

OSH

2010. 2

RESEARCH BRIEF

안전보건 연구동향 Vol. 30

2010년 2월 1일 발행 | 발행처 산업안전보건연구원 | 발행인 강성규 | ISSN 1976-345X | 032)5100-901 | oshri.kosha.or.kr

원장칼럼

재해 예방효과 무엇을 지표로 해야 하나?

기획특집

산업안전보건 정책 동향과 전망(1)- 산재율, 그리고 위험성 평가 제도

연구동향

건설현장 위험영향요소 기반의 위험도 산정방법

초고층 건축물 공사의 안전관리를 위한 제언

보우-타이(Bow-Tie) 위험성 평가 기법

계단에서의 넘어짐 위험성 평가

건설업 전문공사별 재해 분석 및 위험성 평가

정책·법

오스트리아의 산업안전보건전략 2007~2012



산업안전보건연구원



“덤의 삶, 그리고 나눔의 삶”

우리가 살아가는 방식에는 여러 가지 모습이 있습니다.
 인생에서 결코 잊을 수 없는 시기는
 아마도 죽을 고비를 넘기거나 삶의 의미를 스스로 깨닫는 시간이 아닐까요.

올해 53세인 정OO 씨는 지난 2005년 장애인 공동체에 필요한
 생활비를 벌기 위하여 덤프트럭 운전을 하다가
 간암 판정을 받고 죽음의 문턱에 올라섰다고 합니다.
 간이식이 필요했지만 그가 감당하기에는 너무도 많은 돈이 필요했습니다.
 그런데 놀랍게도 그의 조카가 선뜻 자신의 간을 기증하였고,
 주위 사람들이 수술비를 도와주면서 그는 다시 새 삶을 얻을 수가 있었답니다.

그는 2년 전부터 장애인 공동체를 위하여 봉사생활을 해오면서
 결손 가정 아홉 아이의 아빠로 살아왔는데요,
 이제는 소중하게 얻은 ‘덤의 삶’을 통하여 더 큰 ‘나눔의 삶’을 실천하려 합니다.
 그런 그의 삶 자체가 우리에게 사랑이 무엇인가를 깨닫게 해줍니다.

진정한 사랑을 깨닫게 해주는 나눔의 실천에 감사하며...

Contents

원장칼럼

04 재해 예방효과 무엇을 지표로 해야 하나? · 강성규

기획특집

06 산업안전보건 정책 동향과 전망(1)-산재율, 그리고 위험성 평가 제도 · 박두용

연구동향

14 건설현장 위험영향요소 기반의 위험도 산정방법 · 이현수

24 초고층 건축물 공사의 안전관리를 위한 제언 · 이명구

32 보우-타이(Bow-Tie) 위험성 평가 기법 · 조필래

38 계단에서의 넘어짐 위험성 평가 · 박재석

46 건설업 전문공사별 재해 분석 및 위험성 평가 · 정세균

54 2010년 산업안전보건연구원 연구과제 소개 · 안전경영정책연구실

정책 · 법

58 오스트리아의 산업안전보건전략 2007~2012 · 안전경영정책연구실

통계 프리즘

62 산업재해 발생부터 승인까지 소요기간 분석 · 조성형

66 호주의 산업재해 및 직업병 통계 현황(2003/04~2007/08) · 정정자

안전보건활동

67 직업병 역학조사-아스팔트 도로포장 공정 작업근로자에서 발생한 방광암의
업무 관련성 여부에 대한 사례 · 류향우

71 산업안전보건 국내외 소식

72 산업안전보건연구원 활동 · 동정



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

재해 예방효과 무엇을 지표로 해야 하나?

재해 예방사업의 단기적 효과는 업무상 손상자율(occupational injury rate)로 알 수 있는데 이를 제대로 알기 위해서는 분모인 산재대상 근로자와 분자인 업무상 손상자가 모두 파악되어야 한다. 그런데 분모를 전임근로기준으로 보정하더라도 산재보험 미처리, 산재에 대한 인식 부족, 제도적 요인 등의 이유로 분자인 손상자수 파악이 쉽지 않다. 그러므로 현재의 재해율 통계는 실제 재해 현황을 반영하지 못해 재해 예방효과의 지표로 적절치 않다. 오히려 제조업이나 건설업에서는 거의 전수가 보고되는 사고사망자수 또는 사고사망률이 재해 예방효과의 가장 좋은 지표라고 생각한다.



강성규 원장
산업안전보건연구원

우리가 산업재해 예방을 위해 다각도로 노력하고 있는데 그 효과는 무엇으로 알 수 있을까? 재해를 예방하는 것이니 간단하게는 '재해자수'가 줄어드는 것을 보면 된다. 그런데 모집단이 되는 근로자수가 변하면 재해자수도 변하니 단순한 숫자로만은 재해 감소효과 여부를 알 수 없다. 경기가 활성화되어 근로자수가 증가하면 자연히 재해자수도 증가하기 때문이다.

재해자수를 전체 근로자수로 나눈 '재해율'은 모수, 즉 근로자수를 보정하므로 재해자수보다는 재해 예방효과를 더 잘 반영한다. 그런데 재해율도 여러 가지 이유로 재해 감소효과를 그대로 나타내지 못한다. 특히 업무상 질병은 현재의 예방 노력과는 아무런 관계없이 과거의 작업환경에 의해 발생하는 경우가 많다. 진폐증, 직업성암, 뇌심혈관계 질환, 대부분의 근골격계 질환 등 많은 직업성질환이 현재의 환경보다는 과거 또는 과거로부터 내려오는 환경에 의해 발생하므로 현재의 재해 예방 노력과는 무관하다. 그래서 업무상 손상과 업무상 질병을 섞어서 내는 재해율 통계는 숫자가 주는 의미 이외에 재해 예방효과의 지표로서는 큰 의미가 없다.

재해 예방사업의 단기적 효과는 업무상 손상자율(occupational injury rate)만을 보아야 한다.¹⁾ 우리나라 재해 통계에서 재해율은 업무상 손상자와 업무상 질병자를 포함하여 나타내므로 이 글에서는 업무상 손상자만을 분리해서 전체 근로자수로 나누는 것을 업무상 손상자율이라고 표현하겠다. 업무상 손상자율을 제대로 알기 위해서는 분모인 산재대상 근로자와 분자인 업무상 손상자가 모두 파악되어야 한다.

전체 근로자수 파악의 문제

먼저, 분모인 전체 근로자수를 보자. 재해의 빈도를 비교하기 위해서는 모든 근로자의 근로시간이 같아야 한다. 과거에는 문제가 없었다. 대부분의 근로자들이 법정 근로시간을 기준으로 비슷한 시간을 일하고 있었다. 그러나 요즘에 와서는 일용근로자 또는 시간제 근무와 같은 비정형근로자가 증가하면서 개별 근로자의 연간 근무시간이 크게 차이가 나는 경우가 발생하게 되었다. 사고건수가 일정하다면 한 사람이 두 사람 몫의 일을 할 때(법정근로시간을 초과하여 장시간 노동을 하는 경우) 손상자율은 높아지고, 반대로 두 사람이 한 사람 몫의 일을 할 때(법정 근로시간에 미치지 못하는 주당 2~3일만 노동하는 경우) 손상자율은 낮아진다. 일을 오래하면 사고가 발생할 확률도 증가하기 때문이다. 그래서 일본은 사고건수를 근로시간으로 나눈 '도수율'을 생각하게 되었고, 우리도 '산업재해 현황 분석'에서는 도수율을 제시하고 있다.

도수율을 사용하면 단시간 근무자 때문에 모수가 부풀려져서 손상자율이 낮은 것처럼 보이는 현상을 막을 수 있다. 또한 장시간 근무자 때문에 모수가 작아져서 손상

1) 업무상 사고(accident)와 손상자(injury)는 다르다. 우리나라 재해 통계는 사고 횟수와 관계없이 상해를 입은 근로자수를 나타내므로 업무상 손상자라는 표현이 맞다.

자율이 높은 것처럼 보이는 것도 막을 수 있다. 그런데 도수율은 사람이 중심이 아니라 시간이 중심이다. 즉, 근로자 당 사고가 얼마 발생하였다가 아니라 시간 당 사고가 얼마나 발생하였다고 표현된다. 일반적인 재해 통계와 비교가 어려워진다. 그래서 구미에서는 전임근로기준(FTE: Full Time Equivalent) 근로자수를 사용하고 있다.

전임근로기준이란 단시간 근무한 사람도 전임근로자 노동시간으로 보정해서 근로자수를 다시 계산하는 방법이다. 이는 분모가 되는 근로자들의 노동시간이 같으므로 이를 근거로 구해지는 손상자율을 서로 비교할 수 있다. 건설 근로자는 연간 노동시간이 일정하지 않다. 어떤 근로자는 1년 내내 일을 하지만 어떠한 근로자는 1년에 며칠 밖에 일을 하지 못한다. 같은 사고위험이 있는 작업장에서 근무시간이 달라지면 사고 발생확률도 달라진다. 현 제도는 한 번이라도 산재보험대상에 들어온 근로자는 모두 같은 가치로 모수에 포함되므로 건설업에서는 손상자율이 낮은 것처럼 보이는 현상이 나타난다.²⁾ 반대로 노동시간이 긴 업종에서는 손상자율이 높은 것처럼 보인다.

손상자수 파악의 문제

분모를 전임근로기준으로 보정하더라도 다음과 같은 이유로 분자인 손상자수 파악이 쉽지 않다.

첫째는 산재를 산재보험으로 처리하지 않기 때문이다. 현재 손상자수는 근로복지공단에 산재요양신청을 하는 것으로 파악하고 있다. 재해가 발생하더라도 산재요양신청을 하지 않으면 재해가 발생하였는지 알 수 없다. 물론 산재요양신청을 하지 않는 경우 노동부에 재해 발생 신고를 하도록 되어 있기는 하다.³⁾ 과거에 비해 산재를 고의로 은폐하는 것은 많이 감소했지만 아직도 산재를 산재보험으로 처리하지 않고 사업주 또는 근로자가 건강보험이나 일반의료로 처리하는 것이 많은 것으로 추정된다. 이는 우리와 비슷한 보험 제도를 운영하고 있는 독일의 4일 이상 휴업을 요하는 손상자수⁴⁾를 보고 미루어 짐작할 수 있다. 2008년에 독일의 산재보험 적용대상자는 우리의 3배이지만 손상자수는 우리의 10배 수준이다.

둘째는 산재에 대한 인식 부족이다. 그동안 산재 예방사업이 제조업 중심이었기 때문에 제조업에서는 산재에 대해 잘 이해하고 있지만, 서비스업에서는 아직 산업재해에 대한 개념조차 없는 경우가 많아 파악되지 않는 사례가 꽤 있을 것으로 추정할 수 있다. 최근 서비스업의 업무상 손상자수가 증가하는 것은 실제 손상자수의 증가라기보다는 그동안 업무상 손상으로 인식하지 못하고 스스로 치료하던 것을 산재보험으로 처리하는 것이 증가하였기 때문으로 추정된다. 특히 30인 미만 사업장에 대해서는 재해 발생에 따른 산재요율의 증가도 없고 산업안전감독의 손길이 뻗기기도 어렵기 때문에 산재보험 처리를 하지 않을 이유가 없다. 따라서 소규모 사업장이 대부분인 서비스업종에서는 산재로 처리하지 않던 손상을 산재로 처리하는 경우가 늘 것이기 때문에 당분간 손상자수는 계속 증가할 것으로 예상된다.

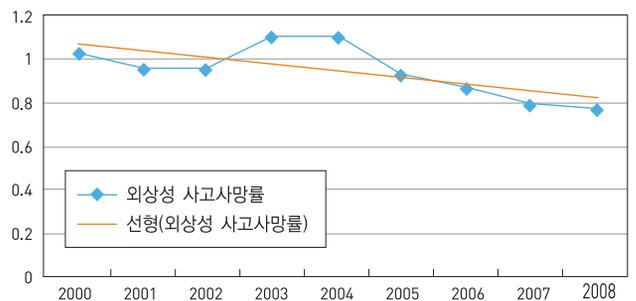
셋째는 제도적 요인 때문이다. 건설업에서는 건설사가 재해 예방에 노력하도록 재해율이 일정 수준 이하이면 정부나 공공기관에서 발주하는 용역

에 가점을 주도록 되어 있다. 이는 건설사로 하여금 재해가 발생하지 않도록 노력하는 긍정적인 측면이 있지만, 이미 발생한 손상에 대해서는 급급적 자체 처리하도록 유도하는 부정적인 측면도 있다. 건설업에서 유난히 손상자율은 낮으면서 사고사망률은 높은 현상을 설명해주는 요인이다.⁵⁾

산재 예방효과는 업무상 사고사망률로 알 수 있다

현재의 재해율이 산재 예방사업 단기효과를 제대로 반영하지 못한다면 무엇을 지표로 써야 하나? 사고사망자가 많지 않은 서비스업에서는 손상자율을 보는 것 외에 달리 뾰족한 방법이 없지만 제조업이나 건설업에서는 '사고사망자수' 또는 '사고사망률'이 가장 좋은 지표라고 생각한다. 사업장에서 발생한 사망사고에 대해서는 현재 우리나라에서 산재로 처리하지 않거나 보고하지 않는 경우는 거의 없다. 생명에 대한 가치가 높아졌기 때문에 근로자가 사망하였을 때 보상해주는 비용이 산재로 처리하지 않고 사업주가 부담하여 처리할 수 있는 능력을 넘어섰기 때문이다. 그래서 산재로 처리하면 사업장에 여러 가지 불이익이 올 것을 예상하면서 산재로 처리하고 노동부에 신고를 할 수밖에 없는 것이다.

2000년 이후 업무상 사고사망률은 계속 감소하고 있다. 업무상 사고 중에서도 외상성 사고사망률은 지속적인 감소 추세를 보이고 있다(그림 1).



[그림 1] 외상성 업무상 사고사망률의 연도별 변화 및 추세선

하인리히 법칙을 들먹이지 않아도 업무상 손상자가 감소되지 않고 사고사망자만 줄어든다고 보기는 어렵다. 그래서 현재의 업무상 손상자율의 정체 현상과 무관하게 제조업과 건설업의 손상은 감소하는 경향을 보이고 있다고 말할 수 있다. ⑤

2) 2008년에 건설업의 근로자수 분율 24%인데 재해자수 분율은 21.3%이고, 제조업은 근로자수 분율이 23%인데 재해자수 분율은 37.3%이다. 이는 건설업의 재해가 제조업보다 적다기보다는 건설업의 단시간 근로자가 전임근로자로 계산되어, 즉 분모가 과대 계산되어 재해율이 낮은 것처럼 보이는 현상으로 추정된다.

3) 산재요양신청과 별도로 재해 발생 신고를 하는 것은 연간 전체 재해자의 1% 내외에 불과하다.

4) 독일의 휴업조건에 비해 우리나라는 4일 이상 요양을 요하는 조건이므로 이론적으로는 우리나라의 손상자수가 더 많아야 한다.

5) 이는 2009년 12월호 원장칼럼에서 이미 설명한 적이 있다.

산업안전보건 정책 동향과 전망(I)

산재율, 그리고 위험성 평가 제도

산업재해는, 사업장이 산재를 줄이려고 할 때 비로소 감소 가능성을 보이게 된다. 사업주의 태도가 바뀌지 않는 한, 사업장 안에서 진정한 산업안전보건활동은 일어나기 어렵다. 그래서 산재율을 감소시키기 위해서는 우선 '사업주의 태도와 인식'을 바꿔야 한다. 이에 대해서는 공식적인 제도와 비공식적 제도가 미치는 영향이 매우 중요하다. 즉, 산업안전보건 분야에서는 사업주의 태도와 인식, 관행, 행동 규범 및 행위 코드를 바꾸도록 하는 제도가 필요하다. 그 일환으로 올해부터 위험성 평가 제도를 도입하기로 한 것은 국가적 차원(national level)에서 산업안전보건 정책과 전략, 규제 방식, 감독방식을 다른 차원으로 전환하는 것이라고 할 수 있다.



박두용 교수
한성대학교
기계시스템공학과

올해 산재율은 어떻게 될까?

줄어야 한다. 그러나 줄어야 한다는 것은 희망일 뿐이다. 줄어들기를 바랄 게 아니라 줄여야 한다. 어떻게 하면 줄일 수 있을까? 열심히 하면 될까? 그렇다면 그동안 산재율이 줄어들지 않고 정체된 것은 열심히 하지 않았기 때문일까?

어떻게 하면 산재를 줄일 수 있을까? 정말 어떻게 하면 산재를 예방할 수 있을까? 뭘 어떻게 하면 산재가 줄어들까? 산재를 줄이기 위한 핵심요인은 무엇일까? 산재를 예방하기 위해서 가장 중요한 한 가지를 꼽는다면 무엇일까? 산재 예방의 성패에 결정적인 영향을 미치는 한 가지를 요소를 꼽는다면 무엇일까?

올해 그 핵심요소에 변화가 있을까? 그 핵심요소를 변화시킬 수 있을까? 그 핵심요소를 바꿀 수 있다면 산재를 줄일 수 있을 것이고, 바꿀 수 없다면 산재를 줄이기는 힘들 것이다. 만약 그 핵심요소를 확 바꾸면 머지않아 산재율은 푹 떨어지기 시작할 것이 분명하다.

핵심, 결가지 말고

산재를 줄이려면 사업장에서 산재를 줄이려고 해야 한다. 사업장에서 산재를 줄이려고 하지 않는 한, 산재가 줄어들 가능성은 거의 없다. 노동부나 산업안전보건공단이나 재해예방기관이 아무리 열심히 노력해도 사업장이 움직이지 않으면 말짱 도루묵이다. 사업장이 산재를 줄이려고 할 때, 그 때 산재는 비로소 줄어들 가능성이 있는 것이다.

핵심은 사업주다. 현실적으로 사업장을 움직이는 것은 사업주이기 때문이다. 따라서 산재를 줄이려면 일단 사업주가 산재를 줄여야겠다고 마음을 먹어야 한다.¹⁾ 자체적으로 필요해서 하든, 규제 때문에 할 수 없이 하든, 분위기 때문에 어쩔 수 없이 하든, 인센티브가 탐이 나서 하든, 체면 때문에 마지못해 하든, 어쨌든 사업주가 산재를 줄여야겠다고 마음을 먹어야 한다. 사업주가 생각이 없는데, 사업주가 안전보건에 관심이 없는데, 사업장에서 산재 예방 활동이 일어나기를 바라는 것은 세상물정을 모르거나 알면서도 모른 체 하거나 둘 중의 하나다.

아무리 좋은 기술과 방법이 있다 하더라도, 공짜로 교육이나 기

1) 사업주란 개인사업자인 경우 개인사업자, 법인인 경우 법인을 말한다. 대부분의 사업주는 법인이다. 따라서 엄밀한 의미에서 법인인 사업주는 마음을 먹거나 사물을 인지하지 못한다. 여기에서는 사업주를, 법인을 대리하여 산업안전보건의 법적 책임을 지는 자 정도의 일반적 개념으로 사용하였다.

술 지원을 한다고 해도, 사업주가 생각이 없으면 효과가 나타나기 어렵다. 밑 빠진 독에 물 붓기다. 지금 우리가 쏟아 붓는 각종 사업이 별다른 효과를 내지 못하고 있는 이유가 바로 여기에 있다.

답은 간명하다. 누구나 알고 있는 사실이다. 사업주의 태도나 인식을 바꿔야 한다. 사업주의 태도가 바뀌지 않는 한, 사업장 안에서 진정한 산업안전보건활동은 일어날 수가 없다. 그래서 산재율을 감소시키기 위해서는 '사업주의 태도와 인식'을 바꿔야 하는 것이 우선이다. 물론, 사업주가 태도를 바꿨다고 해서 저절로 산재가 줄어드는 것은 아니다. 그러나 사업주의 태도가 바뀌지 않고서는 산재 예방은 한 발자국도 진전시키기 어렵다.

가르쳐야 한다?

사업주의 태도와 인식이 중요하다라는 것은 100이면 100, 모두가 공감한다. 그럼 사업주의 태도와 인식을 바꾸려면? 100이면 99가 '교육과 홍보'를 이야기한다. 교육과 홍보라는 것이 무엇인가? 가르쳐야 한다는 것이다. 사업주가 잘 모르니까 깨우쳐 주어야 한다는 것이다. 그런데 과연 사업주가 몰라서 안 할까? 천만의 말씀이다. 사업주들은 사업에서 만큼은 세상물정에 누구보다 밝은 사람들이다. 해야 될 일, 해서는 안 될 일, 해도 그만 안 해도 그만인 일, 하긴 해야 되지만 안 해도 되는 일, 하긴 해야 되는데 못하고 있는 일, 사업을 하는 데 꼭 필요한 일, 별 필요 없는 일…… 등등 이 모든 것이 사업을 하면서 알아야 할 세상물정이다. 그렇다면 안전보건은 어디쯤 해당될까?

세상물정, 비공식적 제도

사업주의 태도와 인식은 세상물정을 그대로 반영한다. 사업주의 태도와 인식을 결정하는 것은 사업주의 생각이 아니라

세상물정이다. 산업안전보건에 대한 사업주의 태도와 인식에 문제가 있다는 것은 세상물정이 그렇다는 말이다. 세상물정을 규정하는 것이 제도다. 따라서 세상물정이 문제가 있다는 것은 제도에 문제가 있다는 말이다.

'제도(institution)'란, '모든 사회 구성원이 공유하고 있는 가치 체계 또는 행동준칙'으로 '개인(또는 법인)의 일상적인 경제활동을 특정한 방향으로 유도하거나 억제하는 경제 행위의 조정기구이자 자원배분기구'라고 한다.²⁾ 뭐 이렇게 복잡하게 말할 것 없이 '세상물정을 결정하는 것'이라고 보면 된다. 제도는 '공식적인 제도(formal institutions)'와 '비공식적인 제도(informal institutions)'로 구분한다. 공식적인 제도는 의도적으로 고안하고 발전시켜 온 제도를 말한다. 주로 법령과 정부 규제를 말한다. 공식적인 제도는 형식적인 틀에 맞추어 규정되어 있기 때문에 겉모습은 비교적 쉽게 파악할 수 있다. 비공식적인 제도는 한 사회의 문화적 가치, 관습, 그리고 행위 규범과 같이 의도하지 않은 상태에서 점진적으로 형성되는 제도를 말한다. 사람들의 태도나 인식, 관행, 행동 규범 및 행위 코드 등을 결정하는 보이지 않는 사회규칙이나 약속 등을 말한다.

산업안전보건 분야에서 제도라고 하면 보통 공식적인 제도만 생각한다. 그러나 실제 사회는 공식적인 제도만으로 운영되는 게 아니다. 공식적인 제도보다 오히려 비공식적 제도가 미치는 영향이 훨씬 더 크고 중요한 경우가 허다하다. 사업주의 태도와 인식, 관행, 행동 규범 및 행위 코드를 결정하는 것은 비공식적 제도다. 특히 산업안전보건 분야가 그렇다.

제도 개선

다시 얘기를 정리해 보면 이렇다. '산재를 줄이려면 사업주 태도를 바꿔야 하고, 사업주 태도를 바꾸려면 세상물정이 바뀌어야 하는데, 세상물정을 바꾸려면 제도를 바꾸어야 한다.'

안전보건에 대한 태도

	←—————→			
생각도 안함	해도 그만, 하지 않아도 그만인 일	하긴 해야 하지만, 하지 않아도 그만인 일	하긴 해야 하는데 못하고 있는 일	해야 될 일 사업을 하는 데 꼭 필요한 일
관심이 없거나 모르는 일	별로 필요하지 않은 일	하면 안 되지만, 해도 그만인 일	하면 안 되는데 어쩔 수 없이 하고 있는 일	해서는 안 되는 일

[그림 1] 안전보건에 대한 태도의 스펙트럼

즉, 제도 개선이 필요하다는 말인데 그걸 누가 모르나? 문제는 제도를 어떻게 바꾸느냐 하는 것이다. 아니다. 제도를 어떻게 바꾸느냐 하는 것은 두 번째 문제다. 먼저 분명하고 확실하게 알아야 할 것은 제도를 바꾸어야 하는 이유, 즉 그 목적이 사업주가 태도를 바꾸도록 세상물정을 바꾸는 데 있다는 것이다. 따라서 지금 우리는 사업주의 태도와 인식, 관행, 행위 규범 및 행위 코드를 바꾸도록 하는 제도가 필요하다.

제도를 어떻게 바꾸면 사업주 태도를 바꿀 수 있을까? 어떤 제도를 두면 사업주 태도가 바뀔까? 혹자는 말한다. 처벌을 획기적으로 강화해야 한다고, 어떤 이는 주장한다. 확실한 인센티브를 줘야 한다고, 어떤 식으로든 제재와 유인이 필요하다는 측면에서 둘 다 맞는 말이지만 비현실적이다.³⁾ 왜 비현실적인지는 이야기의 흐름상 다음에 논하기로 한다.

사업주 태도가 바뀌었다면

어떻게 하면 사업주 태도를 바꿀 것인가 하는 논의는 뒤로 미루고 먼저 다음 질문에 대해 생각해보자.

사업주 태도가 바뀌었다면 무슨 일이 일어날까? 사업주 태도나 인식이 양호하다면, 양호하다는 것을 어떻게 입증할 수 있을까?⁴⁾

사업주가 산재를 줄여야겠다고 결심하면 제일 먼저 무엇을 할까? 그렇다. 우선 자기 사업장에 무슨 문제가 있는지 알아볼 것이다. 산재가 일어날 만한 문제가 있는지 없는지, 있다면 그 문제가 큰 문제인지 사소한 문제인지 알려고 할 것이다. 그래야 대책을 세우든지 말든지 할 테니까 말이다. 사업주가 알려고만 한다면 문제를 파악하는 건 시간문제다. 아무리 기술적인 문제라고 해도 사업주가 관심만 기울인다면 어지간한 문제는 다 드러나게 마련이다. 문제를 파악하는 동안 어느 것이 가장 큰 문제이고, 어느 것이 사소한 문제인지도 드러나게 마련이다.

문제가 드러나면 어떤 방법으로도 개선 하려 노력할 것이다. 간단하고 손쉬운 것은 곧바로 개선하겠지만 비용이 많이 들거나 기술적으로 곤란한 것에 대해서는 고민을 좀 하게 된다. 산재를 줄이려면 크고 중요한 문제부터 개선해야 한다. 그 점은 사업주도 잘 안다. 그러나 늘 비용이 문제다. 그래서 사업주는 문제의 중요성, 심각성, 시급성 등을 놓고 비용을 따져 볼 것이다. 다른 대안은 없는지에 대해서도 고민해 볼 것이라고 본

다. 그리고는 형편대로 개선하리라고 생각한다. 그래서 해결하는 방법이나 수준은 모두 제각각이고, 작업환경이나 조건도 사업장마다 천차만별이다. 어떤 경우는 법적으로 정해진 최소한의 안전기준마저 충족하지 못할 수도 있다. 그렇지만 사업주가 정말 산재를 줄이려 하고, 나름대로 최선을 다한 것이라면 비난하기보다는 사회적 지원방안을 찾아봐야 한다.

사업주가 바람직한 태도를 가지고 있다고 해도 법을 위반하는 경우도 있고, 불안전상태가 발생하는 경우도 있을 것이다. 때로는 사고나 직업병도 발생한다. 따라서 법 위반 사항이나 불안전요소가 있다고 해서 반드시 그 사업주의 태도와 인식이 불량하다고 단정지을 수는 없다. 사고도 마찬가지다. 사고가 났다는 사실만 가지고 그 사업주의 태도와 인식이 나쁠 것이라고 단정지을 수는 없다. 그렇지만 할 수 있는 것을 하지 않는 사업주와 노력을 하지 않는 사업주는 결코 바람직한 태도가 아니다.

사고만 났다 하면

사고만 났다 하면 사업주가 하는 말이 있다. '몰랐다'는 것이다. 아주 당당하게 말한다. 몰라서 미안하다는 것이 아니라 몰랐으니 '잘못이 없다, 무죄다'는 말이다. 사업주의 이런 주장에 사회는 맞장구를 쳐준다. 모르고 한 일이니, 또는 모르는 사이에 벌어진 일이니 어찌됐는가 하고, 그래서 산재사고에 대한 사업주에 처벌은 관대하다. 세상물정이 그렇다.

사업주가 몰랐다는 것은 안전보전에 관심이 없었다는 것을 반증한다. 안전보전에 대한 기본적인 의무도 하지 않았다는 말이다. 사업주가 관심이 없으니 안전보전이 제대로 될 턱이

2) 최인철 : 제도, 제도 개혁과 경제 성장(최승희·이수희 편저, 제도와 경제 발전, 한국경제연구원, 2000, pp.49-50)

3) 비현실적이란 말은 현실에서 이루어지기 어렵다는 뜻으로 그 말 자체를 실현시키기도 어렵고, 그것을 실현시킨다고 해도 원래 기대했던 효과를 거두기도 어렵다는 뜻이다. 여기에서 왜 그런지에 대해서는 논하지 않으려 한다. 다만, 이렇게 한 번 생각해보자. 교통사고를 줄여야 한다. 어떻게 하면 될까. 처벌을 강화하거나 인센티브를 늘리면 된다. 환경문제를 해결해야 한다. 어떻게 하면 될까. 처벌을 강화하거나 인센티브를 늘리면 된다. 모든 문제에 대해 이렇게 답할 수 있을 것이다. 이런 식으로 수십, 수백 가지 문제에 대해 계속 하다보면 세상은 온통 처벌과 인센티브로 뒤덮일 것이다. 사회문제는 단순히 처벌 강화와 인센티브라는 것으로 해결할 수 없다. 단편적이고 일시적인 것에 국한해서 처벌 강화와 인센티브 프로그램을 도입할 수는 있지만 세상물정 전반을 바꾸는 데는 적절한 방법이 아니다. 무엇보다도 현실적으로 그렇게 할 수가 없다.

4) 뒤에 다시 나오겠지만 이 2개의 질문은 위험성 평가 제도의 정공을 찌르는 질문이다.

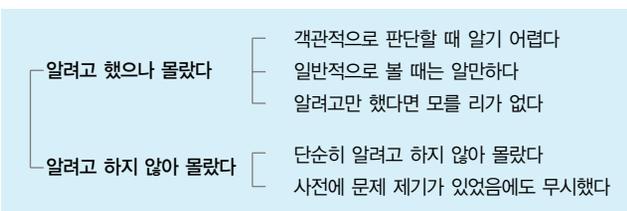
없다. 그래서 사고가 난 것이다. 그러니 사업주가 ‘몰랐다’ 고 하면 사회가 그냥 놔두서는 안 된다. 그게 정상적으로, 상식적으로 최선을 다했는데도 몰랐다면 모를까, 그렇지 않으면 몰랐다는 것을 그냥 봐주어선 안 된다. 그래서 산재를 막을 수가 없다.

산재를 막으려면 어떻게 바뀌어야 할까? 사업주가 ‘알고 있다’고 하는 것이 ‘몰랐다’고 하는 것보다 유리한 사회를 만들어야 한다.⁵⁾ 사업주가, ‘알고 있었지만 이러 이리한 사정 때문에 미처 고치지 못하고 있었다’고 주장하는 사회가 되어야 한다. 사업주가 정말로 알고 있었는지는 조사해 보면 바로 드러난다. 알고는 있었지만 조치를 제대로 취하지 못한 경우에도 그것이 불가피했던 것인지, 아니면 할 수 있었음에도 안한 것인지를 조사하는 것은 그리 어려운 일이 아니다. 이제 사고가 발생하면 사업주는 스스로 이미 그 문제를 ‘알고 있었다’고 주장하는 그런 사회를 만들어야 한다. 세상물정을 그렇게 바꾸어야 한다.

몰랐다는 것과 못 고쳤다는 것

‘몰랐다’는 것과 ‘못 고쳤다’는 것은 차원이 다르다. ‘몰랐다’는 것은 알고 있었느냐 모르고 있었느냐 하는 차원이고, 고쳤느냐 못 고쳤느냐 하는 것은 그 다음의 문제이다. 몰랐다고 하는 것도 다음과 같이 여러 가지 경우가 있고, 각각은 본질적으로 차이가 있다.

알려고 했다는 것은 의도(태도나 인식)는 좋다는 것을 의미한다. 객관적으로 볼 때 평범한 사업주가, 알려고 했다고 해도 문제 자체가 파악하기 어려운 것이었다면 사업주에 대한 비난 가능성은 낮을 것이다. 그러나 평범한 사업주가 알려고 해서 충분히 알 수 있는 문제라면 이야기가 달라진다. 이런 경우, 알려고 했으나 몰랐다고 하는 것은 소규모 사업장과 같이 특별히 역량이 낮은 경우를 제외하고는 비난 가능성이 높다. 더구나 알려고만 했다면 모를 리가 없는 문제에 대해서 알려고



[그림 2] 몰랐다고 하는 때의 여러 경우

“

위험성 평가 제도는 사업주가 산업안전보건에 주인의식(ownership)과 책임의식(consciousness of responsibility)을 가지는 사회를 만들기 위해 새로운 산업안전보건(규제) 정책의 목표, 원리, 집행방식, 감독방식으로 바꾸는 것이다. 즉, 사업주가 산업안전보건에 대한 주인의식과 책임의식을 가지도록 태도나 인식, 관행, 행동 규범, 행위 코드를 바꾸는 제도적 환경으로 전환하는 일이다.

우리가 추구하는 것은 목적이지 수단이 아니다. 목적을 상실한 수단은 폭력일 뿐이다.”

했으나 몰랐다고 하는 것은 사업주의 태도에 문제가 있다는 것을 말한다.

한편, ‘못 고쳤다’ 즉 적절한 개선조치를 취하지 못했다는 것도 여러 가지 경우가 있다. 몰라서 못 고쳤다는 경우는 논외로 하고, 알고도 고치지 못한 경우도 많다. 예를 들어, 비용이나 기술 또는 여러 가지 현실 여건상 당장 개선하기 어려운 어떤 위험요인이 있을 때 사업주는 보통 ‘어쩌란 말인가?’, ‘어쩔 수 없다’ 하는 반응을 보인다. 그리고는 포기해 버리거나 무시해 버린다. 어차피 개선하지 못할 것이라면 문제를 철저히 감추는 것이 유리하다. 선불리 문제를 드러냈다가는 처벌을 받거나 귀찮은 일이 생길 가능성이 크기 때문이다. 그래서 문제가 방치된다.

산재를 예방하려면 당장 기계나 설비를 바꾸는 등 근본적인 대책은 마련하지 못한다고 하더라도 문제를 감추어서는 안 된다. 우선 그곳에서 일하는 사람들에게 ‘이러이러한 위험이 있다’는 사실을 알려주어야 한다. 그리고 비록 임시방편일지라

5) 겉으로 보기에는 지금의 행사처벌 벌리와는 정반대의 논리처럼 보인다. 단순하게 보면 알고도 안했다는 것은 몰라서 못했다는 것보다 훨씬 악질적인 것이고, 그래서 처벌도 강하게 해야 하는 것처럼 보인다. 의도가 나쁘기 때문이다. 그러나 알아야 하는 것이 선행의무라면 몰랐다고 하는 것은 알고도 안했거나 못했던 것과는 상관없이 일단 ‘몰랐느냐 / 알고 있었느냐’ 하는 것만 가지고 판단해야 한다. 몰랐다면 그 다음의 개선조치가 이루어질 가능성은 거의 ‘0’이기 때문이다.

도 ‘우선 이리이러한 조치를 취하고, 이렇게 저렇게 해나가자’라는 방침을 세워서 이해 당사자의 동의와 협조를 구해야 한다. 문제가 있는 경우, 사업주는 ‘문제가 있다’는 것을 감추지 않고 오히려 문제를 드러내도록 해야 한다. 사업주의 인식과 태도를 그렇게 바뀌도록 해야 한다.

어떻게 하면 사업주의 인식과 태도가 이처럼 바뀔까? 사업주에게 인식과 태도를 바꾸라고 강요할 게 아니라 세상물정, 즉 제도적 환경을 먼저 바꿔 주어야 한다. 사업주 입장에서 문제를 문제라고 드러내 놓고 이야기하는 것이 감추는 것보다 더 낫다고 판단할 때 비로소 사업주의 인식과 태도가 바뀌기 시작할 것이다. 제도적 환경은 바뀌지 않았는데 사업주에게 자기 사업장의 문제를 스스로 찾아내고 드러내라고 하면 그렇게 하겠는가? 지금의 제도적 환경 가지고는 어렵 반 푼어치도 없는 이야기다. 그래서 새로운 제도적 환경이 필요하다.

위험성 평가 제도의 필요성

산재를 줄이려면 먼저 문제를 문제라고 해야 한다. 정부든, 사업주든, 근로자든 위험에 대해서 솔직하게 말할 수 있어야 한다. 정부나 사업주나 근로자의 자성을 촉구하는 말이 아니다. 제도적 환경이 그러해야 한다는 말이다. 문제를 있는 그대로 드러냈다가는 만신창이가 되는 사회적 환경을 이제는 바꾸어야 한다. 그래야 비로소 사고나 직업병이 예방될 가능성이 있는 것이며, 동시에 산재를 줄이려면 그렇게 해야 한다는 것이다.

위험성 평가 제도

그렇다. 지금까지 이야기는 모두 위험성 평가 제도를 설명하기 위한 서론이었다. 최근 위험성 평가 제도⁶⁾에 대한 관심이 매우 높다. 정부에서 위험성 평가 제도를 도입하려고 하기 때문이다. 위험성 평가 제도가 어떤 식으로 도입될지에 대해서는 아직 구체적으로 알려지지 않았다. 앞으로도 구체적인 것은 잘 알려지지 않을 것이다. 기껏해야 올해 위험성 평가 제도와 관련된 사업 계획 정도가 알려질 것으로 보인다. 단언컨대 위험성 평가 제도와 관련된 사업이 위험성 평가 제도는 아니다.

위험성 평가 제도는 생물?

정치가 생물이라고 했던가? 위험성 평가 제도로도 생물이라고 해야 할 것 같다. 지난 몇 개월 동안 짧은 논의과정을 거치

“

위험성 평가 제도는 하루아침에 도입될 수 있는 그런 제도는 아니다. 사회의 관행이나 인식, 행동 규범이나 행위 코드 등 문화를 바꾸는 작업은 그리 간단하지 않다. 외국에서도 모두 10년 이상의 장기적인 계획을 가지고 꾸준히 추진하고 있다. 우리도 위험성 평가 제도가 도입되어 자리를 잡기까지 적어도 10년은 걸릴 것이다. 10년이면 강산도 변한다고 하지만 제도의 생성과 도입·정착이라는 측면에서 보면 그리 긴 시간이라고 할 수 없다.”

는 동안에도 위험성 평가 제도는 반전에 반전을 거듭하는 변화무쌍한 모습을 보여줬다. 앞으로도 한동안 우리 눈에 비치는 위험성 평가 제도의 겉모습은 헛갈리게 충분할 정도로 몇 번이고 변할 것이다. 그러나 사실 변하는 것은 위험성 평가 제도가 아니라 위험성 평가 제도를 보는 눈과 마음이다. 즉, 변하는 것은 위험성 평가 제도가 아니고 바로 우리 자신들이다.

위험성 평가 제도의 겉모습이 여러 가지로 보이는 것은 다음과 같이 비유할 수 있다. 집에는 여러 가지 종류가 있다. 아파트도 있고, 단독주택도 있고, 빌라도 있다. 초가집도 집이고, 기와집도 집이다. 방 한 칸짜리인 집도 있고, 99칸짜리 대궐 같은 집도 있다. 그래도 집은 집이다. 차도 마찬가지로다. 승용차도 있고, 버스도 있고, 트럭도 있다. 작은 차도 있고, 큰 차도 있다. 생김새도 다르고 쓰임새도 다르지만 모두 엔진과 차체, 바퀴와 운전대, 그리고 브레이크가 있다. 겉모습은 달라도 기본원리는 똑같다. 그래서 겉모습만 가지고 위험성 평가 제도를 이해하면 헛갈리게 된다.

시범사업

올해 위험성 평가 제도가 시범사업형태로 도입될 예정이다. 시범사업이 어떤 형태로 전개될지, 본래 취지에 맞는 위험성 평가 제도가 도입될지는 아직 확실하지 않다. ‘이상한 위험성

평가 제도'가 도입될지도 모른다. '이상한 위험성 평가 제도'란 위험성 평가방법이나 기법에 초점을 맞춰서 사업주가 그 방법이나 기법(또는 법적으로 정해진 규격이나 양식)에 따라 위험성 평가를 실시하는 것, 그 자체를 목적으로 하는 위험성 평가 제도를 말한다. 이렇게 되면 '위험성 평가를 위한 위험성 평가 제도'가 될 공산이 크다. 제도를 위한 제도가 되는 셈이다. 만약 이렇게 되면 위험성 평가 제도는 사업장에서 위험성 평가결과 보고서를 만들어 내는 것, 그 이상도 그 이하도 아닌 것이 되고 만다.

제도가 이렇게 되면 위험성 평가결과 보고서상의 개선사항은 단기간에 고칠 수 있는 것과 쉬운 것만 언급하기 쉽다. 처음엔 그렇지 않을지라도 결국은 그렇게 될 것이다. 특히 법적 기준을 초과(위반)하는 것에 대해서는 자체적으로 작성하든, 전문가관에 의뢰하든 아예 보고서에 기술하기 않을 가능성이 크다.

나중에는 노동부조차도 위험성 평가결과 보고서가 허술하게 작성되는 것을 암묵적으로 방지할 수 있다. 그렇지 않으면 노동부가 제대로 감독하지 않는거나 방치하고 있다는 근거자료로 활용될 테니까. 이렇게 되면 그야말로 또 하나의 페이퍼 워크(paperwork)나 불필요한 규제만 하나 더 늘어나는 셈이다. 위험성 평가 제도를 제대로 이해하지 못한 상태에서 '집행'에 초점을 맞추다보니 이런 결과를 초래하는 것이다.

왜 시범사업인가?

위험성 평가 제도는 사업이 아니다. 위험성 평가 제도의 목적은 수십 개 또는 수백 개의 사업장에서 기술적·질적으로 완벽한 위험성 평가를 실시하고 멋진 위험성 평가결과 보고서를 내는 것이 아니다. 따라서 수십 개 또는 수백 개의 사업장에서 기술적·질적으로 완벽한 위험성 평가를 실시하고, 위험성 평가결과 보고서를 만들어 내는 것을 위험성 평가 제도 도입의 시범사업이라고 착각하지 말아야 한다.⁷⁾

위험성 평가 제도는 사업주가 산업안전보건에 주인의식(ownership)과 책임의식(consciousness of responsibility)을 가지는 사회를 만들기 위해 새로운 산업안전보건(규제) 정책의 목표, 원리, 집행방식, 감독방식으로 바꾸는 것이다. 즉, 사업주가 산업안전보건에 대한 주인의식과 책임의식을 가지도록 태도나 인식, 관행, 행동 규범, 행위 코드를 바꾸는 제도적 환경으로 전환하는 일이다. 사업주가 주인의식을 가지고

책임을 다하기 위한 '최소한의 기본 의무'가 자기 사업장의 유해위험요인을 파악하고, 평가하며, 그 결과에 대해 적절한 조치를 취하는 '위험성 평가'라는 것이지, 앞에 것이 다 생략된 위험성 평가라는 결과는 목적과 수단이 뒤바뀐 것이라고 할 수 있다.

우리가 추구하는 것은 목적이지 수단이 아니다. 목적을 상실한 수단은 폭력일 뿐이다. 따라서 위험성 평가 제도 도입은 국가적 차원(national level)에서 산업안전보건 정책과 전략, 규제방식, 감독방식에 대한 다른 차원으로의 전환이다. 즉, 패러다임(paradigm)의 전환(shift)이다. 한마디로, 산업안전보건 국가 정책의 방향을 트는 것이다. 따라서 시범사업보다는 국가적인 차원에서 전면적으로 실시하는 것이 옳다고 본다.

그럼에도 불구하고 연구진에서 특구를 통한 일부 적용을 제안한 이유는 특구를 통해서 위험성 평가 제도라는 실체를 가시적으로 만들어 보고자 했기 때문이다. 무엇보다도 위험성 평가 제도에 대한 생각과 위험성 평가 제도를 그리는 모습(상, 像)이 제각각인 상태에서 전면적으로 도입한다는 것은 매우 어렵다고 판단해서였다. 그 외에 전면적으로 도입하기에는 아직 준비가 제대로 되어 있지 않다고 판단했다. 사업장은 물론 정책입안자나 집행자도 아직 준비가 되지 않았고 인프라도 취약한 편이다.

안전보건특구

국가적 차원에서 전면적인 도입이 어렵다면 선택할 수 있는 방안은 두 가지다. 국가적인 차원에서 전면적으로 도입할 수 있을 때까지 기다리거나, 도입이 가능한 일부만 우선 도입하는 것이다.

일부 도입이라고 하지만 위험성 평가 제도 도입이란 특정 사

6) 이 글에서 말하는 '위험성 평가' 또는 '위험성 평가 제도'는 최근 정부에서 산업안전보건 규제 정책의 기본원리 및 방식으로 유럽연합(EU), 싱가포르, 일본 등에서 새롭게 도입한 risk assessment에 기초한 산업안전보건 규제 제도를 말한다. 이 글에서 따로 특별히 언급하지 않은 한 위험성 평가(제도)는 이것을 말한다.

7) 시범사업이라고 하니까 기술적으로나 질적으로 우수한 위험성 평가를 실시한 모범 사례를 만드는 사업이라고 오해하는 경우가 많다. 사실 그래서 위험성 평가 제도의 구체적인 도입방안 연구진에서는 시범사업이라는 용어를 사용하지 않았다. 대신 특구라는 명칭을 사용했다. 특구란 하나의 지정 단위의 지역적 사업 단위를 말한다. 기존의 산업안전보건 규제 정책 목표나 전략, 집행방식, 감독방식을 다른 방식으로 전환하려면 (위험성 평가 제도의 원리에 맞게) 특정 사업장을 대상으로 하는 개념이 아니라 최소한의 정부 단위를 대상으로 해야 한다고 보았던 것이다.

업을 하는 것이 아니라 산업안전보건 정책 목표와 전략, 정책 집행방식, 그리고 감독방식을 전환하여 사업주의 인식과 태도, 관행, 행동 규범, 행위 코드를 바꾸는 제도적 환경을 만드는 것이므로 적용대상은 사업장이라기보다는 정책 집행 단위, 즉 정부라고 할 수 있다.

산업안전보건의 정부 최소 단위는 지청이다. 지청 단위의 지역이라면 대한민국의 축소판으로 봐도 무리가 없다. 따라서 지청을 가장 적절한 적용 단위로 보았다. 위험성 평가 제도의 목표(성과)는 사업주가 산업안전보건에 대해 주인의식과 책임의식을 가지도록 하고, 그 결과로 자기 사업장의 유해위험요인을 알아서 챙겨보도록 하는 데 있다.

위험성 평가 제도의 적용은 새로운 산업안전보건 (규제) 정책의 목표, 원리, 집행방식, 감독방식을 적용한다는 것과 같다. 따라서 위험성 평가 제도의 도입대상과 적용대상은 사업장이 아니라 노동부 산업안전보건국과 지방의 산업안전과라고 할 수 있다.

시범적으로 선정된 지청은 기존의 「산업안전보건법」과 제도, 정책, 사업 계획, 업무지침이 아닌 새로운 방식으로 정책 목표를 달성하도록 지도감독방식을 바꾸는 것이므로 그 지역은 특별구역에 해당된다. 그러므로 안전보건특별구역이라는 의미로 안전보건특구를 운영해 볼 것을 제안하는 바이다.

특구에서는 특구의 정책 목표대로 사업주가 산업안전보건에

대해 주인의식과 책임의식을 가지도록 하고, 그 결과로 자기 사업장의 유해위험요인을 알아서 챙겨보도록 사업장을 감독·지도하는 방안이다. 따라서 특구의 기관 평가는 <표 1>과 같은 항목으로 성과를 평가한다. 물론 평가대상은 특구지역 내의 모든 사업장이다.

안전보건특구는 연구진이 제안한 안이고, 이것을 그대로 적용할 수 있을지는 현실적으로 여러 가지 검토가 필요하다. 실제로 노동부에서 실행 계획을 세우면서 몇 가지 시범사업 추진방안으로 구체화하였다. 따라서 안전보건특구 운영방안은 단지 제안일 뿐, 그대로 시행된다는 것은 아니다. 그럼에도 불구하고 안전보건특구(안)을 살짝 선보이는 것은 위험성 평가 제도와 최근의 동향을 이해하는 데 도움이 될 것이라고 생각했기 때문이다.

10년 후

위험성 평가 제도는 하루아침에 도입될 수 있는 그런 제도는 아니다. 사회의 관행이나 인식, 행동 규범이나 행위 코드 등 문화를 바꾸는 작업은 그리 간단하지 않다. 외국에서도 모두 10년 이상의 장기적인 계획을 가지고 꾸준히 추진하고 있다. 우리도 위험성 평가 제도가 도입되어 자리를 잡기까지 적어도 10년은 걸릴 것이다. 10년이면 강산도 변한다고 하지만 제도의 생성과 도입·정착이라는 측면에서 보면 그리 긴 시간이라고 할 수 없다. 한 해 한 해의 문제에 매달리다 보면 제도 개선은 손도 못 대보고 10년이라는 세월이 눈 깜짝할 사이에 지나가 버릴 수 있다. 지나간 10년처럼, 지금부터 10년 앞을 내다보고 서둘러야 한다.

요즘 같아서는 위험성 평가 제도가 어떤 식으로 도입될지, 그리고 그것이 우리나라 현실에서 어떤 모습으로 작동될지 한 치 앞도 내다보기 어렵다. 하물며 10년 후의 모습을 그린다는 것은 그저 한 편의 소설에 불과할 만하다. 그러나 사실 중장기 계획의 장밋빛 목표와 전망이 모두 가정 반, 희망 반 아니던가. 형식만 소설이 아닐 뿐이지 소설과 다를 바 없다. 비록 소설이라 할지라도 제도를 설계할 때 10년 후의 모습을 그리는 것은 여러 가지 측면에서 중요하다. 10년 후의 모습은 제도의 방향을 설정하는 등대와 같은 역할을 해주기 때문이다. 그런 의미에서 10년 후의 사회를 상상해보는 것은 나름대로 의미가 있다. 꿈을 꾸어야 꿈이 이루어질 게 아닌가. 

<표 1> 위험성 평가 제도 도입 후 특구지역의 성과 평가 항목

구분	내용
산업안전보건 정책 및 감독 사항의 전달	<ul style="list-style-type: none"> • 사업주, 관리자, 근로자 등을 대상으로 산업안전 정책과 감독 인지 여부 • 노동부의 주요 산업안전 정책사항 인지 여부 • 노동부의 시범사항에 대한 이해 여부
사업주의 산업안전보건에 대한 인식, 태도의 변화	<ul style="list-style-type: none"> • 사업주, 관리자, 근로자 등을 대상으로 평가 • 민간 재해예방기관을 대상으로 평가
사업장 내 안전보건활동	<ul style="list-style-type: none"> • 사업장 내 유해·위험요인의 파악활동 / 현황 • 사업장 내 유해·위험요인의 크기 파악활동 / 현황 • 사업장 내 유해·위험요인에 대한 개선활동 및 조치 현황 • 안전보건경영시스템 또는 이와 유사한 시스템 도입 현황(참여형 안전보건(PAOT) 개선활동, 자체 개선 활동, 컨설팅 등)
사업장 내 안전보건 지원 활동	<ul style="list-style-type: none"> • 현장반장(관리감독자) / 근로자 등에 대한 교육활동 • 안전관리 조직 체계 구성활동 / 현황 • 자체 안전보건 개선 제안활동 / 인센티브 시스템 • 노사 협력 시스템, 회의 시스템 구성 / 활동 여부

10년 후의 모습

A씨는 4년 전인 2016년 소규모 사업장이 밀집해 있는 ○○지역에서 안전보건 컨설팅 사업을 시작했다. A씨가 안전보건 컨설팅에 관한 개인사업을 하기로 마음먹은 것은 그동안 민간 재해예방기관에서 오랫동안 일하면서 쌓은 경력과 노하우를 바탕으로 자신감도 있었지만 최근 위험성 평가 제도가 일반화되면서 사업장의 정보에 대한 컨설팅 수요가 급증했기 때문이다. 반면, 기술지원이라고 하는 부분은 갈수록 줄어들어 회사에서의 입지가 점점 좁아든 것도 한 계기였다.

처음 A씨가 개인 컨설팅 사업을 시작할 때는 200개 정도의 사업장이 고객이었다. 사업장이라고 해봤자 근로자가 대여섯 명으로, 예전 같으면 산업안전보건 사업대상에 포함조차 되지 않을 사업장이 대부분이었다. 소규모 사업장의 영세성은 예나 지금이나 마찬가지다. 컨설팅이라고 하지만 한 달 컨설팅비가 2만원에 불과하다. 200개 사업장으로 부터 들어오는 한 달 수입은 고작 400만원에 불과했다. 초기 1년간은 정부의 소규모 사업장 안전보건 컨설팅 지원 제도로부터 지원을 받아 간신히 운영할 수 있었다.

사업 초기의 컨설팅 서비스는 생각보다 간단하다. 매주 고객의 스마트폰(핸드폰)으로 안전보건 정보를 제공하고 간간히 고객으로부터 오는 간단한 질문에 응답을 해주는 정도이다. 매주 고객에게 보내주는 안전보건 정보는 사업장의 모든 근로자에게 스마트폰으로 직접 보낸다. 하지만 가장 중요한 핵심은 안전반장이다. 안전반장이란 안전보건 기초교육을 받은 현장의 작업반장 또는 작업조장으로 그동안 정부에서 실시한 현장안전반장 교육 프로그램 덕분에 대부분의 사업장에 안전반장이 1명씩은 있다. 소규모 사업장의 안전보건관리는 사실상 이 안전반장들의 손에 달려 있다고 해도 과언이 아니다.

안전보건 정보내용은 매우 간단하지만 철저하게 고객마다 세분화된 고객맞춤형 정보를 보내준다. 사업장은 200개에 불과하지만 20개 업종에 업종 평균 5개 공정으로 나뉘어 정보가 제공되므로 매주 제공되는 정보는 그 종류만 해도 100가지에 달한다.

정보내용은 주로 같은 업종이나 공정의 사고 소식, 대처방안, 주의사항을 간단히 요약한 것과 노동부의 지도·감독 계획 및 주요(중점) 감독 포인트에 대한 정보, 그리고 금주(또는 이번 달)에 해 놓아야 하는 것들이다. 사실 이 중에서 가장 중요한 정보는 산업안전보건 지방관서와 산업안전감독관의 움직임이다.

위험성 평가 제도를 도입한 이래 노동부는 사전감독예고제와 원포인트(one-point) 감독제라는 획기적인 산업안전보건감독 정책을 시행해 왔다. 사전감독예고제란 말 그대로 매년 산업안전감독 방향과 추진방향을 공개하고 매월 세부 실시 계획을 예고한다. 또한 수시감독도 수시로 그 계획, 목적, 감독사항을 예고한다. 원포인트 감독제란 한 번 감독에 한 가지 사항만 중점적으로 감독하는 방식으로 주로 중소기업 사업장 감독에 적용하는 제도다. 원포인트 감독제는 지금까지 주로 위험성 평가 제도를 정착하기 위해 위험성 평가 제도의 구성요소에 대해 적용해 왔으나 최근에는 지게차의 안전벨트, 안전사다리 사용, 프레스 안전장치 등 산재 사고가 많이 발생하는 특정요인에 대해 적용하기 시작했다. 원포인트 감독제는 아주 구체적인 한 가지 위험요인에 한정해서 점검사항, 위반사항, 위반을 면하는 방법, 기술 및 재정 지원 프로그램 등을 예고한 다음, 거의 전수에 대해 실제 감독을 실시한다. 따라서 사업장으로서의 공포의 대상이자 한편으로는 안심의 대상이다. 공

포의 대상이 되는 이유는 예고한 원포인트 감독은 반드시 실시하며, 이에 대한 위반에 대해서는 예외 없이 처벌이 뒤따르기 때문이다. 안심의 대상인 것은 지켜야 할 「안전보건법」과 제도가 수없이 많지만 일단은 노동부에서 제시하는 프로그램만 따르면 대형사고가 발생하지 않는 한 크게 걱정할 필요가 없다는 점을 꼽을 수 있다. 더구나 노동부의 원포인트 감독제는 사업장에서 조금만 신경 쓰면 충분히 개선할 수 있는 것들이다. 간혹 비용이나 특별한 기술이 요구되는 개선사항은 사전에 갖가지 지원 프로그램이 마련되어 있어서 커다란 부담 없이 이행이 가능하다. 더구나 이러한 정보는 한 달에 2만원만 지급하면 매주 생생한 정보를 제공받을 수 있다.

노동부는 이러한 방식을 통하여 단계적으로 산재 다발사고와 중소기업 사업장의 산재를 크게 감소시킬 수 있었다. 노동부의 세부 정책은 현장의 컨설턴트들을 통해서 실시간으로 거의 전사업장에 전파되었으며, 현장에서는 원포인트 감독전략과 단계에 따라 하나씩 하나씩 개선되어 갔다. 노동부에서는 내부적으로 현장의 컨설턴트를 적극적으로 활용하였으며, 현장의 컨설턴트에게 구체적으로 상세한 감독 포인트와 핵심사항에 대한 정보를 제공하였다. 이를 바탕으로 제공한 정보는 사업장 입장에서 볼 때는 군더더기가 없는 핵심정보로 사업장에서 따를 만한 충분한 가치를 띠게 되었다.

이러한 제도적 환경에서 A씨의 컨설팅 사업은 나날이 번창하였다. 고정적으로 들어오는 컨설팅비 이외에도 고객으로부터 간헐적으로 측정이나 안전 점검과 같은 소규모 용역도 상당하며, 최근에는 안전보호구의 공동구매나 안전장치 또는 시설의 공동구매 용역도 크게 늘었다. 따라서 직원을 1명 더 늘렸지만 여전히 일손이 부족한 실정이다. A씨는 조만간 한 달 컨설팅비가 5만원이 넘는 부가가치 높은 사업장들만 남기고 나머지 사업장은 후배에게 넘길 생각이다.

A씨는 그동안 노동부나 산업안전보건공단에서 제공·주관하는 연찬회와 설명회에 빠짐없이 참가하고 교육이나 세미나 등을 통하여 사업장에 유용한 정보를 수집해 왔으나 날이 갈수록 혼자 힘으로는 정보 수집과 가공에 한계를 느끼기 시작했다. 이에 따라 최근 A씨는 지역과 업종의 상위 컨설팅협회에 가입하여 일정하게 가공된 고급정보를 제공받아 이를 토대로 각 사업장에 맞게 재가공하여 컨설팅 서비스를 하고 있다.

현재 컨설팅 시장은 몇 개의 협회와 전문기관, 그리고 개별 컨설턴트들로 이루어져 있는데 안전보건 컨설팅 시장규모만 해도 1조 5,000억 원으로 추산되고 있다. 전국적으로 개인 컨설턴트는 약 3,000명 정도 활동하는 것으로 추산되고 있으며, 약 3,870명이 현장에서 사업장에 직접 서비스를 제공하고 있다. 또한 100명이 중간단계로 3,870명을 대상으로 2차 컨설팅을 제공하고 있으며, 약 30명이 최상위단계에서 컨설턴트를 대상으로 고급정보를 제공하거나 컨설팅을 제공 중이다.

대개 1인 당 약 500개 사업장에 대해 컨설팅 서비스가 이루어지고 있으므로 개인 컨설턴트를 통해 안전보건 네트워크가 형성된 사업장은 어렵잡아 20만 개소 정도이며, 협회 등 재해예방기관이나 전문기관을 통해 관리되는 사업장도 약 15만 개소에 이르고 있다. 그래서 전국적으로 약 35만 개소는 상시적인 기초 안전보건관리 체계가 어느 정도 돌아가고 있다고 한다. 정부에서는 향후 5년 이내에 이와 같은 정책망(政策網)을 확장시켜 상시적인 관리 체계가 이루어지는 사업장을 약 70만 개소로 확대한다는 계획이다.

건설현장 위험영향요소 기반의 위험도 산정방법

건설업의 높은 재해율과 재해자수는 해당 산업 전반에 걸쳐 효율적인 안전관리가 이루어지지 않음을 보여준다. 건설 현장의 안전관리자들이 재해를 방지하고자 재해 예방과 안전교육 등에 많은 노력을 기울인 결과 과거에 비해 개선되었지만, 다른 산업과 비교하면 아직 개선의 여지가 많다. 건설산업의 안전관리는 산업의 특수성으로 인하여 다른 산업과는 다르게 수행되어야 한다. 본 연구에서는 상황에 따라 작업 조건이 변화하고, 수많은 공종과 작업자, 다양한 외적 환경으로 구성되는 등의 유동적 특성을 반영하는 건설 현장의 위험도 산정방법론을 제시하고자 한다.

서론

건축물의 고층화·복잡화·대형화 경향과 작업자의 높은 유동성, 그리고 종합생산적인 건설산업의 특수성으로 인해 건설공사 중 재해에 대한 위험성은 계속 증가하고 있다. 2007년에 발생한 산업재해를 분석해보면 재해자수는 건설업이 1만 9,050명(21%)으로 제조업의 3만 4,117명(38%)에 이어 두 번째로 높다. 국민총생산 및 취업자수에서 10% 미만을 차지하는 건설업은 전체 재해자수의 20% 이상을 차지하는 재해 다발 산업이다(노동부, 2007). 높은 재해율과 재해자수는 건설업 전반에 걸쳐 효율적인 안전관리가 이루어지지 않음을 보여준다. 현장의 안전관리자들이 재해를 방지하고자 재해 예방과 안전교육 등에 많은 노력을 기울인 결과, 과거에 비해 개선되었지만 다른 산업과 비교하면 아직 개선의 여지가 많다.

건설산업의 안전관리는 산업의 특수성으로 인하여 다른 산업과는 다르게 수행되어야 한다. 안전관리의 각 단계 중 위험도 산정은 예상되는 위험을 어떤 수준에서 관리할 것 인지를 결정하는 데 중요한 척도가 된다. 기존의 위험도 산정방식들은 위험의 빈도와 강도의 범위를 정해 위험도를 산정하거나(Jannadi & Almishari, 2003), 산재요양일수 및 산재보험금의 총합과 횡수를 통해 위험성 평가를 실시하는 등(Baradan & Usmen, 2006 / 이민우·이찬식, 2000) 재해 사례 및 특정 요소에 집중하여 위험도를



이현수 교수
서울대학교
건축학과



공사현장에 미치는 위험은 다수의 가변적 요소의 결합으로 이루어져 있고, 작업의 내용과 조건이 공정 진도에 따라 변한다.

산정하였다. 그러나 건설현장에서는 다양한 위험요소와 인자가 복잡한 관계를 형성하고 있으며, 재해는 이러한 요소들의 결합에 따라 발생한다고 볼 수 있다(Toole, 2002 / Hinze & Gambatese, 2003 / Mohamed, 2002). 따라서 건설산업의 특성을 고려한 위험성 평가가 필요하다(고성석 외, 2005).

본 연구에서는 상황에 따라 작업조건이 변화하고, 수많은工种과 작업자, 다양한 외적 환경으로 구성되는 등의 유동적 특성을 반영하는 건설현장의 위험도 산정방법론을 제시하고자 한다. 건설산업에서 리스크는 넓은 의미로 프로젝트 전반에 걸쳐 프로젝트에 부정적인 영향을 주는 불확실한 사건이나 상태를 말한다. 본 연구는 리스크 관리 중 재해 발생에 영향을 미치는 요소를 고려한 공중별 위험도 산정을 중심으로 수행하였다.

위험은 작업자에게 발생하는 재해의 강도와 빈도로 범위를 한정하였으며, 위험도 분석과 재해 발생 원인에 대한 관련 연구의 동향을 조사하여 기존 위험도 산정방식의 문제점을 고찰하였다. 다음으로는 문헌 고찰과 예비 설문, 본 설문을 통하여 위험영향요소를 도출하고, 계층분석법(AHP; Analytic Hierarchy Process)을 활용하여 위험영향요소별 가중치를 산정하였다. 그리고 위험빈도 및 위험강도지수와 이 두 지수의 조합을 통해 공중별 위험도를 산정하였다. 이를 바탕으로 현장 특성을 반영한 공중별 위험도 산정방법론을 제시하였다.

선행 연구 분석

국내외 건설 분야에서는 안전관리 및 위험도 산정에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 위험에 대한 정의와 선행 연구 및 기존의 지표들을 분석함으로써 기존 연구의 미비점을 발견하였으며, 이를 통해 위험도 산정 개선방안을 도출하였다.

정의

위험(risk), 위험도 산정(risk assessment)과 재해(hazard)에 관한 많은 정의가 있다. Jannadi(2003)은 '위험'을 특정 활동에 속하는 모든 재해의 발생 가능성, 강도, 노출 정도의 측정이라고 정의하였다. 그리고 대부분의 안전관리지침에 의하면 위험은 재해의 발생 가능성과 강도의 조합으로 정의하였다(BSI, 1996 / BSI, 2000). 위험도 산정은 위험의 크기를 예측하고 위험의 허용 범위를 결정하는 전 과정으로 정의할 수 있다(고성석 외, 2004). 본 연구에서는 '위험'을 원하지 않는 사건(event)의 발생빈도(frequency)와 강도(severity)의 조합으로 정의하며, '위험도 산정'은 위험에 내포된 발생 가능성과 강도를 도출하여 위험의 크기를 예측하는 것으로 정의하였다.

재해 예방 관련 연구 동향

〈표 1〉과 같이 기존의 위험도 산정 연구들은 재해로 인한 산재요양일수 및 산재보험금을 기반으로 위험도를 제시하거나 발생빈도 기반의 위험도 산정을 수행하였다. 또한 작업자의 직종, 연령, 공사 종류에 따른 위험도 산정에 관한 연구도 이루어졌다. 선행 연구들은 특정한 요소를 선택하여 그 요소를 중심으로 분석하였다. 그러나 보다 신뢰성 있는 위험도 산정을 위해서는 현장에 존재하는 다양한 위험요소를 고려해야 한다. 공사현장에 미치는 위험은 다수의 가변적 요소의 결합으로 이루어져 있고, 작업의 내용과 조건이 공정 진도에 따라 변하며, 건축의 특성상 작업자들이 상시 바뀌기 때문에 과거의 동일한 시설물의 동일한 공중이라도 위험도는 각 현장의 특성에 따라 다르게 나타난다.

재해지표 및 산정방식 분석

국내와 미국에서는 다양한 지표를 통하여 재해의 발생률 및 강도를 판단한다. 이러한 방법은 현재의 상태에 대해 조사 및

평가하는 것이 아니라 과거의 상황을 여러 관점에서 조사하여 현재의 상황에 적용시켜 재해를 예방하는 것이다. <표 2>는 국내와 미국의 주요 재해측정지표를 정리한 내용이다. 일반적으로 재해위험도 산정에 사용되는 도수율과 강도율은 각각 재해의 양적인 상태, 질적인 상태를 표현한다. 하지만 두 지표의 기준시간이 다르기 때문에 빈도와 강도를 고려한 위험도를 산정하기 위해서는 단위를 일치시킬 필요가 있다. 또한 건설현장에 속하는 작업자들의 인원수 및 근로시간이 정확하게 파악되지 않기 때문에 정확한 지수를 구하기 어렵다. <표 3>은 한국과 미국, 그리고 대형 건설회사 한 곳의 위험도 산정 모델을 정리한 것이다.

한국산업안전보건공단의 안전보건경영시스템 구축에 관한 지침의 위험도 산정방식은 모든 사업장을 대상으로 적용 가능하지만, 건설산업의 특징을 반영하지 못한다. 게다가 빈도와 강도의 구분기준이 텍스트 위주의 정성적 평가로 이루어져 있어 공종별 위험도 구분이 용이하지 않다. 미 국방성 안전프로그램인 MIL-STD-882B는 빈도와 강도의 정량적 구분기준을 제시하였지만, 기준이 명확하지 못하다. 또한 효율적 위험도를 산정하기 위해서는 각 현장의 특성에 맞는 정의와 기준을 반영하여야 한다. 건설 A사에서 실시한 위험도 산정은 건설현장의 특성을 반영하였지만 위험도 산정이 작업 단위로 이루어지고, 건축물 종류, 작업 조건은 따로 산정하여 종합적인 위험도 산

<표 1> 관련 연구 고찰

구분	세구분	정량화	현장 특성				저자
			현장 일반정보	작업자	작업	작업환경	
안전관리 및 수준	안전교육	X	X	●	X	X	김은정 외(2008)
		X	X	X	●	X	김만장(2003)
	관리 수준	X	X	▲	▲	X	Mohamed(2002)
		▲	X	●	▲	X	Hinze and Gambatese (2003)
위험도 산정 및 위험요인 분석	재해 사례 기반	●	X	X	●	X	Baradan and Usmen(2006)
		●	X	X	●	X	이종빈 외(2006)
		●	X	X	●	X	장성록 외(2007)
		●	X	X	●	X	이민우 외(2000)
		●	●	▲	●	X	한국산업안전보건공단(1999)
	리스크 매트릭스	▲	X	X	●	X	Jannadi and Almshari (2003)
		▲	X	X	●	X	Seo and Choi(2008)
		X	X	X	▲	●	손창백, 김상철(2005)

※ 정량화 정도 및 현장 특성 반영 정도가 높은 정도에 따라 ●, ▲, X 순으로 표기함(●: 저자 구체적 반영, ▲: 저자 고려 및 언급, X: 고려 및 언급되지 않음)

<표 2> 국내와 미국의 재해측정 지표

분류	내용
국내	재해율(injury rate) 근로자수 100인 당 발생하는 재해자수의 비율 <재해율(%)> = 재해자수 / 근로자수 X 100
	사망재해율(fatality rate) 근로자수 10,000인 당 발생하는 사망자수의 비율 <사망재해율> = 사망자수 / 근로자수 X 10,000
	연천인율 근로자 1,000명 당 1년 간 발생하는 사상자수 <연천인율> = 사상자수 / 연평균 근로자수 X 1,000(인)
	도수율(빈도율, frequency rate) 산업재해의 발생빈도 : 연 근로시간 합계 100만 시간 당의 재해 발생건수 <도수율(FR)> = 재해 발생건수 / 연근로시간수 X 1,000,000(시간)
	강도율(severity rate) 재해의 강도 척도 : 근로시간 1,000시간 당 재해에 의한 근로손실일수 <강도율> = 근로손실일수 / 연근로시간수 X 1,000(시간)
미국	재해율(recordable incident rate) 재해의 빈도를 나타내는 척도로 근로시간 200,000시간 당 재해 발생건수 <재해율(RIR)> = 재해건수 / 총근로시간 X 200,000(시간)
	손실시간율(roost time incident rate) 재해의 강도를 나타내는 척도로 총근로시간 중 작업을 못하게 되는 시간 <손실시간율(LTIR)> = 근로손실시간 / 총근로시간 X 200,000(시간)

(표 3) 기존 위험도 산정방법

분류	한국산업안전 보건공단	미 국방성 안전프로그램	건설 A사 위험도 산정방식
빈도	5단계 (빈번함, 가능성 높음, 있음, 낮음, 없음)	5단계 (자주, 보통, 가끔, 거의, 발생 않을 것 같은)	3단계 (높음, 중간, 낮음)
강도	4단계(중대재해, 경미한 휴업재해, 경미한 무휴업재해, 영향 없음)	4단계 (파국, 위기, 한계, 무시)	3단계 (높음, 중간, 낮음)
위험도	20단계 (1-20까지의 단계)	4단계(수용 가능, 통제 아래 수용 가능, 바람직하지 못한, 허용 불가)	5단계(매우 높음, 높음, 중간, 낮음, 매우 낮음)
범위 기준	빈도와 강도의 구분기준 부족	빈도와 강도의 개략적 구분기준 제시	범위의 세부기준 부족
적용 범위	모든 사업장	모든 사업장	건설현장
한계점	범위의 기준이 명확히 제시되어 있지 않으며 사업장의 특성을 반영하기 어려움	적용을 위해서 사업장의 특성을 반영하여야 함	안전관리자의 경험적 판단에 따라 위험도 산정

정작업이 이루어 지지 않고 있다. 또한 안전관리자의 경험적 판단에 의해 공중의 위험도가 산정되어 객관성이 낮은 단점이 존재한다.

앞서 살펴본 바와 같이 위험의 빈도와 강도를 구분하는 기준 및 용어의 정량적 특성이 부족하며, 건설현장에 적용할 수 있도록 정의되어야 한다. 이는 건설현장에서 발생한 재해 사례를 기반으로 기존의 위험도 산정에 통합적으로 고려되지 않았던 작업자, 작업환경, 작업에 관련된 현장의 조건을 반영함으로써 이루어질 수 있다. 따라서 본 연구는 기존 위험도 산정의 한계점으로 파악된 현장의 특성을 반영한 특정 시점의 공중에 대한 정량적 위험도 산정 모델을 제시하고자 한다.

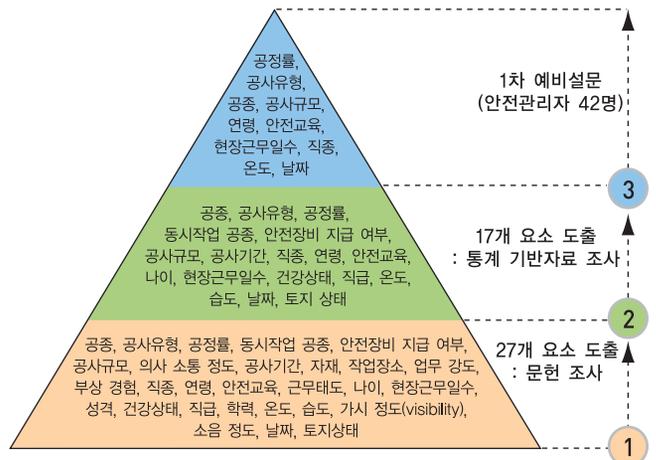
위험영향요소 산정방법론

기존의 연구들을 통해 재해를 유발하는 요소가 매우 다양하며, 이들의 복합 작용으로 재해가 발생한다는 것을 알 수 있다. 여기서는 위험영향요소 산정방법론과 관련된 문헌 조사를 통해 재해의 발생확률 및 강도에 영향을 주는 요소들을 도출하였다. 그리고 도출한 요소들이 재해에 영향을 미치는 정도를 AHP를 통해 분석하였다.

위험영향요소 도출

Heinrich(1939)는 재해 발생 원인을 작업자의 불안정한 행동과 불안정한 물리적·기계적 조건에 의해 사고가 발생한다고 하였다. Chua & Goh(2004)는 재해를 발생시키는 직접적인 요인으로 불안정한 상태, 불안정한 행동, 작업자 특성을 선정하였다. 또한 Suraji et al(2001)은 재해의 직접적 원인으로 부적절한 건설작업, 행동, 현장 조건을 꼽았다. 재해요인에 관한 분류를 건설공사에 적용시키면 불안정한 행동과 불안정한 상태로 나눌 수 있다. 그리고 불안정한 행동은 작업자에 의해 유발되며, 불안정한 상태는 작업과 작업 조건의 결합에 기인한다.

재해를 유발시키는 인적 요인과 물적 요인에는 여러 가지 요소가 포함되어 있다. 이는 안전관리 측면에서 많은 요소를 고려해야 함을 나타낸다. 하나의 사건(event)은 많은 요소의 상호 작용에 의해서 일어난다. 하지만 현실적인 한계와 획득할 수 있는 자료를 고려하여 [그림 1]과 같이 위험영향요소를 도출하였다.



[그림 1] 위험영향요소 도출과정

위험영향요소와 관련된 문헌 조사를 통해서 27개의 요소를 도출하였다. 도출된 27개의 요소 중 측정이 가능하며, 통계적 값이 있는 17개의 요소를 선택하였다. 그리고 경력 10년 이상 안전관리자(안전기사 및 안전기술사) 42명을 대상으로 한 설문을 통해 17개의 요소 중 재해에 대한 영향이 큰 10개의 요소를 도출하였다.

위험영향요소 가중치

앞에서 도출한 총 10개 요소의 중요도 및 재해에 영향을 미치

는 정도를 파악하기 위해서는 정성적인 요소들을 정량적으로 변환시키는 과정이 필요하다. 따라서 요인들의 가중치를 구하는 방법으로 AHP를 사용하였다. 이 기법은 정성적인 요소들을 정량적으로 변환할 수 있으며, 가중치를 구하고자 하는 값들의 쌍대비교를 통해 가중치를 구하게 된다.

AHP를 통해 앞에서 제시한 10가지 중 공중을 제외한 9가지 위험영향요소를 가지고 상대적 중요도를 비교하였다. 비교방법 및 절차는 [그림 2]와 같다.

공중을 제외하고 9가지 요인만으로 설문을 실시한 이유는 위험도 산정에서 공중은 과거 재해 사례를 기반으로 분석하여 현장 특성을 조합하는 방식으로 위험도를 산정하기 때문이다. 현장의 특성을 나타내는 것은 앞서 살펴본 9개의 요소로도 가능하고, 과도한 요소의 선택은 재해자료의 획득이 어려우며, 분석 및 처리의 복잡함 때문에 효율이 떨어질 것이다.



[그림 2] 요소별 가중치 도출과정

설문지는 AHP를 적용할 수 있도록 쌍대비교방법을 적용하였다. 설문은 안전관리 경력 10년 이상의 담당자를 중심으로 배포·회수하였다. 배포한 30부의 설문지 중 13부를 회수하였으며, 이 중 일관성지수(CI; Contingency Index)가 0.1 이하인 7부의 설문지를 바탕으로 요소별 가중치를 분석하였다.

7부의 설문지의 쌍대비교한 값들을 기하평균하여 다시 AHP

[표 4] 쌍대비교 행렬 및 가중치

구분	공정률	공사규모	공사유형	연령	직종	현장근무일수	안전교육	날짜	온도
공정률	1.000	1.952	1.292	1.842	1.511	1.258	0.960	3.524	2.479
공사규모	0.512	1.000	0.869	1.292	0.944	1.000	0.689	1.768	1.575
공사유형	0.774	1.150	1.000	2.034	1.042	1.042	0.635	2.420	1.952
연령	0.543	0.774	0.492	1.000	0.662	0.635	0.445	1.486	1.219
직종	0.662	1.060	0.960	1.511	1.000	1.000	0.624	2.000	2.065
현장근무일수	0.795	1.000	0.960	1.575	1.000	1.000	0.635	2.627	2.155
안전교육	1.042	1.450	1.575	2.246	1.601	1.575	1.000	2.918	2.380
날짜	0.284	0.566	0.413	0.673	0.500	0.381	0.343	1.000	1.000
온도	0.403	0.635	0.512	0.820	0.484	0.464	0.420	1.000	1.000
가중치	0.167	0.104	0.126	0.077	0.115	0.122	0.172	0.054	0.062

“

현장의 특성과 재해에 영향을 미치는 다양한 요소를 고려한 위험도 산정방법을 제시하기 위해 문헌 고찰과 설문을 통하여 10개의 위험 영향요소를 도출하였다. 그리고 AHP를 활용하여 공중을 제외한 위험 영향요소별 가중치를 산정하였다. 아울러 재해 사례를 기반으로 한 위험강도와 빈도 기반의 공중별 위험도를 구하였다. 마지막으로 건설 현장의 특징을 나타내는 위험 영향요소와 공중별 위험도를 결합하여 현장특성을 반영한 현장 위험도 산정방법을 제시하였다. ”

분석을 하였다. 분석의 결과는 <표 4>와 같다. 공정률과 안전교육이 각각 0.167, 0.172로 상대적으로 높은 값을 나타냈다. 일관성지수의 경우는 0.0049로 설문자들의 응답에 일관성이 있다고 할 수 있다.

가중치 상세기준

앞서 도출한 9개의 위험 영향요소 가중치의 상세기준을 마련하기 위해서 한국산업안전보건공단의 산업재해조사표 코드 분류집에서 제시한 분류기준을 바탕으로 현장안전관리자의 의견을 종합하였다. 단, 안전교육에 관한 구분은 재해 사례로 나타나지 않으며 교육의 방식도 현장에 따라 다양하기 때문에 안전

교육의 빈도를 기준으로 구분하였다.

산정방식은 각 요소의 구분별 사고 발생건수 및 부상자와 사망자수, 작업자 투입 정도를 고려하여 위험도를 구하였다. 산정방식은 식 (1)과 같다.

위험영향요소의 구분에 따른 위험도의 평균과 각 구분별 위험도의 비로 현장가중치를 산정한다. 현장가중치를 도입한 이

$$\bullet \text{구분별 위험도} = \sqrt{\frac{\text{부상자 휴업 예정일수} + \text{사망자 휴업 예정일수}}{\text{전체사고 발생건수} \times \text{구분별 작업자 투입 정도}}} \quad (1)$$

유는 영향요소별 구분의 수가 다르기 때문에 단순히 위험도를 낮게 되면 구분의 수가 많은 영향요소의 실질적 가중치가 줄어들기 때문이다. 가중치의 상세기준은 <표 5>와 같다.

<표 5> 위험영향요소별 가중치 상세기준

구분		내용											
공정률 (f1)	정의	전체 공정의 진행 정도											
	구분(%)	~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~100		
	위험도	0.083	0.092	0.124	0.111	0.085	0.099	0.111	0.088	0.107	0.100		
	현장가중치	0.830	0.920	.240	1.110	0.850	0.990	1.110	0.880	1.070	1.000		
공사 규모 (f2)	정의	건축물의 계약금액											
	구분(억)	~5	5~10	10~30	30~50	50~100	100~500	500~1000	1000~				
	위험도	0.139	0.174	0.132	0.143	0.116	0.084	0.114	0.098				
	현장가중치	1.112	1.392	1.056	1.144	0.928	0.672	0.912	0.784				
공사 유형 (f3)	정의	건축물의 종류											
	구분	체육사교시설			주거숙박시설		병원학교시설		아파트		상업공공시설		
	위험도	0.220			0.159		0.174		0.216		0.231		
	현장가중치	1.100			0.795		0.870		1.080		1.155		
연령 (f4)	정의	출생 시부터 생존해온 기간											
	구분	20대			30대		40대		50대		60대		
	위험도	0.061			0.197		0.208		0.270		0.264		
	현장가중치	0.305			0.985		1.04		1.35		1.32		
직종 (f5)	정의	직무의 종류											
	구분	비계공	RC공	지붕공	형틀목공	도장공	미장공	목공	전공	내장공			
	위험도	0.139	0.134	0.112	0.139	0.137	0.065	0.060	0.042	0.037			
	현장가중치	2.504	2.403	2.012	2.503	2.466	1.170	1.077	0.753	0.671			
	구분	조적공	용접공	방수공	보통 인부	철근공	배관설비	타일공	건축공	토공			
위험도	0.030	0.029	0.018	0.015	0.011	0.007	0.006	0.005	0.014				
	현장가중치	0.536	0.516	0.332	0.265	0.201	0.117	0.115	0.098	0.259			
현장 근무 일수 (f6)	정의	당해 현장에서 근무한 일수											
	구분	~10일	10~20일	20~30일	1~2달	2~3달	3~4달	4~5달	5~6달	6~12달	1년~		
	위험도	0.242	0.199	0.147	0.125	0.097	0.068	0.052	0.038	0.021	0.011		
	현장가중치	2.42	1.99	1.47	1.25	0.97	0.68	0.52	0.38	0.21	0.11		
안전 교육 (f7)	정의	재해로부터 자신을 안전하게 지키는 준비를 위한 교육											
	구분	0	1	2	3~4	5~6	7~8	9~10	11~15	16~20	21~		
	위험도	0.327	0.232	0.158	0.092	0.053	0.045	0.037	0.026	0.018	0.012		
	현장가중치	3.27	2.32	1.58	0.92	0.53	0.45	0.37	0.26	0.18	0.12		
날짜 (f8)	정의	1년 중 현장의 현재 시점에 해당하는 월											
	구분(월)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	위험도	0.068	0.086	0.173	0.068	0.080	0.086	0.080	0.111	0.049	0.086	0.056	0.056
	현장가중치	0.82	1.03	2.08	0.82	0.96	1.03	0.96	1.33	0.59	1.03	0.67	0.67
온도 (f9)	정의	건설현장의 기온											
	구분(°C)	~0	0~4	4~8	8~12	12~16	16~20	20~24	24~28	28~			
	위험도	0.196	0.163	0.109	0.082	0.054	0.043	0.101	0.125	0.128			
	현장가중치	1.76	1.47	0.98	0.74	0.49	0.39	0.91	1.12	1.15			

공중 중심 위험도 산정방법론 개발

공중 중심의 위험도 산정방법론은 주로 과거의 재해 사례를 통계적으로 분석하는 방법과 리스크 산정 매트릭스(risk assessment matrix)를 사용하는 방법으로 나눌 수 있다. 리스크 산정 매트릭스는 재해의 강도와 빈도의 정도를 등급화하여 두 가지의 조합을 통해 위험도를 산정한다. 이 방법은 시간 및 노력이 적게 들어간다는 장점이 있지만 정량적으로 위험도를 나타내는 것이 어렵다. 따라서 본 연구에서는 정량적 위험도를 산정하기 위해 과거 재해 사례를 분석하는 방법을 사용하였다.

위험도 산정방법

공중별 위험도 산정방법은 세 가지 단계로 이루어진다. 첫 번째 단계는 위험강도를 산정하고, 두 번째 단계는 위험빈도를 산정한다. 그리고 마지막으로 위험강도와 빈도를 결합한다.

공중별 위험도를 산정하기 위한 자료는 4개의 종합건설업체 및 산하 하도급 업체의 5년(2003~2007년) 간 재해 사례를 대상으로 수집하였다. 재해 사례의 수는 총 596개이며, 세부적으로 부상자 537명, 사망자 79명이 조사되었다.

공중은 건축표준시방서의 23개 대 공중을 중심으로 분류하였다. 그 중 조경공사, 온돌 및 바닥판공사 및 특수 건축공사를 제외하였다. 앞의 세 공중은 공중별 투입인원비율을 구할 수 없었으며, 재해 사례도 부족하였고, 특수 건축공사의 경우는 일반 공중을 취급하기 어렵기 때문에 제외하였다. 그리고 추가한 두 가지 공중(엘리베이터 공사, 커튼월 공사)은 현장에서 작업자수에 비해 재해의 강도와 빈도가 높다는 의견을 반영하여 포함시켰다.

위험강도 및 빈도 산정

공중별 위험강도를 측정하는 정량적인 지표는 부상과 사망으로 인한 휴업예정일수(이민우, 2000)와 보험지급액 등이 있다. 건설현장의 다양한 지역 분포와 직종 및 임금을 고려하면 보험지급액은 상황에 따른 편차가 크기 때문에 휴업예정일수를 기반으로 위험강도를 산정하였다.

휴업예정일수는 부상자와 사망자 휴업예정일수를 더한 값이다. 「산업안전보건법」 산업재해통계업무처리규정(2000)에 따

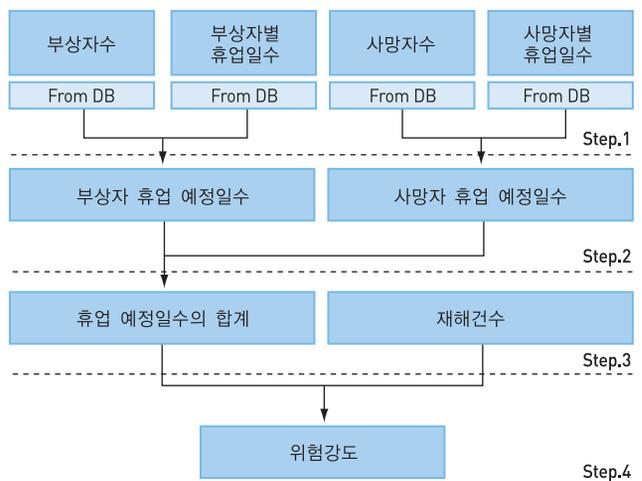
르면, 부상자의 휴업예정일수는 하나의 확정된 숫자가 아닌 범위로 규정하고 있기 때문에 각 코드별 평균값과 코드별 부상자수를 곱하여 구하였다.

산업재해조사업무처리규정에서는 사망자 1인의 휴업예정일수를 7,500일로 간주한다. 고령자의 사망재해가 많은 건설현장의 특성상 7,500일은 과하다고 판단되어 75세에서 연령대별 평균 나이를 빼고 거기에 150일을 곱하는 것으로 사망자 휴업일수를 구하였다.

건설현장의 특성상 60대의 근로자가 타 산업에 비해 많아 기준을 60대로 정하면, 사망자 휴업예정일수가 지나치게 적게 나오므로 75세를 기준으로 선택하였다. 또한 1년의 근무일을 150일로 선택한 것은 옥외작업이 많아 기후 및 작업조건에 근로일수가 큰 영향을 받기 때문이다.

구간은 20대(25세), 30대(35세), 40대(45세), 50대(55세), 60대(65세)로 나누었다. 식 (2)와 [그림 3]과 같이 위험강도는 부상자와 사망자의 휴업재해일수를 더한 뒤 공중별 재해건수로 나누어 구한다. 즉, 재해건수 당 휴업예정일수를 위험강도로 산정한다.

$$\bullet \text{ 위험강도} = \frac{\text{부상자 휴업예정일수} + \text{사망자 휴업예정일수}}{\text{공중별 재해건수}} \quad (2)$$



[그림 3] 위험강도 산정과정

공중별 위험빈도를 산정하는 방법은 공중별 재해 사례와 전체 재해 사례의 비를 공중별 투입인원비율로 나누어 산정한다.



건설현장의 위험도는 같은 공종이라 할지라도 공사의 종류 및 규모, 공종을 수행하는 작업자의 특성, 그리고 작업환경에 의해 달라질 수 있다.

공종별 투입인원비를 적용하게 되면 작업자 1인 당 위험빈도를 구할 수 있게 된다. 이 내용을 나타내면 식 (3)과 같다. 공종별로 투입되는 전체 작업자가 아닌 작업자 1인 당 위험빈도를 산정하는 이유는 현장의 규모나 공종의 종류에 따라 작업자의 수가 다르기 때문이다.

$$\bullet \text{ 위험빈도} = \frac{\text{공종별 재해건수}}{\text{전체재해건수} \times \text{공종별 투입인원비율}} \quad (3)$$

공종별 위험도

위험강도와 빈도를 구하고 난 뒤 두 값을 결합하기 위해서는 변환과정이 필요하다. 이를 위해 상대위험강도와 상대위험빈도를 도입하며, 강도와 빈도는 동등한 중요도를 가진다고 가정하였다.

상대위험강도와 상대위험빈도는 각각 위험강도와 빈도에서 가장 크기가 큰 공종을 100으로 두고, 나머지 공종들을 가장 크기가 큰 공종과의 비로 나타낸다. 이 두 지수를 최댓값 100

으로 치환한 이유는 강도와 빈도를 구한 뒤의 두 지수의 상대적인 크기가 다르기 때문에 같은 중요도를 가진다는 가정을 만족시키기 위해서이다. 각각의 최댓값이 100으로 전환된 비교 빈도지수와 비교강도지수의 결합은 두 지수의 기하 평균을 사용한다. 기하 평균을 선택한 이유는 두 지수 중 어느 한 지수가 작거나 크더라도 산술평균에 비해 영향을 적게 받기 때문이다. 이를 나타내면 식 (4)와 같다.

$$\bullet \text{ 상대위험도} = \sqrt{\text{상대위험강도} \times \text{상대위험빈도}} \quad (4)$$

이상과 같이 설명한 방법으로 앞에서 언급한 596개의 재해 사례를 분석하여 공종별 위험도를 구한 결과는 <표 6>과 같다. 결과를 살펴보면 지붕 및 흡통공사와 엘리베이터 공사의 위험도가 높게 나타난다. 상대위험강도가 가장 크게 나타나는 것은 엘리베이터 공사이며, 상대위험빈도는 지붕 및 흡통공사에서 가장 크게 나타난다.

현장위험도 산정

현장의 위험도는 같은 공종이라 할지라도 공사의 종류 및 규모, 공종을 수행하는 작업자의 특성, 그리고 작업환경에 의해 달라질 수 있다. 가변적인 위험도를 표현하기 위해서는 현장의 특성을 나타낼 수 있는 위험영향요소와 과거 재해 사례를 통한 공종별 위험도를 결합하여 현장의 조건에 맞는 위험도를 산정한다.

현장위험도는 공종별 위험도와 영향요소를 결합하여 산정하며, 방법은 식 (5)와 같다. AHP를 이용하여 구한 9개 위험 영향요소의 가중치(f_w)와 현장가중치(f_s)를 곱하여 합한다. 그 다음 이를 공종별 상대위험도(RR)에 곱하여 현장위험도(R_s)를 구한다.

$$R_s = RR \sum_{i=1}^9 (f_{iw} \times f_{is}) \quad (5)$$

단, 작업자와 관련된 위험영향요소의 가중치 산정 시에는 각

“

건설현장의 안전관리에서 가장 중요한 것은 현장 구성원들의 안전의식과 이를 바탕으로 실시하는 안전교육이다. 하지만 안전관리활동의 사소한 오류들과 안전의식 결여로 재해가 발생한다. 본 연구에서 제시한 방법론은 현장의 다양한 위험영향요인을 다수의 재해 사례를 분석하여 정량화하여 위험도를 산정함으로써 안전에 대한 인식 제고 및 안전관리의 효율을 높일 수 있을 것으로 기대한다. ”

각의 요소별로 작업자 전원의 현장가중치를 합한 뒤 작업자의 수로 나눈다. 식 (6)은 공종에 투입된 작업자의 수가 2명 이상 일 때, 연령, 직종, 현장근무일수, 안전교육의 현장가중치를 구하는 방법을 나타낸 것이다.

〈표 6〉 공종별 위험도

구분	재해건수	부상자수	사망자수	부상자 휴업 예정일수	사망자 휴업 예정일수	위험강도	위험빈도	상대 위험 강도	상대 위험 빈도	공종별 투입인원 비율	상대 위험도
지붕 및 홀통공사	12	8	4	2185	9000	932.08	3.66	73.34	100.00	0.55	85.64
엘리베이터 공사	5	3	2	354.5	6000	1270.90	2.62	100.00	71.61	0.32	84.63
커튼월 공사	8	5	3	996.5	5250	780.81	1.58	61.44	43.14	0.85	51.48
콘크리트 공사	237	229	26	11053	88500	423.63	2.78	33.33	75.99	15.38	50.33
철골공사	39	30	9	998	29250	775.59	0.87	61.03	23.80	7.51	38.11
지정 및 기초공사	37	29	10	1074.5	21000	596.61	10.90	46.94	24.69	7.24	34.04
내외벽공사	40	35	5	872.5	14250	360.06	0.90	28.33	38.04	4.82	32.83
미장공사	39	36	4	3543	9000	319.31	1.15	25.12	41.67	4.40	32.36
가설공사	33	29	4	3475.5	7500	332.59	0.85	26.17	23.09	6.55	24.58
방수 및 방습공사	15	17	1	243	2250	166.20	1.25	13.08	34.09	2.42	21.11
해체 및 재활용공사	19	18	1	2841	750	189.00	0.99	14.87	27.13	3.21	20.09
도장공사	12	11	1	310.5	3750	338.38	0.49	26.62	13.41	4.10	18.90
토공사	16	14	3	210	6750	435.00	0.37	34.23	10.13	7.69	18.62
타일 및 테라코타 공사	5	4	1	187.5	2250	487.50	0.32	38.36	8.62	2.66	18.18
기타 공사	22	20	2	550	6000	297.73	0.49	23.43	13.25	7.61	17.62
조적공사	9	8	1	85	2250	259.44	0.39	20.41	10.71	3.85	14.79
석공사	12	11	1	157.5	750	75.63	0.86	5.95	23.56	2.14	11.84
창호 및 유리공사	5	4	1	300	750	210.00	0.24	16.52	6.44	3.56	10.31
금속공사	8	8	0	649	0	81.13	0.42	6.38	11.42	3.21	8.54
수장공사	9	9	0	642	0	71.33	0.29	5.61	8.03	5.14	6.71
단열 및 방내화공사	7	7	0	88.5	0	12.64	0.92	0.99	25.07	1.28	4.99
목공사	7	7	0	131	0	18.71	0.44	1.47	12.06	2.66	4.21
합계	596	537	79	30610	215250					위험도 평균	27.61

$$\bullet f_s = [f_{s(n_1)} + f_{s(n_2)} + f_{s(n_3)} + \dots + f_{s(n_n)}] / n \quad (6)$$

공중별로 투입되는 전체 작업자가 아닌 작업자 1인 당 위험빈도를 산정하는 이유는 현장의 규모나 공종의 종류에 따라 작업자의 수가 다르기 때문이다.

결론

건설공사는 작업조건, 작업자의 특성, 기후 및 온도 등으로 인하여 가변적인 위험요소들을 가지고 있기 때문에 현장의 상황 및 특성에 따라 내재된 위험의 정도도 다르게 나타날 수 있다. 그러나 기존의 안전관리는 경험적 안전 지식을 중심으로 수행되어 효율성이 떨어진다.

본고는 이러한 현장의 특성과 재해에 영향을 미치는 다양한 요소를 고려한 위험도 산정방법을 제시하기 위해 수행되었다. 이를 위해 문헌 고찰과 설문을 통하여 10개의 위험영향요소를 도출하였다. 그리고 AHP를 활용하여 공중을 제외한 위험영향요소별 가중치를 산정하였다. 아울러 재해 사례를 기반으로 한 위험강도와 빈도 기반의 공중별 위험도를 구하였다. 마지막으로 건설현장의 특징을 나타내는 위험영향요소와 공중별 위험도를 결합하여 현장 특성을 반영한 현장위험도 산정방법을 제시하였다.

건설현장의 안전관리에서 가장 중요한 것은 현장 구성원들의 안전의식과 이를 바탕으로 실시하는 안전교육이다. 하지만 안전관리활동의 사소한 오류들과 안전의식 결여로 재해가 발생한다. 본 연구에서 제시한 방법론은 현장의 다양한 위험영향요인을 다수의 재해 사례를 분석·정량화하여 위험도를 산정함으로써 안전에 대한 인식 제고 및 안전관리의 효율을 높일 수 있을 것으로 기대한다. ☺

참고문헌

- 노동부, 2000, 「산업안전보건법」 제4조 제1항 제7호.
- 노동부, 2007, 2007년 산업재해 현황 분석, pp.1-12.
- 한국산업안전보건공단, 1999, 건설공사 종류별 위험도 조사 및 정량화 지수연구, 한국산업안전보건공단.
- 고성석·송혁·이재용, 2004, '건축공사 공중별 위험도에 관한 연구', 대한건축학회 논문집(구조계), 20(5) pp.137-144.

- 고성석·송혁·이한민, 2005, '재해 사례와 위험도지수를 활용한 건축공사 안전정보 시스템 개발', 대한건축학회논문집(구조계), 21(6) pp.113-120.
- 김만장, 2003, '건설현장의 재해 예방을 위한 건설안전교육의 개선방안', 동국대학교 석사학위 논문, pp.39-45.
- 김은정·신동우·김경래, 2008, '건설근로자의 개인적 특성에 맞는 안전교육 모델', 한국건설관리학회 논문집, 9(5), pp.116-126.
- 이민우·이찬식, 2000, '건설공사의 위험도 산정에 관한 연구', 대한건축학회 논문집(구조계), 16(5) pp.105-112.
- 이종빈·고성석·장성록, 2006, '중대재해 사례와 작업강도를 고려한 건축공사 위험성 평가', 한국안전학회지, 21(4), pp.102-107.
- 손창백·김상철, 2005, '기후요소가 건설안전사고에 미치는 영향에 관한 연구', 한국안전학회지, 20(2), pp.91-96.
- 장성록·고성석·이종빈, 2007, '건축공사 공중별 위험지수 산정 모델에 관한 연구', 한국안전학회지, 22(6), pp.63-68.
- British Standard Institute(BSI), 1996, 'Guide to Occupational health and Safety Management Systems.', BS 8800, London.
- British Standard Institute(BSI), 2000, 'Occupational Health and Safety Management Systems-Guidelines for the implementation of OHSAS 18001.', OHSAS 18002, London.
- Heinrich, H. W., 1939, Industrial Accident Prevention, McGraw-Hill, New York.
- Quality Management and Quality Assurance Standard, 1984, System safety program requirements, MIL-STD-882B.
- Baradan S. and Usmen, M.A., 2006, 'Comparative Injury and Fatality Analysis of Building Trades', J. Constr. Eng. Manage., 132(5), pp.533-539.
- Chua D. K. H. and Goh Y. M., 2005, 'Poisson Model of Construction Incident Occurrence.', J. Constr. Eng. Manage., 131(6), pp.715-722.
- Hinze J. and Gambatese J., 2003, 'Factors That Influence Safety Performance of Speciality Contractors', J. Constr. Eng. Manage., 129(2), pp.159-164.
- Jannadi O. A., and Almishari S., 2003, 'Risk Assessment in Construction.', J. Constr. Eng. Manage., 129(5), pp.492-499.
- Mohamed S., 2002, 'Safety Climate in Construction Site Environments', J. Constr. Eng. Manage., 128(5), pp.375-384.
- Seo J. W. and Choi H. H., 2008, 'Risk-Based Impact Assessment Methodology for Underground Construction Projects in Korea', J. Constr. Eng. Manage., 134(1), pp.72-81.
- Suraji A., Duff A. R., Peckitt S. J., 2001, 'Development of Causal Model of Construction Accident Causation.', J. Constr. Eng. Manage., 127(4), pp.337-344.
- Toole, T. M., 2002, 'Construction site safety roles.', J. Constr. Eng. Manage., 128(3), pp.203-210.

초고층 건축물 공사의 안전관리를 위한 제언

초고층 건축물 공사는 지역의 랜드마크적 성향을 보이며, 국내·외적으로 그 관심도가 날로 증가 추세에 있다. 초고층 건축물 공사는 수직적 분포와 고소작업이라는 특수성으로 인하여 공기 단축과 화재 예방이 절대적으로 요구되고 있다. 이러한 요구도는 ACS Form 등과 같은 가설 공법의 개발, 고속 인양 장비의 수요도, CPB 등의 콘크리트 타설 장비, 부재의 경량화 및 고강도화, 화재 예방기술 등이 시공상 요구된다. 본고에서는 초고층 건축물 공사의 안전을 이해하기 위한 초고층 건축물 공사의 특성과 초고소작업의 환경 변화 이해, ACS Form의 안전성 확보를 위한 기준 등에 관하여 언급하고, 향후 기술 개발 방향을 제안하였다.

서론

초고층 건축물은 인류 초기에는 신의 숭배와 권위의 상징이었다. 그 일환으로 인류는 지구라트, 피라미드, 스톤헨지 등을 구축하였으며, 산업혁명기인 1889년 에펠탑(300m)을 필두로 지역의 상징적 구조물을 구축하기 시작한 이래, 엠파이어 스테이트 빌딩(Empire State Building : New York, 1931년, 110층, 417m), 한코크 센터(Hancock Center : Chicago, 1969년, 100층, 344m) 등 경쟁적으로 지역별 랜드마크 형성을 위한 고층 빌딩 건설을 추진하여 왔다. 1990년대 후반 아시아권에서는 초고층 빌딩 건립이 경쟁적으로 확산되어 페트로나스 쌍둥이 빌딩(Petronas Twin Towers : 쿠알라룸푸르, 1998년, 88층, 452m), 타이페이 101(Taipei 101 : 타이페이, 2004년, 101층, 508m), 버즈 두바이(Burj Dubai : 두바이, 2010년, 162층, 818m)가 건립되었다. 향후 나킬타워(두바이, 1,000m 이상), 지다타워(사우디아라비아, 1,600m 이상) 등이 건립 예정에 있다.

국내에서도 1990년대 후반 IMF로 침체된 경제 위기 돌파를 위해 초고층 건축물이 구축되기 시작하여 아크로빌(46층), 타워팰리스 I (66층), 타워팰리스 II (55층), 타워팰리스 III (69층), 삼성동 I-Park(46층) 등이 건립되었다. 현재는 부산의 해운대 아이파크(72층)가 건립 중에 있으며, 잠실 제2롯데월드, 용산 드림타워 등이 건립 예



이명구 교수
울지대학교
보건환경안전학과



20세기 초반 하더라도 15층 건물이 초고층으로 분류되었으나 500m 이상의 건축물을 시공하고 있는 지금은 이를 초고층으로 분류하기는 어색하다.

정 중에 있다.¹⁾

초고층 건축물에 관한 관심은, 먼저 2001년 초고층 건축과 관련된 기술자들로 구성된 한국초고층건축포럼이 발족되어 다양한 분야의 연구들을 추진하여 왔다. 그리고 국토해양부가 2006년 세계 일류 기술 개발을 위한 중점 전략 10대 프로젝트 (VC-10) 중 하나로 초고층 복합 빌딩 기술 개발에 역점을 두어 추진하여 왔다. 2008년에는 초고층복합빌딩사업단이 발족되어 공청회를 개최한 바 있으며, 앞으로 초고층 건축물에 관한 본격적인 연구가 집중적으로 수행될 예정이다.

초고층 건축물에 대한 정의는 시대에 따라 변화하고 있어, 20세기 초반 하더라도 15층 건물이 초고층으로 분류되었으나 500m 이상의 건축물을 시공하고 있는 지금은 이를 초고층으로 분류하기는 어색하다. 초고층 건축물이란 일반 중저층 건물과는 달리 특별히 고려해야 할 사항들을 포함하는 특수한 건축물이라 할 수 있다. 세계초고층학회(CTBUH; Council on Tall Buildings and Urban Habitat)에서는 초고층 건물을 높이나 층수와 같이 정량적으로 정의하지 않고, 건축 계획과 용도상에

직접적으로 영향을 주는 고층성을 가진 건축물이라고 정의하고 있다. 한편, 구조공학적으로는 바람, 지진 등 횡하중이 구조 계획에 주된 영향을 끼치는 건물 또는 세장비(Aspect Ratio)가 최소 5 : 1 이상인 건물이라고 정의하며, 한국초고층건축포럼에서는 50층 이상 또는 높이 200m 이상 건물로 정의하고 있다.

초고층 건축물의 특성은 공간의 수직적 분포, 고층부의 접근 불리, 피난의 어려움, 바람의 영향 등 물리적 특성과 강화된 화재안전 설계, 방재센터의 첨단화 등 기술적 특성, 랜드마크의 제공, 고소의 심리적 불안감 등 사회심리적 특성 등이 있다.

초고층 건축물공사는 수직적 구조를 갖고 있기 때문에 동일한 연면적의 건물일 경우 중저층 건축물에 비하여 긴 공사 기간이 소요된다. 그러므로 초고층 공사인 경우에는 양질의 품질은 물론 공기 단축이 최대의 관심사가 되고 있다.

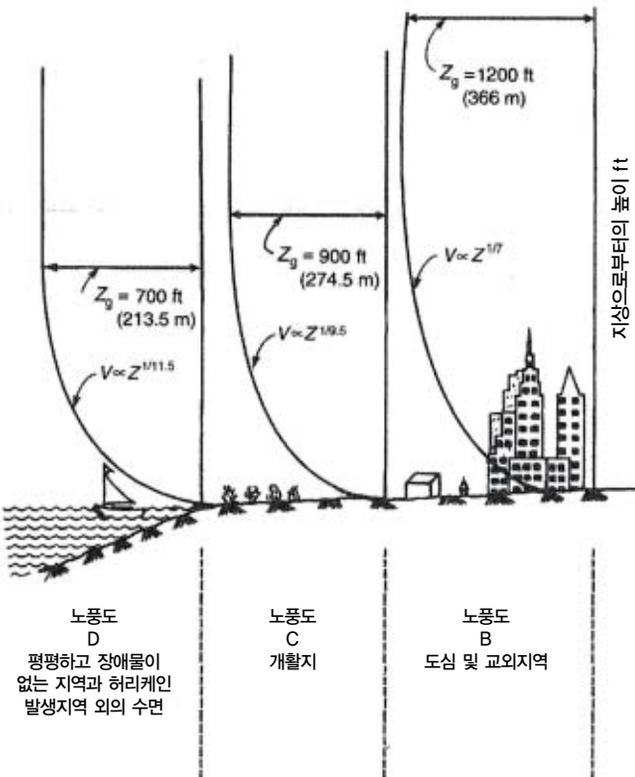
초고층 건축물 공사에서 적용되는 시공기술의 근본 목표는

1) 신성우(2007), 초고층 건축물 디자인과 설계기술, 한국초고층건축포럼

〈표 1〉 초고층 건축물 공사의 시공관리요구도 및 공법

시공관리요구도	공법 및 내용	안전관리 요구사항
부재의 축소	고강도 콘크리트(60MPa 이상) 철골, SRC	취성파괴 품질관리
공기 단축	ACS Form, CPB 등 공장 제작(Unit Floor 공법, N공법 등)	안전작업절차서
풍속의 영향	지상 높이 10m 대비 100m는 약 1.3배 이상의 풍압 작용 캔틸레버 구조체(상부의 수평변위 과대)	고도 및 지역에 따른 풍압 검토기준
방재(화재)	화재 대비 대피경로, 대피장소, 소화시설	화재 예방기준
고속 운행	Tower Crane, Hoist, Lift, Gondola	고도에 따른
인양 장비	차별화된(자중, 속도 증가) 장비 계획	설치기준
고압의 콘크리트 펌프카	압송력 크기의 증가(높이 500m 이상)	압송력에 따른 배관 설치기준
차별화된 보건안전활동	근로자의 심리적·신체적 조건 고려 작업현장의 수평·수직적 공간 확대	체계적인 안전관리기법
차별화된 안전시설	낙하물방지망, 수직보호망, 추락방지망, 안전난간대 차별화된(고소, 풍속 등) 안전시설 계획	안전시설 설치기준

일반적인 중저층 공사에서 요구되는 목표와 큰 차이가 없다. 다만, 일반 건축물의 시공에서 나타나는 문제점들 외에도 표준 사이클 공정의 반복, 고소작업의 효율성 저감, 작업장 협소 등



〔그림 1〕 지형별 높이에 따른 풍속의 변화³⁾

“

초고층 건축물에 관한 관심은, 먼저 2001년 초고층 건축과 관련된 기술자들로 구성된 한국초고층건축포럼이 발족되어 다양한 분야의 연구들을 추진하여 왔다. 그리고 국토해양부가 2006년 세계 일류 기술 개발을 위한 중점 전략 10대 프로젝트(VC-10) 중 하나로 초고층 복합 빌딩 기술 개발에 역점을 두어 추진하여 왔다. 2008년에는 초고층복합빌딩사업단이 발족되어 공청회를 개최한 바 있으며, 앞으로 초고층 건축물에 관한 본격적인 연구가 집중적으로 수행될 예정이다. ”

의 난이도가 높은 공정으로 인해 기술의 전문성을 요구하는 추가적인 문제점이 많이 발생된다. 초고층 시공관리상 특별히 요구되는 요소들은 〈표 1〉과 같다.

이와 같이 초고층 건축물 공사는 중저층 공사와는 차별화된 특성들을 갖고 있어 건설재해를 방지하기 위한 기술적인 접근은 일반 건축공사에 적용하고 있는 것과는 차등적으로 접근하여야 할 필요가 있다. 따라서 초고층 건축물 공사에서 예상되는 문제점을 제시하고 재해방지를 위한 기술적 검토 항목들을 제시하였다.

초고층에서의 환경 변화

풍속의 변화

바람은 크게 탁월풍(Prevailing Wind), 계절풍(Seasonal Wind), 국지풍(Local Wind)의 3개 유형으로 분류될 수 있다.²⁾ 지표면으로부터의 높이가 증가할수록 풍속은 점차 증가하지만, 반대로 높이가 증가하면 지표면과의 마찰 및 주변 환경의 영향을 덜 받게 된다. 특히 어느 정도의 높이 이상에서는 풍속이 일정하게 되는데 이 높이를 대기경계층(Atmospheric Boundary Layer)이라 부르며, 이 높이에서의 풍속을 경도풍속(Gradient Wind Speed)이라 부른다. 대기경계층의 높이는 하부 지형의 영향을 받으며, 도심지역에서는 지표면에서부터 400~500m, 개

활지에서는 200~300m 정도이다. 이와 같이 지형별로 대기경계층의 높이는 서로 다른데 이는 [그림 1]과 같다.

대부분의 초고층 건축물이 건립되는 도심지의 노풍도 B를 기준으로 할 때 고도 400m 이상이면 풍속은 일정하게 되며, 그에 대한 풍압은 지표면 풍압에 비하여 4.28배에 달하고 있다(건축구조 설계기준 KBC2005).

공기밀도의 변화

공기밀도는 단위체적에 포함된 공기의 질량으로 기압 및 온도와 밀접한 관계를 갖고 있다. 일반적으로 습도의 영향을 무시하고 다음과 같은 식으로 계산하고 있다.

$$\rho = \frac{0.132}{1 + 0.00367t} \frac{h}{760} \quad (\text{kgf} \cdot \text{s}^2/\text{m}^4)$$

기온은 높이에 따라 직선적인 변화를 나타내지만 기압은 높이에 따라 2차원적인 변화를 나타나게 되므로 지표면에서 약 1km 이내에서는 기압의 변동이 더 크다. 일반적인 표준대기에서는 5km마다 기압이 대략 1/2로 감소하게 되며, 지표면으로부터 1,000m의 높이에서는 지표면 기압의 0.87배 정도의 기압을 갖게 된다.

공기밀도 또한 기압에 비례해서 감소하게 되며, 상대적으로 온도 변화보다는 기압 변화에 더 큰 영향을 받게 된다. 공기밀도 감소로 인해 발생하는 현상은 풍하중의 감소, 저항(감쇄) 능력의 감소, 구조체의 팽창, 외기 노출에 의한 작업자의 호흡 곤란 등이 있을 수 있다. 그러므로 초고층 공사에서는 중저층 공사와는 다르게 공기밀도에 대해서도 검토할 필요가 있다.

기온의 변화

높이에 따른 온도의 감소는 대류권에서 100m가 증가할 때마다 대략 0.6~0.65℃ 정도로 관측되고 있다. 지표면의 기온이 20℃ 일 때 지상 1,000m의 기온은 대략 6~6.5℃ 정도의 차이가 발생하게 되는데, 이는 작업자가 지표면에서 하복을 입고 덥다고 느끼는데 반하여 지상 1,000m에서는 춘추복을 입었을 경우 추위를 약간 느끼는 정도로 현저한 차이가 난다고 할 수 있다.⁴⁾

이는 또한 구조체에 영향을 미칠 수 있는데 열수축에 따라 구조체에 영향을 미치는 요소로도 작용을 한다. 일반적인 철강의 열팽창계수는 $1.2 \times 10^{-5}/\text{℃}$ 로 지표면에서 1,000m의 높

이에서는 $7.44 \times 10^{-5}/\text{℃}$ 의 변형률이 발생하며, 이를 힘으로 환산하면 약 15MPa의 응력이 추가로 작용하게 되는 것과 동일하다. 아울러 구조물의 강접합으로 인해 부정정구조가 될 경우에는 부가적인 응력의 추가 발생 가능성도 있다. 특히 초고층 구조물에서 사용되는 가설재의 경우 지표면에서 조립되어 상승하게 되는 경우가 많으므로 온도 변화에 의한 추가 응력이 발생할 수 있다는 점을 고려하여야 한다.

ACS 폼(Auto Climbing System Form) 제작기준

ACS Form의 개요

별도의 양중장비 없이 자체적으로 1개씩 형틀을 상승시키면서 콘크리트를 타설하는 공법을 말한다. 이는 골조의 품질이 우수하고, 안전시설물이 일체화되어 있어 3~4일에 1개 층씩 콘크리트를 타설할 수 있는 시스템이다. 공기 단축을 위하여 1사이클의 기간을 최소화하고자 끊임없이 노력하여 왔으며, 2008년 발족된 초고층복합빌딩사업단은 1일 1개 층 시공을 목표로 하고 있다.

ACS Form의 종류

ACS Form은 주로 독일의 Doka사와 Peri사의 제품이 수입되어 국내에서 사용되고 있으며, 최근에는 국내 기업인 삼목정공이 자체적으로 ACS Form을 개발하여 국내의 일부 현장에 적용하고 있다. ACS Form은 제조사에 따라 그 형태나 작동방식에서 미소한 차이가 있으나 근본적인 원리는 동일하다. Doka에서는 SKE-100⁵⁾ 제품을 중심으로 하여 이것을 경량화한 SKE-50⁶⁾ 제품이 주로 사용되고 있으며, Peri에서는 ACS Type 시리즈의 ACS Form 이외에 유압잭을 별도로 구성하여 경량화시킨 RCS Form이 더 많이 쓰이고 있다. 이외에 캐나다의 Alumae

2) Bungale S. Taranath PH. D., S.E, 'Wind and Earthquake Resistant Buildings', 2005

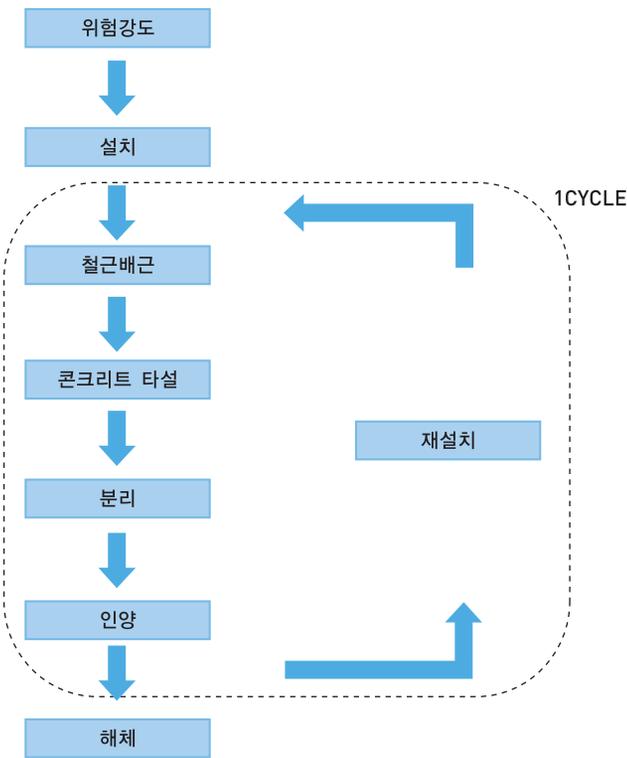
3) Taranath, '초고층 구조설계', 2008. - 미국의 풍하중 설계기준 (ASCE7)

4) 가상청 <http://www.kma.go.kr>

5) 여기서 100은 Anchor 한 개가 저항할 수 있는 힘의 크기를 나타낸다. 즉, 100kN의 힘을 Anchor가 저항할 수 있다.

6) 50kN의 힘을 Anchor가 저항할 수 있는 제품이다. ACS Form의 구성요소를 최소화하여 경량화시켰다.

서 목재 및 강재 프레임을 알루미늄으로 변경시킨 ACS Form을 개발하여 사용하고 있으며, 삼목정공에서 생산하는 ACS 또한 경량화를 특징으로 하여 점유율을 높여가고 있다.



[그림 2] ACS Form의 시공 순서

“ 초고층 건축물의 특성은 공간의 수직적 분포, 고층부의 접근 불리, 피난의 어려움, 바람의 영향 등 물리적 특성과 강화된 화재안전 설계, 방재센터의 첨단화 등 기술적 특성, 랜드마크의 제공, 고소의 심리적 불안감 등 사회심리적 특성 등이 있다. 초고층 건축물공사는 수직적 구조를 갖고 있기 때문에 동일한 연면적의 건물일 경우 중저층 건축물에 비하여 긴 공사 기간이 소요된다. 그러므로 초고층공사인 경우에는 양질의 품질은 물론 공기 단축이 최대의 관심사가 되고 있다. ”

ACS Form의 구조 해석 조건

제작사마다 다소간의 차이는 있을지라도 구조적인 원리는 모두 유사한 것이다. 현재 초고층 공사에서 ACS Form은 널리 사용되고 있으나 제작 및 사용에 대한 기준이 마련되어 있지 않아 사용상의 안전성 확보가 미흡하므로 ACS Form의 안전성 확보를 위한 기준의 제정이 시급한 실정이다. 따라서 [그림 5]와 같이 모델링하고 구조 해석함으로써 ACS Form의 하중조건별 구조적 거동 특성을 평가하였다.

하중조합은 <표 3>과 같이 고정하중(수직하중), 작업하중 및 풍하중으로 구분되며, 풍하중은 구조물 방향으로의 정압과 구조물 외측으로 작용하는 부압, ACS Form 측면으로 작용하는 측압으로 구분하여 작용하였다. 부재의 대표적 해석결과는 [그림 6]~[그림 10]과 같다. 이러한 해석결과는 대표적으로 구조물의 지점에 대해서만 검토하였으나 모든 주부재에 대하여 검토되어야 할 것이며, 제작을 위한 해석조건을 다음과 같이 얻을 수 있다.

- ACS에서 고려해야 할 하중은 크게 고정하중, 작업하중, 풍하중으로 구분할 수 있고, 이에 대해 모든 가능한 조합을 고려하여야 하며, 최악조건에서 안전한 구조이어야 한다.
- 사용하고자 하는 최대 지상높이의 풍속에서 안전한 구조이어야 한다.
- 앵커의 반력은 하중조건에 따라 인장 압축이 교차하기 때문에 이에 대하여 충분한 강도를 보유하여야 하며, 응력 범위 및 하



[그림 3] Doka Form의 종류

중 반복 횟수를 고려한 피로파괴를 검토하여야 한다.

- 작업조건일 때와 작업을 중지한 상태일 때에 대하여 각각 해석하되, 작업중지(강풍)한 상태인 경우에는 그 지역의 50년 빈도의 풍속을 반영하여야 한다.
- 작업하중은 가설공사표준시방서에 따라 중량물 적재 시 2.5kN/m², 경작업 시에는 1.25kN/m²을 적용하며, 독일기준(DIN)에 의한 작업하중은 상대적으로 작은 0.75kN/m²을 적용하므로 독일기준을 적용할 경우 해당 현장의 작업환경에 대해서 면밀히 검토할 필요가 있다.
- 풍하중 산정 시 대기경계층 이상 높이에서는 풍속이 더 이상 증가하지 않으므로 이를 고려해야 하며, 해당 대지의 적절한 풍하중 산정 모델을 선정하기 위해 풍하중에 대한 더 많은 이해를 필요로 한다.
- 부압과 수직하중에 대해서는 서로 동일한 방향의 거동을 보이게 되므로 발생 가능한 최대하중을 적용하여야 한다.
- 측면에서 발생하는 풍압과 수직하중에 대해서는 ACS에 비틀림을 유발하는 거동을 보이게 되어 이에 저항하기 위해 과도한 응력이 발생하거나 부재력이 역전되는 경우가 발생하므로 측면에서 풍압이 발생할 수 있는 부위에 대해서는 이러한 비

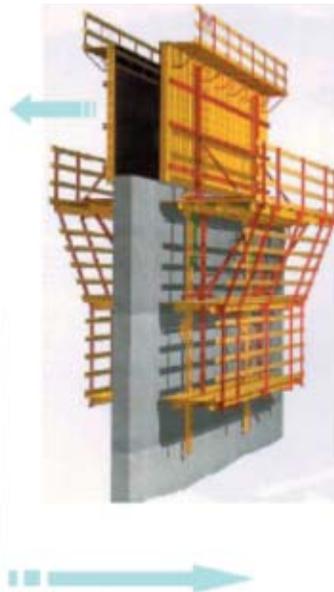
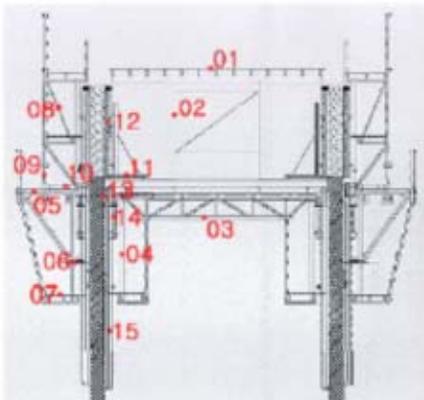
〈표 2〉 Doka Form Type별 비교

구분	Perm. Load	Concrete Steps	작업 간 간섭	철근작업
SKE-50	50kN	2.0~5.5m	외부 형틀 작업 시 상부 데크에서 작업 곤란	형틀 상부 철근작업은 상부 1개 층
SKE-100	100kN	3.0~6.6m	외부 형틀 작업 시 상부 형틀에서 작업 가능	형틀 상부 철근작업은 상부 2개 층

틀림에 대해서 필수적으로 고려해야 한다.

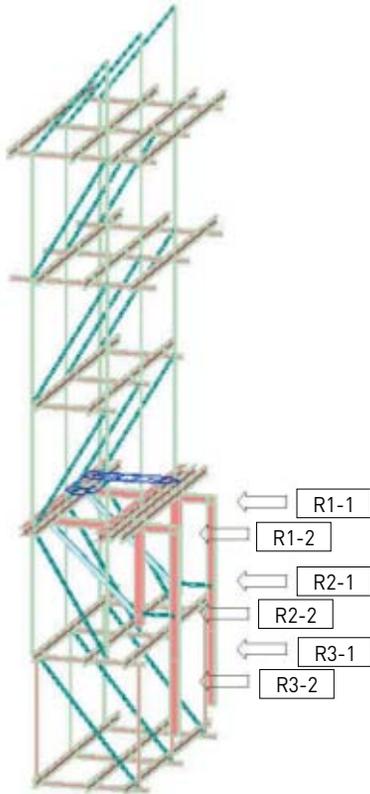
- 2차원 해석은 측면에서 발생하는 풍압에 대한 비틀림을 반영하지 못하므로 이에 대해 3차원으로 해석할 필요가 있다.
- ACS는 정정구조물에 가까우므로 국부적인 파손 시에 대체하중경로가 발생하지 않는다. 그러므로 접합부에 대해 필요한 강도를 확보하고 정확히 체결하여야 하며, 일부 접합을 강접하여 대체하중경로를 만들어 내는 것도 검토해볼 수 있다.
- 힌지접합으로 구성된 2차원적으로 구조시스템을 선정함으로써 국부적으로 불안정한 구조시스템이 발생할 가능성이 있으므로 유의해야 한다.
- 바닥판이 다이아프램 역할을 충분히 발휘할 수 있도록 강성을 증대시키거나 BRACE를 이용하는 것이 필요하다.

- ▶ Climbing scaffold
- ▶ Type : ACS 100
- ▶ Manufacturer : PERI GmbH, Weissenhorn, Germany
- ▶ Max. weight of the Climbing scaffold : 10 ton
- ▶ Max. width : 10 m
- ▶ Max. formwork area : 50 m²
- ▶ Max. fresh concrete pressure : 80 kN



- ▶ Typical section
- 01 : Platform
- 02 : Shoring tower
- 03 : Truss girder
- 04 : Platform strut
- 05 : Cross beam
- 06 : Sliding piece
- 07 : Wooden planking
- 08 : Truss strongback
- 09 : Compression brace
- 10 : Carriage
- 11 : Slide device
- 12 : Formwork panel
- 13 : Climbing shoe / Anchor device
- 14 : Climbing unit
- 15 : Climbing rail

[그림 4] Peri Form(ACS 100)의 구성



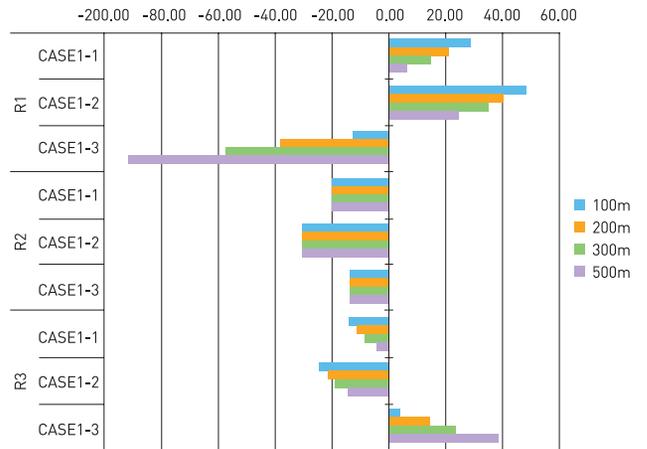
기호	종류	비고
R1-1, 2	Anchor 지지	수평, 수직, 압축, 인장에 저항
R2-1, 2	Support 지지	압축에 대해서만 저항
R3-1, 2	Rail 지지	수평, 압축, 인장에 저항

[그림 5] 해석 모델의 지지점

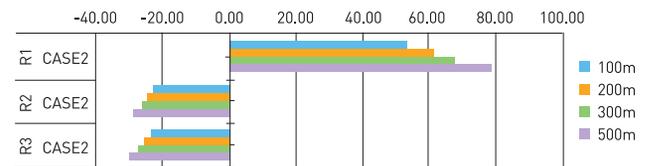
[표 3] 하중조합표

하중경우	고정하중 (수직하중)	작업하중	풍하중			비고
			정압	부압	측압	
CASE 1-1	1	0.5	0.3			정상 시
CASE 1-2	1	1	0.3			중량물 적재
CASE 1-3	1	0.2	1			강풍(작업 중지)
CASE 2	1	0.5		0.3		정상 시
CASE 3-1	1	0.5			0.3	정상 시
CASE 3-2	1	0.2			1	강풍(작업 중지)

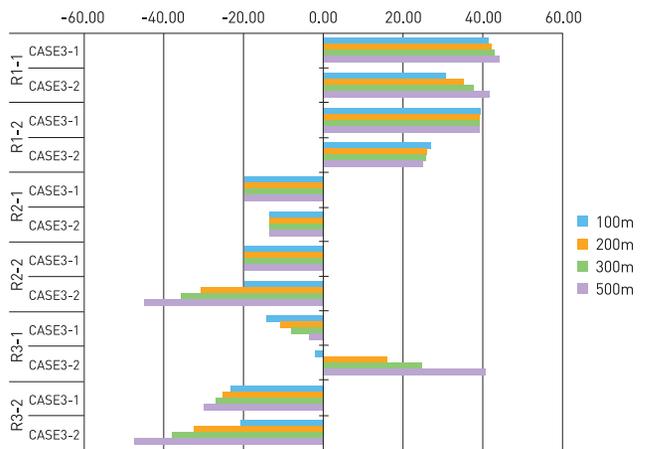
- Anchor는 2축방향뿐만 아니라 3축방향의 조합 응력에 대해서도 검토하여야 하며, 이에 저항할 수 있는 시스템이어야 한다.
- 가설공사표준시방서에 의해 ACS는 각 부재에 대해 단계적인 허용응력설계법으로 설계하는 것이 좋으며, 한계상태설계법 및 강도설계법 적용 시에는 부재에 과도한 변형이 발생하지 않도록 사용성에 대한 검토가 필수적으로 이루어져야 한다.



[그림 6] 정압이 작용할 경우 높이에 따른 축방향 반력의 변화



[그림 7] 부압이 작용할 경우 높이에 따른 축방향 반력의 변화



[그림 8] 측압이 작용할 때 높이에 따른 축방향 반력의 변화



[그림 9] 측압이 작용할 때 높이에 따른 수평방향 반력의 변화



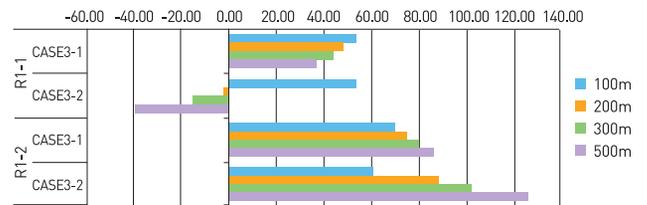
초고층 건축물 공사는 중저층 공사와는 차별화된 특성들을 갖고 있어 건설재해를 방지하기 위한 기술적인 접근은 일반 건축공사에 적용하고 있는 것과는 차등적으로 접근하여야 할 필요가 있다.

- 재료는 가능한 국내 규격에 맞추어 선정하는 것이 좋지만, 대부분 국외에서 제작되는 경우가 많으므로 해당 부재에 대한 규격에 대해 필히 확인하여야 한다.
- 상층부에서는 풍압이 크게 발생하므로 태풍 등 강풍 예보 시에는 작업을 중지함과 동시에 안전망을 제거하여 작용하는 풍압을 줄이는 것을 고려할 필요가 있다.

맺음말

초고층 건축물 공사의 재해 예방을 위해서는 복합적인 공종이 혼재되어 있고 수직적 구조로 인한 공기 단축과 화재 예방의 요구도가 매우 높은 특성을 갖고 있다. 따라서 기타 중저층 건축물 공사와는 차별화된 안전기술의 보급이 필요하다.

본문에서 언급한 ACS Form에 대한 제작기준은 하나의 예에 불과하며, 제작기준을 포함하여 사용상의 기준도 마련하여 보급하여야 할 것이다. 이외에도 CPB, 타워크레인, 호이스트 등 양



[그림 10] 풍압이 작용할 때 높이에 따른 수직방향 반력의 변화

중장비들의 초고층 공사에 적합한 설치 및 사용기준들을 정립하여야 하며, 화재 예방에 대한 시뮬레이션을 통한 안전대책도 수립 보급하여야 할 것이다. ⑥

참고문헌

- 산업안전보건연구원, 초고층 건축물 안전관리 시스템 및 안전 모델 연구, 2009.

보우-타이(Bow-Tie) 위험성 평가 기법

보우-타이(Bow-Tie) 위험성 평가 기법은 아직 국내에는 잘 알려져 있지 않지만 외국에서는 오랜 기간 동안 사용되었다. 이 기법의 명칭은 영어 표현 그대로 위험을 분석하는 형태가 나비넥타이와 같은 형태를 띠기 때문에 붙여지게 되었다. 즉, 나비넥타이의 왼쪽은 원인과 관련된 내용이 표시되고, 오른쪽은 결과와 관련된 내용이 표시된다. 이 기법은 한 장의 그림으로 어떤 사건의 원인과 결과, 원인이 발생하는 것을 막는 예방대책, 결과(피해)의 크기를 감소시키기 위한 대책과 이러한 모든 사항을 위험도 관리 시스템(risk management system)을 통해 연계할 수 있다는 것이 최대 장점이다.

서언

국내 산업현장에서의 위험성 평가 기법은 1996년에 도입된 공정안전관리제도(PSM)와 2000년에 도입된 안전보건경영시스템(KOSHA 18001 / OSHAS 18001 등)으로 인해 크게 발전되었다. 위험성 평가 기법은 크게 '정성적 방법, 정량적 방법, 반정량적 방법'으로 구분된다. 국내에서 사용되는 위험성 평가방법은 대부분 위험과 운전 분석(HAZOP) 기법, 체크리스트법, What-if 기법, 4M 기법 등과 같은 정성적인 방법이 주를 이루고 있고, PSM 대상 사업장에서는 공정별로 최악의 가상 시나리오에 따라 프로그래밍을 사용하여 정량적인 위험성 평가 기법을 적용하고 있다.

본고에서는 외국에서 많이 사용되고 있으나 국내에서는 거의 알려지지 않은 보우-타이(Bow-Tie) 위험성 평가 기법의 개념과 역사, 현재 사용되는 방법과 현황을 소개함과 동시에 보우-타이 위험성 평가 기법이 국내 산업현장에서 쉽게 사용될 수 있도록 개발한 내용을 소개하고자 한다.

보우-타이 위험성 평가 기법 소개

보우-타이 위험성 평가 기법의 역사

보우-타이 위험성 평가 기법이 정확히 언제부터 사용되었는지는 알려지지 않는다.



조필래 팀장

한국산업안전보건공단
울산지도원 건설인증팀

처음에는 [그림 1]과 같은 형태를 띠기 때문에 나비도 (Butterfly Diagram)로 불렸고, 1970년대 후반에 ICI의 데이비드 길(David Gill)이 원인결과도(Cause Consequence Diagram)를 발전시켜 그가 처음으로 이것을 보우-타이 (Bow-Tie)로 불렀다고 알려지고 있다. 문헌상으로는 호주 퀸즈랜드대학교의 ICI Hazan Course Notes에서 처음 사용되었다.¹⁾²⁾ 이 기법이 획기적으로 발전하게 되는 시점은 1990년대이며, Royal Dutch / Shell 그룹이 전 사업장에 보우-타이 기법을 적용하면서부터였다. 그 뒤를 따라 엑슨모빌, 세브론, BP, 토탈, 엑조노벨 같은 많은 글로벌 기업이 이 기법을 사용하게 되었다.¹⁾ 또한 보우-타이 기법은 영국 해상 화학산업의 COMAH(Control of Major Accident Hazard) 규정에 적합하도록 작성된 안전보고서(safety report)에도 성공적으로 사용되었다.³⁾⁴⁾



[그림 1] 보우-타이 위험성 평가의 형태

용어의 정의와 대책

보우-타이 위험성 평가 기법에 사용되는 주요 용어들은 <표 1>과 같이 요약될 수 있다. 보우-타이 위험성 평가 기법에서 일반적으로 사용되는 예방대책과 감소대책의 예는 <표 2>에 제시되고, 구체적인 예로 배치 반응기에 사용되는 예방대책과 감소대책은 <표 3>에 제시된다. <표 4>는 일반적인 악화요소 (escalation factor)의 예를 보여주며, <표 5>와 <표 6>은 예방대책(감소대책), 악화요소 및 악화요소 방지대책과의 관계를 보여준다.

보우-타이 위험성 평가 기법의 개념

보우-타이 기법은 개념적으로는 [그림 2]와 같이 사건을 중심

<표 1> 보우-타이 위험성 평가 기법에 사용되는 주요 용어¹⁾⁴⁾⁵⁾⁹⁾

용어의 종류	정의 또는 개념
위험 (hazards)	인체, 자산, 환경 등에 상해 또는 손실 등을 유발시킬 잠재성을 지니는 에너지원, 물질, 조건 등
위협(threat), 원인(cause)	위협과 원인은 유사한 개념으로 사용됨
결과(consequence)	사건의 결과를 의미함
예방대책(preventive control or barrier)	사건이 발생하는 것을 막는 방호대책이며, 대책은 control 또는 barrier로 표현됨
감소대책(mitigative control or barrier)	사건이 결과로 이어지는 것을 막는 방호대책이며, 복구대책 (recovery control)으로도 표현됨
악화요소 (escalation factor)	방호대책(예방대책, 감소대책)을 무효화시키거나 효력을 저하시키는 요소를 말함
악화요소 방지대책 (escalation factor control)	악화요소를 방지하는 대책을 말함
수행업무(task)	방호대책의 적절성을 유지하기 위한 일련의 활동
위험도(risk)	사건의 원인이 발생할 빈도와 결과의 크기와의 조합으로 다른 기법에서 사용하는 용어와 동일함
보우-타이 도면 (BTM; Bow-Tie Diagram)	사건을 중심으로 원인과 예방대책, 결과와 감소대책을 표시한 그림

<표 2> 일반적인 예방대책 및 감소대책의 예

예방대책의 예	감소대책의 예
<ul style="list-style-type: none"> 가드 또는 차폐(guards or shields)기능 : 코팅, 억제제 분리기능 : 시간 그리고 / 또는 공간 내용물 축소기능 에너지 방출의 통제기능 : 안전밸브, 속도 감소장치, 다른 연료 사용, 관리, 경고표지, 훈련 및 연습 안전운전절차(SOP) 예방 수단 : 대체 자원 사용, 재사용, 건강 감시 등 억제 수단 : 환기, 분진 포집 	<ul style="list-style-type: none"> 사건(incident) 감지 및 저감 시스템 : 가스감지기, 화재감지기, ESD(비상정지 시스템), Deluge 시스템 방호장치 (Safeguard) 보호 시스템 : 방화벽, 방폭벽, 보호 코팅, 드레인 시스템 비상조치용 운전 시스템 : 비상조치 계획, 비상조치 훈련 복구대책 : 청소, 회복, 응급구조, 의학 적 치료 보상적 대책 : 재정적 또는 자연적 보상

1) Cadmus Solutions Ltd., http://www.bowtiepro.com/bowtie_history.asp

2) University of Queensland in Australia (1979), ICI Hazan Course Notes

3) UK (1999), 'The Control of Major Accident Hazards Regulations (COMAH)', Statutory Instrument No. 743

4) Considine, M. BP (2002), 'Demonstration in COMAH Safety Reports', 26th FABIG Technical Meeting

5) Steve Lewis, Sheryl Hurst (2005), 'Bow-Tie an Elegant Solution? Strategic risk', Risktec Solutions

6) Sheryl Hurst, Steve Lewis (2005), 'Lessons Learned from Real World Application of the Bow-tie Method', Risktec Solutions Limited

〈표 3〉 Batch 반응기의 예방대책 및 감소대책(예)

예방대책(preventive controls)	감소대책(mitigative controls)
비상 반응 냉각 시스템	비상대응(조치) 계획
보조 냉각 시스템	자동 물분무시설(소방시설)
비상 배기 시스템	플레이어 스택 등 배기처리시설
비상 Dump-out 시스템	안전밸브 / 파열판(예방대책가능)
온도 및 압력 지시경보장치	비상조치 훈련 및 연습
원료공급량 자동조절장치	방폭벽 내에 조정실 설치
운전원 교육 및 자격 프로그램	방폭형전기설비(접화원 관리)
설비유지관리 프로그램	내화구조
(검사, 신뢰성 확인, 테스트 / 계기보증)	
안전운전절차(SOP)	운전원 교육 및 자격 프로그램
회분공정 작업표준 시트	
가연성 가스감지기	

〈표 4〉 일반적인 악화요소(escalation factor)의 예⁷⁾

내용
<ul style="list-style-type: none"> • 비정상적 운전 조건: 설비의 정비상태, 설비의 시험상태 • 설계조건 이탈 운전: 설비의 부식, 유속 변화 • 환경적 변화: 극한 기후 및 조류 조건 • 휴먼 에러: 부주의, 규정 위반 등

〈표 5〉 예방대책, 악화요소 및 악화요소 방지대책의 예⁷⁾

예방대책	악화요소	악화요소 방지대책
정비 프로그램	정비 불량	정기적인 정비 활동 감사
검사 스케줄	검사 스케줄에 부적합	정기적인 감사 / 검사 스케줄의 적합성 점검
화학물질취급 절차서	운전원의 절차서 오해	모든 언어로 절차서 번역 / 운전원 교육
용기운반 절차서	절차서대로 수행하지 않음	절차서에 대한 정기적 훈련
안전수칙 제정	안전수칙 미준수 분위기 팽배	위반자 조치기준 강화 / 안전의식 고취 교육 등

〈표 6〉 감소대책, 악화요소 및 악화요소 방지대책의 예⁷⁾

감소대책	악화요소	악화요소 방지대책
화학물질 중화처리	중화제 유효기간 초과	정기적인 교체 스케줄 확인 및 설정
개인 보호구	용도에 맞지 않는 보호구	보호구 검토 / 보호구 테스트
비상대피절차	운전원이 알지 못함	정기적인 비상대피 훈련
물분무시설	물분무시설 노즐의 막힘	정기적인 노즐 청소
소화기	소화기 충전압력 저하	정기적인 소화기 점검

7) Patrick Hudson, Rob Lee (2007), 'Risk Management: The Bow Tie Methodology'

8) Governors, BowTieXP (2004), 'The Next Generation Bow-tie Methodology Tool', www.bowtiexp.com

“

보우-타이 위험성 평가 기법은 사건이 발생하는 것을 예방하거나 그 결과의 크기를 감소시키기 위한 방호대책이 적절한 곳에 위치하고 있는지, 또한 그 방호 성능이 적절히 유지되는지를 보여준다.

이 기법은 그림으로 표현될 수 있어 다양한 이해관계자와의 의사 소통에 중요한 역할을 하고 있으며, 현장의 작업자로부터 경영층까지 다양한 계층에서 사용할 수 있으나 복잡한 사건은 전산 프로그램에 의존해서 수행해야 하는 한계가 있다. ”

으로 오른쪽에 결함수분석(FTA; Fault Tree Analysis), 왼쪽에 사건수분석(ETA; Event Tree Analysis) 기법, 아래에 원인요소차트(CFC; Causal Factors Charting)를 배치하여 합성한 것으로 볼 수 있다. 따라서 원인 관련 시나리오는 결함수분석(FTA)과 같은 형태가 되고, 결과 관련 시나리오는 사건수분석(ETA)과 같은 형태가 되며, 수행업무와 관련된 사항은 원인요소차트(CFC)의 내용과 비슷한 형태를 갖게 된다. 결국 이 기법은 사건의 원인과 결과, 사건을 예방하기 위한 대책과 결과의 크기를 감소시키기 위한 대책까지 한 그림에 보여준다.¹⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾

보우-타이 위험성 평가 기법의 특징

보우-타이 기법의 주요 특징은 한 장의 그림을 통해 관련 사항이 표현되므로 모든 계층에서 쉽게 이해하고 사용할 수 있다는 점이다. 이와 아울러 위험성 평가뿐만 아니라 위험도 관리(risk management)가 가능하여 모든 방호대책에 대한 담당자 지정 및 관련 절차(프로세스)를 연결시킬 수 있고, 정량적 또는 반정량적 위험성 평가 기법과 연계될 수 있다.

따라서 보우-타이 기법은 환경, 안전, 영업, 정치, 보안 등의 다양한 분야에서의 위험성을 평가하고 관리하는 데 사용될 수 있으며, 초기 또는 최종단계의 위험성 평가 및 사고 조사 시에도 적용될 수 있다.¹⁾⁵⁾⁶⁾

보우-타이 위험성 평가 기법 진행과정

보우-타이 위험성 평가 기법의 진행단계는 다양하게 설명될

수 있으나, [그림 2] 및 <표 7>과 같은 11단계로 정리될 수 있다.¹⁾⁵⁾⁶⁾ 이러한 과정은 '단계 6', '단계 7'의 악화요소 파악 및 악화요소 방지대책과 관련된 사항을 제외하면 일반적인 위험성 평가 기법에서 적용하는 내용과 유사하다. 악화요소가 존재하는 방호대책은 그 악화요소가 적절히 해소되는 조건으로 방호대책(예방대책, 감소대책)이 인정된다. 수행업무와 관련된 사항은 다른 기법보다는 더 구체적으로 위험도 관리 시스템(risk management system)과 관련된다.¹⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾

보우-타이 기법을 수작업으로 수행할 경우 보우-타이 도면(Bow-Tie Diagram)을 작성하는 일이나 수행결과를 자료로 관리하는 데 곤란한 부분이 있다. 따라서 이 기법은 대부분 전산 프로그램을 사용해서 수행되며, 사용되는 주요 전산 프로그램으로는 BowTie Pro™, BowTie XP, THESIS가 있다.¹⁾⁸⁾¹⁰⁾ 이러한 전산 프로그램을 사용하는 경우 장단점은 <표 8>과 같이 정리될 수 있다.

현재 보우-타이 기법은 대부분 정성적인 위험성 평가에 적용되고 있지만, 일부 결함수분석 및 사건수분석 개념을 도입하여 정량적 위험성 평가를 시도하는 경우도 있다.¹¹⁾¹²⁾¹³⁾

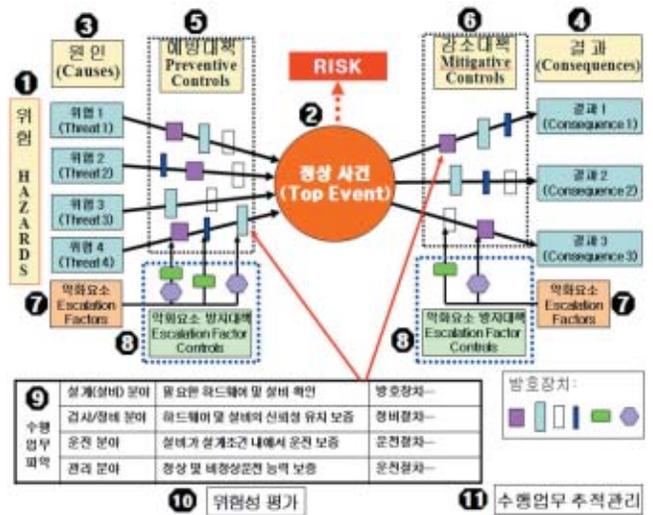
보우-타이 기법과 HAZOP 기법과의 비교

보우-타이 기법을 화학공정에서 주로 사용하는 위험성 평가 기법인 HAZOP과 비교하면 <표 9>와 같이 정리할 수 있다. 보우-타이 기법 또한 모든 상황에 적합한 위험성 평가 기법은 아니므로 HAZOP 기법의 대안으로 제시되지는 않는다.

정성적 보우-타이 위험성 평가 기법의 개발

대부분의 보우-타이 기법이 전산 프로그램으로 보급되어 비용적인 측면과 일부 전문 계층에서만 사용되는 단점이 있다. 따라서 현장에서 누구나 수작업으로 보우-타이 위험성 평가 기법을 적용하기 위해서는 정형화된 도표가 필요하기 때문에 [그림 3]과 같은 정성적인 보우-타이 위험성 평가 및 관리표를 개발하였다.¹⁴⁾ 필자는 방호층분석(LOPA; Layer of Protection Analysis) 기법의 개념을 적용한 반정량적 보우-타이 위험성 평가 기법도 역시 개발하였으나¹⁵⁾ 본고에서는 정성적인 기법만 소개한다.

위험도 계산은 일반적인 정성적인 기법에서 수행하는 방법과 거의 동일하다. 사건의 발생빈도, 결과의 심각도 및 그에



[그림 2] 보우-타이 기법의 구조

<표 7> 보우-타이 위험성 평가 기법 진행과정¹⁾⁵⁾⁶⁾

단계	단계별 추진사항	구체적인 추진을 위해 단계별 필요한 질문
1	위험(hazard) 파악	어떤 위험이 있는가?
2	정상 사상 파악	위험(hazard)이 통제되지 않을 때 무엇이 일어나는가?
3	위험(원인) 파악	위험이 통제되지 않도록 하는 원인은 무엇인가?
4	결과 파악	사건의 잠재적인 결과는 무엇인가?
5	예방대책 파악	어떻게 위험을 통제할 수 있는가?
6	감소대책 파악	어떻게 결과의 크기를 제한하거나 감소시킬 수 있는가? 어떻게 예방(감소)대책이 실패하거나 효과가 저하될 수 있는가? 예방(감소)대책의 기능을 악화 또는 무효화시키는 요인을 말함.
7	악화 요소 파악	어떻게 예방(감소)대책이 실패되지 않음을 보증하는가?
9	수행업무 파악(task)	예방대책(감소대책)이 계속 유효함을 보증하기 위해 수행업무는 무엇인가? (설계분야, 정비 / 검사 분야, 운전 분야, 관리 분야)
10	위험성 평가 (risk assessment)	방호대책이 적절한가?(목표 수준을 만족하는가?) 만약 목표 수준을 만족하지 못하면 대책을 추가하여 5~10단계를 반복한다.
11	수행업무 추적관리	누가 언제 어떻게 이 업무를 수행하는가? 절차서, 체크리스트, 작업지시서 등이 있는가? 완료 여부를 어떻게 확인하는가?

<표 8> 전산 프로그램 사용 시의 장·단점

전산 프로그램의 장점	전산 프로그램의 단점
• 쉽게 보우-타이 도면(BTD) 작성	• 제한된 전문기만 사용
• 다양한 출력 형식 선택 가능	• 복잡한 사항은 넓은 지면 사용
• 체계적인 관리 가능	• 반정량적 평가의 한계
• 쉽게 관련 정보 이용(링크) 가능	• 비용 과다
• 자료의 저장기능 양호	

〈표 9〉 보우-타이 기법과 HAZOP 기법의 비교

구분	보우-타이 기법	HAZOP 기법
기법의 주목적	위험성 평가 및 관리(management)	위험성 확인
집중 부분	방호층(Layer of Protection)	하드웨어 설계 및 성능 유지
주요 적용대상	모든 공정 및 업무	연속 공정(process)
인적 요소 반영 여부	반영됨	반영되지 않음
설계 및 운전의 변경 시 적용성	쉽게 적용	상당히 복잡
방호장치(대책)의 성능 평가	유효성을 위해 검토함	미수행
방호장치(대책)의 약점 점검	약점 점검 및 다른 대책 제시	없음
반정량적 평가(SQRA)	LOPA 등과 연계하여 가능	일반적으로 곤란
안전관리 시스템과 연계 부분	내부 감사 등과 연계 가능	없음
의사 소통 문제	모든 계층에 이해 가능	비교적 전문가 그룹에 제한
도식적 표현	가능	불가능

〈표 10〉 결과의 심각도(예)

등급	신체 상해기준	재산 손해기준(원)	운전 정지기준	지역사회(주민) 영향기준	환경 영향기준	사업장 명성 손상
6	10인 이상 사망	100억원 초과	3개월 초과	사망 또는 불구	대규모 심각한 영향	엄청난 충격(국제적)
5	2~9인 사망	10~100억원	1~3개월	중상 발생(1인 이상)	중대한 영향	엄청난 충격(국내적)
4	사망 1명	1~10억원	10일~1개월	부상 발생(1인 이상)	중규모 영향	상당한 충격(국내적)
3	신체 장해	1,000만~1억원	1~10일	악취 또는 소음(민원 야기)	소규모 영향	상당한 충격(제한지역)
2	경상(4일 이상의 입원)	100~1,000만원	24시간 이내	약간의 악취 또는 소음	가벼운 영향	가벼운 충격
1	통원 치료 상해	100만원 이하	생산량 감소 운전	거의 없음	거의 없음	거의 없음

따른 위험도 산정표는 일반적인 위험성 평가에 사용되는 내용을 적용할 수 있으나, 본고에서는 결과의 심각도를 〈표 10〉, 발생빈도는 〈표 11〉, 위험도 산정표는 〈표 12〉와 같이

〈표 11〉 발생빈도(예)

등급	발생빈도	설명
6	1회 / 1년 이내	매우 높음
5	1회 / (1~10년)	높음
4	1회 / (10~50년)	중간 정도
3	1회 / (50~100년)	낮음
2	1회 / (100~500년)	매우 낮음
1	1회 / (500년 초과)	거의 희박함

〈표 12〉 위험도 산정표(예)

구분	결과의 심각도						
	6	5	4	3	2	1	
발	6	1등급	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
생	5	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급	6등급
빈	4	2등급	3등급	4등급	5등급	6등급	6등급
도	3	3등급	4등급	5등급	6등급	6등급	7등급
	2	4등급	5등급	6등급	6등급	7등급	8등급
	1	5등급	6등급	6등급	7등급	8등급	8등급

제시하였다. 위험도가 4등급 이하이면 일반적으로 수용 가능한 수준이다.

[그림 3]의 보우-타이 위험성 평가 및 관리표에서 사용되는 기호들의 의미와 그 적용방법은 다음과 같다.

- T1~Tn : 위험(threat)을 말하며 사건의 원인과 같은 개념이다. 그 아래의 숫자는 일반적인 위험성 평가 기법에서 사용하는 발생빈도에 속한다.

- C1~Cn : 사건의 결과를 말하며, 그 아래의 숫자는 결과의 심각도를 의미한다.

- nPm, nMm : n번째 위험(원인)에 대한 m번째 예방대책(nPm) 및 감소대책(nMm)을 의미하며, 그 아래에 표시하는 '기'는 기존대책을, '신'은 신규대책을 의미한다. 또한 E1, E2는 그 대책에 대한 '악화요소 1', '악화요소 2'를 의미한다.

- nPmEk, nMmEk : n번째 위험(원인)에 대한 m번째 예방대책 및 감소대책에 영향을 미치는 k번째 악화요소를 각각 의미한다.

- 사건행로 : 하나의 위험(원인)이 결과로 이어지는 행로를 의미하며, T1-C2는 '위험(원인) 1'에서 정상 사상을 거쳐 '결과 2'로 이어지는 행로를 말한다.

결론 및 제안

보우-타이 위험성 평가 기법은 사건이 발생하는 것을 예방하거나 그 결과의 크기를 감소시키기 위한 방호대책이 적절한 곳에 위치하고 있는지, 또한 그 방호 성능이 적절히 유지되는지를 보여준다. 이 기법은 그림으로 표현될 수 있어 다양한 이해관계자와의 의사 소통에 중요한 역할을 하고 있으며, 현장의 작업자로부터 경영층까지 다양한

계층에서 사용할 수 있으나 복잡한 사건은 전산 프로그램에 의존해서 수행해야 하는 한계가 있다.

본고에서는 이러한 한계를 극복하고 현장에서 수작업으로 쉽게 사용할 수 있도록 개발한 보우-타이 위험성 평가 기법을 제시하였다. 이 기법에 사용되는 보우-타이 위험성 평가 및 관리표는 다음과 같은 사항이 만족되도록 만들어졌다.

- 기존 위험성 평가결과를 이용하거나 또는 신규 위험성 평가에 사용 가능
- 사건과 관련된 모든 원인-결과 시나리오에 대해 예방(감소) 대책과 연결 가능
- 위험도 관리 시스템과 연계하여 위험성 평가결과의 추적관리 가능
- 사고 조사 시에 어떤 방호대책이 실패했는지를 검토하는 데 사용 가능
- 정형화된 도표를 사용하여 누구나 적용 가능하고 자료의 보관이나 수정이 용이

모든 상황에 적합한 위험성 평가 기법은 존재하지 않으므로 이 기법도 한계를 갖지만 다른 위험성 평가 기법의 결과를 확인하는 수단이나 잠재된 위험성을 다른 각도로 조망하는 수단으로 사용될 수 있을 것이다. ㉞

The image shows a complex Bow-tie risk assessment and control chart. It is divided into several sections: '위험/상태(Hazard)', '예방대책(Preventive Controls)', 'Event', '감소대책(Mitigation Controls)', and '결과(Consequences)'. Each section contains a grid of cells for recording specific data points. Below the main chart, there are smaller tables for '위험도 계산(= 원인+결과)', '예방/감소 대책', and '평가결과'.

[그림 3] 보우-타이 위험성 평가 및 관리표

- 9) ABC Consulting Ltd., THESIS, <http://webapps.eagle.org/Thesis/index.cfm>
- 10) ABC Consulting Ltd (2003), 'The Use of Bow-Ties and THESIS in the Control of Major Accident Hazards', R497 Technical Discussion, Issue 37, pp.14-19
- 11) Dag Eirik Nordgard, Trondheim (2008), Quantitative Risk Assessment in Distribution System Maintenance Management using Bow-Tie Modeling, 16th PSCC, Glasgow, Scotland, July 14-18, 2008
- 12) Christian Delvosalle, Cecile Fievez, Aurore Pipart, Bruno Debray (2006), 'ARAMIS project: A comprehensive methodology for the identification of reference accident scenarios in process industries', Journal of Hazardous Materials 130, pp.200-219
- 13) Valerie de Dianous, Cecile Fievez (2006), 'ARAMIS project: A more explicit demonstration of risk control through the use of bow-tie diagrams and the evaluation of safety barrier performance', Journal of Hazardous Materials 130, pp.220-233
- 14) 조필래·노현식·이형수 (2009), '보우-타이 위험성 평가 기법', 한국안전학회 추계학술대회 논문집
- 15) 조필래·이형수 (2009), '방호층 분석 기법을 적용한 반정량적 보우-타이 위험성 평가 기법', 한국안전학회 추계학술대회 논문집

계단에서의 넘어짐 위험성 평가

국내 산업현장에서 발생하는 업무상 사고를 발생형태별로 분류해보면, 넘어짐(전도) 사고가 매년 증가 추세에 있는데 2007년부터는 끼임(협착) 사고의 발생 빈도를 앞질러 전체 사고의 약 20%를 점유하면서 가장 많이 발생하는 업무상 사고형태로 나타났다. 넘어짐 사고의 기인물에는 여러 가지가 있지만 여기서는 그 가운데 계단에 대하여 살펴본다. 그 내용은, 실험을 통해 계단의 특성과 계단을 오르내리는 인간의 보행 특성을 분석하고, 계단에서의 넘어짐 사고 예방에 중요한 고려대상이 무엇인가를 언급하고자 한다.

서론

국내 산업현장에서 발생하는 업무상 사고 중 발생형태별로 분류했을 때 넘어짐(전도) 사고가 매년 증가 추세를 보이고 있다.

넘어짐 사고를 [그림 1]과 같이 기인물별로 사고 유형에 따라 분류해보면, 미끄러운 바닥과 물·눈·얼음 등에 의한 미끄러짐 사고가 가장 많이 발생하며, 계단이나 돌출물 등에서는 헛디딤거나 걸려 넘어지는 사고 유형이 가장 많이 나타난다.

이 중 계단은 헛디딤과 미끄러짐, 걸려 넘어짐의 세 가지 유형이 모두 나타나는 단일 기인물로 계단에서의 보행은 평지와 다르며 오를 때와 내려갈 때의 습관에는 차이가 있다. 그럼에도 일반 평지와 같은 계단면의 오염물질이나 바닥재에서 다양성을 가지고 있어 사고 예방대책 마련에 그 특수성을 지닌다. 참고로 [그림 1]에서 물체 전도란, 1차적으로 구조물이나 장비가 넘어지면서 2차적으로 인체에 물리적 힘이 가해진 경우인데 이는 인체의 넘어짐 사고와는 성격이 다르다.

계단에서의 넘어짐 사고 원인은 사업장에서 뿐만 아니라 일상생활에서도 누구나 쉽게 사고 가능성을 경험해 보았음에도 불구하고 그 원인을 명확히 알아내기란 쉽지 않다. 이러한 이유는 계단에서의 넘어짐 사고 발생 유형이 미끄러짐(slip), 걸림(trip), 헛디딤(misstep)의 세 가지로 크게 나뉘지만 이를 유발시키는 인자(factor)는 단적으로 설명



박재석 연구원

산업안전보건연구원
안전시스템연구실

하기 어렵고, <표 1>과 같이 분류될 수 있는 인자들이 복합적으로 작용하여 사고를 유발시키기 때문이다.

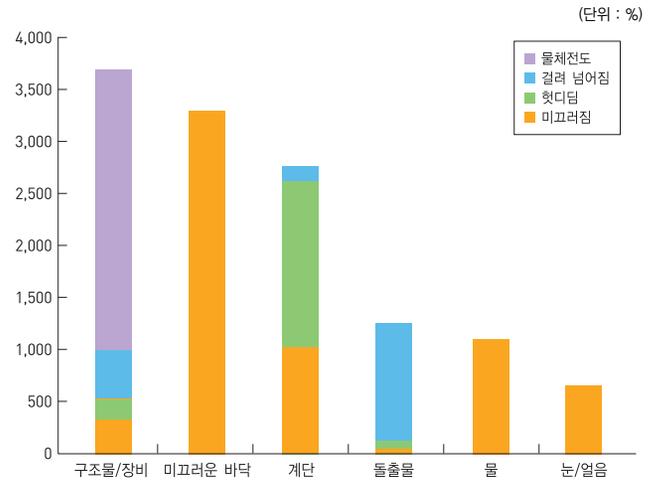
본 연구에서는 국내·외 계단과 관련된 법규 및 표준을 비교하여 그 차이점과 문제점을 분석하고, 계단에서의 보행 특성 분석을 위해 피험자 발의 주요 위치를 추적하는 3차원 위치 추적 시스템을 구축하여 사고와 연관될 수 있는 보행자의 발끝 및 뒤꿈치높이를 측정하여 분석하였다.

국내·외 관련 규정 비교

국내의 계단 관련 규정은 「건축법」에 기술되어 있다. 이는 1차적으로 건축물의 층고에 따라 계단 치수를 산정하기 위한 요건으로 작용하고 있으며, 계단 이용자의 조건에 따른 안전 요건은 2차적인 문제로 적용되고 있다.

‘건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙 제15조 계단의 설치기준’은 국내 연면적 200㎡ 이상의 건축물 대부분에 적용되는 기준이다. 이 기준은 대부분의 공공시설과 주거시설 및 상업시설에 적용되고 있으나, 작업장에 설치되는 계단에 대해서는 ‘산업안전기준에 관한 규칙’을 따르도록 명기하고 있다. 그러나 ‘산업안전기준에 관한 규칙’에서는 작업자를 고려한 계단의 치수나 형상에 대해서는 기술되어 있지 않아 그 적용성에 문제점이 있는 실정이다.

이에 반하여 <표 2>와 같이 국제규격인 ISO 14122-2 (2001 : Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part 3: Stairs, stepladders and guard-



[그림 1] 넘어짐 사고의 기인물에 대한 사고 유형별 업무상 사고자수(2008년)

<표 1> 계단에서의 넘어짐 발생 유발인자

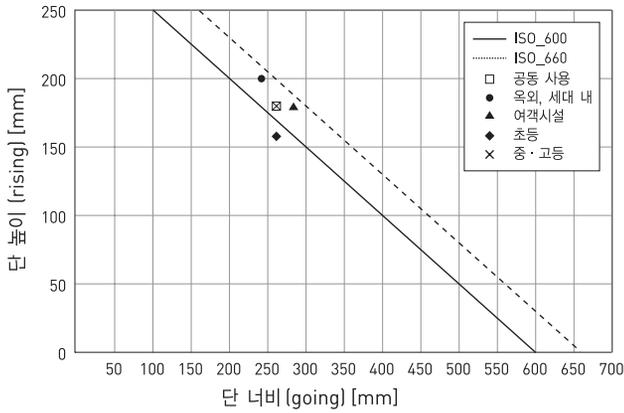
구분	계단의 설계	계단 이용자	환경
인자 (factors)	• 치수(단 높이, 단 너비 등)	• 연령	• 조명 부족
	• 재료	• 성별	• 색채
	• 미끄럼 방지	• 신발	• 장애물
	• 난간	• 신체적·정신적 상태	• 안내표지
			• 계단면의 오염

rails)에서는 계단의 단 높이와 단 너비를 구조물의 치수에 무관하게 인간의 보폭에 근거한 치수로 제시하고 있어 계단의 편의성과 안전성에 중점을 두었다.

[그림 2]는 <표 2>에 나타나 있는 국내규정과 ISO 규격의 차이점을 도식화한 내용이다. 실선과 점선으로 표기한 선은 ISO

<표 2> 계단 치수 관련 규격 비교

구분	주택건설기준 등에 관한 규정	교통약자의 이동편의 증진법 시행규칙	건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙	산업안전기준에 관한 규칙	ISO 14122-3
조항	16조 계단	[별표 2] 여객시설 아. 계단	15조 계단의 설치기준	제3절 계단	
적용 범위	주택단지 안의 건축물 또는 옥외에 설치하는 계단	여객시설	연면적 200㎡ 초과인 건축물	작업장에 설치하는 계단	고정식 접근통로 설치가 필요한 모든 기계, 규격 범위 이외의 접근 수단 적용 가능
단 높이	공동 사용 계단 : 18 이하, 건축물의 옥외계단, 세대 내 계단 : 20 이하	철타면의 높이 : 0.18m 이하	초등학교의 계단 : 16cm 이하, 중·고등학교의 계단 : 18cm 이하		안전 필요조건 600≤g+2h≤660mm 발판 폭 : g 발판 높이 : h
단 너비	공동 사용 계단 : 26 이상, 건축물의 옥외계단, 세대 내 계단 : 24 이상	디딤판의 너비 : 0.28m 이상	초·중·고등학교 계단 단 너비 : 26cm 이상		
계단코		3cm 미만			발판검침 길이 r≥10mm
미끄럼 방지 조항	있음	있음	없음	없음	있음

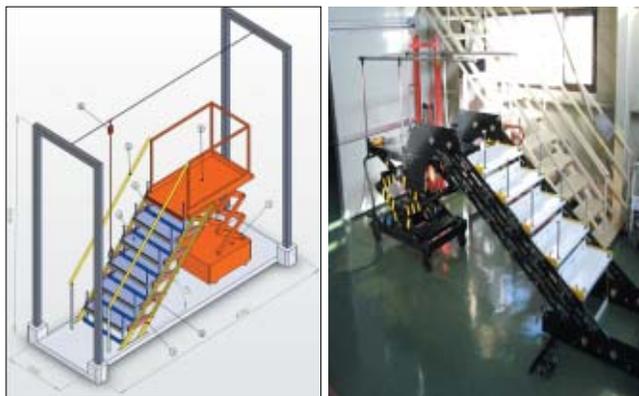


[그림 2] 계단 치수 관련 기준 비교

규격에서 정하고 있는 안전계단 조건으로 단 너비와 2 × 단 높이의 합이 각각 인간의 보폭인 600mm와 660mm 사이에 들도록 규정한 내용을 나타내고 있으며, 각각의 점으로 표기된 부분은 단 높이에 대한 상한과 단 너비에 대한 하한으로만 규정하고 있는 국내규정을 표기한 것이다.

계단에서의 보행 특성 분석 실험

[그림 3]과 같이 경사도를 25°~70° 범위에서 자유롭게 조절 가능하고, 단 너비(going)와 단 높이(rising)를 5~40cm 범위에서 균일 또는 불균일하게 조절 가능한 계단을 제작하여 실험에 이용하였다. 피험자의 보행 특성 및 발끝높이 측정은 3차원 동작 분석기와 고속카메라를 이용한 영상 분석을 통하여 측정하였다. 피험자는 실험 참가 전에 실험용 계단과 익숙해지기 위해 수차



[그림 3] 실험에 쓰인 경사도 조절 가능형 계단

레 오르내리도록 요구하였으며, 보행속도는 피험자의 평상 보행처럼 자연스럽게 걷도록 유도하였다.

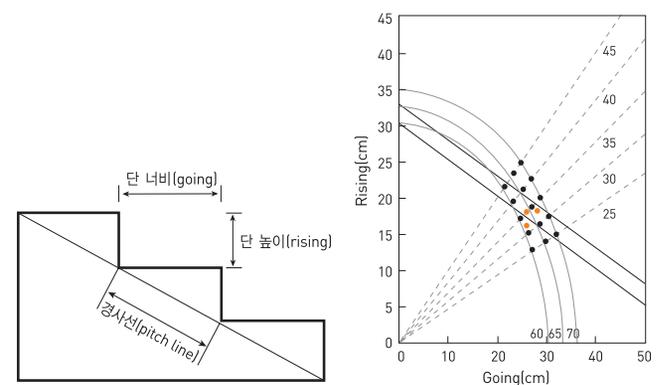
계단의 단 높이와 단 너비 변화는 [그림 4]에서 보듯, 경사선(pith line)의 길이를 60cm, 65cm, 70cm로 고정하고 경사각을 25°, 30°, 35°, 40°, 45°로 변화시켜가며 ‘·’으로 표기한 것과 같이 총 15개 계단치수 조건에서 내려가기와 올라가기를 반복 수행하였고, 각각의 조건에서 유효 데이터가 취득될 때까지 5~15회를 반복하였다. 여기서 취득된 데이터는 각각 경사선이 60cm, 65cm, 70cm일 때를 경사선 길이에 대한 그룹 I, II, III(pitch length group I, II, III)로 정의하여 정리하였다.

실험결과

계단의 경사각 단 높이와 단 너비에 따른 걸려 넘어짐 위험성을 평가하기 위하여 [그림 5]~[그림 10]과 같이 피험자가 계단을 오르내릴 때의 발끝과 뒤꿈치의 3차원적 궤적 및 계단코와의 상대거리를 측정하여 최소 발끝높이(MTC; Minimum Toe Clearance) 및 최소 뒤꿈치높이(MHC; Minimum Heel Clearance)를 측정하였다. 그 결과, 계단 오르기에서는 경사도가 높아질수록 최소 발끝높이가 낮아지고, 내려가기에서는 계단의 경사도가 높아질수록 최소 뒤꿈치높이가 낮아지는 특성을 보였다.

계단오르기

[그림 5]는 여성 피험자 5명과 남성 피험자 5명의 계단 오르



[그림 4] 계단의 경사도에 따른 실험조건

“

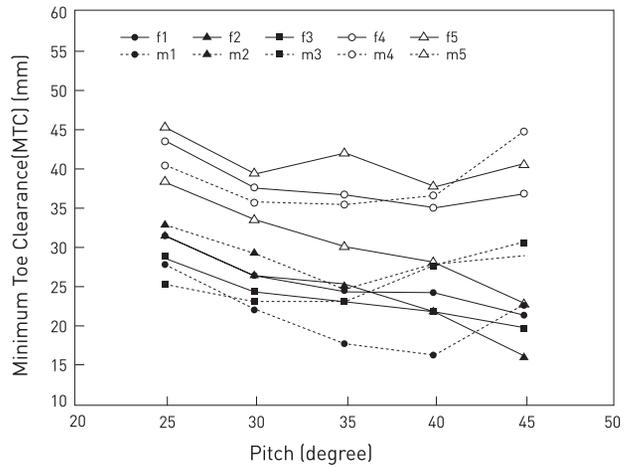
걸려 넘어질 위험성 측면에서 뒤꿈치높이가 증가한다는 것은 올라갈 때와는 반대로 가파른 계단에서 내려올 때는 계단코에 걸려 넘어질 위험성이 적다는 걸 의미한다. 그러나 계단에서 보행 중 사고에서의 약 80%가 계단을 내려올 때 발생한다는 기존 연구결과에 따라 단순히 뒤꿈치높이가 높아진다고 해서 계단에서의 사고 발생위험이 적어진다고 단정 지을 수는 없다. 그래서 계단의 단 높이, 단 너비 및 ISO 계단 기준값에 대한 변화를 분석함으로써 그 원인을 분석하고자 한다. ”

기 실험결과로, 여성 피험자 5명과 남성 피험자 5명의 평균 최소 발끝높이를 비교한 그래프이다. 실선으로 표기된 여성 피험자(f1~f5)는 경사도가 증가함에 따라 최소 발끝높이는 감소하는 경향을 보이는 반면, 남성 피험자(m1~m5)는 35° 부터 40° 까지는 내려가다가 40°와 45° 사이에서 추세가 역전되어 증가하는 경향을 보이고 있다.

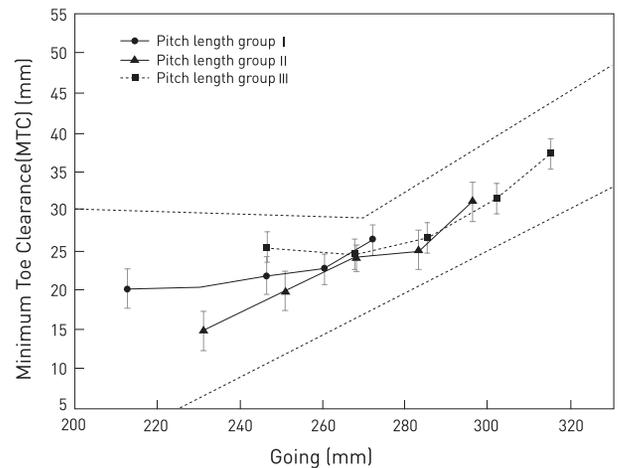
피험자 간의 전체적인 편차는 약 15~45mm로 피험자의 보행 습관 및 신체적 조건에 따른 편차로 볼 수 있으며, 높은 경사도에서 오히려 발끝높이가 높아지는 피험자의 경향은 경사도 40° 이상의 가파른 계단을 오르기 위한 의도적인 행동으로 추정된다. 하지만 본 연구에서는 뚜렷한 원인을 제시하기 어려운 현상이다.

결과적으로는 모든 경사도에 걸쳐 전체적 경향은 경사도가 높아질수록 최소 발끝높이가 낮아지고, 이것은 걸려 넘어질 확률 관점에서 고찰해볼 때 사고의 위험성이 증가한다고 할 수 있다.

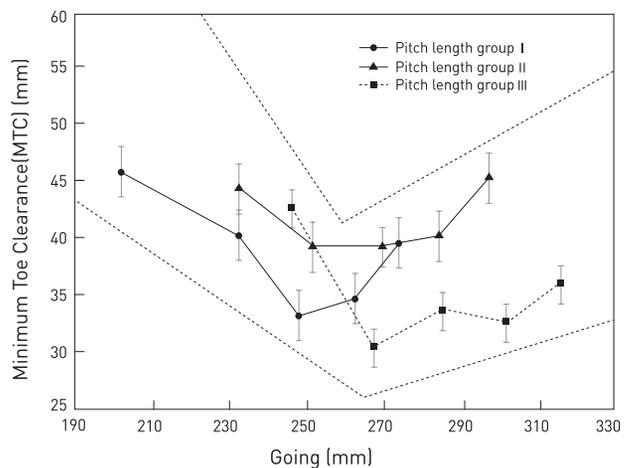
최소 발끝높이의 변화 원인에 관해 고찰하기 위하여 계단의 경사도뿐만 아니라 단 높이 및 단 너비의 따른 변화에 대해서도 피험자 간의 특성을 분석하였다. [그림 6]은 계단 너비의 변화에 따른 최소 발끝높이의 변화에 대하여 경사선(pitch line)의 길이가 다른 3개 그룹으로 구분해서 평균값과 0.5 × 표준편차를 도식화하였다.



[그림 5] 계단 경사도에 따른 최소 발끝높이 변화

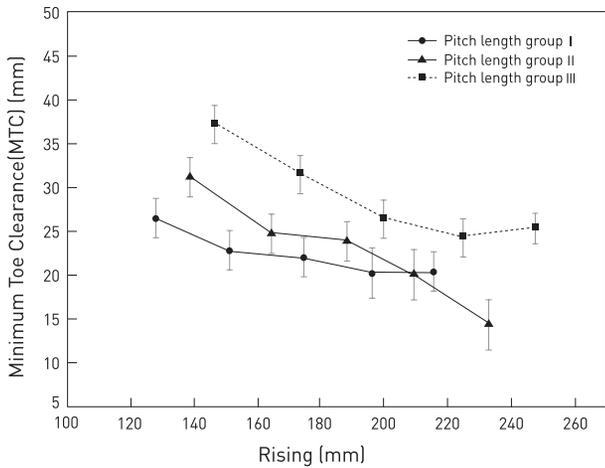


(a) 피험자 f1

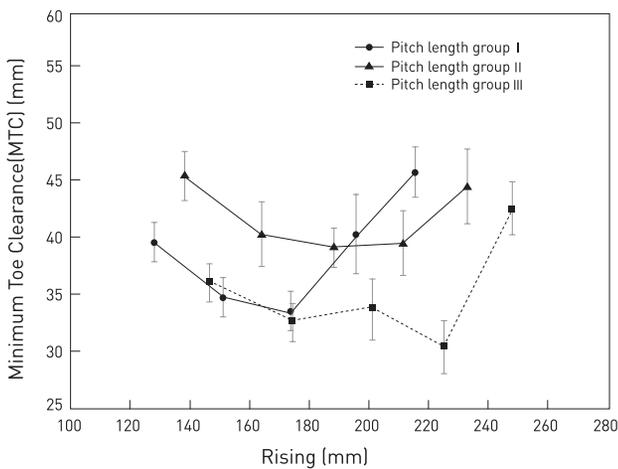


(a) 피험자 m5

[그림 6] 단 너비에 따른 최소 발끝높이 변화



(a) f1



(b) m5

[그림 7] 단 높이에 따른 최소 발끝높이 변화

여성 피험자인 (a) 그래프는 단 너비가 증가함에 따라 발끝높이도 선형적으로 증가 추세를 보이고 있다.

특이점은 경사도, 경사선의 길이, 단 높이와 무관하게 단 너비 260~270mm 사이에서 발끝높이가 낮아지는 추세는 유지하지만 산포도가 늘어나고 선형 추세에 변화를 보이고 있다. 이는 단 너비와 피험자의 발 크기와 관계가 있으며, 충분한 단 너비가 확보되지 않은 계단에서는 정상적 보행이 어렵고 계단 코에 걸려 넘어질 확률이 높아지는 것을 의미한다.

남성 피험자인 (b) 그래프도 (a)와 같이 추세 변화 구간이 발생하고 있으며, 그 구간은 260~270mm로 (a)와 같은 경향을 보인다. 그러나 260mm 이하로 내려가면 그래프 (a)와는 달리 산포도 증가 외에 오히려 발끝높이가 증가하는 천이 구간

“

본 연구에서는 3대 다발재해 중 넘어짐 사고의 발생 유형인 걸려 넘어짐에 대한 주요 요인 분석을 하였다. 그리고 관련 제도 개선을 위한 기초 연구로 사업장뿐만 아니라 일상생활에서 가장 많이 접하는 장해요소이며 걸림뿐만 아니라 헛디딤 발생의 주요 기인물인 계단에서의 안전에 대하여 살펴보았다. ”

이 발생하는데 이는 앞서 설명한 것과 같이 피험자가 위험을 인지하여 의도적으로 발끝높이를 크게 보행한 것으로 추정할 수 있다.

따라서 단 너비는 계단 오르기에서의 걸려 넘어짐에 대한 중요 인자라는 것을 알 수 있고, 위험 구간의 설정기준으로는 단 너비와 보행자 발 크기의 관계라는 것을 알 수 있다.

[그림 7]은 단 높이에 따른 발끝높이 변화를 보여준다. 단 너비 관계와는 반대로 단 높이가 증가함으로써 발끝높이는 감소하고 있으며 (b) m5는 감소하다 다시 증가하는 추세로 전환되고 있다. 그러나 발끝높이의 변화에 영향을 미치는 주된 요인으로 볼만한 근거가 없고, 단지 같은 경사선 길이를 갖는 데이터 그룹(I, II, III)에서 단 높이 증가와 더불어 단 너비가 감소되기 때문에 나타나는 현상으로 볼 수 있다.

계단의 치수 및 경사도에 관한 기준은 앞 장에서 설명한 것과 같이 단 너비와 단 높이의 두 배 합으로 정하고 있다. 이는 단 너비(G) + $2 \times$ 단높이(R)가 사람의 정상 보행 시 평균 보폭과 같을 때 인간공학적으로 사람이 계단을 오르기에 적당하다는 이유에 의해 ISO 기준으로부터 $G + 2R$ 이 600mm에서 660mm 사이의 계단이 권장되고 있다.

[그림 8]은 ISO 기준인 $G + 2R$ 에 따른 단 높이의 변화를 나타내고 있다. 점선으로 표기한 구간이 권장구간이며, 각 포인트에 표기한 각도는 시험조건이 다른 경사도이다.

여기서 $G + 2R$ 기준값의 산출식에서 알 수 있듯이, ISO 기준은 단 높이에 2의 가중치를 두어 계산되었기 때문에 [그림 7]의 단 높이에 따른 발끝높이 변화와 변화 추이가 유사하다.

경사선 그룹 I의 경우, 경사도는 계단 경사각으로 한계값에

가까운 40°와 45°가 적정 수준에 포함되고 있다. 이를 계단에서의 걸려 넘어질 위험성 측면에서 검토해보면, 200mm 이상의 높은 단 높이와 발 크기의 70% 수준 단 너비로 본 연구에 포함된 가장 위험성이 큰 계단조건이며, 발끝높이도 최저 수준이거나 급격한 보행 유형의 변화와 함께 산포도가 큰 구간으로 기준에는 적합하지만 사고 위험성이 크다는 것을 알 수 있다.

계단 내려가기

계단을 내려갈 때 계단코와의 최소 거리 지점은 뒤꿈치이다. 따라서 계단을 내려갈 때의 보행 특성을 분석하기 위하여 각각의 시험조건에서 최소 뒤꿈치높이(MHC)를 측정하였다. 계단의 경사도 변화에 따른 뒤꿈치높이는 [그림 9]와 같이 모든 피험자 측정결과에서 경사도 증가에 의해 뒤꿈치높이도 증가됨

을 알 수 있다.

걸려 넘어질 위험성 측면에서 뒤꿈치높이가 증가한다는 것은 올라갈 때에는 반대로 가파른 계단에서 내려올 때는 계단코에 걸려 넘어질 위험성이 적다는 걸 의미한다. 그러나 계단에서 보행 중 사고에서의 약 80%가 계단을 내려올 때 발생한다는 기존 연구결과에 따라 단순히 뒤꿈치높이가 높아진다고 해서 계단에서의 사고 발생위험이 적어진다고 단정 지을 수는 없다.

[그림 10]은 계단의 단 너비에 따른 최소 뒤꿈치높이 변화에 대하여 경사선 길이가 같은 그룹별로 평균값과 0.5 표준편차값을 나타내고 있다.

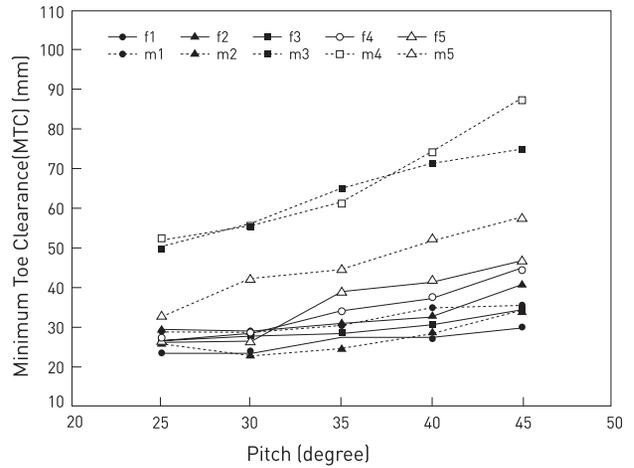
변화 추이를 살펴보면, 계단 오르기와 마찬가지로 피험자 개인의 보행 특성에 따른 편차가 존재하고 있지만 계단의 경사도와 상관없이 계단폭이 260mm에서 270mm 사이에서 추세 변



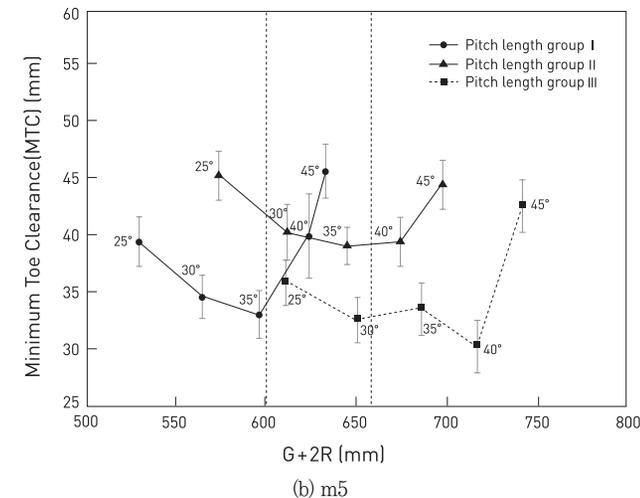
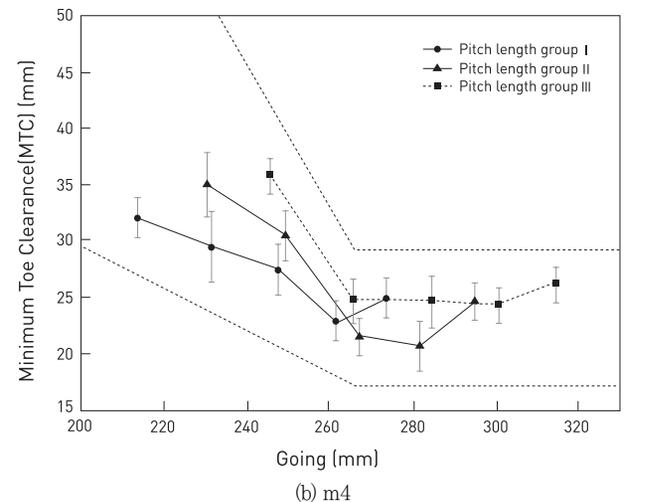
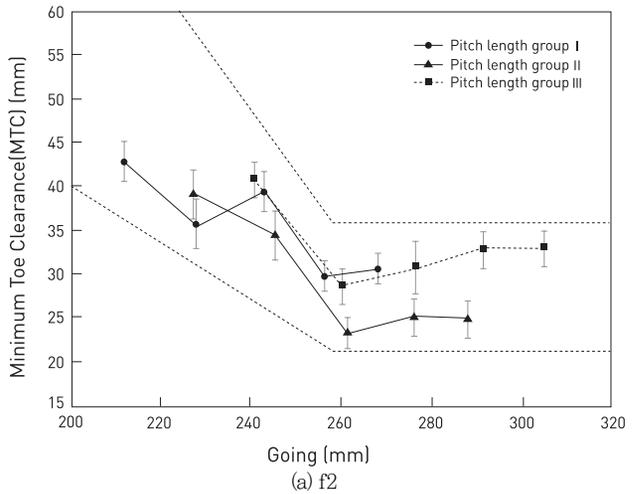
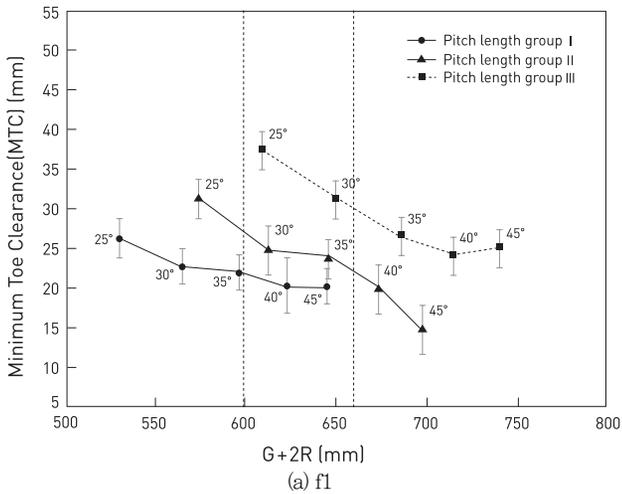
계단은 헛디딤과 미끄러짐, 걸려 넘어짐의 세 가지 유형이 모두 나타나는 단일 기인물로 계단에서의 보행은 평지와 다르며 오를 때와 내려갈 때의 습관에 차이가 있다.

화부가 나타나고 있다. 또한 270mm 이상 구간에서는 뒤꿈치 높이변화율이 낮은 반면, 260mm 이하 구간에서는 급격하게 발뒤꿈치 높이가 증가하면서 데이터의 산포도 역시 증가한다.

데이터 변화의 방향성은 계단 오르기에서의 발끝높이 변화와 반대지만 추세 변화 구간은 같다는 것을 알 수 있으며, 변화 구간인 260mm에서 270mm 구간은 보행자의 발길이와 연관성이 있다는 것을 알 수 있다. 즉, 계단의 경사도가 증가함에 따라 뒤꿈치높이가 증가하는 것은 걸려 넘어질 위험성이 감소하더라도 동일한 경사선(pitch)을 갖는 계단에서는 단 너비가 보행 시 충분한 접지 면적을 제공하지 못하게 되어서 발을 착지할 곳이 부족한 보행자는 습관적 보행 특성에 따라 발뒤꿈치높이가 증가된다.



[그림 9] 계단 경사도에 따른 최소 뒤꿈치높이 변화



[그림 8] ISO 기준값(G + 2R)에 따른 최소 발끝높이 변화

[그림 10] 계단 단 너비에 따른 최소 뒤꿈치높이 변화

여기서 계단코에 걸릴 위험성은 낮아지지만 산포도의 증가에서 미루어 알 수 있듯이 계단코를 지나 다음 단에 발을 착지할 때 발을 헛디딜 위험성이 증가하며, 발 앞부분이 계단면을 벗어나게 되면 미끄러져 중심을 잃을 위험성 또한 증가한다. 따라서 계단을 오를 때 내려갈 때 사고 발생 위험성을 줄이기 위해서는 반드시 충분한 단 너비를 확보해야 한다.

결론

본 연구에서는 3대 다발재해 중 넘어짐 사고의 발생 유형인 걸려 넘어짐에 대한 주요 요인 분석을 하였다. 그리고 관련 제도 개선을 위한 기초 연구로 사업장뿐만 아니라 일상생활에서 가장 많이 접하는 장해요소이며 걸림뿐만 아니라 헛디딤 발생의 주요 기인물인 계단에서의 안전에 대하여 살펴보았다. 이를 위해 피험자로 성인 남성 5명, 여성 5명을 모집하여 걸려 넘어짐 사고에 대한 지배적인 물리인자인 최소 발끝 및 뒤꿈치높이를 요철과 계단 같은 장애요소 통과 시 정밀하게 측정하여 그 변화를 분석함으로써 요철의 위험 한계 높이, 계단의 경사각, 단 높이 및 너비가 안전설계 인자에 대해 미치는 영향 등을 분석하였다.

- 계단을 올라갈 때 계단의 경사도, 단 너비, 단 높이 및 ISO 기준과의 관계를 분석한 결과, 최소 발끝높이는 경사도가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 단 너비에 대한 경향으로는 260~270mm 사이에서 발끝높이가 낮아지는 추세는 유지하지만 산포도가 늘어나고 선형 추세에 변화를 보였다. 이는 보행자의 발길리와 연관하여 충분한 단 너비가 확보되지 않은 계단에서는 정상적 보행이 어렵고 계단코에 걸려 넘어질 확률이 높아지는 것을 의미한다.
- 계단을 내려갈 때는 계단 오르기와 반대로 경사도가 증가함에 따라 최소 뒤꿈치높이가 증가하였다. 또한 피험자 개인의 보행 특성에 따른 편차가 존재하고 있지만 계단의 경사도와 상관없이 계단폭이 260~270mm 사이에서 추세 변화부가 나타나고 있다. 270mm 이상 구간에서는 뒤꿈치높이 변화율이 낮은 반면, 260mm 이하 구간에서는 급격하게 발뒤꿈치높이가 증가하면서 데이터의 산포도 역시 증가한다. 즉, 계단의 경사도가 증가함에 따라 뒤꿈치높이가 증가하는 것은 계단코에 걸릴 위험성은 낮아지지만 발길이에 비하여 계

단폭이 확보되지 않은 경우 산포도의 증가에서 미루어 알 수 있듯이 계단코를 지나 다음 단에 발을 착지할 때 발을 헛디딜 위험성이 증가한다. 뿐만 아니라 발 앞부분이 계단면을 벗어나면 미끄러져 중심을 잃을 위험성 또한 증가하게 된다.

- ISO 국제기준에서 제시하고 있는 G + 2R에 의한 계단치수 산정법은 본 연구결과 단 너비가 충분히 확보되지 않고 경사도가 높아 위험성이 높은 계단도 적정 수준으로 분류하고 있어 안전 가이드라인 제시를 위해서는 반드시 단 너비에 대한 한계를 고려해야 한다. 

참고문헌

- 2008년도 산업재해 현황, 한국산업안전보건공단, 2008.
- H. Fischer, B. G?mer, M. Karl, Th. M?ssner, H. Reyhl, M. Schatte, E. Tsch?cke, B. Wei?gerber, 'Avoiding accidents caused by stumbling, twisting and misstepping', BAuA : Federal Institute for Occupational Safety and Health, 2008.
- 은선덕 · 이기광 · 서정석, '계단 걸기 시 노인과 젊은이의 동작에 관한 운동학적 차이 연구', 한국사회체육학회지, Vol. 22, pp.511-522, 2004.
- 은선덕 · 유연주 · 이종훈, '노인의 Stair-descent 동작 시 계단 높이에 따른 보행 패턴의 변화', 한국사회체육학회지, Vol. 29, pp.443-451, 2007.
- Robert Rieneer, Marco Rabuffetti, Carlo Frigo, 'Stair ascent and descent at different inclinations', Gait and Posture, Vol. 15, pp.32-44, 2002.
- 이정림 · 안덕현 · 김유미, '계단높이에 따른 에너지 소모지수 변화', 한국전 문물리치료학회지, Vol. 6, No. 2, pp.67-76, 1999.
- 김용환, '계단의 적정치수 계획에 관한 연구 - 계단에서의 안전을 위한 단 높이, 단너비, 경사도의 최소치수를 중심으로', 한국주거학회, Vol. 14, No. 5, pp.105-116, 2003.
- Gregory W. King, Effects of step length on stepping responses used to arrest a forward fall, Gait & Posture, Vol. 22 pp.219-224, 2005.
- Michael S. Roys, 'Serious stair injuries can be prevented by improved stair design', Applied Ergonomics, Vol. 32, pp.135-139, 2001.
- Hugo Fisher, 'TREPPEN funktionell, nutzerfreundlich', BAuA : Federal Institute for Occupational Safety and Health, 2006.
- 「교통약자의 이동편의 증진법」 시행규칙.
- 주택건설기준 등에 관한 규정, 개정 2002, 대통령령 제17816호.
- 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙, 개정 2006, 건설교통부령 523호.
- ISO 14122-2 : 2001 Safety of machinery-Permanent means of access to machinery-Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails.

건설업 전문공사별 재해 분석 및 위험성 평가

건설업은 가설공사, 옥외작업, 고소작업 등 타 산업과 구별되는 여러 가지 특징이 있는데 그 중에 대표적인 것이 전문공사¹⁾의 협력 체계라고 할 수 있다. 일반적으로 건설공사는 발주자가 종합공사를 시공하는 도급업체와 공사계약을 체결하고 도급업체는 전문공사를 시공하는 수급업체와 공사계약을 체결하여 공사목적물을 완성하는 계층적 시스템을 구축하고 있다. 이러한 구조 때문에 건설재해의 대부분은 전문공사에서 발생하고 있고, 건설재해를 예방하기 위해서는 철근·콘크리트공사, 비계·구조물해체공사, 미장·방수·조적공사 등의 전문공사 특성에 적합한 재해 예방대책 수립이 중요하다고 할 수 있다.

건설업 전문공사별 재해 분석

건설재해의 연도별 발생 추이

2005~2008년의 최근 4년 동안 건설업 재해자수는 1만 5,918명에서 2만 473명으로 28.6% 증가하였고, 건설업 추락재해자수는 5,260명에서 6,976명으로 32.6% 증가한 것으로 분석되어 건설재해 예방대책 수립이 시급한 실정이다.

전문공사별 재해자수

2008년 건설재해를 전문공사별로 분석하면 철근·콘크리트공사에서 5,215명의 재해자가 발생하여 건설재해자 2만 473명의 25.5%로 가장 높은 점유율을 나타내고 있다. 또한 미장·방수·조적공사, 비계·구조물해체공사, 실내건축공사, 강구조물공사 순으로 건설재해가 다발하고 있는 것으로 분석되었다.

발생형태별 전문공사 재해자수

발생형태별로 분석하면 추락재해가 6,976명이며 건설재해 2만 473명의 34.1%로 가장 높은 점유율을 보이고 있고, 넘어짐, 낙하·비레, 감김·끼임재해 순으로 나타났다.



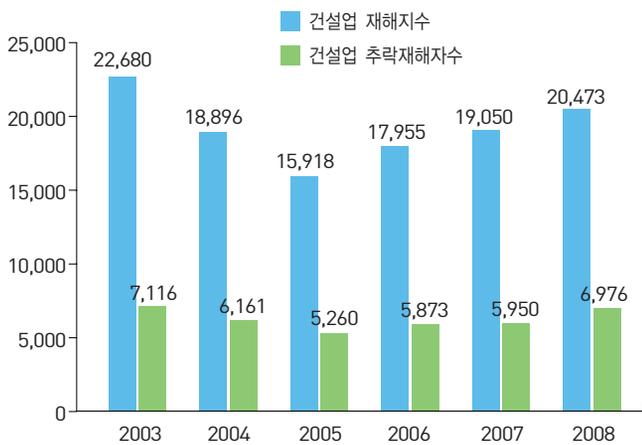
정세균 차장

한국산업안전보건공단
부천산업안전보건센터

또한 철근·콘크리트공사, 미장·방수·조적공사 등 건설재해가 다발하고 있는 5대 전문공사 중에서 추락재해의 비율이 가장 높은 업종은 미장·방수·조적공사이고, 가장 낮은 업종은 철근·콘크리트공사인 것으로 분석되었다.

기인물별 전문공사 재해자수

기인물별로 분석하면, 기계·설비가 4,931명이며 건설업 재



[그림 1] 연도별 건설업 재해자수

[표 1] 전문공사별 재해자수

구분	재해자	부상자	사망자
계	20,473	19,804	669
실내건축공사	1,028	1,018	10
토공사	415	392	23
미장·방수·조적공사	1,612	1,560	52
석공사	457	453	4
도장공사	489	461	28
비계·구조물해체공사	1,582	1,528	54
금속구조물·창호공사	673	639	34
지붕판금·건축물조립공사	475	442	33
철근·콘크리트공사	5,215	5,133	82
기계설비공사	710	688	22
상·하수도설비공사	616	584	32
보링·그라우팅공사	46	44	2
철도·궤도공사	17	16	1
포장공사	63	58	5
수중공사	17	15	2
조경식재공사	259	254	5
조경시설물설치공사	50	49	1
강구조물공사	785	734	51
삭도설치공사	12	10	2
준설공사	19	19	0
승강기설치공사	31	26	5
가스시공업	95	87	8
난방시공업	36	33	3
시설물유지관리업	377	364	13
전문공사업종 외	1,284	1,237	47
분류 불능	4,110	3,960	150

해자 2만 473명의 24.1%로 가장 점유율이 높다. 그리고 재재·적재물, 건축·철골구조물 순으로 건설재해가 많이 발생하는 것으로 나타났다. 이같이 기계·설비에서 건설재해가 다발하는 것은 최근 건설현장에서 크레인, 고소작업대, 지게차 등의 기계·설비를 많이 사용하고 있기 때문으로 기계·설비 관련 재해 예방대책이 더욱 필요한 실정이다.

건설재해가 다발하고 있는 5대 전문공사 중에서 기계·설비 관련 재해의 비율이 가장 높은 업종은 실내건축공사이고, 가장 낮은 업종은 미장·방수·조적공사인 것으로 분석되었다. 이는 실내건축공사에서 절단기, 그라인더 등의 전동 수공구를 많이 사용하기 때문으로 판단된다. 따라서 건설현장에서 사용되고 있는 기계·설비에 대한 안전대책 수립이 시급한 실정이다.

근로손실일수별

근로손실일수별로 분석하면, 91~180일이 재해자수 6,494명 발생으로 31.7%의 가장 높은 점유율을 나타내고 있다. 또한 근로손실일수가 3개월 이상인 중상 및 사망자가 1만 4,532명으로 건설업 재해자의 71%를 점유하고 있는 것으로 나타났다. 건설재해가 다발하고 있는 5대 전문공사 중에서 3개월 이상의 중상 및 사망자 비율이 가장 높은 업종은 강구조물공사이며, 가장 낮은 업종은 철근·콘크리트공사로 분석되었다.

전문공사별 위험성 평가

개요

선진국에서는 일찍부터 위험성 평가 제도를 법령화하여 사업장의 안전보건관리에 적용하고 있다. 그 예로는 영국의 「사업장안전보건관리법령(MHSWR)」, 독일의 「근로보호법(Arbeitschutzgesetz)」 등이 있고, 호주와 싱가포르 등에서도 산업안전보건 관련 법령에 위험성 평가를 수행하도록 규정하고 있다. 국내의 위험성 평가 제도는 최근 개정된 「산업안전보건법」에서 일부 규정하고 있다. 그리고 건설업 유해·위험방지

1) 전문공사는 「건설산업기본법」 시행령 [별표 1], 건설업의 업종과 업종별 업무내용에 의거하여 실내건축공사, 토공사, 미장·방수·조적공사 등 29개 전문건설업종이 수행하는 건설공사를 말한다.

2) 이영순 외 8명, 「위험성 평가 기법 사업장 적용 효과 분석」, 산업안전보건연구원, 2007

〈표 2〉 발생형태별 전문공사 재해자수

구분	계	추락	넘어짐	충돌	낙하 비래	감김 끼임	작업관련 질병	절단 베임 찔림	붕괴 도괴	무리한 동작 (요통 제외)	감전	기타
계	20,473	6,976	3,633	1,585	2,741	1,636	686	1,461	497	208	205	845
실내건축공사	1,028	337	149	31	98	48	18	315	12	8	2	10
토공사	415	72	66	57	76	42	27	12	43	5	0	15
미장·방수·조적공사	1,612	760	399	60	142	43	48	66	40	10	2	42
석공사	457	111	83	41	94	53	25	27	11	7	1	4
도장공사	489	317	83	17	13	16	5	3	3	1	6	25
비계·구조물 해체공사	1,582	657	213	127	305	100	27	55	57	5	7	29
금속구조물·창호공사	673	282	92	43	82	51	11	85	5	3	5	14
지붕판금·건축물조립공사	475	316	36	20	29	18	5	33	4	6	3	5
철근·콘크리트공사	5,215	1,428	1,131	478	924	483	131	409	104	55	10	62
기계설비공사	710	298	64	51	84	82	35	36	21	8	5	26
상·하수도설비공사	616	120	80	63	98	83	25	32	85	7	2	21
보링·그라우팅공사	46	7	7	7	7	14	1	0	0	2	0	1
철도·궤도공사	17	1	1	5	5	2	0	0	1	0	0	2
포장공사	63	9	13	7	5	8	3	0	2	1	1	14
수중공사	17	4	1	0	4	3	0	0	0	0	0	5
조경식재공사	259	52	72	23	40	9	5	39	2	5	0	12
조경시설물설치공사	50	9	8	8	9	3	3	4	1	1	0	4
강구조물공사	785	293	125	84	87	116	24	12	21	4	1	18
삭도설치공사	12	3	1	2	2	3	0	0	0	1	0	0
준설공사	19	0	2	1	5	5	6	0	0	0	0	0
승강기설치공사	31	11	3	2	4	10	0	0	0	0	0	1
가스시공업	95	15	14	9	13	11	6	3	9	0	0	15
난방시공업	36	7	8	3	2	4	5	2	1	0	0	4
시설물유지관리업	377	183	56	20	25	25	12	20	8	1	1	26
전문건설업종 외	1,284	557	135	88	83	72	60	46	15	24	136	68
분류 불능	4,110	1,127	791	338	505	332	204	262	52	54	23	422

〈표 3〉 기인물별 전문공사 재해자수

구분	계	개구부	사다리	계단	자재 적재물	작업 발판	거푸집 동 바리	비계	건축 철골 구조물	단부 바닥 통로	운송 수단	기계 설비	기타	분류 불능
계	20,473	202	1,603	492	3,578	1,304	1,196	1,243	1,865	1,709	609	4,931	677	1,064
실내건축공사	1,028	5	130	25	94	103	5	87	56	42	3	411	26	41
토공사	415	3	6	0	150	4	2	3	41	47	17	113	14	15
미장·방수·조적공사	1,612	18	135	94	214	320	13	227	99	176	13	184	60	59
석공사	457	3	7	9	173	46	5	25	21	48	4	94	5	17
도장공사	489	1	125	20	28	57	0	102	27	33	18	42	13	23
비계·구조물해체공사	1,582	9	81	20	308	109	56	221	216	109	16	321	48	68
금속구조물·창호공사	673	6	71	23	121	24	6	39	85	55	25	178	11	29
지붕판금·건축물조립공사	475	5	83	2	53	23	1	22	153	29	7	65	9	23
철근·콘크리트공사	5,215	55	128	94	954	392	1,032	232	266	510	72	1,209	89	182
기계설비공사	710	12	139	13	90	28	2	38	45	37	5	255	27	19
상·하수도설비공사	616	10	23	4	163	6	6	9	60	51	30	213	15	26
보링·그라우팅공사	46	0	0	0	7	1	0	0	3	4	0	28	1	2
철도·궤도공사	17	0	0	0	4	1	0	0	1	1	2	6	0	2
포장공사	63	0	0	0	15	0	1	1	4	5	15	16	3	3
수중공사	17	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	5	9	0
조경식재공사	259	0	16	0	98	0	0	0	4	22	16	80	15	8
조경시설물설치공사	50	0	1	0	20	2	0	0	2	4	4	13	4	0
강구조물공사	785	1	44	4	226	11	16	25	203	38	9	162	12	34
삭도설치공사	12	0	0	0	2	2	0	0	0	2	0	5	0	1
준설공사	19	0	0	0	4	0	0	0	5	0	2	5	3	0
승강기설치공사	31	4	3	0	2	2	0	0	2	2	0	15	0	1
가스시공업	95	0	10	1	23	1	0	2	2	5	6	39	2	4
난방시공업	36	1	3	2	3	0	0	1	1	3	0	19	3	0
시설물유지관리업	377	6	71	14	33	12	2	35	41	34	14	82	20	13
전문건설업종 외	1,284	10	268	24	119	10	3	22	229	67	82	331	53	66
분류 불능	4,110	53	257	143	673	150	46	152	299	385	249	1,040	235	428

계획서도 넓게 해석하면 위험성 평가 제도라고 할 수 있으며, KOSHA 18001 제도에서 본격적으로 위험성 평가를 통한 안전 보건관리가 수행되고 있다고 할 수 있다.

위험성 평가방법은 대상, 상황 등에 따라 여러 가지가 있겠지만 이 연구에서는 건설재해를 토대로 발생지수, 발생강도를 조합하여 특정 전문공사, 세부공종 및 작업활동에 대한 위험지수를 산정하는 방법을 적용하였다.³⁾ 여기서 발생지수는 모집단의 재해자수에 대한 특정 평가 항목의 재해자수를 백분율로 환산하여 산출하였고, 발생강도는 평가하고자 하는 특정 항목의 재해자수에 대한 특정 항목의 근로손실일수 환산지수의 합으로 산출하였다. 근로손실일수에 대한 가중치는 근로손실일수 4~10일은 1, 11~30일은 2, 31~90일은 3, 91~180일은 4, 181~360일은 5, 360일 이상 및 질병사망은 6, 사고사망은 10으로 환산하였다.

이와 같은 위험성 평가를 통하여 전문공사별 위험지수와 추락위험지수를 산정하였고, 재해위험과 추락위험이 높은 5대 전문공사를 도출하였다.

전문공사별 위험지수

전문공사별 위험지수를 산정한 결과, 철근·콘크리트공사의 위험지수가 105.19로 가장 높게 나타났고, 석도설치공사의 위험지수가 가장 낮게 나타났다. 위험지수가 높은 5대 전문공사는 철근·콘크리트공사, 미장·방수·조적공사, 비계·구조물해체공사, 실내건축공사, 강구조물공사로 분석되었다.

전문공사별 추락위험지수

전문공사별 추락위험지수를 산정한 결과, 철근·콘크리트공사가 93.96으로 가장 높게 나타났다. 그 다음은 미장·방수·조적공사, 비계·구조물해체공사, 지붕판금·건축물조립공사, 강구조물공사 순으로 분석되었다. 이는 실내건축공사, 도장공사의 발생지수가 각각 4.83, 4.54로 지붕판금·건축물조립공사, 강구조물공사보다 높았으나, 지붕판금·건축물조립공사, 강구조물공사의 발생강도가 각각 5.07,

3) '건설업 공종별 위험성 평가 모델', 한국산업안전보건공단, 2006

〈표 4〉 근로손실일수별 전문공사 재해자수

구분	계	4일 미만	4~10일	11~30일	31~90일	91~180일	181~360일	360일 이상	사망
계	20,473	22	168	1,206	4,545	6,494	4,872	2,487	679
실내건축공사	1,028	0	10	73	226	315	223	171	10
토공사	415	0	2	24	83	131	105	47	23
미장·방수·조적공사	1,612	1	2	66	330	554	424	182	53
석공사	457	0	2	30	110	152	111	48	4
도장공사	489	2	0	16	74	135	151	82	29
비계·구조물해체공사	1,582	3	7	99	312	469	396	240	56
금속구조물·창호공사	673	0	5	47	145	189	162	91	34
지붕판금·건축물조립공사	475	0	2	12	88	150	135	55	33
철근·콘크리트공사	5,215	6	40	312	1,306	1,772	1,157	537	85
기계설비공사	710	1	2	37	150	249	159	90	22
상·하수도설비공사	616	0	4	21	138	226	141	54	32
보링·그라우팅공사	46	0	0	1	7	14	15	7	2
철도·궤도공사	17	0	0	2	5	6	2	1	1
포장공사	63	0	0	2	20	12	15	9	5
수중공사	17	0	0	0	3	3	7	2	2
조경식재공사	259	1	2	16	64	78	62	31	5
조경시설물설치공사	50	0	1	1	20	11	9	7	1
강구조물공사	785	0	5	22	146	214	223	124	51
석도설치공사	12	0	0	1	3	3	3	0	2
준설공사	19	0	0	3	8	4	4	0	0
승강기설치공사	31	0	0	1	5	7	9	4	5
가스시공업	95	0	0	8	19	37	16	7	8
난방시공업	36	0	1	0	8	8	9	7	3
시설물유지관리업	377	0	3	23	73	104	100	61	13
전문건설업종 외	1,284	1	8	77	262	409	327	151	49
분류 불능	4,110	7	72	312	940	1,242	907	479	151

〈표 5〉 전문공사별 위험지수

구분	재해자수	근로손실일수환산지수합	발생지수	발생강도	위험지수
실내건축공사	1,028	4,335	5.02	4.22	21.18
토공사	415	1,860	2.03	4.48	9.09
미장·방수·조적공사	1,612	7,083	7.87	4.39	34.55
석공사	457	1,883	2.23	4.12	9.19
도장공사	489	2,333	2.39	4.77	11.40
비계·구조물해체공사	1,582	7,000	7.73	4.42	34.17
금속구조물·창호공사	673	2,986	3.29	4.44	14.61
지붕판금·건축물조립공사	475	2,225	2.32	4.68	10.86
철근·콘크리트공사	5,215	21,533	25.47	4.13	105.19
기계설비공사	710	3,078	3.47	4.34	15.06
상·하수도설비공사	616	2,713	3.01	4.40	13.24
보링·그라우팅공사	46	216	0.22	4.70	1.03
철도·궤도공사	17	69	0.08	4.06	0.32
포장공사	63	291	0.31	4.62	1.43
수중공사	17	88	0.08	5.18	0.41
조경식재공사	259	1,085	1.27	4.19	5.32
조경시설물설치공사	50	204	0.24	4.08	0.98
강구조물공사	785	3,712	3.83	4.73	18.12
삭도설치공사	12	58	0.06	4.83	0.29
준설공사	19	66	0.09	3.47	0.31
승강기설치공사	31	164	0.15	5.29	0.79
가스시공업	95	423	0.46	4.45	2.05
난방시공업	36	174	0.18	4.83	0.87
시설물유지관리업	377	1,680	1.84	4.46	8.21
전문건설업종 이외	1,284	5,616	6.27	4.37	27.40
분류 불능	4,110	17,410	20.08	4.24	85.14
계	20,473	88,285			

〈표 6〉 전문공사별 추락위험지수

구분	추락재해자수	근로손실일수환산지수합	발생지수	발생강도	추락위험지수
실내건축공사	337	1,524	4.83	4.52	21.83
토공사	72	344	1.03	4.78	4.92
미장·방수·조적공사	760	3,566	10.89	4.69	51.07
석공사	111	504	1.59	4.54	7.22
도장공사	317	1,555	4.54	4.91	22.29
비계·구조물해체공사	657	3,201	9.42	4.87	45.88
금속구조물·창호공사	282	1,414	4.04	5.01	20.24
지붕판금·건축물조립공사	316	1,601	4.53	5.07	22.97
철근·콘크리트공사	1,428	6,548	20.47	4.59	93.96
기계설비공사	298	1,435	4.27	4.82	20.58
상·하수도설비공사	120	541	1.72	4.51	7.76
보링·그라우팅공사	7	33	0.10	4.71	0.47
철도궤도공사	1	6	0.01	6.00	0.06
포장공사	9	34	0.13	3.78	0.49
수중공사	4	19	0.06	4.75	0.29
조경식재공사	52	234	0.75	4.50	3.38
조경시설물설치공사	9	38	0.13	4.22	0.55
강구조물공사	293	1,591	4.20	5.43	22.81
삭도설치공사	3	23	0.04	7.67	0.31
준설공사	0	0	0.00	0.00	0.00
승강기설치공사	11	76	0.16	6.91	1.11
가스시공업	15	68	0.22	4.53	1.00
난방시공업	7	47	0.10	6.71	0.67
시설물유지관리업	183	874	2.62	4.78	12.52
전문건설업종 이외	557	2,580	7.98	4.63	36.95
분류 불능	1,127	5,082	16.16	4.51	72.88
계	6,976	32,938			

5.43으로 실내건축공사, 도장공사보다 높게 산정되었기 때문이다.

추락위험 5대 전문공사의 세부공종별 추락위험지수

■ 철근·콘크리트공사

철근·콘크리트공사의 세부공종은 크게 철근가공 및 조립공사, 거푸집 및 동바리공사, 콘크리트공사 등으로 분류할 수 있는데, 세부공종에 대한 위험성 평가결과 거푸집 및 동바리공사의 추락위험지수가 68.88로 가장 높게 나타났고, 철근 반입 및 조립공사, 콘크리트공사 순으로 나타났다. 각 세부공종 및 작업활동의 위험성 평가결과 추락위험지수는 다음과 같다.

• **철근가공 및 조립공사** : 추락위험지수 15.57로 거푸집 및 동바리공사보다는 낮고, 콘크리트공사보다는 높게 나타났다. 또

한 작업활동별 추락위험지수는 철근 조립이 11.78로 가장 높게 나타났고, 철근 가공·운반, 철근 반입 순으로 나타났다.

• **거푸집 및 동바리공사** : 추락위험지수 68.88로 철근 가공 및 조립공사, 콘크리트공사보다 매우 높게 나타났다. 또한 거푸집 및 동바리공사의 작업활동별 추락위험지수는 조립·설치가 43.13으로 가장 높게 나타났고, 해체, 운반·양중, 자재 반입 순으로 나타났다.

• **콘크리트공사** : 추락위험지수 7.66으로 거푸집 및 동바리공사, 콘크리트공사보다 비교적 낮게 나타났다. 또한 콘크리트공사의 작업활동별 추락위험지수는 타설이 6.59로 가장 높게 나타났고, 양생, 자재 반입 순으로 나타났다.

■ 비계·구조물해체공사

비계·구조물해체공사의 세부공종은 크게 비계공사, 구조물

〈표 7〉 철근·콘크리트공사 추락위험지수

세부공종	작업활동	추락재해자수	근로손실일수환산지수합	발생지수	발생강도	추락위험지수
철근 가공 및 조립공사	철근 반입	2	12	0.03	6.00	0.18
	철근 가공·운반	54	254	0.77	4.70	3.62
	철근 조립	171	822	2.45	4.81	11.78
	소계	227	1,088	3.25	4.79	15.57
거푸집 및 동바리공사	자재 반입	10	45	0.14	4.50	0.63
	운반·양중	61	272	0.87	4.46	3.88
	조립·설치	663	3,011	9.50	4.54	43.13
	해체	329	1,480	4.72	4.50	21.24
	소계	1,063	4,808	15.24	4.52	68.88
콘크리트공사	자재 반입	6	32	0.09	5.33	0.48
	타설	98	462	1.40	4.71	6.59
	양생	9	41	0.13	4.56	0.59
	계	113	535	1.62	4.73	7.66
기타		25	117	0.36	4.68	1.68
계		1,428	6,548	20.47	4.59	93.96

〈표 8〉 비계·구조물해체공사 추락위험지수

세부공종	작업활동	추락재해자수	근로손실일수환산지수합	발생지수	발생강도	추락위험지수
비계공사	자재 반입	7	47	0.10	6.71	0.67
	조립·설치	106	526	1.52	4.96	7.54
	해체	129	612	1.85	4.74	8.77
	계	242	1,185	3.47	4.90	17.00
구조물해체공사	준비	8	41	0.11	5.13	0.56
	해체	386	1,858	5.53	4.81	26.60
	반출	4	22	0.06	5.50	0.33
	계	398	1,921	5.71	4.83	27.58
파일공사	자재 반입	1	4	0.01	4.00	0.04
	파일 설치	4	22	0.06	5.50	0.33
	정리	0	0	0.00	0.00	0.00
	계	5	26	0.07	5.20	0.36
기타		12	69	0.17	5.75	0.98
계		657	3,201	9.42	4.87	45.88

해체공사, 파일공사 등으로 분류할 수 있는데, 위험성 평가결과 구조물해체공사의 추락위험지수가 27.58로 가장 높게 나타났고, 비계공사, 파일공사 순으로 나타났다.

• 비계공사 : 추락위험지수 17.00으로 구조물해체공사보다는

낮고, 파일공사보다는 높은 것으로 나타났다. 또한 비계공사의 작업활동별 위험성 평가결과 해체의 추락위험지수가 8.77로 가장 높게 나타났고, 조립·설치, 자재 반입 순으로 나타났다.

• 구조물해체공사 : <표 8>과 같이 추락위험지수 27.58로 비계

<표 9> 미장·방수·조적공사 추락위험지수

세부공종	작업활동	추락 재해자수	근로손실일수환산지수합	발생지수	발생강도	추락위험지수
미장공사	자재 반입	6	35	0.09	5.83	0.52
	운반·양중	18	93	0.26	5.17	1.34
	미장작업	417	1,976	5.98	4.74	28.35
	계	441	2,104	6.32	4.77	30.15
방수공사	자재 반입	1	4	0.01	4.00	0.04
	운반·양중	5	29	0.07	5.80	0.41
	방수작업	94	436	1.35	4.64	6.26
	계	100	469	1.43	4.69	6.71
조적공사	자재 반입	2	8	0.03	4.00	0.12
	운반·양중	13	66	0.19	5.08	0.97
	조적작업	129	597	1.85	4.63	8.57
	계	144	671	2.06	4.66	9.60
타일공사	자재 반입	0	0	0.00	0.00	0.00
	운반·양중	3	9	0.04	3.00	0.12
	타일작업	57	252	0.82	4.42	3.62
	계	60	261	0.86	4.35	3.74
기타		15	61	0.22	4.07	0.90
계		760	3,566	10.89	4.69	51.07

<표 10> 지붕판금·건축물조립공사 추락위험지수(표 9) 미장·방수·조적공사 추락위험지수

세부공종	작업활동	추락 재해자수	근로손실일수환산지수합	발생지수	발생강도	추락위험지수
지붕·판금공사	자재 반입	3	16	0.04	0.00	0.00
	운반·양중	23	116	0.33	5.04	1.66
	조립·설치	184	941	2.64	5.11	13.49
	계	210	1,073	3.01	5.11	15.38
건축물조립공사	자재 반입	3	14	0.04	4.67	0.19
	운반·양중	7	34	0.10	4.86	0.49
	조립·설치	90	456	1.29	5.07	6.54
	계	100	504	1.43	5.04	7.21
기타		6	24	0.09	4.00	0.36
계		316	1,601	4.53	5.07	22.97

<표 11> 강구조물공사 추락위험지수

세부공종	작업활동	추락 재해자수	근로손실일수환산지수합	발생지수	발생강도	추락위험지수
건축 강구조물공사	자재 반입	5	27	0.07	5.40	0.38
	운반·양중	33	185	0.47	5.61	2.64
	조립·설치	220	1,206	3.15	5.48	17.26
	계	258	1,418	3.70	5.50	20.35
토목 강구조물공사	자재 반입	0	0	0.00	0.00	0.00
	운반·양중	4	18	0.06	4.50	0.27
	조립·설치	13	70	0.19	5.38	1.02
	계	17	88	0.24	5.18	1.24
기타 강구조물공사	자재 반입	0	0	0.00	0.00	0.00
	운반·양중	0	0	0.00	0.00	0.00
	조립·설치	5	24	0.07	4.80	0.34
	계	5	24	0.07	4.80	0.34
기타		13	61	0.19	4.69	0.89
계		293	1,591	4.20	5.43	22.81

공사, 파일공사보다 높게 나타났다. 또한 구조물해체공사의 작업활동별 위험성 평가결과 해체의 추락위험지수가 26.60으로 높게 나타났고, 준비, 반출 순으로 나타났다.

- **파일공사** : 추락위험지수 0.36으로 매우 낮게 나타났다. 이는 파일공사가 주로 어스오거(earth auger), 향타기 등의 건설 기계를 사용해서 작업하므로 상대적으로 추락재해가 적기 때문이라고 할 수 있다. 그리고 파일공사의 작업활동별 위험성 평가결과 파일 설치의 추락위험지수가 0.33으로 나타났고, 운반·양중, 자재 반입 및 정리 순으로 나타났다.

■ **미장·방수·조적공사**

미장·방수·조적공사의 세부공종은 크게 미장공사, 방수공사, 조적공사, 타일공사 등으로 분류할 수 있다. 위험성 평가결과는 미장공사의 추락위험지수가 30.15로 가장 높게 나타났고, 조적공사, 방수공사, 타일공사 순으로 나타났다.

- **미장공사** : 추락위험지수 30.15로 다른 세부공종에 비하여 높게 나타났다. 또한 미장공사의 작업활동별 위험성 평가결과 미장작업에서 28.35로 가장 높게 나타났고, 운반·양중, 자재 반입 순으로 나타났다.

- **방수공사** : 추락위험지수 6.71로 미장공사, 조적공사보다는 낮고, 타일공사보다는 높게 나타났다. 또한 방수공사의 작업활동별 위험성 평가결과 방수작업에서 6.26으로 나타났고, 운반·양중, 자재 반입 순으로 나타났다.

- **조적공사** : 추락위험지수 9.60으로 미장공사보다는 낮게 나타났고, 방수공사, 타일공사보다는 높게 나타났다. 또한 조적공사의 작업활동별 위험성 평가결과 조적작업에서 8.57로 나타났고, 운반·양중, 자재 반입 순으로 나타났다.

- **타일공사** : 추락위험지수 3.74로 다른 세부공종에 비하여 매우 낮게 나타났다. 이는 타일공사가 주로 실내의 벽체, 욕실 등 낮은 높이에서 작업하기 때문이라고 할 수 있다. 또한 타일공사의 작업활동별 위험성 평가결과 타일작업에서 3.62로 나타났고, 운반·양중, 자재 반입 순으로 나타났다.

■ **지붕판금·건축물조립공사**

지붕판금·건축물조립공사의 세부공종은 크게 지붕·판금공사, 건축물조립공사 등으로 분류할 수 있다. 세부공종에 대한 위험성 평가결과는 지붕공사의 추락위험지수가 15.38로 높게

나타났고, 건축물조립공사는 7.21로 나타났다.

- **지붕·판금공사** : 추락위험지수 15.38로 다른 세부공종에 비하여 높은 것으로 나타났다. 또한 지붕·판금공사의 작업활동별 위험성 평가결과 조립·설치의 추락위험지수는 13.49로 나타났고, 운반·양중, 자재 반입 순으로 나타났다.

- **건축물조립공사** : 추락위험지수 7.21로 다른 세부공종에 비하여 낮게 나타났다. 또한 건축물조립공사의 작업활동별 위험성 평가결과 조립·설치의 추락위험지수가 6.54로 나타났고, 운반·양중, 자재 반입 순으로 나타났다.

■ **강구조물공사(철강재설치공사 포함)**

강구조물공사의 세부공종은 크게 건축 강구조물공사, 토목 강구조물공사, 기타 강구조물공사 등으로 분류한다. 세부공종에 대한 위험성 평가결과는 건축 강구조물공사의 추락위험지수가 20.35로 가장 높았으며, 토목 강구조물공사, 기타 강구조물공사 순으로 나타났다.

- **건축 강구조물공사** : 추락위험지수 20.35으로 강구조물공사의 추락위험지수인 22.81의 89.2% 이상을 점유하여 강구조물공사의 추락재해는 대부분 건축 강구조물 시공과정에서 발생하고 있다. 또한 건축 강구조물공사의 작업활동별 위험성 평가결과 조립·설치의 추락위험지수는 17.26으로 나타났고, 운반·양중, 자재 반입 순으로 나타났다.

- **토목 강구조물공사** : 교량 등 토목 강구조물공사의 추락위험지수는 1.24로 건축 강구조물공사의 추락위험지수인 17.26의 7.2%에 불과한 것으로 나타났다. 또한 토목 강구조물공사의 작업활동별 위험성 평가결과 조립·설치의 추락위험지수가 1.02로 나타났고, 운반·양중, 자재 반입 순으로 나타났다.

- **기타 강구조물공사** : 기타 강구조물공사의 종류로는 철탑공사, 육교공사, 댐 수문 설치 등이 있고, 추락위험지수는 0.34로 강구조물공사의 추락위험지수인 22.81의 1.5%에 불과한 것으로 나타났다. 또한 기타 강구조물공사의 작업활동별 위험성 평가결과 조립·설치의 추락위험지수는 0.34로 나타났고, 운반·양중, 자재 반입 순으로 나타났다. ☺

2010년 산업안전보건연구원 연구과제 소개

2010년 산업안전보건연구원은 업무상 사고 및 질병재해 감소에 기여하는 연구원으로서 세계 TOP 5 산업안전보건연구기관 도약 기반을 조성하고자 한다. 이러한 목표 하에 최근 사회적으로 관심이 되는 주제나 이슈를 대상으로 연구를 수행함으로써 사회적 현황과 해결방안을 모색해 나갈 예정이다. 산업안전보건연구원에서 수행·연구하는 과제는, 연구원의 자체 사업 계획 수립에 따른 연구과제와 노동부 및 한국산업안전보건공단으로부터 요구되는 정책 연구과제 등이 있다. 이번 호에 소개하는 내용은 연구원의 자체 사업 계획 수립에 따른 연구과제들인데, 이를 통해 2010년 안전보건 분야의 연구 흐름을 파악해 볼 수 있는 기회의 장이 마련되기를 바란다.

정책 연구

정책 연구 분야는 정부의 재해 예방 정책 수립과 제도 개선을 지원하고, 재해 예방사업과의 원활한 연계를 통하여 산재 예방사업 성과를 극대화할 수 있는 연구를 비롯해 서비스 업종과 취약계층 근로자에 대한 잠재 유해·위험요인 발굴에 필요한 실태 파악 및 제도적 보완장치 개발, 그리고 사업 전개를 위한 기초 연구 등을 수행한다. 아울러 사회·경제구조와 노동환경 변화에 따른 예상 가능한 안전보건문제의 조기 발견은 물론, 재해 발생 사전 방지 기법 및 시스템 개발과 같은 산업안전보건문제에서 예방적 차원의 정책들을 수립하게 된다.

추진 예정 연구

- 외국인 근로자의 산업안전보건실태와 보호방안 연구
- 법제사적 의미에서 「산업안전보건법」의 역할과 지위에 관한 연구
- 서비스업 산재 예방의식 수준 조사 연구
- 위생 및 유사 서비스업의 맞춤형 산재 예방 프로그램 및 매뉴얼 개발
- 방송 매체가 안전의식에 미치는 영향에 대한 연구

안전 시스템 연구

최근 안전 시스템 연구는 기계, 전기, 건설 등 고전적 분야별 연구에서 탈피하여 노동부 및 한국산업안전보건공단의 '사고성 재해의 획기적 감소전략'에 효과적으로 기여할 수 있도록 넘어짐·끼임·떨어짐재해 등 3대 다발재해 예방을 위한 주제별 실용적 연구에 집중하고 있다. 이와 함께 각종 위험기계기구 등에 대한 실태 조사 및 제도 개선 연구 등 기반 구축 연구도 병행하여 추진하고 있다.

향후에는 중장기적 관점으로 공학적 관점의 인간공학 및 소음·진동 연구, 근로자의 심리 등 사회학적 관점의 연구, 현재의 사회적 니즈뿐만 아니라 미래의 노동시장 및 산업 특성의 변화를 예측·대비하는 연구까지 그 범위를 확대시켜 나아갈 계획이며, 2010년도 추진 예정인 연구는 다음과 같다.

추진 예정 연구

- 넘어짐재해 예방 연구
 - 보행 중 바닥 오염물질에 따른 넘어짐 위험성 평가
 - 안전화 미끄럼도 측정기준 및 장비 개발
- 끼임재해 예방 연구
 - 프레스 기계구조 개선 개발 실용화 연구(II)
 - 감지제어형 방호장치 실용화 연구
 - 사출성형기 재해 예방을 위한 위험성 평가 및 실태 조사 연구
 - 컨베이어 재해 예방을 위한 실태 조사 연구
- 떨어짐재해 예방 연구
 - 건설현장의 작업 발판 사용실태 조사 연구
- 안전시스템 기반 및 정책 연구
 - 인력에 의한 중량물 취급 특성에 관한 연구
 - 산업용 기계류의 위험성 평가 제도 도입방안 연구
 - 전기공사업 활선작업의 위험성 평가 모델 개발에 관한 연구
 - 응급실 기반 사고성 재해 분석 연구

작업관련성질환 예방 연구

사업장에서 노동 강도의 증가와 직무 스트레스로 인한 작업관련성질환이 점차로 증가하여 사회적 이슈가 되고 있다. 이러한 작업관련성질환을 예방하고, 직업성질환 예방대책의 과



최근 안전 시스템 연구는 넘어짐·끼임·떨어짐재해 등 3대 다발재해 예방을 위한 주제별 실용적 연구에 집중하고 있다.

학적 근거를 마련하기 위해 특수건강진단 데이터베이스(DB)의 과학적 분석, 유해 화학물질의 노출실태 파악 및 질환의 발생 기전 연구를 추진한다. 또한 미래 산업·고용구조에서 나타날 직업성질환 감소 및 예방대책을 마련하고자, 뇌심혈관계 질환 및 근골격계 질환의 업종별 건강실태와 보건관리 연구를 추진한다.

추진 예정 연구

- 특수건강진단 대상자들의 유해인자 노출과 질병의 관련성 연구(I)
- 생체시료 분석실 감시 체계 구축 및 운용 연구(I) - DMF 감시를 중심으로
- 외국인 노동자의 유해 화학물질 대사와 민감도 차이에 대한 인류생태학적 연구(I)
- 뇌심혈관계 질환 예방을 위한 보건관리방안 개발
- 간호직 근로자의 근골격계 질환 및 직무 스트레스 위험요인



화학물질정보 연구는 보다 신뢰성 있고 객관적도가 높은 화학물질정보 전달 체계를 구축하기 위한 연구를 중점적으로 수행한다.

직업병 예방 연구

최근 사회적 이슈가 되고 있는 직업성질환 역학 조사의 운영 시스템을 강화하여 사전 예방적 역학 조사를 수행하고, 직업성 질환 발생 동향 파악을 위한 직업병 감시 체계를 강화함으로써 전문기관으로서의 위상을 높이기 위한 연구를 추진한다.

추진 예정 연구

- 반도체 제조공정 근로자에 대한 건강실태 역학 조사-3차년도
- 악성종피종 조기 발견을 위한 생물학적 노출표지자 활용방안 마련 연구-2차년도
- 조선소 용접근로자 폐활량 코호트 구축-용접작업이 폐활량에 미치는 영향 평가
- 직업병 감시 체계 중장기 발전방안 마련을 위한 로드맵 개

발 연구

- 중앙 감시 체계 DB 구축사업

직업환경 연구

직업환경 연구와 관련한 국내·외 연구 경향은 과학기술의 발달로 인해 파생된 새로운 유해인자 평가 및 관리, 사회적인 이슈를 해결하기 위한 연구기술 개발, 사업장에 실제적으로 도움을 줄 수 있는 도구 개발, 국제 규격화 등 평가기술의 신뢰성 향상, 다양한 환경에서 저농도 장기 노출에 의한 건강영향 평가기술 개발 등의 방향으로 진행되고 있다. 따라서 직업환경연구실은 중장기적인 계획 아래 정책 지원 및 제도 개선 연구를 비롯하여 이러한 국내·외 연구 동향에 부합한 연구를 수행할 계획이다.

이 가운데 자체 연구과제는 인력, 기술, 비용, 장비 등 규모 면에서 대형 프로젝트에 해당하는 과제를 중심으로 진행하고, 단기 프로젝트의 경우는 위탁 연구로 진행할 계획이다. 2010년에 계획하고 있는 직업환경 연구를 세부적으로 분류해보면 다음과 같다.

추진 예정 연구

- 정책 지원 및 제도 개선 연구
 - 석면 분석 정도관리를 위한 시료은행 및 DB 구축 연구
 - 석면 제도 이행실태 및 근로자 건강 보호방안 연구
 - 건축폐기물 산업 종사 근로자의 석면 노출 실태 연구
 - 화학물질 노출기준 제·개정 연구
- 과학기술의 발달로 새롭게 부상하고 있는 사회적 관심 분야 연구
 - 첨단산업 종사 근로자의 유해요인 노출 특성 연구
 - 나노물질 취급 근로자의 노출 평가 및 관리방안 연구
 - 의료기관의 발암성 물질 노출실태 및 건강 영향 연구
- 직업환경 평가 및 개선 연구
 - 생물학적 인자에 대한 측정·평가방법 연구
 - 음향도구 착용 근로자의 소음 노출실태 및 관리대책 연구
 - 국소배기장치 후드의 제어유속 적합성 연구
 - 유해인자별 시료 채취 및 분석방법 연구

화학물질정보 연구

화학물질의 유해·위험성 정보 전달 체계를 정확하게 파악하고, 이 정보 전달의 중요한 매체인 물질안전보건자료(MSDS)를 최신화하여 화학물질 취급 사업장 및 관련자가 효과적으로 활용할 수 있도록 제공한다. 또한 보다 신뢰성 있고 고객만족도가 높은 화학물질정보 전달 체계를 구축하기 위한 연구를 중점적으로 수행한다.

추진 예정 연구

- 노출 시나리오 작성을 위한 노출량 산정 기법 개발에 관한 연구
- 화학제품 MSDS 최신화 정보 전달의 효율성 향상 연구
- 국내 화학물질 정보 제공 실태 분석과 콘텐츠의 다양화 방안 연구

- GHS 체계를 반영한 한국형 MSDS 작성 체계 구축 연구
- GHS 체계에 의한 유해·위험성 분류 및 물질안전보건자료 작성

독성 연구

2010년 독성 연구는 작년에 이어 나노물질의 유해성 평가 시스템을 구축하는 한편, 실험동물을 이용한 타이어 공정 탄소나노입자의 심혈관계 영향 평가 등 신종 유해물질이 생체에 미치는 영향, 독성 메커니즘 규명 등의 연구를 중심으로 산업독성 분야의 전문성과 역량 강화에 주력하고 있다.

추진 예정 연구

- 메틸사이클로hex산의 신경 및 생식기에 미치는 영향 연구
- 카본블랙 나노입자의 흡입독성 연구
- 카본블랙으로 인한 활성산소 및 염증 반응 영향 연구
- 화학물질의 GLP 독성시험 및 위해성 평가(risk assessment)
- 타이어 공정의 카본블랙 초미세입자에 의한 독성기전 연구

위험성 평가 연구

화학물질에 의한 화학사고 원인 규명과 재해 예방을 위한 대책 수립 연구를 목적으로 2개 연구과제를 계획하였다. 화학 반응에 관련된 열적 위험은 반응 제어의 실패에 따른 폭주 반응으로 인해 화재 폭발사고가 발생되는데 이러한 사고 예방을 위한 열적 위험성 평가기술 개발을 확보하여 화학사고 예방사업에 활용하고자 한다. 또한 미분화공정의 발달과 고부가가치 산업의 증가로 Mg, Al, Mg-Al 합금 등과 같은 고기능성 금속분체의 화재·폭발재해와 그 위험성이 증대되고 있어, 금속분체의 폭발위험특성치를 정량적으로 상세히 평가하고 고기능성 금속분체의 발화 특성을 상세히 조사하여 활용 가능한 안전정보를 관련 사업장에 제공할 예정이다.

추진 예정 연구

- 화학반응공정에서 열적 위험성 평가기술 개발
- 고기능성 금속 미분체의 발화 및 폭발 특성 연구 

오스트리아의 산업안전보건전략 2007~2012



오스트리아는 직장 내에서 최적 수준의 안전과 보건을 보장하고자 각 기관들의 자원을 최대한 활용하여 기관들 간의 협력과 조화를 증진시키기 위한 목적으로 산업안전보건 전략이라는 틀 안에서 공동 계획을 마련하고 있다. 그리고 국가 산업안전보건전략의 일환으로 5개의 주제를 선정하였고, 프로젝트 제안서는 각 실무집단이 구체적인 프로젝트를 개발하기 위한 논의의 기초자료로 활용 중이다. 오스트리아의 산업안전보건전략은 내용과 구조 면에서 광범위한 기반을 지니고 있고, 관련 있는 사람들에게 네트워크와 협력 구축, 노하우 및 정보 교류, 핵심적 사안 활용 등에 대해 도움을 주고 있다.

개요

오스트리아는 산업안전보건전략 2007~2012를 시행 중에 있는데, 이 전략은 직장 내 보건 및 건강과 관련되어 있는 모든 사람(특히 특정 분야 사람들)이 핵심이 되어 있다. 즉, 직장 내에서 최적 수준의 안전과 보건을 보장하고자 각 기관들의 자원을 최대한 활용하여 기관들 간의 협력과 조화를 증진시키기 위한 목적으로 산업안전보건전략이라는 틀 안에서 공동계획을 실시하고 있다. 전략 수립과정에서 연방 경제 및 노동부의 마틴 바텐스타인 박사는 산업안전보건 자문위원회에 '2007~2012 국가 산업안전보건전략' 마련을 위임하였고, 최종 결정을 내리기 전 준비기간 동안 시행할 과제의 일환으로 산업 안전보건 자문위원회는 산업안전보건전략 전문가위원회를 구성하였다.

이 전문가위원회는 관련 주제에 대한 제안서 작성뿐만 아니라 동 주제를 다루기 위한 구조적 방안들을 제안하는 한편, 실무 집단의 성과에 대한 평가결과를 요약해 관련 개선 방안을 산업안전보건 자문위원회에 제출하는 역할을 한다.

주제 분야 및 협력 기관들

오스트리아는 국가 산업안전보건전략의 일환으로 다음과 같은 5개의 주제를 선정하

였고, 이 프로젝트 제안서는 각 실무집단이 구체적인 프로젝트를 개발하기 위한 논의의 기초자료로 활용되고 있다.

아울러 이들 분야를 담당할 5개의 실무집단이 구성되었으며, 각 실무집단은 정부 부처를 비롯해 지방 정부, 사고 보험회사, 사회적 파트너, 이해 집단, 그리고 안전 엔지니어링 및 산업보건센터, 연구센터, 대학, 규제 당국, 기업 및 단체 등과 같이 산업안전보건에 직·간접적으로 관련된 기관들의 대표들로 구성되어 있다.

산업안전보건전략의 5개 주제 분야

- 안전에 대한 인식 및 위험 평가
- 사고 예방
- 직업성질환의 예방
- 예방 전문가들의 활동을 증진시키고 아울러 산업안전보건에 관한 지도, 정보 및 훈련의 고급화
- 산업안전보건에 대한 의식 고취

구조 및 절차

오스트리아의 산업안전보건전략은 내용 및 구조 면에서 광범위한 기반을 지니고 있고 관련 있는 사람들에게 네트워크와 협력 구축, 노하우 및 정보 교류, 핵심적 사안 활용 등에 대해 도움을 주고 있다. 이러한 다양한 기능들은 산업안전보건전략의 핵심적인 요소와 목표를 효과적·효율적으로 시행할 수 있도록 할 뿐만 아니라, 동시에 가용한 인적 자원의 활용을 극대화할 수 있게 해준다.

산업안전보건 자문위원회는 산업안전보건 전문가위원회의 위원 구성을 결정하고, 전문가위원회나 실무집단이 제출할 제안서에 대한 결정 권한을 지니며 이러한 결정 권한은 평가단계에서도 적용된다.

산업안전보건 전문가위원회는 관련 법규에 따라 산업안전보건 자문위원회에 제출할 제안서를 준비하게 되며 동 제안서는 다음의 내용과 관련이 있다.

- 개별 프로젝트에서 산업안전보건전략의 분야
- 실무집단 관리 및 실무집단
- 목표성공에 대한 평가 및 측정기준

이와 함께 5개 실무집단은 각 분야별 개별 프로젝트에 대한 제안서를 작성하게 된다.

- 목표, 절차, 목표성공에 대해 측정 가능한 지표와 관련한 기술

- 우선과제에 따라 프로젝트 순서 정하기
- 프로젝트를 주도하거나 이에 협력할 기관의 선정

핵심 요소, 목표 및 시행

• 산업안전보건전략 : 핵심 요소

- 산업안전보건과 관련된 법률의 개선 및 수정
- 산업안전보건과 관련된 규정의 적절한 적용 및 집행
- 산업안전보건을 교육 시스템(학교, 응용과학 대학 및 대학 등)에 통합
- 예방 서비스로의 접근 가능성에 대한 질적 개선
- 활용 가능한 정보 및 실질적 지도를 통해 소규모 사업장 지원

• 산업안전보건전략 : 목표

- 유럽연합(EU) 전체에 걸쳐 직장 내 재해율 25% 감소
- 산업 및 직무 관련 질병의 감소
- 노동감독국을 위한 적절한 장비 마련
- 공공보건 및 직장 내 건강 증진 정책을 통한 지원
- 국가 산업안전보건전략의 수립 및 실행

• 산업안전보건전략 : 시행

- 인구 구성의 변화 및 신규 고용형태(자영업 혹은 이민자 등)에 초점
- 건강 감시, 재활 및 근로자 재통합 문제의 개선
- 산업안전보건, 공공보건 및 고용 정책 간의 일관성 유지
- 산업안전보건 분야에 대한 교육 및 지도
- 우수 사례의 전파
- 지침과 간단한 방안의 작성 및 배포
- 자격을 갖춘 예방 전문가의 접근 가능성 고취
- 산업안전보건에서의 경제적 혜택 분석
- 직장 내 재해 및 직업성질환 특히 고위험 분야에서의 재해 및 직업성질환을 줄이기 위한 측정 가능한 목표 수립 및 실행
- 규제 당국의 산업안전보건규정의 효과적 집행

진행 상황 평가

산업안전보건전략 실행에 대한 평가는 진행 상황 검토를 통해 이루어진다. 목표성공은 평가와 측정 또는 평정척도(성공 = 목표)를 통해 확인한다. 이러한 평가과정은 통계적·구조적 및 체계적 자료뿐만 아니라 기준, 양적·질적 지표 등에 기초한다.

산업안전보건전략과 관련된 추가 정보

- 스트레스 및 건축업과 같은 고위험 분야, 산업안전보건관리, 산업안전보건 캠페인, 우수한 실천방안 등에 대한 유럽연합(EU) 기관에 대한 정보 : EU-FACTS
- 실태관리 : 사고 위험성이 높고 안전하지 않은 조건에 관한 보고
- 지도와 고급 훈련 : 산업안전보건에 관한 교사와 훈련자에 대한 수요 - ENETOSH

〈표 1〉 5개 실무집단이 실시하고 있는 오스트리아 산업안전보건전략 프로젝트 요약

집단 1 : 안전에 대한 인식 및 위험 평가	
번호	WG1 프로젝트
01	청소업종에서의 평가 검토 노동감독국(Labour Inspection: 2008) 중점 캠페인 상태 : 진행 중
02	폴더 '위험 평가에서의 원칙' 중소기업용으로 위험 평가요인들을 담고 있는 폴더의 개발, 인쇄 및 배포(2008) 상태 : 진행 중
03	설문지 '중소기업의 위험 평가' 중소기업의 위험 평가를 시행하는 것에 관한 설문지 및 질문 개발(2008~2009) 상태 : 진행 중
04	유럽 주간 2008(European Week 2008)의 틀 안에서 워크숍 개최 유럽 주간 2008에 맞추어 워크숍 계획 및 시행 : 주제 - 위험 평가에 근로자의 참여(2008) 상태 : 완료
05	노동감독국, 농수산업 노동감독국 및 운송업 노동감독국 조사를 위한 '위험 평가' 설문지 법이 정한 바에 따라 감독국이 실시해야 하는 위험 평가에 대한 정기 조사(2008~2009) 상태 : 진행 중
집단 2 : 사고 예방	
번호	WG2 프로젝트
01	기업 내 자동화 기계 사용에 대한 조직적 예방 조치에 대한 검토 노동감독국(Labour Inspection: 2008) 중점 캠페인 상태 : 완료
02	폴더 '건축업종에서의 재해 예방' 상태 : 진행 중
03	폴더 '목재가공업종에서의 재해 예방' 상태 : 진행 중
04	폴더 '금속 및 전기업종에서의 재해 예방' 상태 : 진행 중
집단 3 : 직업성질환의 예방	
번호	WG3 프로젝트
01	2007 운송업의 화물 수작업 및 관리(유럽 캠페인 : 화물 경량화) SLIC가 실시하고 있는 유럽 캠페인인 2007 '화물 경량화'의 틀 안에서 노동감독국의 중점 캠페인 상태 : 보고서 완료
02	AUVAfit 2007~2009 '기업 내 근골격계 질환과 프로그램 절차 및 참여를 목적으로 하는 일반 사고보험위원회(AUVA: General Accidents Insurance Board)가 실시하는 프로젝트 상태 : 진행 중
03	2008 유통업 및 건설업 분야에서 화물 수작업(유럽 캠페인 : 화물 경량화) SLIC가 실시하고 있는 유럽 캠페인인 2008 '화물 경량화'의 틀 안에서 노동감독국의 중점 캠페인 상태 : 진행 중
04	컨퍼런스 '오통과 업무 스트레스' 오스트리아 북부 지역 노동총(Chamber of Labour)이 일반 사고보험위원회 등과의 협력 하에 2008년 6월 19일 국제 보건 심포지움 개최 상태 : 완료
05	'근골격계 질환 및 심리적 질환'이라는 주제로 위험 평가에 대한 유럽 주간의 일환으로 2008년 11월 19일 워크숍 개최 WG3의 멤버들과 워크숍 계획 및 개최 상태 : 완료
06	근골격계 질환 및 심리적 질환을 성공적으로 예방하기 위한 지침 근로자의 건강을 예방, 증진하는 데 효과가 입증된 전략들을 고려한 개념 개발 상태 : 진행 중
07	직장 내 스트레스 프로젝트 오스트리아 노동조합연합(Austrian Trade Union Federation) 및 human ware가 일반 사고보험위원회의 재정 지원 하에 추진하고 있는 프로젝트(2008~2010) 상태 : 진행 중
08	건설현장에서 통제 특성방식(controlling feature method, 화물 수작업방식)의 실행 노동감독국과 일반 사고 보험 간의 협력 하에 정해진 활동에 대해 통제 특성방식(화물 수작업방식)을 시행하기 위해 건설 실무자 단체(Working Group Construction: Porr, Wibeba, Alpin, Habach, Held & Franke, Hoch und Tiefbau Österreich)가 실시하고 있는 프로젝트 상태 : 진행 중(2012년 완료 목표)
09	'시간제 일에 대한 세심한 관리 - 건강한 손이 더 많은 것을 성취한다' 일반 사고보험위원회의 중점 프로젝트 상태 : 진행 중

집단 4 : 예방 전문가들의 활동을 증진시킴과 아울러 산업안전보건에 관한 지도, 정보 및 훈련의 고급화

번호	WG4 프로젝트
01	안전 전문가 훈련 시설의 평가 설문지에 의한 평가(2007~2008) 상태 : 완료
02	예방 서비스에 관한 설문지 노동감독국에 의한 일상적 감시활동(노동감독국, 농수산업 노동감독국 및 운송업 노동감독국) 상태 : 진행 중
03	고급 훈련 자격증 발급 상태 : 진행 중
04	직업교육을 실시함으로써 학교에서 산업안전보건에 대한 인식 고취 상태 : 완료
05	산업안전보건을 직업교육에 통합시킴 상태 : 진행 중

집단 5 : 산업안전보건에 대한 인식 고취

번호	WG5 프로젝트
01	최선의 시행방안 기업을 위한 기업 자체의 인식 고취 캠페인 '안전하고 건강한 근무 - 그 가치가 있다' 상태 : 2009년 출판
02	우수 시행방안 화물 수작업에 의한 질환을 최소화하기 위한 실질적 해결책 상태 : 2009년 출판
03	중소기업을 위한 분야별 해결책 및 실패관리 상태 : 2009년 시행
04	특정 분야 중소기업에서의 폭발 예방 2009 연간 근무계획, 노동감독국 중점 캠페인 상태 : 진행 중인 프로젝트

[첨부]

오스트리아의 산업안전보건전략 2007~2012 관한 공동 결의안

• 참여기관 : 연방 노동, 사회보장 및 소비자보호부, 연방 교통, 혁신 및 기술부, 연방 경제부, 연방 노동부, 노동조합연맹, 오스트리아 산업연합, 농업부, 농업 근로자부와 사고 보험위원회연합

산업안전보건전략의 기본 목표는 지속적으로 근로자의 안전문제를 개선하고 건강을 지키기 위한 것이다.

연방 정부, 사회 단체, 대표 기관 및 사고 보험사에 의한 발안
2009년 9월 23일 비엔나

오스트리아의 산업안전보건전략을 효과적으로 달성하기 위해서는 안전 및 보건문제를 다루는 기관뿐만 아니라 산업안전보건 분야의 이해관계자들의 적극적인 참여가 필요하다.

관련 법률 조항에 따라, 각 기관들은 산업안전보건전략의 틀 안에서 마련된 공동의 계획을 통해 자신들이 지니고 있는 자원 활용을 극대화해야 한다. 이를 위해 각 기관들 간의 협력을 적극 권장하며, 직장 내 안전 및 보건을 최고의 수준으로 유지하기 위해 서로 간에 개별 목표를 조정할 필요가 있다.

산업안전보건전략은 네트워크의 구축을 촉진하고 각 기관 간의 협력을 권장하며, 노하우와 정보 교류를 촉진함과 아울러 각 이해관계자들이 지니고 있는 자산을 최대한 활용할 수 있게 하기 위함이다. 이렇게 협력하고 시간과 가용한 인적 자원을 최대한 활용해서 산업안전보건전략 요소와 목표를 효율적이고 효과적으로 시행하는 것이 가능해진다. 특히 주어진 성별 및 연령적 특성을 고려해 다음과 같은 목표를 달성할 수 있을 것이다.

1. 산업 재해, 연령-관련 질병 및 산업 질병의 감소와 관련하여 고려할 요인

- 건설업이나 전기업종, 임업, 목재 및 금속작업업종 등과 같이 사고위험이 특히 높은 분야(재해 빈발 업종)
- 중소기업에서의 특수한 상황들
- 나이와 성별, 기업 문화 및 업종 등을 고려한 근로계약 체결
- 나이와 성별, 기업 문화 및 업종(습한 작업환경에 초점)을 고려한 피부 질환
- 심리적 스트레스 요인들

2. 위험 평가의 개선 및 전문가에 의한 자문과 관련하여 고려할 요인

- 특히 중소기업에서 목표했던 지원과 도움 방안을 제공 및 이에 따른 기준상황 확립
- 산업안전보건 목표 달성에 중추적 역할을 할 수 있는 것으로서의 위험 평가
- 예방문제에 전문적 지식을 갖출 수 있게 근로자들을 훈련시키고 전문가를 양성해내는 자격기준

3. 산업안전보건 분야에 대한 인식 고취 및 훈련과 관련하여 고려할 요인

- 근로자, 특히 중소기업 근로자
- 안전문제를 책임지고 있는 안전 위원 및 근로자위원회 위원
- 학교, 전문학교, 응용과학 대학 및 대학에서 산업안전보건문제에 대한 강조
- 성공적인 예방방안을 통해 경험 습득
- 직장 내에서 어려움(내부적 · 외부적 폭력)의 발생에 대한 예방 노력의 강화 및 이에 대한 지원 증진 

산업재해 발생부터 승인까지 소요기간 분석



재해 근로자들의 입장에서는 산재 발생일로부터 산재 승인일까지의 기간이 길어지게 되면, 승인 판정 이후 보험급여를 통해 비용이 보전된다고 하더라도 지체기간 동안의 급여손실 및 치료비의 자비 부담으로 인해 어려움을 겪을 수밖에 없다. 그리고 승인된 공식 산업재해 통계는 행정적인 집계 의미 있을 뿐이며, 정확한 재해 현황 파악을 통한 재해 예방대책을 수립하는 데 장애가 될 수 있다. 본 연구는 이같은 배경에 따라 산업재해의 발생일로부터 승인일까지의 지체일에 대한 일반적인 현황을 파악하기 위하여 계획되었다.

[공동연구] 산업안전보건연구원 조성형 · 이경용 · 최성원, 연세대학교 박종식

서론

연구 배경

현재 우리나라에서 공식 산업재해 통계는 재해 근로자 및 사업주가 산재 발생 신고를 하면 근로복지공단에서 심사를 거쳐 산재 승인을 한 근로자들을 대상으로 집계(일부 노동부 감독자료 포함)가 이루어지고 있다. 그리고 승인 판정을 받은 이후에 재해 근로자는 4일 이상의 요양이 필요한 경우에만 산재 요양 및 보상급여를 수령하게 된다. 이는 업무상 사고나 질병이 아닌 경우에 산재 승인 요청을 하여 부당하게 급여를 수령하는 도덕적 해이를 방지하기 위한 제도적 장치라고 볼 수 있다.

하지만 재해 근로자들의 입장에서는 산재 발생일로부터 산재 승인일까지의 기간(이하 '지체일')이 길어지게 되면, 승인 판정 이후 보험급여를 통해 비용이 보전된다고 하더라도 지체기간 동안의 급여손실 및 치료비의 자비 부담으로 인해 어려움을 겪을 수밖에 없다. 또한 이와 같은 지체일의 문제는 현행 공식 산업재해 통계의 신뢰성에 의문을 제기하고 있다. 예를 들어, '2008년도 산업재해 현황'은 2008년에 발생한 산업재해 통계가 아니라 2008년에 승인받은 산업재해 통계가 되며, 산재가 발생했음에도 불구하고 승인을 받지 못했다는 이유로 산재 발생 집계에서 누락될 가능성도 있다. 이처럼 승인된 공식 산업재해 통계는 산업재해 현황을 보여주는 것이 아니라 행정적인 집계의 의미



조성형 과장
산업안전보건연구원
재해통계분석팀

가 있을 뿐이며, 정확한 재해 현황 파악을 통한 재해 예방대책을 수립하는 데 장애가 될 수 있다.

한편, 지체일은 업무상 사고 및 질병 유형에 따라 차이가 날 가능성이 있다. 누구나 인정할 수 있는 명백한 업무상 사고의 경우에는 심의기간 단축으로 지체일이 짧을 수 있지만, 질병의 경우에는 관련성 입증에서 지체일이 길어질 수 있다. 또한 같은 업무상 사고들 중에서도 업무 관련성 입증에 차이가 날 수 있으며, 회사 규모나 업종에 따른 차이가 나타날 수도 있다.

연구목적

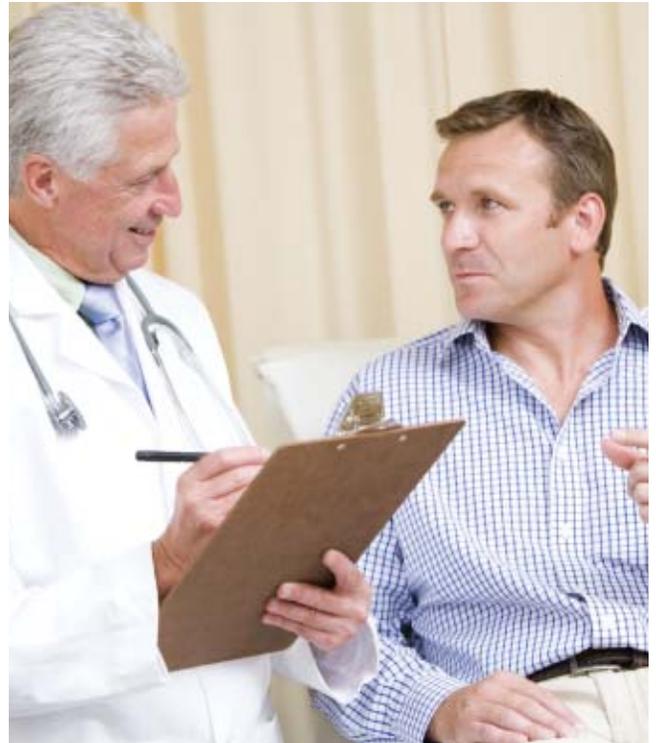
본 연구는 이같은 배경에 따라 산업재해의 발생일부터 승인일까지의 지체일에 대한 일반적인 현황을 파악하기 위하여 계획되었다. 발생일은 재해 근로자가 스스로 재해가 발생했다고 산재 신청과정에서 보고한 날짜이며, 승인일은 근로복지공단에서 최종적으로 산재보험에 따른 보험금을 지급하기로 확정된 날이다. 본 연구에서는 지체일이 사업체의 특성-규모별 및 업종별-과 산업재해의 발생형태에 따라서 지체일이 다를 것이라는 가설을 검증하고자 한다.

연구방법

조사대상 및 조사방법

본 연구에서 활용한 분석대상자료는 1차적으로 2006~2008년 기간 동안 근로복지공단으로부터 산업재해 승인을 받아 공식 재해자로 집계된 근로자들이다. 이 중에서 산업재해를 경험하였다고 근로복지공단에 산재 발생 신청을 할 때 산업재해 발생일이 2006년인 사고 부상 근로자들이 대상이 되었다.

이는 근로자들이 작업 관련 부상을 당하여 산재 신청을 했을 때 작업 관련 부상이 명백하면 곧바로 산재 승인을 받는 수도 있지만, 업무 관련성을 따져볼 필요가 있는 경우 행정절차에 따라 처리하는 기간이 많이 소요되는 사례가 있기 때문에 발생일을 기준으로 3년 동안 승인을 받은 재해 근로자들을 대상으로 하였다. 그리고 업무상 질병 재해자들과 사고 사망 재해자들은 분석대상에서 제외하였는데, 이는 사고 부상으로 인한 산재 처리절차 및 소요시간이 다를 것이라는 가정 하에 분석대상 집단의 동질성을 유지하기 위한 전략이다. 따라서 2006년 산업재해가 발생한 근로자수를 모수로 하기 위해서 2008년에 산



재해 근로자는 산재 승인 판정을 받은 이후에 4일 이상의 요양이 필요한 경우에만 산재 요양 및 보상급여를 수령하게 된다.

재 승인을 받은 근로자들까지 포함하여 분석을 진행하였다. 그 결과 2006~2008년 산재 승인을 받은 재해자 중에서 2006년 6만 7,741명, 2007년 6,833명, 2008년 257명, 합계 7만 4,831명이 2006년에 재해가 발생한 것으로 보고하였다.

조사내용

공식 산재 승인을 받은 재해 근로자 중에서 발생일이 2006년인 근로자들의 산업재해 현황 자료에서 우선 발생일과 승인일에 대한 정보를 확보하였다. 이와 함께 연구에서 확인하고자 한 재해자의 개인적인 속성으로 발생형태, 사업장 속성으로 규모 및 업종에 대한 정보를 조사하였다.

발생형태는 우리나라의 주요 3대 다발재해인 '추락, 넘어짐, 감김·끼임(협착)'을 우선 구분하였다. 나머지 발생형태 중에서 충돌, 낙하·비래, 붕괴·도괴, 절단·베임·찢림, 감전, 폭발, 파열, 화재는 '기타 재해형 사고'로, 사업장 내 교통사고, 도로교통사고, 해상·항공교통사고는 '교통사고'로 분류하였고, 기타 발생형태는 'ETC'로 묶어서 발생형태를 여섯 가지로 구분하였다. 그리고 규모는 50인 이하, 50~299인, 300인 이

〈표 1〉 2006년 재해 발생자의 규모, 업종, 발생형태별 지체일 현황

구분	인원수	Mean	S.D	m	M	F값	유의 확률
규모	49인 이하	58,085	35.36	58.51	0	1,079	
	50~299인 이하	11,458	42.37	68.33	0	1,043	175.772 .000
	300인 이상	5,288	49.60	71.06	0	950	
업종	금융보험업	459	61.18	90.41	3	721	30.232 .000
	광업	275	40.93	60.50	3	516	
	제조업	29,659	34.35	61.16	0	1019	
	전기가스수도	91	48.10	68.54	1	396	
	건설업	16,554	39.17	56.02	0	1079	
	운수창고통신	4,116	43.00	67.83	1	861	
	임업	1,097	24.07	44.66	0	953	
	어업	45	42.24	55.80	2	224	
	농업	412	35.25	65.73	0	706	
	기타의 사업(서비스업)	22,123	39.38	63.16	0	1043	
발생 형태	추락	10,822	36.89	56.05	0	904	251.003 .000
	넘어짐	15,538	39.26	57.69	0	928	
	감김·끼임	16,015	29.12	52.28	1	1,019	
	기타 재래형	24,266	35.74	60.41	0	1,079	
	교통사고	3,081	66.64	96.29	1	984	
	ETC	5,109	49.67	75.54	1	908	
합계	74,831	37.44	61.21	0	1,079		

〈표 2〉 2006년 재해 발생자의 규모, 업종, 발생형태별 기술통계량

구분	인원수	Mean	S.D	m	M	F값	유의 확률
규모	49인 이하	58,085	1.33	0.40	0.00	3.03	
	50~299인 이하	11,458	1.41	0.39	0.00	3.02	671.157 .000
	300인 이상	5,288	1.51	0.37	0.00	2.98	
업종	금융보험업	459	1.53	0.44	0.48	2.86	121.714 .000
	광업	275	1.40	0.39	0.48	2.71	
	제조업	29,659	1.31	0.40	0.00	3.01	
	전기가스수도	91	1.40	0.48	0.00	2.60	
	건설업	16,554	1.41	0.37	0.00	3.03	
	운수창고통신	4,116	1.42	0.40	0.00	2.94	
	임업	1,097	1.19	0.37	0.00	2.98	
	어업	45	1.35	0.49	0.30	2.35	
	농업	412	1.29	0.42	0.00	2.85	
	기타의 사업(서비스업)	22,123	1.36	0.42	0.00	3.02	
발생 형태	추락	10,822	1.38	0.37	0.00	2.96	606.801 .000
	넘어짐	15,538	1.39	0.39	0.00	2.97	
	감김·끼임	16,015	1.26	0.37	0.00	3.01	
	기타 재래형	24,266	1.33	0.41	0.00	3.03	
	교통사고	3,081	1.61	0.41	0.00	2.99	
	ETC	5,109	1.47	0.42	0.00	2.96	
합계	74,831	1.35	0.40	0.00	3.03		

상으로 재조정하였으며, 업종은 산재보험요율산정기준에서 정한 10개 업종 분류기준을 따랐다.

분석방법

1차적으로 2006년 재해자들의 발생일과 승인일 정보를 이용하여 각 재해자들의 지체일을 계산하였다. 이렇게 계산한 지체일 정보를 세 가지 독립변수인 규모, 업종, 발생형태별로 기술통계량(descriptive statistics)을 산출하여 독립변수 내에서의 차이를 비교하는 작업을 진행하였다. 재해자들의 지체일이 0~1,079일로 분산의 정도가 매우 크게 나타나고 있어 지체일수의 로그값을 구하여 다시 기술통계량을 산출하고, 통계적 검증작업을 진행하였다.

연구결과

2006년 재해 발생자의 규모, 업종, 발생형태별 분석

조사대상자 7만 4,831명의 지체일수 평균은 37.44일, 표준편차는 61.21로 나타났으며, 최소값은 0, 최대값은 1,079일이었다. 사분위값을 구한 결과, 75%가 38일 이내인 것으로 나타나고 있다.

규모별로는 49인 이하의 평균이 35.3일(표준편차 58.51), 50~299인 이하의 평균이 42.37일(표준편차 68.33), 300인 이상이 49.60일(표준편차 71.06)으로 규모가 큰 사업장에서 일을 하는 재해자들의 지체일수가 긴 것으로 나타나고 있다. 업종별로는 금융보험업(61.18일), 전기가스 및 수도업(48.10일), 운수창고통신업(43.00일), 어업(42.24일), 광업(40.93일), 기타의 사업(39.38일), 건설업(39.17일)이 평균보다 지체일수가 길게 나타났으며, 제조업과 농업의 지체일수는 각각 34.35일, 35.25일 이었고, 임업이 24.07일로 가장 짧았다. 발생형태별로는 감김·끼임(29.12일), 기타 재래형(35.74일), 추락(36.89일)은 평균보다 짧았으나 업무 연관성을 상대적으로 판단하기 힘든 교통사고(66.64일)의 경우에는 지체일수가 가장 긴 것으로 나타나고 있다. 그리고 규모, 업종, 발생형태에 대한 평균비교값은 모두 유의미한 차이가 있는 것으로 나타나고 있다.

2006년 재해 발생자의 규모, 업종, 발생형태별 로그값은 평균값보다 표준편차가 크게 나타나고 있기에 지체일을 로그값으로 전환한 뒤 기술통계량을 구해 보았다.

“ 산재 신청일부터 승인일까지 지체되는 사유를 보면, 산재보험 미가입 사업장에서 산업재해가 발생하였을 때, 산재 근로자에 대한 사업주 날인 거부, 산재보험 보상대상 근로자 여부 확인 지체, 업무상 사고에 의한 산재 여부 확인 등이다. 다만, 이와 같은 지체일 중에서 불필요한 시간은 최대한 줄일 수 있어야 할 것이다. ”

6개 그룹의 개별 발생형태에서 3개 규모군을 각각 비교한 결과는 추락, 넘어짐, 감김·끼임, 기타 재해형, ETC에서 지체기간에 차이가 있는 것으로 나타났으나, 교통사고는 3개 규모군 간에 차이가 없는 것으로 나타났다.

2006년 재해 발생자의 발생형태별 업종군 지체일 비교(로그값)

추락재해 ($F=16.02, p=0.000$)는 건설업과 제조업 ($p=0.000$), 건설업과 기타의 사업 ($p=0.000$) 간 지체기간에 차이가 있는 것으로 나타났고, 넘어짐재해 ($F=14.20, p=0.000$)에서는 임업과 금융 및 보험업 ($p=0.000$), 임업과 제조업 ($p=0.000$), 임업과 건설업 ($p=0.000$), 임업과 운수창고 및 통신업 ($p=0.000$), 농업과 금융 및 보험업 ($p=0.007$), 기타의 사업과 금융 및 보험업 ($p=0.007$), 기타의 사업과 제조업 ($p=0.000$), 기타의 사업과 건설업 ($p=0.000$), 기타의 사업과 임업 ($p=0.000$) 간 지체기간에 차이가 있는 것으로 나타났으며, 감김·끼임재해 ($F=18.83, p=0.000$)는 건설업과 제조업 ($p=0.000$), 건설업과 기타의 사업 ($p=0.000$)의 경우는 지체기간에 차이가 있는 것으로 나타났다.

기타 재해형 재해 ($F=51.44, p=0.000$)에서는 제조업과 금융 및 보험업 ($p=0.000$), 제조업과 건설업 ($p=0.000$), 제조업과 운수창고 및 통신업 ($p=0.000$), 임업과 금융 및 보험업 ($p=0.000$), 임업과 광업 ($p=0.000$), 임업과 제조업 ($p=0.000$), 임업과 건설업 ($p=0.000$), 임업과 운수창고 및 통신업 ($p=0.000$), 농업과 금융 및 보험업 ($p=0.002$), 기타의 사업과 금융 및 보험업 ($p=0.000$), 기타의 사업과 제조업 ($p=0.000$),

기타의 사업과 건설업 ($p=0.000$), 기타의 사업과 운수창고 및 통신업 ($p=0.006$), 기타의 사업과 임업 ($p=0.000$) 간 지체기간에 차이가 있는 것으로 나타났다. 그리고 교통사고재해 ($F=5.16, p=0.0000$)는 건설업과 운수창고 및 통신업 ($p=0.000$), 건설업과 기타의 사업 ($p=0.000$) 간 지체기간에 차이가 나타났으며, ETC 재해 ($F=11.72, p=0.000$)에서는 임업과 금융 및 보험업 ($p=0.000$), 임업과 건설업 ($p=0.007$), 농업과 금융 및 보험업 ($p=0.006$), 기타의 사업과 금융 및 보험업 ($p=0.005$), 기타의 사업과 제조업 ($p=0.000$), 기타의 사업과 건설업 ($p=0.008$) 간 지체기간에 차이가 있는 것으로 나타났다.

고찰

근로자가 일을 하다가 산재를 경험하였을 때 산재보험에서는 이와 같은 업무상 재해에 대해서 최대한 신속하게 보상을 해주어야 한다. 하지만 여러 다양한 원인(「산업안전보건법」 시행규칙 제4조에는 산재 발생 후 1개월 이내에 신고하도록 되어 있음)으로 인해 산재 발생에서 최종 승인까지는 시간이 지체될 수밖에 없다. 산재 신청일부터 승인일까지 지체되는 사유를 보면, 산재보험 미가입 사업장에서 산업재해가 발생하였을 때, 산재 근로자에 대한 사업주 날인 거부, 산재보험 보상대상 근로자 여부 확인 지체, 업무상 사고에 의한 산재 여부 확인 등이다. 다만, 이와 같은 지체일 중에서 불필요한 시간은 최대한 줄일 수 있어야 할 것이다.

본 연구에서는 규모별·업종별·발생형태별로 평균 지체일을 비교하였다. 그 결과, 산재 발생신고일로부터 승인일까지의 소요기간은 규모별·업종별·발생형태별 차이가 존재하고 있다는 점을 확인하였다. 규모별 차이는 소규모 사업장의 경우 회사 내의 행정 처리절차가 상대적으로 간소하기 때문일 것이라고 추측할 수 있다. 발생형태별 차이에서는 사업장 내 사고 여부를 확실하게 인지할 수 있는 재해 유형에서 상대적으로 지체일이 짧게 나타나고 있다.

업종의 경우에는 업종 간 평균 지체일의 차이에 대한 해석이 단순 평균 비교만으로는 쉽지 않다. 향후 지체일에 대한 추가 분석을 통해 지체일이 길게 나타나는 경우에는 그 원인을 다양한 측면에서 고찰해 볼 필요가 있을 것이다. 🌐

호주의 산업재해 및 직업병 통계 현황(2003/04~2007/08)



호주의 산업재해 통계는 교육, 고용 및 사업관계부(The Department of Education, Employment and Workplace Relations) 산하의 사업관계위원회(WRMC; The Workplace Relations Minister's Council)와 호주안전보상위원회(ASCC; Australian Safety and Compensations Council)에서 제공하고 있다. WRMC에서는 1998년 이후부터 산업재해 발생 현황과 보상 체계의 연도별 변화 추이에 대한 개략적인 내용을 소개하는 보고서인 『Comparative Performance Monitoring(CPM)』을 제공하며, ASCC에서는 CPM을 보완하기 위해 산재 발생 현황정보에 업종, 연령, 성, 재해손실비용, 근로손실일수 등의 정보를 추가하여 분석한 보고서인 『The Compendium of Worker's Compensation Statistics』를 매년 제공하고 있다.

CPM 통계 자료는 매년 7월 1일부터 그 다음해 6월 30일까지의 산재 보상 신청일을 기준으로 작성되기 때문에 과거 연도에 신청된 자료의 보상 승인으로 인해 기 발표된 통계 자료가 매년 갱신될 수 있으며, 사망, 12주 이상의 장기휴업재해, 1주일 이상의 중대(serious) 휴업재해(사망재해 포함) 등을 구분하여 작성된다. 2009년 11월에 발표된 CPM에 의하면 2007/08년 산업재해로 인한 사망재해 보상자수는 263명이며, 이 중 188명은 업무상 사고 및 근골격계질환 사망자이고 44명은 업무상 질병으로 인한 사망자이다(표 1).

〈표 2〉는 실근무일을 기준으로 1주일 이상의 단기휴업재해를 의미하는 중대휴업재해와 12주 이상의 장기휴업재해 재해율의 연도별 현황을 나타내고 있으며 재해율과 도수율 모두 감소 추세를 보이고 있다. ④

〈표 1〉 5년 간(2003/04~2007/08) 평균 재해 현황

재해 종류	연도					5년 간 평균
	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2008/09	
업무상 사고, 근골격계 질환	180	181	192	190	188	186
기타 업무상 질병	100	85	84	70	44	77
계	280	266	276	260	232	263

〈표 2〉 중대휴업재해와 장기휴업재해 재해를 연도별 현황

산업재해율(%)		연도				
		2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08
중대재해율	재해율	16.4	16.0	14.8	14.1	13.5
	도수율	9.7	9.4	8.8	8.4	8.0
장기휴업재해율	재해율	4.2	4.0	3.7	3.6	3.3
	도수율	2.5	2.3	2.2	2.1	1.9



정정자 과장

산업안전보건연구원
재해통계분석팀

※ 재해율 : 재해자수 / 근로자수 × 1,000

※ 도수율 : 재해자수 / 총근로시간수 × 1,000,000

※ 중대재해 : 1주일 이상의 휴업재해

※ 장기휴업재해 : 12주 이상의 휴업재해

직업병 역학조사

- 아스팔트 도로포장 공정 작업근로자에서 발생한 방광암의 업무 관련성 여부에 대한 사례



아스팔트 흡과 PAH는 방광암의 직업성 유해인자에 속한다. 근로자 N은 39세 때인 1987년 W건설에 입사하면서 직업적으로 아스팔트에 노출되었다. 이번 역학 조사에서 아스팔트 도로포장 공정을 살펴보면 아스팔트 피니셔 주변에서 상대적으로 노출이 높았고, 뒤에 따라오는 롤러 운전자 및 기타 잡역부는 상대적으로 노출이 적었다. 이번 역학 조사의 기중 PAH 16종에 대한 Total PAH 결과는 국내 다른 업종에 대한 노출 연구와 비교할 때 높지 않으며, 1-OHP도 크게 높지 않았다. 비직업적 인자로 방광암과 관련이 있는 것에는 흡연이 있다. 조사결과 근로자 N의 방광암은 아스팔트 포장업무와 관련하여 발생하였을 가능성은 낮다고 판단된다.

서론

방광암은 미국의 경우 남성에서 4번째, 여성에서 5번째로 발생하는 암¹⁾이며, 국내 연 평균 발생자수는 2,335명에 달한다. 이는 남성 암 발생의 3%, 여성 암 발생의 1%를 차지하고²⁾ 호발연령은 60~70대이다.

직업성 노출이 방광암에 기여하는 부분은 20~27%(PAR; Population Attributable Risk)라고 보고되고 있다.³⁾ 그리고 잠복기는 10년에서 20년이며, 40여 종의 직종과 200여 종의 화학물질이 방광암과 관련 있다고 한다. 그중에 Aromatic amine과 PAH가 큰 부분을 차지한다.

PAH는 화석연료의 불완전연소로 인해 생성되는 혼합물질이다. 일반 생활환경 중에서도 자동차 배기가스, 난방시설, 담배연기 등에 의하여 노출될 수 있는데 피부, 호흡기, 경구 등 다양한 경로를 통하여 체내에 흡수된다. PAH는 매우 다양한 화합물의 혼합체로 그 노출 평가를 위하여 PAH 중 pyrene의 대사물질인 1-Hydroxypyrene(이하



류향우 연구위원
산업안전보건연구원
직업병연구센터

1) Michaud DS, Chronic inflammation and bladder cancer, Urol Oncol 2007;25:256-8

2) 국가암정보센터, 1999~2002 자료

1-OHP)이 많이 이용되고 있다. ACGIH에서는 소변 1-OHP가 1ug/L의를 초과하는 경우는 PAH 비노출자에서 흡연자 비흡연자 포함 1% 이하이므로 PAH(그중에서 특히 pyrene)에 대한 노출 가능성을 강하게 제시한다고 하였다. <표 2>는 국내 PAH 노출, 1-OHP에 관한 연구결과이다.

증례

근로자 N은 28세까지 벼농사를 지었으며 1976년경부터 제빙공장에서 4년 동안 근무한 뒤 1980~1993년까지 식당(한식)을 운영하였다. 술은 별로 하지 않았고, 담배는 39세(1987년)부터 54세(2002년)까지 하루에 1갑(15pack × year) 피웠으며, 2002년 이후 금연하였다. 46세인 1995년경부터 1998년까지

W건설(4년)에서 근무⁵⁾하였고, 1999년부터 N중기에 일용근무자로 고용(10년)되어 60세인 2008년 10월 16일까지 13년간 아스팔트 도로포장 작업에 종사하였다. 2008년 10월 방광종괴가 발견되어 내시경적 방광종양 절제술을 받고 침윤성 요로상피암 진단으로 2009년 2월 12일 근로복지공단에 산업재해 보상보험 요양신청서를 제출하였다. 이에 따라 업무상 질병 여부를 판단하기 위해 사업장의 작업공정 및 작업환경을 파악·측정하고, 근로자 N의 질병 경과 및 과거 직업력 등을 파악하였다.

근로자 N이 근무한 N중기는 아스팔트 도로포장 장비(아스팔트 피니셔 및 롤러 3대)를 보유하고 일용근로자 10명 정도를 고용하여 아스팔트 도로포장을 시행하는 사업장이다. N중기의 아스팔트 포장작업은 작업 전날 길을 청소하고, 다음날 시공할 아스팔트가 도로면과 잘 접촉되도록 아스팔트 스프레이어로 유화 아스팔트(KSM⁶⁾ 2203, 프라임 코트)를 뿌린 후 아스팔트 피니셔로 아스팔트 콘크리트(KSM 2208, 이하 아스콘)를 깔아서 롤러(마카덤, 타이어, 탄뎀)를 사용하여 순서대로 다지는 공정으로 이뤄진다.

아스콘 제조공장에서 아스콘을 덤프트럭으로 운반해 오면(약 15~20분 간격) 아스팔트 포장기계로 옮겨 보통 9인이 1조가 되어 작업을 수행한다. 상기 근로자는 '노방'으로서 아스팔트 피니셔를 따라가며 아스팔트 포장의 두께를 조정하는 작업(24톤 덤프트럭 한 대 분량의 아스콘 당 약 5~10분 정도)을 한다. 하루의 작업은 오전 7시경에 시작해서 오후 6시까지 식사시간

<표 1> 방광암의 원인⁴⁾

Occupational	Nonoccupational
2-Naphthylamine ^a	Cigarette smoking
4-Aminobiphenyl ^b	Chlornaphazine
Benzidine ^b	Phenacetin-containing analgesics
4,4'-Methylenebis(2-chloroaniline) ^b	Cyclophosphamide
4-Chloro-o-toluidine	Thiotepa ^a
o-toluidine ^b	Melphalan ^a
Methylene dianiline	Radiotherapy
Benzidine-derived azodyes	Balkan nephropathy
	Arsenic
	Calculi

a : In association with radiotherapy.
b : Aromatic amine (IARC group I)

<표 2> 국내 기중 PAH 노출에 관한 연구(단위 : ug/m³)

(본 역학 조사결과 : GM 1.83ug/m³, range 1.062~2.949ug/m³)

연구	대상	GM±GSD	range	비고
이종성 등, 2005	PAH 노출된 페인트 취급근로자	17.5±3.36	2.6~148.4	Paint. manufacture
		526.5±2.85	121.1~6311.3	Steel-pipe coating
주귀돈 등, 2007	금속가용유 취급근로자	3.44±2.31	-	열처리 작업자
		0.13±1.84	-	비열처리 작업자
김시환, 2007	광양지역 인근 대기	-	0.014~0.133	-

<표 3> 국내 PAH 노출과 관련한 1-OHP에 관한 연구(단위 : umol/mol Cr)

(본 역학 조사 GM±GSD 0.374±2.690umol/mol Cr, Range 0.111~1.386umol/mol Cr.)

연구	대상	GM±GSD	range	비고
김현, 1999	조선소	0.44±2.80	0.04~33.60	경남지역(흡연군)
이종성 등, 2005	PAH 노출된 페인트 취급근로자	2.33±4.709	0.24~53.77	Paint. manufacture
		51.63±3.144	7.35~664.95	Steel-pipe coating
이종성 등, 2007	DEP 노출 광산근로자	0.54±1.82	-	지하 DEP 노출
		0.22±1.17	-	대조군(사무직)
강종원, 1999	1-OHP의 정상범위 연구	0.073±3.57	0.006~0.887	비흡연, PAH 비노출대상

을 제외하고 평균 10시간정도였다. 주 당으로는 3~4일, 1개월 동안 15~20일, 연간 200~230일 정도 작업하였다.

트럭으로 운반되어온 아스팔트 콘크리트는 상온에서 굳어버리기 때문에 고온(공장 출하 시 160°C, 작업현장에서 150°C)을 유지하여 작업하므로 작업현장은 하얀 연기가 자욱하고 냄새가 심하게 나지만 너무 답답해 보호장비는 착용하지 않은 상태로 작업을 하였다고 한다.⁷⁾

이번 역학 조사에서는 N중기의 도로포장 작업장에 방문하여 방광암과 관련 있는 유해인자 PAH에 대해서 작업환경을 측정(NIOSH method No. 5506)하였고, 생물학적 표지자 분석(1-OH-pyrene)을 위하여 작업 전·후 소변 샘플을 채취하였다. <표 4>와 <표 5>는 작업환경 측정 및 생물학적 표지자의 결과이다.

근로자 N에서 발생한 아스팔트 포장 작업과 방광암의 업무 관련성

방광암의 직업성 유해인자 중에서 근로자 N이 노출되었을 것이라고 판단되는 직업성 유해인자는 아스팔트 흙과 PAH이다. 근로자 N은 39세 때인 1987년 W건설에 입사하면서 직업적으로 아스팔트에 노출되었다. 이번 역학 조사에서 아스팔트 도로포장 공정을 살펴보면 아스팔트 피니셔 주변에서 상대적으로 노출이 높았고(노방, 피니셔 운전자), 뒤에 따라오는 롤러 운전자 및 기타 잡역부는 상대적으로 노출이 적었다.

W건설에서 일한 3년 동안 처음 1년은 잡역부로 아스팔트 포장업을 배웠고 그 후 2년 동안은 '매지'⁸⁾로 일하였다고 한다.



방광암의 직업성 유해인자 중에서 근로자 N이 노출되었을 것이라고 판단되는 직업성 유해인자는 아스팔트 흙과 PAH이다.



아스팔트 피니셔(운전자, 노방, 매지)



아스팔트 피니셔 조정(노방)



마크덤 롤러



타이어 롤러



탄뎀 롤러



아스팔트 스프레이어

3) Delclos GL, Lerner SP., Occupational risk factors, Scand J Urol Nephrol Suppl. 2008 Sep;(218):58-63

4) Sonny L. Johansson et al : Epidemiology and Etiology of Bladder Cancer, Seminars in Surgical Oncology 1997; 13:291-298

5) 근로자 진술

6) 한국산업규격(KS : A-기본 B-기계 C-전기 D-금속 E-광산 F-토건 G-일용품 H-식품 K-섬유 L-요업 M-화학 P-의료 R-수송기계 V-조선 W-항공 X-정보산업)

7) 사업주 K 진술

8) 도포된 아스팔트를 갈퀴로 고르는 작업

9) 피니셔를 따라가며 아스팔트 두께 조정(좌·우 각 1명)

〈표 4〉 개인, 지역 포집시료 결과(PAH, ug/m³)

공정명	노방1	노방2	매지	마카덤	마카덤	피니셔	피니셔	IARC group
시료	개인	개인	개인	지역	지역	지역	지역	
naphthalene	0.827	0.475	0.292	0.791	0.315	0.919	0.303	.
Acenaphthylene	-	-	-	-	-	-	-	.
Acenaphthene	-	-	-	-	-	0.025	0.006	3
Fluorene	0.003	0.833	0.374	0.012	0.233	0.482	0.481	3
Phenanthrene	0.003	0.005	0.001	0.001	0.001	0.004	0.004	3
Anthracene	0.006	0.009	0.006	0.004	0.006	0.018	0.015	3
Fluoranthene	-	0.190	0.142	-	0.184	0.021	0.020	3
Pyrene	0.081	0.247	0.157	0.054	0.156	0.340	0.357	3
Benzo(a)anthracene	-	0.006	0.006	-	0.005	0.016	0.024	2B
Chrysene	-	-	0.002	-	-	0.001	0.001	2B
Benzo(b)fluoranthene	0.001	0.002	0.007	-	0.003	0.006	0.006	2B
Benzo(k)fluoranthene	0.085	-	0.021	0.078	0.048	0.084	0.026	2B
Benzo(a)pyrene	-	0.533	0.013	-	0.001	-	0.003	1
Benzo(g,h,i)pyrene	-	-	0.139	-	0.120	0.020	0.141	3
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	0.055	0.650	0.440	-	0.013	-	0.105	2B
Dibenzo(a,h)anthracene	-	-	0.366	0.416	0.046	0.636	0.395	3
Total PAHs	1.062	2.949	1.968	1.355	1.131	2.571	1.886	

〈표 5〉 Urine 1-OH-pyrene(ug/L ACGIH BEI : Non-quantitative)

구분	생년	신장 (cm)	체중 (Kg)	작업내용	근속(년)	흡연력	작업 전 ug/L	작업 후 ug/L	작업 전 umol/mol Cr	작업 후 umol/mol Cr
1	1962	170	75	노방1	15	30P × Y	0.283	0.243	0.159	0.243
2	1965	170	70	노방2	20	26P × Y	0.53	0.979	0.195	0.979
3	1968	170	54	매지	10	20P × Y	0	0.2	0.084	0.2
4	1958	170	63	피니셔	25	27P × Y	1.028	1.386	0.399	1.386
5	1961	164	73	마카덤롤러	10	24P × Y	0.183	0.111	0.039	0.111
6	1947	163	62	타이어롤러	10	30P × Y	0.058	0.174	0.100	0.174
7	1951	170	62	탄뎀롤러	20일	40P × Y	0.027	0.808	0.422	0.808
Ref1	1978	176	93	비작업 / 흡연	0	10년 전 금연	0	-	-	-
Ref2	1977	177	75	비작업 / 비흡연	0	6P × Y	0	-	-	-

‘매지’로 일하면서 가끔 아스팔트 깔이는 작업을 주 1회 정도 하였다. 이는 연료(나무)를 보충하고 과열되는지 보는 작업이며 상대적으로 노출이 높을 가능성이 적은 야외작업이었기 때문에 노출이 유의하게 높지는 않았을 것이라고 생각된다.

N중기에서 일하는 10년 동안은 ‘노방’⁹⁾으로 일하였고, ‘노방’은 아스팔트 포장팀 안에서 상대적 고노출이 의심되는 위치이다. 하지만 이번 역학 조사의 기중 PAH 16종에 대한 Total PAH 결과는 국내 다른 업종에 대한 노출의 연구(〈표 3〉)와 비교할 때 높지 않으며, 1-OHP(〈표 4〉)도 크게 높지 않았다. 비직업적 인자로 방광암과 관련이 있는 것에는 흡연이

있으며, 근로자 N은 15pack × year의 흡연력을 가지고 있다. 이상의 조사결과 근로자 N의 방광암은 아스팔트 포장업무와 관련하여 발생하였을 가능성은 낮다고 판단된다.

이번 역학 조사는 옥외의 작업장에서 발암성 물질인 PAH의 작업환경 노출 평가를 실시하여 GM 1.83ug/m³, range 1.062~2.949ug/m³을 얻었고, 대사산물을 검토했으며 GM±GSD 0.374±2.690umol/mol Cr, Range 0.111~1.386umol/mol Cr 임을 알게 되었다는 것으로도 그 의의가 크다고 할 수 있다. ☺

산업안전보건 국내외 소식

국외 안전보건 단신

영국 안전보건청, 유해위험 화학물질의 수입과 수출에 대한 절차 소개

영국 안전보건청(HSE)에서는 최근 개정된 유럽연합(EU)의 규정에 따라 새로이 적용되는 유해위험 화학물질의 수출입 절차에 관한 정보를 인터넷을 통해 제공하고 있다. 유해위험 화학물질의 수출입 사업자는 해당 사이트에서 관련 규정 및 절차 등에 관한 정보는 물론, 추가로 유해위험 화학물질의 관련 정보를 제공받을 수 있다.

〈출처 : <http://www.hse.gov.uk/pic/index.htm>〉

영국 안전보건청, 위험성평가 지침서 및 템플릿 온라인 제공

영국 안전보건청(HSE)에서는 각 사업장이 실시하는 위험성 평가를 지원할 수 있도록 일정한 형태의 위험성 평가 템플릿(Health and Safety Policy)을 온라인을 통해 제공하고 있다.

〈출처 : <http://www.hse.gov.uk/risk/guidance.htm>〉

캐나다 알버타 주 안전인증기업 건설업 근로자의 청력 검사 중앙 DB 구축

캐나다 안전인증기업 SureHire는 건설업 근로자의 청력 검사결과에 관한 중앙 데이터베이스(DB)인 SureAudio를 구축하였다. 알버타 주의 현행 「산업안전보건법」에 따르면 소음 노출 근로자는 입사 6개월 뒤에 청력 검사를 받아야 하며, 첫 검사 다음 12

개월 지나 재검을 받은 후 24개월 주기로 검사를 받아야 한다.

이번 DB 구축은 과거 직장에서 받았던 검사결과를 저장하여 이직 시 기초자료로 활용함으로써 근로자 청력검사에 도움을 주게 된다.

〈출처 : <http://www.free-press-release.com/news-surehire-introduces-sureaudio-centralized-audiometric-database-for-alberta-canada-1260824476.html>〉

미국 산업위생학회, 산업안전보건 관련 Safe and Sound Radio 개설

미국 산업위생학회(AIHA)에서는 라디오 프로그램 'Safe and Sound Radio'를 지난 1월 21일 개설하였다. 본 프로그램은 안전, 보건, 산업위생에 관한 뉴스를 제공할 뿐만 아니라 각종 행사 일정을 알려준다. 첫 회에는 인간공학 전문가 Sheree Gibson을 특별 게스트로 초대하여 인간공학에 대한 전반적인 정보와 AIHA 인간공학위원회의 최근 입장에 대해 사회자와 이야기를 나누었다. 본 프로그램은 MP3 파일로 다운로드가 가능하다.

〈출처 : <http://www.aiha.org/news-pubs/Pages/SafeandSound.aspx>〉

미국 연방항공국, 보잉 787 드림라이너 승무원 휴식공간 위한 안전규정 제정

미국 보잉사는 연방항공국(FAA)의 『승무원 휴식공간에 관한 안전규정』을 보잉 787 드림라이너 기종에 적용하였다. 보잉 787 드림

라이너 기종의 승무원 휴식공간은 두 곳으로 한 곳은 지상주행과 이·착륙 시 쓸 수 있는 곳이며, 다른 한 곳은 공중주행 중에만 사용할 수 있다.

이 기종의 승무원 휴식공간은 간이침대, 산소 공급 시스템, 승객좌석 연결통로 등 다양한 시설을 갖췄고 최대 6명을 수용하는데 휴식공간 탈출법을 숙지한 승무원들만 이용이 가능하다.

〈출처 : <http://ohsonline.com/articles/2010/01/06/faa-sets-safety-condition.aspx?admgarea=ht.FireSafety>〉

국내 안전보건 단신

여수·광양산단 역학 조사결과 발표

산업안전보건연구원은 지난 1월 22일 산업안전보건공단 전남동부지도원(전남 여수시 소재) 강당에서 여수·광양산단의 대정비 작업 현장에 대한 역학 조사결과를 발표했다. 조사결과에 의하면, 작업 현장에서 벤젠 등 발암물질이 노출기준을 초과하였으며 암 발생률 및 사망률은 일반인구에 비해 높았지만 통계적으로 유의하지는 않은 것으로 나타났다. 하지만 연구원은 대정비¹⁾ 작업 시 근로자의 직업성 암 예방을 위한 철저한 작업환경관리가 요구된다고 밝혔다.

1) 대정비 작업 : 24시간 연속 가동되는 석유화학 공장의 특성상 수년에 한 번씩 전체 생산라인을 정지시키고 대대적인 시설 보수, 교체, 증설하는 작업

산업안전보건연구원 활동 · 동정

● 2009년 석면조사기관 분석정도관리

석면정도관리용 시료제조 : 공기 중 석면
 석면조사기관 입시정도관리 신규 참여기관 방문조사
 대 상 : 서울시 보건환경연구원 등 128개 기관
 (10개 기관 기실시)
 일 정 : 2009년 12월 21일(월)~2010년
 1월 15일(금)
 조사반 : 이인섭 실장 등 5명

● 역학조사전문위원회 개최

일 자 : 1월 11일(월)
 장 소 : 직업병연구센터 1층 회의실

● 2010년도 대한산업의학회 실행위원회 개최

일 자 : 1월 18일(월)
 장 소 : 한우만(서울 용산)
 참가자 : 김은아 소장 등 2명

● 직원 역량강화 워크숍

일 정 : 1월 19일(화)~20일(수)
 장 소 : 곤지암리조트
 대 상 : 산업안전보건연구원 전 직원
 내 용 : 2009년 연구 · 사업 추진결과 및 2010년
 중점 연구 · 사업계획 발표

● 여수 · 광양산단 역학 조사결과 설명회 참석

일 자 : 1월 22일(금)
 장 소 : 전남동부지도원 회의실

● KOLAS 공인기관 전체 특별사후관리 설명회 참석

일 자 : 1월 22(금)
 장 소 : 한국표준과학연구원

● 사업장 개별 역학 조사

일 정 : 1월 26일(화)~27일(수)
 장 소 : 현대중공업(폐암)
 참석자 : 김건형 연구위원 등 3명

● 2010년 한국산업위생학회 동계학술대회 참가

일 정 : 1월 28일(목)~1월 29일(금)
 장 소 : 유스호스텔 아르피나(부산)
 발표자 : 양정선 소장 등 9명
 내 용 : 국내 사용 혼합물질 MSDS의 영입비밀
 적용실태 분석 연구 등 9건 발표

국제 안전보건 행사

● 10th. European Seminar on Personal Protective Equipment

기 간 : 2010. 1. 26~1. 28(3일)
 장 소 : 핀란드 실리셀카
 주 관 : 핀란드 산업보건연구원(FIOH)
 웹주소 : <http://www.ttl.fi/Internet/English/Information/International+mee-tings+and+symposia/PPE+Seminar/>

● Be Safe, Be Profitable : Protecting Workers in Agriculture

기 간 : 2010. 1. 27~1. 28(2일)
 장 소 : 미국 텍사스
 주 관 : 미국 농업안전보건협회(ASHCA),
 국립산업안전보건연구원(NIOSH)
 웹주소 : <http://www.ashca.com/>

● Safety Symposium 2010

기 간 : 2010. 2. 8~2. 9(2일)
 장 소 : 싱가포르 국립대학
 주 관 : 싱가포르 국립대학
 웹주소 : <http://sst.unisim.edu.sg/sites/HFS/Safetysymposium2010.php>

● 9th. conference of the European Academy of Occupational Health Psychology

기 간 : 2009. 3. 29~3. 31(3일)
 장 소 : 이탈리아 로마
 주 관 : 유럽 산업보건심리학회, 이탈리아
 산업안전보건예방원
 웹주소 : <http://eaohp.org/conference.aspx>

● Training & Innovation 2010

기 간 : 2010. 5. 20~5. 21(2일)
 장 소 : 독일 드레스덴 재해보험조합중앙회
 (DGUV)센터
 주 관 : 독일 재해보험조합중앙회(DGUV)
 웹주소 : http://www.enetosh.net/webcom/show_article.php/_c-29/_nr-125/_p-1/i.html

● 1st. Industrial Crane and Hoist Conference

기 간 : 2010. 5. 26~5. 27(2일)
 장 소 : 미국 텍사스 휴스턴
 주 관 : 맥시머미디어 LLC
 웹주소 : <http://www.reachexpo2010.com/node/17>

● 7th. International Scientific Conference on Prevention of Work-Related Musculoskeletal Disorders and 1st Scientific Conference on Work Disability Prevention and Integration

기 간 : 2010. 8. 28~9. 3(7일)
 장 소 : 프랑스 영제
 주 관 : 국제산업보건위원회 근골격계 질환,
 작업장애예방 분과위원회
 웹주소 : <http://www.premus2010.org/index.php>

● International Occupational Hygiene Association(IOHA) 8th. International Scientific Conference

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

2011년 산업안전보건 연구과제 제안공모

우리 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원에서는
기업의 산재예방과 근로자의 안전 및 건강증진·보호에 기여할 수 있는
수요자 중심의 연구과제를 공모하니 많은 참여 바랍니다.

● **연구분류** : 안전보건 관련 기초연구, 실용연구, 정책·제도개선에
기여할 수 있는 연구, 미래성장 동력을 위한 대비연구 등

● **공모분야** :

- 정책제도 • 안전공학 • 직업환경 • 건강보호 • 화학물질

● **공모기간** : 2010. 1. 18(월)~2. 26(금)

● **공모자격** : 안전보건에 관심 있는 사람 누구나(제한없음)

● **공모방법**

- 홈페이지 : 연구과제 제안게시판
- E-mail : oshri@kosha.net
- Fax : 032-518-0863
- 우편 : 403-711 인천 부평구 기능대학길 25
산업안전보건연구원 안전경영정책연구실 연구과제 공모 담당자

※ 2011년 신규연구과제 제안서 :

연구원 홈페이지(<http://oshri.kosha.or.kr>) 연구과제 제안게시판에서 다운로드

● **기타사항**

- 접수된 제안 연구과제는 산업안전보건 연구업무 처리규칙에
의거하여 선정하며, 선정과제 중 일부는 2011년 연구과제로 수행
- 선정된 과제는 2011년 4월 중에 연구원 홈페이지 게시 및 개별공지하며,
선정과제 제안자에게는 소정의 포상금 지급
- 기타 자세한 사항은 연구원 홈페이지 또는
안전경영정책연구실(032-5100-756)로 문의 바람





앗, 이런!

쓰러진 사다리는 멀쩡해도
떨어진 당신은 크게 다칩니다

떨어짐 재해, 이렇게 예방하세요!



보호구 착용



2인 1조 작업



미끄럼방지 장치