

OSH

Vol. 4 No. 8 (통권 36호) 2010. **8**

안전보건 연구동향 RESEARCH BRIEF

원장칼럼

좌정관천(坐井觀天)

기획특집

‘위험성 평가: 이론과 실제’ 국제 심포지엄 리뷰(Review)

논단코너

산재사고 사망자는 어디에서 발생하는가?

업무상 손상 사망자의 재해 발생 이후 경과 기간

업무상 사망사고를 줄이기 위한 인식의 변화

전기안전을 중심으로 한 사망사고 감소방안

연구동향

근로자 건강 보호 측면에서의 신규 화학물질의 유해성 조사 제도

프레스 단발공정의 안전금형 설계

화학사고 조사 사례

열매유의 화재사고와 안전대책





2,000원짜리 사랑 한 그릇

얼마 전 TV 프로그램에서 국수장수 할머니 한 분이 소개됐습니다.

국수 한 그릇을 2,000원에 파는 할머니는 양이 모자란 사람에게는 배부르도록 얼마든지 더 주는 인심 좋은 분입니다.

그 내용이 방영된 후 외국에서 사업하는 어떤 이에게서 방송국으로 연락이 왔답니다.

사연은 이렇습니다. 연이은 사업 실패에 노숙자로 살아가던 시절,

그는 너무 배가 고파 찾은 국수집에서 한 그릇을 비우고, 추가로 한 그릇을 또 비웠습니다.

처음부터 계산할 돈은 없었기에 다 먹은 뒤 식당 밖으로 뛰쳐나가 있는 힘껏 도망쳤는데 뒤쫓아 나온 할머니께서 외치는 음성이 들렸습니다.

“뛰지 말고 가! 다쳐, 천천히 가!……”

그 순간 자신이 살아온 치열한 삶과는 동떨어진, 어쩌면 잊고 살았던 따뜻한 마음에

그는 충격을 받았다고 합니다. 사업 실패로 인해 늘 품고 있었던 분노의 마음은

녹아내리고 한없이 흘러내리는 눈물과 함께 감사한 마음이 생겼다고 합니다.

그 후 그는 이만을 가서 사업에 성공하고, 인생의 중요한 전환점의 계기를 만들어 주신

할머니를 TV에서 우연히 다시 보게 된 것입니다.

이런 사연을 전한 그는 이제 한국에 가면 할머니부터 먼저 만나 뵙겠다고 합니다.



따뜻한 마음으로 세상을 감싸 안는 삶을 실천하시는 할머니께 감사드리며...

OSH RESEARCH BRIEF

Vol. 4 No. 8 (통권 36호)
2010. 08

원장칼럼 04 좌정관천(坐井觀天) · 강성규

기획특집

08 '위험성 평가 : 이론과 실제' 국제 심포지엄
리뷰(Review) · 박두용

논단코너

사망사고 어떻게 줄일 것인가?

[주제 발표]

- 16 산재사고 사망자는 어디에서 발생하는가? · 김영선
- 22 업무상 손상 사망자의 재해 발생 이후 경과 기간 · 이경용 · 정정자
- 30 업무상 사망사고를 줄이기 위한 인식의 변화 · 김수근
- 36 전기안전을 중심으로 한 사망사고 감소방안 · 김정훈

연구동향

- 46 근로자 건강 보호 측면에서의 신규 화학물질의
유해성 조사 제도 · 임경택
- 56 프레스 단발공정의 안전금형 설계 · 신운철

화학사고 조사 사례 62 열매유의 화재사고와 안전대책 · 이근원 · 최이락

산업안전보건 국내 · 외 소식 71

산업안전보건연구원 활동 · 동정 72

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

제4권 제8호(통권 36호) 간별 월간 발행일 2010년 8월 1일 등록번호 ISSN 1976-345X 발행처 산업안전보건연구원 (403-711)
인천광역시 부평구 무네미로 478(구산동) Tel. 032)5100-903 oshri.kosha.or.kr 편집위원장 강성규 편집위원 김양현, 이영순, 심규범, 김정훈, 송재철,
정지연, 이준원, 박동기, 정완순, 김영덕, 이인섭, 김은아, 이경용, 양정선 편집인 조흥학, 윤영식, 안상현 기획·편집 디자인 (주)광고연합 Tel. 02)2264-7306

좌정관천(坐井觀天)

근래에 재해가 정체한 것처럼 보이는 가장 큰 요인은 산재 예방 지표로 사용하는 재해율 지표의 한계에서 기인한다. 우리나라 재해율은 산재사고에 의한 부상 및 업무상 질병에 대한 보상건수를 산재 적용대상 근로자 수로 나눈 것이다. 이 보상에 근거한 재해율 지표를 산재 예방 지표로 사용해왔기 때문에 재해가 정체한 것처럼 보인다. 사고 사망자 수 변화를 볼 때 우리나라의 산재 추세는 아직 선진국보다 수 배 이상 높지만 전체적으로는 감소하고 있다고 본다. 그러나 경미한 사고 부상에 대한 보상과 사회복지 차원의 보상이 증가하여 산재 보상자 숫자가 증가하기 때문에 산재가 정체 또는 증가하는 것처럼 보인다. 그 중에서는 서비스업, 특히 30인 미만의 서비스업에서 재해 보상이 증가한 영향이 크다. 따라서 현재의 재해율 정체 현상은 실제 상황 이라기보다는 산재에 대한 인식이 높아져 과거에 처리하지 않았던 사고 부상에 대해서도 산재보험으로 처리하는 인지효과에 의한 것이다.



강성규 원장
산업안전보건연구원

최근 꾸준히 재해 예방사업을 했음에도 불구하고 수년간 재해율이 정체 또는 증가세를 보이고 있어 산재 예방사업의 효과에 대한 우려의 시각이 있다. 일부 사업이 산업의 변화 추이를 따라가지 못한 측면은 있지만 재해율 수치를 보고 재해 예방사업 자체를 의심하는 것은 적절치 못하다. 재해가 정체한 것처럼 보이는 가장 큰 요인은 산재 예방 지표로 사용하는 재해율 지표의 한계에서 기인한다. 산재사고에 의한 부상 및 업무상 질병에 대한 보상건수를 산재 적용대상 근로자 수로 나눈 재해율 지표를 산재 예방 지표로 사용해왔기 때문이다.

필자는 지난 몇 차례 칼럼에서 재해율의 정체 내지 소폭 증가의 원인이 산재보험에 대한 인지효과가 중요한 원인 중의 하나라고 주장했다. 사고 사망자 수 변화를 볼 때 우리나라의 산재 추세는 아직 선진국보다 수 배 이상 높지만 전체적으로는 감소하고 있다고 본다. 그러나 경미한 사고 부상에 대한 보상과 사회복지 차원의 보상이 증가하여 산재보상자 숫자가 증가하기 때문에 산재가 정체 또는 증가하는 것처럼 보인다. 그 중에서는 서비스업, 특히 30인 미만의 서비스업에서 재해

보상이 증가한 영향이 크다. 따라서 현재의 산재율 정체 현상은 실제 상황이라기보다는 산재에 대한 인식이 높아져 과거에 처리하지 않았던 사고 부상에 대해서도 산재보험으로 처리하는 인지효과에 의한 것이다. 그런데 아직도 전문가들조차 일면 수긍을 하면서도 ‘과연 그럴까?’ 하는 의심의 눈초리를 거두지 않고 있다.

30인 미만 서비스 사업장에서 재해 보상이 증가하는 이유

그러면 왜 30인 미만의 서비스업에서 재해 보상자 수가 증가하는 것일까? 그리고 그 근거는 무엇일까?

산재보험은 업종별로 채택된 보험요율에서 개별 사업장의 산재 보상 실적을 바탕으로 개별실적요율 제도를 채택하고 있다. 산재보험 개별실적요율 제도는 보험급여액이 과거 3년간 납부한 산재보험료의 75% 이하면 보험료를 할인하고, 85%를 초과하면 할증하는 제도다. 이는 상시 근로자 30인 이상 사업장에만 해당된다. 그 이하 규모의 사업장에서는 위험의 분산¹⁾이라는 보험의 원칙을 훼손하지 않기 위해서 요율을 조정하지 않는다.

근로복지공단의 2009년 산재보험료 징수 실적자료를 보면 사업장에서는 근로자 1인 당 평균 33만원의 산재보험료를 부담하였다.²⁾ 신규 재해자 1인 당 산재보험료 급여액은 3,602만원이다.³⁾ 근로자 1,000명 규모 사업장의 산재보험료는 3억 3,000만원이고, 현재 재해율 0.7의 수준으로 산재급여액은 2억 4,780만원이다. 반면, 근로자 수 30인의 사업장에서 산재보험료는 990만원으로 3년간 보험료가 2,970만원 수준이다. 그런데 재해는 4~5년에 한 번 발생할 수 있지만 3년에 한 명이라도 발생하면 보험료보다 높은 보험급여액이 발생한다.⁴⁾ 사업장 규모가 작아서 위험이 분산되지 않기 때문이다. 이처럼 소규모 사업장에서는 보험료보다는 보험급여액이 크기 때문에 사업주의 입장로서는 재해가 발생하면 산재보험으로 처리하는 것이 낫다. 더구나 30인 미만의 사업장에서는 개별실적요율 제도를 적용하지 않으므로 경미한 것이라도 산재가 발생하면 무조건 산재보험으로 처리하는 것이 유리하다.

사업장 규모가 큰 곳에서는 재해가 아주 많이 발생하는 사업장이 아니라면, 보험급여액이 많이 들어가는 심각한 재해가

아닌 이상 경미한 재해는 자체적으로 처리하는 것이 낫다. 교통사고가 났을 때 보험료가 상향되지 않는 범위의 액수 이내는 보험가입자가 스스로 부담하려고 하는 것과 같은 이치이다. 만일 사고 처리에 드는 비용이 보험료 증가 비용을 초과하면 보험가입자는 자동차 보험으로 처리하려고 할 것이다.

소규모 사업장은 산재가 발생하면 의료비용이 사업주가 부담해야 할 보험료를 초과할 가능성이 높다. 그러면 사업주는 이를 산재보험으로 처리하려고 하는 것이 당연하다. 또한 30인 미만 사업장에서는 보험급여액 수의 증감과 관계없이 사업장이 납부해야 할 보험료는 일정하므로 다른 제약점⁵⁾이 없다면 사업주는 모든 사고를 산재보험으로 처리하게 된다.

서비스업에서 재해가 증가하는 근거

서비스업의 경미한 재해가 재해를 정체 또는 증가에 영향을 주는 근거는 다음과 같다.

첫째, 최근 8년간 사고성 재해율⁶⁾은 제조업에서 감소하였으나 서비스업⁷⁾에서는 증가하였다. 2001년과 2009년 사이에 서비스업의 사고성 재해율은 감소 추세를 보이기는 하나 전년 대비 지속적으로 증가한 수준(전년대비 비율이 1 이상)을 보였다. 제조업에서는 감소 추세가 뚜렷하여 전년 대비 감소(전년대비 비율이 1 이하)하는 것으로 나타났다[그림 1]. 2001년도

1) 현재의 재해율 0.7을 기준으로 근로자 수가 1,000명이라면 매년 7명의 재해자가 발생한다. 한두 명이 더 발생하거나 감소해도 재해율에는 크게 영향이 없다. 그러나 근로자 수가 30명이라면 약 4~5년에 한 명의 재해자가 생기는데, 한 명만 생겨도 재해율은 3.3이 되어서 동종 평균의 수 배를 상회하고 다른 해에는 재해율이 0이 되는 현상이 나타나서 위험 분산이라는 사회보험의 본래 취지가 무색해진다.

2) 2009년도 산재보험 징수액은 4조 6,752억원이었고, 적용 근로자 수는 1,388만명이었다.

3) 2009년도 산재보험 급여액 3조 4,631억원을 신규 재해 보상자 수 9만 6,145명으로 나눈 것이다.

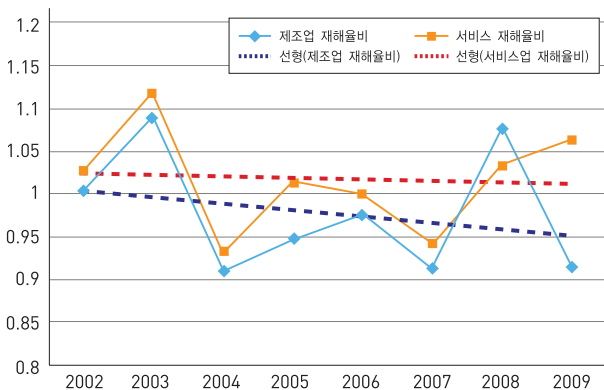
4) 2009년에 산재보험 급여액을 보험급여자 총수(25만 2,000명)로 나누면 1인 당 보험급여액은 1,374만원이다. 그러나 급여자 총수는 그해 이전부터 지급을 받는 근로자를 포함하고, 그해에 신규 발생한 재해자는 요양 기간에 따라 다음해에도 계속 급여를 받게 되므로 총 급여액을 신규 재해자로 나누는 것이 1인 당 급여액에 더 가깝다.

5) 고용노동부의 사고 발생에 대한 조사와 감독

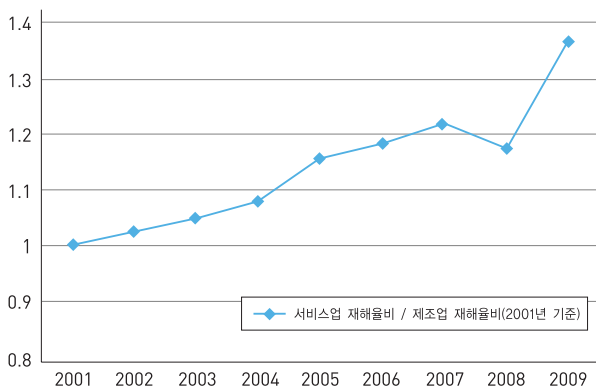
6) 여기에서는 업무상 질병을 제외한 업무상 사고에 의한 재해자만을 말한다.

7) 여기에서 서비스업이란 제조업, 건설업, 농·어·임업, 광산업을 제외한 전 업종을 말한다.

대비 2009년에 제조업에서는 근로자수가 1.09배 증가하였으나 재해자수는 0.89배로 감소되어 재해율이 0.82배로 감소(12% 감소)하였다. 그러나 서비스업에서는 근로자 수가 1.51배 증가하고 재해자 수가 1.70배 증가하여 재해율은 1.12배 증가(12% 증가)하였다. 따라서 같은 기간에 서비스업의 재해율 증가폭은 제조업에 비해 36%가 더 높았다[그림 2].



[그림 1] 전년 대비 사고성 재해율비의 연도별 변화와 추이



[그림 2] 2001년 기준 서비스업 사고성 재해율비 대비 제조업 재해율비의 연도별 변화 추이

둘째, 서비스업의 30인 미만 사업장에서 사고성 재해율의 증가가 뚜렷하다. 2001년과 2009년을 비교할 때 30인 미만 사업장의 사고성 재해율의 증가가 30인 이상 사업장의 재해율 증가에 비해 크게 나타났다. 2001년도 대비 2009년도에 30인 이상 사업장에서는 근로자수가 1.20배 증가하였으나 재해자수는 1.05배 증가하여 재해율은 0.87배로 감소(13% 감소)하였다. 하지만 30인 미만 사업장에서 근로자 수는 2.06배

“

소규모 사업장에서는 보험료보다는 보험급여액이 크기 때문에 사업주의 입장에서는 재해가 발생하면 산재보험으로 처리하는 것이 낫다. 더구나 30인 미만의 사업장에서는 개별실적요율 제도를 적용하지 않으므로 경미한 것이라도 산재가 발생하면 무조건 산재보험으로 처리하는 것이 유리하다. 사업장 규모가 큰 곳에서는 재해가 아주 많이 발생하는 사업장이 아니라면 보험급여액이 많이 들어가는 심각한 재해가 아닌 이상 경미한 재해는 자체적으로 처리하는 것이 낫다. 교통사고가 났을 때 보험료가 상향되지 않는 범위의 액수 이내는 보험가입자가 스스로 부담하려고 하는 것과 같은 이치이다. ”

증가하고 재해자수는 2.11배 증가하여 재해율은 1.02배 증가(2% 증가)하였다. 따라서 같은 기간에 30인 미만 사업장의 재해율은 30인 이상 사업장에 비해 17%가 더 증가하였다.

2001년에 비해 2009년에 모든 부분에서 사고성 재해율은 감소하였으나 30인 미만 서비스업종에서만 재해율이 증가하였고, 증가 숫자는 1만 2,190명이었다. 제조업은 30인 미만 사업장에서는 재해율이 0.80배로 감소하였고, 30인 이상 사업장에서는 0.68배로 감소하였다. 제조업은 전반적으로 재해가 감소하고 있는데 30인 이상 사업장에서 재해율비의 감소 폭이 30인 미만 사업장에 비해 18%가 더 컸다.

셋째, 2009년에 서비스업 사고성 재해자의 평균진료일 수는 77일로 제조업 재해자의 평균진료일 수 92일에 비해 16.5% 적었다. 평균진료일 수는 연도별로 편차가 커서 일괄적으로 비교할 수 없으나 전체적으로 서비스업의 진료일 수가 제조업의 진료일 수보다 적었다. 1인 당 평균급여액도 서비스업이 제조업에 비해 적다. 서비스업의 재해가 제조업에 비해 상대적으로 경미하다는 근거이다.

마지막으로 재해 발생 후 산재보험 신고건수의 증가이다. 산재보험은 강제보험이므로 모든 사업장은 성립과 동시에 산재



2001년에 비해 2009년에 모든 부문에서 사고성 재해율은 감소하였으나 30인 미만 서비스업종에서만 재해율이 증가하였다.

보험 적용대상이다. 그런데 적지 않은 사업장이 산재보험에 가입신고를 하지 않고 있다가 사고가 발생하면 산재로 처리한다. 산재 가입신고를 하지 않고 있다가 재해 발생 후 산재로 처리한 건수는 2001년에 비해 2009년에는 6.75배 증가하였다. 30인 미만의 제조업에서는 13.67배, 30인 미만의 서비스업에서는 42.67배 증가하였다. 서비스업이 제조업에 비해 3.12배 높아 212%가 더 증가한 것이다. 특히 이것은 재해가 발생한 사업장만 신고한 것이므로 재해가 발생하지 않은 미신고 사업장이 다수 누락되어 재해율을 더 높은 것처럼 보이게 한다.

재해 예방효과 지표는 사고사망률로

이상의 결과로 볼 때 현재의 재해율은 산재보험대상이 고위험의 제조업 중심일 때는 재해 발생 수준을 보여 주는 지표이었으나, 이제는 더 이상 우리나라 재해 발생 현황을 반영하지 못한다고 할 수 있다. 특히 통근재해와 같은 일부 사고성 재해와 작업관련성 업무상 질병은 사업장의 요인뿐만 아니라 사회복지적인 보상 성격이 강하므로 이를 포함한 재해율 지표는 실제 사업장

재해 현황을 반영하지 못할 뿐만 아니라 예방에 도움을 주지도 못한다. 이러한 재해율로 산재 발생 추세를 본다는 것은 우물에 앉아서 하늘을 보는 격이다(坐井觀天). 선진국 어느 나라에서도 사용하지 않는 지표⁸⁾를 아직도 재해 예방 지표로 삼고 있는 것에 대해 산업안전보건 전문가의 한 사람으로서 부끄러울 뿐이다.

재해 예방효과 지표는 높은 보상비용으로 인해 산재 보상 신청이 누락되는 경우가 없는 사고성 사망사고가 가장 적절하다. 그리고 『안전보건 연구동향』 2010년 2월호에서 소개한 것처럼 사고성 사망자율이 꾸준한 감소를 보이는 것으로 볼 때 현재의 재해 예방 노력은 일정 부분 효과가 있다고 할 수 있다. 다만, 아직도 사고사망률은 선진국의 3~5배로 높아 우리나라의 국격 수준에 크게 미치지 못하고 있어 산재 예방에 더 많은 노력이 절실히 요구됨은 두말할 나위가 없다. ㉔

8) 재해율 산정에서 재해자 수를 선택적으로 보고되는 산재보상자 수로 하고 업무상 질병자를 포함하는 지표. 후자는 영어의 accident rate를 사고율로 번역하지 않고 재해율로 번역하는 오류에서 기인한다. 영어에서 accident는 업무상 질병을 포함하지 않으므로 재해율이라고 해서는 안 된다. 사고(事故) 중심의 사고(思考)에서 기인한 결과이다.

‘위험성 평가 : 이론과 실제’ 국제 심포지엄 리뷰(Review)



박두용 교수
한성대학교 기계시스템공학과

지난 7월 6일, 산업안전보건연구원은 제43회 산업안전보건강조주간을 맞이하여 ‘위험성 평가 : 이론과 실제(Risk Assessment : Theory and Practice)’란 주제로 국제 심포지엄을 개최하였다. 오후 1시 반부터 6시까지 진행된 이 심포지엄에는 300석 규모의 코엑스(COEX) 1층 그랜드볼룸이 꽉 찰 정도로 많은 사람이 참석했다. 이것은 최근 위험성 평가 제도에 대한 관심이 그만큼 높다는 것을 단적으로 말해준다고 볼 수 있다. 본고는 다큐멘터리 같은 취재기록이 아니다. 똑 같은 영화를 봐도 보는 사람마다 느끼는 게 다르고, 받아들이고 것도 다르듯이 학술 심포지엄도 마찬가지리라. 본고는 기록이나 사실이라기보다는 필자의 감상문에 가깝다. 그렇게 알고 가볍게 읽어 주신다면 고맙겠다.

행사 진행

오후 1시쯤

오후 1시경 허겁지겁 달려간 행사장은 썰렁했다. 진행요원과 일찌감치 행사장을 찾은 몇 명의 참석자만이 자리를 지키고 있었다. 텅 빈 300석 규모의 코엑스(COEX) 그랜드볼룸은

더욱 커 보였다. 심포지엄이 시작되려면 무려 1시간이나 남았지만 사람들이 자리를 다 채울 수 있을까 하는 걱정이 들었다. 행사 관계자와 함께 발표자 및 좌장의 자리 배치, 그리고 동시통역 등 행사 진행에 관한 기본적인 사항을 점검하고 나자 출입문으로 발표자가 들어서는 모습이 보였다. 서둘러 출입문 쪽으로 나가 발표자를 맞이하고 인사를 건넸다.

〈표 1〉 심포지엄 주제 및 발표자

시간	주제	발표자
14:20~15:50	핀란드에서의 위험성 평가 : 이론과 실제	Hannu Anttonen(Director of Centre of Expertise, FIOH, Finland)
14:50~15:20	일본에서의 위험성 평가 : 이론과 실제	Seichi Horie(Director, IIES, UOEH, Japan)
15:20~15:40	휴식	
15:40~16:20	영국에서의 위험성 평가 : 이론과 실제	Karen Russ(Deputy CEO, HSL, UK)
16:20~16:50	한국에서의 위험성 평가 : 이론과 실제	권혁면(산업안전보건공단, 기술위원)
16:50~17:30	종합 토론	



산업안전보건연구원이 제43회 산업안전보건강조주간을 맞이하여 지난 7월 6일 '위험성 평가 : 이론과 실제(Risk Assessment: Theory and Practice)'란 주제로 국제 심포지엄을 개최하였다.

발표자

심포지엄 주제 발표는 4개였다. 주제 발표자는 핀란드, 일본, 영국 등 외국인 3명과 한국인 1명이었고, 주제는 모두 '위험성 평가 : 이론과 실제'였다. 따라서 4개 주제는 '핀란드에서의 위험성 평가 : 이론과 실제, 일본에서의 위험성 평가 : 이론과 실제, 영국에서의 위험성 평가 : 이론과 실제, 그리고 한국에서의 위험성 평가 : 이론과 실제'였다.

핀란드에서 온 한누 안토넨(Hannu Anttonen) 박사는 핀란드 국립산업보건연구소(FIOH)의 작업환경개발센터 실장으로 현재 Oulu대학에서 위험성 평가와 관련된 강의를 담당하는 겸임교수를 맡고 있다. Anttonen 교수의 전공 분야는 산업위생학이며, 최근 위험성 평가와 관련된 업무와 연구를 담당하고 있다고 한다.

FIOH는 핀란드 국립산업안전보건연구소(<http://www.ttl.fi/en/pages/default.aspx>)로 산업보건 분야에서 전세계적으로



제1주제 발표자인 핀란드 Oulu대학
한누 안토넨(Hannu Anttonen) 교수



제2주제 발표자인 일본 산업의과대학
세이치 호리(堀江正知) 교수



제3주제를 발표한 영국 HSL 부원장
카렌 러스(Karen Russ) 박사



제4주제 발표자인 한국산업안전보건공단 기술위원
권혁면 박사

그 명성과 권위를 인정받고 있는 유수의 연구소이다. FIOH는 최고의 결기구조로 이사회가 있고, 연구원장과 집행위원회, 다음과 같이 6개의 전문연구센터(Centre of Expertises)로 구성되어 있다.

- Good Practices and Competence
- Health and Work Ability
- Human Factors at Work
- Internal Services
- Work Environment Development
- Work Organizations

우리나라의 산업안전보건연구원 조직과 비교해보는 것만으로도 의미가 있을 것 같다. Anttonen 박사는 집행위원회 위원이자 작업환경 개발센터의 실장을 맡고 있다.

두 번째 주제 발표자는 ‘일본에서의 위험성 평가 : 이론과 실제’에 대해 발표를 한 세이치 호리(Seichi Horie, 堀江正知) 교수였다. 호리(堀江) 교수는 일본 산업의과대학을 졸업하고 현재 일본 JFE 철강회사의 전신인 NKK사에서 산업의로 일하다가 2001년 모교인 산업의과대학 조교수로 임용되었으며, 현재 그곳의 교수로 재직 중이다.

세 번째 주제 발표자는 영국에서 온 카렌 러스(Karen Russ) 박사로 영국 국립산업안전보건연구소(HSL; Health and Safety Laboratory)의 부원장(Deputy Chief Executive)이다. Russ 박사는 물리학자로서 과학적 연구 및 조사의 관리 전문가로 약 4년 전 안전보건에 대한 인적 요인(human factors) 부문의 책임을 맡기로 하고 이 연구소에 합류했다고 한다. 이 부문의 주요 연구 분야는 인간행동, 인간공학, 위험인지학, 위험성 평가 및 위험관리 등이다.

HSL은 HSE(영국 산업안전보건청)의 산하기관으로, 직역하면 ‘보건안전실험실’이지만 실은 단순한 ‘실험실’이 아니라 산업안전보건 연구소의 기능을 담당하고 있다. 그래서 HSL은 영국의 국립 산업안전보건연구소라고 생각하면 된다. 그렇지만 ‘Laboratory’라는 이름에서 나타나듯이 HSL은 주로 실험실적 성격의 연구와 조사를 중점적으로 하는 특징이 있다.

마지막으로 네 번째 주제 발표자는 한국산업안전보건공단 기술위원 권혁면 박사였다. 권 박사는 OECD 화학사고 예방 전문가 그룹의 부의장이며, 한국안전학회 화공안전부문위원장과 화공안전기술 사회 부회장, 그리고 한국가스학회 이사를 맡고 있는 명실공히 화공안전의 최고 전문가 중의 1인이다.

주제 발표 - 각국의 위험성 평가 : 이론과 실제

학문 중에서 ‘비교 제도로론’이 가장 어렵다고 한다. ‘비교 제도로론’은 간단히 말하면 각국의 제도를 비교하는 것인데 비교 대상에 따라 여러 가지로 세분화된다. 예를 들어, 비교 문화 제도로론, 비교 의료 제도로론, 비교 경찰 제도로론, 비교 산업안전 보건 제도로론 등등이 있다. 이런 식으로 이날의 심포지엄 주제를 말한다면 ‘비교 위험성 평가 제도로론’이라고 할 수 있을 것 같다.

제도나 문화란, 정치·경제·사회·지리·문화 등은 물론 각국의 역사적 배경과 다른 제도와와의 복합적 상호 작용의 결과이기 때문에 그러한 전반적인 면을 모두 고려하지 않고서는 이해하기 어렵다. 더구나 문화 또는 정서라고 하는 것이 외형적으로 쉽게 드러나지도 않기 때문에 외국인은 물론 내국인조차도 그 나라의 실제 모습을 전체적으로 그려내거나 설명한다는 것은 쉽지 않은 일이다.

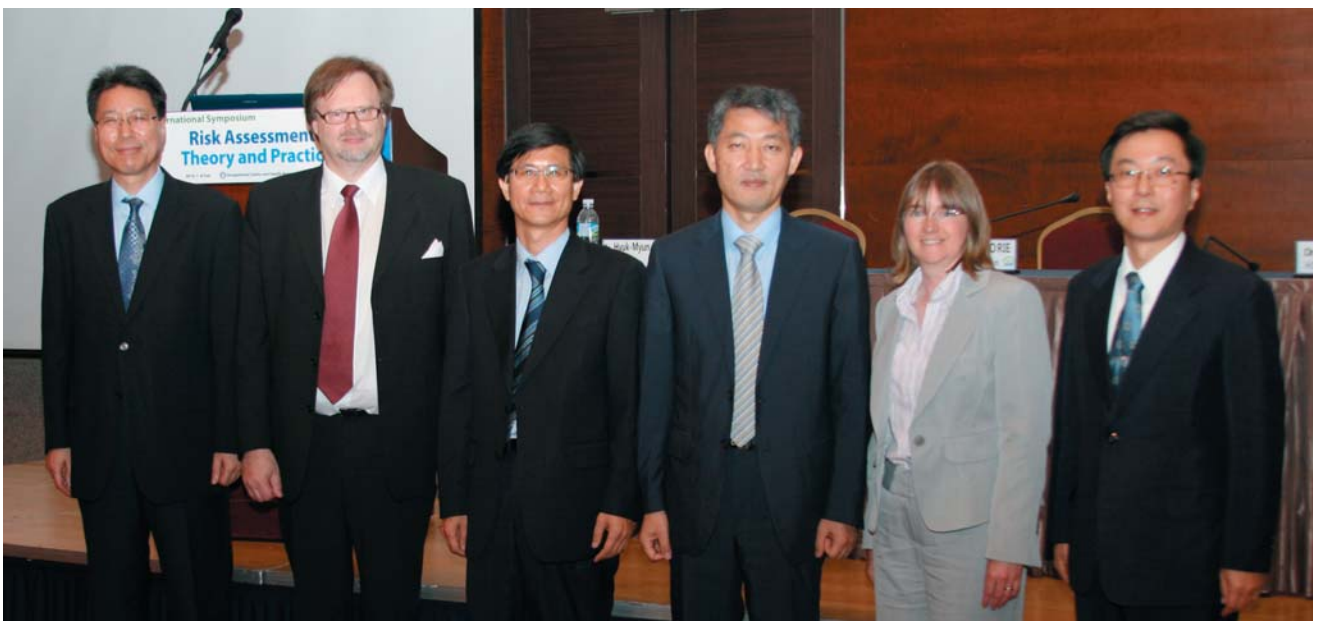
단적인 예로, 우리나라 사람이 한국의 위험성 평가 제도에 대해 발표하는 상황을 생각해 보자. 우선 발표하는 사람에 따라 내용이 달라지게 마련이다. 그뿐만 아니라 대상이 누구냐에 따라서도 달라진다. 이러한 내용이 전달되거나 이해되는

수준도 대상자의 사전 지식이나 관심사 등에 따라 확연히 달라진다. 더구나 제도 같은 것은 사람들 나름대로 선호도라는 것이 있기 때문에 선입견이 강한 편이다. 따라서 같은 이야기를 듣고도 서로 다른 식으로 이해하는 경우가 허다하다. 사람의 귀는 듣고 싶은 것만 들리는데다가 기억하고 싶은 것만 기억하기 때문에 비록 의도하지 않아도 그렇게 되는 모양이다.

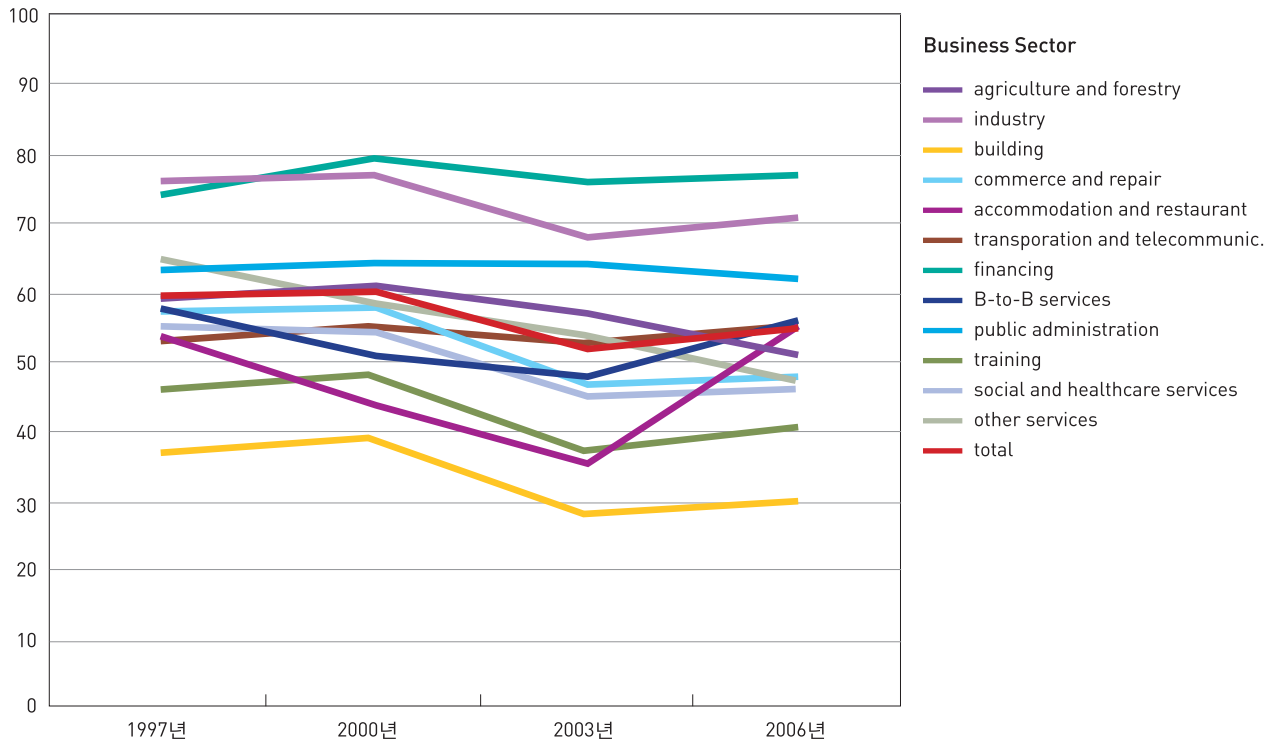
여기에서 발표 전문을 소개하는 것은 어렵다. 발표 전문은 이미 책자로 발간되어 있으므로 그것을 참고하는 것이 좋겠다는 생각이다. 여기에서는 각 국가에서의 위험성 평가 제도의 기본적인 개관과 발표한 자료 중에서 핵심 포인트 한두 가지만 소개하기로 한다.

핀란드

Anttonen 교수는 핀란드에서의 위험성 평가에 대한 법적 근거로 2003년 1월에 새로 개정된 산안법[Law of Occupational Safety(738/2002)]의 관련 조항을 소개하는 것으로 주제 발표를 시작하였다. 2003년에 시행된 새로운 핀란드의 산안법은 작업환경 및 작업조건을 개선하기 위하여 체계적이고 지속적인 활동(systematic and continuous actions)을 강조하고, 기업의 안전문화를 개선하는 데 초점을 맞추고 있다고 한다. 이를 위해서 기업의 안전보건경영이 필



산업안전보건연구원 강성규 원장이 심포지엄 주제 발표자들과 함께하였다.



* 출처 - Risk Assessment : Theory and Practice / FIOH / Prof. Hannu Anttonen / 2010년 7월 6일 발표자료

[그림 1] 핀란드에서 '지난 3년간 당신이 근무하는 작업장의 안전보건에 대하여 귀사의 누군가에 의해 (유해위험성) 조사가 이루어진 적이 있습니까?'에 대한 설문 조사결과

수적이며, 그 활동은 위험성 평가과정을 거치도록 하고 있다. 위험성 평가는 '어떤 요인이 사고나 손상을 일으킬 수 있는지, 제거해야 할 잠재적인 유해위험요인이 무엇이 있는지, 어떠한 예방조치와 차단책이 유용할지를 생각하면서 모든 작업 공정을 체계적으로 평가하는 과정'이라고 설명하고, 이러한 과정을 통해 사업장의 안전보건경영을 달성한다는 것이다.

이러한 방식이나 법적인 배경으로 EU Directive 89/391 EEC¹⁾를 소개하였다. 이렇게 보면, 마치 핀란드는 1989년 EU 지침에 의해 2003년 위험성 평가 제도를 도입한 것처럼 오해할 수 있다. 그러나 사실 핀란드는 유럽연합(EU)에서 위험성 평가방식으로 산안법과 체계를 전환하기로 정한 1989년보다 훨씬 이전부터 이러한 방식의 산안 정책과 제도가 이미 뿌리를 내리고 있었다.²⁾ 따라서 Anttonen 교수가 2003년 새로운 핀란드 산안법을 소개한 것은 2003년도에 위험성 평가 제도가 도입되었다는 뜻이 아니라 현행 핀란드의 산안법과 그 법의 위험성 평가 관련 규정을 소개한 것일 뿐이다.

위험성 평가의 방법론은 이미 우리가 알고 있는 것과 크게 다르지 않았다. 이것은 너무도 당연한 것이다. 한 가지 특별하다면 위험성 평가의 수준을 규모나 위험에 따라 3~4단계 수준으로 구분한 것을 들 수 있다. 그러나 이것도 알고 보면 특별한 게 아니다. 규모나 위험 수준에 따라 사업장의 눈높이에

1) 유럽연합(EU)에서 1989년 제정한 산업안전보건 기본 지침, EU Directive(지침)은 EU 소속 국가는 반드시 정해진 기간 내에 자국의 관련법에 지침이 부합되도록 제·개정하여야 한다. EU Directive 89/391은 1992년 발효되었으며, 1996년까지 자국의 관련법에 이 지침에 부합되도록 제·개정하여야 했다. 독일, 프랑스 등 여러 나라가 산안법을 1996년 무렵 제·개정할 경우가 많은데 그것은 바로 이 지침의 영향 때문이다.

2) 이러한 사실은 2003년 EU Commission에서 발간한 위험성 평가 제도 평가보고서에서 1989년 EU OSH 기본지침인 Directive 89/391에 따라 자국법을 제·개정해야 하는 정도를 평가하고 그 결과에 따라 EU 국가를 3그룹으로 구분한 바 있다. 3그룹은, 첫째 이미 반영되어 있어 자국법을 개정할 필요가 없는 국가(Group 1), 둘째 일부를 제·개정해야 하는 국가(Group 2), 셋째 자국의 산안법을 거의 전면적으로 제·개정해야 하는 국가(Group 3)였다. 대개 핀란드 등 북부 유럽국가는 Group 1에 속했고, 독일·영국·프랑스 등 중부 유럽은 Group 2, 이탈리아·스페인 등 남부 유럽은 Group 3으로 분류되었다.

맞게 위험성 평가를 하려고 하다보면 자연스럽게 그렇게 된다. 그러니 이러한 이론이나 제도의 외형을 베끼거나 도입하려고 노력할 필요는 전혀 없다고 본다. 이에 대한 내용은 이미 학회지에 상세히 소개한 발표 논문이 있으므로 관심 있는 사람은 해당 논문을 참조하면 좋겠다(Malchaire J. ym. Ann Occup Hyg. 1999 Jul;43(5):367-76).

Anttonen 교수의 발표에서 주목할 만한 것은 [그림 1]과 같이 실제 핀란드의 사업장에서는 위험성 평가를 얼마나 하고 있는지에 대한 설문 조사결과였다. 1997년도부터 최근까지 제조업 등의 산업(industry)에서는 70~75% 수준을 유지하고 있는 것을 볼 수 있으며, 전체적(total)으로 55% 내외로 위험성 평가가 이루어지고 있음을 알 수 있다.

55%라는 수치를 보고 다소 실망하는 사람이 있을지도 모르겠다. 이걸 이렇게 봐야 이해가 된다. 우리나라에는 작업환경 측정 제도가 있다. 유해위험요인이 있으면 거의 모든 사업장이 작업환경측정대상이다. 실제 작업환경측정을 하고 있는 사업장은 3만개 이하이다. 우리나라 작업환경측정 실시율이 얼마나 될까? 전체 사업장을 160만개로 놓고 보면 1.8%에 불과하다. 55%라는 수치는 이런 식으로 산출된 것이다.

환경안전보건 분야에서 어떤 제도를 도입해서 실시율이 전체 사업장의 50% 이상이라면 그것은 한마디로 전부 다하고 있다고 해도 과언이 아니다. 그러면 나머지 50%는? 그러한

사업장은 정말로 안 해도 그만, 해도 그만인 그런 사업장에 불과하다.

끝으로, 발표가 모두 끝나고 나서 Anttonen 교수가 개인적으로 한 다음의 말을 전하고 싶다.

“핀란드의 경험으로 볼 때, 위험성 평가에 대한 지침서를 여러 개 만들어서 배포하거나 교육하거나 하는 것은 별로 효과가 없다. (위험성 평가를) 하려고 하지 않는 사업장에서는 거들떠보지도 않는다. (위험성 평가를) 정말 하려고 하는 사업장에서는 이미 지침서가 필요 없다. 원칙만 알면 자기들이 다 한다. 그래서 핀란드에서는 업종별·규모별 위험성 평가지침서 같은 것은 거의 없다. 일관되게 간단한 원칙만 소개한다. 내가 알고 있는 한 영국도 마찬가지다.”

일본

호리(堀江) 교수는 먼저 위험성 평가에 대한 국제 및 일본에서의 개략적인 역사를 소개하는 것으로 주제 발표를 시작하였다. 호리 교수는 위험성 평가와 직접적으로 연관된 주요 사항을 추려서 연도별로 흐름을 간략하게 잘 정리했다(표 2). 그러나 그 이면이나 배경을 충분히 설명하기에는 시간상으로나 형식상 불가능했을 것이다. 사실 일본에서 위험성 평가의무가 법제화된 것은 2006년 4월이지만 실제 위험성 평가방법론이 적용된 것은 짧게는 10여 년, 길게 보면 일본의 근대 산업안전

〈표 2〉 국제 및 일본의 위험성 평가의 주요 역사

연도	주요 내용
1976	JPN Guideline on safety assessment of chemical plants
1982	EC directive on major accident hazards of certain industries
1989	EC council directive of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work (89/391/EEC)
1992	UK risk assessment in Management of health and safety at work regulations (MHSWR)
1996	EC guidance of risk assessment at work
1996	ISO/TR 12100, ISO14121/EN1050
1996~2001	ISO/ILO discussions on OHSMS/OSHMS
1999	JPN Notification of Guideline for OSHMS
2001	ILO OSHMS
2001	JPN LSB Notification on Guidelines for the Comprehensive Safety Standards of Machinery
2005~2009	JPN development of various industry/work-specific guidelines and leaflets on risk assessment
2006	JPN addition of Article 28-2 on risk assessment in Industrial Safety and Health Law
2006	JPN Notification of Guideline for risk assessment
2006	JPN Notification of Guideline for risk assessment on chemicals

* 출처 - Risk Assessment : Theory and Practice in Japan / Prof. Horie / 2010년 7월 6일 발표자료

보건 역사와 궤를 같이 한다고 볼 수 있다.³⁾

이후 호리 교수는 위험성 평가 제도의 기본적인 원리와 방법론에 대해 소개하는 데 많은 시간을 할애했다. 아마도 위험성 평가내용을 이미 알고 있는 사람들은 좀 지루했을 것이고, 위험성 평가 제도에 대해 세부적인 사항을 처음 접하는 실무자들에게는 나름대로 유용한 정보였을 것으로 생각한다.

호리 교수의 발표에서 눈여겨 볼만한 것은 2005년도에 일본 후생노동성이 사업장에서 리스크 어세스먼트⁴⁾를 실시한 정도를 설문 조사한 결과이다(표 3). 2005년도면 노동안전위생법에 위험성 평가의무가 사업주의 의무로 들어가기 전이다. 그럼에도 불구하고 300인 이상 사업장은 약 50%, 50~100인 규모는 약 25%가 이미 위험성 평가를 실시하고 있다. 더구나 30인 정도의 사업장은 물론 10인 이상 사업장에서도 약 20% 정도는 이미 위험성 평가를 실시하고 있다는 점은 상당히 주목할 필요가 있다. 이것은 산재를 줄이기 위해 사업장에서 자주적인 산재 예방 노력을 하도록 꾸준히 유도해온 일본의 산안 정책이 반영된 결과라고 봐야 할 것이다. 즉, 위험성 평가는 갑자기 나타난 새로운 규제나 추가적인 규제가 아니라 궁극적인 산재 예방 정책이나 활동방식의 제도화 내지는 공식화라고 보는 것이 타당하다고 하겠다.

〈표 3〉 일본에서 리스크 어세스먼트 실시율(performance of risk assessment in Japan)

survey on fundamental measures for occupational safety and health, MHLW, 2005

company size	performance(%)
1,000+ workers	69.5
500+ workers	49.4
300+ workers	34.1
100+ workers	23.9
50+ workers	26.6
30+ workers	19.3
10+ workers	19.3
total	20.4

* 출처 - Risk Assessment : Theory and Practice in Japan / Prof. Horie / 2010년 7월 6일 발표자료

영국

영국의 Russ 박사는 위험성 평가 제도의 종주국(?)답게 영국의 산업안전보건법 제도의 역사적 흐름을 소개하면서 위험성 평가 제도를 맥락적 차원에서 설명하는 것으로 주제발표를

“

사업주는 ‘자기가 관할하는 사업장에 어떤 유해위험요인이 있는지 파악하여야 하며, 그 유해위험요인이 얼마나 위험한지 평가하고, 일반적인 위험 수준보다 초과하는 위험요인에 대해서는 적절한 조치를 취해야 한다’는 것을 기본의무로 설정한 것이다. 사실 이것이 위험성 평가 제도를 설명하고 규정하는 거의 모든 것이라고 할 수 있다. ”

시작했다. 산업혁명이 가장 먼저 일어난 영국은 산업안전보건 역사도 그만큼 길고 오래되었다. 기나긴 산업화를 거치는 동안 안전보건 법령이나 규제도 양산되어왔고, 그 결과 수많은 규제나 기준이 만들어졌다. 이러한 규제방식은 사업장에서 준수율이 저하되는 등 오히려 비효율적이라는 비판이 제기되기도 하였다.

1970년 이 문제를 검토하기 위한 위원회가 구성되었고, 이 위원회에서는 2년여의 연구 끝에 ‘Robens 보고서’를 제출하였다. 이를 바탕으로 영국의 산안법 체계는 그 전과는 완전히 다른 방식으로 전환하게 되었는데 그 방식은 바로 ‘위험을 생산하거나 위험에 노출시키는 자에게 위험관리의무를 지도록 하는 방식’으로 전환하는 것이었다. 그러나 그 방법론은 법규 명령에서 구체적으로 정하지 않는다.⁵⁾ 그 대신 사업주는 ‘자

3) 일본에서 위험성 평가를 법적인 사업주의무로 규정한 것은 2006년 4월부터다. 노동안전위생법 제28조2의 위험성 평가의무를 추가함으로써 외형적으로 보면 위험성 평가 제도가 도입된 것은 2006년인 것처럼 보인다. 그러나 실제 내막을 들여다보면 그렇지 않다. 일본은 1945년 전후 민간 부문의 자주적 활동을 산업안전보건의 산안 정책의 근간으로 삼았으며, 1972년 근대적인 노동안전위생법을 제정할 때 이미 제1조 목적에 사업장의 자주적인 활동을 촉진하는 것을 포함시킬 정도로 사업장 내의 자주적 안전보건활동을 산업안전보건 정책적 기조로 삼고 있었다. 사업장 내 자주적인 안전보건활동의 내용은 기본적으로 잠재적인 유해위험요인의 파악과 인식, 평가, 그리고 개선활동으로 현재 위험성 평가 제도의 기본 틀과 비슷하다.

4) 일본에서는 기존의 위험성 평가와 구별하기 위해 EU와 같은 새로운 방식의 위험성 평가를 ‘리스크 어세스먼트(리스크 어세스먼트)라고 부른다.

5) Russ 박사는 주제발표에서 이것을 영국의 산안법에서는 ‘how’에 대해서는 규정하지 않는다(No UK Law on how to manage risk)고 설명하였다.



300석 규모의 코엑스(COEX) 1층 그랜드볼룸에서 개최된 이날 국제 심포지엄에는 많은 사람이 참석했고, 반응도 매우 좋았다.

기가 관할하는 사업장에 어떤 유해위험요인이 있는지 파악하여야 하며, 그 유해위험요인이 얼마나 위험한지 평가하고, 일반적 위험 수준보다 초과하는 위험요인에 대해서는 적절한 조치를 취해야 한다’는 것을 기본 의무로 설정한 것이다. 사실 이것이 위험성 평가 제도를 설명하고 규정하는 거의 모든 것이라고 할 수 있다.

Russ 박사는 이를 바탕으로 누가 이 의무를 지켜야 하는지, 즉 법적 의무 주체에 대해 설명하고 그 의무 주체(사업주)가 위험성 평가를 어떤 방식으로 하면 되는지, 또는 할 수 있는지 간단한 몇 가지 예를 보여 주었다. 또한 위험성 평가 제도와 같은 방식으로 사업주가 사고 예방을 하도록 해야(만) 하는 재해 사례를 세 가지 보여 주었다(구체적인 사례는 발표자료 참고).

우리나라

우리나라에서 위험성 평가에 대한 사람들의 인식과 생각은 매우 다양하다. 선호도도 아주 싫어하거나 아주 좋아하는 양극단까지 다양하고, 위험성 평가가 무엇인가 하는 객관적인 내용에서도 노·사가 자체적으로 자기의 유해위험요인을 스스로 파악하고 평가하며 개선하는 방식이라는 것에서부터 전문가에 의한 고도의 기술적 과학적 진단이나 평가라는 것에 이르기까지 그 스펙트럼이 넓다. 따라서 정책을 수립하는 고용노동부나 이러한 정책을 집행 또는 서비스를 제공하는 일선

행정집행기관이나 공공기관은 매우 혼란스러운 상태에 있다. 물론 사업장은 말할 것도 없다. 정부의 정책도 원칙이나 이론과 실제 집행 간에는 상당한 괴리가 있으며, 그동안 다양한 분야에서 여러 가지 방식의 위험성 평가가 위험성 평가 또는 이와 유사한 용어로 제도화되었거나 실무적으로 사용되고 현장에 적용되어 왔다.

이런 현실에서 우리나라에서의 위험성 평가 이론과 실제에 대해 발표를 한다는 것은 매우 어려운 일이다. 그럼에도 불구하고 권혁면 박사는 현재까지 우리나라에서 진행되어온 위험성 평가 제도나 사업에 대해 잘 정리해서 발표해주었다.

결언

이번 심포지엄 이후에도 여전히 우리나라의 위험성 평가(제도)에 대해 명쾌하지 않거나 의구심이 남아 있을 것은 분명하다. 그것은 바로 앞에서 말한, 우리나라의 현실이 그렇기 때문이라고 할 수 있다.

정책이나 제도는 하루아침에 정립될 수 없다. 일정 부분 시행착오와 혼란은 불가피하다. 그것을 최소화하고 시간을 줄이는 것이 중요하다. 그런 의미에서 이번 심포지엄은 많은 사람에게 실질적으로 도움을 준 시의적절하고 의미 있는 행사였다. 

산재사고 사망자는 어디에서 발생하는가?

주제 발표자



김영선

산업안전보건연구원
재해통계분석팀

◎ 산재 사망사건을 보면 주변에서 ‘조금만’이라는 용어를 사용한다. ‘조금만’이라고 지칭되는 작은 계기들이 예방되었다면 산재사고 사망이라는 결과가 초래되지 않았을 것이다. 자신이 종사하고 있는 업종이 산재 사망에 얼마나 위험한지, 어떤 사건으로 인해 발생하는지, 사업장 규모에 따라 산재사고 사망위험도가 차이가 나는지에 대한 정확한 인식은 매우 중요한 일이다. 이들 위험인자는 산업구조가 바뀌면서 계속 변화한다. 과거에는 없었던 새로운 형태의 업무상 사고 사망자가 발생하며, 위험 업종과 사업장 규모는 계속 변화하고, 고령화 사회 진입에 따라 산재 역시 노령화로 접어들었다. 따라서 과학적 재해통계를 분석한 결과들을 바탕으로 근로자와 사업주, 관리기관에서 재해 예방활동을 한다면 나비효과에 의해 발생하는 사고 사망재해사건을 예방할 수 있다고 본다.

산재위험요인 노출을 알고 있는가?

기상학자 에드워드 로렌츠는 1972년 미국 과학부흥협회가 실시한 강연에서 나비효과 이론을 발표하였다. 이는 ‘브라질에서 나비 한 마리의 날갯짓이 텍사스에 돌풍을 일으킬 수도 있는가’라는 주제를 통해 초기 조건에서의 민감성, 다시 말해 시간적 공간상에서 과거의 작은 변화가 미래의 엄청난 변화를 초래하는 계기가 될 수 있음을 말하는 이론이다.

나비효과 이론을 통해 경제나 사회를 바라보는 시각이 생겨나게 되었고, 1930년대 미국의 대공황 역시 시골 작은 은행의 부도에서 시작되었다는 의견도 있었다. 자신의 과거에서 후회스러운 일과 그로 인해 변해버린 현재 상황에 대해 자책하는 사람들도 있다. 나비효과는 현재 그 중요성이 부각되지 못한 사안에 대해 강조할 경우 이용되기도 한다.

뉴스를 통해 산재 사망사고의 기사를 보고 안타까워 하지만 자신이 산재위험요인에 노출되어 있다는 사실을 모르는 사람들

이 대부분이다. 산재 사망사건을 보면 주변에서 ‘조금만’이라는 용어를 사용한다. ‘조금만’이라고 지칭되는 작은 계기들이 예방되었다면 산재사고 사망이라는 결과가 초래되지 않았을 것이다. 산업 현장의 안전매뉴얼을 통해 근로자가 작은 계기(위험인자)들로부터 자신을 보호한다면 산재사고 사망이라는 결과를 초래하지 않을 수 있다. 반면, 산업구조의 변화에 따라 산재 사망의 고위험 업종과 사망사건의 형태, 사업장의 규모가 변화하고 있다.

자신이 종사하고 있는 업종이 산재 사망에 얼마나 위험한지, 어떤 사건으로 인해 발생하는지, 사업장 규모에 따라 산재사고 사망위험도가 차이가 나는지에 대한 정확한 인식은 매우 중요한 일이다. 물론 업종, 사건 종류, 사업장 규모와 같은 위험인자들은 근로자 개인의 노력에 의해 바뀔 수 없는 부분이다. 하지만 자신이 산재 사망에 얼마만큼 노출되어 있는지를 살펴봄으로써 산재 사망사고 예방을 위한 최소한 안전매뉴얼 준수와 작은 계기로 지칭되는 위험인자를 제거해야 한다.

얼마나 사망하는가?

지난 2001년 산재보험에 가입된 근로자 중 업무상 사고로 인한 사망자 수는 1,551명(사망이 기준)이었던 것이 매년 감소하여 2009년에는 1,401명을 나타내고 있다. 이를 업무상 사고 사망 만인을 지표로 환산하면 2009년 기준 1.01로 영국(0.07), 미국(0.4)과 비교하였을 경우 매우 높은 수치를 나타내고 있다.¹⁾

재해사고에서 사망자가 차지하는 비중인 산재위험도의 경우 2009년 기준 1.57%로 100명의 재해자 중 1.58명 사망으로 나타나고 있다. 다행히도 2001년 이후 사고 사망 만인율과 산재위험도²⁾ 지표가 지속적으로 감소를 보이고 있다. 이러한 지표들의 감소 추세 속에서 주의 깊게 봐야 할 부분은 산재사고 사망의 노령화 추세이다. 50세 이상의 노령 근로자가 산재사고 사망에서 차지하는 비중은 매년 증가하고 있다. 2001년 산재 사망 노령화 지표³⁾는 32.11%였으나 매년 증가하여 2009년 48.11%를 나타내고 있다. 통계청 장래인구 추계자료에 따르면 한국은 2000년 노령화 사회에 접어들었으며, 2019년 노령 사회로 접어들 것으로 예상되고 있다. 노령화 사회의 고도화와 산재 사망 노령화 지표의 증가 같은 사회

현상을 보면 앞으로도 노령 근로자의 사망비율은 매년 증가할 것으로 예상된다.

어떤 업종에서 발생하는가?

2001년부터 2009년까지 업무상 사고로 사망한 근로자는 1만 2,961명으로 전체 사망자의 40.01%에 해당하는 5,186명이 건설업 종사자로 나타나고 있으며, 제조업은 27.81%(3,605명), 기타의 사업은 18.98%(2,460명)를 차지하고 있다. 기타의 사업은 주로 서비스업으로 구성된 분야로 OECD 국가들의 경우 경제활동의 60%를 차지하는 것으로 알려져 있다.⁴⁾

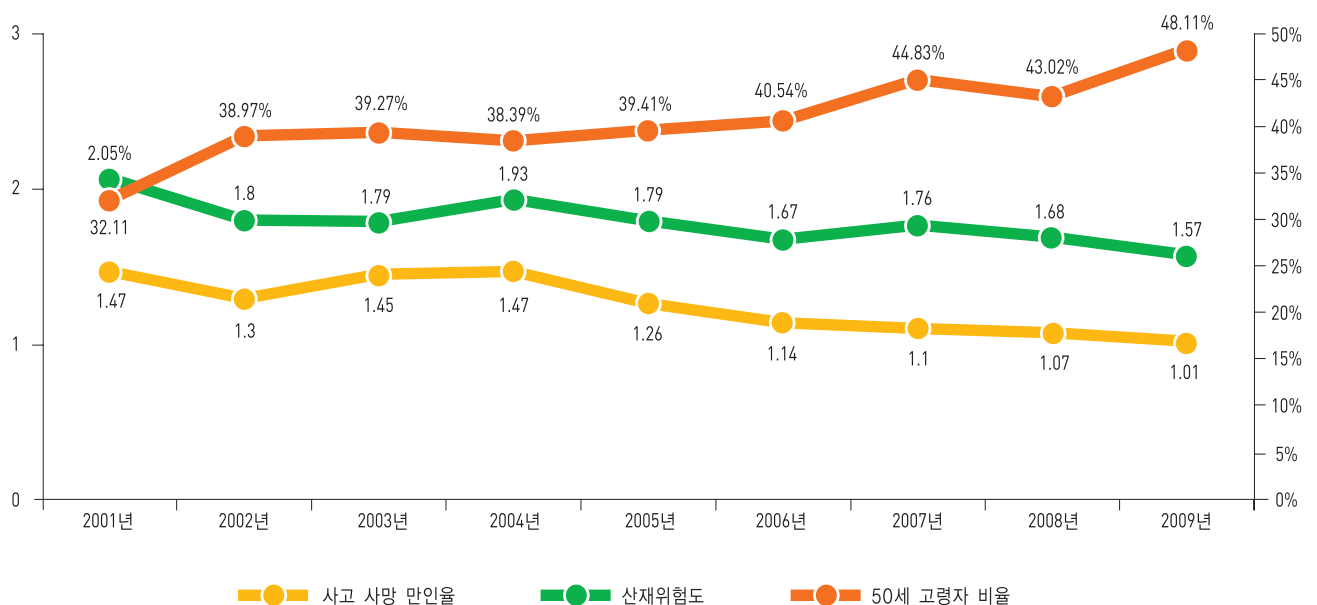
당해 연도 사고 사망으로 인한 재해자 중 해당 업종이 차지하

1) 국제노동기구(ILO)의 공식통계 기준으로 국가 간 제도 차이에 의해 대상 범위의 차이는 보정되지 않음

2) 산재위험도 : 당해 연도 사건사고로 인한 재해자 중 사망자가 차지하는 비율(= 사고 사망자 수 / 사고 재해자 수)

3) 산재 사망 노령화 지표 : 당해 연도 산재사고 사망자 중 50세 이상 근로자가 차지하는 비중, 고령화의 기준연령은 65세이나 근로자의 경우 50세 이상으로 간주함

4) OECD 보고서, The Service Economy, 2000



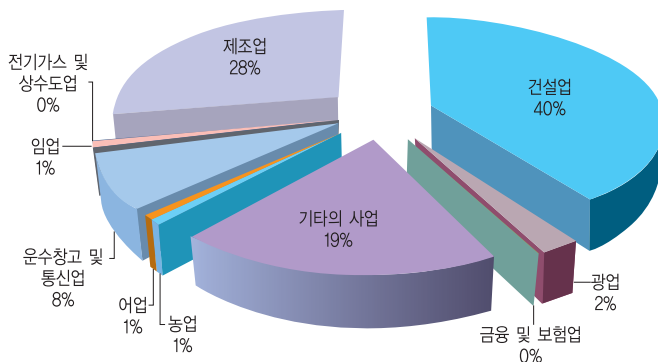
[그림 1] 재해사고에서 사망사고가 차지하는 비중

는 비중을 살펴보면, 건설업과 제조업은 큰 변화는 없으나 기타의 각종 사업은 매년 증가하여 2001년 16.63%를 차지했던 것이 2009년 들어 20.27%를 나타내고 있다. 다시 말해 업종에 따라 재해 위험도가 변화하고 있다는 의미이다. 기타의 사업 경우 한국의 산업구조 변화에 따라 재해위험에 노출된 근로자 수가 증가한 것도 주요 원인 중 하나로 추정된다.

어떤 사업장 규모에서 발생하는가?

‘사업장의 규모에 따라서도 산재사고 사망의 위험도가 차이가 있을까’ 하는 질문을 한다면 ‘차이가 있다’고 답할 수 있다. 특히 소규모 사업장에 종사할수록 산재사고 사망위험에 많이 노출되어 있다. 이에 대한 원인으로 소규모 사업장은 경제적 취약으로 인하여 노동환경은 열악하며, 노동의 유연화가 가속됨에 따라 비정규직이 증가하여 지속적인 산재 예방교육 및 훈련이 부족하다는 의견이 있다.⁵⁾

2001년 이후 사업장 규모에 따른 근로자 수의 추세를 살펴보



[그림 2] 업종별 업무상 사고 사망자 수의 비율

[표 1] 사업장 규모별 사고 사망자 수와 만인율

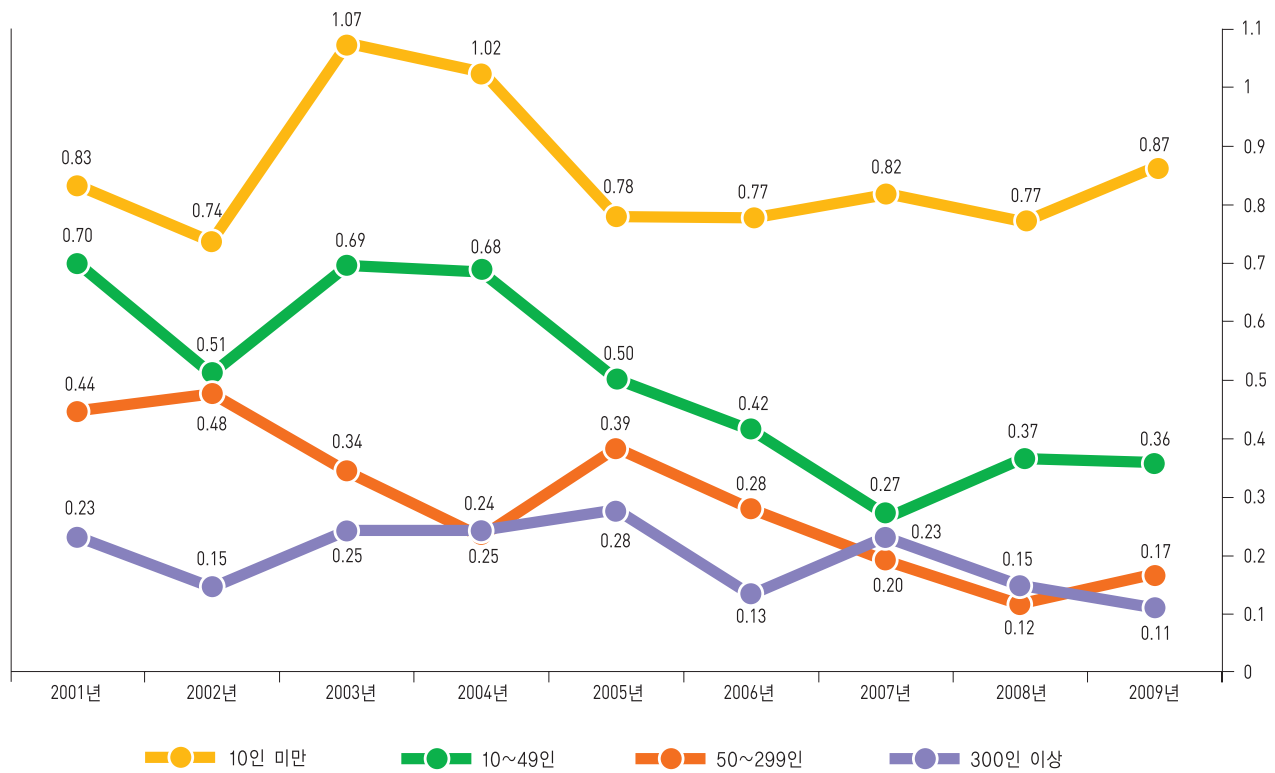
연도	10인 미만			10~50인			50~300인			300인 이상		
	근로자	사고 사망자	만인율	근로자	사고 사망자	만인율	근로자	사고 사망자	만인율	근로자	사고 사망자	만인율
2001	2,218,781	587	2.65	2,645,309	451	1.70	2,519,619	326	1.29	3,197,477	187	0.58
2002	2,422,159	492	2.03	2,833,983	467	1.65	2,595,742	275	1.06	2,719,395	144	0.53
2003	2,414,914	559	2.31	2,889,643	488	1.69	2,763,573	318	1.15	2,531,215	168	0.66
2004	2,422,928	527	2.18	2,658,434	471	1.77	2,794,865	330	1.18	2,596,863	209	0.80
2005	2,426,661	506	2.09	2,675,374	407	1.52	2,946,349	336	1.14	3,010,809	149	0.49
2006	2,780,567	531	1.91	3,057,183	389	1.27	3,070,585	271	0.88	2,780,462	141	0.51
2007	3,052,763	580	1.90	3,375,175	383	1.13	3,237,861	286	0.88	2,863,080	134	0.47
2008	3,321,881	617	1.86	3,774,721	384	1.02	3,447,694	321	0.93	2,945,690	126	0.43
2009	3,358,980	622	1.85	3,990,122	373	0.93	3,594,001	270	0.75	2,941,824	136	0.46



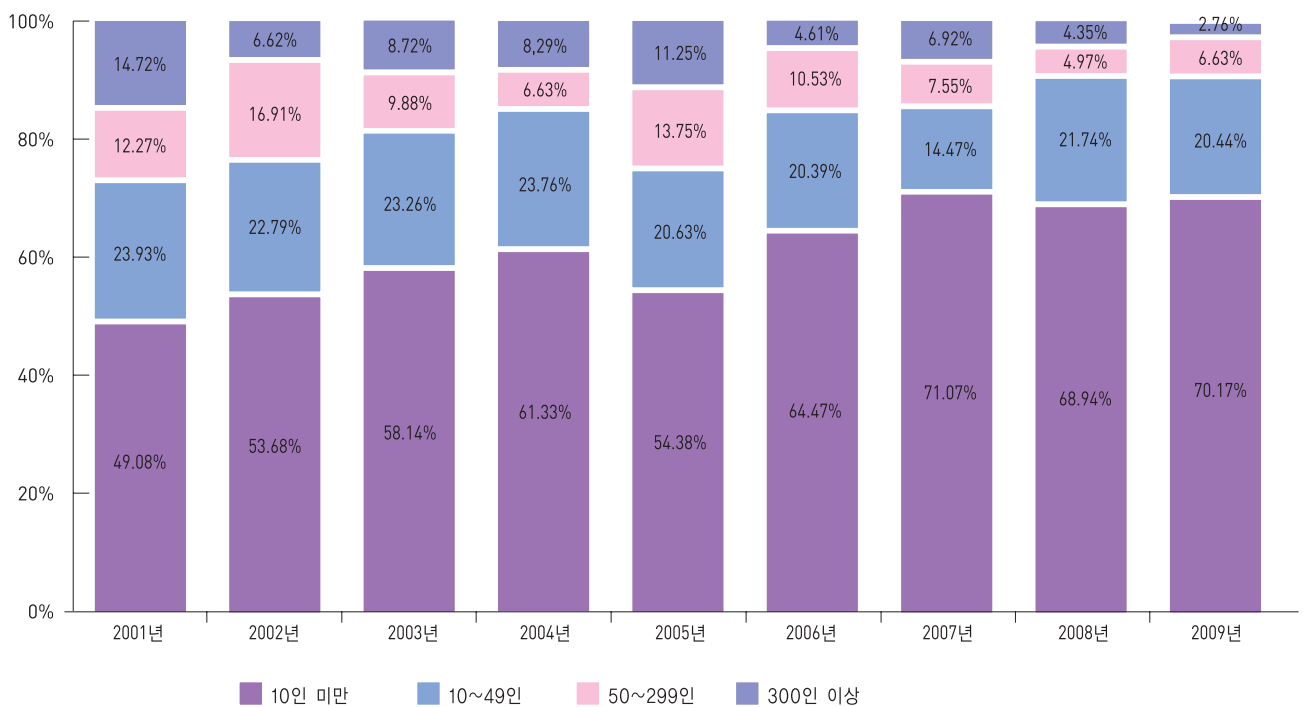
노동의 유연화가 가속됨에 따라 비정규직이 증가하여 지속적인 산재 예방교육 및 훈련이 부족하다는 의견이 있다.

면 300인 이상 대규모 사업장의 근로자 수는 큰 변화가 없는 반면, 300인 미만 사업장의 근로자 수는 2001년 대비 2009년을 비교하면 약 50%가 증가하였다. 근로자 수는 증가하였지만 각 규모별 사고 사망 십만인율은 지속적 감소를 나타내고 있다. 다만, 10인 미만의 사업장의 경우는 근로자 수 증가율에 비해 사고 사망 만인율의 감소폭이 작아 사망자의 수는 오히려 증가 추

5) 소규모 사업장 산재 예방 정책의 효율화에 관한 연구, 2006, 산업안전보건연구원



[그림 3] 기타의 사업 업무상 사고 사망 만인율



[그림 4] 기타의 사업 업무상 사고 사망자에 대한 사업장 규모별 비중

세를 나타내고 있다. 더욱이 당해 연도 사고 사망자에 대해 규모별 차지하는 비중을 살펴보면 10인 미만은 계속 증가하고 있다. 특히 기타 각종 사업의 경우 10인 미만이 차지하는 비율은 매년 증가하고 있다. 기타 각종 사업은 음식 및 숙박업, 임대 및 사업서비스업, 도소매 및 소비자용품수리업, 부동산업 등으로 구성된 업종으로 음식 및 숙박업, 도소매 및 소비자용품수리업은 매년 업무상 사고 사망자 수가 증가하고 있는 추세이다.

어떤 사고로 인해 사망하는가?

어떤 종류의 업무상 사고로 인해 사망자가 발생하는지를 과거 9년간 산재 사망자 자료를 토대로 살펴보았다. 사고 사망자가 발생한 비중이 가장 큰 사고는 '추락'으로 전체 사망자 중 32.81%인 4,195명이 사망하였다. 그 다음으로 도로상 교통사고 13.55%(1,733명 사망), 감김·끼임(협착)사고가 9.705%(1,240명 사망) 발생하였다.

사고 종류가 시간에 따라 변화하는지를 살펴보고자 사고 종류별 2001년에서 2007년까지 7개년도의 평균 사망자 수와 최근 2개년(2008년과 2009년) 평균 사망자 수를 비교하였다. 그 결

“

뉴스를 통해 산재 사망사고의 기사를 보고 안타까워 하지만 자신이 산재위험요인에 노출되어 있다는 사실을 모르는 사람들이 대부분이다.

산업 현장의 안전매뉴얼을 통해 근로자가 작은 계기(위험인자)들로부터 자신을 보호한다면 산재사고 사망이라는 결과를 초래하지 않을 수 있다.

반면, 산업구조의 변화에 따라 산재 사망의 고위험 업종과 사망사건의 형태, 사업장의 규모가 변화하고 있다.

업종, 사건 종류, 사업장 규모와 같은 위험인자들은 근로자 개인의 노력에 의해 바뀔 수 없는 부분이다.

하지만 자신이 산재 사망에 얼마만큼 노출되어 있는지를 살펴봄으로써 산재 사망사고 예방을 위한 최소한 안전매뉴얼 준수와 작은 계기로 지칭되는 위험인자를 제거해야 한다.”



당해 연도 사고 사망으로 인한 재해자 중 해당 업종이 차지하는 비중을 살펴보면, 건설업과 제조업은 큰 변화가 없다.

〈표 2〉 2001년에서 2009년까지의 사고 종류별 업무상 사고 사망자 수

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	과거 7년 평균	현재 2년 평균	증감률
감금·끼임	153	143	140	132	146	149	150	104	123	145	114	-21%
감전	89	67	79	74	82	74	71	52	39	77	46	-40%
광산사고	0	2	2	1	1	0	0	0	0	1	0	-100%
기타	63	81	44	46	60	23	9	10	1	47	6	-87%
낙하·비래	111	81	109	101	78	89	89	102	86	94	94	0%
도로교통사고	216	140	173	191	167	168	185	251	242	177	247	40%
동물 상해	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	4	.
무리한 동작(요통 제외)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	.
분류 불능	0	0	0	22	12	28	37	18	24	14	21	50%
붕괴·도괴	57	59	71	67	68	51	60	63	73	62	68	10%
빠짐·익사	28	36	58	35	32	39	44	32	25	39	29	-26%
사업장 내 교통사고	43	41	33	57	49	32	53	36	30	44	33	-25%
산소 결핍	20	4	3	6	22	3	14	9	15	10	12	20%
이상 온도	11	10	4	10	5	5	6	6	11	7	9	29%
전도	59	68	79	59	71	48	48	99	94	62	97	56%
절단·베임·찢림	3	1	2	4	2	3	2	6	1	2	4	100%
체육행사	0	0	0	0	0	1	2	4	9	0	7	.
추락	426	464	556	570	416	427	418	468	450	468	459	-2%
충돌	52	68	63	60	81	102	85	55	70	73	63	-14%
파열	1	0	2	0	2	0	4	0	1	1	1	0%
폭력행위	0	0	0	0	0	8	11	20	10	3	15	400%
폭발	15	35	31	45	37	27	32	58	28	32	43	34%
해상·항공 교통사고	3	9	2	0	2	0	2	0	0	3	0	-100%
화재	46	25	46	47	45	43	42	31	43	42	37	-12%
화학물질 누출	13	24	23	10	20	12	19	23	18	17	21	24%

과, 추락에 의한 사망자는 -2%로 과거와 비교하여 큰 차이가 나타나지 않았다. 하지만 감금·끼임(협착)에 의한 사망자 수는 -21% 감소하였고, 특히 교통사고에 의한 사망은 40% 증가하고 있음을 볼 수 있다. 그 외에 감전사고와 사업장 내 교통사고, 화재에 의한 사고는 감소를 하는 반면, 폭발과 폭력행위에 의한 사고 사망자 수가 증가하고 있음을 볼 수 있다. 특히 작업장 내 폭력에 의한 사망은 최근 2년 들어 자동차 여객 운수업과 기타의 각종 사업, 건물 등의 종합관리사업 분야를 중심으로 발생하고 있다. 빈도가 작아 뚜렷한 경향을 파악하지는 어렵지만 체육행사 시 사망이나 분류 불능이 증가하고 있다. 과거 알려진 주요 사망사고의 형태들은 감소하였지만 새로운 사망사고형태가 증가하고 있음을 볼 수 있다.

2009년에 사고로 인해 사망한 근로자(1,401명) 중 약 9.14%(128명)가 2001년에서 2009년 사이 한 번 이상의 재해 경험이 있었던 것으로 집계되고 있다. 과거 업무상 사고 경험이 있었던 근로자의 경우는 조금 더 조심했더라면 사망이라는 결

과를 초래하지 않았을 수도 있다. 과거 산재 발생의 원인을 분석하여 개인의 업무상 행위를 조금 더 신경 쓰고, 사업주는 사고 발생 원인을 제거하며, 관리기관에서는 앞서 언급한 위험요인들의 변화에 따라 정책을 수행했더라면 불행히 사망하는 사고는 발생하지 않았을 수도 있다.

서두에서 언급한 나비효과는 개인적 노력과 사업주의 의지, 관리기관의 정책에 따라 얼마든지 다양하게 변할 수 있다. 운이 없어서 업무상 사고로 사망한 것이 아니라 별것 아닌 것 같은 작은 위험인자들이 결합되어 사망이라는 되돌릴 수 없는 결과를 초래한 것이다. 이러한 위험인자들은 산업구조가 바뀌면서 계속 변화한다. 과거에는 없었던 새로운 형태의 업무상 사고 사망자가 발생하며, 위험 업종과 사업장 규모는 계속 변화하고, 고령화 사회 진입에 따라 산재 역시 노령화로 접어들었다. 이와 같이 과학적 재해통계를 분석한 결과들을 바탕으로 근로자와 사업주, 관계기관에서 재해 예방활동을 한다면 나비효과에 의해 발생하는 사고 사망재해사건을 예방할 수 있다. ⑥

업무상 손상 사망자의 재해 발생 이후 경과 기간

- 재해 발생 후 며칠 이내에 사망하면 사망재해자 통계에 포함되는가?

주제 발표자



이경용 팀장
산업안전보건연구원
재해통계분석팀



정정자 과장
산업안전보건연구원
재해통계분석팀

◎ 우리는 국내 산업재해 발생 수준을 다른 나라와 비교하는 언론의 보도를 접하면서 과연 그 자료를 온전히 받아들일 수 있는지 의문을 가질 때가 있다. 통계 생산을 위해 자료를 수집하는 절차, 조사대상, 포함 범위 등이 각 국가의 사정에 따라 다르기 때문에 절대 숫자를 비교한다는 것은 오류를 범할 수 있다. 예를 들어, 업무상 손상 사망 사례의 경우에도 국가마다 기준이 다르다. 사망통계에 산입되는 재해 발생일로부터 사망일까지의 기간에 대한 기준의 경우 독일은 1개월 내의 경우에만 한하며,¹⁾ 미국은 재해 발생 연도의 다음해까지 보고된 사례를 포함하고,²⁾ 영국은 1년 이내에 사망한 사례만 포함한다.³⁾ 그러나 우리나라의 경우는 사망통계에 산입되는 기간 범위에 제한이 없다. 우리나라의 산재통계는 산업재해보상보험에 의해 산재로 요양 승인된 사례와 근로감독관의 보고 사례를 수집하여 산출한다. 특히 과거에 재해가 발생하였더라도 현 시점에 산재 요양 승인이 된다면 당해 연도 통계에 산입된다. 이로 인해 우리나라의 사망통계가 다른 나라에 비하여 과대 집계될 수 있다. 본 연구에서는 사망통계 작성의 여러 가지 기준 중에 재해 발생일로부터 사망 시점까지의 경과 기간에 대하여 사망장 특성, 근로자 특성 등에 따라 어떻게 나타나는지 살펴보았다.

분석방법

노동부의 산업재해통계 중 업무상 손상 사망재해만을 대상으로, 2001년부터 2009년까지 자료를 수집하였다.⁴⁾ 사망일과 재해 발생일과의 차이를 분석하되 일부 사망일이 확인되지 않는 재해는 분석에서 제외되었다.

재해 발생일로부터 사망일까지의 기간을 분석한 결과, 평균 경과 기간은 196일, 표준편차는 936일, 중위수에 해당하는 기간은 0일로 많은 사망재해가 당일에 발생하여 당일에 사망한

것으로 생각할 수 있다. 재해 발생일로부터 사망일까지의 경과 기간을 당일 발생재해 등 7개 그룹으로 나누어 각 특성을 분석하였다.

1) Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, <http://www.dguv.de/content/facts_figures/begriffe/index.jsp>, 2010. 5. 31

2) Bureau of Labour Statistics, <<http://www.bls.gov/opub/hom/>>, 2010. 5. 31

3) Health and Safety Executive, <<http://www.hse.gov.uk/pubns/books/l73.htm>>, 2010. 5. 31

4) 노동부, 산업재해통계 2001~2009년

경과 기간 분포

분석대상자인 2001년부터 2009년까지의 총사망자 1만 2,755명 중 재해 당일 사망한 근로자는 8,767명으로 전체의 68.7%에 달한다. 당일 이후 30일 이내 사망한 근로자는 2,576명으로 20.2%였다. 따라서 당일을 포함한 1개월 이내 사망한 사례가 전체의 88.9%를 차지한 것으로 나타났다. 그러나 1년 이후에 사망한 근로자도 847명으로 전체의 6.7% 수준을 보이고 있다.

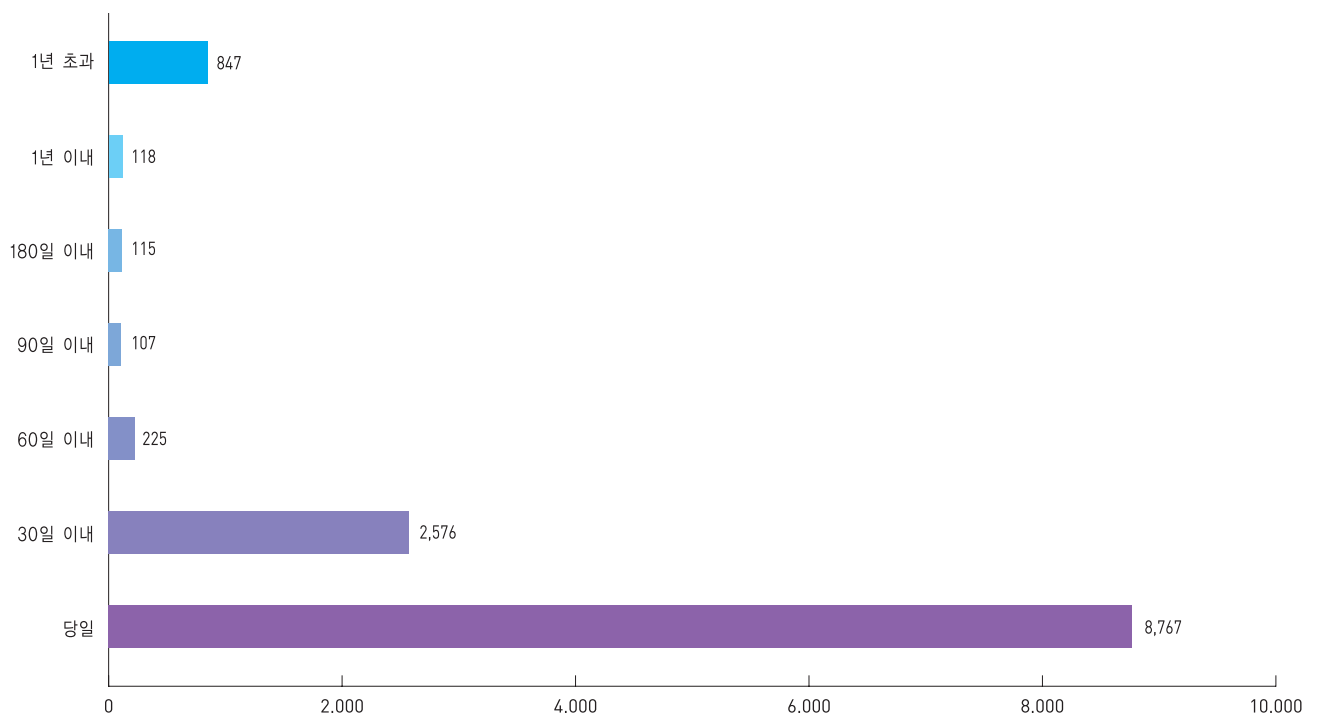
이러한 점으로 보아 우리나라 산재통계는 발생일로부터 1년 이내 사망한 사례만을 포함하는 영국과 비교한다면 각 연도별로 약 100여 명의 사망자가 추가로 산입된다고 할 수 있다.

발생형태별 경과 기간 분포

추락재해의 경우 당일 사망한 사례는 63.5%로 평균보다 낮게

〈표 1〉 연도별 경과 기간 현황

구분	사망자 수	평균 경과 기간	표준편차	최소값	최대값	중위수
2001년	1,546	201	855	0	8,408	0
2002년	1,350	142	735	0	10,829	0
2003년	1,506	177	843	0	12,315	0
2004년	1,469	191	908	0	12,524	0
2005년	1,375	163	805	0	10,968	0
2006년	1,318	220	1,017	0	10,281	0
2007년	1,372	258	1,117	0	10,856	0
2008년	1,423	205	1,007	0	13,020	0
2009년	1,396	213	1,080	0	13,657	0
계	12,755	196	936	0	13,657	0



[그림 1] 2001~2009년의 업무상 손상 사망자 현황

〈표 2〉 연도별 경과기간 분포

구분	재해 당일	1~30일	31~60일	61~90일	91~180일	181일~1년	1년 초과	전체
2001년	1,009	290	62	32	29	16	108	1,546
%	65.3	18.8	4.0	2.1	1.9	1.0	7.0	100.0
2002년	985	243	19	8	5	15	75	1,350
%	73.0	18.0	1.4	0.6	0.4	1.1	5.6	100.0
2003년	1,039	296	22	17	13	14	105	1,506
%	69.0	19.7	1.5	1.1	0.9	0.9	7.0	100.0
2004년	1,014	296	19	2	17	16	105	1,469
%	69.0	20.1	1.3	0.1	1.2	1.1	7.2	100.0
2005년	935	284	22	14	12	15	93	1,375
%	68.0	20.7	1.6	1.0	0.9	1.1	6.7	100.0
2006년	891	294	17	7	10	13	86	1,318
%	67.6	22.3	1.3	0.5	0.8	1.0	6.6	100.0
2007년	938	288	19	11	10	8	98	1,372
%	68.4	21.0	1.4	0.8	0.7	0.6	7.1	100.0
2008년	1005	279	20	7	13	10	89	1,423
%	70.6	19.6	1.4	0.5	0.9	0.7	6.3	100.0
2009년	951	306	25	9	6	11	88	1,396
%	68.1	21.9	1.8	0.6	0.4	0.8	6.3	100.0
전체	8,767	2,576	225	107	115	118	847	12,755
%	68.7	20.2	1.8	0.8	0.9	0.9	6.7	100.0

〈표 3〉 재해 발생형태별 경과 기간 분포

구분	재해 당일	1~30일	31~60일	61~90일	91~180일	181일~1년	1년 초과	전체
추락	2,612	1,079	71	34	37	49	230	4,112
%	63.5	26.2	1.7	0.8	0.9	1.2	5.6	100.0
전도	252	208	20	15	12	20	82	609
%	41.4	34.2	3.3	2.5	2	3.3	13.5	100.0
충돌	432	102	15	7	6	12	41	615
%	70.2	16.6	2.4	1.1	1	2	6.7	100.0
낙하·비래	606	144	16	2	4	6	56	834
%	72.7	17.3	1.9	0.2	0.5	0.7	6.7	100.0
붕괴·도괴	474	68	5	3	1	2	8	561
%	84.5	12.1	0.9	0.5	0.2	0.4	1.4	100.0
감김·끼임	1,046	127	14	10	7	5	13	1,222
%	85.6	10.4	1.1	0.8	0.6	0.4	1.1	100.0
감전	500	68	18	3	5	3	19	616
%	81.2	11	2.9	0.5	0.8	0.5	3.1	100.0
폭발	186	101	8	2	1	1	2	301
%	61.8	33.6	2.7	0.7	0.3	0.3	0.7	100.0
화재	200	130	16	7	9	1	2	365
%	54.8	35.6	4.4	1.9	2.5	0.3	0.5	100.0
빠짐·익사	296	30	1	1	0	0	0	328
%	90.2	9.1	0.3	0.3	0	0	0	100.0
사업장 내 교통사고	288	54	6	1	2	2	20	373
%	77.2	14.5	1.6	0.3	0.5	0.5	5.4	100.0
도로교통사고	1,322	304	19	10	15	6	45	1,721
%	76.8	17.7	1.1	0.6	0.9	0.3	2.6	100.0
기타	553	161	16	12	16	11	329	1,098
%	50.4	14.7	1.5	1.1	1.5	1	30	100.0
전체	8,767	2,576	225	107	115	118	847	12,755
%	68.7	20.2	1.8	0.8	0.9	0.9	6.6	100.0

나타났으나, 재해 발생 당일 이후 30일 이내 사망한 사례가 26.2%, 6개월 이후 1년 이내 사망한 사례가 1.2%로 평균보다 높게 나타났다.

전도재해의 경우는 당일 사망한 사례는 41.1%로 평균보다 낮게 나타났으나, 그 외 모든 경과 기간에서 평균보다 높게 나타났고, 특히 1년 초과 후 사망한 사례는 82명으로 13.5%를 차지하였다.

충돌, 낙하·비레, 붕괴·도괴, 감김·끼임, 감전과 같은 기계 및 설비에 의한 재해와 빠짐·익사, 사업장 내 교통사고, 도로교통사고는 당일 사망한 사례가 평균보다 높게 나타났다<표 3>.

산업별 경과 기간 분포

산업별 재해 발생일에서 사망일까지의 경과 기간 분포를 살펴보면, 제조업은 당일 사망한 사례가 69.9%, 당일 이후 30일 이내 사망 20.6% 등 90일 이내에 사망한 사례가 평균 사망 사례보다 높게 나타났다. 그리고 1년 초과한 사례는 5%로 평균보다는 낮았으나 177명의 사망자가 재해 발생일로부터 1

년 이후에도 산재 요양 승인 등으로 통계에 산입되는 것을 알 수 있다.

건설업도 당일 사망 사례는 69.6%로 평균 사망 사례보다 높게 나타났고, 1년 초과 후에 사망한 사례는 6.7%로 평균보다는 높지 않으나 342명의 사망자가 1년 초과 후에도 통계에 산입된 것으로 나타났다.

운수창고 및 통신업은 당일 사망 사례가 70.3%, 1년 초과 사망 사례가 9.0%로 평균보다 높게 나타나며, 기타의 사업에서는 30일 이내 사망 사례 24.6% 등 평균보다 높게 나타났다. 특히, 농업, 어업, 금융 및 보험업의 당일 사망 사례는 각각 78.8%, 86.7%, 72.3%로 평균보다 높게 나타났고, 광업은 1년 초과 후 사망 사례가 24.8%로 타 산업에 비하여 평균 점유율이 가장 높게 나타났다<표 4>.

사망재해 점유율이 가장 높은 건설업의 재해 발생형태별 경과 기간의 분포를 살펴보면, 추락재해는 다른 발생형태에 비하여 재해 당일 이후 30일 이내 사망한 사례가 23.6%로 평균보다 높게 나타났고, 당일 사망한 사례 1,900명과 1년 초과 후 사망한 사례 151명의 점유율은 전체 평균 점유율보다

<표 4> 산업별 경과 기간 분포

구분	재해 당일	1~30일	31~60일	61~90일	91~180일	181일~1년	1년 초과	전체
제조업	2,478	730	72	34	27	29	177	3,547
%	69.9	20.6	2.0	1.0	0.8	0.8	5.0	100.0
건설업	3,555	992	81	40	48	47	342	5,105
%	69.6	19.4	1.6	0.8	0.9	0.9	6.7	100.0
운수창고 및 통신업	716	178	14	7	9	3	92	1,019
%	70.3	17.5	1.4	0.7	0.9	0.3	9.0	100.0
기타의 사업	1,550	591	41	23	27	33	139	2,404
%	64.5	24.6	1.7	1.0	1.1	1.4	5.8	100.0
광업	189	23	7	0	0	2	73	294
%	64.3	7.8	2.4	0.0	0.0	0.7	24.8	100.0
농업	67	10	2	1	2	0	3	85
%	78.8	11.8	2.4	1.2	2.4	0.0	3.5	100.0
어업	65	6	1	0	0	0	3	75
%	86.7	8.0	1.3	0.0	0.0	0.0	4.0	100.0
임업	72	22	6	2	2	1	13	118
%	61.0	18.6	5.1	1.7	1.7	0.8	11.0	100.0
전기가스 및 상수도업	28	10	0	0	0	2	3	43
%	65.1	23.3	0.0	0.0	0.0	4.7	7.0	100.0
금융 및 보험업	47	14	1	0	0	1	2	65
%	72.3	21.5	1.5	0.0	0.0	1.5	3.1	100.0
전체	8,767	2,576	225	107	115	118	847	12,755
%	68.7	20.2	1.8	0.8	0.9	0.9	6.6	100.0

〈표 5〉 건설업의 발생형태별 경과 기간 분포

구분	재해 당일	1~30일	31~60일	61~90일	91~180일	181일~1년	1년 초과	전체
추락	1,900	673	44	27	25	31	151	2,851
%	66.6	23.6	1.5	0.9	0.9	1.1	5.3	100.0
전도	71	47	3	4	5	1	28	159
%	44.7	29.6	1.9	2.5	3.1	0.6	17.6	100.0
충돌	113	23	3	1	1	5	12	158
%	71.5	14.6	1.9	0.6	0.6	3.2	7.6	100.0
낙하·비래	259	61	7	1	3	2	29	362
%	71.5	16.9	1.9	0.3	0.8	0.6	8.0	100.0
붕괴·도괴	303	42	2	2	1	2	4	356
%	85.1	11.8	0.6	0.6	0.3	0.6	1.1	100.0
감김·끼임	149	14	1			1	3	168
%	88.7	8.3	0.6	0.0	0.0	0.6	1.8	100.0
감전	277	45	14	1	4	1	15	357
%	77.6	12.6	3.9	0.3	1.1	0.3	4.2	100.0
사업장 내 교통사고	94	14	4	-	-	1	6	119
%	79.0	11.8	3.4	0.0	0.0	0.8	5.0	100.0
도로교통사고	142	14	1	1	4	1	2	165
%	86.1	8.5	0.6	0.6	2.4	0.6	1.2	100.0
기타	247	59	2	3	5	2	92	410
%	60.2	14.4	0.5	0.7	1.2	0.5	22.4	100.0
전체	3555	992	81	40	48	47	342	5,105
%	69.6	19.4	1.6	0.8	0.9	0.9	6.7	100.0

〈표 6〉 제조업의 발생형태별 경과 기간 분포

구분	재해 당일	1~30일	31~60일	61~90일	91~180일	181일~1년	1년 초과	전체
추락	371	203	15	5	3	11	36	644
%	57.6	31.5	2.3	0.8	0.5	1.7	5.6	100.0
전도	109	65	6	5	0	3	14	202
%	54.0	32.2	3.0	2.5	0.0	1.5	6.9	100.0
충돌	142	38	5	3	1	3	5	197
%	72.1	19.3	2.5	1.5	0.5	1.5	2.5	100.0
낙하·비래	214	45	3	1		3	11	277
%	77.3	16.2	1.1	0.4	0.0	1.1	4.0	100.0
붕괴·도괴	88	16	0	1	0	0	0	105
%	83.8	15.2	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	100.0
감김·끼임	653	85	11	6	6	4	8	773
%	84.5	11.0	1.4	0.8	0.8	0.5	1.0	100.0
감전	155	12	2	0	0	0	3	172
%	90.1	7.0	1.2	0.0	0.0	0.0	1.7	100.0
폭발	97	66	5	2	1	0	0	171
%	56.7	38.6	2.9	1.2	0.6	0.0	0.0	100.0
화재	85	81	13	3	7	0	2	191
%	44.5	42.4	6.8	1.6	3.7	0.0	1.0	100.0
도로교통사고	289	39	4	1	0	2	7	342
%	84.5	11.4	1.2	0.3	0.0	0.6	2.0	100.0
기타	275	80	8	7	9	3	91	473
%	58.1	16.9	1.7	1.5	1.9	0.6	19.2	100.0
전체	2,254	657	64	30	21	27	109	3,162
%	71.3	20.8	2.0	0.9	0.9	0.7	3.4	100.0

낮았다.

전도재해의 경우에는 재해 당일 이후 30일 이내 사망 사례가 29.6%, 1년 초과 후 사망 사례가 17.6% 등으로 평균보다 높게 나타났으며, 또한 다른 발생형태와 달리 30일 이후에 발생한 사망 사례가 전체의 25.7%로 높은 점유율을 보였다. 그 외 충돌, 낙하·비레, 붕괴·도괴, 감김·끼임, 감전, 사업장 내 교통사고, 도로교통사고의 당일 사망 사례는 평균보다 높게 나타났다<표 5>.

제조업 사망재해의 발생형태별 경과 기간에 대한 분석결과, 추락재해는 30일 이내 사망한 사례는 31.5%, 1년 초과는 5.6%, 한 달 이후 60일 이내는 2.3%로 평균보다 높게 나타났고, 전도재해는 30일 이내 사망한 사례가 32.2%, 1년 초과 6.9%, 한 달 이후 60일 이내 3%, 60일 이후 90일 이내 2.5%로 평균보다 높게 나타났다. 그 외 폭발, 화재의 경우 재해 당

일 이후 90일 이내에 사망한 비율이 평균보다 높게 나타났다<표 6>.

사업장 규모별 경과 기간 분포

재해 발생 당일 사망이 평균보다 높은 사업장 규모는 50~99인 69.5%, 100~199인 70.8%, 200~299인 71.2%, 300~499인 69.8%, 500~999인 75.1%, 1,000~1,999인 72%로 2,000인 이상의 사업장을 제외한 50인 이상의 사업장 규모에서 당일 사망한 사례가 높게 나타났다. 이에 반하여 5인 미만, 5~9인, 10~15인과 같은 소규모 사업장은 당일 사망보다는 당일 이후 30일 이내 사망한 사례가 평균보다 높게 나타났다.

1년 초과 후에 사망한 사례가 평균보다 높은 사업장 규모는 200~299인 규모 사업장을 제외한 16인 이상의 규모 사업장에

〈표 7〉 사업장 규모별 경과기간 분포

구분	재해 당일	1~30일	31~60일	61~90일	91~180일	181일~1년	1년 초과	전체
2,000인 이상	206	58	4	4	6	4	36	318
행(%)	64.8	18.2	1.3	1.3	1.9	1.3	11.3	100
1,000~1,999인	157	27	2	3	2	2	25	218
행(%)	72	12.4	0.9	1.4	0.9	0.9	11.5	100
500~999인	283	45	7	1	4	2	35	377
행(%)	75.1	11.9	1.9	0.3	1.1	0.5	9.3	100
300~499인	316	89	3	1	6	3	35	453
행(%)	69.8	19.6	0.7	0.2	1.3	0.7	7.7	100
200~299인	361	92	3	3	7	7	34	507
행(%)	71.2	18.1	0.6	0.6	1.4	1.4	6.7	100
100~199인	701	171	15	10	7	6	80	990
행(%)	70.8	17.3	1.5	1	0.7	0.6	8.1	100
50~99인	835	237	19	13	5	11	82	1,202
행(%)	69.5	19.7	1.6	1.1	0.4	0.9	6.8	100
30~49인	705	201	22	7	9	13	79	1,036
행(%)	68.1	19.4	2.1	0.7	0.9	1.3	7.6	100
16~29인	1029	297	35	10	19	17	107	1,514
행(%)	68	19.6	2.3	0.7	1.3	1.1	7.1	100
10~15인	806	274	28	11	13	8	80	1,220
행(%)	66.1	22.5	2.3	0.9	1.1	0.7	6.6	100
5~9인	1169	355	29	22	18	12	111	1,716
행(%)	68.1	20.7	1.7	1.3	1	0.7	6.5	100
5인 미만	2199	730	58	22	19	33	143	3,204
행(%)	68.6	22.8	1.8	0.7	0.6	1	4.5	100
전체	8767	2576	225	107	115	118	847	12,755
행(%)	68.7	20.2	1.8	0.8	0.9	0.9	6.7	100

서 평균보다 높게 나타났다<표 7>.

연령대별 경과 기간 분포

재해 발생 당일 사망한 사례가 높은 연령대로는 30세 미만 71.8%, 40세 미만 74.2%, 50세 미만 70.9%로 50세 미만의 연령대에서 평균보다 높게 나타났다. 그 반면에 60세 미만과 60

세 이상의 연령대에서는 30일 이내 사망한 사례가 평균보다 높게 나타났다. 1년 초과 후 사망한 사례가 높은 연령대는 50대 이상으로 분석되었다<표 8>.

근속 기간별 경과 기간 분포

근속 기간 6개월 미만의 사망자 중 재해 발생 당일 이후 30일

〈표 8〉 연령별 경과 기간 분포

구분	재해 당일	1~30일	31~60일	61~90일	91~180일	181일~1년	1년 초과	전체
30세 미만	874	254	25	8	7	3	46	1,217
%	71.8	20.9	2.1	0.7	0.6	0.2	3.8	100.0
40세 미만	1,975	485	30	20	24	13	116	2,663
%	74.2	18.2	1.1	0.8	0.9	0.5	4.4	100.0
50세 미만	2,641	698	67	20	39	31	227	3,723
%	70.9	18.7	1.8	0.5	1.0	0.8	6.1	100.0
60세 미만	2,093	713	53	34	19	23	267	3,202
%	65.4	22.3	1.7	1.1	0.6	0.7	8.3	100.0
60세 이상	1,184	426	50	25	26	48	191	1,950
%	60.7	21.8	2.6	1.3	1.3	2.5	9.8	100.0
전체	8,767	2,576	225	107	115	118	847	12,755
%	68.7	20.2	1.8	0.8	0.9	0.9	6.7	100.0

〈표 9〉 사망자 근속 기간별 경과 기간 분포

구분	재해 당일	1~30일	31~60일	61~90일	91~180일	181일~1년	1년 초과	전체
6개월 미만	5,013	1506	131	57	76	78	469	7,330
%	68.4	20.5	1.8	0.8	1.0	1.1	6.4	100
6개월~1년 미만	839	231	26	13	12	8	70	1,199
%	70.0	19.3	2.2	1.1	1.0	0.7	5.8	100.0
1~2년 미만	843	206	20	10	5	10	70	1,164
%	72.4	17.7	1.7	0.9	0.4	0.9	6.0	100.0
2~3년 미만	441	125	7	4	7	4	50	638
%	69.1	19.6	1.1	0.6	1.1	0.6	7.8	100.0
3~4년 미만	277	76	9	1	5	2	29	399
%	69.4	19.0	2.3	0.3	1.3	0.5	7.3	100.0
4~5년 미만	192	69	4	3	2	1	21	292
%	65.8	23.6	1.4	1.0	0.7	0.3	7.2	100.0
5~10년 미만	556	170	13	8	3	7	54	811
%	68.6	21.0	1.6	1.0	0.4	0.9	6.7	100.0
10~20년 미만	437	128	11	6	4	4	65	655
%	66.7	19.5	1.7	0.9	0.6	0.6	9.9	100
20년 이상	169	64	4	5	1	4	18	265
%	63.8	24.2	1.5	1.9	0.4	1.5	6.8	100.0
분류 불능	0	1	0	0	0	0	1	2
%	0	50	0	0	0	0	50	100
전체	8,767	2,576	225	107	115	118	847	12,755
%	68.7	20.2	1.8	0.8	0.9	0.9	6.6	100.0



충돌, 낙하·비래, 붕괴·도괴, 감김·끼임, 감전과 같은 기계 및 설비에 의한 재해와 빠짐·익사, 사업장 내 교통사고, 도로교통사고는 당일 사망한 사례가 평균보다 높게 나타났다

이내 사망자가 20.5%, 90일 이후 180일 이내 1.0%, 6개월 이후 1년 이내 1.1%로 평균보다 높게 나타났고, 재해 발생 당일 사망한 사례나 1년 초과 후 사망한 사례는 각 5,013명, 469명으로 해당 점유율은 평균보다 낮았다.

근속 기간이 6개월~4년 미만에 해당하는 근로자의 경우에는 특히 재해 발생 당일 사망 사례 비율이 높은 것으로 나타났으며, 1년 초과 후 사망한 사례의 비율은 5~10년 미만을 제외한 2년 이상 모든 경우의 근속 기간에서 평균보다 높은 것으로 나타났다<표 9>.

제언

우리나라의 업무상 손상 사망재해의 재해 발생일로부터 사망 일까지의 경과 기간에 대한 분석에서 재해 발생 당일 사망한 사례의 비율은 평균 68.7%, 재해 발생 당일 이후 30일 이내 사망 사례의 비율은 20.2%로 전체 사망재해의 88% 이상을 차지하나, 1년 초과 후에 사망한 사례도 6.7%로 나타나 외국의 기준과 많은 차이를 보이고 있다.

독일의 경우와 같이 재해 발생 후 사망 시점까지의 경과 기간

을 한 달로 정할 경우, 현재 통계상 사망 사례의 88.9%만 사망 재해에 포함된다. 만일 경과 기간의 기준을 1년으로 하였을 경우에는 현재 통계상 사망 사례의 93.3%만이 사망재해에 포함된다.

우리나라 도로교통사고통계의 경우에도 사망의 범위를 사고 발생 시점으로부터 30일 이내로 제한하고 있다.⁵⁾ 다만, 산업재해통계에서 재해 발생 시점으로부터 사망 시점까지의 경과 기간에 대한 기준을 정하지 않은 것은 경과 기간에 관계없이 업무 관련성이 있는 모든 사망 사례를 통계로 산입하기 위한 것으로 이해된다. 그러나 이러한 경과 기간의 기준이 정해져 있지 않기 때문에 산재사망통계는 연도별 사망재해의 발생 현황을 제대로 반영하지 못하는 한계가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 산재사망통계 포함 범위를 포함한 통계 작성기준에 대한 산업 안전보건 관련 전문가들의 신중한 검토와 노·사·정의 합의가 필요할 때라고 생각된다. ⑥

5) 도로교통공단, <<http://www.rota.or.kr/taas/report3.jsp>>, 2010. 5. 31

업무상 사망사고를 줄이기 위한 인식의 변화

주제 발표자



김수근 교수

성균관대학교 의과대학 산업의학교실
강북삼성병원 산업의학과

◎ 사업장에서 매년 기본적인 안전조치로 예방할 수 있는 사망사고가 빈번하지만 책임을 지는 사람이 없다. 우리나라 산업안전보건법은 '사업주의 안전·보건조치의무 위반으로 근로자가 사망하면 사업주를 최고 7년 이하의 징역 또는 1억원 이하의 벌금을 물린다'고 규정하고 있다. 그러나 법은 엄격하지만 사망사고가 반복적으로 발생해도 아무에게도 책임을 묻지 못하였다. 마치 일하다가 사망하는 것은 당연하듯이 법은 침묵하고 있다. 이렇게 책임을 묻지 않고서는 사망사고를 줄일 수 없다. 사망사고에 대한 철저한 책임 추궁과 투자를 위하여 G20 의장국다운 결단이 필요하다.

업무상 사망사고에 대하여 책임을 지지 않고 있다

우리의 인생은 순식간에 변할 수 있다. 우리가 무엇을 잘못했는지 생각해 볼 겨를도 없이 사고로 인해서 인생이 돌연 갑자기 끝날 수 있다. 모든 위험이 높은 행동은 죽음을 초래할 수 있다. 하지만 일부 활동이 더 위험 가능성이 높다. 사업장에서 사망사고는 작업 또는 업무 수행과 관련되어 일어난 것이다.

우리나라의 경제 규모는 세계 10위를 넘볼 정도로 커졌지만, 산업 현장에서 일어나고 있는 사망사고는 심각한 수준이다. 2009년도에 업무상 사고로 사망한 근로자 수는 1,401명에 달한다. 하루 4명 가까이 불의의 사고로 사망하고 있는 것이다. 이것은 OECD 국가 중에서 가장 높은 사망률이다. 이런 업무상 사망사고의 대부분이 기본적인 예방조치만으로도 방지할 수 있다는 점에서 더 심각하고 안타깝다. 한마디로

산업의 발전을 통해서 경제 규모는 키웠지만 근로자의 생명을 존중하는 문화를 갖추지 못한 데서 기인하였다고 할 수 있다.

지난 4월 연합뉴스는 30대 후반의 제지회사 근로자가 파지를 분쇄하고 나서 물과 섞어 종이 원료를 만드는 기계 위에서 일하다가 2.4m 깊이의 펄퍼에 추락하여 사망하였다는 것을 보도하였다. 펄퍼 위에는 덮개도 없고 안전 난간도 없었다. 뿐만 아니라 나 홀로 야근이어서 도움을 청할 동료도 없었다고 한다. 2009년도에 사망한 사고의 대부분이 이런 상황에서 반복적으로 일어난 것들이었다. 설마하고 방치한 것이 이런 불행을 초래하였으나 아무런 반성과 책임도 지지 않고, 사건을 통한 교훈도 받아들이지 않은 채 운명 탓으로 돌리고 있다. 가장(家長)에게 일어난 졸지의 사망사고로 일가족이 당장의 큰 고통과 슬픔은 물론 앞으로의 일상생활에서도 어려움을 겪게 된다. 또한 이들을 위한 사회적 대책도 부족한 형편이다. 이것은 열악하고 위험한 작업환경에 처한 근로자들의 현실을 말해

준다. 동시에 우리가 업무상 사망사고에 얼마나 둔감한지를 보여주는 것이다.

중장년의 가장이 회사로 출근하였다가 졸지에 사망하는 일이 빈번하지만 이에 대해서 책임을 지지 않고 있다. 2008년 1월 7일 경기도 이천의 냉동창고에서 발생한 화재사고는 국내 산업재해 역사상 최악의 사고 중 하나로 꼽힌다. 당시 사고 현장에 있던 근로자 57명 중에서 40명이 사망하였다. 그러나 이 사고로 실형을 산 사람은 아무도 없다. 냉동창고를 짓던 회사의 대표는 1심에서 벌금 2,000만원을 선고받았고, 현장소장을 비롯한 책임자들은 집행유예 등에 그쳤다. 그런데 우리나라 산업안전보건법은 ‘사업주의 안전·보건조치의무 위반으로 근로자가 사망하면 사업주를 최고 7년 이하의 징역 또는 1억원 이하의 벌금을 물린다’고 규정하고 있다. 이렇게 엄격한 법은 40명이 목숨을 잃은 참상 앞에 아무에게도 책임을 묻지 못하였다. 마치 일하다가 사망하는 것이 당연하다는 듯이 법은 지금도 침묵하고 있고, 사망자는 매일 늘어만 가고 있다.

추락과 같은 단순하고 원시적인 재해로 사망자가 계속해서 발생하고 있으나 방관하고 있다. 추락재해가 일어나는 여건이 무엇 때문인지, 이를 감소시키기 위한 예방조치나 전략은 무엇인지 연구도 잘 되어 있지 않다. 반복적으로 높은 사망사고를 겪으면서도 실효성 있는 사망사고 예방사업이 필요하다는 공감대가 형성되어 있지 못하다. 오히려 사회적으로 ‘일하다가 죽는 것은 어쩔 수 없다’는 사망사고에 대한 둔감한 의식이 만연하고 있다. OECD 국가 중 가장 높은 사망사고 수준이라는 불명예에도 정책적 결단을 취하지 못하고 있다. 책임을 묻지 않고는 사망사고를 줄일 수 없다.

업무상 사망사고는 얼마나 생기고 있는가?

지표상으로 우리나라의 업무상 사고 사망 만인율은 전반적으로 감소 추세를 보이고 있다(표 1). 우리나라의 사업장 사망 사고는 점차 감소하고 있다. 2001년도에 1,551명이 사망하였으나 2009년도에는 1,396명이 사망하여 150명이 감소하였다. 그렇지만 2007년도 사고 사망 만인율은 1.10으로, 미국 0.48, 일본 0.26, 독일 0.22, 영국 0.07에 비해 현저하게 높은 수준이다. 이는 2003년도부터 증가 추세를 보이다가 2005년도부터 감소 추세에 있다. 2010년 4월말 현재 사고 사망 만인율은 0.29로 전년 동기 대비 0.05%p(14.7%) 감소하였다. 업무상 사고사망자 수는 2001년도까지 지속적으로 증가하였고, 2003년도에 가장 많이 발생하였다. 이후 2007년도까지 감소 추세였으나 2008년도에는 증가하였으며, 2009년도에는 다시 감소하였다. 2010년 4월말 현재 사망자 수는 708명으로 전년 동기 대비 15명(2.1%)이 감소하였다.¹⁾ 경제적 손실도 심각하다. 2009년도 산재로 인한 경제적 손실은 무려 15조 1,290억원에 달한다.

이러한 업무상 사망사고 수준을 다른 국가와 비교해보면, 우리나라의 업무상 사망사고가 얼마나 심각한 상황인지를 알 수 있다. 우리나라의 2009년도 사고 사망 만인율 1.01은 미국 0.48, 일본 0.26, 독일 0.22, 영국 0.07에 비해 현저하게 높은 수준이다. 주요 선진국과는 조사방법의 차이로 인하여 직접 비교를 할 수 없으나 우리나라가 높게 산출될 수 있는 조건을 최대한 보정한다고 하더라도 훨씬 높은 것은 부인할 수 없

1) 나라지표 : <http://www.index.go.kr/egams/index.jsp>

〈표 1〉 업무상 사고 사망 현황

구분 / 연도	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
사고 사망자 수	1,414	1,551	1,378	1,533	1,469	1,375	1,318	1,372	1,423	1,396
사고 사망 만인율	1.49	1.47	1.3	1.45	1.47	1.26	1.14	1.1	1.07	1.01

〈표 2〉 주요 국가의 산업재해 현황

구분	일본(2008)	독일(2008)	미국(2007)	영국(2007/2008)
사고 사망 만인율	0.23	0.20	0.38	0.07

※ 각국마다 통계 산출방법, 적용 범위, 산업 분포, 업무상 재해 인정 범위 등이 상이하여 단순 비교는 곤란함

〈표 3〉 사업장 규모별 발생형태

발생형태	~9인 이하	10~49인	50~299인	300인 이상	계
추락	200	121	101	46	468
전도	50	17	17	15	99
충돌	18	17	14	6	55
낙하·비래	39	34	21	8	102
붕괴·도괴	32	15	10	6	63
협착	41	36	21	6	104
절단	2	-	1	3	6
감전	28	11	9	4	52
폭발	15	13	30	-	58
파열	-	-	-	-	-
화재	9	6	16	-	31
이상 온도·기압 접촉	1	3	2	-	6
빠짐·익사	13	7	7	5	32
유해 화학·중독 질식	11	10	8	3	32
광산사고	-	-	-	-	-
무리한 동작	-	-	-	1	1
교통사고	143	75	54	15	287
기타	12	11	8	3	34
분류 불능	3	8	2	5	18
계	617	385	321	126	1,448

〈표 4〉 업종별 발생형태

발생형태	광업	제조업	전기·가스 및 상수도업	건설업	운수·창고 및 통신업	임업	어업	농업	금융·보험업	기타의 사업	계
추락	2	67	-	327	13	4	1	1	1	52	468
전도	2	35	1	29	3	5	1	-	-	23	99
충돌	-	26	-	14	6	-	-	1	-	8	55
낙하·비래	2	50	-	35	9	-	-	1	-	5	102
붕괴·도괴	2	11	-	39	2	-	-	-	-	9	63
협착	-	71	-	12	3	-	-	2	-	16	104
절단	-	5	-	1	-	-	-	-	-	-	6
감전	-	19	-	28	-	-	-	-	-	5	52
폭발	-	19	-	32	3	-	-	-	1	3	58
파열	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
화재	-	14	-	11	1	-	-	1	-	4	31
이상 온도·기압 접촉	-	4	1	-	-	-	-	-	-	1	6
빠짐·익사	2	10	-	7	3	-	1	-	-	9	32
유해 화학·중독 질식	1	17	-	3	1	3	-	1	-	6	32
광산사고	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
무리한 동작	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
교통사고	1	44	2	44	60	3	-	3	5	125	287
기타	1	7	-	5	8	-	-	-	1	12	34
분류 불능	1	7	-	5	2	-	-	-	-	3	18
계	14	407	4	592	114	15	3	10	8	281	1,448

〈표 5〉 연령별 발생형태

발생형태	~18세	18~24세	25~29세	30~39세	40~49세	50~59세	60세~	계
추락	-	2	14	67	156	149	80	468
전도	-	4	2	15	26	31	21	99
충돌	-	-	6	12	14	16	7	55
낙하·비래	-	1	4	21	35	28	13	102
붕괴·도괴	-	-	-	8	25	19	11	63
협착	-	4	8	21	31	27	13	104
절단	-	-	-	2	2	2	-	6
감전	-	1	6	11	22	10	2	52
폭발	-	-	5	18	19	9	7	58
파열	-	-	-	-	-	-	-	-
화재	-	1	-	6	12	9	3	31
이상 온도·기압 접촉	-	-	1	-	2	2	1	6
빠짐·익사	-	2	3	8	7	8	4	32
유해 화학·중독 질식	-	2	6	9	5	9	1	32
광산사고	-	-	-	-	-	-	-	-
무리한 동작	-	-	1	-	-	-	-	1
교통사고	4	15	17	47	83	69	52	287
기타	-	-	1	10	10	8	5	34
분류 불능	-	1	1	4	5	5	2	18
계	4	33	75	259	454	401	222	1,448

〈표 6〉 서비스업 재해 발생 상위 3개 업종 재해 현황

발생형태	남	여	계
추락	461	7	468
전도	94	5	99
충돌	50	5	55
낙하·비래	100	2	102
붕괴·도괴	62	1	63
협착	100	4	104
절단	6	-	6
감전	50	2	52
폭발	55	3	58
파열	-	-	-
화재	27	4	31
이상 온도·기압 접촉	6	-	6
빠짐·익사	29	3	32
유해 화학·중독 질식	32	-	32
광산사고	-	-	-
무리한 동작	1	-	1
교통사고	271	16	287
기타	29	5	34
분류 불능	18	-	18
계	1391	57	1,448

다〈표 2〉, G20 의장국으로서 선진국 대열에 걸맞은 사망사고 예방대책을 시행하여야 한다.

2008년도 사망사고의 특성을 살펴보면 50인 미만 중소기업에서 사고 사망자 수의 점유율이 69.1%(1,449명 중 1,002명)였으며〈표 3〉, 업종별로는 건설업이 592명으로 전체 사망사고의 40.9%, 제조업이 407명으로 28.1%였다〈표 4〉. 업무상 사망사고를 일으킨 재해 유형은 추락이 468명(32.3%), 교통사고 287명(19.8%)의 순이었다〈표 4〉.

모든 근로자는 업무상 사망사고의 위험에 처해 있지만, 50세 이상 근로자들의 사망사고는 623명(43.0%)인데 30세 미만은 112명(7.3%)으로 고연령 근로자들에서 5.6배 이상 많이 발생하고 있다〈표 5〉. 30대, 40대와 50대에서 모두 1,114명으로 76.9%를 차지하여 중장년의 사망률이 높았다. 업무상 사망의 대부분은 남성이 1,391명(96.1%)으로 대부분을 차지하였다〈표 6〉. 이는 가족 위기를 초래하는 주요 원인이 된다. 이러한 사망사고는 가족을 해체시키고 사회 불안정을 초래하는 직접적 원인이 될 것이다. 산재로 사망하거나 중대재해를 입은 경우, 정부나 관련 기관들이 유가족에 대한 다양한 지원을 하고 있지만 근본적 해결책은 없다.

업무상 사망사고 어떻게 예방할 것인가?

우리나라의 업무상 사망사고는 지난 수년 동안 기업과 근로자, 그리고 정부가 다각적인 노력을 기울여온 결과 전반적으로 감소되었으나 아직까지 높은 수준이므로 매우 심각한 문제이다. 물론 우리나라가 서비스산업에 비하여 제조업과 건설업의 비중이 상대적으로 높은 국가이기 때문에 사망사고가 많은 측면이 있다. 그러나 수십 년간의 노력에도 불구하고 사업장의 사망사고는 크게 줄 기미를 보이지 않고 있다. 이를 줄이기 위해서는 국가와 사회의 모든 분야에서 결단과 긴급한 노력이 필요하다.

여전히 높은 사망사고에도 불구하고 산업구조 및 고용환경의 변화 등으로 비정규직·외국인·고령·여성 등 사고에 취약한 근로자 계층의 증가와 소규모 사업장에 대한 대기업의 하도급 증가, 시설의 대규모화 등 사망사고 유발요인은 지속적으로 늘어날 전망이다. 재해 다발위험에 대한 집중 관리 등 산재 취약계층에 대한 실효성 있는 예방 정책과 사업을 개발하는 데 역량을 집중할 필요가 있다. 아울러 재해 예방기관 간의 역할과 기능 재정립을 통한 예방사업의 재해 감소효과 극대화를 추진하고, 산업 및 고용환경의 변화에 따른 새로운 재해 유발 요인에 대한 예방기술 개발과 예방 법제 개선이 필요하다. 그러나 무엇보다도 사망사고에 대한 책임을 확실하게 지우는 것이 필요하다. 산업안전보건법은 이에 대해서 매우 엄한 처벌 규정을 두고 있다. 하지만 수많은 사망사고에도 불구하고 이 법률은 효력을 발휘하지 못하고 있는 실정이다.

우리나라의 산재 예방사업은 노동부의 지도감독과 한국산업안전보건공단의 기술 지원 등의 지원사업이 주축을 이루고 있다. 여러 해 동안 지도감독과 사업장의 유해위험사항들을 기술 지도하고 교육도 했으니 이제는 재해를 예방하는 데 필요한 기술이나 정보는 충분하게 갖추었다고 해도 과언이 아니다. 그런데도 동일한 유형의 재해가 반복해서 일어나는 이유는 외부의 지도감독과 기술 지원만으로는 한계가 있기 때문이다.

사망사고 발생형태를 보면 추락, 협착으로 인한 것이 많다. 이는 사업장에서 간단한 예방조치를 소홀히 하는 데서 비롯된다. 이에 대해서는 단호한 책임 추궁이 있어야 한다. 산업안전

“

사망사고 발생형태를 보면 추락, 협착으로 인한 것이 많다. 이는 사업장에서 간단한 예방조치를 소홀히 하는 데서 비롯된다. 이에 대해서는 단호한 책임 추궁이 있어야 한다. 산업안전보건법으로 효력을 발휘할 수 없다면 책임을 추궁할 법적 체계를 정비해야 한다. 세계적으로 상위권의 경제 규모를 달성하더라도 생명을 경시하고 사망사고 발생 시 아무도 책임다운 책임을 지지 않고 있다면 선진국 진입은 요원한 것이다. 우리나라처럼 업무상 사망사고가 자주 발생하는 나라도 없지만, 우리나라처럼 산재 예방에 투자를 안 하고 처벌이 미약한 나라도 없다. 사망사고의 발생에 비해 제재나 처벌이 외국에 비해 미약하다.”

보건법으로 효력을 발휘할 수 없다면 책임을 추궁할 법적 체계를 정비해야 한다. 세계적으로 상위권의 경제 규모를 달성하더라도 생명을 경시하고 사망사고 발생 시 아무도 책임다운 책임을 지지 않고 있다면 선진국 진입은 요원한 것이다. 우리나라처럼 업무상 사망사고가 자주 발생하는 나라도 없지만, 우리나라처럼 산재 예방에 투자를 안 하고 처벌이 미약한 나라도 없다. 사망사고의 발생에 비해 제재나 처벌이 외국에 비해 미약하다.

의정부 경전철사고로 다수의 사망자가 발생했지만, 해당 업체에서는 현장소장과 관련 하청업체 관계자들만 기소된 상태다. 또 기소돼도 대부분 벌금형을 받고 나온다고 한다. 한마디로 산업안전 후진국이라는 자탄이 흘러나온다. 기업경영의 목적이 단순히 이윤 추구를 넘어 사회적·윤리적 책임으로 확대되고 있지만, 이런 상황에서 기업들은 진정으로 긴장하고 안전조치에 심혈을 기울일 거라는 기대를 저버렸다. 실망의 도를 넘겼다.

2008년도 한 해 동안 근로자 사망 등 중대 재해로 처벌받은



업무상 사망사고는 작업조건과 환경, 불충분한 안전교육과 훈련, 이 모든 것에 소홀한 사업주에게 문제가 더 많다.

사업주 2,358명 중 구속된 사람은 단 1명뿐이었다고 한다. 나머지는 모두 벌금형을 받거나 기소유예 또는 무혐의 처분되었다. 이것은 사업주로서는 사고가 나면 수백 만원의 벌금을 내면 그만이라는 것을 말한다. 2008년도에 노동부가 안전규정 등을 제대로 지키지 않은 사업장에 부과한 과태료는 고작 21억 원에 지나지 않았다. 같은 해 서울시가 담배꽂초를 길거리에 버린 시민에게 부과한 과태료는 91억 원에 달했다고 한다. 한 해 1,400명의 근로자가 죽어가는 사망사고를 막으려고 부과한 과태료가 서울시의 담배꽂초 무단 투기를 막으려고 부과한 과태료의 1/4에도 못 미친다. 따라서 굳이 비싼 안전장치를 설치하고 근로자 안전을 위해 작업 속도를 늦춰야 할 이유가 없다는 것이다. 죽은 사람은 많은데 처벌받은 사람은 없다. 도대체 업무상 사망사고는 누구의 책임인가?

경제 규모에 맞게 사망사고의 책임을 추궁할 수 있는 제도를 갖추겠다는 결단이 필요하다. 그렇지 않고서는 사망사고 예방 기술이 발전하더라도 현장에서는 도입되지 않을 것이다. 사망사고의 규모와 발생형태 등의 원시성을 고려할 때에 이제는 위험에 대처하는 시설이나 설비를 게을리 하는 사업주들에게 책임을 추궁하여 일벌백계로 대처해야 한다. 산업안전보건법의 효력이 없다는 것도 확인되었다. 앞으로 얼마나 더 많은 근로자의 사망사고가 일어나야 업무상 사망사고의 예방은 근로자에게만 책임이 있는 것이 아니라 사업주에게 1차적인 책임

이 있다는 사실을 받아들이는 것인가? 산업안전보건법은 규정이나 법규를 준수하려고 하는 의지가 사업주들의 뇌리에 박히도록 하지 못하였다.

작업장에서 발생한 사망사고에 대한 적절한 위험성 평가도 하지 않고 있다. 일어날 수 있는 일이 일어났을 뿐이고, 책임도 지지 않고 있다. 업무상 사망사고는 예방할 수 있다. 업무상 사고가 발생한 전후와 과정에 대한 평가를 하여 앞으로 발생할 수 있는 업무상 사고를 예방할 수 있도록 하는 것이 필요하다. 사업주는 안전한 작업 절차와 방법에 대하여 모든 근로자들을 교육하고 훈련시켜야 한다. 그리고 업무상 사고가 일어날 위험이 낮도록 작업조건과 환경을 유지하고 관리하여야 한다. 업무상 사망사고는 사망한 근로자만의 잘못이 아니다. 업무상 사고를 일으킬 수 있는 작업조건과 환경, 불충분한 안전교육과 훈련, 이 모든 것에 소홀한 사업주에게 문제가 더 많다. 결과적으로 사업주는 작업장의 모든 잠재적인 위험요인을 고심하여 다루는 것이 필수적이고, 모든 근로자에게 안전작업을 할 수 있는 방법과 위험에 대해 인식하도록 교육하는 것이 필수적이다. 우리가 어떤 위험한 상황에 있는지를 근로자들은 정확하게 알 필요가 있다. 이러한 과정을 통해 사업주와 근로자들은 작업장에서 사망을 초래할 수 있는 위험을 예방하기 위한 대처와 그들의 작업조건과 환경에서 위험요인의 확인이 가능한 방법을 배울 수 있다.

사망사고 예방은 대대적인 투자와 예방 노력을 필요로 한다. 우리가 얼마나 이 분야에 대한 투자를 소홀하게 하는지는 산재 사망률이 우리나라의 1/14에 지나지 않는 영국과 우리나라의 산업안전감독관 수를 비교해 보면 여실히 드러난다. 사업장을 방문하여 안전시설을 점검하고 재해가 발생하면 조사를 맡는 산업안전감독관은 현재 우리나라에 320명 가량 있다. 총 사업장 수가 156만여 곳이므로 1명의 감독관이 4,800여 곳을 감독한다. 이런 실정에서는 사업장 안전 점검을 연중 행사처럼 할 수 밖에 없다. 하지만, 총 사업장 수가 180만 곳인 영국의 산업안전감독관 수는 무려 2,800명에 달한다. 1인 당 감독하는 사업장 수는 630여 곳으로 우리나라의 1/8에 지나지 않는다.

결론적으로 말해, 우리나라는 사망사고에 대한 철저한 책임 추궁과 투자를 위하여 G20 의장국다운 결단이 필요한 시점에 다다랐다. ⑥

전기안전을 중심으로 한 사망사고 감소방안

◎ 주제 발표자



김정훈 교수
홍익대학교 전기전자공학부

◎ 전기안전 분야는 몇 년 전만 해도 우리나라의 산업안전에서 사망자와 부상자가 많아 후진성을 뚜렷하게 드러내 보였다. 최근 통계 조사방법의 개선과 여러 가지 노력으로 이를 줄였다. 산업안전 분야의 사고도, 감전 사망도 감소하는 추세를 보이고 있다. 이와 같이 사상자를 감소시키려고 하는 의지에 의하여 쉽게 결과가 나타나는 이유는 전기는 보이지는 않지만 정직한 특성이 있어 센서로 측정하기가 용이하기 때문이다. 따라서 이것을 다른 분야에 확장시켜 모든 것을 전기로 바꿀 수 있는 센서를 개발하는 것이 중요하다고 생각된다. 본고에서는 우리나라의 감전 사망을 중심으로 한 문제점을 제도적 환경, 안전의식, 그리고 기술적 관점의 세 가지 면에서 분석하였다.

서론

사람은 안전하게 살고 싶어 한다. 즉, 돌발사고로 인한 죽음을 우리는 흔히 속된 말로 ‘개죽음’ 이라고 표현한다. 보이지도 않는 것에 의하여 본인이 큰 잘못도 없이 죽음을 맞이해야 한다면 너무나 고통스러울 것이며, 이를 맞이할 준비도 못하는 것은 가장 나쁜 상황이 아닐 수 없다. 전기에 의한 죽음이 이에 해당한다. 그래서 평생을 전기에 몸담은 사람은 누구나 이러한 죽음을 피하고 싶어 한다.

전기안전과 관련한 죽음을 줄이려면 무엇을 바꿔야 하나? 안전선진국과 우리는 무엇이 달라서 현격한 결과가 나타나는 것일까?

우리의 상황을 분석해보고, 우리가 부족한 점을 분석하여, 그 대책을 강구해보기로 한다.

전기안전 분야는 몇 년 전만 해도 우리나라의 산업안전에서

부끄러운 것 가운데 하나였다. 즉, 사망자와 부상자가 많아 후진성이 뚜렷한 나라 축에 끼었다.

우리나라는 최근 들어 통계 조사방법의 개선과 여러 가지 노력으로 이를 줄였다. 산업안전 분야의 사고도, 감전 사망도 감소하는 추세를 보이고 있다.

이와 같이 사상자를 감소시키려고 하는 의지에 의하여 쉽게 결과가 나타나는 이유는 전기는 보이지는 않지만 정직한 특성이 있어 센서로 측정하기가 용이하기 때문이다. 따라서 이것을 다른 분야에 확장시켜 모든 것을 전기로 바꿀 수 있는 센서를 개발하는 것이 중요하다고 생각된다. 이것은 G8 확대 정상 회의에서 우리나라가 선도국가로 지정된 미래의 스마트 그리드의 한 형태이기도 하다.

본고에서는 우리나라의 감전 사망을 중심으로 전기안전의 문제점을 제도적 환경, 안전의식, 그리고 기술적 관점의 세 가지 면에서 분석하였다.

감전 사망을 중심으로 본 전기안전의 문제점

세 가지 관점에서의 문제점

우선 제도적 환경에서의 문제점은 우리나라의 전기안전에 관한 지배구조에서 비롯된다. 전기안전에 직접적으로 관여하는 주요 기관은 한국전력공사, 한국전기안전공사, 그리고 한국산업안전보건공단이다. 모두 국민의 전기안전을 도모하기 위하여 생성된 기관이지만 결국 두 개의 행정 부처로 나누어져 관리되므로 그 부처에서 추구하는 목적을 제외한 것에는 소극적으로 책임지려는 형태를 보이게 된다. 따라서 안전 분야에서 가장 다루기 힘든 계층인 일반 국민은 소외되는 모습을 보이며, 이것이 결과로 나타난다.

두 번째가 안전에 대한 우리의 의식에서 문제점을 찾을 수 있다. 우리나라에서는 선진국들과 달리 아무나 또는 간단한 전기 관련 지식이 있는 사람이면 전기를 만진다. 그 결과, 이러한 계층의 사상자가 많다. 안전의식을 높이는 방법을 강구하여야 한다.

세 번째가 기술적인 문제이다. 그 하나가 활선작업으로, 전기를 공급하면서도 사람이 직접 전선을 만진다. 이에 따른 안전 관련 장비를 사용하고 안전수칙을 지켜야 하는데 이를 어겨 사상자가 발생한다. 또 하나는 접지시스템이다. 우리나라는 계통과 소비자 측이 세계적으로 독특한 시스템인데 이에 알맞은 접지시스템을 아직 달성하지 못하였다고 할 수 있다.

세 가지 문제점의 추출 근거

이들 세 가지 문제점을 추출하기 위하여 재해 사례를 조사하였다. 여기서 취급자료는 한국전력공사, 한국전기안전공사, 한국산업안전보건공단의 2001~2007년 자료로, 이 자료로도 우리의 문제를 보여주는 데는 큰 무리가 없다.

■ 재해 사례 조사기관 및 문제점

- **현 자료의 소장기관 및 자료형태** : 우리나라에서는 한국전력공사, 한국전기안전공사, 한국산업안전보건공단 등의 기관이 자체적인 설립 취지에 충실할 목적으로 자료를 모아 소장하고 있다. 이외에도 관련된 기관으로 대한산업안전협회, 한국산업안전학회, 전력기술인협회, 한국전기공사협회

한국전력공사

전력 수급에 중점 통전상태 구체적

재해년도, 재해 발생일자, 재해 구분, 통전경로, 사업소, 인원, 사고내용

한국전기안전공사

전기 설비에 중점 사고상태 구체적

사고 종류, 발생일시, 날씨, 상호, 전압 용량, 재해자 성명, 피해내역, 사고내용, 사고 원인, 사고 재발 방지대책

한국산업안전보건공단

사람에 중점 재해자상태 구체적

재해일자, 재해 발생 요일, 재해 발생시간, 요양 기간, 장애등급, 장해연금일자, 사망연금일자, 치료 구분일자, 요양 결정(시작, 종료)일자, 입원일수, 통원일수, 재가일수, 진료일, 연령, 성별, 근로손실일, 상용인원, 신 발생형태, 근무 기간, 사고내용

[그림 1] 우리나라 감전 사례의 소장기관별 자료 특징

등이 있으나 이곳에서 확보하는 자료는 앞서 언급한 주요기관의 인터넷 홈페이지 자료를 공유하며 그 자료를 참고하는 정도로 파악되었다. 주요기관에서 보유하고 있는 자료 관련 내용은 [그림 1]과 같다.

- 한국전력공사 : 한국전력공사의 주요 목적은 전력 수급의 안정을 도모하는 것이며, 전력 수급에 영향을 끼치면 안 되기 때문에 재해의 지점과 한국전력공사의 기술자들 및 관련자의 재해에 관심을 가진다. 한국전력공사의 자료에는 기술자들의 재해 사례만 다루었으며, 재해는 재해 연도, 재해 발생일자, 통전경로, 사업소, 인원, 그리고 재해 내용 등 총 7개의 항목으로 된 분류표에 따라 작성하고 있다. 조사한 재해 사례 가운데 실제 사례 중 하나를 보면 다음과 같다.

YY년 MM월 DD일 HH시, 재해자가 ○○빌딩 옥상에 위치한 고객 수전 설비 점검업무 수행하던 중 MOF 붕싱 천용 방지 커버 봉인선이 조금 늘어져 있어 탈락 여부를 확인하려고 오른손에 들고 있던 연필로 봉인납을 무심코 건드리려는 순간 봉인선에 근접하여 오른손에서 좌·우 양발로 통전되어 감전, 부상한 사고.

본 사례에서 보듯이 재해내용과 재해 경위는 자세히 설명되어 있으나, 재해자의 피해 정도, 재해자 신변에 대한 정보, 재해 이후의 처리내용 등에 대하여는 언급하지 않았다. 그리고 장소와 목적이 구체적으로 나타나 있고, 왜 재해가 일어나게 되었으며, 어떻게 재해가 발생하였는지를 상세하게 마치 그림을 그리듯이 자세히 나타내고 있다. 감전상황을 잘 나타내는 자료이지만 기관 내부자료로 외부에 공개되고 있지는 않다. 감전재해가 발생한 상태를 정확하게 기술하여 차후에 이런

형태의 재해가 발생하여도 중단 없는 전기 공급을 할 수 있게 하기 위함이다. 반면, 재해를 당한 사람이 어떠한 피해를 입었는지에 대하여는 언급을 최소화하여 전력공사 설립의 주요 목적 중 하나에 해당하는 전력 수급의 안정을 도모하는 입장에서만 이 재해를 바라보고 있음을 알게 된다.

- 한국전기안전공사 : 한국전기안전공사는 전기로 인한 재해를 예방하기 위하여 설립되었다. 재해를 예방하기 위하여 설비의 안전에 대해 관심을 갖는다. 안전과 관련된 한국전기안전공사의 자료는 재해 종류, 발생일시, 날씨, 상호, 전압 용량, 재해자 성명, 피해내역, 재해내용, 재해 원인, 그리고 재해 재발 방지대책 등 총 10개의 항목으로 분류하였다. 재해 사례를 예를 들면, 다음과 같다.

전기 책임자가 변전실 청소 도중 시간장치를 알고 자리를 비운 사이 동생과 함께 무단으로 변전실에 들어온 재해자가 우산으로 장난을 치던 중 22.9kV 변압기 1차 모선에 우산대가 접촉되어 감전 부상한 사고.

〈사고 방지대책〉

- 관계인 이외 출입할 수 없도록 변전실 시간장치를 철저히 할 것
- 변전실 부근에서 어린이가 놀지 못하도록 감시감독을 철저히 할 것

본 사례는 변전실에 대한 설명이 없고, 한국전력공사와는 달리 재해내용 자체가 구체성이 떨어지며, 재해상태도 다만 부상이라는 언급뿐이다. 이는 안전재해 발생대책에 대한 것을

중요시 여기고 있음을 알 수 있다.

재해 개요, 재해의 원인, 그리고 재해 재발 방지대책까지는 자세히 알아보기 쉽게 기술되어 있지만 재해자의 피해 정도에 대한 기술과 재해자의 전기 분야 관련성에 대한 정보는 보이지 않는다. 하지만 전기설비의 안전을 보다 중요시 여기고 있음을 알 수 있다. 즉, 시설물의 안전에 힘을 쏟는다. 특히 재해를 막으려고 재해 조사 항목 뒤에 재발 방지대책을 넣고 있다.

이렇게 단편적인 접근은 단기적 효과는 기대되나 장기적으로 시스템적인 관점에서는 대책 마련이 어렵다고 판단된다. 또한 관련 사진을 넣어 이해를 돕고 있는 점은 매우 좋은 것으로 판단되지만, 유형별 대표적인 재해 사례로 일반성은 떨어진다고 볼 수 있다.

해마다 한국전기안전공사에서 발행하는 전기안전 통계자료를 보면, 통계자료의 분석은 지역별 · 성별 · 연령별 · 전압별 · 전기설비별 · 행위별 · 화상 정도 및 범위별 · 전격경로별 · 직업별 · 재해 장소별 · 월별 · 요일별 · 시간대별로 분류하고 있다.

- 한국산업안전보건공단 : 한국산업안전보건공단은 산업재해 예방에 관한 사업을 하며, 근로자의 안전과 보건을 유지 · 증진하고, 사업주의 재해 예방활동을 촉진시키는 등의 업무를 하는 기관이다. 한국산업안전보건공단에서 생산하는 산재보험요양승인통계는 재해일자, 재해 발생 요일, 재해 발생시간, 요양 기간, 장애등급, 장애 연금일자, 사망 연금일자, 치료 구분일자, 요양 결정일자, 요양 시작



우리나라의 감전재해 사례는 한국전력공사, 한국전기안전공사, 한국산업안전보건공단 등의 기관이 자체적인 설립 취지에 충실할 목적으로 자료를 모아 소장하고 있다.

66

전기안전의 제도적 환경에서 문제점은 우리나라의 전기안전에 관한 지배구조에서 비롯된다. 전기안전에 직접적으로 관여하는 주요 기관은 한국산업안전보건공단, 한국전력공사, 그리고 한국전기안전공사이다. 모두 국민의 전기안전을 도모하기 위하여 생성된 기관이지만 결국 두 개의 행정 부처로 나누어져 관리되므로 그 부처에서 추구하는 목적을 제외한 것에는 소극적으로 책임지려는 형태를 보이게 된다. 따라서 안전 분야에서 가장 다루기 힘든 계층인 일반 국민은 소외되는 모습을 보이며, 이것이 결과로 나타난다. 99

일자, 요양 종료일자, 입원일수, 통원일수, 재가일수, 진료 일, 근로손실일, 연령, 성별, 상용인원, 신 발생형태, 근속 기간, 재해내용 등 22개의 항목으로 분류했다. 여기서 신 발생형태는 그 재해가 새로운 발생형태인지 아닌지를 조사한 내용으로 미분류에 대한 대비를 하고 있는 것이 특징이다. 재해 사례를 들면 다음과 같다.

남 25세, 근속년수 1달, 입원일수 42일, 통원일수 3일, 진료일수 45일, 근로손실일수 45일, 2001년 3월 7일 수요일 12시, 충북 제천시 수산면 괴곡리에서 전기공 재해자가 전봇대 위에 있는 까치집을 제거하기 위해 작업을 하던 중 전기에 감전되어 기절해 있다가 30분 후 정비로 내려와 제천서울병원에서 응급조치를 함

사례에서는 이 전기공 재해자가 어디 소속인지 알기 어렵고, 통전경로가 없으며, 감전 부상 부위에 대한 언급이 나타나지 않는다. 다만, 그 사람에 대한 자세한 인적 사항과 입원일수 등 피해 보상에 관련된 것은 매우 자세하게 조사되어 있다. 산업안전에 관한 정보 및 자료의 수집을 목적으로 전기재해를 분류했기 때문에 재해내용보다는 재해자 신변에 대한 정보가 중요시되었다. 이에 따라 보상 등 재해 이후의 처리내용에 많은 부분을 할애하며 구체적인 여러 가지 달수와 일수 등이 중점적으로 조사되어 있다. 즉, 피해 보상 수준을 나타내는 근속년수, 치료와 재해 정도에 따른 보상에 관계되는 관계 자료에 대하여는 철저하다. 반면에 재해 발생 시의 상황에 대한 설명

은 단순화되어 있다.

2007년 6월 한국산업안전보건공단에서 발행한 감전재해 통계자료에서 나타난 분류는 지역별·업종별·규모별·월별·요일 및 시간대별·연령별·근속년수별·장해등급별·2차재해 발생별·감전형태별·작업내용별·기인물별·직종별·전압별·재해 장소별·통전경로별 등이다. 이 자료에서 감전재해 특징을 다음과 같이 요약하고 있다.

[일반 유형별 분석 특징]

- 계절적으로는 하절기, 특히 감전 사망의 경우는 7~8월에 집중되었으며, 요일로는 월요일·시간대별로는 10~12시, 14~16시(감전 사망은 16~18시)에 집중됨 ⇒ 감전 사망이 퇴근시간 직전인 16~18시에 집중된 것은 작업을 조속히 마무리하려고 안전작업 수칙을 지키지 않기 때문인 것으로 판단됨.
- 당해 작업 또는 현장에서의 근속년수 6개월 미만 작업자에게서 재해가 집중적으로 발생됨 ⇒ 전기작업이 위험하고 전문적인 작업임에도 실제 현장에서는 전문 지식 및 숙련도와 무관하게 인력이 투입됨.
- 전기 전문인력이 부족한 50인 미만의 중소 규모 제조업 및 건설 현장에서 재해가 집중됨 ⇒ 제조업의 경우 화학 제품제조업에서 가장 높은 재해 발생률을 나타냄.
- 중증 장해자 수는 적은 반면 심장마비, 추락 등으로 인한 사망자가 많이 발생됨 ⇒ 응급조치 및 추락 방지조치를 통해 감전 사망재해를 줄일 수 있음.

[심층 유형별 분석 특징]

- 작업 측면에서 볼 때 송배전 설비 및 수변전 설비에서 전기작업, 이동식 또는 고정식 전기 설비 취급작업 시 가장 많은 재해가 발생됨 ⇒ 수변전 설비는 변압기와 계량기에서, 이동식 전기 설비는 핸드그라인더에서, 고정식 전기 설비는 압출기에서 가장 많이 발생되며, 작업안전 수칙 준수 및 접지 / 누전차단기 설치로 예방 가능함.
 - 저압 설비에서의 합선 / 단락 등에 의한 아크 화상재해가 많이 발생됨 ⇒ 전기작업 시 안전보호구의 착용으로 재해 예방이 가능함.
- 기타 : 그밖에 대한산업안전협회에서도 사례를 발견할 수 있었다. 그러나 이 자료는 감전재해 사례 분석을 하기 위한 자료로, 단지 하나의 감전 사례를 가지고 분석한 것이

다. 이 자료는 기존의 3개 기관 자료 중 하나를 인용한 것임을 쉽게 미루어 생각할 수 있다. 한편, 나머지 기관은 해당기관 홈페이지에 연결하도록 하였을 뿐이다.

■ 문제점 분석

〈표 1〉은 3개 기관에 대한 사고 사례를 사업자, 산업체 및 일반으로 나누어 어디에 중점을 두고 있는지를 표시하고 있다. 앞의 자료를 중심으로 표시하여 보면 다음과 같다.

〈표 1〉 3개 기관 사고 사례 자료의 중점도

구분		한국전력공사	한국전기안전공사	한국산업안전보건공단
사업자	설비	◎	◎	○
	사람	△	○	◎
산업체	설비	XX	◎	○
	사람	XX	○	◎
일반	설비	XX	△	X
	사람	XX	X	△

◎ : 아주 상세 ○ : 상세 △ : 보통 X : 미흡 XX : 언급 없음

〈표 1〉에서 한국전력공사의 자료에는 자기 회사인 사업용 설비에 대한 재해만을 다루었고, 그 중에서도 감전사고 발생 시의 사고과정에 중점을 두었다. 사고자의 피해상황에 대한 언급은 최소화하고 있다. 반면, 통전경로를 자세히 기술하여 전력공사 관할에 있는 설비를 위주로 하고 관련된 사람에 대하여도 중점을 두고 있음을 알 수 있다. 그러나 소비자 관련 부분은 아무 자료도 가지고 있지 않은 상태이다. 전력공사에 보고되어 있는 전기 재해건수는 매년 5건 이하로 적게 발생되고 있으며, 이는 전기 관련자들의 작업으로 인해 사건 발생이 적음을 알 수 있었다.

한국전기안전공사의 자료에서는 사고 발생의 원인 및 방지 대책 등은 잘 다루었으나 사고자에 대한 피해 정도 등은 다루지 않고 있다. 주로 사업용과 자가용 전기 설비에서 발생할 수 있는 사고들을 중점으로 다루고 있다. 전기재해를 총괄하여 다루고 있고 무한적인 전기안전 책임을 지고 있어, 통계자료를 뽑아서 이를 정책에 반영해야 할 의무를 갖기 때문에 이 중 51개의 사고 사례를 한국전기안전공사 웹(web)에 공개하고 있다. 그러나 이 사례는 전체적인 것으로 볼 수 없고, 화재와 감전이 혼합되어 있다. 전체 자료에 대한 것은 외부에 공개되어 있지 않기 때문에 일반성은 떨어진다고 볼 수 있다. 주로

재발 방지대책으로, 그 사례에 대한 설비문제와 교육 강화에 대해 힘주어 말하고 있다.

한국산업안전보건공단의 산재보험요양승인통계는 주로 산업체 사람들의 피해 정도부터 진료일수 등의 사후 처리 등을 다루고 있다. 한국산업안전보건공단의 한 해에 해당되는 것이 모두 망라되어 통계적으로 객관화한 자료이므로 전체적인 문제점을 선정하기가 좋다. 하지만 재해상황에 대한 구체성이 떨어져 전기공학적인 지식을 주지 못하고 있으므로 사람들의 피해 정도로부터 역추적을 해야 할 필요가 있다. 단, 사람에 대해서는 다른 두 군데와 달리 매우 자세하게 자료를 이용할 수 있을 것이다.

한국전기안전공사의 자료에 따르면 전기재해는 일반용 전기 설비에서 가장 많이 발생하는 것으로 나타났다. 즉, 앞의 3개 기관의 자료에서는 두 가지의 문제점이 나타나고 있다. 하나는 3개 기관의 자료가 제각기 다른 조사 항목을 사용함으로써 총괄할 수 있는 사고 항목이 없다는 점이고, 다른 하나는 3개 기관의 자료 모두 일반에 해당하는 자료는 가지고 있지 않다는 점이다. 일관된 조사 항목을 만들어 3개 기관이 서로 공유할 수 있는 자료를 만들어야 하고, 일반인에 해당하는 부분은 사고 조사 관련 기관 또는 정부 차원에서 이루어져야 할 것이다.

주요 사고통계 및 분석

■ 직종

직종은 크게 전기 관련자와 비전기 관련자의 둘로 나눌 수 있고, 각각은 다섯 가지 형태로 분류해야 한다.

우선 전기 관련자의 경우는 전기 관련 전문 지식인으로서 국가에서 시행하는 자격을 취득한 전기기사, 전기공사기사 등의 기사급 자격증 소유자가 있다. 그리고 전기기능사급 정도의 전문인력으로서 전기 선로나 설비 등이 이상이 있는지 없는지 점검 또는 검사를 하는 일을 하는 점검·검사자와 전기 선로나 설비 등의 설치, 교체, 보수, 수리, 폐지 등을 하는 전문인력을 꼽는다. 아울러 전문성은 있어 보여 전기를 다루기는 하지만 구분이 애매한 인력과 인터넷이나 전기기기, 전화선을 다루는 등의 일을 하는 기타 전문인력과 마지막으로 전기직에 종사하며 배선작업, 청소 등의 단순한 비전문적인 전기작업을 담당하는 인력인 전기업 관련자로 나눌 수 있다.

비전기 관련자로는 전기가 아닌 다른 분야의 전문 지식인으로서 국가에서 시행하는 자격을 취득한 자격증 소유자가 있다. 또한 전문적인 기술자로서 크레인 운전자와 용접작업자, 글라인더나 기계설비 등의 단순한 기계의 조작이 가능한 전기 이외의 전문인력을 비롯해 기타에 해당하는 일반인으로 분류가 가능하다.

직종을 따로 분류한 이유는 사고자의 직업을 명확히 함으로써 발생한 사고가 어떠한 사람에 의하여 일어났는지를 알 수 있고, 과거에 일어난 재해 분석을 통해 그 사고를 제도적으로 방지할 수는 없었는지를 알아 볼 수 있기 때문이다. 사고자의 직종에 따라 사고 수를 나타내면 [그림 2]와 같다. 그림의 숫자는 인원 수를 의미한다.

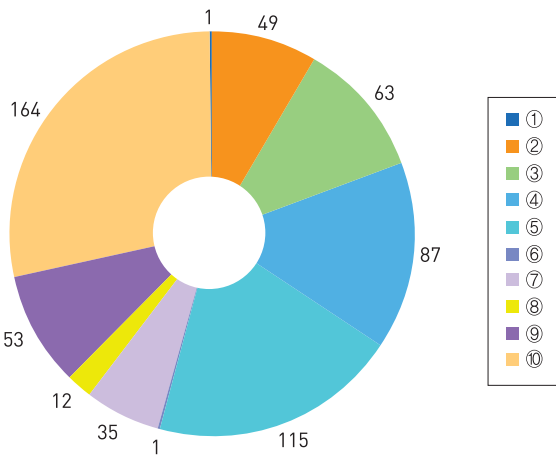
사고가 가장 많이 발생한 그룹은 ⑩ 기타에 해당하는 그룹으로서 28.3%나 발생하였다. 반면, ① 전기 관련 자격증 소지자와 ⑥ 전기 이외 자격증 소지자 그룹은 전체 1건씩만 발생하

〈표 2〉 직업에 따른 분류

번호	직종	구체적 설명 또는 예시
①	전기 관련 자격증 소유자	전기기사, 전기공사기사
②	전기업 관련자	전기업에 종사하지만 전기공사, 배선작업, 단순 전기 작업 등 비전문적인 일을 담당하는 인력.
③	점검, 검사자	전기선로나 설비를 점검하는 일을 하는 인력.
④	전기 전문인력(설치, 보수)	전기선로나 설비의 장비들을 설치, 교체하는 일을 하는 전기 전문인력
⑤	전기 전문인력(기타)	②가 전문성을 요하지 않는 단순 전기작업을 하는 반면, ⑤는 전문성을 요하는 전기작업을 하는 인력 중 점검, 설치, 교체를 제외한 전기작업을 담당하는 인력
⑥	전기 이외의 자격증 소유자	①을 제외한 국가공인기사자격증 소지자
⑦	용접작업자	용접공
⑧	크레인 운전자	크레인 운전자
⑨	전기 이외 전문인력(기타)	기계 조작 가능자, 글라인더 조작 가능자, 사무원, 건설 노동자
⑩	기타	일반인



전기 관련자의 경우는 전기 관련 전문 지식인으로서 국가에서 시행하는 자격을 취득한 전기기사, 전기공사기사 등의 기사급 자격증 소유자가 있다.



[그림 2] 직종별 사고 분포

였다. 전기 관련 자격증 소지자의 경우는 전기에 대해 다른 전기직 종사자들보다 많이 알고 있으므로 전기사고의 발생건수가 다른 사람에 비하여 낮게 분포한다. 전기 이외의 자격증 소지자는 다른 분야의 자격을 공부하면서 안전에 관한 교육을 하여 이에 대한 주의가 높다. 따라서 사고가 1건 밖에 발생하지 않았다고 할 수 있다. 그러나 전문성이 떨어질수록 사고를 당하는 숫자가 많아지는 것을 알 수 있다.

■ 장소

전기재해 분석에서 재해 발생 장소는 기술자의 접근성에 대한 정보를 주므로 향후 전기재해 예방에서 보다 정확한 대책 수립을 가능하게 한다. 장소에서는 사고가 발생한 장소의 특성에 관심이 있다. 그 특성을 파악하여 그곳이 아무나 들어갈 수 있는 장소인지, 아니면 특정한 사람만 들어갈 수 있는 장소 인지를 판별하는 것이 필요하다. 만약 들어갈 수 없는 사람이 들어가서 사고로 이어졌다면 그것에 대한 대책으로 장소별 출입 제한을 반드시 지키도록 하여 사고가 발생하지 않도록 하여야 한다. 또한 특정한 사람만 들어가는 곳은 전기직의 사람만 들어가는 경우와 다른 특정한 사람이 들어가는 장소로 구분하고, 전자의 경우 사업용 전기 설비, 수배전 설비로 나누게 되면 빠짐없이 장소를 체크할 수 있게 된다. 사고 사례를 분석해보면 생산활동 또는 목적을 갖고 접근한 경우와 별 의지 없이 접근한 경우로 나눌 수 있었다.

① 공사 현장 : 공사 현장, 신축 공사 현장, 터널 등

② 작업장, 사업장 : 생산활동이나 영업을 목적으로 하는 장소 (공장, 매장, 도로 등)

③ 전주 : 송·변전과 배전 선로, 철탑 포함

④ 고소작업차

⑤ 전기실 : 변전실, 변전소, 배전소, 지하공동구, 배전반작업장, 전기 패널 내부 등

⑥ 기계실

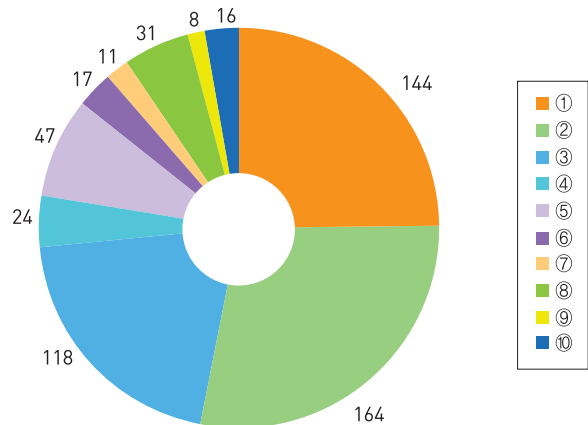
⑦ 건물 옥상

⑧ 건물 내부

⑨ 건물 지하

⑩ 기차 선로

장소에 따라 사고 수를 나타내면 [그림 3]과 같다. 그림의 숫자는 인원 수를 의미한다. 사고가 가장 많이 발생한 그룹은 작업장, 사업장(28.3%)에서 가장 많이 나타났고, 공사 현장(24.8%), 전주(20.3%) 순으로 많이 발생하였다. 전기 관련 장소는 전주, 고소작업차, 전기실에 해당한다.



[그림 3] 장소별 사고 분포

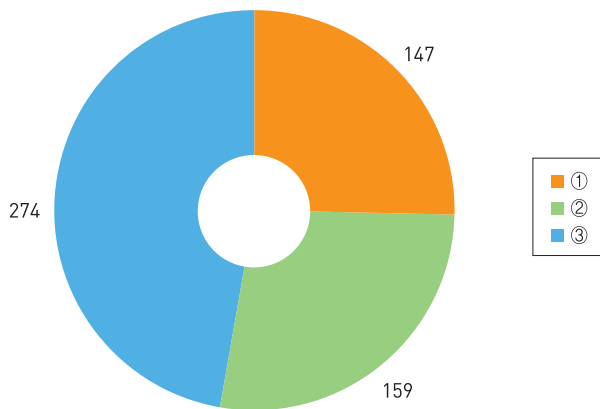
전기 관련 장소에서의 사고는 189건으로 32.6% 발생했고, 비전기 관련 장소는 총 391건으로 67.4% 발생했다. 전기 설비를 교체, 수리 또는 점검할 목적으로 접근하는 경우는 265건(45.7%)이었고, 그렇지 않은 경우는 315건(54.3%)이었다. 이 중 그렇지 않은 경우는 누전, 전선의 노출, 재해자의 부주의 등에 해당하는 것으로 이것들은 접지시스템 및 교육과 일반인에 대한 전기안전 홍보 등으로 막을 수 있다.

■ 목적

목적은 사고가 일어나게 된 직접적인 원인을 찾는 데 아주 중요한 자료가 된다. 목적은 사고자가 무엇을 하기 위해 사고 장소에 접근했는지를 알려주는 지표가 된다. 사고 발생 장소에 왜 가게 되었는지에 대한 정보를 파악하기 위한 것이기 때문에 사고자가 행하게 되는 작업의 종류를 다음과 같이 분류한다.

- ① 선로작업 : 송·변전 선로작업, 변압기작업
- ② 설비작업 : 배전반, 전기기기작업 등
- ③ 전기 이외의 작업

목적에 따라 사고 수를 나타내면 [그림 4]와 같다. 그림의 숫자는 인원 수를 의미한다.



[그림 4] 목적별 사고 분포

사고가 가장 많이 발생한 그룹은 전기 이외의 작업(47.2%)을 목적으로 한 장소에서 가장 많이 분포하였고, 다음으로 설비작업(27.4%), 선로작업(25.3%) 순이었다. 이런 분포는 직종별 분류에서 전기직 종사자 비율 : 비전기직 종사자의 비율과 선로작업 및 설비작업 : 전기 이외의 작업 비율이 거의 일치하는 현상을 나타냈다.

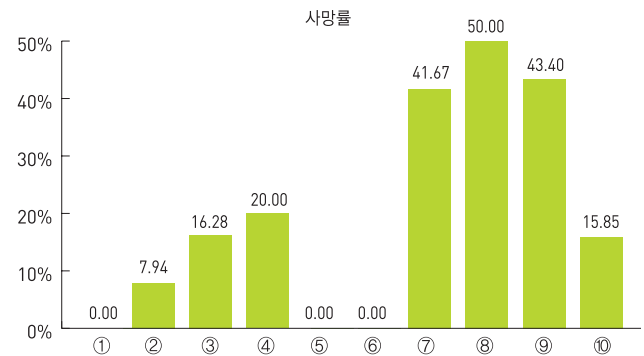
■ 분석

직종별 피해 정도를 사망과 부상으로 나누어 <표 3>에 나타났다. 전기 관련자에 해당하는 ①~⑤는 전기 비 관련자에 해당하는 ⑥~⑩에 해당하는 사람에 비해 사고 수는 더 많았지만 사망자는 더 적게 발생했다.

분류한 결과를 보면 사고 유형은 기타(일반인 포함)가 사고 발생 총 580건 중 164건인 28.2%로 가장 많이 발생하였고, 사망 사고 또한 26건으로 가장 많았다. 반면, 전기기사 자격증 소지

[표 3] 직종별 피해 정도

번호	직종	사고 수	사망	부상
①	전기자격증 소지자	1	0	1
②	점검, 검사자	63	5	58
③	전기 전문인력(설치, 공사)	86	14	72
④	전기 전문인력(기타)	115	23	92
⑤	기타 전기 관련자	49	0	49
⑥	전기 외 자격증 소지자	1	0	1
⑦	용접작업자	36	15	21
⑧	크레인 운전자	12	6	6
⑨	전기 외의 전문인력	53	23	30
⑩	기타(일반인 포함)	164	26	138



[그림 5] 직종별 사고에 대한 사망자 비율

자는 사망사고가 없었다. 그리고 전기 관련자의 사망률(13.4%) 보다는 전기 비관련자 사망률(26.3%)이 높게 나왔다. 즉, 전기 관련자가 전기 설비를 대하는 것이 더 안전하다는 것을 뜻한다. 전기 설비를 전기 관련자만 다룰 수 있게 하면 사고는 더욱 줄어들 수 있고, 사망자도 더욱 줄어들 수 있다

■ 재해 유형 도출 및 문제점 분석

앞에서 우리나라의 사고 사례를 가지고 미시적인 방법으로 분류하였고, 분류에 의한 통계로 직종에 따라 나타난 수치를 가지고 분석하였다. 나타난 사고 사례를 6하 원칙에 의하여 분류하였기 때문에 항목별로 모두 같은 값이 나오면 그것은 같은 사고 유형이라 볼 수 있다. 그 사고 유형을 분석하여 우리나라의 전기안전시스템 중 어떤 부분이 취약한지 파악한다.

• **재해 유형 도출** : 앞에서 분석한 사고 사례의 피해 정도는 사망과 부상으로 분류하고, 시기와 전압을 제외한 직종, 장소, 목적, 사망 / 부상으로 분류하여 같은 값이 나온 자료들



우리나라에서는 선진국들과 달리 아무나 또는 간단한 전기 관련 지식이 있는 사람이면 전기를 만진다. 그 결과 이러한 계층의 사상자가 많다.

을 묶게 될 경우 580개의 사고 사례는 101개의 사고 유형으로 도출된다. 이것들 중에서 빈도수가 높은 11가지 유형은 다음과 같다.

- 유형 1 : 기타 전기 관련자가 전주 위에서 선로작업 중 부상(46)
- 유형 2 : 기타(일반인 포함)가 작업장에서 전기 외의 작업 중 부상(44)
- 유형 3 : 기타(일반인 포함)가 공사 현장에서 전기 외의 작업 중 부상(33)
- 유형 4 : 전기 전문인력(설치, 공사)이 전주 위에서 선로 작업 중 부상(17)
- 유형 5 : 기타(일반인 포함)가 건물 내부에서 전기 외의 작업 중 부상(15)
- 유형 6 : 전기 이외 전문인력(기타)이 작업장에서 전기 이외의 작업 중 부상(14)
- 유형 7 : 점검, 검사자가 작업장에서 설비작업 중 부상(13)
- 유형 8 : 전기 전문인력(설치, 공사)이 공사 현장에서 설

비작업 중 부상(13)

- 유형 9 : 전기 전문인력(설치, 공사)이 작업장에서 설비작업 중 부상(12)
- 유형 10 : 기타(일반인 포함)가 공사 현장에서 전기 외의 작업 중 사망(12)
- 유형 11 : 전기 이외 전문인력(기타)이 공사 현장에서 전기 이외의 작업 중 부상(12)

• 문제점 분석

- 빈도수 높은 유형의 문제점 분석 : 이탈리아의 경제학자 파레토의 법칙에 의하면 상위 20%가 전체에 미치는 영향은 80%이다. 이 법칙을 근거로 하여 빈도수 높은 유형의 문제점을 해결하면 전체의 전기안전재해는 많은 부분 개선된다. 그러므로 앞에서 분류한 사고 유형의 문제점을 해결할 수 있다. 유형 1의 경우 전기 관련자가 전주에서 선로 작업 중 부상을 당한 사고로 교육 미흡과 활선작업을 통해 나타난 재해이다. 유형 2의 경우 기타(일반인 포함)가 작업

장에서 전기 이외의 작업 중 발생한 부상의 재해로 일반인의 전기 사용과 누전, 전선의 노출 등에 의해 일어난 재해이다. 이 중 후자는 접지시스템으로 막을 수 있는 재해이다. 다른 유형도 주요 문제점을 정리하면 다음과 같다.

유형 3 : 일반인의 전기 사용, 접지시스템
 유형 4 : 활선작업, 교육
 유형 5 : 접지시스템, 일반인의 전기 사용
 유형 6 : 접지시스템, 일반인의 전기 사용
 유형 7 : 교육, 접지시스템
 유형 8 : 활선작업, 교육, 접지시스템
 유형 9 : 활선작업, 교육, 접지시스템
 유형 10 : 접지시스템, 일반인의 전기 사용
 유형 11 : 일반인의 전기 사용, 접지시스템

- 문제점 : 위에서 빈도수 높은 유형의 문제점은 크게 세 가지가 발견된다. 첫 번째는 활선작업으로 인한 재해이다. 이것은 활선작업을 하지 않으면 막을 수 있는 재해이며, 선진국에서 활용하고 있는 로봇을 이용한 간접 활선작업으로 막을 수 있다. 다른 두 가지는 접지시스템으로 인한 재해와 법·제도 등의 안전시스템에서 오는 문제점이다. 사고 발생을 보게 되면 법·제도 등을 지키는 경우와 지키지 않는 경우로 나눌 수 있다. 법·제도를 지켰는데 발생한 사고는 교육의 강화와 접지시스템 개선으로 이어진다. 법·제도를 지키지 않아서 생긴 문제일 경우는 먼저 법·제도를 지켰을 때는 어떻게 되는가를 알아봐야 한다. 그런 다음 법·제도를 지켰어도 사고가 발생할 수 있다면 법·제도의 개선이 필요하고, 사고가 발생하지 않는다면 결과적으로 법·제도를 지키지 않은 것이 문제이므로 교육과 처벌규정을 강화하여야 한다. 이렇게 하여 앞의 세 가지 문제점이 추출되었다.

새로운 분류방법 제안

한국산업안전보건공단, 한국전력공사, 그리고 한국전기안전공사 등 모든 기관 내용을 포함하는 새로운 재해 사례 형식을 제안한다.

XX년 XX월 XX일 XX시 X요일 날씨(맑음)에 △에서 QQ년 동안 ◇일을 하는 28살 남자로서 전기기사자격증을 소유한 재해자 OOO는 ☆를 하기 위하여 A지역 B사무소 관할 C상가 내의 D에서 E를 하던 중 (전선이 벗겨진 걸 모르고 작업을 진행하다가 전선의 벗겨진 부분을 오른손으로 만져서 오른손에서 양 발로) 전기가 통전되어 (오른손 바닥 부위와 양 발바닥에 지름 3cm 정도의 화상을 입는) 감전을 당해 (YY년 YY월 YY일부터 ZZ년

ZZ월 ZZ일까지 병원에 입원해 있다가 VV년 VV월 VV일까지 병원 치료 받은) 재해임
 재해 원인 및 직접적인 재해 방지대책

이런 방법으로 재해 조사를 하면 3개 기관의 목적에 맞는 것만을 골라 가져다가 사용할 수 있다. 또한 연구를 할 때도 모든 자료를 같은 형태로 볼 수 있고, 원하는 항목을 가져다가 연구할 수 있으므로 편리한 사용이 가능하다.

현재 우리가 해야 할 일

현재 우리가 전기재해 사망자를 줄이기 위해서는 다음 세 가지를 해야 한다고 판단된다.

- 우선 우리는 사고에 대한 자료를 모으는 것이 기관별로 너무 다르고, 모으는 방법도 선진국과 같이 일원화·조직화되지 않고 다양하다. 따라서 사고의 분류에 따라 추진하는 기관이 다르더라도 사고와 관련된 자료를 모으는 방법과 항목은 일원화되어야 한다. 우리나라 체제에서의 해당 기관 모두가 만족할 수 있는 양식을 설계하여 보았다.
- ‘병은 의사에게 약은 약사에게’라는 말이 있다. 이와 같이 ‘전기는 전기기술자에게’라는 말로, 전문성이 없는 사람은 접근을 금하고 이를 어길 때는 엄중히 다스려야 한다. 그래야 일반 국민의 안전이 보장이 된다. 일반인에게는 단순히 홍보하여야 한다. ‘전기는 전기기술자에게’라고…….
- 직접 활선작업은 없애야 한다. 인명은 매우 소중한 것이기 때문이다. 시간과 비용이 들어도 간접 활선작업이 적절하다. 접지시스템에 대한 연구와 실증에 대한 투자를 아끼지 않아야 하며, 기타 안전기술 연구에 대한 지속적인 지원이 있어야 한다. 마지막으로 투자 대비 효과가 가장 효과적으로 나타나는 것이 전기 분야이다. 전기 분야의 조그마한 지원이 다른 안전보다 큰 효과가 있음을 지금까지의 결과로 잘 나타내주고 있다. 따라서 스마트그리드 시대에 부응하며 모든 분야도 센서 기술을 발전시켜 이를 전기로 통합하여 운영할 수 있는 적용처를 넓혀 가야 한다.

이렇게 발전시키면 사회 안전망이 구축되어 안전한 세상을 이룰 수 있으며, 안전을 유지하는 인력은 줄고 개발하는 인력으로 바뀌어 스마트그리드에 접목시켜 세계에 안전시스템을 수출하는 대한민국이 될 것이다. 🌐

근로자 건강 보호 측면에서의 신규 화학물질의 유해성 조사 제도



임경택 연구위원

산업안전보건연구원
화학물질안전보건센터
독성연구팀

현대 사회는 화학공업과 기술의 발달로 수많은 화학물질이 개발·생산되고 그 종류와 양이 증대되고 있으며, 이러한 추세는 앞으로도 지속될 것으로 예상된다. 화학산업의 발전과 그에 따른 다양한 신물질의 개발은 그 화학물질이 적절하게 관리되지 않을 경우 미칠 수 있는 피해의 사전 예방 제도를 마련하도록 하였다. 그 중 가장 대표적인 제도가 '신규 화학물질 신고 제도'이다. 우리나라는 약 20년 가까이 신규 화학물질에 대한 유해성 심사 제도를 운영해왔으나, 현재 우리나라의 제도는 유해성 위주의 심사가 주를 이루고 있기 때문에 독성물질의 사용형태, 노출 정도에 근거한 자료 등을 종합적으로 판단하는 유해성 평가로까지는 발전하지 못하고 있는 것이 현실이다. 따라서 동 제도를 재검토 및 종합적으로 판단하여 개선하여야 할 필요성이 요구되며, 유해성 심사에 대한 체계적인 사전 또는 사후관리방안 연구가 필요한 시점이다.

들어가며

현대 사회는 산업활동 및 일상생활을 통하여 무수히 많은 화학물질을 사용한다. 화학공업과 기술의 발달로 수많은 화학물질이 경제성 또는 효능 증진을 목적으로 개발·생산되고 있다. 그리고 날로 그 종류와 양이 증대되어 현재 전 세계적으로는 약 10만여 종의 화학물질이 상업적으로 유통되고, 매일 새로운 화학물질이 소개되고 있다. 우리나라의 경우는 약 3만 6,000여 종의 화학물질이 유통되고 있다. 화학물질의 국제적 교역의 증가, 다양한 수요처의 욕구 충족을 위한 시장의 발 빠른 움직임은 그 종류와 양을 증가시키고 있으며, 이러한 추세는 앞으로도 지속될 것으로 예상된다.

화학물질로 인한 사람과 환경에 대한 피해를 예방하는 조치는 국내·외적으로 매우 다양하다. 특히 화학산업의 발전과 그에 따른 다양한 신물질의 개발은 해당물질의 효능에 앞서 이러한 물질이 과연 사람과 환경에 안전한지를 검토할 것을

요구하고 있다. 일본, 미국 등 선진국들은 화학물질이 적절하게 관리되지 않는 경우 미칠 수 있는 피해를 실증적으로 경험하고, 이러한 화학물질로 인한 피해를 예방할 수 있는 제도를 마련하게 되었다. 그 중 가장 대표적인 제도가 '신규 화학물질 신고 제도(New Chemicals Notification System)'이다.

'신규 화학물질(new chemicals)'이란, 해당 국가에서 상업적으로 유통된 적이 없는 새로운 화학물질로 해당 국가의 측면에서 그 용도 및 독성 등 관련 자료의 부족으로 인해 위해성을 파악할 수 없는 미지의 물질이라 할 수 있다. 이러한 물질들을 해당 국가에서 안전하게 관리하기 위해서는 관련 자료의 확보와 그에 대한 과학적인 평가가 선행되어야 한다. 이를 위해 도입된 제도가 '신규 화학물질 신고 제도'이다. 화학물질로 인한 각종 사고를 경험한 일본이 1970년대 초 세계 최초로 이 제도를 도입하였고, 미국, 유럽 등이 그 뒤를 이어 사전적인 화학물질관리를 제도화하였다. 우리나라는 이보다 늦은 1990년에 유해화학물질관리법을 제정하여 '신규 화학물질에



화학물질의 국제적 교역의 증가, 다양한 수요처의 욕구 충족을 위한 시장의 발 빠른 움직임은 그 종류와 양을 증가시키고 있으며, 이러한 추세는 앞으로도 지속될 것으로 예상된다.

대한 유해성 심사 제도'를 도입함으로써 신규 화학물질의 유해성 관리를 제도화하였다.

우리나라는 약 20년 가까이 신규 화학물질에 대한 유해성 심사 제도를 운영해왔으나, 현재까지 OECD 규정 및 이 제도를 운영하고 있는 선진국에 비하여 심사의 수준이 낮다는 지적이 있어 왔다. 현행 제출 자료의 범위는 OECD에서 요구하는 최소 수준으로 신규 화학물질 신고 제도의 국제적 조화가 시행될 경우, 현행 제도보다 더 많은 자료를 요구하는 신고 체계로 전환될 가능성이 크다. 더욱이 현재 우리나라의 제도는 유해성 위주의 심사가 주를 이루고 있어서 독성 물질의 사용 형태, 노출 정도에 근거한 자료 등을 종합적으로 판단하는 유해성 평가로까지는 발전하지 못하고 있는 것이 현실이다. 또한 신고 시 소량 면제, 고분자 면제, 고형인 최종 소비 제품에 대한 면제 등이 이루어지고 있으나 우리나라 화학산업구조 및 규모를 고려한 면제 범위의 적정성에 대한 평가가 아직까지 없었다고 할 수 있다.

따라서 현재 OECD에서 진행 중인 신규 화학물질 신고 제도를 검토하고 이를 종합적으로 판단하여 국내 제도를 개선하여야 할 필요성이 요구되며, 유해성 심사에 대한 체계적인 사전 또는 사후관리방안 연구가 필요한 시점이다.

신규 화학물질 신고 제도 도입 배경 및 역사

일본은 신규 화학물질 신고 제도를 도입한 세계 최초의 국가이다. 일본은 1960년대 산업화의 부작용으로 각종 공해병(예 : 유기 수은 중독에 의한 미나마타병, 카드뮴 중독으로 인한 이타이이타이병, 식용유의 PCB 오염으로 인한 가네미유증 사건)을 경험하였으며, 그 중 가네미유증 사건은 일본이 1973년 화학물질의 심사 및 제조 등에 관한 법률을 제정하여 PCB와 유사한 특성, 즉 난분해성, 생물농축성 및 만성 독성을 갖는 신규 화학물질을 사전에 심사하여 제조·수입을 금지하도록

하는 계기가 되었다.

일본의 제도 도입 후 1976년 미국이 Toxic Substances Control Act(TSCA)를 제정하였고, 뒤이어 유럽연합(EU)이 Council Directive 제6차 개정(Directive 79/831/EEC)을 통해 신규 화학물질 신고 제도를 도입하였다.

신규 화학물질 신고 제도는 개발과 동시에 판매라는 오랜 관행에서 볼 때 산업체에 부담이 될 수 있고, 국가 간 제출 자료의 범위나 시기, 행정 절차가 다르며, 해당 물질에 대한 지적 재산권 문제 때문에 무역상 오해를 불러오기도 하였다. 세계 화학시장의 80% 이상, 신규 화학물질 제조의 거의 100%를 담당하고 있는 OECD 국가와 산업체를 중심으로 신고 제도의 운영에서 파생되는 문제, 예를 들어 제도의 차이에서 오는 중복시험 및 평가, 반복 신고, 과다 시험으로 인한 동물 복지 저해, 일부 무역상의 장벽으로 악용하려는 사례 등이 발견되었다. 그래서 OECD는 본래의 신고 제도 취지를 살리면서도 산업체와 국가의 시험 및 평가비용을 줄이기 위한 방안을 오래 전부터 연구하게 되었고, 세계 주요 국가가 신규 화학물질 신고 제도를 도입함에 따라 각국의 상이한 방식의 규제가 비관세 무역 장벽으로 작용하여 화학물질의 원활한 교역을 방해할 수 있으므로 이에 대한 조화가 필요하다는 국제적인 공감대를 형성하게 되었다.

OECD는 1981년 '화학물질 평가 데이터의 상호 승인에 관한 이사회 결정'을 통하여 화학물질 평가와 인간 및 환경 보호 관련 용도로 사용되는 시험 데이터에 대해서 OECD 국가 간에 상호 승인할 수 있도록 하였다. 각 나라가 다른 나라에서 개발한 화학물질 독성 등에 관한 시험결과에 대해 그 질적 우수성을 확인한다면 자국의 제도에 따른 화학물질 심사 시 이를 확인하고자 동일 시험을 재현할 필요가 없으며 전적으로 타국에서 생산된 시험자료를 믿고 활용할 수 있다는 것이다. 이렇게 함으로써 회원국은 중복 시험으로 인한 시험비용과 시간을 절약할 수 있으며, 회원국 내 부족한 시험설비와 전문인력을 효과적으로 이용할 수 있다.

이러한 논리를 뒷받침하기 위한 제도적 장치가 필요하므로 OECD는 1989년 우수시험실 운영기준 준수에 관한 이사회의 결정·권고를 통하여 회원국은 화학물질의 안전성 시험 시 OECD 우수시험실 운영기준(GLP 원칙)을 준수하여야 함을 결정하였다. 또한 1982년 화학물질 평가를 위한 출시 전 최소

데이터 범위에 관한 이사회 결정을 통해 신규 화학물질에 의해 나타날 수 있는 위해 가능성의 초기 평가는 회원국에서 신규 화학물질이 유통되기 전에 인간과 환경에 미치는 위해성 평가가 수행될 수 있도록 화학물질에 대한 충분한 정보가 있어야 함을 결정하였다. 이를 위해 OECD는 출시 전 최소 데이터의 범위를 정하고, 각국에서는 이를 기초로 하되 부가적으로 과학적·경제적 요소를 고려하여 시험자료의 제출 범위, 자료의 요구단계 등을 융통성 있게 적용할 수 있도록 하였다. 이러한 규정을 통하여 OECD는 신규 화학물질 신고 제도 운영에서 회원국 간의 조화로운 적용을 가능케 하는 공통적인 기초를 마련하였다.

그 후 일본 등 이미 신규 화학물질 신고 제도를 운영하고 있던 OECD 회원국에서는 OECD의 결정에 따라 관련 제도를 정비하였으며, 제도를 도입하지 않고 있던 세계 각국에서도 이와 유사한 제도를 도입하였다. 현재 이 제도는 OECD 국가 뿐만 아니라 비 OECD 국가로까지 확대되어 가고 있다. 우리나라는 1990년 유해화학물질관리법의 제정을 통해 신규 화학물질 신고 제도인 유해성 심사 제도를 도입하였고, 이 제도의 도입으로 유해화학물질관리법의 시행일인 1991년 2월 2일 이후 새로이 제조·수입되는 화학물질에 대해 유해성 심사를 받도록 하고 있다.

고용노동부의 신규 화학물질 유해성 조사 제도

신규 화학물질 신고 제도란, 국내에서 처음으로 도입·유통되고 그 독성 등에 대한 기초자료가 없는 미지의 화학물질에 대하여 사업자(일반적으로 제조 또는 수입자)가 자국 내 시장으로의 도입·유통 이전에 유해성(hazard), 노출(exposure) 등 그 위해성(risk) 등에 관한 정보를 해당기관에 제출하고 해당기관은 제출된 자료에 근거하여 신규 화학물질에 대한 위해성의 사전 평가를 통해 적절한 관리방안을 마련함으로써 신규 화학물질로 인해 야기될 수 있는 국민의 건강과 환경상 위해를 예방하려는 제도이다.

신규 화학물질의 유해성 조사 제도는 신규 화학물질의 취급으로 인한 근로자의 건강장해 예방을 위하여 국내에서 처음으로 제조되거나 수입되는 물질에 대해 유해성을 조사하는 제도

“

‘신규 화학물질(new chemicals)’이란,
해당 국가에서 상업적으로 유통된 적이 없는
새로운 화학물질로 해당 국가의 측면에서
그 용도 및 독성 등 관련 자료의
부족으로 인해 유해성을 파악할 수 없는
미지의 물질이라 할 수 있다.
이러한 물질들을 해당 국가에서
안전하게 관리하기 위해서는
관련 자료의 확보와 그에 대한
과학적인 평가가 선행되어야 한다.
이를 위해 도입된 제도가
‘신규 화학물질 신고 제도’이다. ”

로서 산업안전보건법 제40조 ‘신규 화학물질의 유해·위험성
조사’에 규정되어 있다.

고용노동부 신규 화학물질 조사 제도 개요

• 의의

국내에서 새로이 제조·수입되는 신규 화학물질로 인한 근로자의 건강장해를 예방하기 위해 신규 화학물질 제조·수입자에 대해 유해·위험성 조사보고서 제출의무를 부과하고 있으며(법 제40조 제1항), 유해·위험성 조사결과에 따라 당해 신규 화학물질 취급 근로자의 건강장해 예방을 위하여 즉시 필요한 조치를 하도록 하고 있음(법 제40조 제2항)

• 유해·위험성 조사보고서의 제출 및 처리

가. 유해·위험성 조사보고서의 제출 : 신규 화학물질을 제조 또는 수입하고자 하는 사업주(수입을 대행하는 자가 따로 있는 경우에는 당해 수입을 대행하는 자를 말함)는 제조 또는 수입하고자 하는 날 45일 전까지 유해·위험성 조사보고서에 다음의 서류를 첨부하여 고용노동부 장관에게 제출하여야 함(법 제40조 제1항, 시행규칙 제86조 제1항)

- 신규 화학물질의 안전보건에 관한 자료
- 신규 화학물질의 제조 또는 사용·취급방법을 기록한 서류
- 신규 화학물질의 제조 또는 사용공정도 기타 관련 서류

나. 검토방법 : 고용노동부 장관은 유해·위험성 조사보고서를 검토할 때에는 당해 물질에 대한 환경부 장관의 유해성 심사결과를 참고하거나 한국산업안전보건공단 기타 관계 전문가의 의견을 들을 수 있음(시행규칙 제92조 제1항)

다. 사업주에 대한 시설·설비의 설치 등 조치명령

- 고용노동부 장관은 신규 화학물질의 유해·위험성 조사보고서에 따라 근로자의 건강 장해 방지를 위하여 필요하다고 인정할 때는 당해 사업주에게 시설·설비의 설치 또는 정비, 보호구의 비치 등의 조치를 하도록 명령할 수 있음(법 제40조 제4항)
- 고용노동부 장관이 접수된 보고서를 검토한 결과 법 제40조 제4항의 규정에 의하여 필요한 조치를 명하고자 할 때는 당해 보고서를 제출한 자에게 ‘유해·위험성 조치사항 통보서’를 작성하여 통보하여야 하며(시행규칙 제86조 제3항), 지방노동관서의 장은 ‘유해·위험성 조치사항 통보서’를 고용노동부 장관으로부터 통보받거나 또는 제조·수입자로부터 교부받은 사업장에 대하여 근로자 건강장해 방지조치 이행여부 등의 지도·점검을 실시하여야 함
- 신규 화학물질을 다른 사업장에 양도·제공한 경우에는 유해·위험성 조치사항 통보서를 함께 교부하는지 여부를 확인해야 함

라. 신규 화학물질의 명칭 등의 공표 : 고용노동부 장관은 신규 화학물질의 유해·위험성 조사보고서가 제출된 때는 이를 지체 없이 검토한 후

- 법 제40조 제3항의 규정에 따라 그 신규 화학물질의 명칭, 유해·위험성 및 조치사항 등을 관보 또는 일간신문 등에 공표하고 관계 부처에 통보하여야 함(법 제40조 제3항, 시행규칙 제91조)

다만, 사업주가 신규 화학물질의 명칭·CAS 번호 등의 정보 보호를 요청한 경우에는 그 타당성을 평가하여 상품명 등으로 공표할 수 있음(시행규칙 제91조 제1항)

마. 사업주의 조치사항 : 사업주는 법 제40조 제1항의 규정에 의한 유해·위험성 조사에 따라 당해 신규 화학물질에 의한 근로자의 건강장해를 방지하기 위하여 즉시 필요한 조치를 하여야 함(법 제40조 제2항)

- 사업주가 신규 화학물질을 양도 또는 제공하는 경우에는 근로자의 건강장해 방지 조치사항을 기록한 서류(통보서)를 함께 제공하여야 함(법 제40조 제5항)

• 위반에 대한 조치

가. 신규 화학물질의 유해·위험성 조사보고서를 미제출한 경우(법 제40조 제1항 위반) : 300만원 이하의 과태료 부과

나. 신규 화학물질에 의한 건강장해 방지조치 불이행 시(법 제40조 제2항 위반) : 1,000만원 이하의 벌금

다. 유해·위험성 조사보고서에 따른 조치명령 위반인 경우(법 제40조 제4항 위반) : 1,000만원 이하의 벌금

라. 신규 화학물질을 양도 또는 제공할 때 유해·위험성 조사보고서에 대한 조치사항 통보서를 함께 제공하지 않은 경우(법 제40조 제5항 위반) : 300만원 이하의 과태료 부과

신규 화학물질 유해성 조사 제도가 시행된 이래 고용노동부에 신고된 물질 수는 <표 1>에 나타내었다. 신고건수는 1992년 21건, 1993년 56건, 1994년 55건, 1995년 47건, 1996년 165건, 1997년 221건, 1998년 181건, 1999년 201건, 2000년 301건, 2001년 337건, 2002년 319건, 2003년 330건, 2004년 404건, 2005년 747건, 2006년 888건, 2007년 547건, 2008년 367건, 2009년 274건으로 총 합계 5,461건이었다. 2000년 이후 300건 이상으로 꾸준한 증가세를 나타내고 있으며, 2005년 이후 가파른 증가세를 보이다 2007년부터 감소세를 나타내고 있다.

〈표 1〉 연도별 신규 화학물질의 유해성 조사 현황

연도	합계	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
건수		21	56	55	47	165	221	181	201	301
연도	합계	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
건수	5,461	337	319	330	404	747	888	547	367	274

산업안전보건연구원 화학물질안전보건센터에서는 그동안 신규 화학물질의 유해성 조사를 위해 (1) 신규 화학물질의 제 조국별 현황, (2) 업종별 현황, (3) 성상별 분류, (4) 신규 화학물질 신고량 및 직접 취급 근로자 수, (5) 신규 화학물질의 독성 자료 제시 여부, (6) 정보 보호 요청 현황, (7) 고분자 중합체 현황, (8) 유해·위험물질 현황에 대하여 1994년도부터 2009년까지의 자료(총 5,461건)를 조사하여 왔다.

화학물질관리에서 신규 화학물질 신고 제도의 중요성

유해 화학물질은 직접적으로 근로자의 건강에 위해를 가할 수 있으므로 유해 화학물질의 규제는 화학물질의 위해로부터 근로자 건강 보호를 목표로 삼아야 한다는 것은 자명하다. 따라서 유해 화학물질 규제는 개별 물질의 독성 파악과 노출 방식을 목표로 하여야 한다. 독성과 관련해서는 우선 새로운 유해 화학물질이 시장에 도입되기 전에 독성을 파악해야 하고, 사용되고 있는 기존의 유해 화학물질에 대해서는 지속적으로 새로운 독성을 발견해내야 하며, 노출과 관련해서는 인간과 환경이 안전하다고 판단되는 수준을 초과하여 노출되지 않도록 해야 한다.

하지만 현실적으로는 많은 화학물질이 독성과 노출에 의한 위해의 가능성을 갖고 있으므로, 이들 모두의 위해를 완벽하게 규제하는 것은 불가능하다. 더욱이 해당 물질의 경제적인 가치를 전혀 무시하고 규제하는 것은 합리적인 일이 아니다. 따라서 인간의 건강 및 환경 보호와 경제적 가치가 합리적으로 균형을 이루는 수준에서 규제가 이루어져야 한다.

물질 자체가 고유한 독성을 갖고 있더라도 사용에 따른 경제적 부가 가치가 크고, 노출을 관리하여 인간과 환경에 결정적인 위해를 제거할 수 있다면, 이때는 굳이 규제가 요구되지 않는다. 이것을 ‘통제가 요구되지 않는 위해(reasonable risk)’라고 볼 수 있다. 그러나 이와는 반대의 경우로 물질 자체가

“

신규 화학물질에 대한 물리적 위험성 및 건강 유해성에 관한 자료를 확보하기 위해서는 많은 시간과 예산을 필요로 하여 제조자가 각국에서 요구하는 최소의 자료만을 확보하게 되는 경우가 많다. 또한 신규 화학물질로 인한 산업재해, 건강장해 예방을 위해서는 해당 물질에 대한 물리적 위험성, 건강 유해성을 기반으로 한 효율적 예방대책을 강구하기 위하여 유해·위험성 자료 확보가 필요하나 많은 경우 유해·위험성 자료가 충분히 확보되지 않은 상태에서 유통되고 있다. ”

갖는 독성의 피해가 물질 사용에 따른 경제적 가치보다 크고, 노출을 관리하여도 근로자에 결정적인 위해를 제거하기 어렵거나 위해의 피해가 심각한 경우에는 ‘통제 요구성 위해(unreasonable risk)’로 볼 수 있다. 정책 결정자는 인간 건강과 환경에 통제 요구성 위해를 야기하는 화학물질을 선정하고, 이를 개별적으로 규제해야 할 것이다.

특히 유해 화학물질이 사용되기 전에 이들의 인체 및 환경에 대한 유해성 평가, 국내에 제조·수입되는 유해 화학물질의 시장 도입 사전 승인, 기존에 상업적으로 사용되고 있는 유해 화학물질에 대한 안전성 평가, 정부가 필요로 하는 물질 관련 정보의 확보 등이 규제 제도를 통하여 실현되어야 한다. 다양한 화학물질관리 제도 중에서 신규 화학물질 신고 제도는 통제 가능한 위해성의 관리라는 화학물질 관리목표 달성을 위한 시작 및 기초가 되는 제도라 할 수 있다. 이는 화학산업의 발달 등으로 급격히 증가하고 있는 신물질들이 근로자의 건강에 어떠한 영향을 미치는지를 사전에 파악하여, 화학물질로 인한 악영향을 최소화하게끔 하는 제도이기 때문이다.

신규 화학물질 신고 제도는 세계 각국에서 화학물질관리에 유용한 도구로 활용되고 있다. 각국은 전체 화학물질관리 체계의 한 부분으로 신규 화학물질 신고 제도를 운영하고 있는데, 이를 운영함으로써 얻을 수 있는 이점은 다음과 같다.

먼저, 국내시장에 보다 안전한 화학물질을 도입하게 되어 기존에 국내에서 운영되고 있는 화학물질관리 체계를 보완할 수 있고, 각 국가는 유해한 신규 화학물질의 경우 국내로의 도입을 사전에 방지할 수 있으므로 화학물질로 인한 치명적인 위해로부터 자국 근로자의 건강을 보호할 수 있다. 또한 화학물질을 제조하는 국가의 경우 자국 기업체에게 보다 안전한 대체물질 개발에 대한 동기를 부여하고, 관련 시장 흐름을 주도할 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 아울러 화학물질을 수입하는 국가의 경우, 이 제도를 통하여 화학물질을 제조하는 국가에 대해 신규 화학물질의 유용성 정보 개발을 강제할 수 있을 뿐만 아니라 생산된 화학물질관리와 관련된 정보를 동 제도를 통하여 용이하게 얻을 수 있는 장점이 있다.

이 제도의 근간은 새로운 화학물질의 정보를 가장 많이 알고 있는 제조자나 수입 업체가 해당물질의 물리·화학적 성질, 유해성 정보 및 사용상의 특징 등을 국가기관에 제출하면, 국가는 그 유해성 내지 위해성을 파악하여 필요한 규제조치나

추가적 유해성 정보의 개발 필요성을 판단하는 조치를 취하는데 있다. 이는 농약이나 의약품의 등록 제도와 유사한 면이 있을 수 있으나 해당물질의 유효성 또는 유익성보다 화학물질 자체의 유해·위험성을 평가하는 데 중점을 두므로 화학물질 관리상 가장 근본적이고 기본이 되는 정보의 사전 검토에 큰 의미가 있다.

근로자 건강 보호를 위한 신규 화학물질의 유해성 조사 제도 발전방안

우리나라와 일본은 신규 화학물질로부터 근로자의 안전보건을 확보하기 위하여 고용노동부가 유해·위험성 평가 제도를 시행하고 있으나 그 외 대부분의 국가에서는 신규 화학물질관리 제도가 환경 및 공중보건 분야에 치우쳐 있는 실정이다. 우리나라의 경우에도 환경부에서는 신규 화학물질 중 유독물 및 관찰물질에 해당하는 물질을 관리하기 때문에 신규 화학물질



다양한 화학물질관리 제도 중에서 신규 화학물질 신고 제도는 통제 가능한 위해성의 관리라는 화학물질 관리목표 달성을 위한 시작 및 기초가 되는 제도라고 할 수 있다.

중 유독물 및 관찰물질에 해당되는 5% 미만의 물질만이 관리 대상이 되고 있다.

미국의 경우 신규 화학물질의 용도 변경 시 중대 신규 사용 신고를 요구하며, 유럽에서는 신규 화학물질의 사용량 증가에 따라 요구하는 자료를 추가하여 지속적인 관리 체계를 유지하고 있으나 우리나라는 일반적으로 신규 화학물질 심사 시에 단 한 번의 심사만으로 모든 사항이 종료되고 사후조치는 거의 없는 실정이다. 그래서 수입자가 한 번 신고만 하면 수입자로부터 공급을 받는 자는 다시 신고할 필요가 없어 신규 화학물질이 어떻게 유통되는지 알 수 없다.

고용노동부에서는 사업주가 제출하는 물질안전보건자료와 국립환경과학원의 신규 화학물질 유해성 평가결과를 제공받아 노동부 고시 제2009-68호(화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준)에 따라 그 유해·위험성을 분류하고, 이에 해당되는 물질에 대해서는 근로감독관과 한국산업 안전보건공단에서 사후관리조치를 해오고 있다.

현행 법 체계에서는 환경부의 유해성 심사를 받지 않을 경우 신규 화학물질의 수입은 불가능하게 되어 있지만 고용노동부에서는 이러한 법적 제재가 없기 때문에 사용되는 신규 화학물질 중 상당 부분이 고용노동부의 관리 체계에서 누락되고 있다. 이를 방지하기 위해서는 고용노동부 및 환경부의 긴밀한 업무 협조가 필요한데 이러한 의미에서 신규 화학물질의 신고 창구를 단일화하는 것이 효율적이라고 판단된다. 그러나 환경부에서는 화학물질을 직접적으로 취급하지 않는 환경 및 일반 대중을 대상으로 하여 사고 등에 의해 환경 노출될 경우에 대비하여 유독물 및 관찰물질만을 관리하기 때문에 심사되는 물질의 약 5%만이 관리대상물질로 지정되고 있다. 고용노동부의 경우는 실질적으로 화학물질을 직접 취급하는 근로자를 대상으로 하기 때문에 유독물 및 관찰물질에 포함되지 않는 물질 중 인화성 물질 등 물리적 위험성을 갖는 물질과 유독물보다는 유해성은 약하지만 직접 다량 또는 고농도로 취급하는 근로자들에서 직업병을 일으킬 수 있



유해 화학물질은 직접적으로 근로자의 건강에 위해를 가할 수 있으므로 유해 화학물질의 규제는 화학물질의 위해로부터 근로자 건강 보호를 목표로 삼아야 한다는 것은 자명하다.

는 유해물질, 자극성 물질, 과민성 물질 등도 관리대상에 포함하고 있다.

고용노동부의 유해·위험성 조사 제도는 환경부의 유해성 심사결과가 근로자의 안전보건에 관한 조치사항에 대한 검토가 부실하여 한국산업안전보건공단에서 확보한 각종 데이터베이스(DB)를 추가 조사하고 근로자에 대한 건강상 유해뿐만 아니라 화재·폭발 등 위험요인의 종합적 통보 및 필요한 안전보건상의 조치를 취하도록 하기 위한 것이다.

현재 고용노동부나 환경부의 유해성 조사 제도는 물질 자체의 독성 검색에 치중하여 사람과 환경에 미치는 영향에 대한 고려가 미비하다. 그런데 독성 물질이라 하더라도 노출 정도가 작으면 그 유해성이 낮으며, 독성이 작더라도 노출 정도가 크면 문제가 있는 물질이 될 수 있다. 따라서 독성 중심관리에서 독성의 확인, 사용량, 노출량 등을 종합적으로 파악하는 종합적인 유해·위험성 평가 제도로 전환하는 것이 필요하다고 생각된다. 즉, 화학물질의 독성은 유해성 조사를 통하여 확인하고, 사용량과 노출량 등은 사업주가 매년 2회 실시하는 작업환경측정결과보고서의 '공정별 화학물질 사용실태' 항목을 보장하여 유해성 평가 자료로 사용한다. 또한 작업장의 정성적 유해·위험성 평가 개념을 도입하여 사용 화학물질의 물리적 및 화학적 특성과 사용량을 감안하여 유해·위험성 범주와 노출 가능성 범주를 예측하는 모델링 개념도 도입하여야 할 것이다.

화학물질의 유해·위험성 평가를 접수하는 창구를 일원화함으로써 획일성을 도모하고, 평가내용에 따라 고용노동부와 환경부에 각 해당 평가 항목이 전달되는 시스템을 구축하여야 한다. 고용노동부의 경우는 신규 및 기존 화학물질의 작업장의 관리부문, 즉 사용량 파악 또는 예측, 노출 수준 파악 및 예측·평가와 작업환경 농도 수준의 독성 실험이 이에 해당된다. 환경부는 일반 환경 부문, 즉 잔류성, 유통량, 일반환경의 농도 예측 및 노출량 파악, 그리고 일반환경 농도 수준의 독성 실험이 이에 해당된다. 이러한 체제는 일본의 경우와도 비슷한데 일본은 독성 시험에 관련되는 것은 후생성에서 주관하고, 보고서 작성과 생태 독성 시험에 관련되는 사항은 환경청이 주관한다. 아울러 잔류성에 관한 사항은 통상산업성이 담당하고, 작업자의 노출에 대한 사항은 노동성이 담당하는 형식을 취하고 있다. 이 모두는 잔류성에 초점을 맞추고 관리하

며, 잔류성이 강한 화학물질로부터 국민의 건강을 보호하는데 목적을 두고 있다.

우리나라의 유해성 심사 제도는 일단 한 번 유해성 심사를 통과하면 수입자 또는 제조자가 다른 곳으로 유통시켜도 그 내용을 알 수 있는 제도적 장치가 되어 있지 않아 신규 화학물질의 전체적인 유통량을 알기가 어려운 실정이다. 마찬가지로 '중간거래상(오퍼상)'에 의하여 수입되는 제품의 경우 실제 해당 제품을 수입·사용하는 자에게 적정 정보가 제공되지 않는 경우가 많다. 게다가 화학물질 정보의 대부분이 관련 규정 및 관행에 의하여 기업 비밀로 보호되고 있어 기업 비밀과 근로자 및 일반인의 알 권리 간에 균형을 이루지 못하고 있는 실정이다. 그러므로 다음과 같은 개선대책이 요구된다.

첫째, 수입자 또는 제조자가 제3자에게 화학물질을 유통시킬 경우 그 내용을 신고할 수 있는 제도적 감시 장치가 마련되어야 한다.

둘째, 근로자뿐만 아니라 일반인에게도 신규 및 기존 화학물질에 대한 안전관리 / 독성 정보를 제공하여야 한다. 이런 방안은 사내 인터넷 또는 인터넷 등을 활용, 관련 정보를 제공함으로써 근로자와 일반인이 쉽게 접근할 수 있도록 하여 화학물질에 대한 주의 및 관심을 제고하여야 한다.

셋째, 현재 화학물질의 각 성분에 대하여 영업 비밀의 권한을 산업안전보건법에서 보호받고 있지만 제조 금지물질, 제조·사용 허가물질, 노출기준 설정물질, 그리고 근로자의 치료 또는 건강 보호를 위하여 영업 비밀을 요청한 경우 사용자는 화학물질의 정보를 제공해야 하는 의무를 관련 규정에 명기하여야 한다.

신규 및 기존 화학물질의 독성 평가는 우수실험실(GLP)로 인정을 받은 기관이 수행하여야 그 결과를 다른 부처 및 외국에 제공할 수 있고 공정성이 인정된다. 그러므로 신규 화학물질의 유해성 조사 등에 관한 규정을 관련 법규에 명기하고, 이를 위해서는 관련 법규에 선정된 유해인자에 대하여 고용노동부 장관이 정하는 전문기관, 즉 GLP 시험기관에 유해·위험성 조사 연구를 요청할 수 있는 조항을 명기한다. 이에 따라 전문기관은 유해인자의 독성 평가와 아울러 유해인자 노출 근로자에 대한 노출 모델링, 노출 평가 등을 할 수 있는 규정도 명기해야 한다. 전문기관의 선정, 조사, 연구방법, 평가결과 검증, GLP의 기준 등을 정할 필요가 있으나 타 부처에서 이

미 GLP 제도를 실시하고 있는바 그 조건에다 작업장과 관련 조항을 새로 추가해도 될 것이다.

유해위험성 조사 제외대상 화학물질에 대한 비교 검토 및 개선안

산업안전보건법상 신규 화학물질의 유해·위험성 조사 제외 화학물질과 환경부 유해화학물질관리법상 신규 화학물질의 유해성 심사 면제대상의 차이로 인하여 동일 신규 화학물질에 대한 유해·위험성 조사보고서 제출대상 화학물질과 유해성 심사 대상물질의 차이가 발생하고 있어 부처 간 대상물질의 일치가 필요하다.

• **산업안전보건법 유해위험성 조사 제외대상 화학물질** : 일반 소비자의 생활용인 경우의 신규 화학물질, 수입량이 소량인 경우의 신규 화학물질, 시험 연구를 위하여 사용되는 경우의 신규 화학물질, 원소, 천연으로 산출된 화학물질, 기존 화학물질 등이다.

• **유해화학물질관리법상의 신규 화학물질의 유해성 심사 면제대상 화학물질** : 소량 수입되는 신규 화학물질, 조사 연구에 사용되는 신규 화학물질, 기계 등에 내장된 신규 화학물질, 유출되지 않는 신규 화학물질, 전량 수출하기 위한 신규 화학물질, 고분자(특정 요건을 만족하는 고분자에 한함), 기존 화학물질 등이다.

• **신규 화학물질 명칭 등의 공표 시기** : 산업안전보건법에서는 신규 화학물질의 명칭 등의 공표를 유해·위험성 조사 보고서가 제출된 때는 이를 지체 없이 검토한 후 신규 화학물질의 명칭, 유해위험성 및 조치사항 등을 관보 등에 공표하고 관계 부처에 통보하도록 되어 있으며, 유해화학물질관

리법에서는 유해성 심사결과를 통지한 날로부터 3년이 경과한 후 6개월 이내에 고시토록 규정하고 있다. 신규 화학물질의 명칭 등의 공표 시기는 유해·위험성 조치사항통보서를 통지한 날로부터 3년이 경과한 후 고시토록 개정하여 유해화학물질관리법에 의한 공표 시기와 일치토록 할 필요가 있다고 생각된다.

• **고분자** : 고분자에 대한 외국의 신규 화학물질 유해성 심사 면제대상은 미국, 일본, 캐나다, 호주에서 간이 심사로 실시하고 있으며, 고분자 신규 화학물질 유해성 심사 면제대상으로 제한하고 있다. 산업안전보건법 유해위험성 조사 제외대상 화학물질과 유해화학물질관리법 신규 화학물질 유해성 심사 면제대상 화학물질에 대한 비교 검토결과 주요 차이점은 산업안전보건법에서는 고분자에 대한 제외조항은 없으나, 유해화학물질관리법에서는 고분자의 예외조항이 있다. 또한 외국의 경우에도 고분자에 대하여 제한적으로 유해위험성 조사 제외대상물질로 분류하고 있으므로 산업안전보건법상 신규 화학물질의 유해·위험성 조사 제외 화학물질에 고분자를 제한적으로 포함하여야 할 것으로 생각된다.

신규 화학물질 유해·위험성 정보 확보 개선안

신규 화학물질에 대한 물리적 위험성 및 건강 유해성에 관한 자료를 확보하기 위해서는 많은 시간과 예산이 필요하여 제조자가 각국에서 요구하는 최소의 자료만을 확보하게 되는 경우가 많다. 또한 신규 화학물질로 인한 산업재해, 건강장해 예방을 위해서는 해당물질에 대한 물리적 위험성, 건강 유해성을 기반으로 한 효율적 예방대책을 강구하기 위한 유해·위험성 자료 확보가 필요하나 많은 경우 유해·위험성 자료가 충분히 확보되지 않은 상태에서 유통되고 있다.

현재 환경부의 신규 화학물질 유해성 심사 신청 시 급성 독성 시험 성적서, 복귀 돌연변이 시험 성적서, 염색체 이상 시험 성적서 등 독성 자료를 제출토록 규정하고 있으며, 주요 용도, 녹는 점, 끓는 점, 증기압, 용해도, 옥탄을 분배계수, 환경에 배출되는 주요 경로 및 예상 배출량에 관한 자료, 고분자화합물의 수평균분자량, 단량체구성비, 잔류단량체함량 및 안정성 등에 관한 자료를 제출토록 되어 있다(화학물질의 유해성



화학물질의 유해·위험성 평가를 접수하는 창구를 일원화함으로써 확실성을 도모할 필요가 있다.

심사 등에 관한 규정). EU의 REACH 제도에서는 EU 전체 시장 기준으로 그 양에 따라 제출자료를 늘려 요구하고 있다.

신규 화학물질의 유해위험성 조사결과보고서 제출 시 환경부에 실험자료를 제출하고 그 결과를 고용노동부에 통보하도록 되어 있고, 환경부에 제출되는 자료도 한정되어 있다. 따라서 근로자의 건강을 보호하기 위해 필요하다고 판단되는 신규 화학물질에 대하여는 사업주에게 실험을 실시하고, 그 자료를 요구할 수 있도록 규정을 개정할 필요가 있다고 판단된다. 또한 유해·위험정보 확보를 위해서는 많은 시간과 비용이 소요되며, EU에 신규 화학물질 판매 시 제출하여야 하는 유해·위험정보 확보의 필요성을 고려할 때 향후 EU의 REACH 제도에 따른 유해·위험정보를 확보하는 방법이 가장 바람직하다고 생각된다.

수입 유통실태 파악 및 사후관리를 위한 관리방안

신규 화학물질에 의한 근로자 건강장해 예방을 위해서는 수입량, 취급 사업장, 근로자 수 등에 대한 자료를 확보하고 추적관리하여야 하나 신규 화학물질의 수입업체 및 등록대행업체에서 국내 유통 현황을 파악하기 어려운 경우도 있으며, 사후관리를 하여야 할 신규 화학물질이 별도로 정하여 있지 않은 상황이다. 신규 화학물질 제조·수입자의 측면에서는 언제까지 유해·위험성 조치사항 통보서를 사업장에 제공하여야 하는지에 대해 별도로 정해져 있지 않다.

현재 신규 화학물질에 대한 사후관리는 신규 화학물질의 유해·위험성 조사 등에 관한 규정(고용노동부 고시 제 2009-55호)에 따라 유해성 조사결과 조치사항 통보서를 고용노동부 장관으로부터 통보받거나 제조수입자로부터 교부받은 사업장에 대하여 근로자 건강장해 방지를 위해 필요한 조치의 이행 여부 등을 지도 점검한다. 그리고 유해성 조사결과보고서를 제출한 사업주가 당해 신규 화학물질을 다른 사업장에 양도하는 경우 유해성 조사결과 조치사항 통보서를 함께 교부하는지 여부를 확인하고 있다. 이때 당해 신규 화학물질을 양도받은 사업장(양수자)이 해당 노동관서 관외에 소재하고 있을 경우에는 관할 지방노동관서에 이를 통보하도록 하고 있다.

신규 화학물질이 특정 업체, 특정 용도에 집중되고 있는 점을 고려하면, 신규 화학물질 유해·위험성 조사 제도 이행실태 조사업무방향을 개선함으로써 보다 효율적인 수입 유통실태 파악 및 사후관리가 가능하다고 생각된다. 또한 동일 사업장의 중복 출입을 최소화하고 이행실태 조사업무를 효율적으로 수행하기 위하여 1단계 수입 양도 또는 제공(판매)한 사업장에서 신규 화학물질 유해위험성 조사 제도 이행실태 조사표를 자체적으로 작성하여 제출(연 1회, 상반기)토록 하거나 인터넷을 통하여 자체적으로 입력토록 의무를 부여하고, 2단계 자료 전산 입력, 통계 처리 및 확인, 3단계 신규 화학물질 사용 사업장의 경우는 신규 화학물질 유해위험성 조사 제도 이행실태 조사(연 1회, 하반기)를 실시토록 개선하면 효율적인 수입 유통실태 파악 및 사후관리가 가능하다고 생각된다. ⑥

참고문헌

- 고용노동부 고시 제2009-55호(2009. 9. 25), 신규 화학물질의 유해성 조사 등에 관한 기준.
- 고용노동부 고시 제2009-68호(2009. 10. 26), 화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준.
- 고용노동부 유해물질관리-신규 화학물질의 조사 제도 홈페이지, http://www.molab.go.kr/oneclick/work17/new_msds/harmful/sub_04.html
- 국립환경과학원 유해성 심사 제도 홈페이지, creat.nier.go.kr
- 김종규 등(2007), 신규 화학물질의 유해성 조사결과보고서 분석 및 관리방안 연구, 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 연구보고서.
- 노영만 등(2002), 신규 및 기존 화학물질의 관리시스템 개발, 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 연구보고서.
- 일본 통상산업성(2010), 화학물질의 심사 및 제조 등 규제에 관한 법률.
- 환경부(1994), 미국의 화학물질관리 제도.
- 환경부 고시 제2009-37호(2009. 9. 24), 화학물질의 유해성 심사 등에 관한 규정.
- 환경부 REACH 도움센터 홈페이지, <http://www.reach.me.go.kr/reach/reachnavi.asp>
- OECD 홈페이지, OECD's New Chemicals Information Directory, <http://www.oecd.org/document>
- OECD 홈페이지, Good Laboratory Practice, <http://www.oecd.org/department>
- US EPA 홈페이지, New Chemicals Program, <http://www.epa.gov/oppt/newchemicals/>

프레스 단발공정의 안전금형 설계



신운철 연구위원
산업안전보건연구원
안전시스템연구실

우리나라 산업 현장에서 발생한 감김·끼임재해자 1만 5,250명을 재해 기인물별로 분석한 결과 프레스는 1,655명으로, 프레스에 의한 재해가 가장 많이 발생되었다. 가장 재해가 많이 발생하는 소형 소재를 가공하는 단발 가공작업은 프레스 근접작업을 하여야 하므로 방호장치를 사용할 수 없는 조건이 되어 가공작업 시의 안전을 금형에서 확보하여야 하나 금형에서의 안전을 고려한 설계에 대한 연구는 전무한 상태이다. 본 연구에서는 프레스 단발공정의 재해 원인을 파악하고 이를 예방하기 위한 방법의 일환으로 다발 재해 가해물인 금형에 대해 설계단계에서 안전을 고려한 설계가 가능한 방안을 제시하고자 한다.

서론

2008년도 우리나라 산업 현장에서 발생한 전체 재해자는 9만 5,802명이었다. 이 중에서 업무상 사고재해자는 8만 6,072명이며, 발생형태별인 감김·끼임재해는 1만 5,250명으로 업무상 사고재해자의 약 17.8%인 2위로 나타나고 있다.

감김·끼임재해 1만 5,250명을 재해 기인물로 분석한 결과 프레스는 1,655명으로, 프레스에 의한 재해가 가장 많이 발생되었다.¹⁾ 프레스 안전에 관한 연구로는 프레스 작업 시의 안전을 추구하기 위한 재료공급장치 자동화에 관한 연구,²⁾³⁾⁴⁾ 고정장치와 관련된 구조 개선에 관한 연구가 있었으나⁵⁾ 직접적인 가공작업 시 금형에서의 안전 연구는 미흡하였다. 아울러 금형에서의 안전화를 고려한(이하 ‘안전금형’이라 한다) 기본 개념의 안전조건이 있으나 현실성이 부족하고 구체적이지 못해 실용되지 못하고 있는 실정이며, 가장 재해가 많이 발생하는 소형 소재를 가공하는 단발 가공작업은 프레스 근접작

업을 하여야 하므로 방호장치를 사용할 수 없는 조건이 되어 가공작업 시 안전을 금형에서 확보하여야 하나 금형에서의 안전을 고려한 설계에 대한 연구는 전무한 상태이다.

본 연구에서는 프레스 단발공정의 재해 원인을 파악하고 이를 예방하기 위한 방법의 일환으로 다발 재해 가해물인 금형에 대해 설계단계에서 안전을 고려한 설계가 가능한 방안을 제시하고자 한다.

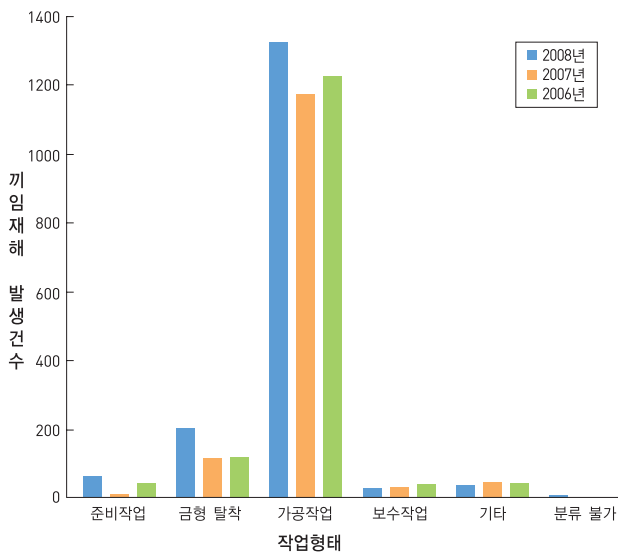
최근 3년간 발생한 프레스 끼임재해 분석

프레스 작업형태별 재해 현황

최근 3년간 작업형태별 프레스 끼임재해 현황에서는 준비작업, 금형 탈착, 가공작업, 보수작업, 기타, 분류 불가로 분류하여 조사한 결과, 가공작업에서 재해가 발생된 경우가 3,728건

으로 전체 재해의 82.7%의 점유율을 보여 대부분의 재해가 프레스 가공작업 시 발생하는 것으로 나타났다. 또한 금형의 탈착 시에 435건(9.65%), 준비작업 110건(2.44%)이 발생한 것으로 나타났다[그림 1].

가공작업 중 공정상으로는 피어싱의 단발공정과 같은 전단 타발공정의 재해가 가장 많았다. 따라서 이에 대한 재해 예방 방안으로 가공작업의 안전금형이 필요하고, 표준작업 안전 수칙의 준수와 더 나아가 프레스의 위험성 평가 등이 뒤따라야 할 것이다.

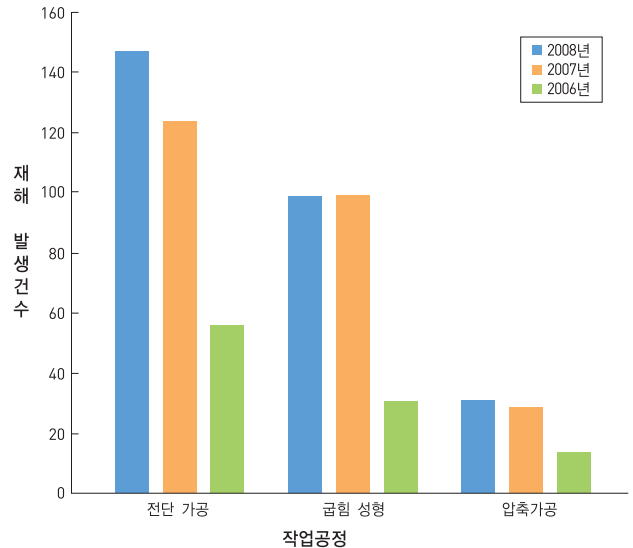


[그림 1] 작업형태별 끼임재해 발생 현황

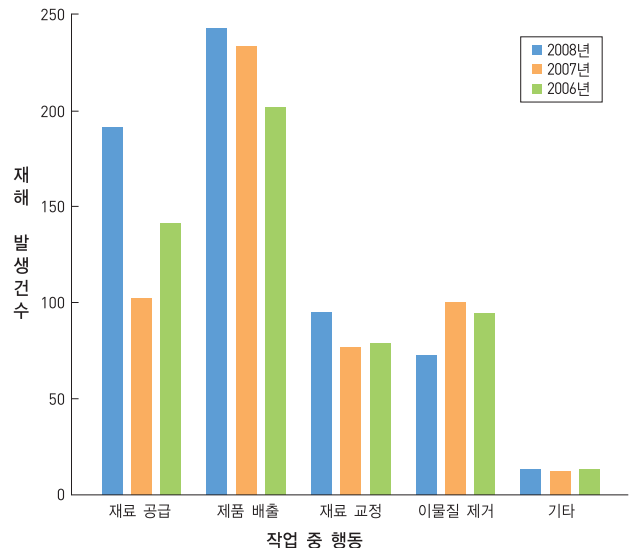
가공작업에서 공정 및 행동별 재해 현황

프레스 작업형태별 재해 발생 중의 가공작업 시 발생한 재해 건수 총 3,728건 중 가공작업의 공정 파악이 어려운 3,099건을 제외한 629건을 대상으로 분석한 결과, 전단 타발공정 시 발생한 재해가 327건(51.99%)으로 가장 높게 발생하였으며, 다음으로 굽힘 성형 229건(36.41%), 압축가공 73건(11.61%) 순으로 나타났다[그림 2].

아울러 가공작업에서 행동별로는 가공작업 시 발생한 총 3,728건 중에서 행동별로 분류하기 어려운 2,052건을 제외한 1,676건을 대상으로 분석하였다. 그 결과, 제품 배출 시 발생한 재해자 수가 678건(40.45%)으로 가장 많이 발생되었으며, 다음으로 재료 공급 시 436건(26.01%), 재료 교정 268건



[그림 2] 가공작업 공정별 끼임재해 발생 현황



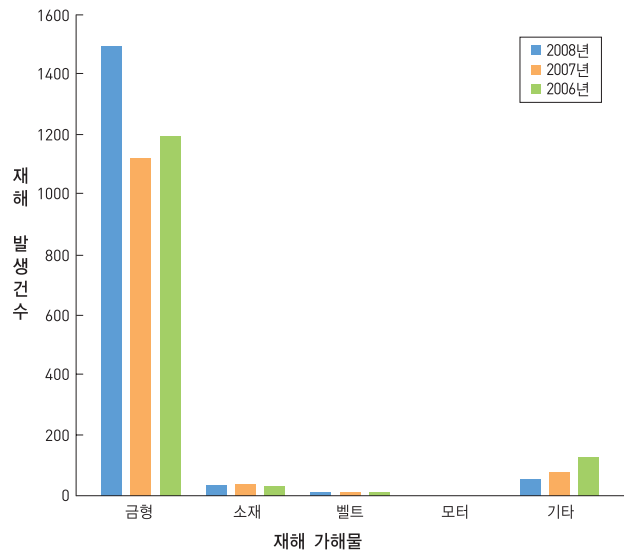
[그림 3] 가공작업 시 행동별 끼임재해 발생 현황

- 1) 신윤철 외 3인, 프레스 위험기계·기구, 구조개선 개발 연구, 2009
- 2) 이충렬, 프레스 작업의 재료 송급장치 자동화에 관한 연구, 산업안전보건연구원, 1991
- 3) 이충렬, 프레스 작업 재료 운반, 공급 및 이송장치의 간이 자동화 연구, 산업안전보건연구원, 1992
- 4) 윤상건, 프레스 작업 재료 운반, 공급 및 이송장치의 자동화 연구, 산업안전보건연구원, 1992
- 5) 신윤철 외 3인, 프레스 위험기계·기구 구조개선 개발 연구, 2009

(15.99%)의 순으로 나타났다[그림 3]. 이는 소재를 넣거나 제품을 뺄 때의 재해로 행동별로 볼 때 안전은 금형 자체에서 우선 확보되어야 하는 것으로 사료된다.

가해물별 재해 현황

최근 3년간 프레스 끼임재해의 가해물별 발생 현황을 살펴보면, 총 4,508명 중 금형에 의한 재해가 3,815명으로 전체 재해의 84.6%로 나타났다. 이는 대부분의 프레스 끼임재해가 금형에 의한 것임을 보여준다. 그 다음으로는 프레스 작업 전후의 제품 또는 소재에 의한 끼임재해가 105명으로 2.3%에 불과하였다[그림 4]. 이로써 프레스 재해의 직접적인 가해물은 금형인 것으로 나타나 금형 내로 작업자의 손 또는 신체의 일부가 들어가지 않는 안전금형 설계기술이 요구된다고 하겠다.



[그림 4] 재해 가해물별 끼임재해 발생 분포



2008년도 업무상 사고재해자 중 감김·끼임재해 기인물로 분석한 결과 프레스에 의한 재해가 가장 많이 발생되었다.

66

최근 3년간 작업형태별
프레스 끼임재해 현황에서는 준비작업,
금형 탈착, 가공작업, 보수작업, 기타,
분류 불가로 분류하여 조사한 결과,
가공작업에서 재해가 발생된 경우가
3,728건으로 전체 재해의 82.7%의
점유율을 보여 대부분의 재해가
프레스 가공작업 시 발생하는 것으로 나타났다.
또한 금형의 탈착 시에 435건(9.65%),
준비작업 110건(2.44%)이
발생한 것으로 나타났다. 99

안전을 고려한 금형설계 예시

안전금형 대상 가공공정

프레스 가공공정은 전단 타발, 벤딩, 압착 등의 공정이 있고, 전단 타발의 공정에는 블랭킹, 피어싱 등이 있다. 이 중에서 작업상 재해를 가장 많이 발생시키는 블랭킹은 소재의 절단선이 폐곡선으로 타발된 것(blank)이 제품이 되고, 나머지 부분은 스크랩이 되는 가공방법이다. 블랭킹은 소형 재료의 프레스 근접작업으로 소량 생산 시에 주로 사용되고 방호장치를 설치하면 작업을 할 수 없는 상태가 되어 재해가 가장 많이 발생되고 있다. 본고에서는 단발공정인 전단 타발의 공정을 대상으로 금형에 대한 안전설계를 적용한 것을 예시하고자 한다.

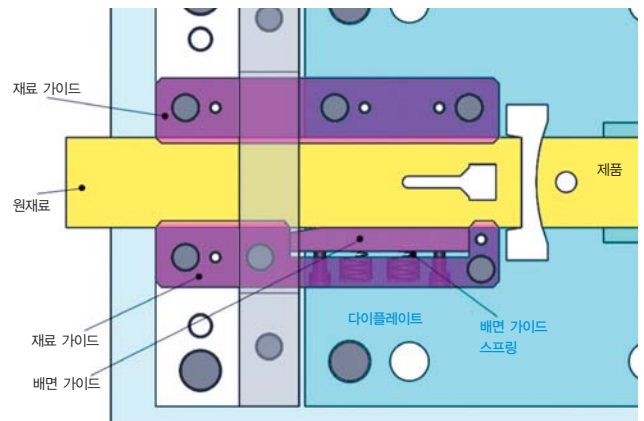
소재를 넣을 때 가동 배면 가이드 설치에 대한 설계

수동 전단에 의하여 가공하는 경우에는 주로 발 스위치에 의해 프레스를 작동시키고, 양 손으로 원재료를 지지시키면서 연속작업을 행하게 된다. 이 경우 소재가 금형의 가이드 면에 정확하게 일치, 접촉되지 않아 작업자는 피로가 가중되고, 금형의 가이드 면에 일치시키고자 금형 가까이 손을 가져가게 된다. 이로 인하여 우측 검지가 위험에 노출되며, 실제로 이로 인한 재해가 많이 발생한다.

작업 시 소재를 금형에 처음 넣을 때나 마지막으로 끝 부분

을 넣을 때, 제품을 뺄 때 가장 위험이 크다. 이에 대한 대안은 초기 넣을 때와 나머지 부분을 넣을 때는 소재를 잡고 있는 상태가 불안한 경우이므로 [그림 5]의 소재 가이드에 나타난 것과 같이 가이드의 반대 면에 가동형 배면 가이드를 설치하여 소재 공급 시는 가이드와 배면 가이드 사이에 넣은 후에 공급하는 것이 바람직하다, 이때 작업자는 단순히 재료를 프레스의 작동에 맞춰 밀어주는 역할을 하게 된다.

이로 인하여 작업자의 손은 금형위험작업 점으로부터 멀리 위치하여 안전작업을 행할 수 있으며, 기존의 가이드 면에 소재를 위치시키고자 하는 작업 부담을 덜게 되어 작업의 강도를 감소시킬 수 있다. 배면 가이드는 스프링에 의하여 작동되며, 스프링의 강도는 재료의 두께와 폭에 비례하여 적절하게 조정하여 사용하고, 가이드는 STD11 또는 SKH9을 열처리(HRC58~60)하여 사용한다.



[그림 5] 소재의 가동 배면 가이드

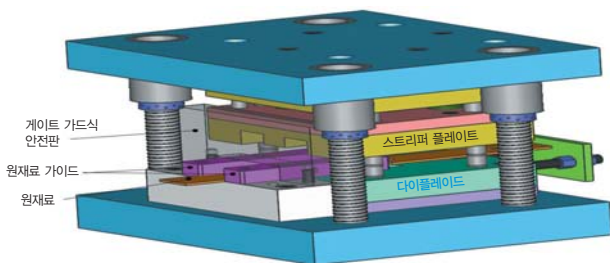
금형의 가동형 금형 가드 안전판에 의한 설계

[그림 6]에 나타난 것과 같이 원재료를 투입하는 금형의 입구에 투명한 아크릴을 사용하여 상하로 가동이 되는 가드 안전판을 설치한다. 안전판은 투명한 재료를 사용하였으므로 작업자는 금형의 내부 상황을 눈으로 확인하면서 작업이 가능하며, 오작동에 의한 금형의 파손 시에도 작업자를 보호할 수 있다. 또한 작업 중에는 작업자의 손이 금형의 내부로 유입되는 것을 방지할 수 있으므로 작업자는 심리적 안정상태에서 프레스 가공을 행할 수 있게 된다.

금형에 설치한 가동형 가드는 기존의 고정식 게이트 가드식 안전 장치와는 다르게 금형에 직접 설치하는 방식으로 재해

발생 지점에 가장 근접하여 설치되기 때문에 적은 공간만 필요하게 되어 작업자의 작업 공간을 확보하는 장점이 있다. 또한 가동식이라 금형의 상하 동작에 따른 가드의 눌림에 의한 재해가 발생되지 않으며, 프레스 근접 가공작업이 가능한 장점이 있다. 제작비용도 적게 소요되면서 안전을 확실하게 확보할 수 있는 방법이다.

작업 중에는 금형에서 비산하는 기름, 먼지 등에 의해 아크릴 면에 이물질이 부착되어 시야를 흐리게 하는 경우가 발생할 수 있다. 이는 정기적인 점검 또는 수시 점검을 통해 깨끗한 천으로 닦아내면 쉽게 해결이 가능하다. 이 작업을 행할 경우에는 프레스 기계의 가동을 정지하고 비상 정지스위치를 누른 후 프레스 기계의 구동이 멈춘 것을 확인하고 시행하여야 한다.



[그림 6] 가동형 가드 안전판

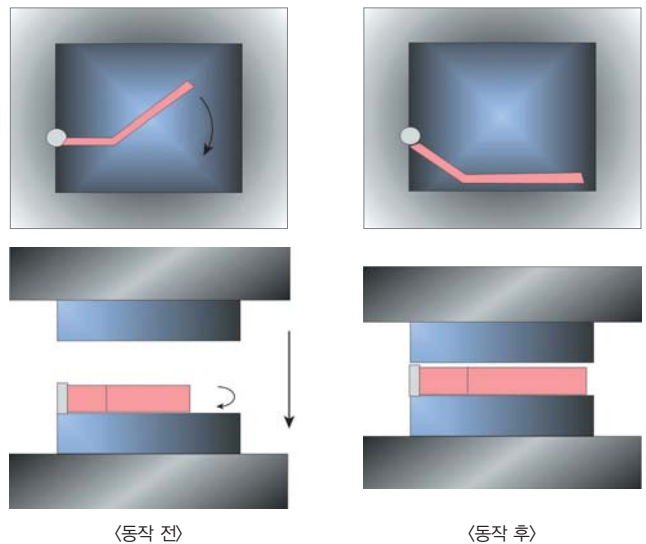
밀판의 설계

[그림 7]에 밀판의 평면도를 나타내었다. 밀판의 소재는 투명한 아크릴판 등을 사용할 수 있도록 하였으며, 동작은 그림의 동작과 같이 멈추어 있던 밀판이 슬라이드가 하강하면서 뒷부분에 있던 밀판이 그림의 동작 후처럼 전면부로 나와 위험 구역에 있던 신체를 밀어내는 방식으로 동작한다. 이러한 방식은 기존의 'No hand in die'의 위험 구역 내에 신체의 접근을 일체 거부하는 방식에 비해 작업 구역이 가공작업의 순서에 따라 형성되므로 위험 구역 내에 있는 신체를 순차적으로 밀어내어 안전을 확보하는 방식인 것이다.

밀판은 프레스 가공작업에서 실제로 재해가 발생하는 지점의 안전을 확보하며 적은 돈으로 설치할 수 있는 장점이 있으나 밀판의 정확한 설치가 필요하고 밀어낼 때 인체의 타격을 줄이기 위해 슬라이드 하강 속도에 따른 밀판 속도를 설계에 고려하여야 한다.

“

프레스 가공공정은 전단 타발, 벤딩, 압착 등의 공정이 있고, 전단 타발의 공정에는 블랭킹, 피어싱 등이 있다. 이 중에서 작업상 재해를 가장 많이 발생시키는 블랭킹은 소재의 절단선이 폐곡선으로 타발된 것(blank)이 제품이 되고, 나머지 부분은 스크랩이 되는 가공방법이다. 블랭킹은 소형 재료의 프레스 근접작업으로 소량 생산 시에 주로 사용되고 방호장치를 설치하면 작업을 할 수 없는 상태가 되어 재해가 가장 많이 발생되고 있다. 본고에서는 단발공정인 전단 타발의 공정을 대상으로 금형에 대한 안전설계를 적용한 것을 예시하였다. ”



[그림 7] 밀판의 동작 후 평면도

결론

최근 3년간의 재해 발생 현황을 분석한 결과, 끼임에 의한 재해는 프레스에 의한 경우가 가장 많았다. 특히 그 중에서도 가해물로는 금형에 의한 경우가 가장 발생률이 높은 것으로 조사되었다. 이는 금형의 설계과정에서부터 안전을 고려한 금형설계가 재해를 감소시킬 수 있는 방안으로 제시될 수 있을



프레스 단발공정에서의 재해를 줄이기 위해서는 금형 내로 손 또는 신체의 일부가 들어가지 않도록 하는 구조의 금형 설계기술이 필요하다.

며, 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 프레스 재해의 가해물로는 90.6%가 금형에 의한 것으로 나타났고, 작업의 형태별로는 가공작업 (80.1%), 금형의 탈부착(12.1%)의 순으로 나타났다.

둘째, 가공작업 중의 공정별로는 전단작업(피어싱, 블랭킹 등), 굽힘작업, 압착작업 순으로 나타났으며, 가공작업 중의 동작별로는 제품의 꺼냄(42.3%), 재료의 넣기(35.2%), 스크랩 제거(11.1%) 등의 순으로 나타났다. 즉, 가공작업 중에 발생하는 재해의 77.5%가 금형 내로 재료를 공급하고 제품을 꺼내는 과정에서 발생하므로 이 공정의 자동화와 안전 금형의 제작 등이 재해 예방에 필요한 사항으로 나타났다.

셋째, 프레스 단발공정에서의 재해를 줄이기 위해서는 금형 내로 손 또는 신체의 일부가 들어가지 않도록 하는 구조의 금형설계기술이 필요하며, 본 연구에서는 재해가 가장 많이 발생하는 단발 블랭킹 공정을 대상으로 안전 금형의 설계 예를 제시하였다.

본 연구에서 제시한 형태로 안전 금형을 설계하기에는 제품 특성에 따른 금형이 동일하지 않아 곤란할 수 있으나 범용적으로 가장 많이 사용되는 대표적인 공정에 대한 설계를 하였다. 그러므로 제시된 안전 금형설계를 토대로 제품 특성에 적합한 구조에 맞게 안전 금형을 설계한다면 다방면에서 사용성이 있을 것이라고 사료된다. ⑥

열매유의 화재사고와 안전대책



이근원 팀장

산업안전보건연구원
화학물질안전보건센터
위험성연구팀



최이락 연구원

산업안전보건연구원
화학물질안전보건센터
위험성연구팀

2009년 3월 (주)OOO 공장 열매유 펌프의 mechanical seal 교체작업 중 열매유가 누출되어 원인 미상의 외부 점화원에 의해 화재가 발생하면서 소방서 추산 1,800만원의 물적 피해를 입었다. 장기간 고온에서 사용된 열매유가 누출되었을 경우 화재의 위험성이 높으므로 사업장 특성에 적합한 열매유의 화재 예방대책이 요구되고, 사용유의 주기적인 분석을 통한 관리가 매우 중요함을 보여주는 사례라고 할 수 있다. 본고는 열매유의 열안정성과 화재 특성을 분석한 보고서로 열매유의 화재위험성과 안전대책을 제시하여 이와 같은 유사사고 예방에 도움을 주고자 산업안전보건연구원 화학물질안전보건센터 위험성연구팀에서 수행한 『화학사고 원인 규명 위험성 평가보고서』를 요약 정리한 것이다.

서론

열매유(Heat Transfer Oil)는 열교환기 등을 통하여 공정상의 물질을 간접적으로 가열 또는 냉각시키기 위해 사용되는 물질로 화학 공업, 플라스틱 및 제지 공업, 의약품 공업 등에 다양하게 사용되고 있다. 물을 가열하여 발생된 증기의 잠열과 압력을 이용하는 시스템보다 열매유는 고온에서도 안정성이 우수하고, 저압의 조건에서 사용되며, 부식 방지성이 뛰어나다는 등의 장점이 있다. 그러나 인화점 이상의 온도로 가열된 상태에서 일정한 압력 하에 운전되기 때문에 각종 밸브(valve)나 연결 부위의 누출이 일어날 경우 점화원이 있으면 쉽게 발화할 위험이 있다.

본고는 2009년 3월 (주)OOO 공장 열매유 펌프의 mechanical seal 교체작업 중 열매유가 누출되어 원인 미상의 외부 점화원에 의해 화재가 발생하면서 소방서 추산 1,800만원의 물적 피해를 입은 사고를 대상으로 작성한 위험성 평

가보고서이다. 상기의 사업장에서 발생한 화재사고의 원인물질인 열매유의 신유(사용 전)와 사용유에 대하여 점도, 열안정성, 열 분석, 인화점, 자연발화점의 시험을 실시하여 해당 물질의 열안정성 및 화재 특성과 관련된 시험결과를 제공함으로써 사고 발생의 원인을 규명하고 안전대책에 대한 자료를 제시하여 해당물질의 사용 및 취급과 관련된 사고 예방에 기여하고자 한다.

시험물질 및 평가 항목

시험물질

사고 발생 공정은 롤 표면을 열매유로 승온하는 공정으로서 열매 보일러에 의해 320℃로 가열된 1차 열매유와의 열교환에 의해 280℃로 승온된 2차 열매유(사고물질)가 열매 이송 펌프에 의해 공급된다. 사고 당시 열매유 공급 펌프의 mechanical seal의 누유 등이 확인되어 정비 보수작업을 위

해 해당 공정의 설비전원 및 펌프의 inlet / outlet 밸브를 차단한 후, 볼트를 제거하는 과정에서 플랜지 연결부로부터 배관 내부 잔류 열매유가 누출되면서 화재가 발생하였다.¹⁾

본 위험성 평가에 사용된 물질은 2차 열매유로서 신유 및 사용유를 사고 사업장에서 제공받았으며, 물질안전보건자료(MSDS)에는 구성 성분이 나와 있지 않으나 KOSHA CODE(D-37-2004)에 의해 파라핀 오일 계열의 혼합물로 추정할 수 있다. 열매유의 시료상태를 나타낸 아래 본문 사진을 보면, 신유는 사용되지 않은 상태로 투명한 무색의 액체이며, 사용유는 장기간 고온에서 사용되어 열화 및 산화가 진행된 상태로 진한 갈색을 띠고 있다.



신유(좌)와 사용유(우)의 시료상태

평가 항목

영남권 중대산업사고예방센터의 『사고 조사 의견서』에 따르면 화재가 나기 직전에 수증기와 같은 고온의 열매유 미스트가 분출되기 시작했다는 작업자의 진술이 있었으며, 오일 미스트가 가득 차면서 원인 미상의 점화원에 의해 화재가 발생한 것으로 보고되었다.

정확한 사고 원인 분석을 위해서는 오일 미스트의 발화 위험성 평가가 필요하다. 이를 위해 방출 압력, orifice size, 착화 원과의 충돌 거리 및 각도, 오일 droplet size 등의 변수에 대한 영향 평가를 위한 별도의 장비가 있어야 하지만 현재 우리 센터에서는 보유하고 있지 않기 때문에 본 위험성 평가에서는 보유한 시험장비를 활용하여 열매유의 고온산화(thermal oxidation)에 의한 열안정성 및 화재 특성에 국한하여 시험 및 평가를 실시하였다.

■ 점도(dynamic / kinematic viscosity)

점도는 열매유의 물리화학적 특성 중 가장 기본이 되는 성질로서 장기간 사용에 따른 열화 또는 산화에 의해 변하는 값이기 때문에 열매유 제조업체에서는 열매유의 교환 시기를 설정하는 기준 시험 중의 하나로 사용되고 있다. 점도(dynamic viscosity)측정을 위해 본 평가에 사용된 장비는 점도측정 기기(DV-II + Pro Viscometer)와 Spindle로 구성되어 있고 Newton의 점도법칙에 근거하여 점도를 구하는 장비이다.

이 시스템에서는 측정하고자 하는 시료의 점도를 예상하고 그 예상된 범위에 맞는 Spindle을 선택하여 점도계에 연결한 후 일정 속도 회전시키면서 점성항력에 의한 속도 차이를 이용하여 점도를 구한다. 사용된 시험 규격은 KS M ISO 2555: 2002, '플라스틱-액상, 현탁상 또는 분산상의 수치-브룩필드법에 의한 겔보기 점도의 측정'이다.

동점도(kinematic viscosity)측정 장비는 Processor Viscosity System PVS1(Lauda, 독일)로 일정한 온도 하에서 교정된 점도계의 모세관을 통하여 중력 하에서 흐르는 일정한 부피의 유체에 대하여 시간을 측정하며, 동점도는 측정된 유출시간과 점도계 교정상수 곱의 결과이다. 점도계는 KS M ISO 3105 규격에 적합한 Ubbelohde 점도계를 사용하였다. 사용된 시험 규격은 KS M ISO 3104: 2008 '석유제품-투명 및 불투명 액체-동점도 시험방법 및 점도계산'이다.

■ 열안정성(thermal stability)

열안정성은 영국 HEL사에서 개발한 시험기인 열안정성 시험기(TS[®]; Thermal Screening Unit)로 측정하였다. TS[®]는 온도 프로그램에 따른 화학물질의 물리적 성질을 온도의 함수로 측정하는 열 분석장치의 일종이다. TS[®]는 온도 프로그램 하에서 시료의 온도 및 압력 변화를 측정하는 장치인데 시험 방법은 200bar의 압력을 견딜 수 있는 테스트 셀에 시료를 투입한 후 뚜껑에 장착하여 오븐에 넣고 가열하게 된다. 열안정성 시험을 통해 외부 가열에 따른 시료의 온도 및 압력 거동을 동시에 측정하여 열적 위험성을 판단하는 데 필요한 자료를 얻고자 하였다.

1) 영남권 중대산업사고예방센터 출처 『사고 조사 의견서』 참조

■ 열 분석(DSC, TGA)

DSC(시차주사열량계)는 DSC 1(Mettler Toledo, 스위스)로 시험 규격은 ASTM E2009-02 (Standard test method for oxidation onset temperature of hydrocarbons by DSC : Test Method C)이다. 열중량분석기(TGA; Thermo Gravimetric Analyzer)는 TGA/DSC 1(Mettler Toledo, 스위스)를 사용하였다. 시험방법은 시료물질의 양을 약 10mg 분취하여 alumina (aluminum oxide) 재질의 시료용기에 넣어 저울에 올려놓은 후, 공기 및 질소 분위기 하(유량 50ml/min)에서 10℃/min의 승온속도로 25~500℃ 온도 범위에서 측정하였다. DSC를 이용하여 신유 및 사용유의 산화개시온도 및 열안정성을 평가하고, 열중량분석(TGA)을 통해 온도에 따른 휘발물질의 구성비 등을 분석함으로써 향후 진행되는 화재 특성 시험의 가이드라인을 제시하고자 하였다.

■ 인화점(flash point)

인화점의 측정방식에는 밀폐상태에서 가열하는 방식과 개방 상태에서 가열하는 방식의 두 가지가 있으며, 전자의 측정방식으로 구한 인화점을 밀폐식 인화점, 후자의 측정 방식으로 구한 인화점을 개방식 인화점이라고 한다. 또한 동일 시료에서는 통상 개방식 인화점이 밀폐식 인화점보다 높은 값을 나타낸다.

인화점 시험 장비는 태그 밀폐식 장치(Fully Automated Flash Point Tester TAG4, Petrotest Co., 독일)와 펜스키 마텐스 밀폐식(Pensky-Martens Closed Cup Automatic Flash Pointer Tester, Tanaka Scientific, Ltd., 일본) 및 클리브랜드 개방식(Cleveland Open Cup Automatic Flash Point Tester, Tanaka Scientific, Ltd., 일본)을 사용하였다. 사용된 시험 규격은 KS M 2010: 2004 ‘원유 및 석유 제품 인화점 시험방법’이다.

인화점은 시료를 가열하여 불꽃을 유면으로 대었을 때 증기와 공기의 혼합 기체가 섬광을 발하며 연소하는 최저의 온도로, 점도와 마찬가지로 열매유의 교환 시기를 설정하는 기준이 되며 취급 및 사용상의 위험성을 판단하는 데 유용하다.

■ 자연발화온도(auto-ignition temperature)

자연발화온도 측정에 사용된 장비는 ZPA-3

“

열매유는 물을 가열하여 발생된 증기의 잠열과 압력을 이용하는 시스템보다 고온에서도 안정성이 우수하고, 저압의 조건에서 사용되며, 부식 방지성이 뛰어나다는 등의 장점이 있다. 그러나 인화점 이상의 온도로 가열된 상태에서 일정한 압력 하에 운전되기 때문에 각종 밸브(valve)나 연결 부위의 누출이 일어날 경우 점화원이 있으면 쉽게 발화할 위험이 있다. ”

Semiautomatic Autoignition Tester (Petrotest, 독일)이며, DIN 51794 (2003) ‘Determining the ignition temperature of petroleum products’ 규격을 적용하여 자연발화점을 측정한다. 점화원과 직접적인 접촉 없이 스스로 점화할 수 있는 가장 낮은 온도를 측정하는 시험이며, 인화점과 마찬가지로 취급 및 사용상의 위험성을 판단하는 데 유용하다.

결과 및 고찰

점도 분석결과

열매유의 신유 및 사용유에 대하여 점도 및 동점도 시험측정 결과를 <표 1>에 나타내었다. <표 1>에서 보는 바와 같이 신유와 사용유에 대한 점도를 측정한 결과 신유는 17.05mPa·s, 사용유는 12.48mPa·s로 사용유의 점도가 낮게 나왔다. 또한, 신유의 동점도는 40℃에서 20.78mm²/s로 나타났다. 사용유의 경우에는 상부 눈금에서 하부 눈금까지 내려오는 시간의 편차가 커 계산된 동점도값을 최소값에서 최대값까지 범위로 계산하여 15.81~16.28mm²/s를 얻었다. 이는 사용유의 경우, 고

<표 1> 점도, 동점도 시험결과 요약

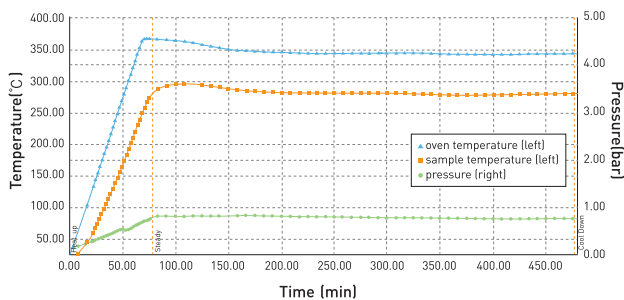
시험	신유	사용유	온도	비고
점도(mPa·s)	17.05	12.48	40℃	spindle : ULA
동점도(mm ² /s)	20.78*	15.81~16.28	40℃	점도계 : Ic(상수 : 약 0.03)

* 업체 및 한국산업안전보건공단 데이터베이스(DB) 출처 MSDS상의 동점도값 : 20.3mm²/s(at 40℃)

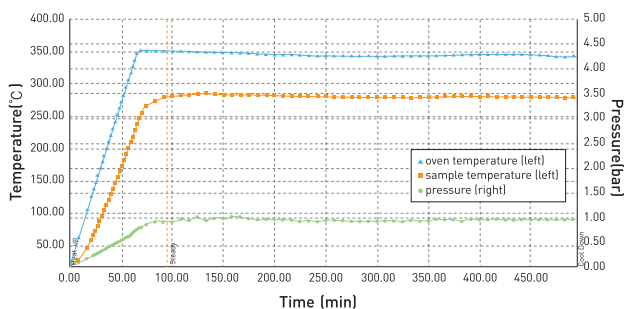
온에서 장기간 사용되었기 때문에 고온 산화, 열분해 등으로 노화되면서 타르나 슬러지를 생성하는 등의 변화로 인해 편차가 큰 것으로 추정된다.

열안정성(thermal stability) 분석결과

대상 시료에 대하여 TS[®] 장비를 이용하여 승온 및 등온 2단계에 걸친 온도 프로그램에 따라 시료의 온도 및 압력 변화를 측정하고 [그림 1]과 [그림 2]에 각각 나타내었다.



[그림 1] 신유의 TS[®] 시험결과



[그림 2] 사용유의 TS[®] 시험결과

신유 및 사용유를 10°C/min의 속도로 가열한 후, 280°C에서 400분간 등온으로 가열한 결과, 분해로 인한 발열 또는 휘발물질에 의한 급격한 압력 증가 현상은 보이지 않았으며, 압력은 온도에 따라 증가하다가 등온단계에서 1bar를 넘지 않았다. 이를 통해 열매유의 신유 및 사용유 모두 밀폐계에서 비교적 열적으로 안정하다고 할 수 있다.

열 분석(DSC, TGA)결과

대상 시료에 대하여 DSC 및 TGA를 사용하여 실시하였다. DSC를 사용하여 공기 및 질소 분위기에서 시료가 담긴 용기의

가스 노출환경에 따른 시료의 산화안정성 및 열적 거동을 관찰하고자 세 가지 종류의 팬(pan)을 사용하였다. 또한 TGA를 이용하여 공기 및 질소 분위기에 따른 열분해 거동을 관찰하였다.

열매유의 신유와 사용유에 대한 열 분석결과를 <표 2>와 <표 3>에 각각 나타내었다. DSC의 경우 공기를 계속 흘려주면서 vented pan, open pan, sealed pan, 3개의 시료 container를 이용하여 300°C까지 가열한 DSC 분석 곡선 중 하나만 [그림 3]에 나타내었다. Cover에 pinhole을 낸 vented pan 조건 하에서 시험했을 경우 산화개시온도²⁾는 신유 및 사용유가 각각 192°C, 204°C가 나왔다. open pan의 경우 195°C, 207°C로 vented pan을 사용한 시험결과에 비해 약간 높게 나왔으며, 발열이 개시되기 전에 baseline이 서서히 낮아지는 것으로 보아 open pan에서는 휘발성 물질에 의한 흡열이 서서히 나타남과 동시에 산화가 일어나는 것으로 추정된다.

완전히 밀봉하여 공기의 지속적인 주입이 없는 sealed pan을 사용한 시험의 경우, 신유 및 사용유의 발열이 170~180°C

<표 2> DSC 시험결과

분위기	pan 종류	1차 발열 peak 요약	
		신유 발열개시온도[°C]	사용유 발열개시온도[°C]
Air	sealed	170(산화) / 397(열분해)	180(산화) / 385(열분해)
	vented	192(산화 및 열분해)	204(산화 및 열분해)
	open	195(산화 및 열분해)	207(산화 및 열분해)
N ₂	vented	372(열분해)	365(열분해)

<표 3> TGA 시험결과

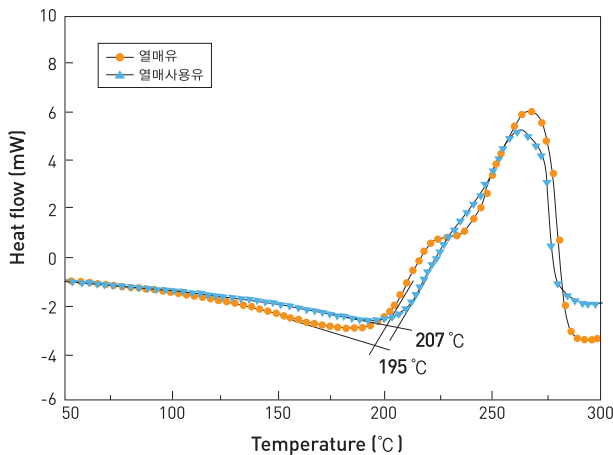
시료명	분위기	step*	중량변화 개시온도 [°C]	중량변화 구간 [°C]	중량감소율 [%]
신유	공기	1	160	160~280	50
		2		280~305	40
	질소	1	160	160~280	31
		2		280~335	68
사용유	공기	1	76	76~280	46
		2		280~305	38
	질소	1	90	90~280	31
		2		280~335	69

* 해당 공정의 열매유 가열온도인 280°C를 기준으로 나눔

2) 산화개시온도(Oxidation Onset Temperature)는 절대값이 아닌 산화 정도의 상대적인 측정방법임

에서 시작되어 235℃에서 종료되었으나 이는 pan 내부에 있던 소량의 공기에 의한 산화로 추정되며 발열량도 50J/g 이하로 미미하다. 열 분해로 인한 발열 peak는 380℃ 이상에서 급격하게 증가한다.

측정 후, 시료의 상태는 <표 4>의 사진과 같다. vented pan을 사용하여 불활성 가스인 질소 분위기 하에서 시험한 결과는 [그림 4]와 같고, 신유와 사용유의 발열개시온도는 각각 372℃, 365℃로 이는 열매유 구성 성분의 탄화수소 분자들이 고온에서 끊어지면서 일어나는 열 분해(thermal decomposition) 현상에 기인한 발열로 볼 수 있다.



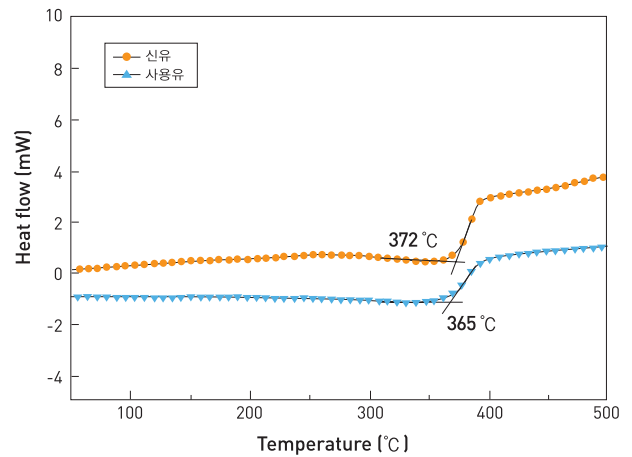
[그림 3] open pan을 사용한 DSC 시험결과

<표 4> 신유의 시험 후 시료상태

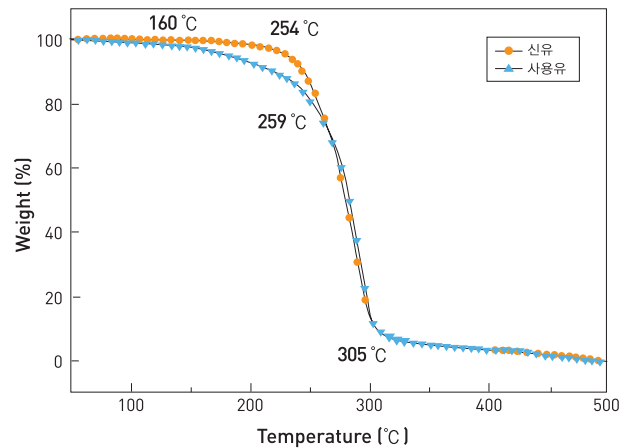
시료명	open pan	vented pan	sealed pan
신유			

TGA 분석은 공기와 질소 분위기 하에서 온도 변화에 따른 중량 감소를 [그림 5]와 [그림 6]에 각각 나타내었다.

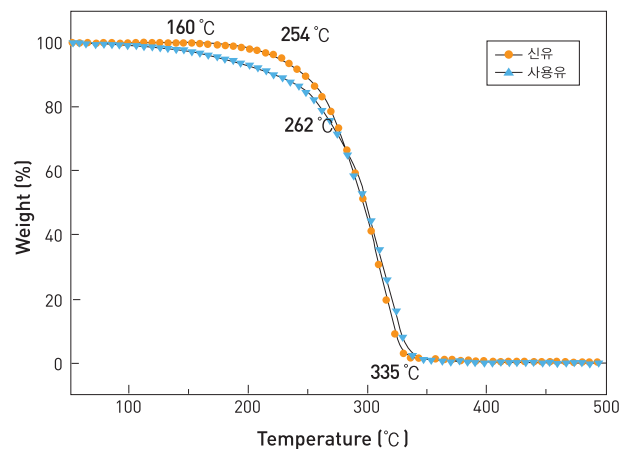
[그림 5]는 공기 분위기에서 시험한 결과로 신유는 160℃에서, 사용유는 76℃에서 서서히 질량 감소가 일어나기 시작하며 260℃ 부근에서부터는 열중량 곡선의 기울기가 유사한 형태를 나타내다가 305℃까지 약 90%의 질량 감소를 보였다. 260℃ 이전에서 사용유가 더 빠르게 질량 감소가 일어나는데 이것은 이미 고온에서 산화 분해된 저분자들이 휘발되



[그림 4] 질소 분위기 하에서의 DSC 시험결과



[그림 5] 공기 분위기 하에서의 TGA 시험결과



[그림 6] 질소 분위기 하에서의 TGA 시험결과

66

열매유는 밀폐된 상태에서 장기간 가열 사용되면서 고온 산화, 열 분해 등에 의해 휘발성 물질(저비점물질)과 침전물질(고비점물질)로 분해된다. 그리고 생성된 휘발성 물질에 의하여 인화점 및 자연발화점이 낮아져 열매유의 품질 저하를 가져오며 화재위험을 가중시키기 때문에 휘발성 물질은 안전하게 배출되어야 한다. 침전물질은 안전 밸브가 막히거나 가열로 튜브벽에 부착되면 튜브 파열의 원인이 될 수 있기 때문에 적정 수준 이상일 경우 주기적인 제거가 필요하므로 신유와 사용유의 성상 변화를 분석하여 교환 시기를 결정하는 것이 매우 중요하다. ”

어 나옴에 따른 것으로 추정된다.

질소 분위기 하에서 시험한 결과는 [그림 6]과 같으며, 공기 분위기 하에서의 결과와 유사하고, 다만 질량 감소가 대부분 종료되는 온도가 335℃로 공기 분위기에 비해 승온에 따른 분해 속도가 다소 느린 것으로 볼 수 있다.

인화점(flash point) 분석결과

평가 항목에서 언급한 바와 같이 신유 및 사용유에 대하여 시험규격(KS M 2010: 2004)에 따라 클리브랜드 개방식 인화점 시험기를 이용하여 인화점 측정결과를 <표 5>에 나타내었다. 신유 및 사용유의 인화점은 각각 225℃, 143℃로 큰 차이를 나타냈으며, 이는 사용유의 경우 장기간 고온 사용에 의해 열화 및 산화되면서 저비점의 휘발성 물질들이 생성되면서 인화점이 낮아진 것으로 보인다.

자연발화점(autoignition temperature) 분석결과

시험에 사용된 시료는 열매유 2종(신유, 사용유)으로 각각의 자연발화점 측정결과를 <표 6>에 각각 나타내었다. 2종 모두 상온에서 어느 정도의 점도를 갖기 때문에 시험 절차상에서

<표 5> 인화점 측정결과

시료명	측정 방법	측정값 (°C)	측정결과		비고
			평균(°C)	표준편차	
신유	KS 규격	226	225	1.155	
		226			
		224			
사용유	KS 규격	142	143	4.163	총 7회 시험 중 반복허용차(8℃) 범위 내의 측정값
		148			
		140			

* 업체 및 한국산업안전보건공단 DB 출처 MSDS상의 인화점 : > 194℃(ASTM D-92)

<표 6> 자연발화점 측정결과

시료명	특징	AIT [°C]
신유	- 무색의 투명한 액체 - 시료 내 불순물 없음 - 연료 공급용 tube에 대한 재질 시험에서 VITON에 대한 부식성 없음	 320 (불확도 = 4℃)
사용유	- 갈색의 불투명 액체 - 시료 내 불특정 불순물 관찰됨 - 연료 공급용 tube에 대한 재질 시험에서 VITON에 대한 부식성 없음	 245 (불확도 = 7℃)

<표 7> 신유의 자연발화점 측정결과

구분	1회	2회	3회	평균
LAST IP [°C]	321	324	321	322
END IP [°C]	320	320	320	320

* LAST IP : 발화센서로 측정된 최저 발화온도, END IP : 5℃ 단위로 하향 절삭된 발화온도

<표 8> 사용유의 자연발화점 측정결과

구분	1회	2회	3회	4회	5회	평균
LAST IP [°C]	254	250	256	245	243	249.6
END IP [°C]	250	250	255	245	240	248

* LAST IP : 발화센서로 측정된 최저 발화온도, END IP : 5℃ 단위로 하향 절삭된 발화온도

발생될 수 있는 오류(시료 투입 정지)를 방지하기 위하여 시료를 투입하기 전에 자동 시료 공급기를 이용하여 시료에 큰 영향을 주지 않는 온도(60℃)로 사전 가열을 실시하였다.³⁾

신유의 경우 총 3회의 시험을 실시하였으며, 발화점이 측정

3) TGA 등의 열 분석결과로는 사전 가열온도(60℃)에서 시료에 영향을 줄 만한 큰 변화는 관찰되지 않았음

된 후에 Flask 내부 및 발화센서 표면에 난용성의 Scale이 발생하였으며, 시험결과는 <표 7>과 같다.

사용유의 경우, 시험 절차상에서 규정된 반복허용오차(AIT가 200℃ 이하인 경우, 반복허용오차 = 5℃)를 만족하는 결과가 얻어지지 않았으며, 총 5회의 시험을 실시해서 그 중 하위 3개의 측정값을 통계 처리하여 얻은 해당물질의 자연발화점 결과는 <표 8>과 같다.

아래 본문 사진은 자연발화점 시험 후의 Flask 및 발화센서에 발생된 Scale이다. 사진에서 볼 수 있듯이 열매유와 비교하여 사용유의 경우, 더 많은 Scale이 발생된 것을 관찰할 수 있다. 사용유의 자연발화점 측정결과가 신유와 비교하여 편차가 많이 발생한 것은 이러한 Scale의 발생 차이에 기인한 열전도의 차이가 원인이 되었을 것으로 추정된다.



시험 후 플라스크 및 발화센서의 모습

열매유의 위험성과 안전대책

현재 사용되고 있는 열매유는 광유(mineral oil)와 합성유의 2종류가 있다. 일반적으로 사용온도는 150~300℃의

범위에서 많이 사용되며, 제품에 따라 최대 400℃까지 사용이 가능하다. 또한 본 위험성 평가의 대상물질인 신유 및 사용유의 열안정성 시험결과에서 보듯이 열매유는 고온에서도 증기압이 낮기 때문에 열적으로 안정하다. 그러나 인화점 이상의 온도로 가열된 상태로 일정한 압력 하에서 운전되기 때문에 각종 밸브나 연결 부위에 누출이 일어날 경우 점화원이 있으면 쉽게 발화할 위험이 있다.

열매유의 위험성과 노화에 따른 교환기준 설정

열매유의 화재위험성은 수명과도 밀접한 관계가 있는데 열매유는 밀폐된 상태에서 장기간 가열 사용되면서 고온 산화, 열 분해 등에 의해 휘발성 물질(저비점물질)과 침전물질(고비점물질)로 분해된다. 그리고 생성된 휘발성 물질에 의하여 인화점 및 자연발화점이 낮아져 열매유의 품질 저하를 가져오며 화재위험을 가중시키기 때문에 휘발성 물질은 안전하게 배출되어야 한다. 침전물질은 안전 밸브가 막히거나 가열로 튜브 벽에 부착되면 튜브 파열의 원인이 될 수 있기 때문에 적정 수준 이상일 경우 주기적인 제거가 필요하므로 신유와 사용유의 성상 변화를 분석하여 교환 시기를 결정하는 것이 매우 중요하다.

실제로 신유와 사용유의 시험결과에서 인화점의 경우 225℃에서 143℃로, 자연발화점의 경우 320℃에서 245℃로 현저하게 낮아졌음을 알 수 있었다. 사용유의 인화점 및 발화점이 해당 공정에서 열매유의 온도인 280℃ 이하이기 때문에 누출되었을 경우에는 자연발화되었거나 점화원에 의해 착화되었을 가능성이 매우 컸음을 뒷받침해준다. 점도 역시 열매유의 노화 정도를 나타내는 기준으로서 시간이 경과함에 따라 폴리페닐계 및 광유의 점도는 증가하고 합성파라핀의 점도는 감소하게 된다. 본 위험성 평가의 대상물질은 합성파라핀유로서 점도 시험결과 사용유가 신유에 비해 점도값이 20% 이상 낮았으며, 이는 사고 당시 사용된 사용유의 노화가 상당히 진행된 상태였음을 추정할 수 있게 해준다.

일반적으로 인화점 $\pm 25^{\circ}\text{C}$, 점도 $\pm 20\%$, 잔류탄소분 0.5% 이상 등의 성상 변화가 있을 경우를 교환기준으로 설정하나 열매유의 종류에 따라 다를 수 있기 때문에 열매유 제조업체에서 제시하는 기준에 따르는 것이 좋으며, 제조업체에 정기적인 분석관리를 의뢰하는 방법이 있다.



공장 화재는 원인 미상의 점화원에 의해 발생하는 경우가 많다. 따라서 특히 사용유의 수명이나 누출 방지를 위한 점검 등에 각별한 주의를 기울여야 한다.

열매유의 고온산화를 최소화하기 위한 불활성 가스 활용

실제 공정에서는 밸브를 장착하여 밀폐된 환경에서 가열하고 있으나 장시간 고온 산화가 진행되면서 타르나 슬러지, 코크스 등의 생성으로 인한 오염에 의해 열 분해를 가속화하게 된다. 따라서 고온 산화를 최소화하기 위해 불활성 가스로 보일러 내부를 대기와 차단시키는 것이 좋다. 열 분석 시험결과에서 보듯이 공기(산소)에 노출 정도에 따라 열적 거동이 달라지게 되는데 공기와의 지속적인 접촉 없이 밀폐되었을 경우에는 내부에 잔존했던 산소에 의한 산화로 추정되는 작은 발열 peak가 관찰되기는 하나 발열량이 매우 미미하며, 열분해로 인한 발열 peak는 380℃ 이상에서 급격하게 증가하였다.

질소 분위기 하에서 시험한 경우, 열분해가 시작되는 온도는

신유 및 사용유가 각각 372℃, 365℃로 나타나는 등 공기(산소)와의 접촉이 없을 경우, 해당 공정의 온도에서는 열적으로 안정함을 알 수 있었다.

열매유의 화재 안전대책

『사고 조사 의견서』에 의하면 차단 밸브에 leak가 생기면서 펌프의 이송 압력에 의해 누출된 열매유를 가연물로 추정하고 있고, 또한 수증기와 같은 고온의 열매유 미스트가 가득 차면서 화재가 발생했다는 근로자의 진술이 있었다. 단순 누출도 점화원에 의해 화재에 노출될 수 있지만 일정 압력 하에서 누출될 경우가 더 위험할 수 있는데 이는 분출되면서 생성된 droplet이 벌크 오일에 비해 표면적이 넓어 더 인화하기 쉽기 때문이다.

오일은 압력에 의해 제트(jet)나 스프레이(spray)⁴⁾ 상태로 분출되는데 고온의 배관이나 설비 등의 고온 표면과 만나면 증기가 발생하면서 증기운(cloud of vapour)이 생성된다. 그리고 증기가 고온 표면으로부터 떨어져 이동할 때 냉각, 응축이 일어나면서 미세한 mist droplet 구름을 형성하게 된다. 이때, 고온 표면 근처의 droplet이 발화하기 충분한 온도로 가열되면서 발화되고, 이어 전체 mist 구름으로 번지게 되는 것이다.⁵⁾ 따라서 해당 공정에서는 펌프의 mechanical seal 정비 보수 후 예열시간을 절약하기 위해 열매유 이송 펌프를 정지하지 않은 채 열매라인을 차단 밸브로 차단하고 있어 밸브에서 leak가 생길 경우 고온의 열매유가 누출될 수 있다. 때문에 보수·검사 시에는 차단 밸브 후단에 맹판(blind)을 설치하거나 열매유 이송펌프 정지 후 압력을 해소한 상태에서 관 내에 정체되어 있는 열매유를 모두 드레인시켜 격리하고 정비·보수작업을 실시해야 한다. 또한 열매유의 누출 시를 대비하여 설비 주변의 바닥을 경사지도록 해야 하며, 누출이 발생하여 보온재에 스며들 경우 누출 부위의 보수를 완료할 때까지 보온재를 제거해야 하고, 화재에 대비하여 스팀(steam)이나 전역 방출방식의 CO₂ 소화 설비를 설치하는 것이 바람직하다.⁶⁾

결론

본 위험성 평가보고서는 열매유 펌프의 정비작업 중 열매유가 누출되어 일어난 화재사고의 원인물질에 대한 열안정성 및 화재 특성과 관련된 사항을 조사한 것으로 시험결과를 요약하면 다음과 같다.

- 신유 및 사용유를 40℃에서 점도 시험을 실시한 결과, 점도의 경우 17.05mPa·s에서 12.48mPa·s로, 동점도의

경우 20.78mm²/s에서 최저 15.81mm²/s로 사용유가 신유에 비해 20% 이상 낮은 결과를 보여주었으며, 사고 당시 누출된 사용유의 노화가 상당히 진행된 상태였음을 추정할 수 있다.

- 밀봉셀을 이용하여 TS[®]로 신유 및 사용유에 대한 열안정성 시험을 실시한 결과, 해당 공정의 온도까지 가열하여도 휘발성 물질의 증발이나 열분해로 인한 급격한 압력 상승은 관찰되지 않았다.
- 신유 및 사용유에 대한 DSC 시험결과, 공기(산소)에 노출되는 정도에 따라 산화 진행 정도에 큰 차이를 보이며, 사용유의 산화개시온도가 신유에 비해 12℃ 높았고, 열분해개시온도는 14℃ 가량 더 낮았다. 열중량분석에서는 사용유가 신유에 비해 260℃ 이하에서 더 빠른 분해 속도를 나타내었다.
- 신유 및 사용유의 인화점은 각각 225℃, 143℃이며, 자연발화점의 경우 320℃, 245℃로 사용유의 인화점 및 자연발화점이 현저하게 낮아지는 결과를 보여주었다.

이상과 같은 시험결과를 바탕으로 장기간 고온에서 사용된 열매유가 누출되었을 경우, 화재의 위험성이 더 높은 것을 알 수 있었으며, 이는 사용유의 주기적인 분석을 통한 관리가 매우 중요함을 보여주는 사례라고 할 수 있다. 따라서 본 평가보고서에서 제시한 결과를 토대로 앞에서 언급한 열매유의 위험성과 화재안전대책을 포함하여 사업장 특성에 적합한 열매유의 화재 예방대책이 요구된다. 🌐

참고문헌

- KOSHA CODE D-37-2004, 열매체 설비에 관한 기술지침.
- 임만식 (1995), 열매체 보일러의 화재위험과 안전대책, 소방기술, pp.29-37.
- Maragkos, A., & Bowen, P. J. (2002), Combustion Hazards due to Impingement of Pressurized Releases of High-Flashpoint Liquid Fuels, Proceedings of the Combustion Institute, 29, pp.305-311.
- Yuan Liming (2006), Ignition of Hydraulic Fluid Sprays by Open Flames and Hot Surfaces, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 19, pp.353-361.

4) droplet의 크기에 따라 세 가지로 나눌 수 있는데 1μm 이하는 'smoke'로 불리며, 800℃ 이상의 고온 표면과 접촉했을 때 생성된다. 'mist'는 1~10 μm의 크기로 흰색을 띠며 200~600℃ 사이의 고온 표면에서 만들어진다. 'spray'는 50μm 크기 이상의 droplet이며 압력 라인의 누수 등 기계적인 요인에 의해 만들어진다.

5) 'Oil mist and machinery space fire' Quality Monitoring Instruments LTD.

6) 『사고조사의견서, 영남권 중대산업사고예방센터 출처 '열매체 설비에 관한 기술지침' KOSHA CODE D-37-2004

국제 안전보건 단신

미국 광산안전보건청, 붕괴사고 예방을 위한 캠페인 전개

미국 광산안전보건청(MSHA)은 지하 탄광에서 여름철에 자주 발생하는 붕괴사고를 예방하기 위한 캠페인을 시작하였다. 6월부터 9월까지 계속되는 이번 캠페인을 통해 붕괴 가능성이 있는 광산을 관리자에게 알리고 보강 지지대를 설치하는 등의 시정 조치를 내리게 된다.

〈출처 : <http://www.msha.gov/MEDIA/PRESS/2010/NR100602.asp>〉

직업과 과체중, 비만의 상관관계를 다룬 연구보고서 발표

직업의학 · 독성학 저널(Journal of Occupational Medicine and Toxicology)은 직업과 과체중, 비만의 상관관계를 다룬 연구보고서를 발표하였다. 어떠한 직업군이 비만에 영향을 미치는지는 성별에 따라 다르게 나타나는데 남성의 경우 준전문직과 운송업 종사자에서 발생률이 가장 높았으며, 여성의 경우 전문직, 관리직, 고급 사무직, 서비스업 종사자에서 발생률이 가장 낮은 것으로 나타났다.

〈출처 : <http://www.occup-med.com/content/5/1/14>〉

캐나다, 근로자를 직장 내 폭력으로 부터 보호하는 법안 168호 발효

캐나다에서는 지난 6월 15일부로 근로자를 직장 내 폭력으로부터 보호하는 법안 168호가 발효되었다. 캐나다 산업안전보건법의 추가 조항으로 채택된 법안 168호는 모든 사업자가 직장 내 폭력사고 발생 시 정형화된 후속조치를 실시하고, 폭력 또는

폭력 위협에 대해 조사를 하며, 근로자 보호를 위한 정책 및 프로그램의 정보를 공지하도록 규정하였다.

〈출처 : <http://www.wsib.on.ca/wsib/wsibsite.nsf/public/PreventionBill168>〉

국제노동기구, 연례총회에서 HIV / AIDS 감염 환자의 노동권 위한 기준 채택

지난 6월 17일 국제노동기구(ILO) 연차총회에 모인 정부 · 사업주 · 근로자 대표는 HIV / AIDS에 대한 새로운 국제노동기준을 채택하였다. 본 기준은 2년간의 열띤 토론 끝에 채택되었는데 찬성 439표, 반대 4표(기권 11표)의 압도적 지지를 받았다.

〈출처 : http://www.ilo.org/global/About_the_ILO/Media_and_public_information/Press_releases/lang-en/WCMS_141928/index.htm〉

영국, 산재 사망자 수 크게 감소

영국 안전보건청(HSE)의 자료에 따르면, 2009년 4월부터 2010년 3월까지 영국에서는 151명의 산재 사망자가 발생하였다. 이는 1년 전의 178명에 비해 크게 감소한 수치이다. 그러나 영국 왕립재해예방협회(RoSPA)는 작년의 경제 침체로 인한 산업활동 둔화가 사망자 감소로 이어졌을 수도 있으며, 직장 내에 존재하는 각종 유해물질이 장기적으로 근로자 건강에 해를 끼친다는 사실을 간과해서는 안 된다고 경고하고 있다.

〈출처 : <http://www.rospace.com/news/releases/detail/default.aspx?id=867>〉

미국 산업안전보건청, Imperial Sugar 사에 벌금 605만 달러 부과

미국 산업안전보건청(OSHA)에서는

2008년 조지아 공장의 폭발사고로 14명의 사망자를 낸 Imperial Sugar 사와 오랜 법정 공방 끝에 605만 달러에 이르는 벌금을 부과하기로 합의하였다. 605만 달러의 벌금은 폭발사고가 발생한 해당 공장에서의 위반사항 124건과 타 지역 공장에서 실시한 97건의 위반사항에 대한 금액이다.

〈출처 : http://osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=NEWS_RELEASES&p_id=17955〉

국내 안전보건 단신

한 · 일 산업안전보건 공동 연구

한 · 일 양국의 대표적인 산업보건연구기관이 양국의 산업안전보건문제를 함께 고민하고, 이의 해결방안을 공동 모색하게 되었다. 지난 7월 6일 산업안전보건연구원이 서울 코엑스(COEX)에서 일본 산업환경대학교 산업생태과학연구소와 '산업안전보건에 관한 공동 연구 및 교류 협력을 위한 업무 협약'을 체결한 것. 이번 협약 체결로 한국과 일본은 양 국가 간 산업안전보건에 관한 공동 연구 및 정보 교류와 연구 수준의 증진을 위해 협력하게 된다.

강성규 산업안전보건연구원장은 '이번 협약은 한 · 일 양국 간 인적 교류뿐만 아니라, 양 기관의 연구 역량과 강점을 공유하고 증진시키는 기회로 실질적이고 상호 보완적인 교류 협력이 될 것'이라고 말했다.



국내 · 외 행사 · 회의 · 동정

● 석면 어떻게 모니터링할 것인가

일 자 : 7월 5일(월)
장 소 : 코엑스(COEX) 327호
주 관 : 직업환경연구실

● 국제세미나 위험성 평가 이론과 실제

일 자 : 7월 6일(화)
장 소 : 코엑스(COEX) 그랜드볼룸
주 관 : 안전경영정책연구실

● 외국인 근로자의 산업안전보건 실태와 법률적 보호

일 자 : 7월 7일(수)
장 소 : 코엑스(COEX) 327호
주 관 : 안전경영정책연구실



● 직업성 감염질환실태와 예방관리

일 자 : 7월 8일(목)
장 소 : 코엑스(COEX) 301호
주 관 : 직업병연구센터

● 실험실 안전보건 확보방안

일 자 : 7월 8일(목)
장 소 : 코엑스(COEX) 317호
주 관 : 화학물질안전보건센터

● 산업안전보건 기능 지방 이양의 문제점 및 산업위생의 발전방안 세미나 참석

일 자 : 7월 8일(목)
장 소 : 코엑스(COEX) 318호
참석자 : 조흥학 연구위원(지정 토론자)

● 산업안전보건연구원 아카데미 개최

일 자 : 7월 2일(금), 7월 16일(금)
장 소 : 산업안전보건연구원 2층 회의실
발표내용
- 권지은 연구원 : 석면조사기관 정도관리 사업설명
- 이경용 팀장 : ICOH 작업조직 및 심리사회적 요인분과 학회 참석결과
- 김규상 연구위원 : 요추추간판탈출증자의 역학적 / 임상의학적 특성과 요양관리 평가
- 김건형 연구위원 : 건강검진기본법 제정 및 달라지는 근로자 건강진단

● 화학물질 안전보건센터 학습세미나

일 자 : 7월 13일(화)
장 소 : 화학물질안전보건센터 세미나실
발표내용
- 이근원 팀장 : Hazard identification and assessment of secondary reactions in chemical reaction processes
- 이수희 연구원 : Explosion vent sizing in flammable liquid spill scenarios
- 이정석 연구원 : Derivation of the self-accelerating decomposition temperature for self-reactive substances using isothermal calorimetry

● 미래안전보건포럼 참석

일 자 : 7월 13일(화), 7월 15일(목)
장 소 : 과천 정부청사, 과천 그레이트호텔
참석자 : 이인성 실장, 박승현 연구위원, 조흥학 연구위원

● 작업환경측정기관 정도관리교육 실시

일 정 : 7월 15일(목)~16일(금)
장 소 : 경주 컨벤션리조트
참석자 : 이광용 연구원, 신정아 연구원 등

● 기술경영인하계포럼 참석

일 정 : 7월 15일(목)~17일(토)
장 소 : 제주 신라호텔
참석자 : 강성규 원장, 정완수 실장

● 2010 3rd International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics 참석

일 정 : 7월 16일(금)~22일(목)
장 소 : 미국 마이애미
참석자 : 이관형 연구위원
발표논문 : Relationship between industrial accident rate and workplace organizational characteristics among manufacturing workplaces in south korea

국제 안전보건 행사

● 5th China OSH International Forum

일 정 : 2010. 9. 1~9. 3(3일간)
주 관 : 중국산업안전관리감독국(SAWS)
장 소 : 중국 베이징
웹주소 : <http://www.chinasafety.gov.cn>

● International Symposium- ISSA Sections Metal, Machinery and Electricity, Education and Training

일 정 : 2010. 9. 8~9. 10(3일간)
주 관 : 국제사회보장협회(ISSA)
장 소 : Slovakia Kosice
웹주소 : <http://www.beswic.be/en/>

● ERS Annual Congress 2010

일 정 : 2010. 9. 18~9. 22(5일간)
주 관 : 유럽호흡기학회(European Respiratory Society)
장 소 : 스페인 바르셀로나
웹주소 : <http://www.erscongress2010.org/>

● International Policy and Research Conference on Social Security

일 정 : 2010. 9. 29~10. 1(4일간)
주 관 : 국제사회보장협회(ISSA)
장 소 : 룩셈부르크
웹주소 : <http://www.issa.int/>

최신 안전 보건자료

● 인력 운반 평가 차트

- 영국 안전보건청(HSE) 발행
- 원 제 : 'Manual handling assessment charts'
- 바로가기 : <http://www.hse.gov.uk/pubns/indg383.pdf>

● 멕시코만 원유 청소 작업자의 안전 권고사항

- 미국 산업안전보건청(OSHA) 발행
- 원 제 : 'Recommendations on enhancing oil spill cleanup worker protection from NACOSH'
- 바로가기 : <http://www.osha.gov/dop/nacosh/nreport.html>

● 폐기물 관리 및 재활용 산업안전지침서

- 영국 안전보건청(HSE) 발행
- 원 제 : 'Guidelines for the waste management and recycling industry'
- 바로가기 : <http://www.hse.gov.uk/pubns/waste21.pdf>

● 유지보수와 안전보건 : 통계 수치

- 유럽 산업안전보건청(EU-OSHA) 발행
- 원 제 : 'Maintenance and OSH: a statistical picture'
- 바로가기 : <http://osha.europa.eu/en/teaser/maintenance-and-osh-a-statistical-picture>

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

산업안전보건 국제학술지

연 4회 발행 예정인 본 학술지에 많은 관심과 함께 투고를 부탁드립니다.

■ 무료 웹사이트를 이용한 투고

<http://www.e-shaw.org> (※현재 접수중)

■ 문의사항

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



한국산업안전보건공단
산업안전보건연구원



산업재해 예방을 위한

인터넷 및 우편교육 수강안내

대한민국 안전보건 파트너 [한국산업안전보건공단](http://www.dutyedu.net) 산업안전보건교육원에서 사업장의 업무 공백 부담을 줄이고 안전보건관리 능력 향상을 통해 산업 현장의 재해 예방에 기여하고자 인터넷 및 우편 교육과정을 개설·운영하오니 많은 참여 바랍니다.



인터넷 직무교육(산업안전보건법에 의한 의무과정)

- 교육대상 : 안전보건관리 책임자(신규, 보수과정), 안전관리자, 보건관리자
- 학습 기간 및 교육방법 : 1개월, 온라인 수강
- 신청 기간 : 연중 수시접수 가능
- 신청방법 : 직무교육 홈페이지(<http://www.dutyedu.net>) > 교육원
- 수료 시 혜택(산안법 제32조 관련) : 교육 이수자는 수료증 발급 및 직무교육시간 인정
- 교육 장점 : 시간과 비용을 절약하고 장소의 제약없이 온라인으로 교육을 받을 수 있음



인터넷 원격교육

- 교육대상 : 사업장 관리감독자 및 교육 희망 근로자
- 학습 기간 및 교육방법 : 2개월, 온라인 수강
- 신청 기간 : 연중 수시 접수 가능
- 신청방법 : 교육원 홈페이지(<http://edu.kosha.or.kr>) > 이러닝센터
- 수료 시 혜택(산안법 제31조 관련) : 관리감독자 정기교육(연간 16시간) 인정
 - 관리감독자 : 경영조직에서 생산과 관련되는 업무와 그 소속 직원을 직접 지휘, 감독하는 부서의 장 또는 그 직위를 담당하는 자(산안법 제14조 제1항)



우편 원격교육

- 교육대상 : 사업장 관리감독자 및 교육 희망 근로자
- 학습 기간 및 교육방법 : 2개월, 교재 제공
- 신청기간 : 연중 수시 접수 가능
- 신청방법 : 교육원 홈페이지(<http://edu.kosha.or.kr>) > 이러닝센터
- 수료 시 혜택(산안법 제31조 관련) : 관리감독자 정기교육(연간 16시간) 인정

※ 기타 자세한 사항은 홈페이지를 참고하시기 바랍니다.

