris Nasus Larynx 1997;24:265-270

7) Kawata S, Suga F. Industrial sudden deafness. Ann Otol Rhinol Laryngol 1967;76:895-903

8) Lyons GD, Dodson ML, Casey DA, Melancon BB. Round window rupture secondary to acoustic trauma. South Med J 1978;71:71-73

9) Pullen FW 2d, Rosenberg GJ, Cabeza CH. Sudden hearing loss in divers and fliers. Laryngoscope 1979;89:1373-1377

10) Lenarz T, Gzow J. Acoustic inner ear trauma by impedance measurement. Acute acoustic trauma? Laryngol Rhinol Otol 1983;62:58-61

11) 이재행 · 김주현 · 이근평 · 홍사웅 · 채세용 · 서병도, 돌발성 난청의 임상적 분석, 한이인지 1990;33(4):690-697

12) 김규상 · 김진숙 · 박기현, 강력한 소음의 노출로 인해 발생한 것으로 추정되는 돌발성 난청 2례, 대한산업의학회지 1998;10(4):618-626

사례 1

근로자 Y(남, 29세)는 2007년에 D사업장에 입사하여 2010년 6월까지 샤프팀 생산 & 생산기술개발팀에서 근무하였고, 2010년 7월부터 최근까지 생산기술팀에서 근무하였다.

2010년 8월 3일 오전 10시경 연삭기 설비 고장으로 인해 각종 공구를 이용하여 여러 번 분해 조립하는 과정에서 해머로 두드리며 작업을 하면서 ‘탕’ 하는 소리에 1시간 정도 노출이 되었고, 밤새 수리를 하다가 다음날 아침 6시에 퇴근한 뒤 다시 12시에 출근하였다. 4일 오후 1시부터 작업을 했는데 설비 고장이 해결되지 않아 스트레스와 과로로 두통이 있었으며, 오후 7시경에 외부 설비 수리업자에게 문의하였으나 수리가 불가능하다는 통보를 받았다. 그래서 밤 8시경 다시 직접 수리에 들어갔고 5일 새벽 5시까지 여러 번 분해 조립을 하면서 해머질을 하여 아침 8시경에 수리를 완료하였다.

5일에는 정상 근무를 하였으나 두통과 멍한 느낌이 있었고, 7일 새벽 어지러운 증상과 심한 구토가 있어 H병원에 내원하여 ‘좌측 돌발성 난청, 이명, 어지러움증’을 진단받았다.

K의료원에서도 최근 3번의 청력검사를 시행하였다. 순음청력검사상 우측/좌측 5/40dBHL의 청력역치를 확인하였다.

연삭기 수리작업 시에 해머 사용을 재현하여 소음을 측정하였다. 수리업무 시에 연삭기의 부품을 분해할 때 단단히 조여 있는 부품을 분해하기 위하여 해머를 사용하여 부품을 분해하였다. 일상작업 시의 작업장 내 소음은 83.4dB(A)이었으며, 해머작업 시의 소음 수준은 108.8dB(A)(Lmax 133.7dB)이었다.

근로복지공단 수진 자료의 확인에서 2009년 청력검사에 이상 없음이 확인되었고, 그 외에 다른 병력은 없었다.

사례 2

근로자 S(남, 51세)은 레미콘 트럭 소유주의 1인 개인 사업자로 W레미콘과 2007년부터 계약하여 시멘트 운송업에 종사하고 있었다.

2010년 3월 7일에 레미콘 트럭 믹스 안에서 믹스 벽면에 붙어 있는 폐시멘트를 제거하기 위해서 드릴(뿌레카)과 망치를 이용하여 작업을 하고 밖으로 나오는 순간 현기증이 나고 귀에 소리가 났다.

동료들이 시간이 지나면 자연적으로 호전된다고 해서 병원 치료를 미루고, 당일에는 약국에서 약을 지어 먹고 현기증은 호전되었으나 멍하고 잘 안 들리는 현상은 지속되어 2010년 4월 21일 S이비인후과에서 진료를 받았다. 5월 7일 W이비인후과에서 돌발성 특발성 난청으로 진단을 받고, 6월에 D병원에서 3회 순음청력검사에서 우측 감각신경성 난청(우측 95dBHL, 좌측 35dBHL)을 진단받았다.

폐시멘트 제거업무는 오래된 차량인 경우에는 1년에 1회 시행하고, 신차의 경우에는 3년에 1회 시행한다고 하였다.

근로자 S는 2010년 3월에 처음으로 폐시멘트 제거업무를 하였는데, 믹스 안으로 들어가서 드릴(뿌레카)과 망치를 이용하여 믹스 벽면에 붙어 있는 폐시멘트를 제거하였다.

이 작업 시에 높은 소음에 노출되었으며, 3월 7일 아침 9시부터 오후 2시까지 쉬지 않고 제거업무를 하였다. 보통은 30분 작업 후에 20~30분 쉬는 시간을 갖고 다음 작업을 하는데, 처음 제거업무를 했기 때문에 그렇게 하지 못하고 5시간을 지속적으로 하였다고 한다.

당시의 폐시멘트 제거작업을 재현하여 소음을 측정한 결과, 일반 옥외 공간에서 드릴 작동 시의 소음은 103.8dB(A)이었으나 믹스 안에서의 개인 소음 노출 수준은 113.6dB(A)(Lmax 123.3dB, Lpeak(max) 145.3dB)로 더 높았다.

사례 3

근로자 L(여, 45세)은 2008년 10월 1일 H사업장 D지점에 계약직 계산원으로 입사하여 현재까지 일하고 있다.

2008년 10월 10일 강동구 H체육문화센터 실내체육관에서 개최된 한마음 체육대회에 참가한 후 귀의 충만감과 잘 안 들리는 증상을 느껴 다음날 Y이비인후과에서 검사한 결과 돌발성 특발성 난청으로 진단받았다. 재직 전인 2005년과 2008년 일반건강검진에서 청력은 정상 진단을 받았다. 체육행사 다음날 돌발성 난청으로 진단 받고 고용량 스테로이드제를 복용하면서 재해 4일 후에 검사한 순음청력검사에서 4000Hz에서 양측 50dB 이상의 청력손실이 인정되고, 3분법상 청력손실 정도가 46.6/57dBHL(좌/우)이었다.

매장 내에서는 안내방송과 배경음악 정도의 소음에 노출되나 소음성 난청을 발생시킬 정도의 소음에는 노출되지 않는다. 역학 조사에서 체육행사를 진행한 D사업장에 방문하여 당시 사용한 것으로 추정된 스피커(사운드 브릿지 5125)의 소음을 측정하였다. 사운드 브릿지 5125 하나의 스피커는 1,200W 용량을 가지고 있고, 앰프 QSC 1709의 용량은 500W로 스피커 2개 사용 시 앰프의 최대 용량은 2,400W를 초과할 수 없다.

스피커의 소음을 측정하기 위해 체육행사 때 이용한 음악을 그대로 재현하기는 어려웠으나, 그와 비슷한 장르의 음악을 재생시키고 소음을 측정하였다. 체육행사를 진행했던 담당자는 직원들을 스피커에서 보통 7m쯤 떨어져서 앉게 했다고 밝혔다. 스피커 음원으로부터 7m 거리에서 도시미터로 측정한 결과, 평균음압은 97.7dBa, 최고치(LLpk[MaxP.])는 122.7dB이었다.

최소 4시간 이상 체육행사 동안 95dB 이상인 평균 97dB의 소음에 노출되었고, 음원의 종류에 따라 달라질 수 있으나 간헐적으로 충격음 120dB 이상의 최고음에 근로자가 노출되었다고 추정할 수 있다. 근로자 L은 평소 건강하였으며 음주 및 흡연은 하지 않았다. 고혈압, 당뇨 등 기저 질환도 없었다. 과거력상 이질환력, 약물

복용력(항생제 복용 등), 두부외상 등의 특이 병력도 없었다.

업무 관련성 평가

상기 환례의 자세한 병력 청취와 함께 진찰, 청력검사, 평형기능검사, 방사선검사, 임상화학적 검사 등을 시행하여 선행 이질환, 두경부 이상, 이독성 물질의 복용, 내이염, 내이 종양, 뇌막염 등의 돌발적인 감각신경성 난청의 명확한 원인을 배제하였다.

사례로 보고한 3명은 난청을 주증상으로 이명과 현훈이 발생하여 돌발성 난청을 진단받았다. 근로자 Y는 좌측 경도난청, S는 우측 전농으로 각각 일측성의 난청이 발생하고, 여성 근로자 L은 양측성으로 중등도/중등고도의 청력손실이 발생하였다. 3명 모두 급작스러운 청력손실이 있는 다음 날 또는 수 일 후에 치료를 받아왔으나 청력손실 이후 3개월, 9개월 또는 1년 후의 추적 관찰에서 청력 회복이 관찰되지 않았으며 청력의 변화가 거의 없었다.

상기 세 명의 근로자가 현재 호소하는 증상(청력손실 및 이명)과 진단받은 돌발성 난청은 '청력검사상 중이검사에서 중이의 이상이 없고 기도와 골도의 청력손실이 있는 감각신경성 난청으로, 과거력상 청력에 영향을 줄 수 있는 병력이 없으며 일반 건강검진에서도 청력검사상 정상이었고, 평상시의 작업환경과는 다른 특정 업무 수행 중에 강한 충격 소음에 노출되었다는 점, 또한 소음에 대한 작업환경측정결과와 업무의 특성상 평균 소음 노출 수준이 90dBA를 초과하여 최고 음압이 120dB 이상의 소음에 수 시간 노출된 이후 수 분에서 수 시간 내에 증상이 발생된 점'으로 미루어 소음에 의한 돌발성 난청의 발생 가능성을 충분히 추정할 수 있다. 따라서 업무상 질병으로서 소음성 난청의 가능성이 높다고 판단하였다. ⑤

자발적 위험성 평가를 통한 안전경영 성공 사례(I)

– 위험성 평가를 통한 안전보건문제 해결



이관형 연구위원
산업안전보건연구원
안전경영정책연구실

Visteon 사는 자동차와 트레일러를 제조하는 다국적 기업이다. 종전에는 수많은 공구와 장비로 인해 특히 라이트 생산 라인에서 끊임없이 상해가 발생되었고, 조립 생산과정에서는 불안정한 작업 자세와 반복적인 작업 때문에 많은 고통과 수근관증후군을 호소하는 작업자가 많았다. 약 4만명의 근로자가 일하는 CORUS 그룹은 영국과 네덜란드에서 연간 2,000만 톤의 철강을 제조하는데 많은 위험에 노출된 채 생산이 이루어지고 있었다. 현재 이들 회사는 구성원들 스스로의 위험성 평가를 통한 안전경영 성공 사례를 보여주고 있다.

사례 1

자동차 조립 라인의 ‘위험 식별’ 분석을 통한 예방 조치로 부상 및 생산손실 감소

자동차와 트레일러를 제조하는 Visteon 사는 아시아, 유럽, 북·남미에 위치한 다국적 기업으로서 체코에 5개의 자동차, 트레일러 제조 시설과 2개의 기술센터 및 2개의 서비스센터를 운영하고 있다. 특히 라이트 생산 라인에는 수많은 공구와 장비로 인해 끊임없이 상해가 발생되었고, 조립 생산과정에서는 불안정한 작업 자세와 반복적인 작업 때문에 많은 고통과 수근관증후군을 호소하는 작업자가 많았다.

경영진과 공장장은 심각성을 인지하고, 작업자 및 내·외부 전문가와 팀을 구성하여 인간공학적 측면에서 위험성 평가와 주·월·분기별 단위 회의를 통해 이러한 문제를 적극적으로 해결하고자 했다. 회의에는 반드시 경영진이 함께 참여하였고, 위험성 평가를 통해 얻어

진 결과를 공유하고자 위험 식별 워크숍이 조직되었다. 워크숍에는 장치 기술자, 산업공학자도 참여하였으며, 워크숍에 참석한 작업자들이 위험을 감소시키기 위한 조치내용들을 자유롭게 제안할 수 있도록 브레인스토밍 토의 시간도 포함시켰다. 이 과정을 통해 얻어진 각각의 조치들은 자세한 설명과 함께 문서로 작성되었다. 이는 모든 작업자가 어느 곳에서나 볼 수 있도록 표준화하였고, 항상 결과는 피드백을 통해 수정 및 보완하여 재작성되었다. 그 결과, 모든 안전사항과 환경적·인간공학적인 위험을 기술하는 자신만의 위험 평가 시트를 가지게 되었다.

각 장치에 대한 매일 매일의 유지 보수(예방) 규정이 만들어졌는데, 그 규정은 필요한 모든 작업과 교대 근무, 하루에 한 번, 한 달에 두 번씩 얼마나 자주 수행되어야 하는지를 명시하도록 했다. 그리고 중요한 행위의 경우는 시각적 교재를 포함하여 작업 프로세스에 대한 설명도 포함되었다. 근육 긴장과 같은 특수조치가 필요한 사항은 공인된

연구실에서 수행하였고, 모든 위험 평가 및 통제 정보는 회사 인트라넷을 통해 이용할 수 있도록 만들어졌다.

이러한 조치결과에 의해 위험 식별 및 위험 제거, 예방을 위한 시스템이 가동되었고, 표준화가 진행되었다. 작업 근무환경 향상과 아울러 작업자가 더 편안함을 느끼게 되었으며, 또한 개선된 사례결과를 시각적으로 공지함으로써 작업자 개개인들이 더욱 위험성 평가를 신뢰하며 위험요인 해결과정 참여가 증가되었다. 이처럼 지속적인 위험성 평가를 통해 위험 식별과 위험요소가 제거되면서 작업자의 부상이 현저하게 감소했을 뿐만 아니라 노동손실 및 생산시간도 감소하였다.

사례 2

유럽연합(EU) 철강 제조사, '위험 카드' 사용을 통해 병가율 및 이직률 감소

CORUS 그룹은 그 규모가 유럽의 두 번째인 철강 제조사로 영국과 네덜란드에서 연간 2,000만 톤의 철강을 제조하며, 약 4만명의 근로자가 일하고 있는 회사이다.

네덜란드에 위치한 철강 제조 공장에서는 원자재(대형 강철 롤) 처리 및 튜브 제조업무로 많은 위험이 노출된 채 생산이 이루어지고 있었다. 따라서 이러한 안전상의 문제점을 해결하고자 현장에서 많은 의견과 논의가 있었지만, 이에 대한 적절한 해결책과 확신 부족으로 지지 부진한 상태였다. 그러나 경영진과 관리자가 이를 해결하고자 하는 강한 의지로 전문가의 도움을 받아, 작업 상황에 대한 위험성 평가를 통해 이른바 '위험 카드'를 제작하여 모든 직원에게 발급하였다.

양면으로 인쇄된 위험 카드는 근로자가 작업 도중 발생할 수 있는 위험을 평가하고, 그 위험에 대처하는 데 필요한 핵심적 조치를 취할 수 있도록 도움을 주는 카드이다. 예를 들어, 직원 자신이 사용하고 있는 호이스트 벨트가 마모되었음을 발견하고, 다음과 같은 고위험일 경우 즉각적인 조치를 통해 위험 요소를 즉시 제거하도록 하려는 목적이다.

위험 카드 : 호이스트 벨트가 끊어질 위험이 있다. 만약 벨트가 끊어지면 심각한 상해를 입을 수 있다 → 고위험

Risk	First and treatment	Substantial injury	Serious injury	Risk Assessment Table
Virtually impossible	Low risk	Possible risk	Risk	
Is possible	Possible risk	Risk	High risk	
Can be expected	Risk	High risk	Very high risk	

Risk scale	Action required	Fill in Report Card
Low RISK	Risk may be acceptable	
Possible RISK	Risk requires attention	
RISK present	Correction is required. Ensure that the risk is reduced. Report risk to manager immediately	
High RISK	Immediate action required. Ensure that risk is eliminated Immediately	
Very High RISK	STOP work and ensure that the risk is eliminated immediately	

[그림] 위험 카드

일단 위험 평가가 완료되면, 직원은 그 위험에 대한 보고 카드를 작성해야 한다. 관리자는 위험 카드를 효과적인 조치 수행에 대한 근거로 사용하는데, 문제의 재발을 방지하기 위한 조치와 해당조치의 시행 시기를 보고서 작성자에게 정해진 시간 내에 알린다. 이러한 조치를 통해 공장에서 작업환경을 개선해왔으며, 처음 시작한 2007년 한 해 동안 현장 작업자들로부터 200개 이상의 보고서 카드가 접수되었다.

사내의 모든 직원은 이 방법을 이해하고 활용함으로써 공장에서는 상당한 기간(1 년 이상) 동안 사고로 인한 휴가가 없었다.

현장 작업자들은 경영진과 관리자가 자신들의 의견을 경청하며, 보건 및 안전문제를 진지하게 다룬다는 것을 인식할 수 있었고, 이로 인해 2008년 병가율이 3.8%나 떨어졌다. 전사적인 위험 카드 참여를 통해 근무 만족도와 생산성을 높일 수 있었던 것이다. 

국제질병분류(ICD)와 직업병의 분류

— ICD11 개정을 위한 워킹그룹 회의 참가



김은아 소장
산업안전보건연구원
직업병연구센터

세계보건기구(WHO)가 제정하고 있는 현대 사회에서 국제질병분류(ICD; International Classification of Diseases)는 특정 사회의 건강상태를 측정하고, 보건사업을 기획하기 위해서 필수불가결한 도구가 되고 있다. 현재까지 통용되고 있는 ICD10은 직업병에 대한 분류가 충분하지 않아, 국내·외의 대표적인 각종 보건통계에는 직업병에 대한 내용이 잘 반영되지 않았다. 2014년까지 ICD11을 개발할 목표로 2009년부터 진행되는 ICD10에 대한 개정작업에는 WHO의 권고에 따라 직업병의 분류가 보완, 첨가될 계획이다.

2007년 세계보건기구(WHO)의 ‘근로자의 건강 증진을 위한 범 지구계획’(GPA; Global Plan of Action on Workers’ Health)은 제6회 세계보건대회에서 World Health Assembly 60.26(WHA 60.26)을 승인하였다. WHA 60.26에는 WHO가 직업병의 조기 진단과 위험요인에 대한 국제적인 노출 수준을 확인해야 하며, 국제질병분류(ICD; International Statistical Classification of Diseases)의 11번째 개정안에 직업적 원인에 의한 질병을 포함할 것을 권고하고 있다.¹⁾

WHO에서는 2007년 이후 ICD11의 개정을 위한 작업을 진행하였는데, 이를 위한 세계 각국의 전문가를 선별하여 워킹그룹(working group)을 구성하고 2011년 2월 제네바에서 이틀간 회의를 진행하여 초안을 만들었다.

필자는 2011년 2월 24~25일 동안 제네바의 WHO 본부에서 열린 ICD11 개정을 위한 워킹그룹 회의에 참가하였다. ICD11 개정을 위한 워킹그룹은 지역에 대한 대표성과 전문 분야를 감안하여 선정되었는데, 미국, 중국, 인도, 이탈리아, 콜롬비아, 영국, 남아프리카공화국의 대표로 구성되었다(표 1). 또한 국제노동기구(ILO) 담당자가 참여하여 ICD11에 직업병 분류를 도입하는 사안에 대해 심도 있는 논의를 하였다.

질병 분류 체계

일반인에게 질병 분류라는 용어는 조금 낯설게 느껴지겠지만, 보건 분야의 일을 하는 전문가들에게 질병 분류 체계는 친숙한 도구이다.

질병을 진단하는 의사는 진료실에서 환자의 질병에 대해 질병 분류 코드를 찾아 적어야 한다. 공중보건사업을 추진하는 경우, 질병의 종류에 따라 그 사회의 건강 현황

1) WHO, Sixtieth world health assembly, Agenda item 12.13, Workers’ health: global plan of action. Accessed on April 2011. Available at http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA60/A60_R26-en.pdf

〈표 1〉 WHO Global Working Group on Occupational Health in ICD

Chair Dr Anil Adisesh Deputy Chief Medical Officer Centre for Workplace Health Health and Safety Laboratory, United Kingdom	International Labour Office Dr Shengli Niu Senior Specialist SafeWork Programme, ILO, Geneva
Prof. Dr Linda Forst Director, Great Lakes Centers for Occupational and Environmental Health University of Illinois at Chicago, United States	WHO Secretariat Dr Ivan Dimov Ivanov Scientist, Occupational health Interventions for health Environments WHO Headquarters
Prof. Dr Claudio Colosio Director International centre for Rural Health University of Milano, Italy	Prof. Dr P.K. Nag Director National Institute of Occupational Health India
Prof. Dr Julietta Rodriguez Guzman Programa de Salud Ocupacional Universidad El Bosque Colombia	Prof. Dr Zhang Min Director, International Policies National Institute of Occupational Health and Poison Control People's Republic of China
Dr Danuta Kielkowski Head: Epidemiology and Surveillance Section National Institute of Occupational Health South Africa	Dr Eun A Kim Director of Center for Occupational Disease Research Korean Occupational Safety and Health Agency Republic of Korea

을 요약하는 것은 필수적인 작업이다. 이 때 사용하는 질병의 종류 구분은 표준 사인 분류 체계를 활용해야 보다 과학적인 표현이 될 수 있다. 질병 분류는 전문가뿐만 아니라 일반인들도 흔히 접하고 있는데, 언론에 자주 언급되는 통계청의 사망 원인통계는 일반인이 흔히 듣게 되는 질병 분류의 사용 예이다. 1999년 이후부터 한국인의 가장 흔한 사망 원인은 악성신생물(암)인 것으로 보고되고 있는데, 악성신생물을 관리하기 위해서 2007년에는 국립 암센터에 암관리사업단을 두고 국민의 암 예방을 핵심사업으로 추진하였다. 즉, 사망 원인 분류 체계에 따라 그 나라의 국민이 주로 어떤 질병에 의해 사망하는지 파악하여 국민보건 증진의 핵심과제 도출에 활용한 것이다.

사망 원인통계는 질병 분류에 기반을 둔 집계방법으로, WHO에서 개발과 개정을 책임지고 있는 국제질병분류(ICD)에 기반을 둔 분류 체계이다. 사람이 사망하면 의료인은 사망진단서를 발행하며, 이 진단서에는 질병분류표에 의한 질병 코드를 써야 한다. 사망진단서에 기재된 질

병 코드는 집계되어 사망 원인통계를 만들 수 있게 된다. 우리나라 통계청의 사망 원인 통계결과를 살펴보면, 악성신생물, 심혈관질환, 감염성질환 등 질병명별로 국민의 건강상태를 보여주고 있다. 뿐만 아니라 의료기관에서 쓰는 의무기록에도 질병 분류표에 의한 코드를 써야 하며, 이 자료는 해당 부서에서 집계되어 우리나라 국민이 주로 치료를 받는 질병의 종류를 알 수 있게 된다.

이와 같은 질병 분류 체계는 일반인구에서 발생하는 질병의 의학적 분류를 기반으로 하고 있다. 1890년대

이후로 수차례 개정을 반복하면서 발전해온 ICD는 질병의 분류가 의학적으로 합리적인지에 중점을 둔 체계이기 때문에 환경적 원인, 직업성질환이나 손상 등에 대한 명확한 구분은 극히 일부에 불과하다. 따라서 이 분류 체계를 이용하여 한 사회의 건강상태를 분류하면 일반인구에서 흔한 질병의 크기는 알 수 있지만, 근로자의 작업환경에 의한 건강, 환경성 위험에 의한 건강에 대해서는 알 수 없다. 진료하는 의사나 사망진단을 하는 의사가 직업병이라는 생각을 한다 해도 진단서에 기재하는 코드에는 직업병에 따른 코드가 극히 제한되어 있기 때문이다.

결국 직업성질환을 파악하기 위해서는 별도의 조사와 분류 체계가 필요하게 된다. 실제 작업환경에 의한 질병 통계는 고용노동부에서 제공하는 산업재해 보상통계를 통해 제공되고 있는데, 이는 산업재해 보상보험 체계를 통해 신청된 근로자의 질병에 대해 따로 만들어진 분류 체계를 부과하여 통계를 내고 있다. 즉, 국가 전체의 질병 통계와는 체계를 달리하고 있다. 이러한 현실은 국제 질

병통계에서도 마찬가지로, ICD에는 직업성질환이나 환경성질환에 대한 코드가 충분하지 않다.

국제질병분류(ICD)의 역사

인간에게 발생하는 질병과 사망 등 다양한 건강상태를 표현하기 위해서는 정보를 수집하고 집약해야 한다. 그런데 수집하는 집단과 사람들이 각각 다른 기준에 따라 정보를 모으고 정리한다면 이를 취합하여 하나의 정보로 통합할 수 없다. 특히 전 지구적 단위에서 인류의 건강상태를 분류하는 경우, 지구 차원에서 보편적인 틀이 필요하게 된다. 질병 분류에 대한 국제적 틀이 제안된 것은 1891년 국제통계학대회에서였다.

사실, 질병 분류의 역사는 17세기까지 거슬러 올라간다. 18세기의 Sir George Kinbbs가 처음으로 질병을 계통별로 광범위하게 분류했던 것을 통계학적 분류의 시초로 보기도 하지만, 100년 전인 17세기에도 John Graunt 박사가 런던의 6세 미만 사망아의 사망 원인 분류를 시도하여 36%의 영·유아가 6세 미만에서 사망한다는 것을 밝혀냄으로써 정책에 활용했던 예가 있다. 꽤 오랫동안 질병통계는 유용하지 않다는 생각이 지배적이었는데, 질병의 종류를 분류하는 것이 비과학적이고 정확하지 않으므로 통계를 믿을 수 없다는 견해가 팽배했기 때문이다.

이후 예방의학과 의학통계학이 발전하면서 William Farr(1807~1833) 등 탁월한 영국의 의학통계학자의 노력에 의해 학문적 틀을 갖추어지게 되었다. 1853년에 세계통계학대회에서는 William Farr 등에게 질병의 국제적 분류를 요청하였으며, 많은 노력 끝에 1880년 국제질병분류(ICD) 초안이 나오고 1891년에 통계학대회가 제안하게 된 것이다. 이후 선진국들은 각국에 맞는 사망 원인 분류 체계를 개발하는 동시에 국제회의를 통해 ICD를 발전시켜 나갔다. 각 나라의 개별 질병 분류는 국제 분류의 틀을 유지함으로써 호환성을 강조하고 있다. 한국의 사망 원인 표준 분류 역시 ICD와 일치하는 구조를 갖고 있다.

1948년에 들어서 ICD 6th Version부터 WHO의 해당

위원회가 ICD를 위한 업무를 위임받게 되었다. ICD는 학문의 발전과 인류의 질병구조 변천에 따라, 또 통계학적 분류의 필요성에 따라 현재까지 수차례 개정되었다. ICD의 개정은 단시간에 이루어지는 작업이 아니며, 수년에 걸쳐 많은 사람이 참여하여 합의를 이루는 과정이다.

ICD는 1955년에 7번째 개정, 1965년에 8번째 개정을 하였으며, 1975년에 9번째 개정을 시작하여 1977년에 공표하였다. 가장 최근의 개정이 ICD-10th Version(ICD10)으로, 1983년에 시작하여 1992년에 완성되었다. ICD10의 경우 1982년에서 1989년까지 8차례 매년 회의를 했다. 이 회의에는 17개국에서 58개국이 1~5명의 대표를 보냈는데, 주로 보건통계 학자가 참여하였고 역학자들도 상당수 참여하였다.

ICD10에서 직업병과 관련된 내용

ICD10의 구조를 살펴보면 대부분의 내용이 인체 장기 시스템별로 질병을 분류하고 있다. 신체구조별 분류가 아닌 것도 일부 있는데, Chapter 1에 분류된 감염질환, 손상중독(chapter XIX)이나 외인(Chapter XX)에 의한 것은 질병의 원인별로 구분한 것이다. 그 외 임신과 출산, 기형 등과 관련된 Chapter가 따로 구분되어 있다.

직업성질환의 경우는 질병의 원인이 중요한 진단적 기준이 된다. 그러므로 국제질병분류(ICD)에 의해 직업성 질환 진단을 할 때는 우선 해당하는 장기의 질병을 찾은 뒤에 원인이 무엇인가에 대해서는 별도로 기재해야 한다. 이렇게 모아진 자료들로는 그 사회에서 직업병이 몇 명이나 되는지에 대해 전혀 알 수 없다.

물론 오래전부터 잘 알려진 몇몇 직업병은 현재의 ICD10에도 해당 원인을 명시한 질병으로서 별도의 코드로 들어가 있다. 예를 들어, 진폐증의 경우 J60-J70에 외부요인에 의한 폐질환에 들어 있고, 소음성 난청은 H83.3 코드로 들어 있으며, 피부질환은 L24 코드에 접촉성 피부염의 원인을 나열하고 있다. 현재 ICD10의 구조와 관련된 직업성질환 코드는 <표 2>와 같다. <표

2)에서 보이는 것과 같이, 질병 코드와 질병명만 봐서 직업병임을 알 수 있는 질환은 현재 몇 가지 없다.

실제 직업과 관련하여 발생하는 질병은 다양한 화학물질에 의한 중독성질환, 직업성암, 근골격계질환, 심혈관계질환 등 매우 종류가 많다. 그런데 ICD10에서는 대부분의 중독성질환에 대해서는 Chapter XX의 'S00-T98 코드인 손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타 결과'에 넣어두고 있다. 이 코드에는 유기용제, 중금속, 유해 가스 등 다양한 화학적 요인에 의한 독작용을 코드로 세분화하고 있다. 하지만 S00-T98 코드는 질병의 분류로 사용하기가 어렵다. 예를 들면, 'T56.0 납 및 그 화합물의 독작용'이라는 코드는 납에 노출되어 발생하는 질병의 경우 부여할 수 있다. 그렇지만 납에 의한 직업병은 한 가지가 아니다. 말초신경염일 수도 있고, 빈혈, 신장기능이하

등 다양한 질병이 발생할 수 있어서 단순히 납 및 그 화합물의 독작용이라는 말로 직업병을 표현하기는 어렵다. 즉, S00-T98 코드는 원인만 나열하고 질병명은 알 수 없게 되어 있다. 오히려 신경질환 분류 속에 납이나 다른 유해요인에 의한 신경질환이란 코드가 따로 있어야 명확하게 직업성질환을 분류할 수 있게 된다.

결과적으로 현행 ICD10에서 직업병은 명시된 분류로 나타나지 않는다. 몇몇 질병은 원인과 질병명이 구분되어 코드 자체로 나타나 있지만, 대부분의 직업성질환은 분류 자체에 없다. 중독성질환의 경우 'S00-T98 코드 손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타결과'로 표현되어 있지만 원인을 알 수 있을 뿐이지 질병명을 알 수는 없게 되어 있다.

한편, ILO는 별도의 직업병 리스트를 제작하여 직업병의 진단과 통계에 활용하도록 권고해왔다. ILO의 직업병 리스

트는 2010년에 개정되었는데,²⁾ 이 개정판은 2002년에 ILO가 권고했던 직업병 리스트를 보완 개정한 것으로, 전 세계의 직업성질환 리스트를 수집하고 의견을 받아 가장 포괄적인 직업병리스트를 제작한 것이었다(표 3).

ILO의 직업병 리스트 특징은 우선 직업병을 크게 두 가지 범주로 나누고 있는 점이다. 하나는 원인별 분류, 다른 하나는 신체장기별 분류이다. 직업병은 원인이 가장 중요한데, 또한 원인 분류만으로는

〈표 2〉 국제질병분류(ICD10)의 구조와 직업병

Chapter	Blocks	Title	직업성질환으로 간주할 수 있는 코드
I	A00-B99	특정 감염성질환과 기생충질환	
II	C00-D48	신생물	
III	D50-D89	혈액 및 조혈기관의 질환과 면역 메커니즘을 침범하는 특정 장애	
IV	E00-E90	내분비, 영양 및 대사질환	
V	F00-F99	정신 및 행동 장애	
VI	G00-G99	신경계통의 질환	
VII	H00-H59	눈 및 눈 부속기의 질환	
VIII	H60-H95	귀 및 유도의 질환	H83.3 소음성 난청
IX	I00-I99	순환계통의 질환	
X	J00-J99	호흡계통의 질환	J60-J70 외부요인으로 인한 폐질환
XI	K00-K93	소화기질환	
XII	L00-L99	피부 및 피하조직의 질환	L24. 접촉성피부염
XIII	M00-M99	근골격계통 및 결합조직의 질환	M70 사용, 과용 및 압박과 관련된 연조직 장애
XIV	N00-N99	비뇨생식계통의 질환	
XV	O00-O99	임신, 출산 및 산후기	
XVI	P00-P96	출생 전·후기에 기원한 특정 병태	
XVII	Q00-Q99	선천기형, 변형 및 염색체 이상	
XVIII	R00-R99	달리 분류되지 않은 증상, 징후와 임상 및 검사의 이상 소견	
XIX	S00-T98	손상, 중독 및 외인에 의한 특정 기타결과	대부분의 화학적·물리적 요인에 의한 건강 이상
XX	V01-Y98	질병 이환 및 사망의 원인	
XXI	Z00-Z99	건강상태 및 보건 서비스에 영향을 주는 요인	
XXII	U00-U99	특수목적 코드	

2) ILO. ILO List of Occupational Disease (revised 2010). Accessed on April 2011. Available at http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_125137.pdf

〈표 3〉 국제노동기구(ILO)의 직업병 리스트

범주	원인별, 신체 장기별 분류
1.	작업에서 비롯되는 노출에 의해 발생하는 직업병 1.1 화학적 원인에 의한 질병 1.1.1 베릴륨, 카드뮴, 인, 크롬, 망간, 비소, 수은, 납, 불소, 이황화탄소, 염소화합물 ~ 벤젠, 벤젠의 니트로기 또는 아미노기 화합물, 니트로글리세린이나 실산 1.1.41 알코올, 글리세롤, 케톤, 질식제(일산화탄소, 황화수소, 시안화수소), 아크릴로니트릴 산화질소, 바나듐, 안티몬, 핵산, 광물산, 약물, 니켈, 탈륨, 오스뮴, 셀레늄, 구리 플래티늄, 주석, 아연, 포스겐, 벤조퀴논 등 각막 자극물질, 암모늄, 이소시아네이트, 농약 황 산화물, 유기용제, 천연고무, 염소, 기타 다른 화학적 요인들에 의한 질병 1.2 물리적 요인에 의한 질병 1.2.1 소음, 진동, 고압 또는 저압, 전리방사선, 유해광선(자외선, 가시광선, 적외선, 레이저) ~1.2.7 고온이나 저온, 기타 다른 물리적 요인들에 의한 질병 1.3 생물학적 요인에 의한 질병 1.3.1 브루셀라병, 간염, 인간 면역 결핍 바이러스, 파상풍, 결핵, 곰팡이에 의한 중독이나 염증 ~1.3.9 탄저병, 렙토스피라증, 기타 다른 생물학적 요인에 의한 병
2.	신체장기별 직업병 2.1 폐섬유화를 일으키는 광물분진에 의한 진폐증(규폐증, 석면폐증, 탄규폐증 등) 2.1.1 규폐결핵증, 섬유화를 일으키지 않는 광물분진에 의한 진폐증, 철폐증, 경금속에 의한 ~ 기관지폐질환, 면폐증, 천식, 알러지성폐포증, 만성폐쇄성폐질환, 알루미늄, 작업장의 2.1.12 자극성 물질에 의한 상기도질환, 기타 다른 폐질환 2.2 피부질환 2.2.1 알레르기성 접촉성 피부염, 접촉성 두드러기, 자극성 접촉성 피부염, 백반증 ~2.2.4 기타 다른 피부질환 2.3 근골격계질환 2.3.1 반복작업에 의한 노뼈뼉돌기힘줄염, 손과 손목의 만성 힘줄염 ~2.3.8 팔꿈치의 장시간 압박에 의한 윤활낭염, 장시간 무릎 꿇은 자세로 인한 무릎의 윤활낭염 2.4 정신 신경행동학적 질환 2.4.1 외상 후 스트레스증후군, 기타 정신 및 신경행동학적 질환
3.	직업성암 3.1 석면, 벤지딘, 비스클로르메틸에테르, 6가크롬, 콜타르피치, 베타나프틸아민, 염화비닐 ~ 벤젠, 벤젠의 질산 및 아미노 치환물, 전리방사선, 타르, 피치 등, 코크스오븐, 니켈 3.1.21 목분진, 비소, 베릴륨, 카드뮴, 에리오나이트, 에틸렌옥사이드, B형 간염 바이러스 C형 간염 바이러스, 기타 암질환
4.	기타 질환 광부의 안구진탕, 기타 질환

농칠 수 있는 질병이 있기 때문에 신체장기별 분류를 시도한 것이다. 이러한 분류방법은 다양한 화학적·물리적·생물학적 요인에 의한 직업병뿐만 아니라 다양한 요인에 의한 여러 가지 질병이 나열될 수 있는 방법이다(표 3).

직업병 분류를 개선하기 위한 ICD11의 개정 방향

ICD11의 개정은 2009년 초안작업이 시작되어, 2010년

에 Alpha Version이 배포되어 2011년 현재까지 의견을 받고 있는 중이다. Alpha Version은 2011년 5월 중 Beta Version으로 개정되어 2013년까지 실제 활용해 보고, 문제점을 검토하는 기간을 갖게 된다. 그리고 2013년에는 최종 Version을 만든 다음 2014년에 WHO 세계대회에서 승인받은 후 2015년에 배포될 계획을 갖고 있다.

WHO가 운영하고 있는 ICD 개정 조직의 구조는 [그림]과 같이 방대하다. ICD 개정 조직은 크게 두 가지로 나뉘어져 있다. 하나는 통합 분야 TAG(Topic Advisory Groups)인데 사망, 유병, 신체의 기능 등의 유형을 검토하는 그룹이며 cross-sectional TAG로 불린다. 다른 하나는 각 신체장기별 전문 의학 과목별 TAG로서 content TAG로 불린다. 이러한 TAG 외에 워킹그룹

(WG; working group)이 규정되어 있다. [그림]의 내과(internal medicine) TAG만 해도 gastroenterology WG(소화기내과 WG), cardiovascular WG(심혈관내과 WG) 등 8개가 선정되어 있는 만큼 ICD 개정 조직은 매우 방대한 구성이다. 이러한 WG들 속에 직업성질환에 대한 내용을 권고하기 위한 WG인 'WHO Global Working Group on Occupational Health in ICD'가 구성되었다. 여기에 필자가 참여하고 있다.

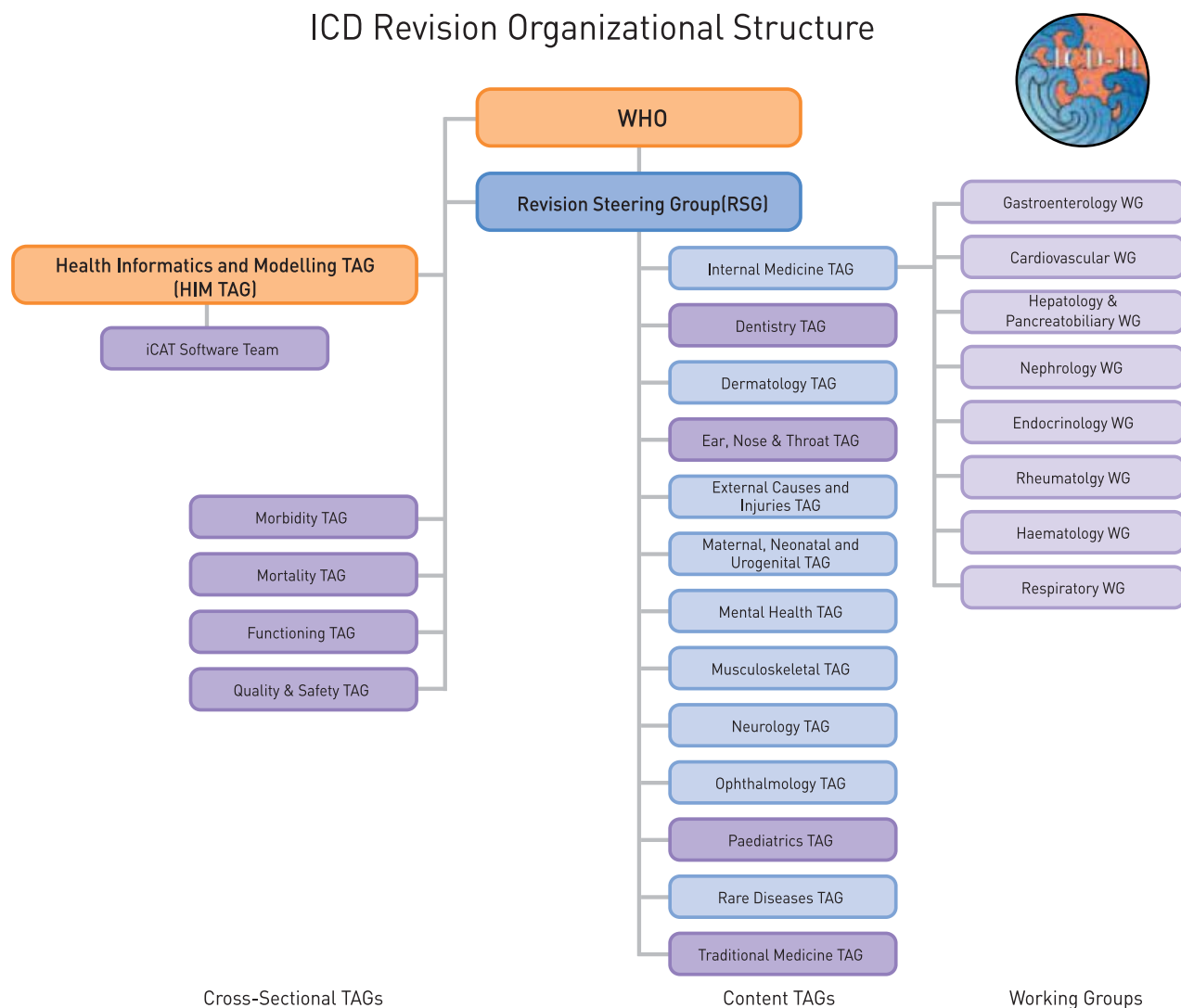
필자를 포함한 Occupational Disease Working Group

10명은 2009년 후반부터 사전에 이메일을 통한 의견을 교환해 가면서 ICD10에 들어 있는 질병의 구조를 검토하고, 직업성질환에 대한 개념 개발을 수 개월간 지속한 상태였다. 방대한 질병 분류의 내용을 이틀간 완료하기 어렵기 때문이었다. 2011년 2월 24~25일의 양 일간 진행된 회의 때도 각자가 검토한 질병의 내역은 매우 방대하여 회의실의 15인용 테이블을 가득 채울 정도였다. 그렇지만 검토회의는 개최 전에 각자 검토한 의견들을 제시하는 방법으로 진행되었다. 이 검토를 위해 ICD10뿐만 아니라 ILO의 직업성질환 리스트 최신판을 함께 검토함으로

써 주요 직업병이 분류에서 빠지지 않도록 하였다.

워킹그룹(WG)의 검토는 장기별 질병과 외인성 질병, 기타 질병의 영역으로 나누어 진행하였다(표 4). 장기별 질병의 검토에서는 진폐증, 천식, 기타 호흡기질환, 수지진동증후군, 수근관증후군, 그 외 근골격계질환, 소음성 난청, 피부질환이 검토되었다. 기존 ICD10에 질병 코드가 있는 질환들, 진폐증, 피부질환, 감염질환, 직업성암의 경우, 질병의 정의나 세부 분류에서 직업병이라는 명시를 추가하는 안을 만들었다. 그리고 기존에 질병 코드가 있더라도 원인요인이 누락되어 있는 경우에는 원인요인을 추가하도록 하였다. 예

ICD Revision Organizational Structure



[그림] 국제질병분류(ICD) 개정 조직의 구조

를 들어, 진폐증의 경우에는 ICD10에 진폐증 코드가 있는 상태였다. 그러나 이에 대해 검토해 본 결과, 질병의 정의가 조금 애매모호하게 되어 진폐증을 일으키는 것으로 알려진 요인들이 원인요인에서 빠져 있는 것을 보완하는 안을 만들었다. 피부질환, 소음성 난청, 천식, 근골격계질환도 기존의 ICD10 코드 속에 직업성요인을 부가하는 방법을 취했다.

외인성질병에 대해서도 각종 중독성요인이 ICD10에 명시되어 있긴 하지만 노말핵산, 이황화탄소, 직업성질환에서 포름알데히드 등 중요하게 생각되는 요인들이 잘못 분류되어 있거나 누락되어 있어, 이에 대한 재분류와 첨가를 제안하기로 하였다. 직업성암의 경우 방광암, 혈관육종, 중피종암 등 직업병의 역사에서 직업성요인이 가장 잘 알려진 암종의 경우, 별도의 코드로 명시하는 방법에 대해 제안하기로 하였다.

한편, 요통처럼 유병이 많은 작업관련성질환의 경우, 직업적 요인을 부가해야 하는지에 대해서는 논란이 있었

다. 실제 산재보험이 운영되고 있는 많은 나라에서 요통과 추간판탈출증은 직업성질환의 매우 큰 부분을 차지하고 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 국제질병분류(ICD) 속에 직업성질환으로 명시될 정도로 인과관계가 명확한 질환인가 하는 것에 대해서는 논란이 많다고 볼 수 있다. ILO의 직업성질환 리스트 중 근골격계질환 분야에서도 요통이나 허리질환에 대한 명시는 없다. 물론, 기타 지역과 나라의 사정에 따른 작업관련성질환이라는 항목이 있긴 하지만, 명백히 공통적으로 직업성질환이라고 간주되는 리스트에는 들어가지 않는 것을 볼 수 있다.

따라서 Occupational Disease Working Group은 요통에 대한 사안은 조심스럽게 제안하고, 좀 더 검토해 보기로 하였다. Occupational Disease Working Group은 금년 상반기까지 ICD11 개정위원회에 의논된 사항들을 전달하고, 지속적으로 의견 교환을 하면서 ICD11의 개정작업에 적극 협조하기로 하였다.

ICD11에 직업성질환의 분류에 대한 내용을 보완하고 첨가하는 작업은 직업병 분야에서 큰 의의를 갖는다. 향후 WHO 등 세계기구의 질병통계에서 직업병이 보다 정확하게 집계될 수 있을 것이다. 그 뿐만 아니라 각 나라의 표준질병분류는 국제질병분류인 ICD11을 따라가기 마련이므로, 각국의 사망 원인통계 등의 보건통계에서도 직업병의 내용을 찾아보기 쉽게 될 수 있을 것으로 보인다. 이에 따라 개별 의사들도 진단서에 직업병이란 진단명을 좀 더 쉽게 쓸 수 있는 계기가 될 수 있을 것이다. ㉔

〈표 4〉 Occupational Disease Working Group의 ICD11에 대한 직업병 분류 검토

구분	질병	검토내용	주요 검토내용
장기별 질병	1	진폐증	- 정의에 대한 재검토 - 원인요인과 결핵 등 합병증에 대한 재검토
	2	천식	- ICD10의 구조 재정립
	3	그 외 호흡기질환	- 유기분진질환, 파콘페, 과민성폐장염 등에 대한 재정립
	4	수지진동증후군	- ICD10 혈관질환 분류에 들어 있는 질환의 구조 재구성
	5	수근관증후군	- ICD10 코드 유지
	6	그 외 근골격계질환	- 질병 코드에 직업성요인 부가
	7	소음성 난청	- ICD10 코드 검토, 직업성요인 부가
	8	피부질환	- ICD 코드의 재배열, 일부 첨가
외인성질환	9	농약	- 독립된 코드가 필요
	10	유기용제	- ICD 코드 구조의 재배열
	11	금속	- ICD 코드 구조의 재배열, 일부 누락된 주요 중금속 첨가
	12	다른 화학물질	- 이황화탄소, 포름알데히드, 노말핵산, 이소시아네이트, 아크릴로니크릴, 염소화합물, 염소, 스티렌, 천연 고무 등 다양한 중독 질환 첨가 - 독성뇌병증은 신경계질환 파트로 옮김
	13	물리적 요인	- 이상기압 질환에 직업성요인 부가
	14	감염질환	- 결핵, 렙토스피라증, 탄저병 등에 직업성요인 부가
	15	외상 후 스트레스 장애	- ICD10 코드에 직업성요인 부가
	16	직업성암	- 석면에 의한 중피종암은 특별히 구분 - 간유종에 대한 구별된 코드 제안 - 방광암은 직업성요인 부가
기타 범주	17	나노물질, GMO	- 추후 논의

산업안전보건 국내 · 외 소식

국제 안전보건 단신

미국 ASSE, 학교안전 사례 소개

미국 안전기술자협회(ASSE)에서는 안전 문화 확산을 위하여 어린이를 대상으로 산업안전 및 안전보건 전문가에 대한 이해를 돕기 위한 교육 지원사업을 추진 중이다. 특히 교육자료, 프로그램, 교안, 보호구 등을 하나의 세트(kit)로 구성하여 신청 학교로 보내어 ASSE 직원이 방문하지 않고 해당 학교에서 자체적으로 교육을 진행할 수 있도록 하였다.

〈출처 : <http://www.asse.org/newsroom/safetysuitcase/>〉

영국 HSE, 목공작업 시 발생 분진 처리 방법 등 안내

영국 산업안전보건청(HSE)는 목공작업 시 발생하는 분진(wood dust)에 대한 적절한 처리방법을 안내하는 영상을 제작하였다. 이 영상은 목공작업 시 분진 처리방법뿐만 아니라 목공작업 분진의 유해성, 관련 규정 소개, 사용 공구별(톱, 대패 등) 노출기준 안내, 작업장과 관련한 관리감독, Q&A 등을 제공하고 있다.

〈출처 : <http://www.hse.gov.uk/woodworking/wood-dust-exposure.htm>〉

영국 HSE, 고소작업 시 사용 장비 영상 교육 제공

영국 산업안전보건청(HSE)는 교육용 영상을 제작하여 고소작업 수행 시 단계별 안전 절차 준수를 위한 근로자의 인식 제고와 고소작업 시 사용되는 다양한 접근장비(access equipment)를 소개하고 있다.

〈출처 : <http://www.hse.gov.uk/falls/video>〉

〈영상 다운로드 : <http://www.hse.gov.uk/falls/video/downloadfalls.htm>〉

2010년 싱가포르 산재 발생 개요 및 건설업 재해 예방 프로그램 소개

싱가포르 사업장 안전보건자문위원회(WSH Council)에서 발표한 통계자료에 의하면 2010년 싱가포르 산재사망률은 사상 최저치를 기록하였다. 하지만 건설업에서의 사망 사고 감소는 주춤하고 있는 추세이다. 이에 따라 건설업 재해를 효과적으로 예방하기 위해 다양한 프로그램을 진행하고 있다.

〈출처 : <https://www.wshc.sg/wps/portal/newsspeeches?module=News&action=detailedNewsSpeeches&fNewsSpeechesID=NS2011031600360>〉

미국 CSB, 가스 폭발 사례와 예방 위한 영상 제공

미국 화학사고조사위원회(CSB)는 가스 폭발 사례와 예방 위한 영상을 제작하였다. 이 영상에는 현장(공장)에서 천연가스를 방출할 때의 위험사항이 안내되어 있고, 2009년 9월 미국 노스캐롤라이나의 Congra Food 사에서 발생한 가스 폭발 사고 사례를 비롯하여 가스 폭발 사고 예방대책 등을 소개하고 있다.

〈출처 : <http://www.csb.gov/investigations/detail.aspx?SID=74>〉

국내 안전보건 단신

직업성암 특별강의 실시

산업안전보건연구원(원장 강성규)은 직업성암 연구 분야의 세계적 대가인 스웨덴 카롤린스카 의과대학의 엘리자비테 바이더 패스 베이노 교수를 초빙하여, 연구원 아카데미에서 '북유럽 직업성암 연구 현황'이란 주제를 가지고 특별강의를 실시했다.

우리나라에서는 1993년 석면에 의한 악성중피종이 직업성암으로 처음 보상받은

후, 근로자의 직업성암에 대한 역학 조사와 연구가 꾸준히 진행되고 있으며, 석면, 벤젠 등 직업성 발암물질에 의한 직업성암 감시 체계가 운영되고 있다. 이번 특별강의는 최근 국내에서 사회적 이슈가 되고 있는 직업성암에 대한 연구를 선도하기 위한 노력의 일환이라고 할 수 있다.

산업안전보건연구원은 베이노 교수의 강의와 간담회 등을 통하여 최신 직업성암의 연구 동향 습득은 물론 국내 직업성암 연구의 수준을 한 단계 더 발전시킬 수 있을 것으로 기대하고 있다.

안전보건 국제학술지 『SH@W』 Vol.1, No.2 우수 논문 시상식 개최

산업안전보건연구원(원장 강성규)은 안전보건 국제학술지 『SH@W』에 우수한 논문의 투고와 심도 있는 심의를 장려하고, 세계적으로 관련된 전문가들에게 널리 활용될 수 있는 수준 높은 학술지로서의 위상을 제고하기 위하여 우수 논문 및 심의자에 대한 시상식을 개최하였다.

이번 시상식에서는 최우수 학술상에 성균관대 정해관, 우수학술상에 Oregon Health & Science Univ., USA, W. Kent Anger, 학술상에 한국방송통신대 박동욱, 특별상에 University of Occupational & Environmental Health, Japan, Ken Takahashi, NIOSH, USA Hongwei Hsiao, Univ. of Milan, Italy, Giovanni Costa 등이 수상하였다. 이밖에 심의상에는 홍익대 박희석, 서울대 윤충식, NIOSH 박주형, National Taiwan University, Chung-Li Du 등이 수상하였다. 

산업안전보건연구원 활동 · 동정

국내 · 외 행사 · 회의 · 동정

산업안전보건연구원 아카데미 개최

일 자 : 4월 중

장 소 : 산업안전보건연구원 및 화학물질안전보건센터 회의실

내 용

- 미국 근로자의 직업과 비만(최봉규 박사)
- 새로운 직업병의 추적 국제회의의 참석결과(이혜은 연구위원)
- An overview on the Nordic Occupational Cancer Study(Elisabete Weiderpass Vainio)
- Optimized dispersion of nanoparticles for biological invitro and invivo studies(양정선 팀장)
- Chemical cardiotoxicity and its prevention with gene expression level(임경택 연구위원)

IEC TC 44(산업설비-전기 분야) 국제 표준화회의의 참석

일 정 : 4월 5일(화)~4월 10일(일)

장 소 : 체코 프라하 표준협회

ICOH SCOM (Tracking new occupational disease) 참석 및 발표

일 정 : 4월 6일(수)~4월 11일(월)

장 소 : 네덜란드 암스테르담

내 용 : New occupational lymphohematopoietic disease-experience of Korea

화학물질 유해성·위험성 평가 현안 및 화학물질관리 개선방안 회의 개최

일 자 : 4월 5일(화)

장 소 : 대전 화학물질안전보건센터 회의실

내 용 : 환경부 '화학물질 등록 및 평가에 관한 법률' 논의 및 법률(안) 수정 요구 주관점 검토

LAL시험법(생물학적내독소시험법) 관련 워크숍 참석

일 정 : 4월 5일(화)~4월 6일(수)

장 소 : 차세대 융합기술연구원

내 용 : LAL 정성 및 정량분석법

한국정책과학학회 춘계학술대회 참석

일 자 : 4월 14일(목)

장 소 : 용산 Dragon Hill Hotel

내 용 : 보건 정책의 과학화

GLP 아급성흡입독성시험 노출 농도 결정을 위한 전문가 회의 개최

일 자 : 4월 15일(금)

장 소 : 화학물질안전보건센터 독성연구동 2층 회의실

내 용

- Pentane(109-66-0), Methyl Acrylate (96-33-3)의 급성독성시험결과 자문 및 아급성흡입독성시험(90일)을 위한 농도 결정
- 기타 병리검사 항목, 일정 등 GLP시험 자문

대한안전경영과학회 2011 춘계학술대회 참석 및 발표

일 자 : 4월 23일(토)

장 소 : 남서울대학교(충남 천안)

내 용

- 이경용 실장 : 고용형태별 유해위험 노출 및 건강 수준
- 이관형 연구위원 : 산재 예방 중재에 따른 안전 의식 전 · 후 비교
- 조흥학 연구위원 : 방송매체가 안전의식에 미치는 영향에 대한 연구

한국화재소방학회 춘계학술대회 참가 및 발표

일 정 : 4월 21일(목)~4월 22일(금)

장 소 : 용산 Dragon Hill Hotel

발표내용 : 동일 입경 조건에서의 금속분진의 화재 폭발 위험성

국내 안전보건 행사

한국독성학회 춘계 심포지엄

일 시 : 2011. 5. 13 오전 9시~오후 6시 30분

장 소 : 서울대학교 삼성컨벤션센터 무궁화홀

웹주소 : <http://www.toxmut.or.kr/>

대한직업환경의학학회 춘계학술대회

일 시 : 2011. 5. 13 오후 1시~6시

장 소 : 가톨릭대학교 서울성모병원 대강당(지하 1층)

웹주소 : <http://www.ksoem.org>

한국안전학회 춘계학술대회

일 정 : 2011. 5. 19~5. 20(2일)

장 소 : 인터볼고호텔(강원도 원주)

웹주소 : <http://www.kosos.or.kr>

대한인간공학학회 춘계학술대회

일 정 : 2011. 5. 26~5. 28(3일)

장 소 : 제주 한화리조트

웹주소 : <http://www.esk.or.kr/>

한국비고노동법학회 춘계학술대회

일 정 : 2011. 5. 27~5. 28(2일)

장 소 : 원광대학교

웹주소 : <http://www.kscsl.org/>

한국사회정책학회 춘계학술대회

일 자 : 2011. 5. 27

장 소 : 추후 공지

웹주소 : <http://www.kasp.re.kr/>

안전보건 관련 발간물 · 자료

일본 중앙노동재해방지협회, 지진에 대한 초고층 빌딩 안전 발행

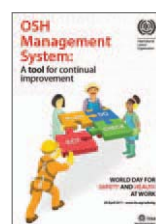
초고층 빌딩과 장주기 지진동(長週期地震動)에 대한 연구 필요성 제기 및 초고층 빌딩에 대한 제진(制震) 대책 사례를 소개하고 있다.

영국 HSE, 청각 장애 방지를 위한 근로자 가이드 소개

소음의 문제점, 작업장에서의 소음 노출 가능성, 고용주가 실시하여야 하는 사항, 근로자가 해야 하는 사항 등을 소개하고 있다.

〈바로가기 : <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg363.pdf>, <http://www.hse.gov.uk/noise/>〉

캐나다 IRSST, 연구결과 보고서 발표



캐나다 안전연구센터(IRSSST)는 산업기계와 관련된 위험을 측정하는 방법(툴)에 대한 검증을 실시하였다. 31 개의 위험측정툴을 분석 연구한 결과, 각각의 툴은 상황에 따라 다른 결과를 나타내었다. 본 보고서는 위험 측정 시 가장 나은 측정방법을 선택하는 데 유용하다. 〈출처 : <http://www.irsst.qc.ca/en/-irsst-publication-experimental-analysis-of-tools-used-estimating-risk-associated-with-industrial-machines-r-684.html>〉

안전보건 연구동향 OSH RESEARCH BRIEF

산업안전보건과 관련된 최신 국내·외 학술정보, 제도 및 정책 등의 다양한 내용과 흐름을 제공하고 있는 『안전보건 연구동향』에서 독자 여러분의 원고를 기다립니다. 우리나라 산업안전보건 발전을 선도하기 위해 여러 분야의 전문가들과 공유하고 싶은 내용이 있으시면 언제든지 원고를 보내주십시오. 게재된 원고에 대해서는 소정의 원고료를 드립니다. 원고를 보내주실 때는 소속 및 연락처를 꼭 기입해 주시기 바랍니다.

■ 보내실 곳

인천광역시 부평구 무네미로 478(구산동) 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전경영정책연구실
『안전보건 연구동향』 담당자 앞
• e-mail : brief@kosha.net

■ 문의사항

원고 및 본문 내용과 관련한 문의사항은 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전경영정책연구실로 연락하시면 됩니다.
• 담당자 : 윤영식 과장 Tel. (032)5100-903

SH@W
Safety and Health at Work

안전보건 국제학술지

영문판 계간 국제학술지 「SH@W」에 많은 관심과 함께 투고를 부탁드립니다.

■ 무료 웹사이트를 이용한 투고

<http://www.e-shaw.org> (※현재 접수중)

■ 문의사항

논문 투고와 관련한 문의사항은 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전경영정책연구실로 연락하시면 됩니다.
• 담당자 : 안상현 대리 Tel. (032)5100-904, e-mail : shaw@e-shaw.org





당신의 행복, 쉽게 지우시겠습니까?

일터와 생활 주변에는 크고 작은 위험요인이 존재합니다.

위험요인을 무심코 지나치거나 위험을 위험으로 느끼지 못할 때
행복한 일상이 지워질 수 있습니다.

항상 위험을 먼저 생각하는 습관이
나와 내 가족의 행복을 지켜줍니다.