http://www.kosha.or.kr

안전보건

Korea Occupational Safety & Health Agency

특집

위험기반검사(RBI)의
필요성과 적용사례

09
2003

발행처 한국산업안전공단 / 등록 인천 라 01042(1989-4.25) / 제3종 우편물 나급인가(90.11.28) / 제15권 제9호 / 통권 169호 / 2003.9. 5 / 매월 5일 발행

4 NEWS FOCUS

6 **모범사업장** _ 영일기업(주)
"안전운행이 기업경영의 생명입니다"

10 NEWS & MORE

14 **특집** _ **위험기반검사(RBI)의 필요성과 적용사례**
1. 위험기반검사(RBI)의 필요성
2. 위험기반검사(RBI) 적용사례

25 **국제워크숍** _ **효율적인 국가 화학사고 예방체제 구축**
1. 중대산업사고 예방을 위한 화학물질 취급사업장 지도 감독방안
2. 주요 국가의 화학사고 예방체제 비교 분석

43 **화제의 초점** _ 경남기업(주) 송도테크노파크 벤처빌딩 현장
벤처연구단지내 초고층 빌딩 실용적인 안전관리로 무재해 이뤄

46 **가보고 싶은 곳** _ 한려수도의 꽃 경남 사천

50 **건강칼럼** _ 다리의 힘이 건강도와 노화의 척도

51 **해외동향** _ 미국 OSHA, 음식업·농업 종사 10대 근로자를 위한 사이트 OPEN

56 **해외기술자료** _ Manual handling Techniques 外

58 **해외캘린더** _ 2003년 9월 국제안전보건 각종 행사/교육/전시회

60 **작업환경시설 등록업체 개선사례** _ 유체역학 시뮬레이션 후드설계기법 및 일체형 공기정화장치 개발

70 **안전문화정보** _ 어린이 안전, 한순간도 방심해선 안돼

74 **안전리포트** _ 농업인의 손상 및 직업병 실태와 산재예방

79 **KOSHA CODE** _ 설비보수용 용접재료 선정에 관한 기술지침

86 **중대재해사례** _ 자동투입기 조정작업 중 호퍼내부로 추락사고 外

2003 | 09

발행인 겸 편집인 **김용달** 발행처 **한국산업안전공단** 우편번호 403-711 인천광역시 부평구 구산동 34-4 한국산업안전공단 전화/(대표) (032)5100-500 전화/(직통) (032)5100-733 FAX/(032)502-0049 편집 및 자문위원 **김재호** 기획조정실장 **이우봉** 안전기술지원국장 **김진걸** 건설안전지원국장 **유기호** 산업보건지원국장 **강영모** 교육정보국장 **박연홍** 홍보사업국장 **홍경표** 자료개발팀장 **김희남** 명지대 교수 **김정훈** 홍익대 교수 **노영만** 카톨릭대 교수 **김병진** 건국대 교수 **안규동** 한국산업위생학회 회장 **한경보** 한국건설안전기술협회 부회장 **박재명** SK건설 안전환경팀장 인쇄인 **정윤곤** 인쇄 **정문출판(주)** 총괄디자인 **김경철** 삽화 **오성교**

본지는 한국간행물 윤리위원회윤리강령 및 실천요강을 준수한다.

안전보건 2003년 9월호 제15권 제9호(통권 169호) 2003년 9월 5일 발행

본지에 실린 기사들은 각 필자 개인의 의견을 바탕으로 한 것으로써 한국산업안전공단의 의견과는 다를 수 있습니다.

2003. 09 (통권 169호)

CONTENTS

클린사업장 5천호 탄생, 청구정밀(주) 인정서 받아

노동부와 안전공단은 8월 6일 권기홍 노동부장관 및 김용달 안전공단이사장 등이 참석한 가운데 프레스에 안전장치를 완비하고 용접작업장에 국소배기장치를 설치하는 등 2천3백만원(보조금 1천1백만원, 자체자금 1천2백만원)을 투자하여 작업환경을 획기적으로 개선한 청구정밀(주)에 대하여 클린사업장 5천호 인정서를 수여했다.

(주)금강고려화학 여주공장에서 제89차 중앙시범안전점검 실시

안전문화추진본부는 8월 4일 제89차 안전점검의 날을 맞아 전국적으로 44개소에서 가정, 학교, 산업안전 등 각 분야별 시범점검을 가졌다. 이날 판유리, 무늬유리 등을 전문제작하고 있는 (주)금강고려화학 여주공장에서는 김용달 안전공단이사장을 비롯해 성남지방노동사무소, 여주군청, 안전공단 수원지도원 점검팀, 사업장 관계자 등이 참여한 가운데 중앙시범안전점검이 펼쳐졌다.

아시아나공항서비스(주) 제주지점, 무재해 10배 기록 달성

안전공단 제주지도원은 8월 13일 아시아나공항서비스(주) 제주지점에 대하여 무재해 10배 기록 달성에 따른 인증패를 수여했다. 이 사업장은 항공기 지상조업, 화물 상·하역조업, 급유작업 등 많은 위험요소를 안고 있음에도 불구하고 지난 92년 10월부터 최근까지 무려 10년이 넘도록 단 한건의 산업재해도 발생하지 않아 이번에 무재해 10배라는 대기록을 달성했다.

안전공단, 한국도로공사에 안전보건경영시스템 인증 수여

안전공단은 8월 12일 한국도로공사에 건설공사 발주기관으로는 최초로 자율적인 안전보건경영 시스템 사업장임을 인정하는 안전보건경영시스템 인증(KOSHA 18001)서를 수여했다. 경기도 성남시 소재 한국도로공사 대회의실에서 열린 이날 인증 수여식에는 김용달 안전공단이사장, 오점록 한국도로공사 사장, 안전관계자 등이 참석했다.

안준노 한국산업안전공단 감사 임명돼

권기홍 노동부장관은 8월 23일 공석 중인 한국산업안전공단 감사에 안준노씨를 임명했다. 신임 안준노 감사는 한국노총 전국화학노련 부산본부장 등을 역임하면서 노동운동을 펼쳐온 노동운동가 출신이다. 평소 소신이 뚜렷하고 열악한 조건에 있는 노동자들의 사회·경제적 지위 향상에 노력하여 왔으며, 과거 노동운동을 전개하면서 산업안전보건분야에 많은 관심을 갖고 접근해온 것으로 알려졌다. 최근에는 정치사회분야 개혁을 위한 활동도 꾸준히 펼쳐온 이력을 지니고 있다.

△고려대학교 노동대학원 △덕강화학 노조위원장 △한국노총 전국화학노련 부산본부장 △한국노총 부산지역본부 상임부의장 △부산지방노동위원회 근로자위원 △희망연대 공동대표 △노무현 대통령후보 부산선대위 공동본부장 △부산정치개혁추진위원회 노사대책위원장

강응대 한국산업안전공단 교육홍보이사 임명돼

권기홍 노동부장관은 8월 23일 한국산업안전공단 교육홍보이사에 강응대 前 대전지방노동청장을 임명했다. 신임 강응대 교육홍보이사는 연세대 정치외교학과를 졸업한 이후 행정고시(16회)를 거쳐 지난 76년 노동부에서 첫 공직생활을 시작했다. 이후에도 27년여 동안 줄곧 노동부에서 근무해온 노동행정분야 전문가이다.

평소 과묵하고 성격도 매우 꼼꼼한 것으로 알려져 있으며, 독일 및 일본 등지에서 상당한 기간을 노무관 및 참사관으로 근무했다. 이후 노사협력관, 국제협력관, 감사관 등의 자리를 거쳐 최근에는 대전지방노동청장을 하다가 이번에 안전공단 교육홍보이사직을 임명받았다.

△연세대 정치외교학과 △행정고시 제16회 △노동부 기능검정과장 △법무담당관 △춘천지방노동사무소장 △주독일대사관 노무관 △훈련정책과장 △고용정책과장 △노사협력관 △주일본대사관 참사관 △국제협력관 △감사관 △대전지방노동청장

"안전운행이 기업경영의 생명입니다"

고열의 180톤 슬라브 이송장비인 E/T앞에서 이광묵 상무와 안전관계자가 안전사항에 대해 얘기하고 있다.

적시적소의 안전한 운송작업을 강조하는 이광묵 상무.

국내 기간산업의 중추역할을 담당함은 물론 세계에서도 가장 경쟁력 있는 제철회사로 자리매김 된 POSCO. 그 POSCO 내에 있는 협력업체 중 사람으로 치자면 마치 혈관 몫을 하고 있는 기업이 있다. 다름아닌 POSCO 구내 운송작업을 전담하고 있는 영일기업(주). 이 기업은 POSCO 내에 상주하면서 원료, 소재, 각종 부산물 등을 운반하는 전문운송업체이다.

따라서 이 기업의 적시적소 운송작업이 선행되어야 POSCO의 정상가동이 이뤄질 수 있다. 그 만큼 중요한 몫을 하고 있기 때문에 영일기업의 경영진이 생각하는 안전에 대한 관심은 매우 특별하다. 안전이 보장되지 않고서는 250만평에 실핏줄처럼 퍼져있는 운송체계와 적시적소의 물류이동을 책임질 수 없기 때문이다.

동 사업장에는 대형 운송장비가 많아 사고발생시 물류이동의 차질은 물론 근로자의 피해정도도 상당히 클 수 밖에 없다. 특히 24시간 작업이 계속되는 까닭에 한순간도 안전을 소홀히 할 수가 없다.

"작업의 특성상 일반도로에서는 잘 사용하지 않는 대형 운송장비들이 많습니다. 자칫 사고라도 발생한다면 물류이동의 차질은 물론 근로자들의 피해정도가 상당히 크다고 볼 수 있습니다."

이광묵 상무이사는 작업의 특성을 이같이 설명한다. 이 기업의 운송장비는 25톤, 50톤 덤프트럭에서부터 180톤 E/T에 이르기까지 총 100여대(13여종)가 있다. 그중 벌겋게 고열인 상태로 이송해야 하는 슬라브의 경우 180톤 가까이 무게가 나가기 때문에 자칫 사고는 중대재해로 연결되기 쉬우며, 그로 인한 생산차질도 상당히 크다는게 이광묵 상무이사의 얘기다.

대부분의 운송회사가 그렇듯 이 기업도 작업형태가 거의 단독작업(운전)으로 이뤄진다. 그것도 동일구간을 왕복하는 반복작업이 되풀이 된다. 주·야간을 가리지 않고 24시간 작업이 이뤄지며, 그 어떤 악천후에도 작업이 중단될 수는 없다.

안전한 작업태도 형성을 위한 STOP기법 도입

따라서 근로자들은 항상 크고 작은 위험에 노출되어 있다. 이 기업의 안전관리는 바로 이러한 점을 분석하여 대처하고 있다. 그 중요한 활동중 하나는 모기업인 POSCO가 펼치고 있는 STOP기법(듀폰이 개발한 안전교육관찰 프로그램)을 도입한 점이다. 이 기법은 관리자, 중간관리자, 팀리더에게 안전행동과 불안전행동에 대해 교육을 실시한 후 작업자를 관찰하며 함께 개선책을 찾도록 함으로써 안전한 작업태도를 형성토록 하는데 그 목적이 있다.

그 외 위험지역에 설치된 '위험상황 설명도'도 이 기업의 독특한 아이디어이다. 근로자들이 직접 체험한 위험상황 사례를 모두 수집해서 그 상황을 압축해 간

모든 근로자가 매일 돌아가면서 일일 안전관리자로서의 역할을 함으로써 자연스럽게 안전체험을 할 수 있도록 했다.

단한 설명도를 그림으로 표시하여 위험지역에 비치함으로써 작업자들이 항상 경각심을 갖도록 하고 있다.

일일안전관리자제도를 시행하고 있는 것도 나름대로 그 의미가 크다. 근로자들 전체를 대상으로 매일 1명씩 돌아가면서 안전관리자 역할을 하도록 함으로써 안전에 대한 체험과 평소 그냥 지나칠 수 있는 면들이 지적되도록 유도하고 있다.

운전이라는 직업의 특성상 자기 일에 대한 애착심, 애사심, 동료의식 등이 타업종에 비해 부족하다. 이 기업의 안전전략은 이런 문제점들을 회복하는 것에 많은 관심을 두고 있다. 그 방법중 하나가 동호인 활동을 활성화 하는 것. 모든 근로자들이 1인 1동호인에 들도록 하여 회사측에서 전폭적인 지원을 아끼지 않고 있다.

동료직원 칭찬하기운동을 전개하여 서로 유대감을 강화하도록 하는 것도 이 기업의 강점이다. 특히 이 운동을 전개하면서 회사측에서는 분위기 확산 차원에서 관련 책자를 구입하여 전체 근로자들에게 배포할 정도로 적극성을 보였다.

"자신 위주의 생각에서 점차 타인을 배려하는 마음이 생기도록 하는게 상당히 중요하다고 봅니다. 사고발생의 근원을 따지고 보면 바로 이런 면을 배제할 수 없을 것입니다. 나보다는 동료를, 내 것보다는 상대방의 것을 배려하는 문화가 형성된다면 기업수준은 물론이고 안전수준도 월등해지리라고 봅니다."

이광묵 상무이사는 안전관리의 개념을 이같이 대변한다. 이 기업은 전체 근로자들이 돌아가면서 독거노인 돕기활동을 펼치고 있다. 이는 이광묵 이사의 말대로 근로자들 스스로 타인을 배려하는 문화가 습관화 되도록 유도함은 물론 사회적으로 어려운 처지에 놓인 사람들을 돕기 위한 뜻도 함께 포함되어 있어 일거양득의 효과를 거두고 있는 셈이다.

근로자들의 안전확보 위한 영일안전의 날 운영, 안전콜제도 실시

매일 24시간 반복되는 동 사업장의 운송작업은 야간작업시 그 위험성이 가장 크다. 이에 졸음예방을 위해 안전콜제도를 운영하고 있다.

이 기업의 또 다른 독특한 면은 자체적으로 안전의 날을 정하여 대대적인 행사를 펼치고 있다는 점이다. 매년 8월 1일을 '영일안전의 날'로 정하여 안전보건과 관련된 각종 포상을 실시하고 있다. 아울러 이날 결의대회 및 사고사례 전시회 등도 함께 열어 안전의식 고취에 주력하고 있다.

매일 24시간 반복되는 이 기업의 운송작업은 야간작업때 그 위험성이 제일 높다. 따라서 이러한 위험으로부터 근로자들의 안전확보를 위하여 안전콜제도를 운영하고 있다. 매일 새벽 2시부터 6시까지 취약시간대에는 교신원이 운전작업자들과 통화를 하도록 안전콜제도를 운영함으로써 졸음이나 기타 느슨해지기 쉬운 위험상황이 발생되지 않도록 하고 있다.

"안전에 대한 공감대 형성을 위하여 상·하반기 실적을 분석하여 전체 근로자들에게 그 내용을 자세히 설명해 주고 있습니다. 이는 모든 근로자들이 안전문제에 있어서 제삼자가 아니라 안전의 주체임을 인식시켜 주기 위함입니다. 그리고 POSCO 같이 벤치마킹하기 좋은 회사가 있다는 점도 안전관리에 많은 도움이 됩니다."

모기업인 POSCO로부터 안전관리에 대한 벤치마킹을 수시로 실시할 수 있는 점도 큰 장점이라고 말하는 이광묵 이사는 안전을 일방적으로 추진하기 보다는 전체 근로자들과 함께 공감대를 형성하면서 추진하는게 바람직하다고 강조한다.

한편 '안전운행이 기업경영의 생명'임을 강조하는 이 기업은 앞서 전제된 다양한 안전활동을 전개함으로써 2000년 5월부터 현재까지 산업재해가 단 한건도 발생치 않고 있으며, 무재해 5배 기록을 돌파한 바 있다. 따라서 앞으로도 무재해 10배, 20배 기록 도전이 계속되길 기대한다.

〈취재/황추연 hcy@kosha.net〉

News & More

부산지역본부, 타워크레인 설치 · 해체작업 관계자 교육 실시

안전공단 부산지역본부는 부산지방노동청 등 영남지역의 14개 노동관서와 합동으로 8월 13일 타워크레인 설치 · 해체 작업 60개사 200여명을 대상으로 재해예방 대책 교육을 부산 국제신문사 중강당에서 실시하였다.

건설공사 현장에서 최근 타워크레인 설치 · 해체 및 마스트상승 작업과정중 작업순서 등 안전수칙 미준수로 인해 타워크레인 붕괴사고가 발생하여 소중한 인명피해 및 막대한 재산상의 손실을 초래하고 있다.

그러나 타워크레인 설치 · 해체업체의 대부분이 영세하고 또한 취급 장비의 적절한 관리 시스템을 갖추고 있지 못하고 있을 뿐만 아니라 작업자에 대한 자체교육 프로그램도 갖추지 못한 상태이다.

따라서 이에 대한 대책의 일환으로 교육을 실시하게 되었으며 주요 내용은 타워크레인 설치 · 해체 및 마스트 상승 작업시 안전작업절차 및 작업요령, 타워크레인 재해원인 분석 및 대책, 하반기 건설재해예방 대책 및 기타 주요내용 등이다.

광주지역본부, 타워크레인 설치 · 해체관계자 교육

안전공단 광주지역본부는 8월 14일 광주지역본부 교육장에서 타워크레인 보유 · 임대, 설치 · 해체업체 관계자 100여명을 대상으로 교육을 실시했다.

IMF이후 정부의 건설경기 부양 및 주택시장 활성화에 따른 타워크레인 사용대수가 2003년도에 3,000여대로 전년 동기(2,700여대)대비 11.1% 증가한 것으로 나타났다.

최근 일산 고일프라자 신축공사, 고려대 100주년 기념관 신축공사, 평택주공아파트 신축공사 현장에서 사망자 7명, 부상자 10명이 발생하는 등 건설공사 현장에서 타워크레인 설치 · 해체과정에서 안전수칙 미준수로 인한 인명피해 및 재산상의 손실이 초래됨에 따라 이번 교육을 실시하게 되었다.

이번 교육은 전국적으로 서울 · 경기, 부산에 이어 실시된 교육으로 한국산업안전공단 산업안전교육원 강신준 교수가 강의에 나서 타워크레인 설치 · 해체작업 안전, 타워크레인 재해원인 분석 및 대책에 대한 교육을 실시했다.

한편 한국산업안전공단 광주지역본부는 이번 교육 이수자에게 "교육이수증"을 발급하여 현장에서 타워크레인을 설치, 해체, 상승 작업시 교육을 이수한 작업자에 한해서만 이러한 작업이 가능하도록 할 예정이다.

서울북부, 타워크레인 설치 현장소장 교육

노동부와 한국산업안전공단 서울북부지도원은 7월 29일 서울지방노동청 대회의실에서 최근 빈번하게 발생하는 타워크레인 붕괴사고와 관련하여 유사 · 동종 재해의 예방을 위하여 관내 타워크레인 사용 건설현장 101개소 현장소장을 대상으로 특별안전교육을 실시하였다.

이와 함께 대형타워크레인 사고현장 사진과 예방대책 등을 내용으로 하는 책자를 제작 · 배포하여 근로자 안전의식 고취 및 건설현장 자체근로자 안전교육시 활용토록 하고 타워크레인 설치 · 해체 · 상승작업의 안전점검표를 무료로 배포하여 작업전 자체적인 이상유무를 체크한 후 작업을 실시할 수 있도록 홍보하였다.

또한 공단 관계자는 사업장에서 타워크레인 작업과 관련한 기술지원 요청 시 전문가가 동 사업장에 파견되어 재해예방과 안전작업을 위한 기술지원을 시행토록 하고 있다고 밝혔다.

인천지도원, 인천문학경기장에서 시민 대상으로 안전문화 캠페인 전개

안전공단 인천지도원은 8월 10일 문학경기장을 찾은 어린이, 청소년 및 일반시민 등 관람객들을 대상으로 전광판을 활용해 생활안전관련 시청각 자료를 상영하는 등 안전문화 캠페인을 전개했다.

이날 캠페인은 안전공단 뿐만 아니라 인천시, 안실련 등 유관기관 및 단체들이 함께 홍보단으로 구성돼 참여했으며 가족영화제 행사에 참가한 시민들을 대상으로 운동장 주변에서 홍보용 부채 및 안젤이 인형 등 각종 홍보물을 배포했다.

특히 이날 인천문학경기장 무료가족영화 상영에 앞서 전광판을 활용하여 유치원생, 초등학생의 안전사고발생 가능성과 사고사례, 대처요령 등을 만화로 구성한 시청각자료를 방영함으로써 관람객들의 관심을 끌었다.

대전지도원, 2003년도 안전교육 교사연수

안전공단 대전지도원은 8월 12일과 13일 양일간에 걸쳐 대전시 유성구 덕명동 삼성화재 유성연수원에서 관내유치원 및 초등학교 교사 80명을 대상으로 2003년도 안전교육 교사연수를 실시했다.

최근 잇따른 학교안전사고와 얼마전 우리나라 어린이들의 안전사고 사망률이 OECD 국가중 최고수준으로 나타난 가운데 학교안전에 대한 사회적 관심이 증폭됨에 따라 안전공단에서는 학교안전사고 예방을 위해서는 조기안전교육이 절실하다는 판단 아래 유치원과 초등학교 등 일선에서 학교안전교육 활성화에 선도적 역할을 담당할 교사양성을 목적으로 본 연수를 실시하게 됐다고 밝혔다.

2일 동안 실시되는 이번 연수는 △학교안전문화운동 △재난사고예방과 대책 △학교안전사고사례 △비상시 응급조치 요령 △교통안전 △생활안전 △안전교육 시범학교 운영사례 등 학교안전분야 전반에 대한 심도 있는 토의와 강의가 이루어지며 연수교사에 대해서는 해당 교육청에서 연수학점을 부여해준다.

안산지도원, 안전교육교사 연수 실시

안전공단 안산지도원은 8월 22일부터 8월 23일까지 양일간 안산, 시흥 지역의 어린이집의 원장 및 교사, 관련학과 재학생 등 39명을 대상으로 안산시 고잔동에 위치한 미라마호텔 연회장에서 안전교육교사 연수를 실시하였다.

안전교육교사 연수의 목적은 보육시설 및 유치원 등 교사들을 대상으로 안전문화 운동의 기본지식과 함께 교과과정에서 적용할 수 있는 안전교육을 주제별로 실시함으로써 교사의 주도적인 조기안전교육 활성화를 도모하는데 있다. 교육내용은 2일간 생활, 학교, 교통, 재난시 대처방안, 응급처치, 사고사례연구 등에 대한 이론 및 토의식 교육으로 진행했다.

교육수료후 안전교육 교사로 위촉하여 안전교육 담당교사로 활동할 수 있도록 유도하여 공단에서 발행하는 자료 및 관련정보를 수시 제공하여 안전활동을 지원한다.

창원지도원 50인미만 재해발생사업장 재발방지 안전보건교육 실시

안전공단 창원지도원은 8월 21일과 8월 22일 창원지도원 1층 강당에서 창원지방노동사무소와 합동으로 상반기 50인미만 재해발생사업장 626개소 사업주에 대한 재발방지 안전보건교육을 실시하였다.

금번 50인미만 재해발생사업장 사업주에 대한 재발방지 안전보건교육은 최근 경기 불황에도 불구하고 증가하고 있는 산업재해의 반전을 위해 하반기 산재감소 효율화 방안의 일환으로 실시되었다.

동 교육은 최근 개정된 산업안전보건법 내용과 2003년도 하반기 산업안전보건 정책 방향에 대한 강의와 업종별 재해발생 원인분석 및 개선대책, 최근 몇 년간 급격히 증가하여 노사갈등의 핵심 사안으로 부각되는 등 사회적 문제로 야기되는 근골격계 및 뇌심혈관 질환 예방과 개선사례에 대한 내용으로 진행되었다.

News & More

포항지도원, 2003년도 안전교육 교사연수 실시

안전공단 포항지도원과 경상북도 포항교육청은 8월 11일부터 14일까지 청룡회관에서 포항관내 59개 초등학교 교사 및 자원봉사자(학모) 120여명을 대상으로 2일 과정 2기로 나눠 2003년도 안전교육 교사연수를 실시하였다.

금번 초등학교 교사 및 안전활동 자원봉사자(학모)들을 대상으로 한 안전교육 교사연수는 일선 교육현장에서 어린이를 지도하는 교사들에게 미래산업사회의 역군이 될 어린이들에 대한 학교안전, 가정안전, 교통안전 등 안전문화 정착에 선도적 역할을 담당하도록 동 연수를 마련하였다.

국제연합아동기금(UNICEF)에서 부유국을 대상으로 조사한 아동상해사망보고서(2001년)에 따르면 OECD 26개 회원국 가운데 상해 및 사고로 인한 인구 10만명당 어린이사망률이 우리나라가 25.6명으로 스웨덴(5.2명), 영국(6.1명), 일본(8.4명) 등 선진국에 비해 4~5배 높은 것으로 나타나고 있어 보다 체계적인 학교안전교육의 필요성이 제기되고 있는 가운데 특히, 지난 제81회 어린이날에 노무현 대통령께서 2003년을 "어린이 안전원년"으로 선포하면서 2007년까지 어린이 재해를 반으로 줄여 경제협력기구(OECD) 국가 수준에 도달할 수 있도록 지시하신 사항과 관련하여 교사에 대한 연수는 더욱 더 큰 의미를 가지고 있다.

구미지도원, 근골격계질환 예방제도 및 기술지침 교육

안전공단 구미지도원은 구미, 안동, 영주지방 노동사무소와 공동으로 8월 14일 올림픽기념관 강당에서 2002년, 2003년 근골격계질환자 발생 및 우려사업장 사업주, 보건관리 대행기관 업무담당자 등 120명 대상으로 근골격계질환 예방제도 및 기술지침교육을 실시하였다.

최근 근골격계질환이 사회적인 문제로 대두되고 있는 가운데 근골격계질환 예방제도의 조기정착과 사업장에서의 자율적인 예방활동의 활성화를 위하여 실시된 이번 교육은 구미지방노동사무소 산업안전과장, 한국산업안전공단 근골격계질환 예방팀이 강사로 나서 ▲근골격계질환 예방제도 및 관련법규 ▲근골격계부담작업 유해요인 조사지침 ▲사업장 근골격계질환 예방관리 프로그램 순으로 교육이 실시됐다.

구미지방노동사무소 산업안전과장은 "근골격계질환 예방제도에 대한 숙지와 함께 예방관리 프로그램을 성실히 이행한다면 이 분야 재해를 감소시킬 수 있다"고 말하고 "사업주, 보건관계자, 보건관리대행기관 업무담당자들이 사업장에서 근골격계부담작업의 유해요인조사 작업환경개선, 근골격계질환의 유해성 주지, 근골격계질환 예방프로그램 시행에 적극 참여할 것을 강조하였다.

이번 교육에는 2003년 근골격계질환자 발생 및 우려사업장의 사업주 및 보건관계자가 대거 참석하여 향후 이 지역의 동종 재해감소에 크게 기여할 것으로 기대된다.

울산지도원, 성진지오텍(주)에서 시범 안전점검 실시

안전공단 울산지도원은 8월 4일 제89차 「안전점검의 날」을 맞아 울산지방노동사무소, 울산시청, 남구청, 울산남부소방서와 합동으로 '01년 오천만불 수출의 탑을 수상한 울산광역시 남구 성암동 소재 성진지오텍(주) 사업장에서 시범안전점검을 실시하였다.

특히 이번에 실시된 시범안전점검에서는 석유화학프랜트 시설물을 제조하는 성진지오텍에서 압력용기, 보일러 생산공

정을 중점으로 유해위험기구 안전설비 및 각종 생산설비들을 다시 한번 점검하였고 안전한 환경에서 근로자들이 작업할 수 있도록 현장의 안전관리체제 및 교육, 작업환경, 각종 기계기구, 비상시 피난대책의 적정성 여부등을 중점적으로 점검하였다.

이번의 안전점검을 통해서 성진지오텍 사업장 근로자들의 안전사고 예방은 물론 안전에 대한 의식을 다시 한번 환기시킴으로써 근로자의 안전뿐만 아니라 대국민 안전에 대한 인식을 제고하는 계기가 될 것으로 기대된다.

전주지도원, 무재해 인증서 수여식 가져

안전공단 전주지도원장은 8월 20일 정읍소재 도드람 BT 교육장에서 도드람 BT(대표 : 김대성)에 대하여 무재해 1배 인증서 수여식을 실시하였다.

도드람 BT의 무재해 1배는 철저한 안전관리와 실천을 통하여 전임·직원 모두가 땀과 열정으로 이룩한 것으로 2002년 4월 30일에서 2003년 6월 23일까지 420일동안 재해가 한 건도 발생하지 않고 달성된 것이다.

이날 수여식에서 박영규 한국산업안전공단 전주지도원장은 "전북지역의 재해가 증가하는 가운데 도드람 BT의 무재해 1배 기록을 달성한 것에 대하여 진심으로 축하하며 노·사 합심 아래 사업장의 재해를 예방하는 분위기가 전주지도원 관내 타 사업장에 전파되도록 앞장서 줄 것"을 당부하고 무재해달성 유공자를 격려하였다.

여수지도원, 근골격계질환 예방제도 및 기술지침에 관한 교육 실시

안전공단 여수지도원은 8월 12일 여수지도원 교육장에서 여수지방노동사무소와 합동으로 「근골격계질환 예방제도 및 기술지침」에 관한 교육을 근골격계질환 발생가능공정 보유사업장 156개소를 대상으로 실시하였다.

이번 근골격계질환교육은 중량물 취급사업 및 단순반복작업 등으로 인한 요통 및 경견완장애 등을 예방하기 위하여 사업장의 사업주 또는 인사, 노무, 산재 등 안전보건관련 업무 담당자를 대상으로 유해인자 조사지침 및 근골격계질환 예방프로그램 교육을 실시함으로써 사업장 자율안전보건관리 활성화로 동종산업재해 감소에 기여하고자 실시하였다.

제주지도원, 안전의식 제고를 위한 사업주 교육 실시

안전공단 제주지도원은 8월 21일, 지도원 교육장에서 2003년도 산재보험 신규성립 사업장과 지난 2~3년 동안 연속적으로 재해가 발생한 사업장의 사업주 50여명을 대상으로 "안전의식 제고를 위한 사업주 교육"을 실시하였다.

교육에서 정성태 원장은 "산재보험 신규성립 사업장은 안전이 기업을 경영하는데 있어 최우선이 되어야 함"을 강조하였고 아울러 "재해발생 사업장에서는 재해를 거울삼아 다시는 이러한 재해가 재발되지 않도록 노력해 줄 것"을 당부하였다.

이번 교육은 그간 제조 및 건설분야 사업장에서 발생한 재해사례와 요인을 분석하고 안전대책을 제시함으로써 동종재해의 재발방지에 기여함과 아울러, 사업장 자율안전관리 체제 구축을 통하여 근로자의 안전·보건의 유지 증진과 산업재해 감소에도 크게 기여할 것으로 기대된다.

부산지역본부, 안전교육 교사 연수 실시

안전공단 부산지역본부는 8월 12(화)~13(수)까지 부산지역 유치원 및 어린이집 교사를 대상으로 금강국민호텔에서 2003년도 안전교육 교사 연수를 실시하였다.

이번 연수는 조기안전교육의 필요성이 사회적 문제로 대두되고 있는 시점에서 유치원 및 어린이집 교사를 대상으로 안전문화운동의 기본 지식과 함께 교과 과정에서 적용할 수 있는 안전교육을 주제별로 실시함으로써 영아 및 유아에 대한 조기 안전교육을 실시할 수 있는 교사를 육성 하고자 개최하였다. 이번 연수 내용은 안전문화운동에 대한 이해, 유아 교육기관의 안전사고 예방과 실천방안, 안전에 있어 교사의 역할, 어린이 교통사고의 원인과 예방대책 등으로 이루어지며 당 연수를 수료한 교사들은 안전문화 지도자로 위촉되어 조기 안전교육의 첨병이 될 것으로 기대된다.

특집 위험기반검사(RBI)의 필요성과 적용사례

기존 플랜트의 노후화 추세와 신·증설에 따라 대형 복잡화되는 현상과 함께 현실적인 문제가 안전성의 확보다. 이들 장치산업의 안전은 설계, 시공도 중요하지만 운전, 유지관리 및 위험성의 예지가 중요하다. 설비위험도에 기반을 두어 설비를 검사하고 정비 또는 교체하는 일은 위험설비를 보유하고 있는 사업장에서는 가장 중요한 업무 중의 한 분야이다. 따라서 검사 및 정비를 최소한의 노력과 비용으로 위험설비의 위험도를 줄일 수 있는 최적 검사, 정비 방안이 구축된다면, 안전성 확보는 물론 기업의 이윤을 최대화하는데 크게 기여하게 될 것이다.

1. 위험기반검사의 필요성
2. 위험기반검사의 적용사례

위험기반검사(RBI)의 필요성

한국산업안전공단 중대산업사고예방실 | 임 대 식, 신 평 식

Ⅰ. 개요

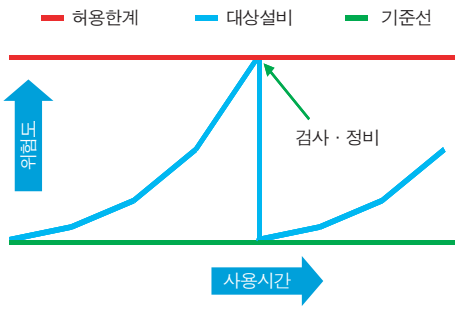
국내의 석유화학산업은 60년대를 시점으로 약 40년의 역사밖에는 되지 않으나 질적, 양적인 면에서는 매우 괄목할 만한 성장을 이룩하였고 현재는 184개 플랜트가 가동중에 있는데 이들 플랜트를 건설 년도별로 보면 79년 이전에는 35개, 80년도부터 88년도까지 45개가 늘어나는데 그쳤으나 89년부터 최근까지는 104개가 시운전 또는 운전중에 있어 기존 업체의 증설을 포함한다면 급격한 신장세라 할 수 있다.

이와 같이 기존 플랜트의 노후화 추세와 신·증설에 따른 대형 복잡화되는 현상과 함께 현실적인 문제가

안전성의 확보라 할 수 있으며, 이들 장치산업의 안전은 설계, 시공도 중요하지만 운전, 유지관리 및 위험성의 예지가 그 어느 때보다 강조되는 시점이라 할 수 있다.

설비위험도에 기반을 두어 설비를 검사하고 정비 또는 교체하는 일은 위험설비를 보유하고 있는 사업장에서는 가장 중요한 업무중의 한 분야이다. 따라서 검사 및 정비를 최소한의 노력과 비용으로 위험설비의 위험도를 줄일 수 있는 최적 검사, 정비 방안이 구축된다면, 기업의 이윤을 최대화하는데 크게 기여하게 될 것이다.

우선 최적검사라 함은 설비의 위험도 우선순위에 따라 설비검사의 주기와 검사방법을 다르게 적용하는 검사를 말한다. 다시 말하자면 위험도가 높은 설비는 검사주기를 짧게 하고 검사방법도 비파괴검사 등 정밀한 방법을 선택하여야 한다. 정비는 검사의 결과로써 나타나는 것이기 때문에 최적검사·정비의 초점은 사고발생위험을 최대로 줄이면서 가장 경제적으로 수행할 수 있도록 하는데 있다. 그러나 필수적인 사항은 설비위험도의 수준을 허용할 수 있는 기준선까지 내리는 검사방안이 되어야 한다. 즉, 검사·정비 시기를 놓쳐 허용한계 이상으로 운전된다면 사고발생위험에 노출될 수도 있으며, 검사·정비 시기를 지나치게 짧게 잡는다면 많은 비용이 소요될 수 있으므로 검증된 기준에 의해 검사·정비·보수계획을 수립·시행함으로써 〈그림 1〉에서와 같이 허용한계 내에서 최적검사·정비를 통한 안전성을 확보하고 이윤을 극대화 할 수 있다.



〈그림 1〉 검사·정비사례

위험기반검사(RBI ; Risk Based Inspection)는 설비의 종합적인 관리분야에서 지난 10여년 동안 개발된 독특한 기술로 검사 및 유지·보수에 위험도평가기법을 도입한 것으로 위험도는 설비의 사고확률과 피해크기를 이용하여 평가한다. 이들 위험요인은 검사 및 유지·보수에 직접 이용되며 위험을 경감시키는데 가장 효율적인 방법을 찾는데 이용된다. 즉, RBI를 통해 위험이 존재하는 곳과 위험을 관리하는 방법을 정의함으로써 설비의 안전성 향상, 운휴시간 감소, 검사 및 유지·보수비의 절감을 가져다 주며, 회사에 효율성의 향상과 이익을 증가시킨다.

RBI는 정유산업, 석유화학산업, 가스제조 또는 취급설비, 원유채굴 및 정제분야, 가스탐사 및 개발설비, 원자력 발전소, 그리고 해상 플랜트를 포함한 위험물 취급설비 등 거의 모든 산업의 반응기, 압력용기, 열교환기 및 배관 등 광범위한 분야에 적용할 수 있으나, 본 기술의 개발과 적용을 선도하고 있는 산업분야는 오일, 가스, 석유정제 및 석유화학산업 분야이다.

Ⅱ. 도입동기

위험기반검사(RBI)의 도입은 사업장 여건에 따라 다를 수 있으나 보편적으로 규제적인 측면, 생산이윤 추구에 관한 측면, 재해복구 측면, 설비의 종합관리 측면 등을 들 수 있다.

1. 규제적인 측면

(1) 검증된 규정, 법규

근로자의 쾌적한 근무환경 조성을 위해 각종 규제법령들이 적용되고 있으며, 최근에는 이들 법령들이 위험회피보다는 위험관리쪽에 많은 관심을 갖고 있고, 이를 위해 사업장에서는 어느 정도의 대가를 지불하고 있으며 때로는 생산효율과 이익창출에 영향을 미칠 수도 있다.

(2) 책임의 이양

종래에는 각종 규정 및 법령에 의해 규제기관에서 설비의 적정 여부를 판단하여 왔으나 각종 규제 완화에 따

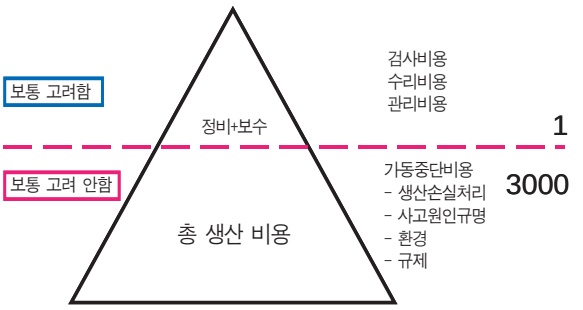
라 사업장에서 적정 여부를 판단하는 경우가 증가하고 있으므로 위험관리 판단 책임의 상당부분이 규제기관에서 사용자로 이양될 것이다. 이는 사고결과 등에 따라 제재하는 경우로 경우에 따라서는 규제완화와는 반대로 사업장에 상당한 부담이 될 수 있다. 따라서 사업장은 스스로 위험판단에 대한 객관적인 증거를 남겨야 할 필요성이 있다.

(3) 분쟁 등

선진산업사회에서는 공장 인근의 주민들과 공해, 소음, 안전상의 문제로 말썽이 생기고 있고 이를 해결하기 위해 분쟁이 증가하고 있어 이 문제가 사업장에 상당한 외부압력으로 작용되고 있다. 설비유지관리에 일관성이 없고 설비 이력에 대한 추적이 불가능할 경우에는 설비의 관리 소홀로 받아들여지기 쉬우며 법적 제재조치의 근거를 마련해 주는 결과를 초래할 수 있다. 따라서 이에 대한 대응 수단으로 RBI 등의 기법을 도입하는 경우가 있다.

2. 이윤추구에 대한 측면

이윤추구의 확대를 위해 눈에 보이는 검사비, 유지보수비, 인건비 등의 비용을 절감하는 데 초점이 맞춰지는 경우가 있다. 그러나 운전비용은 〈그림 2〉와 같이 빙산의 원리와 흡사하여 보이지 않는 부분에 원가 절감의 잠재 가능성이 훨씬 많이 포진되어 있다. 위험성평가는 이에 대한 시각 변화에 초점을 맞추어 추진되어야 하며 이를 위해 전향적인 관리, 향상된 계획수립, 고위험도 소수설비의 집중적인 관리, 일관된 설비 이력



〈그림 2〉 운전비용의 구성

의 추적시스템 구축 및 운용, 생산에 영향을 미치지 않는 검사방법(운전중 검사) 등과 같은 새로운 개념의 도입 및 실천이 매우 중요하다. 왜냐하면 눈에 보이지 않는 이 부분에서 더 많은 원가절감을 실현할 수 있기 때문이다.

3. 재해복구 측면

중대산업사고는 안전적인 측면과 경제적인 측면에 심각한 영향을 끼칠 수 있으며, 세계 각 국은 이러한 중대재해 발생 사업장에 대해 신뢰성 있는 대책을 요구하고 있다. 위험요인에 따라 일관되고 기술적으로 합당한 대책은 정확한 위험성평가에 의해 수립될 수 있다. 예를 들면 위험도 평가 결과에 따라 규명된 파손기구에 의해 검사방법(필요시 비파괴검사 적용)을 정하고 피해크기에 의해 검사범위를 정하게 된다. 위험도 1, 2등급 설비는 1년마다, 3등급 설비는 5년마다, 4, 5등급 설비는 10년마다 검사한다.

4. 설비의 종합관리 측면

설비의 종합관리는 검사, 유지보수 및 위험성평가 그 이상으로서 최근에는 설비의 관리시스템, 각 부서의 역할과 책임, 기존 관리절차의 효율성 등에 중점을 두고 있다. RBI를 수행하기 위해서는 공정기술, 생산기술, 검사 및 유지·보수기술 등 여러 전문분야에 걸친 기술자들로 구성된 팀 중심의 종합관리기법이 필요하다. 이 전문팀은 초기의 위험성평가와 RBI 계획수립 뿐만 아니라 RBI에 의한 관리 및 유지·보수의 지속적인 이행을 위하여 매우 중요하다.

Ⅲ. 필요조건

1. 정책수립

RBI를 수행함에 있어 정책수립은 매우 중요하지만 대부분의 사업장들은 이를 무시하는 경우가 많다. 정책의 수립은 RBI 실무내용을 경영진에 보고하는 체제일 뿐만 아니라 이를 수행하고 시스템을 구성하여 유지하

는 역할과 각 부서별 책임을 규정하고 있기 때문에 매우 중요하다. 또한 이와 같은 공식적인 근거 없이는 RBI를 수행하는데 필요한 인원확보가 불가능 할 수 있다.

정책수립에는 다음과 같은 요소를 포함해야 한다.

- RBI 수행방법에 대한 현장관리자(공장장)의 승인
- RBI 수행범위
- 인원 선정 및 책임 부여, 검사결과 및 데이터의 갱신 등 시스템의 유지보수를 위한 해당 부서별 담당자 지정 및 책임부여
- RBI시스템의 데이터 갱신 주기 정의

2. RBI 팀 구성

위험성 평가는 여러 분야의 기술과 지식을 필요로 하기 때문에 개인적으로 수행하기에는 불가능하며 팀에 의해 수행되어야 할 업무이다. 팀원은 팀리더, 검사기술자, 공정기술자, 기술보조원, 화공기술자 등으로 구성되며 화공기술자, 부식기술자 등은 부분 참여가 가능하지만 RBI 수행공정에서 필요시마다 자문에 응할 수 있어야 한다.

3. RBI 수행계획서의 작성

수행계획서의 작성은 필수사항이며 팀원들에게 RBI의 추진방향 제시와 안내역할을 한다. 수행계획서는 실제적으로 프로젝트 수행의 기초가 될 수 있도록 작성되어야 하고, 최종결과물인 검사계획서의 작성을 포함해야 하며, 수행계획서에 의거 RBI의 성과를 측정하는 것이 좋다.

Ⅳ. 효과

1. 검사계획 수립 및 설비 관리

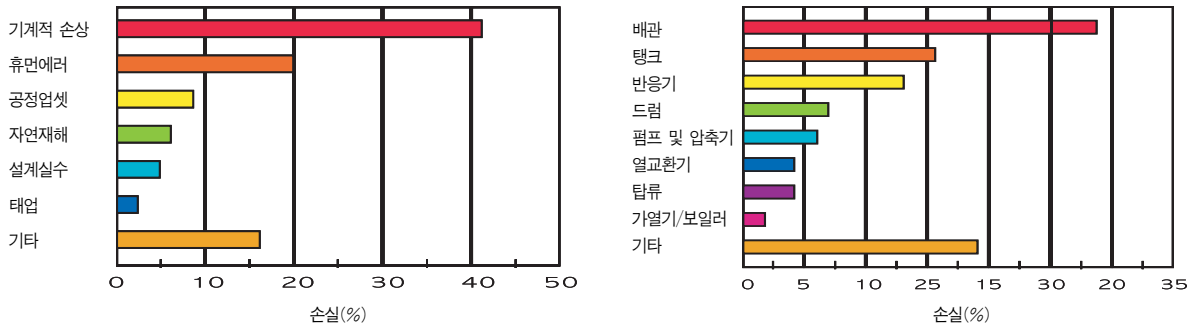
RBI의 효과는 위험의 수준을 낮추면서 더 안전하게 공장을 운전할 수 있도록 하는 것으로 이를 위해 각 설비별로 위험도에 입각한 검사계획을 수립하는 것이 필요하다. 설비별 검사계획은 안전/보건/환경과 경제성 관점에서의 위험도를 나타낸 것으로 회사 및 공장의 사업목표와 관련 규정과 일치하여야 한다.

RBI는 또한 설비의 검사 및 유지 보수 기술의 향상과 기계고장으로 인한 위험도를 체계적으로 줄일 수 있도록 해준다. 설비가 바뀌었거나 공정상의 변화가 일어난 경우, RBI 프로그램의 위험도를 재평가하고 이에 맞도록 검사계획을 적절히 조정할 수 있다.

2. 검사비용 절감

석유화학공장의 상대적 위험도를 비교해보면 전체장치류 중에서 소수의 설비(약20%)가 대부분의 위험(약90%)을 차지하고 있고 1960년대부터 1990년대 초까지의 석유화학공장에서 발생한 중대산업사고의 분석결과 전 재산손실의 43%가 기계적 손상에 의한 것으로 나타났으며, 기계적 손상 중 배관장치의 파손이 제일 큰 비중을 차지하며 탱크, 반응기, 드럼 순으로 나타났다.

기계적인 결함은 검사에 의해 방지될 수 있는 유일한 사고 원인중의 하나이다. 각 국의 검사규정 및 제도는



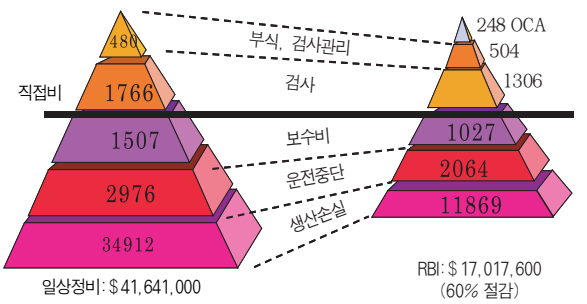
〈그림 3〉 정유 · 석유화학 사고사례(1960~1990)

기계적 결함이 일어나기 전에 악화를 감지하기 위하여 시행되고 있다. 기타의 사고원인은 운전자 실수를 줄이기 위한 교육이나 관리 등을 통해 감소시킬 수 있다. 주기적인 검사를 요구하는 검사규정의 채택 및 검사기술의 지속적인 발전에도 불구하고, 기계적인 결함은 여전히 사고를 증가시키는 주요 원인으로 남아 있다. 이를 해결하기 위해 주기적이고 반복적인 검사 이외에, 확실히 다른 무엇인가가 필요한데 이것이 바로 RBI다.

RBI 도입 이전에 실시하던 검사 프로그램이 지나치게 보수적인 경우에는, 검사 비용의 즉각적인 절감과 검사로 인한 가동 중지 시간이 감소하는 효과를 볼 수 있다. 일정 기간을 정하여 주기적으로 실시하는 검사는 보편적으로 매우 보수적인데, 보수적인 검사를 실시해 온 상태에서 RBI를 도입한 경우를 대상으로 발표한 여러 논문에서는 RBI가 언제나 즉각적인 절감 효과를 준다는 기대를 갖게 하지만 이것은 사실이 아니다.

어떤 경우에는 검사 비용이 늘어날 수도 있다. 많은 나라에서는 압력 용기만 검사하도록 규제하고 있는데, 이는 배관은 전혀 검사하지 않고 일정 주기마다 압력 용기만을 검사한다는 의미이다. 이와 같이 RBI 도입 이전에 배관 검사를 하지 않았던 사업장이 RBI를 도입할 경우에는 RBI 프로그램에 지난 몇 년간에 실시했어야 할 배관 검사 비용을 추가해야 한다. 어떤 경우에는 이와 같이 추가되는 배관 검사 비용이 압력용기검사 비용이 절감되는 것과 균형을 이루었지만, 어떤 경우에는 배관 검사 비용이 더 많은 경우도 있다.

설비의 노후에 관계없이 일률적인 주기에 의해 실시하는 정기검사는 손실비용이 크며 오히려 정상적으로 가동시키는 것보다 더 큰 손실을 가져 올 수 있으므로



〈그림 4〉 운전원가의 변화

위험기반검사의 도입이 요구된다.

〈그림4〉는 프랑스 ○○사의 북해 가스설비에 대해 RBI를 수행한 결과를 보여주고 있다. 이를 살펴보면 앞에서 언급한 빙산의 이론이 실제적으로 잘 부합되고 있음을 보여주고 있으며 보이지 않는 부분에서 더 큰 경제적인 잠재이익을 얻을 수 있음을 잘 설명해 주고 있다.

V. 결언

새로운 경제하에서는 세계의 모든 산업분야가 이익 증가의 압력을 받고 있다. 이를 위하여 RBI가 가장 이상적인 해결책으로 부상하고 있으며, 많은 회사들이 이익의 증대를 위하여 전략적으로 RBI를 활용하고 있다.

즉, 핵심 사업에 초점을 맞추고, 유지·보수, 검사, 기술지원 등의 비핵심 사업은 아웃소싱으로 처리하며, 각 부서별 비용 지출의 우선 순위를 정하여 이에 대한 효과를 극대화하는 것으로 이것이 바로 RBI가 목적하는 바이다.

공단에서 사업장에 기술지원을 하면서 느끼는 것은 RBI를 도입하여 정착시키고자 할 경우에 최고경영자의 이해와 확고한 추진의지가 무엇보다도 중요하다는 것이다.

따라서, 사업장에서 위험기반검사를 도입하고자 할 경우에는 RBI를 단순히 검사분야로만 접근하지 말고 설비의 종합적인 관리측면으로 접근하여 최고 경영자뿐만 아니라 관련 직원이 충분히 공감할 수 있는 분위기를 조성하는 것이 필요하다.

아무쪼록 보다 많은 사업장에서 RBI를 도입하여 획일적 또는 전문가들의 경험만으로 수행되던 검사체계를 위험도에 근거하여 체계적인 검사계획을 수립함으로써 아주 가치없는 검사업무보다는 고위험도 설비에 주의를 집중하여 생산성 증가, 신뢰성 향상이라는 목표를 달성하여 기업경쟁력을 크게 향상시킬 수 있기를 기대한다.

위험기반검사(RBI) 적용사례

고려아연(주) 환경안전팀 | 전 성 수

1. 회사소개

고려아연(주)는 울산광역시 온산국가공단에 위치한 비철금속 제련 종합회사로 약 40만 평의 공장부지에 720명의 근로자가 근무를 하고 있으며, 주요 생산품은 아연, 연, 황산, 금은, 동, 백금 등 비철금속을 생산하고 있다.

고려아연은 선안전 친환경을 기업경영의 최우선목표로 선정하고 세계 최고의 기술력과 경쟁력을 바탕으로 국제 비철금속시장의 리더로서의 역할과 책임을 다하고 있다.

주 계열사로는 국내 석포제련소, 미국 Big River Zinc, 호주 Sun Metals 이 있으며, 여기서 생산되는 아연생산능력이 94만톤으로 세계아연 수요의 10%이상을 차지하는 등 신기술을 바탕으로 한 원가경쟁력은 세계최고의 생산규모와 기술력을 자랑하고 있다.

2. 도입배경

고려아연(주)는 비철금속제련이란 업종의 특성상 많은 위험성(Risk)을 갖고 있으며, 부식성 물질을 다량 취급하고 있어 부식에 의한 위험물질 누출사고의 위험이 항상 잠재되어 있다.

또한 이러한 누출사고가 발생된 사례도 있어 고정설비나 배관설비의 지속적인 유지 관리 및 검사필요성이 절실히 요구되었으며, 설비의 신뢰성 향상 대책을 고민하여 왔다.

특히 반응조 등 고정설비는 계획에 의한 유지관리가 이루어지고 있으나 배관설비, 회전설비는 유지관리가 미비하였고 이로 인한 누출사고가 발생하는 종합적인 위험 관리의 필요성이 요구되었다. 이를 계기로 외부 전문기관에 안전진단 컨설팅을 검토하던 중 한국산업안전공단 중대 산업사고예방실의 RBI프로그램을 도입, 기술지원을 받아 위험기반검사(RBI)를 추진하게 되었다.

3. 추진목적

공장의 모든 설비 즉 고정 설비, 회전설비, 배관 등을 매년 정기적인 검사를 실시하여 설비의 신뢰도를 평가하고 가동률을 높여 생산성 향상에 기여하고 있다. 그러나 공장내 모든 설비를 정기적으로 개방하고 비파괴검사를 수행하기에는 시간, 비용 등의 문제가 발생하고 있으며 실제적으로 불필요한 검사를 매년 실시하거나, 꼭 필요한 검사를 누락시키는 등 현장 적용의 문제점이 발생하였다.

따라서 위험기반검사(Risk Based Inspection)를 통해 설비별 위험도를 정량적으로 분석하여 관리등급을 설정하고, 위험성(Risk)이 높은 설비를 집중적으로 관리하여 위험도가 높지 않은 설비는 검사주기를 조정함으로써 검사비용이나 유지보수 비용의 절감은 물론 설비의 신뢰도를 높여 근원적인 안전성을 확보하여 가동률 향상을 그 목적으로 하였다.

4. 진행현황

위험도가 비교적 높다고 판단한 연황산 공정을 시범공정으로 선정하여 RBI를 수행 하였으며, 현재 2단계로 황산 3개공정과 고위험공정을 선정하여 RBI를 진행중에 있으며 2단계 완료 후 전 공장으로 확대 적용을 검토중에 있다. 또한 이와 관련된 설비관리전산화(CMMS)를 현재 진행중에 있다.

위험설비의 검사업무 실행을 위해 기계, 정비, 설계, 검사 전문가로 팀을 구성하였고, 팀의 업무는 ISO도면, Inspection Sheet, Safety Operation Procedure 작성, 검사 계획수립 등 RBI 수행결과에 따른 검사업무 수행을 추진중에 있다.

5. 추진현황

(1) 수행자
- 한국산업안전공단 중대산업사고예방실 기술위원
- 고려아연(주) 온산제련소 RBI팀
  ※ RBI팀 구성은 환경안전, 유지보수, 기계, 조업, 검사 전문가로 구성(1단계)

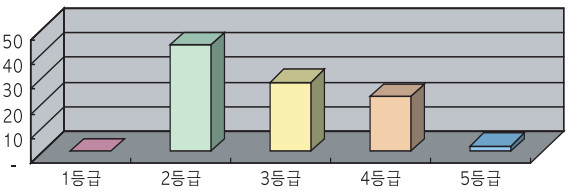
(2) 일정 : 2003.1.10 - 2003. 3. 14

(3) 대상설비
- 고정설비 : 100개 설비
- 배관설비 : 375 Line
- 회전설비 : 40개 설비
  ※ 총 515개 설비

6. 위험도 평가(Operational Criticality Assessment)

(1) 등급별 분포도

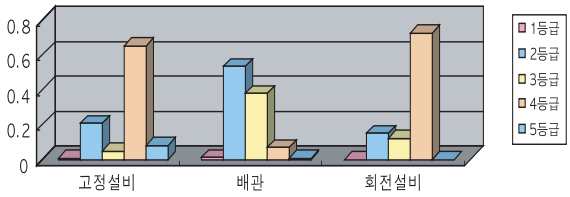
황산공정의 위험성 평가 결과 아래 위험등급별 분포도를 살펴보면 1등급과 5등급 설비의 비율은 적고 2등급과 3등급 설비가 많은 것으로 나타났다.



대상공정	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
황산공정	6	228	150	119	12
비율	1%	44%	29%	23%	3%

(2) 대상 설비별 분포도

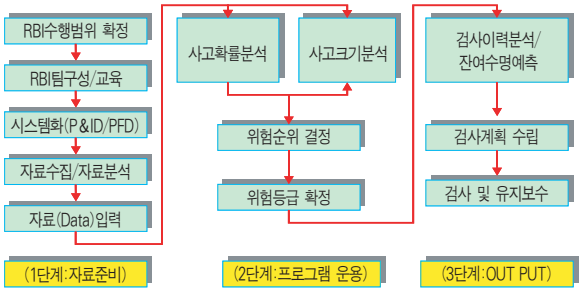
고정설비, 회전설비, 배관설비의 위험등급 분포도를 살펴보면 배관설비의 위험도가 높은 것으로 평가되었는데, 이는 부식성 물질에 의한 누출 위험성이 배관에 많은 것으로 평가되었다



대상공정	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급
고정설비	1	22	5	64	8
배관설비	5	200	140	26	4
회전설비	0	6	5	29	0

(3) 추진절차

공단의 전문가에게 RBI 관련 교육을 받은 후 다음과 같은 절차로 추진하였다.



7. 검사계획 수립(Inspection Taskmaster Condition)

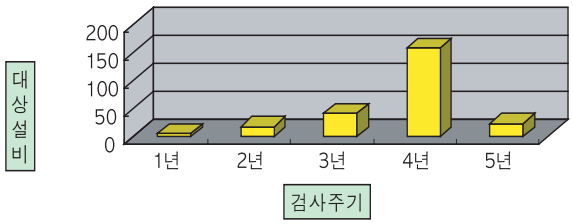
(1) 계획수립(Inspection Plan)

RBI 목적은 검사(Inspection)에 있다고 해도 무방하다. RBI를 추진하여 설비별 위험등급을 결정하고 검사주기, 검사방법이 포함된 검사 계획을 표준화하고 검사기록서(Inspection Sheet)를 작성하여 검사를 실행함으로써 설비의 신뢰성을 높이고 유지보수 비용을 절감하는 것이 검사의 목적이다.

(2) 검사방법(Taskmaster Tasks)

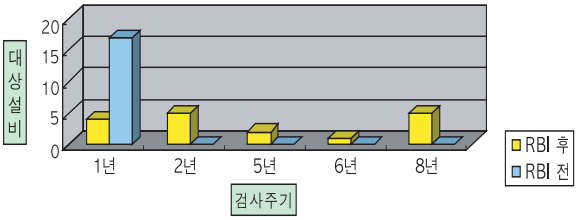
검사내용	기호	검사방법
방사선투과검사 (Radiographic Testing)	RT	투과 X선량차에 의한 필름 농도차 이용 용접부결함, 고려아연 주검사방법
초음파탐상검사 (Ultrasonic Testing)	UT	초음파의 반사 및 투과효과 이용 RT가 어려운 압력용기 등
액체침투탐상검사 (Liquid Penetrant Testing)	PT	표면장력과 모세관현상에 의한 액체침투 이용 거친 재료 및 다공성 재료 적용 불가
자분탐상검사 (Magnetic Particle Testing)	MT	누설자장에 자분부착 검사 SUS를 제외한 압력용기, T/K
육안검사 (Visual Testing)	VT	육안을 이용하여 대상의 표면에 존재하는 결함이나 이상유무를 판단
와전류탐상검사 (Eddy Current Testing)	ECT	시험체 표층부의 결함에 의해 발생한 와전류의 변화를 측정하여 결함을 탐지
표면복제 (Replica)	Replica	금속조직을 복제하여 실험실에서 간접적으로 관찰 및 분석

(3) 황산공정 설비별 검사주기표



대상설비	1년	2년	3년	4년	5년	6년	8년	계(Total)
대수	5	18	41	158	24	130	139	515

(4) 황산공정 RBI 전/후 검사주기 비교표



대상설비	1년	2년	3년	4년	5년	6년	8년	Total
RBI실시 전	17	0	0	0	0	0	0	17
RBI실시 후	4	5	0	0	2	1	5	17

(5) 검사 계획서(Inspection Report)

위험성평가 등급에 따라 대상설비별 Inspection Sheet를

작성하고, RBI에서 제시한 검사주기, 검사방법에 따라 검사를 실시하여 부식 등에 따른 유지보수 자료로 활용한다. 검사 계획서에는 Inspection Sheet, 검사도면, 안전운전절차서(SOP), 물질안전보건자료 등을 포함해야 하고, 계획 → 실행 → 평가 → 유지관리 순으로 검사를 실시한다. 비파괴검사 등 전문적인 기술이 요구되는 검사는 전문기관에 용역하여 검사를 실시하고, 검사팀에서는 계획과 평가를 실시하여 누락과 결과에 따른 대책을 수립한다. 또한 팀별 공정별 육안검사(VT) 담당자를 선정, 전문기관에서 교육 하여 현장에서 직접 활용토록 하고 필요한 장비를 구입, 검사팀에서 활용한다.

8. 개선권고사항

(1) 고정설비

내/외부 부식, 크립(Creep), 피로(Fatigue), 고/저온취성(Temperature Embrittlement)등의 잠재적 위험요인이 예측되었으므로, 초음파 두께 측정(UT), 자분탐상검사(MT),방사선투과검사(RT) 등 비파괴검사 장비를 활용, 주기적으로 두께를 측정하여 경향관리가 필요함.

(2) 배관설비

설비별 위험도 및 관리포인터를 검토 후 이를 바탕으로 고위험 배관을 선정, 중점 관리하는 제도가 필요하며, 침식 가능성이 높은 것으로 예측되는 배관의 엘보우 등 곡관부의 두께를 측정하여 정확한 현상 파악이 요구됨.

(3) 회전설비

실파손, 베어링파손, 임펠러부식, 펌프 케이싱 부식, 깨짐 등이 예측되므로 주기적인 점검 및 관리가 필요함.

(4) 예방점검 전환 권고

사후정비 체제의 유지관리는 고장날 때까지 사용한다는 면에서 경제적일 수 있으나 설비에 악영향을 주거나 불시의 운전중단으로 인한 생산 차질을 감안하면 오히려 엄청난 비용을 치를 수 있으므로, 설비의 상태를 정확히 파악하여 사전에 고장을 감지 및 예측하여 적절한 유지보수를 실시하는 예방, 예측 정비체제로 전환이 요구됨.

9. RBI 추진시 문제점

(1) RBI팀 구성

RBI팀을 운영하고 있는 한국산업안전공단 중대산업사고예방실의 기술지원을 받아, 고려아연(주)에서 RBI팀을 구성하여 업무를 추진하였다. RBI팀은 환경안전팀, 정비(유지보수)팀, 기계(설계)팀, 생산팀, TPM팀의 과장급 이상으로 구성하여 Part Time으로 업무를 추진하였다. RBI 추진은 Pull Time의 TFT를 구성함이 원칙이나, 각각 업무의 특성상 Part Time으로 운영하다보니 업무의 효율성이 떨어졌다.

(2) 이력관리

RBI팀의 목적은 철저한 이력관리로 설비의 상태를 정확히 파악하고 이를 효율적으로 관리하여 안전성 확보를 목표로 한다. 그러나 이력관리가 미비하거나 표준화 되어있지 않아 배관 등의 잔존수명 예측평가에 실측 부식률을 이용하지 못하는 문제점이 발생하였다.

(3) P&ID, PFD

공정안전관리의 위험성 평가 또는 위험기반검사의 위험도평가의 자료는 P&ID, PFD를 근거로 하여 설계조건, 운전조건, 대상물질 물성을 바탕으로 평가해야 되나, P&ID, PFD가 적기에 Up Date 되지 않아 정보분석이 어려웠다.

10. 향후계획

RBI 최종 목적은 평가된 위험등급과 검사주기, 검사방법을 활용한 검사계획 수립 및 실행을 위한 Inspection Plan의 작성에 있다.

따라서 단위설비별 검사계획서를 작성하고, 위험설비의 SOP를 작성하여 실행할 검사 전문가를 양성하고, 검사장비를 구입하여 실무에 적용하기 위한 준비가 필요하다.

특히 실현 가능한 Inspection Sheet, 검사도면, 단위설비별 SOP를 포함하는 검사규정을 작성하여 적용함으로써 예방정비체제의 조기정착과 위험기계기구 등의 안전성

을 확보하여 무재해 목표를 실현코자 한다.

11. 결론

대다수의 석유화학회사나 원자력발전소 등에서는 수년 전부터 위험기반검사, 위험성 평가 등을 통하여 Inspection과 관련된 프로그램을 도입하여 많은 시행착오를 거쳐 현재 체계화 한 것으로 알고 있다. 이제는 비석유화학 분야에도 RBI 등 위험관리 프로그램을 도입하여 위험설비의 사후정비에서 "예방", "예측"정비 체제로 전환하는 계기가 되어야 하며, 환경안전 측면에서 예방 안전관리를 정착시키는 분기점이 되어야 한다.

그러나 아무리 어렵게 RBI 프로그램을 완성하여도 필요한 곳에서 필요성를 느끼지 못하면 단지 보고서로 끝날 가능성이 높다.

RBI의 조기 정착을 위해서 경영진의 의지와 현장부서에서 적극적인 참여가 선행되어야 조기 정착이 가능하다고 본다. 다행이 고려아연에서는 최고 경영진의 적극적인 관심과 지원, 온산제련소장 이하 팀장의 RBI 업무 추진의 필요성과 적극적인 참여로 RBI팀이 구성되어 전공장을 목표로 RBI를 추진중에 있다.

RBI를 통해 설비의 신뢰도를 향상시키고 또한 이를 통해 생산성을 증대시켜 국제경쟁력을 항상 시키고자 한다. 즉 안전보건의 조기 정착과 무재해 무사고의 실현이 생산성 향상과 직결된다는 원칙을 갖고 RBI를 추진하고자 한다는 것이다.

마지막으로 본 RBI 추진을 위해 적극적으로 지원을 해주신 한국산업안전공단 중대 산업사고예방실 이광길, 임대식, 신평식 기술위원에게 감사를 드린다.

당사 공정의 특성상 FRP, PP, PE 등의 재질 문제로 RBI프로그램 운용의 문제점이 발생되자 영국을 직접 방문하여 적극적으로 문제를 해결하였으며, 당초 계약된 대상설비보다 대폭 설비를 추가하여 추진하였지만 모두 수용하여 추진하는 등 본 RBI의 수행에 적극적인 도움과 지원을 주신 한국산업안전공단에 다시 한번 감사를 드린다.

특히 한국산업안전공단 등 안전전문기관에서 RBI 등의 프로그램을 개발하여 사업장에 기술지원을 지속적으로 추진하고 설비안전의 기반을 다져나간다면 중대산업사고의 예방관리가 조기정착 되리라 본다.

국제워크숍

「안전한 나라 만들기」국제워크숍/중대산업사고 예방정책의 지속 가능한 발전방안

효율적인 국가 화학사고 예방체제 구축

최근 노동부와 한국산업안전공단에서는 화재 폭발 위험물질 누출 등 중대산업사고 예방의 중요성을 사회전반으로 확산시키고 잠재적인 사고 위험성이 큰 유해 화학물질 취급사업장의 자율적인 중대산업사고 예방활동을 촉진시키기 위해 중대산업사고 예방 국제워크숍을 개최했다. 이에 「효율적인 국가 화학사고 예방체제」에 관한 주제발표 내용중 일부를 요약 발췌하여 게재한다.〈편집자 주〉

1 중대산업사고 예방을 위한 화학물질 취급사업장 지도 감독방안
2 주요 국가의 화학사고 예방체제 비교 분석

중대산업사고 예방을 위한 화학물질 취급사업장 지도·감독 방안

노동부 산업안전국 산업안전과장 | 이 신 재

공정안전보고서 재 제출·심사제도 폐지 등 규제완화조치로 사업장의 공정안전관리 활동이 위축될 수 있다는 우려가 제기되고 있는 실정이다. 따라서 공정안전관리제도 시행이후 현재까지 전반적인 추진현황과 문제점을 살펴보고, 향후 화학사고 예방을 위한 지속 가능한 발전 방안에 대하여 검토하였다.

1. 서 문

미국 9. 11 테러발생 직후인 2001. 9. 21 프랑스 남부 화학비료공장의 질산암모늄 생산시설에서 대형 폭발사고가 발생하여 근로자, 민간인 등 15명 이상이 사망하고 200여명이 부상을 당하자 프랑스에서는 테러에 대한 두려움이 겹쳐 극심한 사회적 혼란이 야기되었던 사례를 본적이 있다.

이러한 현상은 화학공장을 보유하고 있는 대부분

의 국가들이 한번쯤 경험하는 현상으로써 화학물질을 대량으로 제조 · 취급 · 저장 · 사용하는 사업장에서는 화재 · 폭발 및 독성물질 누출 등과 같은 중대산업사고가 발생할 가능성이 상대적으로 크고, 사고발생시 사업장 내부는 물론 인근주민과 주변 환경에까지 피해를 야기할 수 있기 때문에 화학산업은 사회적인 측면에서 긍정적 · 부정적인 이미지가 양립되어 있는 것이 사실이다.

또한 안전측면에서 화학산업의 또 다른 심각성은 화학공장의 공정시설들은 규모가 크고 복잡한 시스템으로 구성되어 있어 운전 · 설비변경 · 성능유지 · 보수 등에 있어 고도의 전문성이 필요하고, 사고 위험 요인이 다양하기 때문에 타 산업에 비해 안전성 확보가 어렵다는 점이다.

실제로 2002년 8월 평택 포승공단에 소재한 최신시설을 갖춘 정밀화학업체에서 신설설비 시운전 중 반응기가 폭발하여 근로자 3명이 사망하고 14명이 부상을 당하였으며, 같은 해 11월 울산 온산공단 소재 안료제조 공장에서 이상반응에 의한 반응기 폭발로 근로자 2명이 사망하는 등 기술적인 문제(Engineering trouble)로 인한 중대산업사고가 지속되고 있는 실정이다.

일반적으로 규제의 형식을 선택하는데 있어서, 제기된 문제가 비교적 단순하고 해결방안이 복잡하지 않은 경우, 법령에 구체적인 사항까지 명시하는 『지시적 규제방식』을 적용하지만, 화학사고를 예방하는 문제는 위험요인이 다양하고 사고발생 경로가 복잡하여 여러가지 해결방안이 제시될 수 있기 때문에 사업장 스스로 중대산업사고 예방체제를 구축하고 이를 이행토록 하는『성과적 규제방식』이 필요하다.

따라서 노동부에서는 1995. 1. 5 산업안전보건법에 공정안전관리제도(PSM : Process Safety Management)를 도입하여 1996. 1월부터 시행해 오고 있다. 산업안전보건법에 공정안전관리제도가 도입된 지 8년째로 접어든 현재 공정안전관리 대상 사업장 수는 약 600여 개소로써 이들 사업장은 중대산업사고의 예방

〈최근 화학물질 취급사업장 중대산업사고 사례〉

발생일자	사업장명	PSM 적용	사고개요	피해정도			사법처리
				사망	부상	재산피해	
'00.2.25	☆☆(주)	대상	황화수소 누출, 중독	1	-	-	공장장 불구속 입건
'00.8.24	☆☆☆스(주)	대상	MEK-PO 반응기폭발	7	18	3150	공장장 및 생산지원 팀장 구속
'00.9.27	(주)☆☆☆공	비대상	LPG 용기 해체 중 폭발	13	6	45	대표이사, 공장장, 생산 이사 · 과장 4명 구속
'00.11.2	☆☆화학(주)	비대상	방부제 공정 반응기 폭발	6	52	79	공장장 및 생산차장 2명 구속
'01.9.1	☆☆산업(주)	비대상	건조설비 폭발	1	-	10	대표이사, 법인 불구속기소
'01.9.24	☆☆석유(주)	대상	용접작업 중 황산탱크 폭발	1	1	9	공장장 1명 불구속
'01.10.5	☆☆화학(주)	대상	납사 저장 탱크 화재	4	-	-	공장장, 도급업체 대표이사 2명 불구속
'01.10.15	여천☆☆(주)	대상	수소배관 폭발	1	1	11	대표이사, 협력사 대표이사 2명 불구속
'01.10.18	(주)플라즈마	비대상	암반 발파제 제조 작업중 폭발	2	-	500	대표이사 불구속입건
'02.3.26	☆☆실업(주)	대상	아세톨 함유 폐유기용제 증류작업 중 폭발	2	1	200	법인 사법처리(사업주 및 근로자 사망)
'02.5.25	(주)☆☆제련	대상	에어벤트 배관 용접작업중 바지선 폭발	4	1	18	소장 불구속입건
'02.6.20	☆☆화학(주)	비대상	화학약품 반응기 폭발	1	2	400	불구속입건
'02.7.5	(주)☆☆	비대상	뇌관 건조실에서 소포장 작업 중 뇌관 폭발	3	-	150	부사장1명 불구속 법인사법처리
'02.8.17	에너지☆☆	비대상	스파크에 의한 분진 폭발	2	-		종결(사업주 및 근로자 사망)
'02.8.18	☆☆☆화인켐	대상	Epoxy 반응기 시운전시 폭발	3	14	3900	공장장 불구속 입건
'02.11.5	☆☆칼라(주)	대상	안료제조공정 반응기 폭발	2	-	4억1천	공장장 불구속입건
'03.3.12	(주)☆☆화학 SM공장	대상	가성소다드럼 내부 세척 작업 중 폭발	1	2	25	협력사 대표, 공장장 불구속 입건
'03.5.29	(주)☆☆화학	비대상	배합작업 중 폭발	1	3	2.5	조사중

(accident prevention), 위험의 감소(risk reduction), 피해 최소화(Consequence Mitigation)를 위한 추진체제를 갖추고 이를 실행하고 있다.

그러나 2000년 1월 공정안전보고서 재 제출·심사 제도 폐지 등 규제완화조치로 사업장의 공정안전관리 활동이 위축될 수 있다는 우려가 제기되는 시점에 PSM제도 전반을 되돌아보고 향후 발전방안을 모색하는 일은 바람직하다고 판단된다.

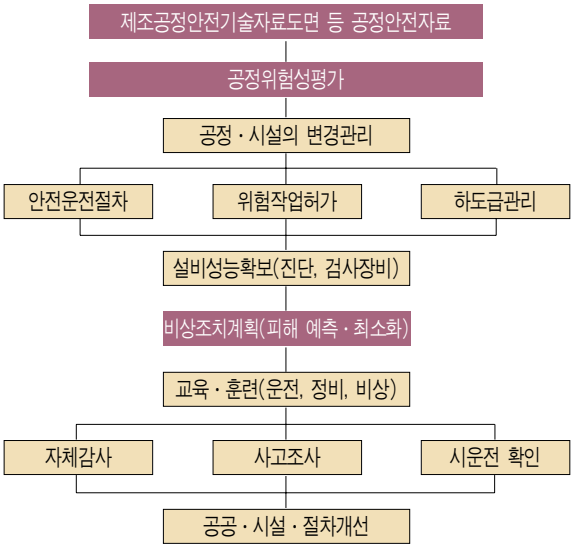
따라서 여기에서는 공정안전관리제도 시행이후 현재까지 전반적인 추진현황과 향후 화학사고 예방을 위한 지속 가능한 발전 방안에 대하여 살펴보고자 한다.

2. 현 실태

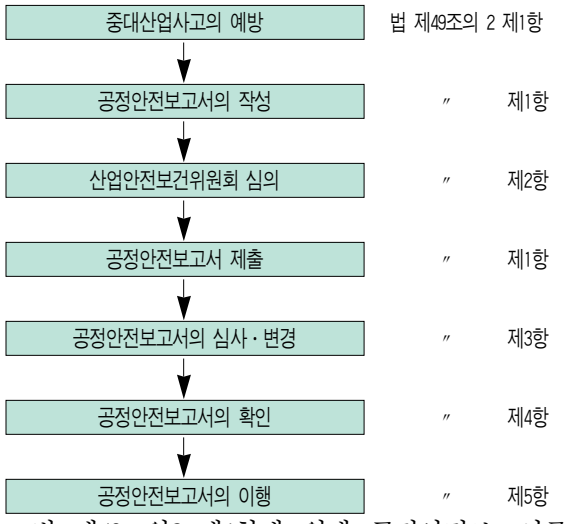
가. 공정안전관리 제도(Process Safety Management System)

중대산업사고의 발생가능성이 큰 설비들을 체계적으로 관리하기 위해서는 사업장 내부의 유해위험설비는 물론 이와 관련된 모든 시설들에 대한 도면 등 관련자료를 문서화하고, 이를 토대로 공정 또는 설비 상에 잠재하고 있는 사고의 위험성을 평가하여 위험요소를 발굴·제거하고 성능의 유지·보수, 비상조치계획 등 12개 요소에 대한 각각의 세부추진계획을 수립하여 종합한 것이 공정안전보고서이다.

따라서 산업안전보건법에서는 시행령 제33조의 5 제1항에서 규정하는 설비 즉, 중대산업사고를 야기할 가능성이 큰 유해·위험설비를 보유한 사업주로 하여금 당해 설비로부터의 위험물질의 누출·화재·폭발 등으로 인하여 사업장내의 근로자에게 즉시 피해를 주거나 사업장 인근지역에 피해를 줄 수 있는 중대산업사고를 예방하기 위해 공정안전보건자료, 유해·위험설비에 대한 위험성평가, 안전운전계획 및 비상조치계획 수립 등에 관한 사항을 수록한 공정안전보고서를 정기적으로 노동부장관에게 제출토록 규정하고 있다. 공정안전관리제도는 유해·위험설비를 보유하고 있는 사업장에 대하여 공정안전보고서를 작성하고 이를 이행토록 함으로써 중대산업사고를 예방함은 물론 사업장의 자율적인 사고예방체제를 구축하기 위한 종합안전관리제도라 할 수 있다.



산업안전보건법상 공정안전관리제도의 법적 근거는 법 제49조의 2에 규정되어 있으며, 개요는 다음과 같다.



법 제49조의2 제1항에 의해 공정안전보고서를 의무적으로 제출해야 하는 사업장은 「유해·위험설비」를 보유하고 있는 사업장으로써 유해·위험설비의 범위는 시행령 제33조의5 제1항에서 규정하는 바와 같이 원유정제처리업, 질소질비료제조업, 화약 및 불꽃 제조업 등 7개 업종으로 분류되는 사업장에서 사용하는 설비와 시행령 별표 10에서 정하고 있는 21개 화학물질을 규정수량 이상

사용하는 설비를 말한다.

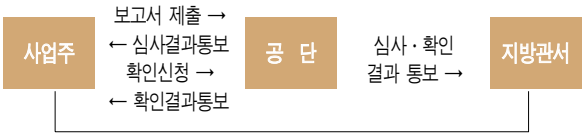
〈업종별 적용대상(시행령 제33조의5 제1항)〉

◇ 원유정제처리업
◇ 석유정제 분해물 재처리업
◇ 석유화학계 기초유기화합물 또는 합성수지제조업. 다만 합성수지 제조업은 별표10의 제1호 또는 제2호에 해당하는 경우에 한한다.
◇ 질소질 비료제조업
◇ 복합비료제조업
◇ 농약제조업(원제제조)
◇ 화약 및 불꽃제조업

〈유해 · 위험물질 규정수량(시행령 별표10)〉

번호	유해 · 위험물질명	규정수량(kg)
1	가연성가스	취급 : 5,000 (200,000)
2	인화성물질	취급 : 5,000 (200,000)
3	메틸이소시아나이트	150
4	포스겐	750
5	아크릴로 니트릴	20,000
6	암모니아	200,000
7	염소	20,000
8	이산화황	250,000
9	삼산화황	75,000
10	이황화탄소	5,000
11	시안화수소	1,000
12	불화수소	1,000
13	염화수소	20,000
14	황화수소	1,000
15	질산암모늄	500,000
16	니트로글리세린	10,000
17	트리니트로톨루엔	50,000
18	수소	50,000
19	산화에틸렌	10,000
20	포스핀	50
21	실란	50

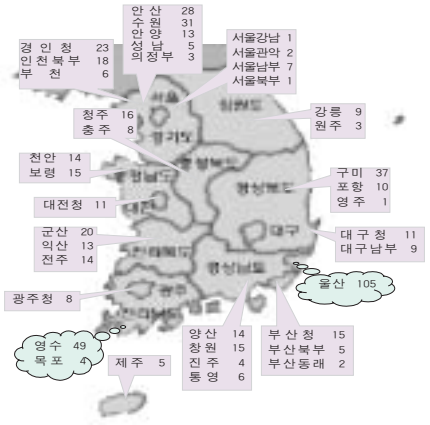
공정안전보고서의 접수 · 심사 · 확인업무는 화학공학에 관한 고도의 전문성을 필요로 하는 업무이기 때문에 한국산업안전공단에 위탁하여 수행하고 있으며 동 보고서에 대한 심사 · 확인이 완료되면 지방노동관서에 그 결과를 통보하게 되고, 지방노동관서는 이때부터 공정안전보고서의 이행여부를 감독하게 된다.



〈사업장 PSM 이행실태 지도 · 감독(차등관리)〉

2.2 공정안전관리 대상 사업장 현황

현재 산업안전보건법에 의해 PSM을 추진하고 있는 사업장은 총 642개소로써, 사업장 전체 시설이 공정안전관리 대상인 원유정제처리업 등 7개 업종에 해당하는 사업장이 전체의 27.7%(178개소)를 차지하고, 사업장 시설 중 기준수량 이상의 화학물질을 사용하는 시설만을 공정안전관리 대상으로 하는 일부 적용 사업장이 전체의 72.3%(464개소)이다.



〈지역별 중대산업사고 위험설비 보유사업장 현황〉

〈공정안전관리(PSM) 대상 사업장 현황(단위 : 개소)〉

사업장 규모	총계	7개 업종 대상									규정수량 이상
		소계	원유처리	석유정제	합성수지	기초유지	질소비료	복합비료	농약원제	화약불꽃	
계	642	178	38	16	70	21	4	4	12	13	464
300인 이상	163	31	8	3	12	3	1	1	0	3	132
300인 미만	479	147	30	13	58	18	3	3	12	10	332

또한 공정안전보고서 심사가 완료된 사업장의 지역별 분포를 살펴보면 부산청, 경인청, 광주청 순으로 공정안전관리대상 업체수가 많으나 대규모 정유·석유화학 공장 등은 주로 부산청(울산) 및 광주청(여수) 관내에 소재하고 있다.

3. PSM 사업장 지도·감독

가. 공정안전보고서 이행수준에 따른 차등관리

화학시설을 보유하고 있는 사업장은 타 산업과 달리 설비의 규모가 크고 시각적으로 확인하기 어려운 위험요인이 잠재되어 있어 사업장 지도·감독에 있어서 고도의 전문성과 더불어 시설점검에 필요한 시간이 상대적으로 많이 소요된다.

특히 PSM 대상 사업장에 대한 공정안전보고서 이행상태를 점검하는 경우는 12개 PSM 요소 전반을 살펴야 하기 때문에 전문성을 갖춘 감독인력과 충분한 시간이 확보되어야만 중대산업사고 예방을 위한 체계적인 법 집행이 가능할 것이다. 여기에서 감독인력의 전문성을 확보하는 일은 결국 규제에 대한 피규제자의 순응도는 물론 규제의 질을 높이는 문제와 밀접하게 연관되어 있기 때문에 더더욱 중요한 것이다.

그러나 부족한 감독인력, 시간적 제약 등 제한된 조건하에서 화학공장에 대한 지도·감독을 수행해야 하는 현실을 고려한다면, 기업 스스로 PSM을 충실히 수행할 수 있는 충분한 능력을 갖춘 사업장을 지도·감독하기 위해 인력과 시간을 투입하는 것은 결국 행정력의 낭비라는 비판에 직면하게 될 것이다.

이와 같이 행정의 우선순위 측면에서 PSM 이행수준이 우수한 기업과 그렇지 못한 기업을 구분하여 체계적으로 차등관리하기 위한 방안의 필요성이 꾸준히 제기되어 왔다. 특히 규제개혁위원회에서는 1999년 6월 석유화학시설 등의 안전관리 합리화 방안을 검토하는 과정에서 자율안전관리 능력이 다른 산업체에 비해 우수하다고 판단되는 정유·석유화학업체에 대한 공정안전보고서 재심사 제도를 폐지하고, 사후관리도 대형사고 발생시 또는 중대결함이 발견된 경우에만 확인토록 결정하였다.

이에 따라 노동부에서는 PSM을 수행하는 사업장에서 내·외부 PSM 실행감사(PSM Audit)를 실시하고 그 결과에 따라 문제점을 발굴하여 개선하는 방법을 활용하고 있는 점에 착안하여 2000년에 PSM 대상사업장의 공정안전보고서 이행능력에 따른 차등관리 방안을 마련하여 시행해오고 있다.

따라서 PSM 사업장에 대한 차등관리의 목적은 사업장 자율적인 PSM 활동을 유도하기 위한 것으로 PSM 이행능력이 우수한 사업장은 최대한 자율성을 부여하여 사업장 스스로 공정안전관리를 추진토록 하되 부족한 사업장은 지속적인 점검 및 기술지원을 실시하여 자율적인 PSM 이행을 유도하기 위한 것이라 할 수 있다.

나. PSM 이행수준 평가

PSM 대상 사업장 중에서 자율적인 이행능력을 갖추고 충실히 공정안전보고서를 이행하고 있는 사업장을 발굴하기 위해서는 무엇보다 객관적인 평가기준과 공정한 평가시스템이 갖추어져야 할 것이다.

이를 위해서 2000년도에 미국 OSHA 등 외국기관 및 기업에서 사용하는 자체감사(Self Audit) 체크리스트와 국내기업들이 활용하는 평가표를 참조하여

국내실정에 맞도록 수정한 『사업장 PSM 이행수준 평가표』를 마련하여 사용하였다. 그러나 보다 객관적인 평가기준을 수립하기 위해 2002년 한국산업안전학회에 연구용역을 의뢰하여 국내기업에 적합한 공정안전보고서 이행평가기법을 개발하여 적용해 오고 있다. 현재 사업장의 공정안전보고서 이행평가 시 적용하는 평가표는 총 120개 항목으로 구성되어 있는데, 공장장·부/과장·현장근로자·협력업체 작업자·정비작업자·안전관리자 등을 대상으로 39개 항목에 대하여 면담을 실시하고, 기타 12개 PSM 요소에 대한 문서관리 72개 항목, 현장확인 9개 항목을 평가한다.

또한 평가의 객관성 및 전문성 확보를 위해 2000년 11월에는 화공직 감독관을 대상으로 PSM 이행수준평가 특별교육을 실시하였고 2003년 3월에는 전국 46개 지방노동관서의 PSM 업무담당감독관 등을 대상으로 같은 내용의 특별교육을 실시하였다.

일반적으로 평가반은 PSM 이행수준평가교육을 이수한 감독관과 한국산업안전공단 PSM 담당 직원, 대학교수 등 PSM에 관한 전문성을 갖춘 전문가들로 구성하여 평가를 실시한다.

다. 차등관리 등급 부여

PSM 이행수준 평가는 크게 3가지로 구분한다. 첫째로 공정안전보고서에 대한 심사 및 확인이 완료된 사업장(신규)과 과거에 이미 심사가 완료되었으나 평가가 누락된 사업장에 대해 실시하는 신규평가, 이미 차등관리 등급을 부여받은 사업장 중에서 S 및 M등급 사업장이 등급조정(승급)을 목적으로 이행수준 평가를 요청한 경우에 실시하는 재평가, 그리고 P 및 S등급 사업장을 대상으로 매 3년마다 실시하는 정기평가이다. 그러나 정기평가 후 1년 이내에 재평가는 금지하고 평가를 고의로 회피하는 사업장은 M등급에 준하여 관리한다. 정기평가, 재평가 등 PSM 이행수준 평가를 실시 후 평가결과에 따라 관리등급을 조정할 때 재평가 요청 사업장의 등급조정 범위는 1등급 이내로 제한한다.

사업장의 PSM 이행수준 평가 결과에 따라 등급을 구분하는 기본원리는 중대산업사고를 예방하기 위해 사업장내에 구축한 공정안전관리시스템(PSM System)이 정상적으로 작동하고 있는지? 시스템이 작동하고 있다면 어떤 수준으로 운영되고 있는가?를 기준으로 P, S 및 M 등급으로 구분하되 이에 대한 의미와 분류기준은 다음과 같다.

〈차등관리 대상 사업장 등급 및 분류기준〉

◇ P등급(청색) : 이행수준평가항목을 90% 이상 이행하는 사업장
◇ S등급(황색) : 이행수준평가항목을 80%~89% 정도 이행하는 사업장
◇ M등급(적색) : 이행수준평가항목을 80% 미만으로 이행하는 사업장

그러나 당해년도 및 직전년도에 PSM대상 시설에서 조사대상 사망재해가 발생한 사업장과 PSM 대상시설에 대해 작업중지, 사용중지, 진단 또는 개선계획수립 명령을 받은 사업장 그리고 기타 중대산업사고 등 사회적 물의를 야기한 사업장으로써 특별관리가 필요하다고 인정되는 사업장에 대해서는 이행수준 평가결과와 관계없이 M등급으로 수시 선정하여 관리한다.

라. 등급별 차등관리

PSM 이행수준이 가장 우수한 업체라 할 수 있는 P등급 사업장에 대해서는 노·사간 협력을 바탕으로 자율 이행토록 하고 정부포상 추천시 P등급 사업장 중에서 선정토록 하는 등 인센티브를 부여한다. 또한 S등급 사업장에 대해서는 년 1회 이상 PSM 이행실태 및 중대산업사고예방 점검을 실시하고, 한국산업안전공단을 통하여 최신 기술자료를 우선적으로 제공하여 P등급 사업장으로 유도한다. 그러나 PSM 이행수준이 미흡하다고 판단되는 M등급 사업장에 대해서는 S등급 및 P등급 수준으로 이행수준을 향상시키기 위해 년 2회 이상 PSM 이행확인 및 기술지도를 실시하는 등 집중적으로 관리한다.

마. 2002년도 차등관리 실적

2003년 5월말 현재 공정안전보고서 심사·확인이

완료된 사업장 중 이행수준평가 후 차등관리등급이 부여되어 관리되고 있는 사업장은 총 561개소로써 이중 P등급 28.0%(157개소), S등급 53.3%(299개소), M등급 18.7%(105개소) 이다.

〈PSM 대상 사업장 등급분류 현황〉

등급별	총계	서울청	부산청	대구청	경인청	광주청	대전청
계	561	23	166	68	127	117	60
P 등급	157	2	37	22	41	40	15
S 등급	299	20	87	26	63	66	37
M 등급	105	1	42	20	23	11	8

이중에는 2002년도에 공정안전보고서 심사 및 확인이 완료된 총 89개 사업장을 대상으로 지방노동관서별로 PSM 이행수준 신규평가를 실시한 결과 P등급은 10개소에 불과하고, 전체의 74.1%가 S등급으로 평가되었으며 13개소는 M등급 판정을 받았다.

〈2002년도 신규평가 결과〉

구 분	계	P등급	S등급	M등급
사업장수	89	10	66	13

또한 2000년~2001년도에 이행수준평가를 받아 등급이 부여된 사업장 중 재평가를 희망한 17개소에 대해 노동부 본부 주관으로 평가를 실시한 결과 5개 사업장이 M등급에서 S등급으로 상향조정되었고, 3개 업체가 S등급을 그대로 유지하였으며 1개업체는 당초 S등급에서 M등급으로 오히려 하향 조정되었다.

〈17개 사업장 차등관리 재평가〉

구 분	계	P등급	S등급	M등급
평가 전(前)	17	0	4	13
평가 후(後)	17	0	9	8

한편, 2002년도에는 월드컵, 아시안게임 등 국제행사가 연이어 개최되는 관계로 대형 화학사고 발생시 국가 이미지에 심각한 타격은 물론 성공적인 행사개최에 차질이 생기지 않도록 하기 위해 PSM 대상 사업장은 물론 PSM 비대상 화학공장을 대상으로 각종 점검을 실시하였다. 이 경우에 PSM 대상 업체들은 차등관리기준에 따라 P등급 업체는 노·사자율점검을 실시하고 S 및 M등급 업체는 실제로 점검을 실시하였다.

〈'02년도 화학물질 취급업체 점검〉

계	PSM 대상					PSM 비대상	비고
	소계	P등급	S등급	M등급	기타		
802	641	147	228	97	169 (월드컵점검 72, 아시안점검 97)	161 (월드컵점검 55, 아시안점검106)	단위: 개소

월드컵 및 아시안게임 대비 화학업체 점검결과 총 3,863건을 행정조치하고 475건을 권고조치 하였다.

〈'02년도 화학업체 점검결과 조치내역〉

계	행정조치				권고사항	기타
	소계	사용중지	시정지시	현지시정		
4,552	3,863	31	3,330	502	475	214

※ P, S등급 자체 시정건수 850건

4. 향후 발전방안

가. 공정안전보고서 이행감독 강화

2000년도에 최초로 사업장의 이행수준을 평가하고 2001년부터 본격적으로 PSM 대상 사업장에 등급을 부여하여 차등관리 해오고 있으나 일부 업체가 최초 부여된 등급을 현재까지 유지하는 등 PSM 이행수준을 향상시키기 위한 노력이 다소 미흡한 실정이다. 따라서 향후에는 P 등급 사업장에 대한 인센티브 부여를 강화하기 위한 방안을 마련하고, 일정기간동안 등급상승을 위한 노력 없이 S 및 M등급을 유지하는 사업장에 대해서는 특별감독을 실시하는 등 사후관리를 강화해야 할 것이다.

나. 화학사고 사각지대 해소

현재 PSM 적용대상을 구분하는 방법은 앞서 언급된 바와 같이 7개업종과 21개 화학물질을 기준수량 이상 사용하는 시설에 대하여 적용하고 있다. 여기에서 21개 화학물질의 기준수량을 설정한 것은 국제노동기구에서 권장하고 있는 최소한의 적용범

위이다. 따라서 현재 규정된 21개 화학물질의 1일 사용량의 기준을 낮춰서 공정안전보고서 작성대상을 확대하고, 특히 독성 및 폭발물질의 종류를 미국 또는 유럽 수준으로 확대하기 위한 방안을 마련해야 할 것이다.

또한 최근의 화학사고 경향을 보면 PSM 대상이 아닌 사업장에서 대형 화학사고가 발생하는 것을 볼 수 있으므로 PSM 비대상 사업장의 근원적 안전성 확보를 위해서는 1997년 기업활동규제완화에 관한 특별조치법에 의해 폐지된 "제조업 유해위험방지계획서 심사제도"를 복원하여 화학공장의 설립, 구조변경시 유해위험 요인의 사전평가를 통하여 안전성이 검증될 수 있도록 해야 할 것이다.

다. 종합위험관리 능력 제고

1997년부터 2001년까지 화학시설의 체계적인 관리, 피해범위 사전예측 및 비상계획의 수립 등을 목적으로 한국산업안전공단에서 종합위험관리시스템(IRMS)을 개발하여 PSM 대상 사업장에 보급하였다. 그러나 IRMS의 신뢰성 제고를 위해서는 지속적인 성능개선이 필요하고 사업장에서 IRMS를 정확하게 사용할 수 있도록 전문가 양성이 필요한 시점이다. 따라서 종합위험관리시스템의 신뢰성 제고를 위해 동 시스템의 데이터베이스를 최신자료로 유지하는 등 성능개선 작업을 지속적으로 실시하고, PSM 대상 사업장별로 IRMS 교육을 이수한 전문가가 최소 2명 이상 확보될 수 있도록 교육을 강화해야 할 것이다.

라. 화학사고 예방 전담체제 구축

1996년부터 600여개 사업장을 대상으로 공정안전관리 제도를 시행해 오고 있으나 전문성을 바탕으로 하는 체계적인 전담조직체계가 미흡한 실정이다. 따라서 사업장의 중대산업사고 예방체제 구축 및 이행여부를 철저히 감독하고, PSM 이행수준 평가 및 불량업체 사후관리, 사업장 내·외부 비상대응 연계체제 구축 등의 역할을 전담 수행토록 하기 위해 화학공장이 밀집된 울산·여천·인천·안산지역 등에 중대산업사고예방센터를 설치하는 방안이 검토되어야 한다.

마. 화학사고조사체계 강화

중대산업사고가 발생할 경우 장치산업이라는 화학산업의 특성상 정확한 직·간접 원인을 발견하는데 상당한 시간이 소요되기 때문에 보다 체계적인 사고원인 조사체계가 마련되어야 할 것이다. 따라서 선진국에서 시행하고 있는 화학사고의 근원적 원인 조사(Root Cause Accident Investigation) 기법을 적용하기 위한 체계를 구축하여 동종 유사재해의 재발을 방지할 수 있도록 해야할 것이다.

5. 맺음말

화학물질을 사용하는 과정에서 발생할 수 있는 화재·폭발·독성물질 누출 등 중대산업사고는 막대한 직·간접적인 피해를 야기할 수 있다. 특히 단 1건의 중대산업사고에 의해서도 상당한 사회적 혼란이 야기될 수 있다는 점에서 화학사고를 예방하는 일은 대단히 중요한 것이다.

그러나 안전확보를 위한 무한정 투자를 요구할 수는 없으므로 쉽지 않은 일이기는 하지만 사회적 합의를 통하여 허용할 수 있는 적절한 범위 내에서 체계적인 위험관리(risk control)가 필요할 것이다.

국내에서 화학공장의 안전확보를 위해 시행하는 여러 가지 제도 중에서 핵심적인 사항이 공정안전관리제도라 할 수 있는데 동 제도에서 가장 중요한 사항은 사업장의 구성원 모두가 공정안전보고서의 내용을 충실히 이행하는 것이라 할 수 있다.

따라서 노·사간의 참여와 협력을 바탕으로 공정안전보고서에 규정된 제반사항이 철저하게 이행함으로써 사업장에는 공정안전문화(Process Safety Culture)가 정착될 것이고 이를 통하여 비극적인 중대산업사고가 예방될 수 있을 것으로 믿어 의심치 않는다.

이러한 측면에서 화재·폭발·독성물질 누출 등 중대산업사고 예방의 중요성을 사회전반으로 확산시키고, 화학물질 취급 사업장의 자발적인 예방활동을 촉진시키기 위한 활동들이 지속되어야 할 것이다.

주요 국가의 화학사고 예방체제 비교분석

서울대학교 사회학과 교수 | 임 현 진, 이 재 열

1. 서 론

화학사고는 치명적 재난을 가져올 잠재력을 가지고 있다는 점에서 위험사회의 중요한 구성축으로 작동하고 있다(강순중, 1991; 권정인, 1993; 김광일, 1992; 김두환, 1999). 현대사회의 재난은 그 성격이 전통시대와 많은 측면에서 다르다. 전 세계적으로 이어진 재난들, 특히 드리마일 아일랜드의 원자로 누출(1979), 보팔 참사(1984), 우주왕복선 챌린저 폭발(1986), 체르노빌 원자로 누출 (1986), 엑손발데즈 유조선 침몰(1989), 동경지하철의 사린가스살포(1995), 오클라호마 연방청사 폭탄테러(1995), 세계무역센터와 펜타곤에 대한 테러공격(2001), 디스카버리호 폭발(2002) 등은 현대문명 속에 대형재난의 잠재력이 내재해 있음을 인식하게 하는 계기가 되었다 (Perrow, 1999).

일반적으로 안전관리는 자연적이거나 인위적인 요인에 의해 발생하는 안전사고를 사전에 제거하거나 피해를 경감시키기 위한 제반 조치와 활동이라고 정의할 수 있으며, 구체적으로는 안전사고에 대한 대비계획(Planning), 긴급대응(Response), 피해경감(Mitigation), 그리고 복구 및 개선(Recovery)에 관한 정책의 개발과 집행과정을 의미한다. 따라서 안전관리는 사전관리(Pre-disaster management)와 사후관리(Post-disaster management)를 모두 포함하여 구조·구난·복구 등에 중점을 두는 재난관리를 포함한 광의의 개념으로 이해할 수 있다 (서문기, 2003).

이 글에서는 미국과 영국, 그리고 일본의 화학사고 예방체제가 각각 어떻게 구성되어 있는지를 살펴보는 것이 일차적인 목적이다. 또한 각 국의 시스템을 비교함으로 해서, 우리나라의 화학사고 예방체제가 어떻게 개선될 수 있을 것인가에 대한 합의를 끌어낼 수 있다면 이 글이 가지는 최종적인 목적을 달성하는 셈이다.

2. 미국의 화학사고 예방체제

1984년 12월 3일, 인도 보팔(Bhopal)에 있는 유니온 카바이드사의 살충제공장에서 40톤에 해당하는 Methyl isocyanate 가스가 대기중으로 유출되었다. 이 치명적인 사고는 약 2,000명의 사망자와 10만 명의 부상자를 낳았고, 가축과 곡식 등에도 큰 피해를 주었다(최희운, 1986). 이것이 장기적으로 주는 효과는 평가하기 힘들 정도다. 국제의료진의 추계에 의하면 1994년 당시에 약 50,000명 가량이 완전 혹은 부분적 장애에 시달리고 있었다. 사고를 낸 공장의 모기업인 미국의 유니온 카바이드사의 역할에 대한 논란이 지루한 법정싸움으로 이어졌다. 1985년 8월에는 웨스트버지니아 인스티튜트시에 위치한 유니온 카바이드 소속 공장에서 Methylene chloride와 Aldicarb oxide 가스가 대기 중으로 유출되어 주위 동네에 살던 100여 명의 주민이 입원하는 사태가 벌어지기도 하였다.

가. 기구와 조직

이 두 사건을 계기로 미국에서는 화학공업협회(Chemical Manufacturers Association)의 주도로 Responsible Care라는 산업표준이 만들어지고, 화학안전 및 위험 조사위원회(The US Chemical Safety and Hazard Investigation Board)가 조직되어 다양한 환경법규와 규칙들을 제정하고 시행하는 계기가 되었다.

1986년에 미 의회는 비상계획 및 주민정보청구법(Emergency Planning and Community Right to Know Act)을 통과시켰고, 환경보호청(Environmental Protection Agency, EPA)은 전국적 혹은 지역적 수준에서의 비상계획과 각 지역의 위험물질에 대한 정보관리 등을 체계적으로 시도하는 계기가 되었다.

1990년 미국 상원이 환경보호청(EPA)으로 하여금 1980년대 초반에 일어났던 미국내 화학사고들과 보팔 사고를 비교하게 한 결과, 놀랍게도 조사대상이었던 총 29개의 사고 중에서 17개의 사고에서 유출된 독극물들은 기상조건이나 공장의 위치에 따라서는 보팔 참사에서 보다 더 큰 재난을 가져올 수도 있는 사고였다는 것이 밝혀졌다.

사고에 대한 분석과 기존 연방 및 주별 대응프로그램에 대한 검토를 거쳐 미국 상원은 기존의 연방 프로그램이 화학사고의 예방에 적합하지 않다는 결론을 내렸다. 그 후 개정된 법률에서 환경보호청(EPA)과 직업안전건강청(OSHA)은 화학사고 예방 프로그램을 개발하는 기관으로 지정되었다. 의회는 EPA로 하여금 공중을 보호하기 위한 위험관리프로그램규칙(Risk Management Program Rule)을 제정하게 하고, OSHA로 하여금 노동자들을 보호하기 위한 공정안전관리기준(Process Safety Management Standard)을 제정하도록 하였다. 이 두 가지 프로그램은 사고방지를 위한 필수 프로그램이 되었으며, 다른 것들은 보완적인 역할을 하게 되었다.

개정안은 또한 화학안전 및 위험조사위원회(U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board)를 독립기구로 발족시켰으며, 운송안전위원회(National Transportation Safety Board)를 모델로 하여 국내에서 일어난 화학사고의 원인에 대한 조사를 전담하도록 하였다. 또한 상원에서는 이 위원회가 다른 나라의 사고조사에 도움을 줄 수 있도록 권고했는데, 이를 통해서 도움을 주고받을 수 있을 뿐 아니라 서로 경험을 학습할 수 있다고 믿었기 때문이다.

이처럼 화학사고의 예방체제에 대해 가장 체계적인 노력을 기울인 것은 미국이다. 보팔 참사 이후에 미국은 여러가지 측면에서 화학사고를 예방하기 위한 제도들을 정비하고 새로 만들기도 하였는데, 그 기본적인 제도적 골격은 대통령과 의회가 긴밀한 협조 하에 전체 조율과 명령을 책임지되, 구체적인 화학사고 예방정책의 집행은 노동부(Dept of Labor), 환경보호청(Environmental Protection Agency), 교통부(Dept of Transportation)등이 분담하는 구조를 띠고 있다. 특히 노동부 산하의 직업안전건강청(Occupational Safety & Health Administration, OSHA)은 작업장에서 피용자들을 산업재해나 질병에서 보호하는 역할을 한다. 환경보호청(EPA)은 화학사고로부터 사람, 동식물, 환경을 보호하는 역할을, 그리고 노동부(DOL)는 도로, 철도, 항공, 해운, 파이프라인 등을 통한 화학물질 운송에서의 안전을 책임진다.

OSHA[1]는 1) 고위험의 공정을 파악하고, 이를 효과적으로 통제할 수 있는 방안을 찾으며 2) 노동자들로 하여금 화학물질을 처리하는데 수반되는 위험의 요소들을 인지하고 대처하는 방안을 숙지하도록 하고, 3) 가연성 물질이나 가스에서 발생할 수 있는 화재를 방지하도록 훈련하고 대비책을 숙지시키는 기능을 담당한다.

OSHA는 연방조직에 대응하는 주 단위 조직체계도 갖추고 있지만, 주 단위에서의 역할은 제한적이다. OSHA는 산업표준을 근거로 활동하는데, 그 근본이 되는 것은 전국 화재예방협회 표준(National Fire Protection Association Standards)과 전미 표준연구소(American National Standards Institute)의 표준 등이다. OSHA는 기업이 건강하고 안전한 사업장 환경을 제공하도록 감독하며, 특히 화학물질의 노출허용치(Permissible Exposure Limit, PEL)를 정하여 화학물질로부터 노동자들이 피해를 입지 않도록 감독한다. 또한 OSHA에서 지도하는 교육프로그램은 화학사고 예방시스템에서 중요한 구성요소이다. 철저하고 빈번한, 그리고 구체적인 과업에 집중된 훈련이 이루어지며, 경영진은 훈련에 필요한 시간과 자금을 제공하고, 훈련은 사례를 중심으로 이루어진다.

CEPPO[2](Chemical Emergency Preparedness and Prevention Office)는 유해화학물질로 인한 사고를 방지하고, 자연환경에 미치는 피해를 복구하며, 지역사회

1) http://www.osha.gov/

2) http://yosemite.epa.gov/oswer/ceppoweb.nsf/content/index.html

에 산재한 유해화학물질의 위험성정보를 제공하고, 화학사고에서 얻은 정보를 공유하려는 목적으로 환경부 산하기관으로 1985년에 발족하였다. CEPPO는 명령과 통제가 아닌 대등한 파트너로서 각 지역이 스스로 지역의 위험문제에 대처하는 파트너쉽을 가질 수 있도록 강조한다. 또한 국가사고 대응팀과 연계하여 각 주와 지역이 사고에 대비, 대응할 수 있게 도와준다.

나. 법률체계

한편, 미국의 화학사고 예방과 관련한 법률과 규칙은 가장 상위의 법(Laws), 다양한 규칙(Regulations), 산업내 규범(Industry codes), 그리고 실제 실천규범(Business practice) 등으로 나누어진다.

환경보호를 위한 주요 법안으로는 대기정화법(Clean Air Act)과 수질법(Clean Water Act), 그리고 독성물질을 통제할 목적으로 제정한 자원보존 및 복원법(Resource Conservation & Recovery Act, RCRA), 독성물질통제법(Toxic Substances Control Act, TSCA), 연방농약법(Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act, FIFRA) 등이 있다. 그리고 각 주는 연방법에 보태서 자신들의 고유한 환경보호 프로그램들을 갖추고 있다.

대기정화법은 공장, 야적장, 터미널 등의 고정된 장소나, 승용차, 트럭, 버스 등의 운송수단에서 발생하는 이산화탄소, 오존, PM10, 그리고 그 외 위해한 대기 오염물의 리스트를 규제하는 목적으로 만들어진다.

수질법은 식수와 표토층의 수질을 통제하는 목적으로, 주요 오염물의 리스트와 이들의 최소 함유량을 정해 놓고, 식수의 수질기준을 정해 놓았다.

자원보존 및 복원법(RCRA)은 산업폐기물을 저장, 운송, 폐기하는데 관한 여러 문제들을 다룬다. 특히 폐기처리비용을 적정수준 이상으로 하여, 공장내에서 폐기물을 줄이도록 유도하는 역할을 한다. 만일 폐기물을 잘 다루지 못할 경우에는 벌금, 징역, 혹은 사회봉사 등의 제재를 가한다.

독성물질통제법(TSCA)은 미국내 공장에서 사용되는 화학물질을 통제하는 역할을 하는데, 특히 석면이나 PCB와 같은 구체적인 화학물질들을 통제하려는 목적으로 제정되었다. 연방농약법(FIFRA)은 각종 농약의 생산과 분배과정을 통제한다.

다. 재난관리(Emergency management)체제

미국의 재난관리정책이 체계적인 모습을 띠기 시작한 것은 1950년에 연방재난법(The Federal Disaster Act)이 만들어지면서부터이다(구도완, 2003). 특히 1979년에 연방비상관리청(Federal Emergency Management Agency, FEMA)이 설립되면서 새로운 전기를 맞게 되었다. 이 기구는 연방정부의 여러 부처에 흩어져 있던 재난관리 기능을 하나로 모아서 통합적인 비상관리업무를 맡았다. 특히 산업활동이 확대되면서 인간활동에 따른 새로운 화학사고나 원자력사고의 가능성이 높아지게 되면서 정부의 재난관리정책은 더욱 포괄적이고 예방적인 대처를 필요로 하게 되었다.

미국의 비상대응체제의 특징은 지방 및 주 정부에서 감당할 수 없는 유해물질사고 및 유류누출 등 대형사고에 대비하여 연방정부 차원에서 비상대응계획을 수립하고 있다는 점이다. 상설기구로 국가 사고대응센터(National Response Center)[3]와 지역 사고대응센터 (Regional Response Center)를 운영하여 부처간 업무조정과 비상대응정보제공, 24시간 정보안내반 운영 등의 업무를 수행한다. NRC는 화학, 생물, 방사능, 병원균, 유류누출 사고에 대응하는 센터로 업무를 수행한다. 이들은 교통부, 백악관 등에 유해물질 수송사고를 보고하고, 교통부와 해안경비대에 필요한 자료를 제공한다.

한편, 미국에서는 비상시 연방차원의 국가사고대응팀(NRT)과 지역수준의 지역사고대응팀(RRT)을 설치하여 운영한다. NRT는 연방정부의 15개 관련부처 대표들로 구성되며, 관련정책 수립과 정책지침 마련, 지역대응팀 지원, 중대사고에 대한 연방차원 대응역할 조정 등을 수행한다. 전체적 통제권은 환경청이며,

3) http://www.nrc.uscg.mil/nrchp.html

해안경비대가 부차적인 지휘권을 갖는다.

재난관리란 화학사고에 기인한 화재, 독성물질유출, 상해 등의 사고가 발생했을 때의 긴급대비방법을 의미하는데, 보다 적극적으로는 이러한 사고의 예방까지도 포함한다. 미국의 OSHA에서는 재난관리를 작업공정의 기본적인 한 부분으로 만들고, 훈련시키도록 권장하고 있다. 그리고 재난관리는 소개(Evacuation), 소방, 독극물 유출에 대한 대응, 의료적 대응 등으로 구성된다.

일단 발생한 화학사고는 모두 철저한 조사의 대상이 되며, 향후 재발방지를 위한 자료로 축적된다. 중대사고에 대해서는 공식조사단이 구성되며, 다양한 수준에서의 조사가 이루어진다.

미국의 화학사고 예방체계에서 강조하는 것은 무엇보다도 안전은 "조직의 문화"이며, 구성원의 일상생활의 한 부분이라는 점이다. 그러므로 안전은 특정한 제도나 기구의 신설에 의해서가 아니라 관련된 모든 사람들의 책임이라는 점을 강조한다.

3. 영국의 화학사고 예방체제

영국은 최초로 산업화를 시작한 나라인 만큼 다른 나라들보다도 일찍 산업화가 야기하는 여러 가지 위험들에 대한 대응책을 발전시켰다. 이미 19세기 초부터 '도제의 건강도덕법'(1802), '공장법'(1833), '알칼리법'(1874)등을 제정해 작업장내 안전과 오염에 대한 대비책을 마련해 왔다. 특히, 영국에서는 위험관리에 관한 한 국가개입과 규제를 최소화하는 전통을 만들어 왔다. 이는 영국의 자유주의철학과 자유방임이데올로기의 영향을 받아 발전시켜 온 정치문화전통, 즉 시민사회나 산업영역에서 국가의 간섭과 규제를 최소화하는 자원주의(Voluntarism)와 불문율의 전통과도 밀접히 연관되어 있다. 특히, 국가는 기업과의 관계를 법으로 일일이 규제하기보다는 기업의 자발적 순응을 강조해왔고, 정부와 업계대표 사이에 사례별로 긴밀한 협조를 거쳐 결정하도록 해왔다.

그럼에도, 영국은 그 이후 사회발전과 더불어 복잡다기한 위험요인들이 출현하자 이에 대응하여 위험을 줄이고 안전을 증진하기 위해 여러 법규들을 도입하였고, 그에 기초하여 다양한 국가 기구들이 위험관리에 관한 책임을 분담하게 되었다. 그러나 오늘날 영국의 위험관리에 참여하는 행위자들은 국가 기구만은 아니다. 보다 최근에는 영국의 EC(EU) 가입과 더불어 EU의 규제가 위험관리의 제도화에 중요한 역할을 하고 있고, 보험회사와 같은 사기업 외에 비정부 조직들의 발언권이 강화되고 있다.

가. 기구와 조직[4)]

영국에서는 위험을 창출하는 행위자와 위험에 의해 피해를 당하는 행위자들 이외에 여러 다른 행위자들이 위험관리의 규제에 참여한다. 위험관리 체제의 구조는 위험관리의 책임이 상이한 행위자들 사이에 어떻게 할당되고 있는가? 하는 문제로 귀결된다. 특히 위험 규제의 기획, 정책 결정, 집행, 평가 등의 책임들이 중앙 집중적으로 조정 통제되고 있는지 상이한 규제 기구들로 분권화되어 있는지의 여부가 다른 나라들과 많은 차이를 보이고 있다.

〈표 1〉 영국의 국가기구별/부처별 화학사고 예방 역할 분담

	작업 관련	주무 부처	법
작 업	핵	HSE (NII)	NIA/HSWA
관 련	폭발물 및 유독 물질	HSE	HSWA
교 통	위험물질운반		
	- 도로	DoT/HSE	
	- 파이프라인	HSE	Misc./HSWA
환 경	식수	DoE (EA)	WIA
	강과 바다	DoE (EA)	WIA
	대기	DoE (EA)	EPA
	고체폐기물	DoE (EA)	EPA/COPA
	독성 물질	DoE/HSE	HSWA

출처 : Interdepartmental Group and External Advisers (1996)
주 : 1997년 정부조직 개편으로 DoE, DoT는 DETR (Dept of the Environment, Transport and the Regions)로 통합되었다.

〈표 1〉은 1996년 현재 화학사고의 예방을 맡은 영국의 여러 국가 기구들 사이의 책임 분장을 요약한

4) 이 부분은 심상완(2003)의 내용을 중심으로 정리하였다.

것이다. 이 같은 부처별 역할 분담은 역사적 진화의 산물이며, 수시로 재조직되어 왔다. 각 부처는 부처별 전통, 법적 책임 부여도, 그리고 주관심 위험 현상들의 상이성으로 인해 다양한 규제 관행을 발전시켜 왔다.

이중에서도 예외적으로 광범위한 책임과 경험을 가지고 있는 조직이 건강안전원(Heath and Safety Commission/Executive, HSC/E)과 환경원(Environment Agency)이고, 민간부문에서 화학사고의 예방을 다루는 조직이 국가화학물질 비상대응센터이다. 각각에 대해 간단히 살펴보기로 하자.

1) 건강안전원[5)]

HSC(Health and Safety Commission)와 HSE(Health and Safety Executive)는 1974년 제정된 작업장에서의 건강과 안전에 관한 법(HSWA 1974)에 기초를 두고 산업 건강안전 문제를 규제하는 독립된 기구로 조직되었다. HSC/E의 담당 분야와 역할은 새로운 기술적 위험들에 대한 인식이 증대되고 대형 재난 사고들이 속출하면서 보다 확대하여 왔다.

HSC는 정책 결정 기구인 데 반하여, HSE는 집행기구로 영국은 산업건강과 안전에 관한 정책 결정과 집행을 조직적으로 분리하고 있다. HSC는 정부의 어느 한 부처 산하에 있지 않고, 환경부(DoE) 등 관련된 여러 정부 부처의 국무장관들에게 보고할 책임이 있다. 특기할만한 점은, HSC가 노사정 삼자 기구의 요소를 갖고 있다는 점이다. HSC 위원들은 국무장관들에 의해 임명되는 위원장 외 9명의 위원들로 구성되는데 노·사·정(지방정부) 각각을 대표하는 조직들과의 협의를 거쳐 임명되고 함부로 해임되지 않는다. HSE는 HSC의 정책을 집행하는 임무를 위임받고 있으나, HSC로부터 독립성을 유지하고 독자적인 법적 기능을 수행한다. HSE의 직원들은 공무원 신분을 가진다.

HSE는 공장, 농장 및 시장 이외에도 해상 석유 생산 설비, 광산 등을 포함하는 50만개 이상의 사업장에서 건강과 안전에 관한 법규의 준수를 감독한다. 이밖에도 이들의 감독 대상은 임시 설비나 건설분야의 가건축물, 가정용 가스설비의 설치, 유해물질의 운반, 그리고, 핵 안전과 철도 등 공중 안전 문제들을 포함한다. 이처럼 비교적 고위험 사업장은 HSE의 직접 감독 대상이 된다면, 사무실, 호텔, 창고 및 소매 사업장 등 1백만개 이상의 상대적 저 위험 사업장에 대한 감독은 지방정부에 위임되고 있다.

영국의 안전관리 체제는 위험을 창출하는 사람들에게 그러한 위험이 효과적으로 통제되도록 하는 의무를 부여하고 있다. HSC/E 및 지방정부의 임무는 이들이 법령을 준수하도록 정보 제공, 권장, 조언, 안내하거나 강제 조치를 하는 것이다. HSE 감독관들은 만일 한 작업장이 위험하다고 발견할 경우 조치를 취할 수 있는 법적 권한을 갖고 있다. 이들은 사용자들에게 일정한 기한 내에 문제를 해결토록 하거나, 만일 감독관이 보기에 작업자들이나 공중에 대해 급박한 위험을 야기할 우려가 있는 경우 작업을 중단토록 계고할 수도 있고, 위험한 것으로 판단되는 물질들을 압수하거나 무해하게 할 수도 있으며 처벌을 고발할 수 있다.

1997년 4월 현재, HSE는 총 4,077명의 직원을 두고 있다. 1997년 3월 1일 현재, Field Operations 감독관 840명, 채석장 감독관 13명, 철도 감독관 44명, 전문감독관 218명 및 광산 감독관 27명 등 모두 1,142 명의 감독관이 있다.

2) 환경원[6)]

Environment Agency(환경원)는 1996년 기존의 오염감독청(Her Majesty's Inspectorate of Pollution, HMIP), the National Rivers Authority(NRA), 지방정부의 폐기물 규제부서, 그리고 오염된 토지와 폐기물관리의 기술적 측면을 관장하던 중앙정부 환경부의 부서들을 통합하여 설립된 기구이다. EA 역시 HSC/E와 마찬가지로 특정 행정 부처에 소속되지 않고 1995년 제정된 환경법에 근거하여 법적 책임과 권한이 부여된 독립된 공공기관이다. EA의 설립 목적은 지속적 발전의 성취에 기여하는 것이고 이를 위해서는 환경을

5) www.hse.gov.uk

6) http://www.environment-agency.gov.uk/

전체로서 보호하고 향상해야 한다는 것이다.

3) 국가화학물질 비상대응센터[7]

영국의 국가화학물질비상대응센터(The National Chemical Emergency Centre, NCEC)는 환경식품 농업부(Department for Environment, Food & Rural Affairs, DEFRA)와 화학산업협회의 지원으로 운영되는 민간기관이며, 전 세계적으로 명성을 날리는 위해물질 정보 전문기관이다. NCEC는 예전에는 영국 원자력 에너지청(UK Atomic Energy Authority)의 한 부서였으나, 1996년에 민영화가 되면서 AEA Technology라는 회사의 산하기관으로 편입되었다. NCEC는 경찰이나 소방서와 같은 비상대응기관이나 폭탄제거를 위해서는 국방부에 과학적인 안전관련 자문을 해주는 중추기관이면서, 동시에 육해공의 운송기관에 대해 화학물질비상대책에 관해 자문해주는 역할을 하고 있다. 따라서 실질적으로 모든 형태의 화학물질사고에 대해 대응하는 유일한 기관의 역할을 하고 있다. NCEC는 화학물질을 생산, 운반, 소비하는 모든 주체들에게 화학물질의 안전한 취급방법에 관한 정보를 제공해주며, 화학물질을 제조하는 회사에서의 안전취급 및 운반법, 그리고 해상 또는 육상에서 사고 발생시에 비상조치방안을 제공해준다.

NCEC는 화학물질로 인해 발생하는 사고의 대응법과 취급규정을 데이터베이스로 만들어 유료로 제공한다. 그 대표적인 제품인 CHEMDATA는 지난 20년간 축적된 컴퓨터 데이터베이스로서 전 세계의 비상대응기관들이 우선적으로 사용해 왔다. 특히 영국에서는 화학물질을 다루는 기업이나 기관들이 CHEMDATA를 만드는 것을 법제화함으로써 그 필요성을 높여주고 있다.

또한 Carechem 24라는 서비스를 제공하고 있는데, 그것은 기업이나 활동주체들이 중요한 위험을 감지하거나 문제가 진행될 때 비상대응에 도움을 줄 파트너로서 24시간 운영된다.

영국의 위험관리체제는 단일한 통합된 기구에 의해서 관장되는 것이 아니라 다양한 유형의 제도와 조직들이 참여하고 있다. 영국의 위험관리에 관여하는 제도적 행위자들은 활동수준 면에서 지역수준, 전국수준, 초국수준 등으로 구분될 수 있고, 조직유형 면에서 중앙 행정 입법 부서들 외에도, 독립된 공공기구, 독립된 민간기구 등 다양한 유형으로 존재한다. 이와 같이 두 가지 차원에서 위험관리의 제도적 행위자들을 구분하면 〈표 2〉에서와 같이 9가지 유형의 제도적 행위자들을 식별할 수 있다. 각 유형 내에 기능별 분화에 따른 전문화된 기구와 조직들이 존재한다.

여기서 주목할 만한 사실은 중앙 정부의 부처에 속한 기구들이 아니라 독립된 공공기관들(Non-departmental public bodies)이 영국의 위험관리체제에서 중요한 역할을 담당하고 있다는 점이다. 그 대표적인 예가 앞에서 살펴 본 HSC/HSE와 EA이다.

〈표 2〉 위험관리의 제도적 행위자들

수준	핵심 집정 조직	독립된 공적 조직	사적 혹은 독립 조직
국가초월 Supernational	예: EC Commission	예: EC 법원	예: Green Peace
전국적 National	예: 의회 및 중앙정부부처	예: 법원/법정 규제조직(HSE, EA 등)	예: 보험회사협회/운동단체
지역적 Subnational	예: 주/지방정부	예: 지역/지방수준 법정 조직	예: 기업/운동단체

출처: Hood et al. (1992: 141)

나. 법률체계 : 참여형 정책형성과 자율규제의 전통

영국 위험관리체제의 정책 형성 구조는 다른 여러 나라들과 구별되는 특징을 보인다. 영국의 위험관리체제에서 전문가들이 중요한 역할을 하는 것은 다른 나라의 경우들과 비슷하나, 위험관리에 관한 정책결정 과정에 필수 불가결한 전문적 자문을 제공하는 여러 전문가/자문위원회들이 미국의 경우 특정 정치적 이해관계를 갖지 않는 기술적 전문가들로 구성되는 것과는 달리 영국에서는 연구자, 과학자들만이 아닌 이익집단의 대표들도 참여한다는 특징이 있다. 앞에서 보건·안전에 관한 법정 정책결정기관인 HSC가 노·사·정 삼자로 구성되고 있음을 지적하였지만 방사능 폐기물관리 자문위원회, 유전자 조작 유기체의 환경 방출에 관한 자문위원회, 독성 물질에 관한 자문위원회 등 다양한 주제별 산업별 자문위원회에 전문가 이외에 사용자, 노동자, 기타 압력 단체의 대표들이 참여하고 있다. 이러한 기구에서 비과학자

7) http://www.the-ncec.com/

위원들은 과학자들의 무의식적 편견의 가능성을 견제하고 위원회의 결정에 기술적 지식뿐만 아니라 다양한 가치들을 반영시키도록 하는 역할을 한다. 이같이 정책결정을 위해 과학적 견해의 차이뿐만 아니라 가치관의 차이들을 협상하는 가능성을 열어 놓는 것은 사실과 가치의 문제가 명쾌하게 분리되지 않는 쟁점 영역, 예컨대 발암물질의 위험과 같은 고도의 불확실성으로 특징지어지는 기술적 위험 분야에서 특별히 호소력을 갖는다(Jasanoff 1986:58).

오늘날 영국의 위험관리체제를 틀 지우는 기본적 뼈대는 1974년 제정된 작업장 보건안전법(HSWA 1974)에 의해 법적으로 확보되었다. 이 법은 1972년 작업장에서의 보건과 안전에 관한 로벤스 위원회의 보고서가 제시한 분석과 정책 권고에 기초를 두었다. 당시 로벤스 위원회는 기존의 보건과 안전 체제에 대한 종합적인 조사 검토에 기초하여 '보건과 안전을 증진하는 일차적인 책임은 위험을 창출하고 위험과 더불어 일하는 사람들에게 있다.'라는 결론을 내렸다. 이에 따라 이 위원회는 보건과 안전을 관리하는 보다 효과적인 체제를 구축하기 위한 일련의 정책 제안을 제시하였는데 그 핵심은 '자율 규제'였다(Nichols 1997: 124).

이것은 사용자와 종업원이 보건과 안전을 증진하기 위해 상호 협력해야 한다는 점과 또한 안전관리의 노력이 국가에 의해 '소극적 규제'의 대상으로 되기보다는 적극적으로 지원되고 안내되어야 한다는 것을 뜻하였다. 이러한 '로벤스 철학'은 1974년 제정된 HSWA로 구현되었으며 지금까지 영국 정부의 보건과 안전에 대한 정책의 중요한 기초가 되고 있다. 이러한 영국 모델은 호주 등 여러 나라의 산업안전 보건법에 영향을 미쳤다.

위험상품운송규제법(The Transport of Dangerous Goods (Safety Adviser) Regulations)은 1999년에 처음 영국에 도입되었다. 이 법은 위험물질을 도로, 철도, 내륙수로 등을 통해 운반할 때 지켜야 할 구체적인 절차를 적시하고 있으며, 위험상품안전책임자(Dangerous Goods Safety Adviser, DGSA)를 지정하도록 되어 있다.

국가화학물질비상대응센터(NCEC)에서는 이러한 위험상품안전책임자들의 업무를 도와주는 상품과 서비스를 제공한다. 또한 수시로 갱신되는 정보들을 통해 새롭게 등장한 위험물질에 대한 정보를 쉽게 습득할 수 있게 도와주고 있다.

문제는 점차 증가하는 테러위협에 민영화한 구조 속에 놓인 NCEC의 구조가 궁극적으로는 적합하지 않은 조직구조가 될 것이라 예상되는데 있다. 그래서 최근에는 NCEC의 소유권을 다시 국유화해야 한다는 주장이 폭넓게 제기되고 있다. 특히 영국의 NCEC는 소수의 당직자시스템으로 운영되고 있어서 동시 다발로 사고가 발생하는 경우에 대응능력이 떨어지게 된다는 평가를 받고 있다.

다. 재난관리체제

안전관련 예방업무를 보건안전청(HSE)에서 통합적으로 관장하고 있다면, 재난관리 업무는 내무부(Home Office)에서 주관하여, 분야에 따라 관련부처 혹은 군대의 협조를 받는 체제로 운영되고 있다. 해상오염사고의 경우에는 환경교통 및 지역개발부(Dept of Environment, Transport and the Regions)에서 관장한다.

4. 일본의 화학사고 예방체제

일본에서 화학사고의 예방체제는 주로 다양한 행정기관과 부속 연구기관들을 중심으로 구성되어 있다.

가. 기구와 조직

정부부처에서는 통상산업성 제조산업국 화학물질관리과에서 주요 정책의 입안을 관장하되, 실제 정책집행에서 가장 대표적인 기구는 제품평가기술기반기구 내 화학물질관리센터(Chemical Management Center, CMC)[8] 이다. CMC는 지금까지 국가가 제공해 왔던 연구, 검사 등의 행정서비스를 국가에서 분리하여 독립적인 조직에서 운영함으로써 유연한 운영을 가능하게 하고, 또한 양질의 서비스를 제공하려는 목적으

8) www.nite.go.jp

로 조직되었다. CMC는 화학물질의 총체적인 안전관리 기반이 되는 '화학물질 위해도 데이터베이스'를 다른 기관들의 협력을 얻어 정리, 체계화하고, 이를 인터넷을 통해 제공하고 있다. 또한 신규화학물질의 심사와 제조의 규제법에 따른 심사업무, 기술지원 등을 수행한다. 아울러 화학물질의 환경에의 배출량을 파악하고 화학물질 안전 데이터시트를 제공하는 역할까지 맡고 있다.

산업기술총합연구소 산하 화학물질 리스크관리 연구센터(Research Center for Chemical Risk Management)[9] 는 2001년에 발족하였으며, 안전한 환경과 조화로운 화학물질 사용에 필요한 위험평가와 위험관리기법을 개발하고, 연구의 결과를 토대로 정부기관, 산업체, 일반 대중이 합리적이고 과학적인 결정을 하도록 지원하는 역할을 한다. 구체적으로는 화학물질의 노출평가기법을 개발하고 (환경잔류농도평가, 인체내 화학물질 축적 모델 개발), 화학물질의 위험성을 연구하며, 독성평가와 위험도 평가기법을 관리하고 여러 가지 위험도 평가기법을 개발하여 비용대비 효과적인 분석을 위한 사회경제적 평가기법을 개발한다.

일본화학물질안전정보센터(JETOC: Japan Chemical Industry Ecology-Toxicology & Information Center)[10] 는 화학공업 관련기업들이 합동으로 안전성과 관련한 정보수집과 해석, 제공을 위해 1978년 설립한 조직이다. 업계에서 자율적으로 작업장내 노동자들의 안전을 확보하고, 관련산업의 발전을 도모하려는 목적을 가졌다. 따라서 그 활동들도 화학물질의 안전성과 관련되는 내외정보를 수집하고 정리하여 제공하며, 화학물질의 안전성에 관한 강연, 강습, 견학회 등을 개최하고, 다양한 조사연구를 수탁하며, 해외 유관기관과의 교류 등을 하고 있다.

나. 법률체계

1973년에 화학물질의 심사 및 제조의 규제에 관한 법률(化審法)이 최초로 제정되었다. 이 법률은 PCB 등에 의한 환경오염과 재난을 다루기 위한 것이며, 위험한 화학물질의 생산과 수입과정에서 검사를 의무화하고, 필요에 따라서는 생산과 유통을 규제할 수 있도록 하는 법률적 기초가 되었다 (심일섭, 2002).

아울러 1999년에는 화학물질배출파악관리촉진법(化管法)이 통과되었다. 이 법에 의해 화학물질이 환경에 유출되는 양을 파악하고, 화학물질 안전 데이터시트를 제공하는 것이 의무화되었다. 화관법은 일본 내에서 체계적인 화학물질관리의 법률적 토대가 마련되었음을 의미한다. 이 두 가지 법률은 화학물질관리센터(CMC)에 의해 집행된다. CMC는 화학물질에 관한 정보를 수집하고 그 위험성을 알리며 위험관리에 관한 정확한 정보를 확산시키는 것을 그 목적으로 삼고 있다. 화학물질통제와 관련하여 CMC는 환경에 영향을 미치게 될 모든 화학물질 오염사고를 다루며, 화학물질의 특성과 그것의 대응방법에 대한 기술적 정보를 수집하여 필요한 당사자들에게 제공하는 역할을 한다. 이것을 MSDS (Material Safety Data Sheet) 시스템이라 하며 2001년 1월부터 시행되고 있다. MSDS 시스템은 화관법(化管法)의 규정에 따라 모든 화학물질과 그것을 포함하는 제품은 그 기업간에 거래가 될 때 그에 걸맞는 관리방법을 함께 제시하도록 명시하고 있다.

그 외에도 독성물질 통제법 (Poisonous and Deleterious Substances Control Law)과 유해 물질을 포함한 가내생산품 통제에 관한 법률 (Law for the Control of Household Products containing Harmful Substances)등이 화학사고 예방을 위해 기능하고 있다.

다. 재난관리체제

일본제도의 특징은 화학사고가 일어날 경우에 사고의 원인물질을 제조한 산업체에 전적으로 그 책임을 묻는다는 점이다. 또한 화학사고에 대한 대비책이 일원화되어 있지 않고 중앙부처의 여러 부서들에 광범하게 분산되어 있다는 특징을 갖는다 (이지태, 2002).

처음 사고가 발생했을 때 사고의 보고는 지방자치

9) unit.aist.go.jp/crm

10) www.jetoc.or.kr

단체가 전담하며, 대응은 전적으로 해당 책임자가 현장에 파견되며, "재해대책 기본법"에 따라 소방서와 경찰서가 일차적으로 현장에 출동하여 교통통제와 화재 진압 등을 담당하고, 다양한 정부부처들이 사고 대응시 역할을 분담한다.

조금 구체적으로 본다면 환경청(환경안전과)은 사고 후 수질과 대기오염상태, 인체오염 등을 측정하는 역할을, 후생성(안전대책과)은 사고시에 정부 타부서에 화학물질 관련정보와 관리사항, 그리고 사고원인 물질이 규명되었을 때의 사용제한 등을 수행한다. 노동성(화학물질 조사과)은 노동자에 대한 건강영향관리를 담당하고, 조사권을 발동하여 사고원인을 규명하며 노동자의 건강장애를 조사한다. 자치성(국토청 방재조정과)은 재해예방 차원에서 각종 화학물질, 재해원인에 대한 정보수집, 대책수립 등의 역할을 한다. 그리고 소방청과 경찰청은 사고현장의 초기대응과 주변통제를 담당한다.

5. 비교와 종합

미국, 영국, 일본의 화학사고 예방시스템을 살펴보면, 몇 가지 중요한 특징이 눈에 띈다. 첫째는 기술주의적 패러다임 못지 않게 위험물질을 다루는 기업과 일반인들의 생활세계에서의 실천규범 즉, 안전문화에 대한 강조가 매우 높다는 점이다. 기술적 측면에서는 유해·화학물질의 특성과 사고시의 대처방법 등을 자세하고 데이터베이스화하여 해당기관이나 개인들이 쉽게 정보를 얻을 수 있도록 시도한다는 점이 모두 공통적이었으며, 위험요소를 사전에 파악하고 이에 대비하는 안전장치를 디자인한다는 점도 공통적이었다. 그러나 동시에 생활세계에서 화학물질을 직접 다루는 기업과 개인, 그리고 지역공동체의 일상적인 '안전문화'를 지속적으로 지원하고, 이들의 참여를 북돋운다는 점에서 위험의 사회구성론적 고려에도 소홀하지 않음을 알 수가 있었다.

두 번째로, 점차 증가하는 '피할 수 없는 사고'에 대한 대비책들이 많아지고 있다는 점이다. '피할 수 없는 사고'가 어떤 것인지를 알려면 정상사고론(Normal accident theory)의 논지를 이해하는 것이 도움이 될 것이다. 본래 정상사고란 과도한 복합적 상호작용(Complex interaction)을 하는 요소나 부품들이 단단하게 결합되어 있어서 (Tight-coupling) 그 순서를 변경하기 어렵거나 사전적으로 정해진 규칙에 의해 움직이므로 운영자가 변경할 여지가 적은 시스템에서 발생하는 사고를 의미한다. 보팔 참사, 드리마일 아일랜드의 방사능유출, 그리고 우주왕복선 챌린저호의 공중폭발 등과 같은 재난을 분석해보면, 작은 기계적 결함이 처음 설계를 할 때 엔지니어들이 전혀 생각하지 못했던 방향으로 다른 부품과 하위체계에 영향을 주어 결국 파국적 결과를 낳았음을 알 수 있다. 설계의 결함과 부품의 불량, 그리고 운전원의 오작동이 서로 얽히고 설켜서 발생한 것이다 (이상훈, 1979; 최희운, 1986; Perrow, 1984; 이재열, 2003). 이러한 사고들로부터 얻을 수 있는 교훈은 새로운 물질과 테크놀로지의 위험성에 대한 사전 철저한 분석을 통해 활용 여부를 미리 결정해야 한다는 점이다.

세 번째로는 오클라호마나 세계무역센터에 대한 테러처럼 악의를 가진 누군가에 의해 만들어진 재난에 대한 대비가 강화되고 있다는 점이다. 이러한 비정상적 사고들은 생명과 재산을 앗아갈 뿐 아니라 생활의 전제가 되는 안전에 대한 믿음, 그리고 환경을 통제하고 있다는 자신감을 파괴한다는 점에서 훨씬 더 충격적이다. 특히 911테러이후 미국은 기존의 화학공장이나 화학물질과 관련된 시설이나 건물들이 공격의 대상이 될 경우에 발생할 피해를 줄이고, 이를 적극적으로 사전에 예방하려는 노력들을 늘려나가고 있다.

우리나라에서도 이러한 외국의 경험이 우리의 문제를 풀어나가는데 좋은 지침이 될 수 있을 것이다. 현재 우리나라의 화학사고 예방과 연관된 실무기구들은 여러 부서와 조직들로 복잡하게 쪼개져 있어서 일관성이 있는 정책을 수립하고 집행하는데 어려움이 많은 것으로 보인다. 다행히 1991년에 유해화학물질관리법이 제정된 후 국립환경연구원 산하에 2001년에 화학물질안전관리센터[11]가 설립되어 화학물질 사고의 예방, 대비, 대응에 필요한 관련 정보를 가공하여 제공하고, 사고대응 시나리오를 구축하여 비상시 신속한 사고수습을 위한 사고대응시스템을 운영함으로써 화학테러를 비롯한 각종 화학사고의 피해를 최소화하는데 기여하고 있다.

11) http://ccsms.nier.go.kr/

벤처연구단지내 초고층 빌딩 실용적인 안전관리로 무재해 이뤄

인천지역의 대학과 연구기관, 그리고 기업 간의 유기적인 협력체제를 구축하여 기업기술의 고도화를 도모하고 신산업을 적극 창조하는 한국형 테크노파크의 성공적 구축을 목적으로 하는 벤처연구단지 송도테크노파크가 한창 조성중이다.

특히 송도테크노파크 내에 벤처기업들이 입주하게 될 벤처빌딩은 현재 약 47%의 공정률을 보이면서 본격적인 공사가 진행중이다. 이런 가운데 지난 2001년 공사시작이래 현재까지 단 한 건의 사고도 발생치 않아 송도 신도시내 최초의 초고층 빌딩이라는 자부심 외에 동 지역내 최초의 무재해 공사 현장이라는 또 하나의 기록을 세우고 있다.

현장 여건에 걸맞는 공법적용과 실용적인 안전관리를 강조하는 임득진 소장.

동 현장의 임득진 소장이 안전관계자들과 현장을 꼼꼼히 돌아보면서 안전시설들을 살펴보고 있다. 임소장은 현장 경험이 많은 현장근로자들의 의견을 충분히 수렴하여 공법등을 채택함으로써 실용적인 안전관리활동을 펼쳐왔다.

바닷바람 등 기후 영향 최소화 위한 공법 적용으로 안전성 확보

"현장의 위치가 해안가 매립지역인데다 빌딩의 층고가 4.2m, 총 21층, 지표면으로부터 최고층까지의 높이가 97m에 이르다보니 고층의 경우 바람의 영향을 많 받을 수밖에 없어 추락이나 낙하 비래와 관련된 사고 위험이 잠재되어 있을 수밖에 없습니다. 공사초기부터 이에 대한 대책 위주로 공법을 적용하고 실용적인 안전시설과 안전활동을 펼쳐 왔습니다."

임득진 소장의 현장 특징과 안전활동 추진 배경에 대한 얘기다.

이에따라 동 현장에서는 현장 경험이 많은 작업자들의 의견을 충분히 수렴하여 바람의 영향을 최소화 할 수 있는 공법을 택했다.

우선 안전사고의 출발은 가설공사임을 인지하고 가설재의 강재화, 규격화, 경량화, 동력화를 도모했다. 강한 풍속에 따른 낙하 비해 위험이 상존함을 감안하여 동바리, 멍에, 장선, 합판의 일체화로 구조적인 안전성이 확보되는 테이블 시스템 폼으로 거푸집 공법을 개선 적용했다.

"테이블 시스템 폼은 기존의 재래식 폼에 비해 높이 조절이 간단하고 층고 변화에 대한 대처가 간단합니다. 또 일체식 폼으로 접합이 되어 안전성 측면에서 크게 유리합니다. 그런가하면 풀 세팅된 폼의 양중으로 양중 회수의 절대 감소가 가능해 낙하물의 최소화도 가능합니다."

임소장은 공법 개선으로 이외에도 외부작업시(강관비계설치 사용시) 외부 수직방호망 설치로 작업안전성이 증대되는 등 전반적으로 기존의 재래식 폼이 해풍의 영향을 많이 받는 데 비해 테이블 시스템 폼은 해풍영향을 상대적으로 덜 받을 수 있었다고 설명한다.

또한 수평비계도 개선하여 시스템 틀비계를 적용함으로써 수직재와 수평재 연결을 웨지 핀(Wedge Pin) 접합으로 조정이 간단해졌으며 협소공간 작업이 가능하고 다면작업이 가능해지는 등 안전성과 시공성 측면에서 상당한 효과를 보았다.

동 현장에서는 법적인 기준에 그치지 않고 보다 완벽한 안전시설을 설치해 근원적인 안전성을 확보했다. 임소장은 완벽한 안전시설 외에 근로자의 확고한 안전마인드 무장을 강조했다.

근로자들의 안전에 대한 관심과 확인이 무재해 비결

"실용적인 안전관리를 하려다 보니 법적인 기준 가지고는 충족되지가 않아 그보다 강화된 안전시설을 설치하게 되더군요. 추락예방을 위해 2개 층마다 낙하물 방지망을 설치하고 안전난간대의 높이도 2m로 설치했습니다. 이러한 안전시설들은 실질적인 안전성 확보는 물론 작업자의 심리적 안정에도 크게 도움이 됩니다."

임득진 소장은 실용적 안전관리의 중요성을 재차 강조한다.

동 현장에서는 개구부의 원천봉쇄와 최소화에도 많은 신경을 썼다. 엘리베이터 피트에는 철근을 배근하여 작업을 하였고 각종 개구부는 아예 없애버리든가 막아버렸다.

위험예고제도도 사고예방에 도움이 됐다. 매일 현장의 주 출입구에 그날의 작업공정과 위험포인트를 게시함으로써 모든 근로자가 위험요소를 인지한 상태에서 작업에 투입될 수 있도록 했다.

이와같은 각종 안전시설 및 안전활동과 함께 임 소장은 현장안전관리방침으로 '3 MORE 운동'을 전개했다. 이것은 '더욱 더 안전하게!, 보다 더 깨끗하게!, 매일 매일 건강하게!'라는 슬로건 하에 철저한 확인점검과 청소생활화, 그리고 안전체조 등의 지속적인 안전실천을 강조함으로써 현장내에 무재해를 정착시키는데 있어 의식적 운동으로 자리를 잡았다.

"시설이 아무리 완벽해도 근로자들의 확고한 안전마인드가 없다면 무재해를 이룰 수 없다고 생각합니다. 저희 현장의 무재해 비결은 전 근로자의 안전에 대한 관심이 이룬 결과라고 생각합니다.

이러한 관심이 안전을 확인하는 습관으로 몸에 배어 사고예방이 가능했다고 봅니다."

임소장은 무재해의 비결을 이렇게 밝히며 송도신도시 내에서 모든 부문에서 최초가 되고 있는 동 현장이 공사가 끝날 때까지 무재해를 이뤄 안전부문에서도 동 지역내 무재해 1호를 기록하겠다는 각오를 밝힌다.

〈취재/박문열 pmlmm@kosha.net〉

한려수도의 꽃 사천

사진제공 : 사천시청

쏟아질 듯 거칠 게 깎아진 기암괴석들. 그 사이사이 촘촘히 메우고 있는 특이한 모양의 소나무들. 그 앞에 넓게 펼쳐진 청정해역. 거북선을 이끌고 왜적를 물리쳤던 이순신 장군의 결연한 의지와 용기가 스며들어 있는 곳. 사천은 천혜의 자연조건과 피맺힌 역사를 동시에 지닌 사천시는 최근 창선·삼천포대교 개통을 계기로 남해의 명물로 급부상하고 있다.

창선·삼천포대교

대방과 창선을 연결하는 창선·삼천포대교는 총연장 3.4km에 걸쳐 주위 4개의 섬을 연결해 단항교, 창선대교, 늑도교, 초양교, 삼천포대교가 줄지어 서 있어 최근 남해의 명물로 부상하고 있다. 해발 150m 높이에 있는 전망타워에서 바라본 섬과 줄지어 선 다리들의 모습은 그야말로 장관이다.

이곳을 통해 지역 특산물의 원활한 유통은 물론 한려해상의 아름다운 자연경관과 어우러져 지역 명물로 각광받고 있다. 특히 야간에는 푸른 바다와 조명이 멋드러진 조화를 이루어 관광객들의 발길을 잡는다.

1. 섬과 섬. 산과 바다를 잇는 천혜의 자연경관과 조화를 이룬 총 연장 3.4Km에 달하는 국내 유일의 교량전시장.
2. 삼천포항은 서부경남 연안어업 중심지로 멸치, 갈치, 전어, 고등어 등이 많이 잡히고 있으며 165Km의 긴 해안선을 따라 크고 작은 어항이 있다.
3. 백천사 약사와불은 세계 최대로 특히 몸속법당은 수령 2004년의 거대한 소나무로 제작기간은 3년이 걸렸다.
4. 고려말엽부터 조선 전기에 걸쳐 우리나라 남해안 일대에 빈번히 출현하던 왜구의 침범을 막기 위해 조선시대에 설치된 항구이다.

대방진굴항

고려말엽부터 조선 전기에 걸쳐 우리나라 남해안 일대에 빈번히 출현하던 왜구의 침범을 막기 위해 조선시대 설치된 항구. 동네 깊숙히 들어와 있는데다 잘 자란 느티나무숲이 해안을 살짝 가리고 있어 바다에서 보면 평범한 해안마을로 보일 뿐 도저히 그 정체를 눈치챌 수 없도록 되어 있다. 임진왜란 때 왜적이 굴항이 있는 줄도 모르고 가까이 다가오자 일제히 내달아 적을 격멸한 역사가 있으며, 이순신 장군 휘하 수군기지로써 거북선을 숨겨두는 곳으로 이용했다고 한다.

남일대 코끼리바위

최치원이 남해의 가장 빼어난 절경이라고 극찬한 데서 유래된 남일대 해수욕장은 반달형의 아담한 백사장을 가운데 두고, 좌·우에 웅장한 기암절벽을 조

5. 사천에서 3번 국도를 따라 서남쪽으로 7km 지점, 남북으로 길게 뻗은 사천만의 중간 지점에 위치한 선진리성.
6. 남일대 해수욕장은 반달형의 아담한 백사장을 가운데 두고, 좌·우에 웅장한 기암절벽을 조각처럼 장식해 놓아 보는 이로 하여금 절로 감탄을 자아낸다.
7.9 진널전망대와 지압길 모형이 선박의 조타를 상징하는 철골조형물로 한려해상 국립공원의 섬과 절경을 한눈에 조망할 수 있다. 9번사진은 지압길.
8. 비토섬은 토끼와 거북이 용왕이 등장하는 별주부전의 배경으로 유명하다. 인근에 월등도, 토끼섬, 거북섬, 목섬이 있다.
10. 절에 이르는 길에 소나무가 유난히 많아 많은 군사를 거느린 것과 같다 하여 이름지어진 다솔사는 신라 지증왕 4년 범승 연기조사가 세운 고찰이다.

각처럼 장식해 놓아 보는 이로 하여금 절로 감탄을 자아낸다. '모래실'이라 불리는 실처럼 가늘고 고운 모래가 2만 여평에 걸쳐 반짝거린다.

주위에 우람하게 서 있는 코끼리바위는 남일대를 든든하게 지켜준다. 수많은 기암절벽들 사이로 코끼리 한 마리가 바다에 코를 들이밀고 있는 모습은 감탄을 자아내 주위에는 가까이에서 사진을 찍으려는 관광객들로 넘친다.

선진리성

사천에서 3번 국도를 따라 서남쪽으로 7km 지점, 남북으로 길게 뻗은 사천만의 중간 지점에 위치한 선진리성은 임진왜란 때 충무공이 처음으로 거북선을 이용해 왜척 12척을 수장시키고, 정유재란 때에는 조·명 연합군과 왜군이 격전을 벌인 역사의 현장이다. 인근에 조명군총과 귀무덤 등 역사의 현장이 있다.

와룡산 철쭉

남해고속도로 사천IC에서 남쪽으로 국도3호선을 따라 30분 정도 달리면 수문장처럼 우람한 자태로 한려해상을 둘러싸고 있는 와룡산(798m)이 나타난다. 큰 용이 누워있는 모양과 흡사하다는 데서 유래된 와룡산은 기암괴석과 한려수도를 감상하는데 아주 좋은 조건을 갖춰 이를 감상하기 위한 등산객들로 항상 붐빈다.

등산객들이 와룡산을 찾는 또 하나의 이유는 바로 이곳에 만개하는 철쭉 때문. 5월에 피기 시작하는 철쭉은 점차 온 산을 진홍색으로 물들여 등산객들의 발길을 잡아놓는다. 등산객들이 어디에 시선을 두어야 할지 알 수 없을 정도로 와룡산 철쭉은 보는 이의

정신을 쏙 빼놓을 정도로 일품이다.

봉명산 다솔사

절에 이르는 길에 소나무가 유난히 많아 많은 군사를 거느린 것과 같다 하여 이름지어진 다솔사는 신라 지증왕 4년 범승 연기조사가 세운 고찰이다. 사찰 내에는 조선 영조때 건물로 가장 오래된 대양루, 극락전, 웅진전, 적명보궁, 와불(臥佛) 등의 유형문화재를 보유하고 있으며, 일제 때 한용운 선생을 비롯한 독립운동가들의 은신처로 사용된 곳으로 유명하다.

울창한 소나무숲으로 경치가 수려한 탓에 삼림욕이 가능하며, 약수도 좋아 많은 등산객들이 몰린다.

비토섬 갯벌

비토섬은 토끼와 거북이 용왕이 등장하는 별주부전의 배경으로 유명하다. 인근에 월등도, 토끼섬, 거북섬, 목섬이 있다. 육지와 바다 사이에 두 번씩 나타났다가 사라졌다하는 판이한 두 세계의 중간에 있는 갯벌은 연안 생태계 유지물로서 훌륭하게 보존되어 최근 자연생태 체험 관광지로 각광받고 있다. 재두루미, 원앙, 쇠부엉이, 황조롱이, 큰고니, 검은머리 물떼새 등 다양한 종류의 새들이 관찰되어 환경단체들이 이들을 보호하기 위해 심혈을 기울이고 있는 곳이기도 하다.

진널전망대

남일대 해수욕장과 사천 시내, 그리고 점점이 박힌 이름 모를 섬들을 감상하기에는 진널전망대가 최적으로 꼽힌다. 남일대 해수욕장 백사장에서 안내 표지판을 따라 걷다보면 바다 위에 놓인 구름다리인 남일교를 만난다. 시원한 바닷바람을 맞으며 조심스레 남일교를 건너면 해안선을 따라 펼쳐진 진널전망대 산책로가 시작된다. 산바람과 바닷바람이 어울려 머리를 스치는 느낌이 신선하다.

실안낙조

사천공항에서 삼천포 방면으로 가다 보면 대방동과 실안동을 잇는 도로가 나타나는데 이곳에서 그 유명한 실안낙조를 감상할 수 있다. 한국관광공사에서 전국 9대 일몰의 하나로 선정한 실안낙조는 연인들이 많이 찾는 명소로 유명하다. 해안도로를 따라가다 적당한 곳에 차를 세우고 서쪽을 바라다보면 붉은 빛에 잠긴 바다와, 검은 실루엣으로 반짝이는 섬들을 볼 수 있다. 여기에 고깃배 한 척이라도 지나가면 그야말로 한 폭의 수채화, 그림엽서에서나 볼 수 있는 저녁 노을 풍경이 펼쳐진다.

글 · 사진-김정호 k4236@kosha.net

다리의 힘이 건강도와 노화의 척도

사람도 성장 발육하는 시기에는 몸의 모든 조직과 기관의 크기와 무게가 불어나며 그에 따라서 그 기능이 향상된다. 그러다가 25세 무렵이 되면 사람으로서의 기능이 가장 충실해지는 시기이다. 그 후에는 모든 점에서 차츰 내리막이 된다.

먼저 인체의 여러 장기의 무게가 어떻게 변하는지 알아보자. 고환, 갑상선, 부신, 간장, 신장, 비장 등의 무게는 20세가 지나면 현저하게 감소되어 간다. 그러나 심장과 폐 등은 변화가 적으며 도리어 무거워지는 경우도 있다. 그런 경우에는 기능적으로 보면 역시 저하되어 있다.

1분당 심장의 혈액 박출량, 폐활량을 보면 25~30세에 비해서 60세에는 약 30% 저하된다. 최대환기량은 거의 50%나 적어진다. 심한 저하를 나타내는 기능으로는 시력, 청력, 평형기능 등을 들 수 있다. 피로 회복력이나 질병의 회복력도 매우 저하된다.

근력은 다리의 힘을 제외하고는 저하 정도가 적은 부류이다. 그런데 같은 근력 중에서도 다리의 근력만은 유별난 저하를 나타내는 것이다. 근력이 쇠퇴하지 않기 위해서는 어느 정도 이상의 강도로서 근육을 사용해야 한다. 그런데 다리의 근력은 매우 강하기 때문에 그저 걸어다니는 정도로는 다리 근육에 대한 단련으로 부족하다.

한편 완력이나, 악력은 그다지 크지 않으므로 일상생활에 발휘되는 정도의 힘으로도 충분히 근력이 유지된다. 사람이 다리부터 늙어간다는 말은 이 때문에 생겨났다. 평소에 엘리베이터를 이용하지 않고 층계를 걸어서 올라가는 등 적극적인 다리의 단련이 필요하다.

그런데 가령 층계를 걸어서 올라가면 숨이 차서 고통스럽다는 사람도 많다. 여기에는 폐와 심장의 기능이 관계되는 것이다. 폐의 기능 중에서도 특히 폐의 환기량 저하가 노화에 있어서 심하게 나타난다. 이 최대 환기량이란 몸이 활동할 때 필요한 산소를 되도록 많이 받아들이기 위하여 연속적으로 큰 호흡을 하는 능력을 일컫는다.

여기에는 호흡에 필요한 흉곽, 횡격막 등의 근육이 밀접하게 관계되어 있다. 이 호흡근들이 약해지면 큰 호흡을 연속적으로 계속할 수가 없다. 또한 온몸 운동을 계속할 때에는 호흡에 의해서 받아들인 산소를 혈액으로 보내어 폐로부터 몸의 근육까지 보내는 심장의 구실도 중요하다. 층계를 올라갈 때 숨이 차는데는 심장의 혈액 박출량이 적어지기 때문이다.

이상과 같이 여러모로 살펴볼 때 다리의 힘은 온몸의 건강도와 노화를 나타내는 척도라고 할 수 있다. 단순히 다리 자체의 문제가 아닌 것이다. 우리가 하루하루 적극적으로 활동적으로 살아갈 수 있기 위해서는 굳건한 다리부터 단련해야 한다.

오나가나 엘리베이터, 에스컬레이터, 자동차에 의존하다 보면 건강은 시들어가고 노화현상도 빨라지는 것이다.

미국 OSHA, 음식업 · 농업 종사 10대 근로자를 위한 사이트 OPEN

제공 : 교육정보국 정보운영팀

영국, 2002/03 건설재해 사망자수 감소

근래(2002~2003년)에 건설업 분야에서 발생한 재해로 인해 71명이 사망[1]했으며, 이는 기록된 통계 수치 가운데 두 번째로 낮은 수치로서 2001/02년 같은 기간의 80명, 2000/01년105명의 사망자에 비해서 상당히 감소한 수치이다.

중대재해의 발생건수도 100,000명당 9퍼센트에서 2002/03년에는 4퍼센트로 낮아졌으며, 이 역시 기록된 수치 가운데 두 번째로 낮은 수치이다.

건설조사국장인 Kevin Meyers는 2002/03년의 사망자 수치를 통해 각 산업에서 노력을 기울인 결과를 알 수 있으며, 이러한 노력을 통해 사망자 수와 재해비율을 낮출 수 있다고 논평했다.

Meyers씨는 이와 관련해서 다음과 같이 밝혔다. "대부분의 재해는 예방이 가능하지만, 재해에 관계된 모든 사람은 고통을 겪게 됩니다. 예년에 비해서 2002/03년의 건설업 사망자수가 감소한 것은 매우 고무적인 일이라고 할 수 있습니다. 이러한 감소추세를 통해서, 건설업 분야가 매우 위험한 분야이지만, 위험요소를 제거하여 건설 근로자의 중대 재해를 감소시킬 수 있다는 가능성을 확인했습니다."

2002/03년에 발생한 71건의 중대 재해를 분석한 결과에 따르면, 추락재해가 가장 큰 비중을 차지하고 있으며(47%), 차량 이외의 물체에 충돌(15%), 전기 관련(10%), 교통 관련(7%), 붕괴(7%), 기타 요인(10%) 순으로 나타났다.

중대재해 분석 결과는 전년과 비슷한 양상을 보이고 있으나, 전기 관련 재해는 다소 상승한 것으로 나타났다.

2002/03 중대재해분석 자료를 통해 건설분야는 중대재해의 대부분을 차지하는 추락재해를 감소시키기 위해 노력하고 있음을 알 수 있다.

HSE는 추락 등 재해의 주요 원인을 발견하고, 이를 예방하기 위해 국가 차원에서의 추락방지 캠페인 'Don't fall for it'을 전개하고 있으며, 오는 9월에 이와 관련한 행사를 계획중이다.

2003/04년의 재해보고 건수는 4월 이후 현재까지 건설분야에서만 약 27명의 피재자를 기록하고 있으나, 현재로서는 지난 3년간의 감소 추세가 지속될지의 여부는 미지수다.

1) 2002년 4월~2003년 3월 기준

영국 HSC, 철도산업의 안전문화 정착과 관련한 중간보고서 발표

영국 산업안전보건위원회(HSC)는 최근 철도 안전공개질의서에 대한 두 번째 중간보고서를 발표했다. HSC의장인 Bill Callaghan씨는 "이번 보고서에는 결과와 관련한 권고 사항을 포함하고 있습니다. 새로이 발족한 철도사고조사분과의 개선작업이 진행중이며, 철도안전위원회와 철도안전기준위원회가 새로이 설립되었습니다.

철도보호 및 경보 시스템(TPWS-Train Protection and Warning System)은 거의 완성단계에 있습니다. 산업안전보건청(HSE)은 철도 안전규정과 관련한 모든 절차를 훌륭히 수행하고 있는 상황입니다. 철도분야의 종사자 모두는 철도안전을 개선하기 위한 노력을 지속하고 있으며, 전체적으로 뛰어난 성과를 거두고 있습니다. Lord Cullen 박사가 제시했던 안전문화에 대한 확고한 메시지가 아직도 산업 전체에 깊이 뿌리내리지 못한 점에 대해서는 매우 유감입니다. 안전문화를 개선하는 것은 하루 아침에 이루어지는 것이 아니며, 앞으로도 지속적인 개선 활동이 필요할 것입니다."라고 밝혔다.

이번에 발표된 보고서와 관련해서 학계의 여러 전문가들은 HSC가 지속적인 관찰과 권고를 실시할 것을 강력히 주장했다.

이번 보고서에 제시된 권고사항 이행 상황은 대략 다음과 같다.

▶ 철도산업 안전문화 정착과 관련된 중간보고서 ◀

- 안전문화 - 가장 중요한 과제로서 전 산업부문에서 지속적인 관리가 이루어지고 있으나, 현재로서는 안전문화가 확실히 정착되었다고 말하기는 힘든 여건임
- 인프라 구축 - 철도 인프라와 관련해서 신호체계 개선 및 신호의 가시성 확보가 가장 중요한 문제로 남아있음
- 조사 활동 - 철도사고조사위원회의 설치와 관련한 법규 개정이 필요한 상황이지만, 조사와 관련한 사항은 원활한 진행을 보이고 있음
- 조직 및 기준 - 철도안전기준위원회는 지난 4월 1일에 설립된 상태이며, 몇몇 과제는 여전히 협상이 진행중임
- 공급자 및 하도급 업자 - 전국 철도의 일정 수준 유지 및 보수 전략을 통해 상당 부분 개선이 이루어졌으나, 보다 많은 개선이 필요한 상황임
- 교육 및 훈련 - 2000년 이후로 HSE는 교육 및 훈련에 있어서 일반 기준의 개선을 실시했다. 그러나 보다 확실한 방법의 수립과 공유에 있어서는 여전히 개선이 필요함
- 철도 보호 - 철도보호 및 경보 시스템(TPWS-Train Protection and Warning System)을 중심으로 개선이 이루어지고 있으며, 충돌의 위험성은 현저히 낮아진 상황임
- 차량 점검 - 차량 문제와 관련해서 보다 넓은 시각으로 개선을 실시하고 있음

출처 : 영국산업안전보건위원회(HSC)

영국 TUC, 근로자의 건강을 위협하는 스트레스

근무 시간중 스트레스를 심하게 느끼는 근로자는 그렇지 않은 사람보다 심장 마비로 사망할 확률이

25%이상 높으며, 뇌졸중 발생 확률은 약 50% 이상 높은 것으로 나타났다. 영국노조협회(Trade Union Congress-TUC)는 안전 관련 잡지를 통해 생산직 근로자와 일반직 평사원이 이러한 위험에 정면으로 노출되어 있다고 밝혔다.

TUC 대표인 Brendan Barber씨는 "직장에서의 스트레스는 근로자의 생명을 단축시키는 것입니다. 개인과 사회에 대한 이러한 무거운 중압감은 초과근무 및 장시간 근로 문화 등 스트레스를 유발하는 요인을 제거했을 때 비로소 해결될 수 있을 것입니다. 영국에서 필요한 근로자는 일도 잘하고, 건강한 삶을 유지하는 근로자입니다."라고 말했다. 위험요인과 관련한 보고서에는 이와 관련한 세계적인 경향을 보여주고 있다. 스트레스를 많이 받는 근로자의 경우는 심장마비로 사망할 확률이 두 배 이상 높으며, 직무요구도가 높아지는 반면에 지원은 적어지는 과정에서 근로자의 정신건강이 악화되고, 공평하지 못한 상사로 인해 혈압 상승이 유발된다고 한다.

미국의 스트레스 관련 전문가인 Paul Landsbergis는 Hazards지(誌)에 기고한 글에서 '만일 당신이 직무로 인한 스트레스 증상을 느끼고 있다면, 머리가 아니라 몸이 당신의 직무가 정상적이지 않다고 말하게 된다. 이는 말 그대로 심장에 충격을 줄 수도 있는 것이다.' 라고 밝혔다.

TUC의 연구 결과에 따르면 영국내의 사업장에서 근로자의 건강을 가장 위협하는 요인은 스트레스라고 한다.

영국 HPA, 전략목표 5개년 계획 소개

2003년 4월 1일에 새로이 설립된 건강보호기구(Health Protection Agency-HPA)는 전략목표와 관련한 5개년 계획을 발표했다. 이 계획에는 감염, 화학, 방사선 등과 관련된 어린이 질환에 대한 조사와 함께 건강을 위협하는 다양한 신규급성질병에 대한 준비사항이 포함되어 있다.

HPA는 주요 사건에 대비하여 보건 및 응급 구조 등에 대한 책임을 지게 되며, 일반 대중에게 검증된 공정한 정보와 조언을 제공하는 데 목표를 두고 있다. 보건전문가에 대한 교육을 통해, 화학물질과 핵 위험 등에 노출된 환자에 대한 치료 및 진단을 지원하게 될 것이다. 생물학적 요인에 대한 표준화된 실험실 연구가 도입되고 있으며, 의심이 가는 질병군을 파악하기 위한 협력도 계획하고 있다. HPA는 공중보건실험실, 국립독극물정보서비스와 NHS(National Health Service)의 직원 및 조직체가 결합된 특수 보건 기구로서 전염병과 응급구조 등을 책임지고 있다.

HPA의 Pat Troop 이사장은 "저희 기구는 단순히 전문 기술이 합쳐진 것 이상의 역할을 합니다. 우리는 영국 전역의 지역건강 보호팀의 네트워크를 구축하는 것에서부터 국제적인 협력에 이르기까지 다양한 수준의 활동을 하고 있습니다. 선진국중에서 이처럼 광범위한 분야의 기술을 하나의 조직으로 통합한 예는 없었습니다. 우리는 SARS와 같은 새로운 질병을 예견하고, 준비하며, 화학물질에 장기적으로 노출된 결과로 발생한 유년질환 등과 같은 새로운 목표에 초점을 맞출 수 있는 과학지식발전소의 역할을 하게될 것입니다."라고 말했다.

미국 OSHA, 10대 음식업, 농업 종사 근로자를 위한 사이트 OPEN

미국산업안전보건청(OSHA)은 10대 근로자를 위해 온라인을 통해 양방향 학습이 가능한 두 가지의 새로운 교육 자료를 발표했다. 이 새로운 교육 자료 - 『식당에서 일하는 청소년의 안전과 농업분야의

청소년』 - 는 OSHA의 10대 근로자용 웹페이지를 통해 볼 수 있다. OSHA는 이 자료를 통해 청소년 근로자에 대한 안전보건을 더욱 강화해 나갈 예정

이다.

John L. Henshaw OSHA청장은 "안전하게 하루를 일할 수 있는 방법을 청소년 근로자에게 교육하고, 훈련시키는 것을 통해 재해를 예방하고, 앞으로 이들이 더욱 건강한 근로자로 성장할 수 있도록 할 수 있습니다. 새로이 발표된 교육자료를 통해 청소년의 대부분이 고등학교와 대학교를 다니는 동안 근무할 가능성이 가장 높은 산업에서 발생하는 위험으로부터 그들을 보호할 수 있는 실제적인 정보를 제공하게 됩니다."라고 말했다.

10대 청소년의 약 80%는 고등학교 시절에 일을 한다고 한다. 그 중 52%는 식당과 패스트푸드점 등 소매업 분야에 종사하고 있다.

'식당에서 일하는 청소년의 안전' 이라는 eTool은 식당에서 흔히 발생할 수 있는 위험 요소에 대해 설명하고, 직무와 관련한 안전보건에 대한 내용을 제공하고, 안전포스터, 인터넷을 통한 링크 등을 제공하고 있다. 서빙, 청소, 드라이브인 식당, 조리, 식자재 준비, 배달, 근로자의 권리, 미성년 노동 관련 법규 등 여러 분야를 중점적으로 포함하고 있다.

'농업분야에서 일하는 청소년' 이라는 제목의 eTool은 농기계 작동, 제한된 공간 등 일반적으로 발생할 수 있는 위험요인에 대한 사례연구 설명과 함께 추락, 전기사고, 화학물질 노출 등 일반적인 상해의 예방을 위한 내용을 포함하고 있다.

OSHA의 10대 근로자 페이지는 직무와 관련한 위험, 사업장에서의 권리와 의무, 상해 예방, 근로시간, 제한요소 등에 대한 교육 자료를 제공한다. 이 웹사이트는 미국 노동부 홈페이지나 OSHA의 웹사이트를 통해서 접속이 가능하다.

스코틀랜드, 안전위협 받는 버스 운전기사

Edinburgh Evening News에서 최근 보도한 기사에 따르면, 버스 기사들이 정신적, 육체적인 위험성에 직면해 있다고 보도했다. Lothians 지역의 버스 기사는 평균적으로 이틀에 한 번꼴로 공격을 받고 있다고 한다.

이러한 현상은 Edinburgh 지역에 국한된 것이 아니며, Oxford와 Hull 지역의 버스에서도 폭력 사고가 점차 늘어나고 있는 상황이다.

버스 유리창을 뚫고 벽돌이 날아오거나, 버스 기사와 승객에 대한 테러로 인해 대부분의 버스 기사들이 야간 근무를 원하지 않고 있다고 한다.

수송노동자노조 Lothian 지부장을 맡고 있으며, 버스 운전 기사 일을 하고 있는 Peter Williamson씨는 "의사, 간호사, 소방수, 앰뷸런스 관련 종사자 등이 업무와 관련한 사고를 당한 경우엔 크게 다루어지고 있습니다. 그러나, 버스 기사에 대한 폭행에 대해서는 본보기로 보다 강력한 처벌을 할 필요가 있습니다. 정부는 휴대폰을 훔치는 사람에 대해서 18개월의 징역을 살도록 한 바 있습니다. 그러나 Aberdeen 지역에서는 버스기사를 폭행해서 몇 달동안 일을 쉬어야 했으나, 그러한 폭행을 가한 사람에 대해서는 £25의 벌금만을 부과했습니다. 처벌은 그 범죄에 따라 정해져야 합니다. 심지어 몇몇 사건에 대해서는 신고를 하더라도 아무렇지도 않은 일로 받아들이는 것 같습니다."라고 말하며, 폭력과 폭력의 위협으로 인해, 버스 기사들은 스트레스 관련 질환에 시달리고 있다고 밝혔다

캐나다, 교대근무로 인한 문제의 개선

.현재 약 25%의 북미 근로자는 주야 교대근무를 하고 있는 실정이다. 이로 인한 다양한 부작용이 발생하고 있는 상황에서, 조직과 개인 근로자 등의 건강 및 가정, 사회 등에 미치는 부작용을 줄일 수 있는 다양한 방법이 제시되고 있다. 교대근무는 인체의 순환 리듬과 생체시계 등 혈압과 체온, 활동성 등을 조절하는 부분에 상당한 영향을 미친다. 연구 결과에 따르면, 근로자가 가장 훌륭히 업무를 수행할 수 있는 시간대는 오후 두시부터 네시까지이며, 오후 1시에서 7시 사이에 인지 능력이 가장 탁월한 것으로 나타났다. 반면 업무 수행 능력이 가장 낮은 시간대는 새벽 3시 30분에서 5시 30분사이라고 한다.

교대 근무는 수면 부족으로 인해 체력손실을 가져올 수 있으며, 위장 및 심혈관계 질환을 유발할 수 있고, 병을 더욱 악화시킬 수 있다. 교대근무 일정, 교육, 시설 등에 대한 개선을 통해 근로자의 삶을 향상시킬 수 있다. 이를 통해 각 개별 근로자는 숙면을 취할 수 있고, 건강한 음식을 먹고, 스트레스를 감소시킬 수 있는 여러 가지 방법을 실행할 수 있게 된다.

교대 근무 일정을 합리적으로 조정함으로써, 교대근로자의 안전보건문제를 감소시킬 수 있다. 개인적, 심리적, 사회적, 의학적 고려를 모두 포함하는 균형적인 방법을 찾는 것은 매우 어려운 일이다. 교대 근무에 있어서 가장 이상적인 시간 배치는 과학으로도 밝혀지지 않았으나, 한 연구에 따르면 전진방식(낮-오후-밤順)의 교대근무가 심장 질환과 관련된 위험 요인을 감소시킬 수 있다고 한다.

교대 근무자는 다음과 같은 방법을 통해 여러 가지 문제를 해결할 수 있다.

- ▶ 일상적인 식습관을 유지할 것
- ▶ 정해진 시간에 취침함으로써, 주간에 취침할 때 더욱 쉽게 잠들 수 있을 것이다.
- ▶ 레저를 즐길 것

OSH News Briefs

◆ 스코틀랜드, 농업분야 사망자수 증가

HSE가 2002/03년도의 스코틀랜드 농업 분야에서 재해로 인한 사망자 수를 발표했다. 1996/97년 이후로 가장 높은 수치인 11명을 기록하며 증가세를 보였다. 전년(2001/02)의 2명의 사망자를 냈던 것에 비해서 증가폭이 매우 크다. 이와 관련한 자료는 HSE의 통계관련 웹페이지를 통해 볼 수 있다.

◆ 영국, 폭력적인 환자에 대한 제재 강화

영국 정부는 국립보건서비스(National Health Service)직원을 공격하는 폭력적인 환자에 대한 제재를 강화해 나갈 방침이다. 영국 정부는 병원과 외과 및 정신병동 등에서 발생하는 폭행 및 폭언을 방지하는 캠페인을 강화하는 법안을 도입했다. 보건 근로자 노조인 UNISON은 보건종사자에 대한 보호를 강화하는 이 법안을 환영하고 있으나, 보다 강력한 안전망을 요구하고 있다.

◆ 호주, 인간공학과 관련한 손실

사업주가 인간공학에 대한 관심을 기울이지 않는 결과로 매년 200,000일의 질병일수가 발생하고 있다고 최근의 한 조사결과에서 밝혀졌다. 이 조사는 호주의 93,000명의 근로자를 대상으로 실시한 것이며, 이 조사에 따르면 37%의 근로자가 부적절한 작업환경에서 일하고 있으며 이로 인해 허리 질환 등이 발생하고 있다고 한다.

Manual handling Techniques
운반 및 이동 기술<비디오 자료>

발행처 : Videotel

'Manual handling Tec-hniques'라는 제목의 이 비디오에는 안전한 운반 및 이동 업무를 수행하기 위한 실제적인 방법을 제시하고 있다. 운반업무를 담당하는 직원의 교육 자료로 제작된 18분 분량의 이 비디오는 불안전한 운반으로 인해 어떻게 상해를 입는지를 설명하고 있다. 예를 들면, 무거운 물건을 나를 때 반복적인 운반이나 신체의 뒤틀림으로 인해 발생하는 것 등이다.

다음으로 불안전한 운반 작업으로 인해 어떤 종류의 손실을 가져오게 되는 지를 설명하며, 그림을 통해 부적합한 운반으로 인한 근육이 찢어지거나, 경련이 발생하고, 척추 계통에 미치는 영향 등을 보여주고 있다. 이와 함께, 각각의 운반 업무에 대한 적절한 위험평가를 통해 이러한 상해를 쉽게 피할 수 있음을 보여준다. 마지막으로, 근로자가 무거운 물체를 운반하는 경우에 취해야 하는 적절한 예방 조치를 보여주는데, 물건을 들기 전에 무게를 점검하고, 물건 운반시에 시야를 확보하며, 동료나 보조근로자의 도움을 요청할 것을 권장한다.

이 비디오는 20페이지 분량의 소책자와 함께 제공되며, 운반작업과 관련한 교육자료로 활용가치가 높다.

Guide to Managing Employee Health
근로자의 건강 관리 안내서

발행처 : Lexisnexis Butterworths Tolley

이 서적은 근로자 건강관리 프로그램 구축과 운영에 관한 상세 정보를 제공하며, 산업보건 문제에 대한 기업 관리자의 이해를 증진시키기 위해 제작되었다. 조직에서 산업보건지원의 필요성을 설명하고, 산업안전보건법에 따라 법으로 정해진 사업주의 의무와 분야별 산업보건전문가의 역할에 대해서도 보여주고 있다.

그 다음으로는 기업의 산업보건시스템 구축방법을 설명하고 있는데, 대략 다음과 같다. 사업장의 보건위험 요소를 인지하고 통제하며, 질병사례에 대한 보고와 감시를 실시하고, 사업장의 응급조치 체계를 확립하는 등의 방법을 포함하고 있다. 또한 사업장에서 발생할 수 있는 화학적, 생물학적, 물리적 위험 등 다양한 보건위험 요소를 설명하고 있다. 국소진동증후군, 잘못된 작업장 배치, 사업장 소음 등 특정 직종에 종사하는 근로자별로 노출될 수 있는 질병 요인을 설명하고, 이를 예방하기 위한 방법을 설명하고 있다.

사업장에서 발생하는 유해 요인에 대응하기 위한 개인보호장비의 역할에 대해서 설명하고, 적절한 보호장비를 선택할 수 있는 방법에 대한 조언이 담겨 있으며, 개인보호장비의 올바른 사용과 유지보수에 대한 내용을 포함하고 있다.

다양한 순서도와 체크리스트, 예제 양식 등을 포함하고 있는 이 서적은 산업보건 분야와 관련해서 매우 유용한 참고 서적이라고 할 수 있다.

☞ 발행사 웹페이지 : www.butterworths.com

Height Safe - Safe Working at Height
고소작업시의 안전 비디오

발행처 : HSE(Health and Safety Executive)

HSE에서 발행한 이 비디오는 불안전한 고소 작업으로 인해 발생할 수 있는 위험을 설명하고 있다. 건설현장에서 고소작업을 하는 모든 사람을 대상으로 제작된 이 비디오는 추락재해로 인해 상해를 입은 경험이 있는 근로자의 인터뷰와 함께, 이러한 재해를 예방하기 위한 안전규칙을 설명하고 있다. 예를 들면, 어떤 사람이 안전망이 설치되지 않은 건설현장에서의 추락 경험을 이야기하면, 해설자가 이와 관련하여 상해가 발생한 원인에 대해서 설명하는 형식을 취하고 있다.

인터뷰에서는 안전장비의 올바른 사용과 함께 사다리의 안전한 설치 등 고소작업시의 재해 예방을 위한 안전수칙을 강조하고 있다. 재해를 입은 근로자의 이야기를 통해 필수안전수칙의 중요성을 지키지 않은 결과를 중점적으로 보여주고 있다.

이 비디오는 'Falls from Height Action Pack'의 일부이며, 이와 관련한 자료는 HSE Books(영국 08457 181819)에서 무료로 받아볼 수 있다.

☞ 발행사 웹페이지 : www.hse.gov.uk/campaigns/cons_safety/main.htm

Know the Risk : Learning from Errors and Accidents - Safety and Risk in Today's Technology
위험을 바로 알자 : 오늘날의 안전과 위험

발행처 : Butterworth-Heinemann

이 서적은 세계 각지에서 수집된 다양한 정보를 토대로 오늘날 우리가 안전하게 살아갈 수 있는 방법에 대한 정의를 내려주고 있다. 이 서적에서는 안전하게 살아가는 방법에 대해서 반복적으로 보여주고 있으며, 그 결과 역시 놀라울 정도로 유사한 양상으로 전개가 이루어지고 있음을 알 수 있다. 그러나 이 서적은 지나치게 상징적인 용어의 사용으로 인해 가독성이 떨어지는 단점이 있다.

이 책에 등장하는 Error라는 용어는 "기술시스템내에서 '의도하지 않은 행동' 혹은 '장비 및 상황의 결함'으로 인해 발생하는 재해나 상해"라고 설명되어 있다.

현대의 기술 여건속에서 발생하는 재해 및 질병, 상해 등에 대한 예방 방법과 함께, 환경과 관련한 문제까지도 보여주고 있는 이 서적은 재해의 원인과 그에 따른 대처 방법 등을 자세히 설명하고 있다.

제공 : 교육정보국 정보운영팀 권진영

〈해외기술자료〉 코너에서 소개하는 내용은 해외에서 발간한 전문 정기간행물에서 최신 기술자료를 소개한 글을 번역하여 게재한 것으로서 안전공단의 공식견해가 아님을 밝혀드립니다.

2003년 9월 국제안전보건 각종 행사/교육/전시회

개최일자 2003년 9월 5일~12일
제 목 국립안전협회 91차 연례회의 및 전시회
National Safety Council 91st Annual Congress & Expo
개최장소 Chicago, Illinois, USA
연 락 처 National Safety Council
c/o The ITS Group of ExpoExchange
108 Wilmot Rd, Suite 400
Deerfield IL 60015-0825
팩 스 1-847-940-2386
E-mail customerservice@nsc.org
Web주소 http://www.congress.nsc.org

개최일자 2003년 9월 5일~7일
제 목 Hazards 2003 : 지속적인 관심
Hazards 2003 : Keeping up the Pressure
개최장소 London, UK
연 락 처 Hazards 2003
SepGreater Manchester Hazards Centre
23 New Mount Street
Manchester M4 4DE
전 화 0161 953 4037
E-mail mail@gmhazards.org.uk
Web주소 http://www.gmhazards.org.uk/events.htm

개최일자 2003년 9월 8일~9일
제 목 관리자 및 감독자를 위한 안전보건 훈련 과정
Health and Safety Training for Managers and Supervisors Course
개최장소 Hamilton, Ontario, Canada
연 락 처 Irene Brelsforth
Canadian Centre for Occupational Health & Safety (CCOHS)
250 Main Street East
Hamilton ON L8N 1H6
전 화 (905) 572-2981 x4467
팩 스 (905) 572-2206
E-mail ireneb@ccohs.ca
Web주소 http://www.ccohs.ca

개최일자 2003년 9월 9일
제 목 사무실 위험요소와 관련한 인증 과정
JHSC Part Two Certification for Office Workplace Hazards
개최장소 Toronto, Ontario, Canada
연 락 처 Yvonne O' Reilly
Gowling Lafleur Henderson LLP
전 화 416-862-3580
팩 스 416-863-3550
E-mail yvonne.oreilly@gowlings.com
Web주소 http://www.gowlings.com/ohscourses

개최일자 2003년 9월 13일
제 목 집게차 조작원에 대한 실용 안전 교육
Applied Safety Training for Lift Truck Operators
개최장소 Barrie, Ontario, Canada
연 락 처 207 Queens Quay W.,
Suite 550, Toronto ON M5J 2Y3 Canada
전 화 1-800-406-4272
팩 스 1-800-316-4272
Web주소 http://www.iapa.ca

개최일자 2003년 9월 23일~25일
제 목 화학물질 위험관리 및 고효율 에너지 발표 행사
Managing Chemical Reactivity Hazards & High Energy Release Events
Scottsdale, Arizona, USA
개최장소 American Institute of Chemical Engineers
연 락 처 Three Park Avenue
New York NY 10016-5991

전 화 1-800-242-4363 or 212-591-8100
Web주소 http://www.aiche.org/ccps/icw

개최일자 Sep 24~25
제 목 자연발생 방사성 물질 워크숍
NORM(Naturally Occurring Radioactive Material)
개최장소 Edmonton, Alberta
연 락 처 Hazard Alert Training Inc.
4940-87 Street
Edmonton AB T6E 5W3
전 화 780-466-6960 or 1-800-561-2319
E-mail contact@hatscan.com
Web주소 http://www.hatscan.com

개최일자 2003년 9월 28일~30일
제 목 2003 보건, 근로, 복지회의
Health, Work & Wellness Conference 2003
개최장소 Gatineau, Ontario, Canada
연 락 처 Health, Work & Wellness Conference
Steering Committee
425 Carrall St., Suite 400
Vancouver BC V6B 6E3
전 화 (604) 605-0922 or 1-877-805-0922
E-mail workwell@healthworkandwellness.com
Web주소 http://www.healthworkandwellness.com

개최일자 2003년 9월 29일~10월 3일
제 목 건강보호 및 환경관리 인증 프로그램
Healthcare Environmental Management Certification Program
개최장소 Philadelphia, PA, USA
연 락 처 ECRI Center for Healthcare Environmental Management
전 화 610-825-6000 ext. 5326
E-mail communications@ecri.org
Web주소 http://www.ecri.org

※ 해외의 안전보건행사 일정에 대한 정보는 cissys@kosha.net으로 신청하시기 바랍니다.
자료제공 〈교육정보국 정보운영팀〉

유체역학 시뮬레이션 후드설계기법 및 일체형 공기정화장치 개발

1. 개 요

가. 시설업체 개요

시설업체명	(주)제이텍	대 표 자	장 두 훈
소 재 지	경기도 안산시 성곡동 시화공단 5바 103	전화번호	031-497-7100
근로자수	15명	설 립 일	1995년 5월

나. 시설업체 개요

- ○ 1995. 5 지산 환경산업 설립
- ○ 1995. 8 지산 환경산업(주) 법인 전환
- ○ 1995. 8 환경오염 방지시설업체 등록(경인지방환경청)
- ○ 1995. 11 산업환기시설 전문업체 등록(한국산업안전공단)
- ○ 1998. 6 환경부 장관 표창 수상
- ○ 1999. 10 아연GAS 정화처리장치 특허(실용신안)출원
- ○ 1999. 10 열가압 인쇄용 TAPE/POWDER 집진장치 특허(실용신안)출원
- ○ 2000. 9 국제 품질 인증 (ISO 9001) 취득
- ○ 2001. 11 신 기술 개발 VENTURE 기업 지정(제 2001162433-3751호)
- ○ 2002. 7 경기도 유망중소기업 선정(2002-104 : 2002. 7~2007. 6)
- ○ 2002. 7 Off-Line System 여과집진장치 특허(실용신안)출원
- ○ 2002. 9 국소배기 및 전체환기시설 전문업체 재등록(한국산업안전공단)

2. 개선대상 사업장 개요

가. 사업장 개요

시설업체명	태우금속	근로자수	40명
소 재 지	안산시 성곡동 664-10	전화번호	031-498-8145
업 종	금속제품제조업	주생산품	동괴

나. 작업공정

원료입고 ⇒ **용해** ⇒ **주조** ⇒ **검사·출하**

※ 개선대상공정

다. 유해위험 요인

공정명	입 고	용 해	주 조	검사·출하
근로자수 (남/여)	3/0	8/0	8/0	2/0
보유설비	지게차	용해로	주조기	지게차
발 생 유해인자	근골격계	구리흄·고열	구리흄·고열	근골격계
작업방법	동스크랩등을 저장소에 입고, 용해로로 이송	동스크랩, 부원료를 용해로에 투입 용해	주조기에 용탕을 주입 동괴로 주조	검사·출하하는 작업

3. 개선추진배경

가. 추진배경

(1) 전산유체역학 시뮬레이션 후드 설계기법 개발 배경

산업환경내에서는 물류의 이동, 온도의 변화특성등의 여러 가지 변수로 인하여 산업현장내 후드 설계시에는 이들 변수들을 최대한 감안한 후드의

설계가 바람직하다. 특히 고열기류 및 이동이 심한 기류일 경우에는 기류의 변화추이를 분석하여 설계함이 효율적이다. 이를 위하여 산업현장내의 기류특성을 평가하여 전산유체 역학에 도입하여 변화되는 상황을 시뮬레이션하면서 설계하는 방안을 개발·적용하게됨

(2) 일체형 공기정화장치(CYBAGFILTER) 개발 배경

최근 다층공장 및 아파트형공장등 밀집공단지역의 증가로 공기정화장치의 설치면적의 소형화를 해결하고자 별도분리형을 일체형으로 설계 개발하게됨

(3) 용해로공정 노출기준 초과

용해로 상부에서 발생되는 구리흄등을 제어하기 위하여 설립당시 설치된 국소배기장치의 노후화로 발생분진,흄등이 국소배기장치 후드를 이탈하여 작업장에 확산되어 노출기준을 초과하는 상황·근본적인 후드보완등이 필요

나. 추진목표

○ 용해로 작업환경개선으로 노출기준미만 유지
○ 일체형 공기정화장치(CYBAGFILTER) 개발 및 적용 : 공장공간 확대 및 유지비 절감
○ 전산유체역학 시뮬레이션 후드 설계 기법 개발 및 적용 전파

【대상선정사유】

구 분	현 황
유해인자	구리흄
노출기준초과	0.1886~0.1994mg/m³(기준 0.1mg/m³)
공정	용해
취급근로자수	11

4. 개발 개선내용

주요 개발 개선내용

□ 노출기준초과 용해공정 작업환경개선
① 용해공정 국소배기후드 설계 및 설치
② 싸이클론 및 백필터고압분진제어용 국소배기 설계검토 및 설치지도
③ 고압분진 청소용 배기배관 설계검토 및 설치지도
④ 분진제어용 및 청소용 혼합형 배기시스템 설계검토 및 설치 지도

□ 일체형 공기정화장치 개발 및 개선
① 일체형 공기정화장치시스템 개발에 필요한 기술자료 수집
② 일체형 공기정화장치시스템 설계검토 및 설치지도
③ 일체형 공기정화장치시스템 효과 평가

□ 전산유체역학 시뮬레이션 후드설계기법 개발
① 전산유체역학 시뮬레이션 전산프로그램 도입(8,200만원)
② 전산유체역학 시뮬레이션을 후드설계분야로 전환개발
③ 현장 적용 국소배기후드 설계

5. 개선 사례 세부 내용

개선 전	개선 후
○ 구리흄 노출기준 초과 - 국소배기시설의 노후화로 인한 제어력 저하로 노출기준 초과 [0.99mg/㎥]	○ 구리흄 노출기준 미만 유지 - 국소배기후드 및 공기정화장치 개선으로 제어속도가 1.23m/s이상인 높은 효율로 발생구리흄등을 제어함[0.034mg/㎥]
〈사진 1〉 노후된 국소배기시설 후드	〈사진 2〉 국소배기시설 후드개선

가. 노출기준초과 용해로 국소배기시설후드 개선

핵심기술내용

설립당시 설치된 용해로의 국소배기시설이 노후화되어 작업환경측정결과 구리(CU)흄의 노출기준이 초과되어 국소배기장치를 개선 노출기준미만으로 쾌적한 작업환경조성

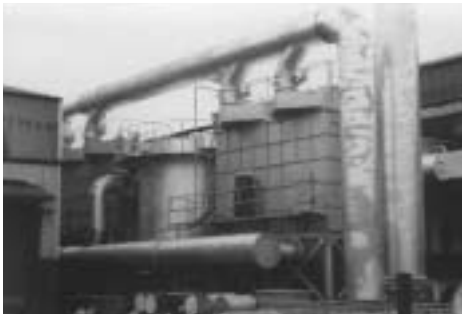
나. 일체형 공기정화장치 개발 및 개선

핵심기술내용

최근 다층공장 및 아파트형공장등 밀집공단지역의 증가로 공기정화장치의 설치면적의 소형화를 해결하고자 별도분리형을 일체형으로 개발하게 되었고 대상사업장에 적용함으로서 유지비, 설치면적 절감

개선 전	개선 후
○ 사이클론, 백필터, 냉각탑등 분리형으로 유지비 및 배치공간 과다	○ 사이클론, 백필터 일체형을 개발 적용함으로서 유지비 및 배치공간 절감

〈사진 3〉 분리형 공기정화장치



〈사진 4〉 일체형 공기정화장치

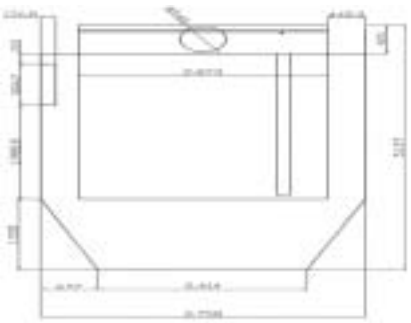
【일체형 공기정화장치 개발 내용】

일체형공기정화장치

(DUO-DEDUSTER = CYBERBAG)

(1) 본체개발 설계

백필터 공간의 증가로 인해 전체 스케일이 3758mm까지 증가하였다. 입구 면적은 유입속도를 25m/s로 맞춰 설계하였고, 출구면적은 송풍기 입구 면적과 동일하게 설계하였다. 하단 포집부의 스크래퍼 장착 영역의 직경은 2414mm이다. 최상단에 442.5mm 폭의 외통 영역을 제거하여 중량 및 재료비를 낮추고자 하였고, 이 영역에 탈진장치를 설치할 수 있도록 하였다.



〈그림 1〉 DUO-DEDUSTER의 설계도면

〈그림 2〉 DUO-DEDUSTER 계산에 사용된 형상

그림은 DUO-DEDUSTER 계산에 사용된 형상이다. 입구에서 25m/s의 속도 로 200℃의 공기가 유입되는 조건을 주었고, 하단부 스크레퍼 설치 영역에 포집 조건을 주었다. 계산목적은 내통형상에 의한 효율을 예측하는 것이다.

그림은 DUO-DEDUSTER 내 전압력 손실을 보여주고 있다. 백필터가 없는 경우이므로 순수하게 형상에 의해서 발생하는 압력손실이 약 900(Pa)이 되는 것으로 나타난다.

〈그림 3〉 DUO-DEDUSTER내 전압력손실

〈그림 4〉 입구에서 유입되는 입자의 궤적

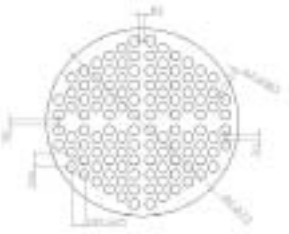
그림은 입구에서 유입되는 입자의 궤적을 보여준다. 계산결과 입자밀도 1550 kg/㎥, 분진의 입자직경이 1㎛에서 10㎛ 일 때 스크래퍼 포집부에 붙잡히는 포집 효율은 약 53%로 나타난다. 10㎛ 이상에서는 90% 이상의 포집 효율을 보이고 있다. 현재 채택된 형상은 수 차례 case study를 통해 결정된 형상으로 실제 산업체에 적용되어 좋은 성능을 나타낼 것으로 예측된다.

(2) 전자유동역학(CFD)을 이용한 모델링로 탈진 장치 설계

DUO-DEDUSTER의 bag filter 탈진을 위해 설치되는 blow pipe에는 8개에서 12개의 노즐이 장착되어 있다. 따라서 주기적인 최적 탈진 프로세스가 이루어지도록 하기 위해, CFD를 이용한 모델링을 수행하여 최적의 형상을 설계하였다.

프로세스를 최적설계 하기 위한 가장 우선 과제는 압축공기가 유입되는 시간동안 모든 백필터에 최소 탈진압력 이상의 압력이 쌓여야 한다는 것과 각 백필터의 탈진압력 유지 시간의 차이가 적어야 한다는 것이다. 이러한 두 가지 과제를 해결하기 위한 설계변수로는 blow pipe 와 노즐의 직경비, 그리고 노즐 끝단과 bag filter 상부 면까지의 거리, 그리고 탱크 압력 등이 있다. 이 세 가지 설계변수를 적용하여 원활한 탈진 프로세스를 위한 최적의 pulse jet system을 설계하였다.

그림은 백필터의 설치위치로 총 유입유량이 250 lube, 백필터의 여과속도가 1.5m/min, 백필터 직경 156mm, 백필터 길이 3000mm 임을 고려할 때, 여과포의 개수는 116개로 결정하였고 백사이 간격은 재부착 가능성을 줄이기 위해 최소 62.4mm, 최대 70mm가 되도록 설계하였다.



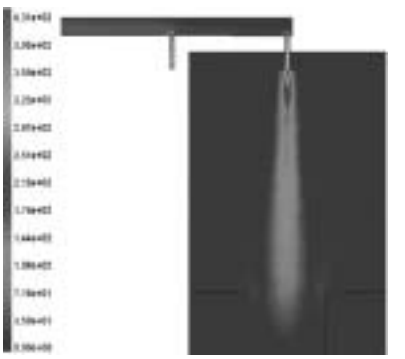
〈그림 5〉 백필터의 설치위치

〈그림 6〉 pulse jet 시스템 3차원 형상

최적 성능의 pulse jet 시스템을 개발하기 위해 그림과 같은 모델링으로 수치계산을 수행하였다. 노즐 10개가 부착된 경우이며, 좌측 끝단에서 5kgf/cm²의 전압력을 주었다. 압축성 유체의 계산을 위해 이상기체 방정식을 택하였고, 발생하는 난류영역의 계산을 위해 k-ε 난류모델을 택하였다. 다이아프램 밸브가 열리면서 압축공기가 전파되는 전형적인 비정상상태 유동형태이므로 비정상상태 계산을 수행하였으며, 타임스텝을 2.5ms 간격으로 주었다. 분사 지속시간을 100ms로 두었으며, 100ms이후에는 입구에 벽면조건을 부여하여 추가 계산을 시행하였다.

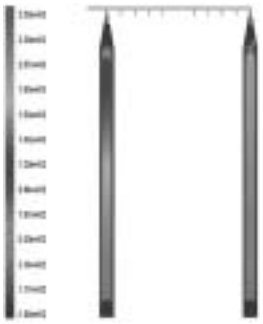
[그림 7]은 노즐에서 분사되는 속도분포를 보여준다. 노즐 끝단에서 가장 큰 속도를 보이고 있으며, 약 10도 정도의 분사각을 이루며 백필터 내로 유입되는 모습을 볼 수 있다. 현 조건하에서는 분사각이 더 커져서 백필터를 빗겨갈 가능성은 없는 것으로 나타났다.

[그림 8]은 100ms 시점에서 백필터에 채워지는 압력분포 그림으로, 압축탱크에서 가장 멀리 떨어



〈그림 7〉 노즐에서 분사되는 속도분포

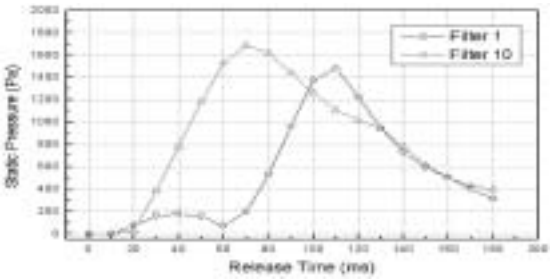
져 있는 10번 백필터에서는 압력이 비교적 고르게 채워져 있지만, 1번 백필터에서는 하단부와 상단부의 차가 크게 나고 있다. 이것은 1번 백필터에 압력이 채워지기 시작하는 시점이 10번 보다 상당히 늦



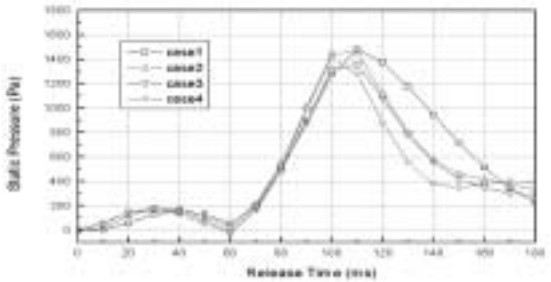
〈그림 8〉 100ms 시점에서 백필터에 채워지는 압력분포

어지기 때문이며, 백필터 내에 압력이 채워지는 과정에 있음을 보여준다. 10번 백필터는 압력이 모두 채워지는 정상화 시점을 지나 전체적으로 압력이 낮아지는 과정에 있는 것으로 보인다.

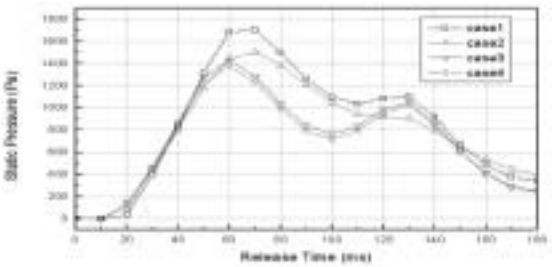
[그림 9]은 blow pipe 직경 36.2mm, 노즐직경 9.1mm, 노즐길이 60mm, 노즐과 백필터 사이의 거리 400mm, 압축공기 5kgf/cm^2 등을 적용했을 때, 백필터에 채워지는 정압력 분포 그래프로 압축탱크에서 가장 멀리 떨어진 10번에서부터 압력이 급증하기 시작하고 가장 가까운 1번 노즐에서 분사가 시작되어 백필터에 압력이 차는 시점은 약 70ms부터 임을 알 수 있다. 이 시점은 노즐과 blow pipe의 직경과 직경비에 따라 달라지며, 80ms이후로 늦어질 경우 압축탱크에 근접한 노즐과 백필터들의 탈진성능이 크게 떨어지는 것으로 나타난다. 또한 1번 백필터와 10번 백필터의 최고압이 비슷해 지도록 설계하는 것이 필요하다. 현 설계에 있어서 1번 백필터의 최고압은



〈그림 9〉 백필터에 채워지는 정압력 분포 그래프



〈그림 10〉 1번 백필터의 정압력



〈그림 11〉 10번 백필터의 정압력

약 1500 Pa이고, 10번 노즐의 최고압은 약 1700 Pa로써 약 11%의 차이를 나타내므로 최적화된 결과로 판단할 수 있다.

[그림 10]와 [그림 11]은 노즐과 백필터 사이의 거리에 따른 백필터 내 정압력 분포를 보여준다. [그림 10]가 1번 백필터의 정압력이고, [그림 11]이 10번 백필터의 정압력이다. case1이 현재 설계된 거리 400mm 경우이다.

[그림 10]을 통해 볼 때 노즐과 백필터 간의 거리를 400mm로 늘이면 같은 탱크의 유입압력으로도 약 24% 정도의 탈진압 상승효과를 얻을 수 있었다. 또한 [그림 10]에서 보듯이 1번 백필터의 탈진압 유지시간을 20ms 이상 연장할 수 있었다. 이로써 노즐로부터의 분사유량 외에 필터 내로 유입되는 유도유량을 극대화하였고, 또한 탈진을 위한 탱크의 체적을 최소화 할 수 있게 되었다.

※ 용량산출

송풍량 (CMM)	250
후드 압력강하 (mmAq)	14
덕트 압력강하 (mmAq)	65
총 압력강하 (mmAq)	289
Driving Power (HP)	2.11

(3)전산유체역학 시뮬레이션 후드설계기법 개발

구리용해로 시설에서 발생되는 분진을 효과적으로

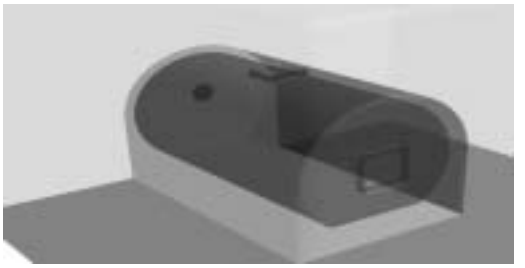
핵심기술내용

작업환경내에서는 물류의 이동, 온도의 변화특성 등의 여러 가지 변수로 인하여 후드 설계시에는 이들 변수들을 최대한 감안한 후드의 설계가 바람직하다. 특히 고열기류 및 이동이 심한 기류일 경우에는 기류의 변화추이를 예측하여 적용하여야 하나 계산적인 방법으로는 여러 가지 상황을 고려하기엔 무리가 감으로 가상 시뮬레이션을 통하여 최적의 시스템으로 설계하는 방안을 전산유체역학을 활용하여 개발 적용함

제거하기 위한 후드설계에 있어서 배출되는 연소가스의 유량비를 전산 수치모사를 활용하여 예측하고 거기에 따른 최적의 후드형상을 설계하는 방법을 개발적용하였다.

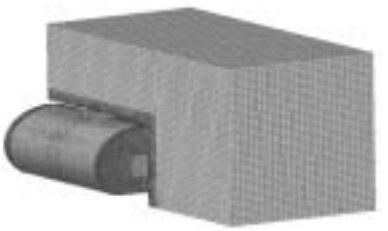
■ 노 내부 연소가스의 배출현산 시뮬레이션

후드 설계에 있어서 선행되어야 할 연구는 용해로를 통해 발생되는 연소가스 및 분진의 유량이다. 용해로에 분사되는 벙커C유의 양은 250(l/min)이며, 이를 통해 발생되는 연소가스량은 0℃에서 54 lube이다. 이 가스량은 운용 온도에 따라 결정되는 온도비에 의해 변화하게 된다. 내부 온도가 1200℃임을 감안할 때 연소가스량은 269.7 lube로 추정된다. (주)태우금속에서 운용하고 있는 반사로 2기에 대한 분진제어시스템의 총 처리용량은 400 lube이며, 이중 1기에 대해 일체형 DUO-DEDUSTER를 설치하게 되는데 여기에 설정된 처리용량이 250 lube이다. 따라서 후드 설계 관련 기초연구로 반사로 내에서 250 lube의 연소가스가 발생한다는 가정하에 연소가스 배출 현상을 우선적으로 모사해 보았다.



〈그림 12〉 구리용해로 형상도

[그림 12]는 연소가스 배출유량 테스트에 사용된 반사로 형상이다. 후방에 분사노즐이 보이고, 상부 배출구와 전면부 장입구 형상이 보인다.



〈그림 13〉 구리용해로 시뮬레이션 계산격자

[그림 13]은 구리용해로 시뮬레이션 계산격자를 보여준다. 노 내부 분사구 근처와 노 외부 근처에 사면체 격자를 사용하였고, 나머지 영역에 육면체 격자를 사용하여 격자수를 줄이면서도 정확한 계산을 시도하였다. 대칭 조건을 적용하여 symmetry plane을 설정하였고, 입구에서 250 lube에 해당하는 속도조건과 1200℃의 온도조건을 부여하였다. 노 내부의 난류발생을 예상하여 k-ε난류모델을 적용하였고, 밀도는 이상기체 방정식을 통해 계산되도록 하였다. 외부 전 영역은 대기압 조건을 설정해 주었다. 전체 격자수는 약 10만셀 이다.

분사각도는 3가지 경우를 적용했다. 노의 중심축을 기준으로 각각 30도, 45도, 60도 하부방향으로 분사되는 경우를 계산적용하였다.

[그림 14]과 [그림 15]는 중심축을 기준으로 30도

〈그림 14〉 30도 하향 분사시 속도분포

〈그림 15〉 30도 하향 분사시 온도분포

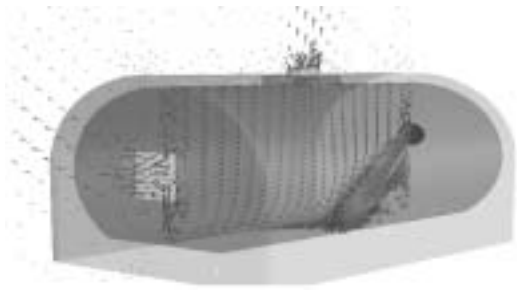
하향 분사의 경우로 계산된 결과로써 속도(m/s) 분포와 온도(K) 분포를 보여준다. 분사각이 작은 경우 분사된 유동이 하부에 부딪혀 반사되면서 다시 상승하고 일부는 장입구를 통해 배출되며 나머지는 상부를 통해 배출되는 모습을 보여준다. 상부로 배출되는 유동이 우측으로 치우치는 현상을 볼 수 있다.

[그림 16]과 [그림 17]은 중심축을 기준으로 60도 하향분사시 속도 분포와 온도 분포를 보여준다. 분사각이 60도인 경우에는 장입구를 통해 배출되는 유동이 축방향 모멘텀의 약화로 뻗어나가지 못하고 상부로 곧바로 상승하는 모습을 보여주고 있다.

〈그림 16〉 60도 하향분사시 속도분포

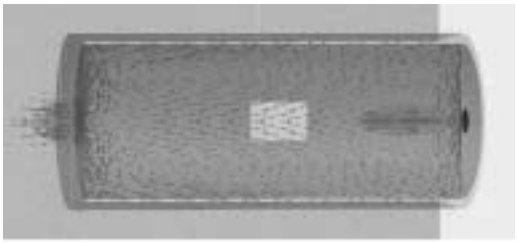
〈그림 17〉 60도 하향분사시 온도분포

[그림 18]는 45도 하향 분사시 노 내부의 유동패턴을 보여준다. 바닥에 부딪힌 유동이 장입구면에 또 한번 부딪히면서 와류를 형성하고 있고 배출되지 않은 유동은 중심부로 향하고 있다.



〈그림 18〉 45도 하향 분사시 노 내부의 세로단면 유동패턴

또한 [그림 19]는 중심축 높이의 단면에서의 유동패턴을 보여 준다. 장입구를 통해 배출되지 못한 유동이 중심부로 향하고 양쪽에 큰 와류를 형성하는 모습을 보여준다. 위에 언급한 와류들이 노내부에 형성되면서 연소시 발생하는 열을 노 전체에 걸쳐 균일하게 분포시켜주는 것으로 판단된다.



〈그림 19〉 45도 하향 분사시 노 내부의 가로단면 유동패턴

앞서 제시한 경우에 대해서 장입구와 상부 출구를 통한 배출 유량비는 다음 표와 같이 나타난다.

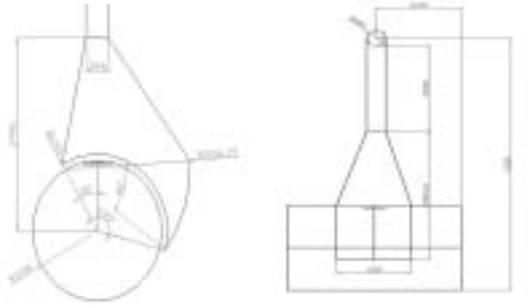
〈표 1〉 분사 각도에 따른 배출 유량 분배

분사각도	상부 배출유량 (kg/s)	장입구 배출유량 (kg/s)	상부 : 장입구 유량비
30도	0.2175	0.2417	0.8998 : 1
45도	0.1815	0.1851	0.9803 : 1
60도	0.1442	0.1144	1.2607 : 1

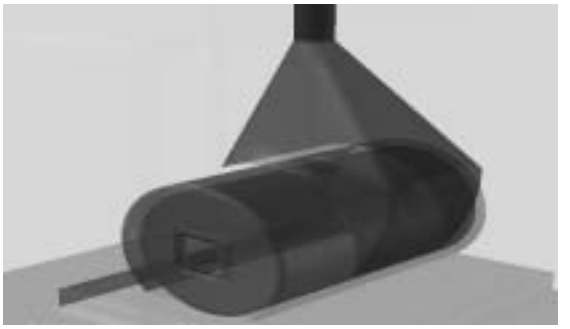
배출 유량비의 평균치를 볼 때 상부와 장입구의 배출유량이 약 1:1로 균등함을 볼 수 있다. 45도 경우에 나타나는 유동패턴이 실제현상과 비슷한 것을 고려해 볼 때 실제 배출 유량비가 45도 경우에 나타나는 유량비인 1:1 정도가 될 것으로 예측된다. 이에 따라 상부 배출구와 장입구 배출구에 설치되는 각 덕트의 흡입유량을 총 흡입유량의 50%인 125 lube로 동일하게 설정했다. 덕트 내 이송속도는 통상적으로 사용되는 18m/s로 정하였으며, 이에 따라 125 lube에 적용되는 원형 덕트 직경은 384mm이다.

■ CFD응용 국소배기시설 주후드(main hood) 설계

앞서 계산한 노 내부의 유동조건을 적용하여 결정된 덕트 상부에서는 125 lube의 유량으로 산정된 사이즈를 적용하여 후드를 설계하였다. 설계는 반사로가 90도 회전시 상부 출구의 회전영역을 포위할 수 있도록 하되 최대한 압축하게 하였다. 설계된 도면은 [그림 20]과 같다.

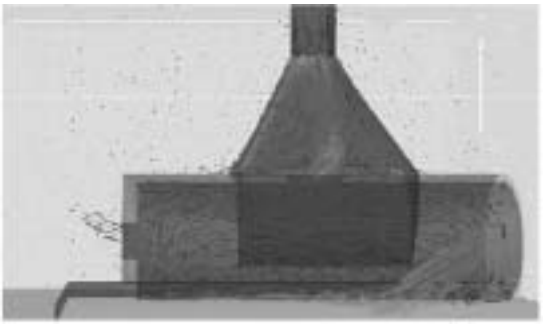


〈그림 20〉 후드 설계도



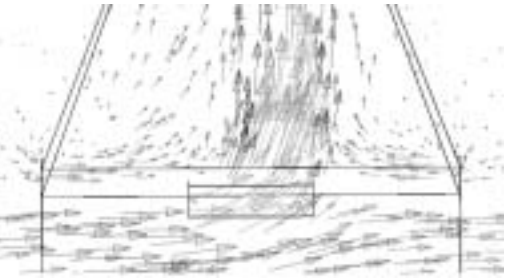
〈그림 21〉 도면의 3차원형상

[그림 22]은 계산 결과, 후드 주변에 나타나는 유동패턴을 보여준다. 노 상부 출구로 배출되는 유동의 대부분이 후드를 거쳐 덕트로 빠져나가고 있다. 후드와 노 사이의 100mm 틈에서 외부 공기가 유입되어 들어오는 모습을 볼 수 있다.

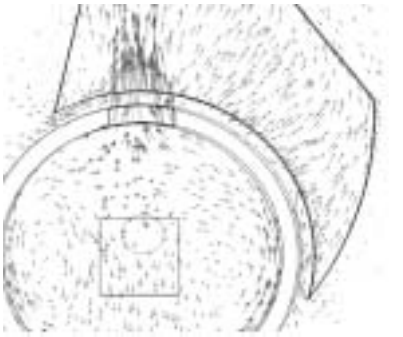


〈그림 22〉 후드 주변의 기류 유동패턴

[그림 23]와 [그림 24]는 main hood와 노 사이의 100mm 갭을 확대해서 속도벡터를 표현한 그림이다. 보는 바와 같이 외부 유동이 hood 내부로 유입되어 들어오는 것을 확인할 수 있다.



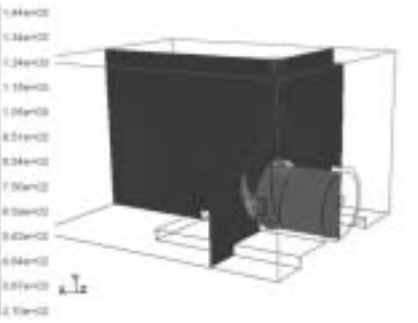
〈그림 23〉 후드와 용해로사이의 기류유동 패턴(정면도)



〈그림 24〉 후드와 용해로사이의 기류유동 패턴(측면도)

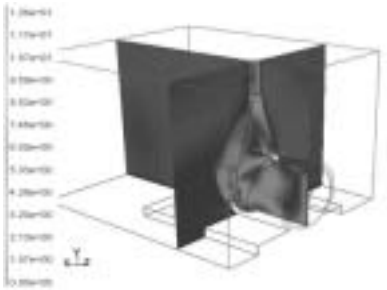
■ 이탈된 잔여가스 제어후드 추가설계

[그림 25]은 용해로가 90도 회전했을 때 측면으로 이동한 상부출구로 배출되는 잔여가스의 속도분포(m/s)를 보여준다. 측면에 위치한 배출구로 노 내부의 잔여가스가 빠져나가는 모습을 볼 수 있다.



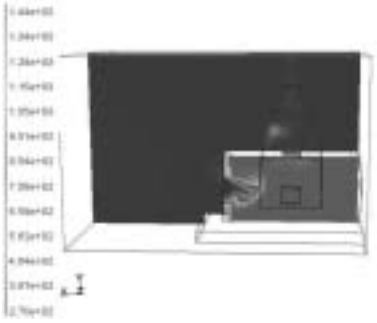
〈그림 25〉 용해로 90도 회전시 배출되는 잔여가스의 속도분포(m/s)

[그림 26]은 용해로가 90도 회전했을 때 측면으로 이동한 상부출구로 배출되는 잔여가스의 온도분포(K)를 보여준다. 측면에 위치한 배출구로 노 내부의 잔여가스가 빠져나가는 모습을 더 확실히 볼 수 있다.



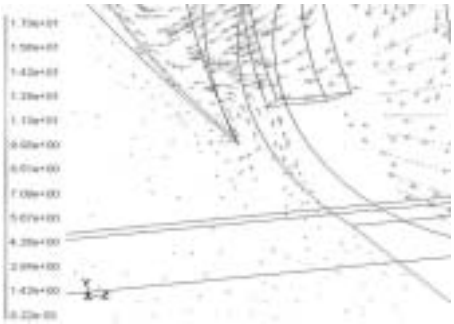
〈그림 26〉 용해로 90도 회전시 배출되는 잔여가스의 온도분포

[그림 27]은 용해로가 90도 회전했을 때 장입구를 통해 외부 공기가 유입되는 유동을 보여주는 온도분포(K) 그림이다. 이는 노 내부에서 더 이상의 가스발생이 없는 상황에서 main 덕트의 흡입력으로 인한 현상이다.



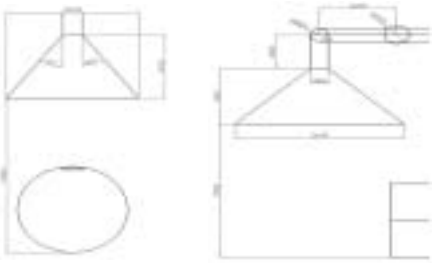
〈그림 27〉 용해로 90도 회전시 장입구면을 통한 외부공기의 유동패턴

[그림 28]는 용해로가 90도 회전했을 때, main hood와 노 사이의 100mm 갭을 확대해서 속도벡터(m/s)를 표현한 그림이다. 보는 바와 같이 외부 유동이 hood 내부로 유입되어 들어오는 것을 확인할 수 있다.



〈그림 28〉 용해로 90도 회전시 주후드와 용해로사이에서의 유동패턴

[그림 29]은 보조 hood 관련 도면이다. hood의 설치높이는 장입구 전방에서의 작업공간 확보문제로 3.9m로 설계하였다. hood의 가로 세로 길이는 각각 3.6m와 2.6m로 하였다.



〈그림 29〉 보조후드 설계도면

〈그림 30〉 보조후드의 3차원 형상

[그림 30]은 위에서 설계한 도면의 3차원 계산영역이다. 앞서 계산한 노 내부의 유동조건을 그대로 적용하여 계산을 수행하였다. 덕트 상부에서는 125 lube의 유량, 즉 18m/s로 흡인하는 속도 조건을 주었다.

[그림 31]는 속도분포(m/s)를 보여준다. 장입구를 통해 배출되는 연소가스가 전방으로 뻗쳐 나오다가 가스온도에 의한 부력으로 상승하고 있다. 상승한 유동은 hood에 의해 모아진 후 덕트로 빠져나간다. 덕트의 위치가 상승하는 유동의 중심에 위치하도록 하여 효과적으로 흡인하게 하였다.

〈그림 31〉 보조후드의 속도분포

[그림 32]은 온도분포(K)를 보여준다. 장입구를 통해 배출되는 연소가스가 전방으로 뻗어 나오면서 외부 공기에 노출되면서 1200℃의 초기온도가 크게 낮아지는 모습을 보여주고 있다.

〈그림 32〉 보조후드의 온도분포

[그림 33]는 hood 내 온도분포를 확대해서 그려본 것이다. duct로 흡인되는 유동의 온도가 약 380K까지 떨어지는 것으로 나타난다.

〈그림 33〉 hood 내 온도분포를 확대

〈그림 34〉 보조 덕트를 통해 빠져나가는 유동의 속도벡터

[그림 34]는 보조 덕트를 통해 빠져나가는 유동의 속도벡터 그림이다. 속도크기가 상승유동의 코아를 중심으로 상당히 크게 형성되고 있으며, 주변 공기가 유도되어 합류하는 모습을 볼 수 있다.

〈그림 35〉 정면에서 확대해서 바라본 속도벡터

[그림 35]은 정면에서 확대해서 바라본 속도벡터 크기를 보여준다. hood 주변에서 상승유동 주위의 공기가 큰 와류를 형성하면서 합류하는 모습을 보이고 있다. 주변 공기의 덕트로의 유입은 연소가스의 온도를 낮춰주고 분진의 농도를 낮춰줌

7. 개선효과

가. 작업환경개선 측면

공 정	유해요인	개 선 전	개 선 후	비 고
용해	구리흄	1.99㎎/㎥	0.03㎎/㎥	노출기준미만

- 용해로 국소배기후드 및 공기정화장치 개선으로 노출기준초과공정이 노출기준미만으로 쾌적한 작업환경 조성.

나. 유체역학시뮬레이션 응용효과

- 산업환경내 국소배기후드 설계시 여러 가지 변화되는 주변환경을 가상된 CASE별로 시뮬레이션하여 최적시스템을 설계함으로서 설계시간 절감, 개발비용절감 및 설계의 효율성 확보
- 전체환기시스템 설계,도장부스 설계등 국소배기분야의 여러분야에서 응용 가능

다. 일체형 공기정화장치 개발효과

- 각종 공기정화장치를 일체형(스크러버+활성탄, 사이클론+백필터등)으로 개발 적용함으로써 다층공장 및 아파트형공장등에 설치 가능 및 설치공간 절감 효과

라. 경제적 효과 측면(7,200,000원/년)

(1) 설치공간 절감

기존 분리형공기정화장치 설치면적	일체형공기정화장치 설치면적	토지이용절감효과(원/년)
30x5=150㎡	12x5=60㎡	4,800,000원/년

(2) 유지관리비 절감

기존 분리형공기정화장치 유지비(원/년)	일체형공기정화장치 유지비(년/월)	절감효과(원/년)
72,000,000	4,800,000	2,400,000원/년

8. 향후 추진계획

(1) 유사공정 보유사업장 실태조사 및 개발기법 전파 보급 확대
(2) 유체역학 시뮬레이션 후드설계기법 산업환기시설업체에 적극 보급
(3) 안산지도원과 합동으로 개발기법 홍보 세미나 개최
(4) 기술개발기법 기술자료 개발·보급
(5) 혼합물 제어 일체형 공기정화장치(스크러버+활성탄) 종류별 모델 개발

어린이 안전, 한순간도 방심해선 안돼

보호자의 주의 소홀로 인한 교통사고

1. 사고개요

유치원 수업이 끝난 후 교사는 유아들을 학교 앞 횡단보도까지 나가서 귀가 지도를 하였다.

한 여자 어린이의 고모가 오셔서 길을 건너는 아이들은 그 고모와 함께 귀가하게 되었다.

집에 가던 중 고모는 길에서 친구를 만나게 되었는데 그 친구와 고모가 얘기를 하며 서있는 동안 여자 어린이는 고모의 손을 놓고 찻길을 가로질러다니며 장난을 하고 있었지만 찻길을 등지고 있던 고모는 아무런 제지도 하지 않았다.

그러던 중 지나가는 차에 여자 어린이가 치여 왼쪽 발등을 다치는 사고를 당해 급히 병원으로 옮겨 약 한 달간의 치료를 받은 후 회복할 수 있었다.

2. 사고원인

- ○ 보호자가 유아에 대한 적극적인 보호를 하지 못함
- ○ 유아의 안전지식 부족
- ○ 주택단지 내에서의 차량운행 시 주의가 부족함

3. 교훈 및 대책

- ○ 유아를 동반하고 있을 시에는 항상 유아에 대한 주의를 소홀히 하지 말아야 하며 유아를 안전한 곳에 데려다 놓을 수 있도록 해야 함
- ○ 찻길에서의 안전수칙에 대한 철저한 교육이 이루어지도록 해야 함
- ○ 주택단지 내에서 차량을 운전할 때에는 운전자 스스로 저속으로 안전하게 운행할 수 있는 운전습관을 가질 수 있도록 함

책상 위에서 놀다 떨어져 책상 밑에 깔린 손가락 잘려

1. 사고개요

유아원 보조교사 재직시 본인은 아이들 귀가지도를 했고 정교사 선생님은 저축담당관계로 아이들 저금을 걷어 우체국에 있었다.

원아들은 1호, 2호, 3호 차를 순서대로 기다리고 있었는데 이상희(6세)라는 여자아이가 책상 위에서 놀다가 떨어졌다.

책상과 함께 떨어진 아이는 오른손 3번째 손가락이 책상 밑에 깔려 잘렸다.

원장님과 선생님께 사실을 알리고 병원에 갔다.

청소를 하던 본인은 바닥에서 어린이의 손가락을 발견해 긴급하게 연락을 취함으로써 손가락 봉합수술을 할 수 있었다.

하지만 그 뒤 사고를 당한 아이는 유아원을 그만 두었다.

2. 사고원인

○ 아이들 관리 소홀
○ 불안전한 책상다리
○ 책상에 올라가면 안된다는 기본습관 소홀
○ 장난스런 행동

3. 교훈 및 대책

○ 일어날 수 있는 사고에 대해 토론 및 이야기
○ 시설점검
○ 기본생활 습관 지도
○ 교사의 관리지도

부모 외출중 어린이가 전기코드 뽑다가 감전

1. 사고개요

초등학교 병설 유치원 원아의 사고사례이다.

원아의 가정에서 전기로 인한 감전사고로 원아가 입원하였다.

초등학교에서 에너지 절약 시범학교로 지정되어 에너지 절약에 대한 교육이 이루어졌고 가정과도 연계되어 에너지 사용 후 꼭 코드를 뽑아 놓는 것이 생활화되어 항상 TV를 본 후 코드를 뽑아 놓았다고 한다.

그 날은 부모님이 외출하시고 오빠와 TV를 시청하고 난 후 원아가 코드를 뽑는 순간 감전이 되어 손에서 연기가 나고 아이의 상태가 좋지 않아 보이자 겁이 난 오빠는 물을 손에 부었습니다.

그 순간 삼촌이 오셔서 보시고 차단기를 내리고 119에 신고하여 아이가 병원으로 옮겨졌고 다행히도 손가락 외에는 이상이 없고 지금까지 4~5차례 손가락 수술을 하였으나 아직까지도 여러 번 더 해야 한다고 한다.

2. 사고원인

○ 평상시 부모님의 전기기구에 대한 안전점검이 없었고
○ 벗겨진 TV줄을 수리해 놓지 못했다.

3. 교훈 및 대책

○ 부모의 관리지도
○ 안전점검을 꼭 해야 하며
○ 고장난 것은 그때 그때 수리를 해야 함

요리활동 중 물기 있는 재료를 기름에 넣어 일어난 사고

1. 사고개요

유치원 교육과정 중 음식단원에서 요리실습을 하여 어린이들이 다양한 요리를 만들어 보고 시식해 보고자 어머님들과 함께 의논하여 요리활동을 하는 과정이 있었다. 시작한 지 얼마 안되어 떡꼬치를 요리하는 조에서 "펙"하고 기름 튀는 소리와 함께 비명소리가 들려 뛰어가 보니 어머니 얼굴에 기름이 튀어 있었다.

병원에서 치료를 했는데 다행히 큰 화상은 아니어서 치료가 잘 되었다.

2. 사고원인

재료준비를 해 주시는 어머님께서 떡이 빨리 익으라고 삶아 오신 것을(물기가 있었음) 기름에 넣어 바로 튀김으로써 튀게 되었음

3. 교훈 및 대책

○ 사전에 보조교사를 하는 어머님과 충분한 협의가 이루어지지 않았음
○ 보조교사 어머님들께 안전교육에 대한 지도가 부족했음
○ 요리선정이 적합하지 않았음

친구가 밀어 2층 난간에서 떨어졌던 어린이 추락사고

1. 사고개요

초등학교에서 일어났던 어린이 추락사고다.
학교 건물내 2층과 1층을 연결하는 중앙계단 2층 난간에서 1교시 수업 후 쉬는 시간에 친구와 장난을 치며 놀던 3학년 어린이가 친구의 과격한 장난에 밀려 2층 난간 너머로 떨어져 1층 계단 밑으로 떨어지는 추락사고가 발생했다.
당시 사고학생은 담임교사와 보건교사의 응급조치와 신속한 병원 후송으로 다행히 목뼈가 삐는 정도의 사고로 그쳤다.

2. 사고원인

○ 난간의 높이가 어린이의 키보다 많이 낮았음
○ 쉬는 시간중 안전생활지도가 부족하였음

3. 교훈 및 대책

○ 2층 난간의 높이를 높여야 함
○ 학교·실내 생활지도 및 안전교육 강화

내리막 길에서 자전거 타다 브레이크 고장으로 사고발생

1. 사고개요

아파트 단지내 내리막길에서 자전거를 타다가 자동차를 발견하고 자전거의 속력을 줄이며 자동차를 피하려 하였으나 자전거 브레이크가 작동하지 않았다. 자동차 운전자 또한 갑자기 나타난 자전거를 미처 피하지 못하여 자동차와 자전거가 부딪쳐 자전거를 타던 어린이의 다리가 부러지는 사고였다.

2. 사고원인

○ 자전거에 대한 안전점검 상태가 미비하였다.
○ 자전거를 타는 장소가 적절하지 않았다.
○ 아파트 단지내 자동차 운행에 대한 운전자의 안전의식이 부족하였다.

3. 교훈 및 대책

○ 안전점검을 실시한 후 자전거를 타야 한다.
○ 안전하게 자전거를 탈 수 있는 장소에서 타야 한다.
○ 아파트 단지와 같이 사람들의 통행이 빈번한 곳에서 자동차는 서행해야 한다

비가 온 다음날 놀이기구에서 미끄러지며 떨어져

1. 사고개요

초등학교 운동장에 설치되어 있는 철봉에 매달리기를 하던 만 5세의 남자유아가 손이 미끄러지면서 떨어졌다.

실외놀이시간이라 현장에 있던 교사가 떨어지는 유아를 받으려고 했으나 떨어지는 속도를 감당하기에 역부족이었다.

유아가 떨어진 후 스스로 일어서려고 땅을 짚었으나 팔 모양이 변하면서 심한 통증을 호소했다

운동장에서 작업중이던 교감선생님이 능숙한 솜씨로 부목을 대어 응급처치 후 병원으로 후송, 의사의 진단결과 팔관절 골절상태이며 성장판에 이상이 있어 팔의 성장이 정상이 되지 않을 수도 있다는 것이다. 수술 후 학교안전공제회의 수술비를 지원받아 처리했다.

2. 사고원인

○ 실외놀이를 하던 전날 비가 와서 실외놀이 기구의 페인트가 물을 흡수한 상태라 미끄러웠음
○ 유치원 전용 놀이장이 없어 유아의 신체발달 수준에 적합하지 않은 놀이기구를 이용했다
○ 철봉대 밑에 모래가 깔려 있지 않았음

3. 교훈 및 대책

○ 우기나 비가 온 다음날의 실외놀이는 날씨와 놀이기구의 건조상태를 고려, 확인 후 실외놀이 실시
○ 유아의 신체발달 수준에 적합한 놀이기구 비치
○ 초등학교의 철봉대 밑에 모래를 깔았음

과밀학급에서의 안전사고

1. 사고개요

유치원 교실에서 일어났던 작은 사고이다.

남자 21명, 여자 15명 등 총 36명(만 5세)으로 구성된, 교사 1인당 학생수가 비교적 많은 학급이다.

실내 화장실이 있고 화장실내에 신발장을 놓을 공간이 마땅치 않아 출입문 옆에 화장실 신발장을 놓았다. 그런데 교실에서 잘 뛰고 활동량이 많은 남자아이가 출입문을 통해 밖으로 뛰어 나가려다 3단 짜리 신발장 모서리에 걸려 넘어지면서 옆구리 부분이 심하게 벗겨지고 다친 적이 있다.

2. 사고원인

○ 불안전했던 상태로는 장판을 깔아 미끄러웠던 바닥상태와, 모서리가 각지고 날카로웠던 신발장, 그리고 신발장이 놓여있던 장소의 부적절성(아이들의 출입이 빈번한 입구 쪽은 부딪힐 위험이 높음)을 들 수 있다.
○ 불안전한 행동은 그 아이가 실내에서는 뛰지 말고 걸어다녀야 한다는 선생님 말씀(규칙)을 듣지 않았던 것이다.

3. 교훈 및 대책

○ 아이들에게 그 아이의 사고를 이야기해주면서 교실에서는 왜 절대로 뛰어서는 안되는지 그 위험성에 대해 다시한번 이야기 해주었고 (장판을 깔더라도 너무 표면이 미끄럽지 않은 것으로 해야 한다는 생각을 했다.)
○ 신발장(목재)의 모서리를 대패로 깍고 사포로 문질러서 부드럽게 했으며
○ 신발장을 입구쪽이 아닌 반대편쪽(화장실 입구 오른쪽), 통행에 방해가 되지 않는 쪽으로 옮겨 놓았다

※ 한 학급당 학생수가 교사 1인이 감당하기 벅찰 정도로 많은 상황이 개선된다면 교실에서의 사고발생률이 줄어들 것이다.

농업인의 손상 및 직업병 실태와 산재예방

1. 서론

농업은 광업, 건설업, 조선업과 함께 가장 위험한 산업 가운데 하나이다. 농업인은 사고로 인한 각종 손상과 농약중독을 비롯한 직업성 호흡기질환, 피부질환, 화학물질 사용과 태양광선 노출 등으로 인한 각종 암, 소음성 난청, 근골격계 질환 등으로 고통을 겪고 있다. 또한 가족들과 함께 일하고 농가에서 함께 생활하기 때문에 가족들도 동일한 위험에 노출되어 고통을 받는 거의 유일한 산업이다.

이러한 문제는 식량증산정책과 농업기계화정책으로 농기계의 보급률이 증가하고 농약, 비료, 전력 등의 사용량이 크게 늘면서 증가하였다. 게다가 10~20대들의 선택적 이농현상으로 농업인구가 고령화와 여성화되면서 더욱 심각한 상태로 되었다. 그러나 최근까지 농약과 일부 농업기계의 안전관리를 제외하고는 이렇다할 산재예방은 고려되지 않았다.

농업노동의 재해로 인하여 부상 또는 사망하거나 질병에 걸린 농업인을 보호하기 위하여 1991년에 5인 이상 근로자를 고용하는 농업, 임업, 어업, 수렵업에 대한 산재보험 적용범위를 확대하였다. 산업안전보건법도 적용범위를 모든 산업으로 확대하였으나, 기존의 산업안전보건법은 광업, 제조업, 건설

업 등을 위주로 법을 만들고 정책을 집행하였기 때문에 농업과 농업인 그리고 농촌사회에 적용하는 데에는 검토할 것들이 많다. 기존에 제조업 위주의 산업안전보건제도를 농업과 농업인 및 농촌사회의 특성과 농업의 발전방향에 맞도록 새롭게 정립할 필요가 있다. 또한 농업인의 손상과 직업병 실태를 제기하여 농업안전보건에 대한 국민적 공감대를 형성할 필요가 있다. 국민적 힘이 모아질 때에 우리 모두의 고향인 농촌이 잘사는 곳으로 누구나 살고 싶어 하는 곳이 될 수 있다.

2. 농업의 산재예방사업 대상

현행 산업안전보건정책은 제조업, 광업, 건설업 위주로 추진되고 있고, 고용관계하의 근로자에 대한 건강보호를 목적으로 하고 있다. 그러나 농업은 대부분 가족 단위로 농축산물 생산활동이 이루고 있어 산업안전보건법의 적용 대상이 되는 사업체는 많지 않다. 따라서 앞으로 농업의 산재예방사업을 현행 산업안전보건법 체제로 시행하는 데에는 대부분의 농업인이 그 대상에서 제외될 수 밖에 없다는 것이 가장 큰 문제일 것이다.

2001년 현재 농가인구는 약 390만이며, 취업인구는 약 215만이다. 그런데 농업으로 산재보험에 가입한 사업체수는 1,839개소로 근로자수는 24,312명에 불과하다. 한편 2001년도 통계청의 농업법인사업체 현황을 보면 정상운영중인 것이 3,507개 업체였고, 농업법인의 종사자수는 총 28,849명이었으며, 상근종사자는 17,820명으로 61.8%이었다. 종사자수 규모별로는 상근종사자 5인 미만의 영세 사업체가 1,806개(57.4%)로 전체의 절반이상을 차지하였으며, 50인 이상의 사업체는 22개(0.7%)에 불과하였다.

우리나라는 1960년대에 들어서면서 동력농업기계가 보급되기 시작하여 2001년 현재 총 농업기계 보유대수는 4,199천대로 농가당 3.2대꼴로 보유하게 되었다. 〈표 1〉 주요 농기계의 보유현황이다.

〈표 1〉 농업기계 보유현황

연도	경운기	트랙터	콤바인	이앙기	관리기
1992	768,371	64,159	61,240	185,172	106,715
1995	868,870	100,412	72,268	248,009	239,496
2000	939,219	191,631	86,982	341,978	378,814
2001	922,709	201,089	87,805	342,648	379,922

농기계화연구소에서는 매 5년마다 농기계 사고실태를 조사 보고한 자료로 가장 최근인 1997년도에 보고한 자료에 의하면 경운기는 매년 100대당 3.32회, 트랙터는 3.25회 사고를 경험하였다(표 2)

〈표 2〉 연간 사고발생빈도(회/100대)

경운기	트랙터	콤바인	SS기	휴대용 예취기
3.32	3.25	3.11	0.35	0.62

출처 : 농업기계화 연구소, 1997

농약은 매년 그 종류와 생산량 및 소비량이 증가하고 있으며 1985년에는 전 세계적으로 60억 파운드 이상의 농약이 살포되었다. 또한 최근에는 독성이 강한 인공 합성 유기물 농약이 많이 사용되고 있어 농약의 부작용이 심각한 사회 문제로 대두되고 있다. 2000년도에 공장출하량은 총 26,087톤으로 단위면적당 사용량은 ha 당 12.4kg이었다(표 3). 과수는 1년간 약 16회 정도, 벼는 12회 정도 농약을 살포하고 있다.

〈표 3〉 농약소비량과 사용량(단위 : 톤)

연도	소비량(공장출하량 기준)					㏊당 사용량 (kg)
	계	수도용	원예용	제초제	기타	
1991	27,476	9,254	9,719	5,631	2,872	11.7
1997	24,814	6,526	9,967	6,043	2,278	11.8
2000	26,087	6,292	11,301	5,822	2,627	12.4

축사와 농산물 저장소는 특별한 작업환경관리가 필요한 시설들이다. 다양한 농업환경에서 농업인은 건강에 유해한 영향을 미칠 수 있는 화학물질, 유기분진, 내독소(endotoxin)등 여러 가지 유해인자에 노출되어 농약 급성중독 및 기타 만성적 영향, 호흡기계 질환, 유기분진 독성 증후군, 농부폐증, 진균중독증, 피부염 등에 이환되기도 한다. 또한 혈액암과 뇌, 입술, 위, 전립선암의 발생위험이 증가한다.

3. 농업인의 손상과 직업병 실태

농업인의 산재예방사업을 시행하기 위해서는 손상과 직업병 실태에 대한 정보가 필요하다. 여기서는 우선 그동안 국내에서 조사 보고된 자료를 정리하였다.

1) 농업인의 손상

농업인의 직업과 관련된 건강문제 중에서 사고가 가장 중요하다. 농업인구의 급격한 감소와 고령화로 인하여 점차 농기계가 많이 사용되고 있으며, 이로 인한 사고 건수도 증가하고 있다.

농기계 사고는 경운기를 중심으로 하는 도로주행용 농기계의 운반작업사고가 가장 많았으며, 기계 자체의 안전장치 부족의 문제점도 크게 부각되고 있었다. 그러나 대부분의 사고원인은 운전부주의와 실수 등의 인적요인(경운기의 경우 43.6%)으로 파악하고 있다.

농기계사고의 인적 피해정도는 대부분이 경노동장해(경운기 48.3%, 트랙터 15.6%, 콤바인 61.8%)이지만 중노동장해와 노동 불능의 경우도 적지 않다.

기타의 농작업 사고도 적지 않으나 조사하는 데 한계가 있었으며 전체적으로 작업중의 사고경험자는 36%수준으로 높은 수준에 이르고 있다. 그러나 이를 위한 사전적 예방조처가 매우 미흡할 뿐만 아니라 잘 지켜지고 있지 못한 점을 지적할 수 있었다.

일부 농촌주민들에 대한 조사 자료를 보면 농기구-기계에 의한 사고 발생률이 남자는 1,000명당 83명, 여자는 1,000명당 65명이라는 보고도 있고, 1년간 남자는 6.52%, 여자는 0.03%가 사고를 경험하였다는 보고도 있다.

〈표 4〉 우리나라 상해공제 보상실적에 의한 기종별 재해발생 현황

연도	경운기	트랙터	콤바인	기타	계
1990	1,612	53	94	391	2,150
1994	2,996	231	208	605	4,040
1998	6,640	733	459	3,107	10,939

출처 : 한국농기계공업협동조합

한국농기계공업협동조합에서 운영하고 있는 농기계 공제 보상실적을 보면, 농업기계 안전사고가 매년 증가하고 있고, 1998년도에는 1만 건을 넘어서고 있다(표 4).

2001년도 농업 산재가입업체에서 발생한 총재해자수는 308명으로 천인률 12.67로 전체 평균의 1.65배나 된다. 사망도 11명 발생하였다.

농기계화연구소의 보고에 의하면 하루 중 농작업 사고 발생이 많은 시간대는 경운기와 트랙터는 14~16시 사이에 49~50% 발생하고, 콤바인은 오전 10시와 14~15시에 58.3% 발생하였다. 농업기계의 교통사고의 경우 기종별 사고분포율은 경운기 85.5%, 트랙터 13.2%, 기타 1.3%였고, 하루 중 교통사고 발생이 많은 시간대는 18~21시 사이에 43.6%가 발생하였다.

2) 직업병

농업인의 직업병 실태를 파악할 수 있는 공식적인 자료는 부족하다. 여기서는 그동안 국내에서 농업인의 건강문제를 연구한 학술논문과 사례발표를 한 자료들을 중심으로 농업인에게 보고된 직업병들을 정리하였다. 국내에서 농약중독, 호흡기질환, 감염병, 피부질환 등 다양한 직업병 발생이 보고되고 있다.

(1) 농약중독

농약은 농업 생산성을 높여 농산물 증산에 결정적인 역할을 하는 반면에 농약 중독과 같은 피해를 끼치기도 한다. 농약중독사고의 증가현상은 농약의 이용증가에 기인한다고 볼 수 있다. 농약중독사고에 관한 자료를 통해서 농약중독사망자 실태를 보면 연평균 약 1,300명 정도가 자살 또는 중독사망하고 있다. 농약에 의한 사망통계는 사망신고자료로 추정할 수 있는데 매년 1,200명에서 1,600명 정도의 사망자가 발생하며, 2000년에는 1,488명이 사망하였다. 대부분 자살 목적의 고의적 음용이 원인이다. 농약 중독의 경험률은 조사에 따라 20%에서 60%로 다양하다(표 5). 농업진흥청에 의하면 농약 살포 중

〈표 5〉 농약중독 경험조사

조사기관	조사년도	조사대상	조사방법	중독경험
서울대농업개발연구소	'82	203명	현지방문 설문조사	19%
서울대 보건대학원	'83~'85(누계)	465	〃	56.8
농촌경제연구원	'88	1,107	〃	43.9
한국소비자보호원	'89	510	〃	56.3
보건사회부	'90	1,032	면접조사	20.8
연세대 의대	'90	88(지원자)	임상조사*	14.8**
시민의 모임	'92	509	설문조사	56.3

* 혈액중 Cholinesterase 활성도 조사

** ChE 활성도가 50 % 이상 저하된 경증(經症)이상 중독군(13명)

사망하는 경우도 1996년도 3명, 1997년도 4명이 발생하여 농약살포중 중독사망자는 년간 0~4명에 이르고 있다.

농약 사용과 암 발생과의 관계를 강화코호트 자료를 이용하여 관찰한 결과 남성의 전체 암 발생위험은 연간 농약 사용 빈도가 증가할수록 높았다. 세부 암별로는 남성에서 위암, 담낭암, 간암, 비뇨생식기계 암 등에서 관련성이 있었다.

(2) 농부증과 근골격계질환

농업노동은 작물에 따라 작업방법이 결정되는 경우가 많으므로 작업자세에서 쪼그린 자세, 엉거주춤한 자세가 많으며, 장시간 반복작업으로 인해 근골격계 질환을 발생시킬 위험요소를 지니고 있다. 노동집약적이며, 비표준화되고, 불연속적인 농작업이 농업인의 건강에 영향을 미치는 요인들은 매우 다양하다.

농부증 8개 증상 중에서 어깨 결림, 요통, 수족감각둔화 등 3개 항목이 근골격계 증상인 것을 보아도 농업인들이 근골격계질환이 많을 것으로 추정된다. 선명훈 등이 농민 138명에 대하여 조사하여 113명(81.9%)이 근골격계의 통증을 호소하였으며, 통증의 위치는 요추부, 견갑부, 상지의 순이었다. 국민건강영양조사에서 농민의 경우는 근골격계 질환의 이환율이 가장 높은 것으로 보고되었다. 김귀남이 1998년 443명의 농민을 대상으로 한 조사에서 요통 유병률이 61.4%이었다. 농촌주민 450명을 대상으로 전기진단검사를 이용한 수근관증후군의 유병률은 18.2%이었다.

농부증이란 농업을 직업으로 하는 농부에게 많이 나타나는 정신, 신체적 장애증상군을 묶어서 말하는 것이다. 농부증 8개 증상(어깨 결림, 요통, 수족감각둔화, 야간빈뇨, 호흡곤란, 불면증, 어지러움, 복부팽만감)을 대상으로 조사한 농부증 양성 유병률 전반적으로 20-40% 정도의 수준을 보고하고 있다.

1965년 처음으로 우리나라에 비닐하우스 재배방법이 보급되었으며, 하우스병이라고 불리는 새로운 직업병이 농민들 사이에 늘고 있다. 하우스병은 비닐하우스에서 일을 함으로써 발생하는 여러 증상들을 통틀어 말한다. 국내의 조사결과를 보면 비닐하우스 재배 농민들이 거의 모두 3~4가지의 자각 증상을 호소하였다.

(3) 호흡기질환

농업인들은 농업노동 중에 식물성분진, 포자, 화분, 미생물과 기생충 등 생물학적 원인에 의해서 호흡기질환으로 고통을 받고 있다.

농사짓는 과정과 농업 환경은 식물성 분진, 포자, 화분 등에 노출되어 호흡기 증상과 천식 및 만성폐쇄성폐질환이 발생할 수 있다. 쑥, 두드러기쑥, 환삼덩쿨 등에 의하여 화분증 발생이 보고되었고, 사슴털과 토끼털 등에 의한 천식과 느타리버섯을 재배하는 농민들이 과민성 폐장염과 유사한 호흡기 증상을 호소한다는 보고도 있다. 이러한 보고로 보아 우리 나라 농부들도 다양한 직업성 호흡기질환이 발생하고 있다고 추정한다. 국내에 보고된 농업과 관련된 알레르기 질환 및 원인은 〈표 6〉과 같다.

〈표 6〉 국내에 보고된 농업과 관련된 알레르기 원인

항원물질	진단	관련직종	보고자, 보고년도
사슴털	천식	사슴 사육가	1985
소털	천식	축산농	남동호 등, 1995
엘크 사슴 털	천식	사슴 사육가	오상우 등, 1997
느타리버섯 포자	과민성 폐장염	버섯 재배농	이문우 등, 1998
영지버섯 포자	천식	버섯 재배농	김미경과이경수,1999
연초	천식	연초 제조 감독	전형정 등, 1998
귤응애	천식	귤 농가	김윤근, 1999
소먹이 건초더미	과민성 폐장염	목축업	박흥우 등, 2000
귤응애	알레르기	유자재배 종사자	김윤근, 2001

출처 : 김수근, 2001

(4) 피부질환

농업인은 화학물질, 농약 등에 의하여 다양한 피부질환을 앓고 있는 것으로 알려져 있다. 임현술의 보고에 의하면 1980년 413명의 농약 살포 농민 중 52명(12.6%)이 피부질환을 경험하였다. 식물에 의한 피부염은 알레르기성 접촉피부염, 기계적 자극에 의한 식물피부염, 화학적 자극에 의한 식물피부염, 식물성광피부염 및 가성식물피부염 등으로 분류할 수 있다. 목재를 포함하여 다양한 식물들이 직접적인 자극을 통하여 혹은 알레르기성 감작을 통하여 피부에 질환을 유발한다. 〈표 7〉은 화학물질에 의해서 국내에서 발생한 피부질환에 대한 자료이다.

〈표 7〉 1980년대 농업인에게 발생한 피부질환

연도	직종	유해물질	진단명	진단방법
1980	농부	제초제	중독성표피괴사융해증	조직검사 및 시진
1988	농부	살균제	알레르기 접촉 피부염	광첩포시험 양성
1989	농부와 기타	크롬,니켈, 고무화합물,수은 등	알레르기 접촉 피부염	첩포시험 양성
1991	농부	제초제	화학 화상	시진
1992	농부	제초제	다형 홍반	첩포시험 양성
1993	농부	제초제	다형 홍반	첩포시험 양성
1993	농부	제초제	원발성 접촉피부염	시진

출처: 임현술 등, 1995

(5) 감염병

농업인들은 미생물, 기생충 및 이들에 의한 독성 산물에 폭로되어 많은 직업성 감염성 질환이 발생할 수 있다. 탄저병, 부루셀라증, 렙토스피라병, 주혈흡충증, 야토병 등의 원인균은 정상 피부를 뚫고 침입하며, 광견병, 패혈증, 파상풍, B형 간염의 원인균은 손상된 피부, 진균은 연한 부위의 피부를 통하여 침입한다.

동물은 주요한 병원성 질환의 전염원으로 작용한다. 이 경우 감염된 동물에게서 질병이 사람에게 전염되는 인수공통감염병에 걸리게 된다. 우리나라에서 최근 발생한 인수공통전염병은 〈표 8〉과 같다.

3. 결론

그동안 농림부에서 농기계 사고예방을 위한 농업기계의 안전성 확보를 위한 노력을 해왔고, 농약의 안전한 사용을 위한 교육을 실시하고 있다. 그러나 우리나라는 아직까지 정부 내에 농업노동으로 인한 재해와 질병에 대한 예방대책을 시행하고 이끌어가는 조직이 부족하다. 현행 조직과 업무 수행 형태로는 새로운 정책개발이나 제도개선에 어려움이 예상된다.

따라서 농업인의 산재예방을 안전보건사업을 활성화하기 방안과 중점과제를 도출하여야 한다. 이를 위해서는 농업과 농촌사회의 기능과 역할에 대해서도 새로운 인식을 가지고 접근하는 것이 필요하다. 특히 식량안보와 환경농업의 중요성이 새롭게 인식되고, 나아가 국토자원 보전, 국민의 여가·휴식공간, 전통문화의 보전, 생물다양성 유지 등의 역할이 강조되고 있으며, 이러한 기능을 유지·발전시키고자 하는 것이 농정의 새로운 방향으로 변화되어가고 있기 때문에 안전보건정책도 이러한 변화에 조화를 이룰 수 있어야 한다.

우선은 제조업을 중심으로 시행하면서 배우고 경험한 산재예방 지식과 기법을 농업분야에 적용하려는 시도가 활발하게 이루어져야 할 것이다. 농업인의 손상과 직업병 실태에 대한 정보를 사회에 알려서 공감대를 형성하는 것도 필요하다.

농업기계와 농약 사용자의 안전의식을 고취시키고 사고에 대한 경각심을 줄 수 있는 농업기계사고와 농작업사고 실태 및 농약의 위험성을 알려야 한다. 농업기계와 농약의 안전사용과 관련된 기술지도자료가 다양하게 개발 보급되어 농업인들의 인식을 높여야 한다.

농업산재예방대책의 중점과제는 제도적인 측면, 기술적인 측면, 교육적인 측면에서 다음과 같은 사항을 중심으로 고려할 수 있을 것이다.

① 법과 제도의 정비 : 산안법의 근로자 보호법익을 농임업인과 어민에게 까지 확대 적용
② 노동능력 유지 향상 : 고령 농임업인과 어민에 대한 안전보건
③ 농약안전관리
④ 농임업용 기계 안전관리 : 안전성 확보
⑤ 농업용시설의 작업환경관리 : 축사, 저장소, 비닐하우스 등
⑥ 종사자들의 안전의식제고(인지도 향상)

〈표 8〉 최근 주요 인수공통전염병의 법정전염병 자료

종 류	1996	1997	1998	1999	2000	2001
렙토스피리증	6	4	90	130	106	133
발진열	3	11	28	33	40	16
신증후출혈열	118	104	215	196	203	325
쯔쯔가무시병	263	277	1,140	1,342	1,758	2,662

출처: 보건복지부, 2001, 국립보건원 각 연도별 감염병 발생정보

설비보수용 용접재료 선정에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전기준에관한규칙(이하 "안전규칙"이라 한다) 제297조(개조·수리 등)의 규정에 의거 화학설비 및 그 부속설비의 보수용접 시 용접재료를 선정하는데 필요한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 사업장에서 화학설비 및 그 부속설비에 대하여 용접에 의한 제작, 개조 및 수리 등을 함에 있어 동종의 모재, 이종의 모재 및 덧살붙임 용접의 피복아크 용접법에 대한 용접재료 선정에 대하여 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) "피복아크용접(Shielded Metal Arc Welding, SMAW)" 이라 함은 모재와 피복용접봉 사이에서 발생한 아크의 열에 의하여 피복된 용접봉이 녹으면서 용착금속을 형성하는 용접을 말한다.

(나) "P 번호"라 함은 용접시공 또는 용접후 열처리 등의 조건을 규정하기 위하여 정한 재료의 분류번호로서 모재의 화학성분, 용접성 및 기계적 성질을 기준으로 모재를 집단으로 구분한 분류번호를 말한다.

(다) "동종의 모재(Similar Base Metal)"라 함은 용접하여야 할 두 모재가 동일한 P 번호에 포함하는 재료로서 화학성분 및 기계적 성질이 비슷한 모재를 말한다.

(라) "이종의 모재(Dissimilar Base Metal)"라 함은 용접하여야 할 두 모재의 P 번호가 상이하여 두 모재의 화학성분 및 기계적 성질이 다른 모재를 말한다.

(마) "덧살붙임 용접[Overlay(Cladding) Welding]"이라 함은 모재 표면에 내식성 또는 내마모성을 향상시킬 목적으로 필요한 용접재료를 이용하여 용착하는 용접방법을 말한다.

(바) "내후성강(Atmosphere Corrosion Resisting Steel)"이라 함은 구리·인·크롬 등을 강철에 첨가하여 보호피막의 역할을 함으로써 대기중에서 부식에 저항할 수 있는 성질을 갖게 되는 강을 말한다.

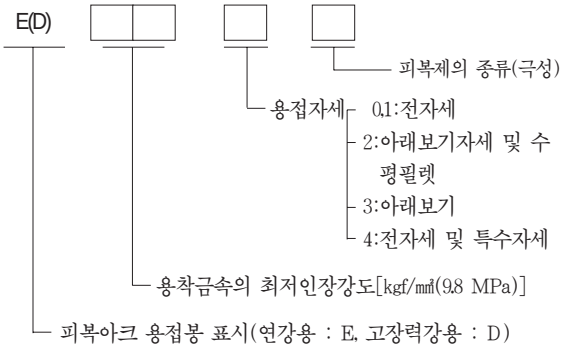
(2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 동법시행령, 동법시행규칙, 안전규칙 및 노동부 고시에서 정하는 바에 의한다

4. 피복아크 용접봉의 규격

4.1. 일반 탄소강의 피복아크 용접봉

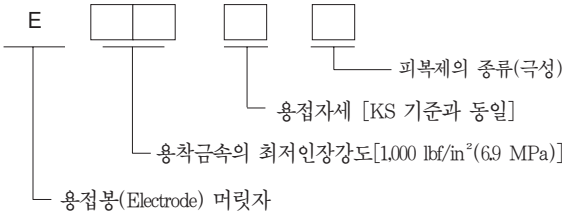
일반 탄소강(연강용 및 고장력강)의 피복아크 용접봉은 용착금속의 인장강도, 용접자세 및 피복재의 종류와 극성에 따라 다음과 같이 표기한다.

[KS의 표기]



예) E4316 : 용착금속의 인장강도가 최저 43kgf/㎟(421 MPa)인 전자세용 저수소계 피복아크 용접봉

[AWS의 표기(참고자료)]



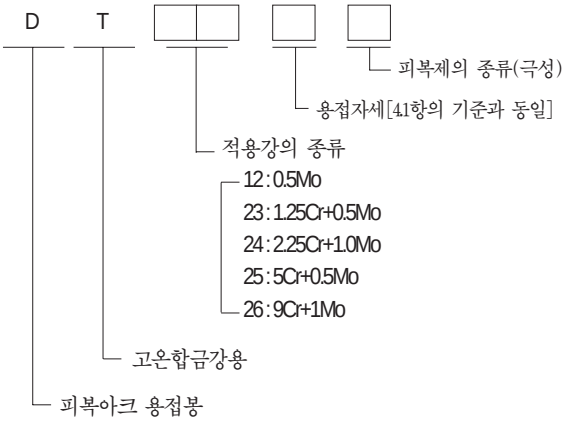
예) E7016 : 용착금속의 인장강도가 최저 70,000 lbf/in²(483 MPa)급의 전자세용 저수소계 피복아크 용접봉

4.2 저합금강용 피복아크용접봉

고온용 및 저온용 저합금강의 피복아크용접봉은 용착금속의 인장강도, 용접자세 및 피복제의 종류와 적용강의 합금원소에 따라 다음과 같이 표기한다.

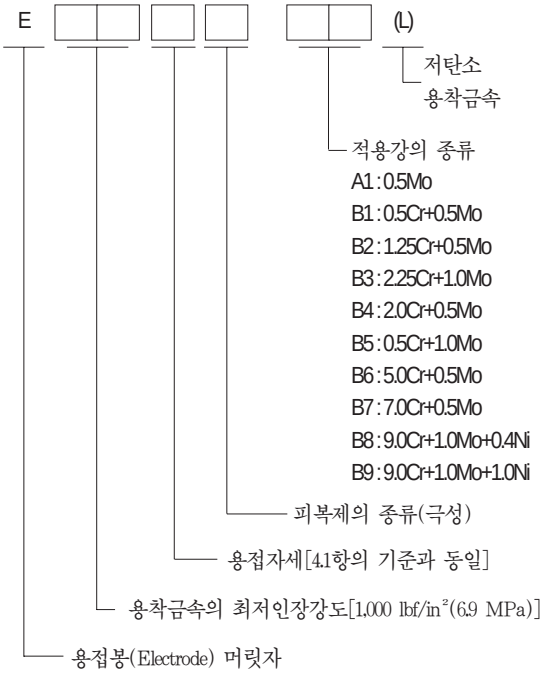
4.2.1 고온합금강용 피복아크용접봉

[KS 표기]



예) DT 2416 : 용착금속에 2.25 % Cr과 1 % Mo이 함유된 고온합금강용으로써 전자세용 저수소계 피복아크용접봉

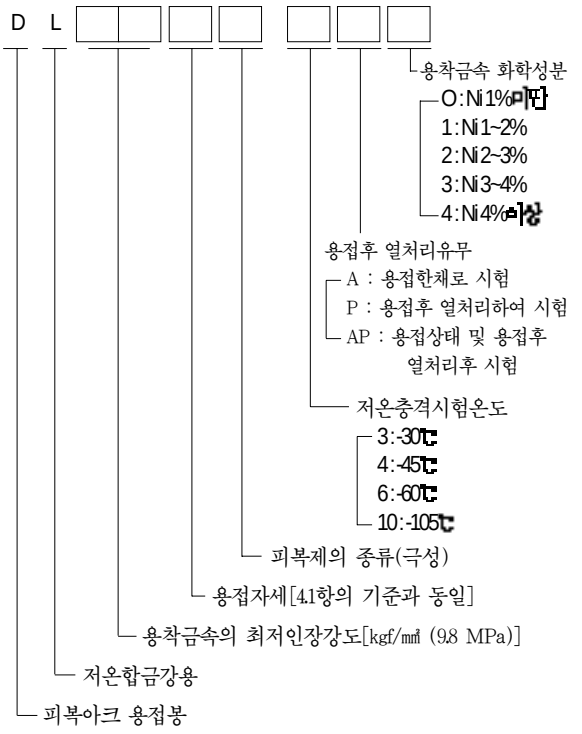
[AWS 표기(참고자료)]



예) E8016-B2L : 용착금속에 1.25%Cr과 0.5%Mo 및 저탄소가 함유된 최저 인장강도가 80,000 lbf/in²(552 MPa)급의 전자세용 저수소계 피복아크용접봉

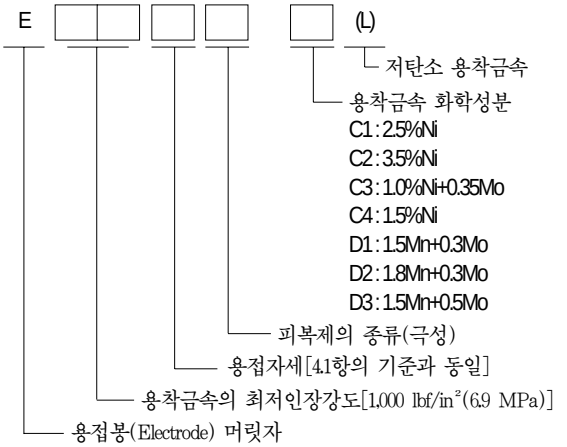
4.2.2 저온합금강용 피복아크용접봉

[KS 표기]



예) DL5016-6A2 : 용착금속에 Ni이 2~3% 포함하고 용접한채로 충격시험을 -60℃에서 행하여 흡수에너지 평균 27N-m(J)이상[최소치 21N-m(J)이상]으로 최저인장강도가 50Kgf/㎟(490MPa) 으로 전자세용 저수소계 저온용 피복아크용접봉

[AWS 표기(참고자료)]

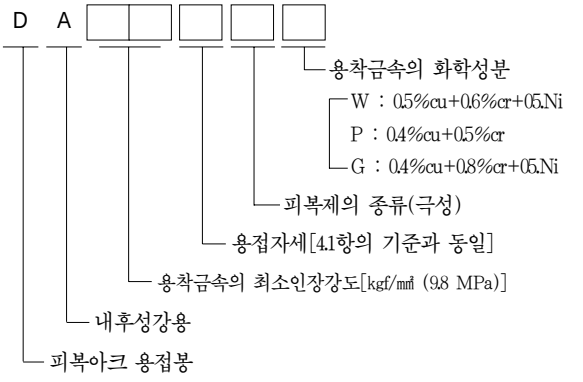


예) E8016-C2 : 용착금속이 저탄소로서 Ni이 3.5 % 포함하고 최저인장강도가 80,000 lbf/in²(552 MPa)급의 전자세용 저수소계 피복아크용접봉

4.3 내후성강용 피복아크 용접봉

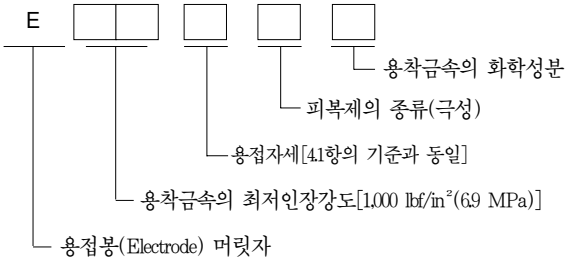
내후성강의 용접에 사용하는 피복아크 용접봉은 용착금속의 인장강도, 용접자세 및 피복제의 종류와 용착금속의 화학성분에 따라 다음과 같이 표기한다.

[KS 표기]



예) DA5016P : 용착금속에 0.4% 구리와 0.5% 크롬이 함유된 내후성강용으로 최저 인장강도가 50 Kgf/㎟(490 MPa)인 전자세용 저수소계 피복아크용접봉

[AWS 표기(참고자료)]



5. 용접재료의 선정기준

5.1 용접재료의 선정시 고려사항

적절한 피복아크 용접봉을 선정하기 위하여는 용착금속의 품질이 모재의 품질과 동일하게 되도록 선정하는 것이 바람직하며 아래의 관점에서 검토하여야 한다.

(1) 모재의 화학성분과 전용착금속의 화학성분 및 탄소당량
(2) 모재의 기계적 성질과 전용착금속의 기계적 성질
(인장강도, 연신율, 충격치, 경도)
(3) 모재 두께
(4) 용접자세
(5) 이음형태 및 이음형상
(6) 확산수소량의 영향(저수소계 용접봉)
(7) 용접봉의 작업성(아크안정성, 스패터 발생, 슬래그 박리성 및 비드외관)
(8) 용접봉의 용접성(용접결함 발생정도, 내균열성 정도 등)
(9) 용접봉 제조사가 제공한 용접봉의 기술 데이터

5.2 전용착금속 시험(All weld metal test)

용접봉의 화학적 기계적 성질이 불명확한 용접재료는 KS의 각 용접봉 사양에서 요구하는 전용착금속시험과 용접시공방법 확인시험(Welding procedure qualification test)및 생산 용접시험(Production weldingtest)을 통하여 용접품질, 용접봉의 작업성 및 용접성이 확인된 후에 사용하여야 한다.

6. 동종의 모재용접시 피복아크 용접봉의 선정

6.1 동종의 모재를 용접할 때 사용되는 피복아크 용접봉의 대표적 선정기준을 〈표 1〉에 표시한다.

(1) 동종의 탄소강 및 저합금강의 피복아크 용접봉 선정 : 표 1.1
(2) 동종의 스테인리스강의 피복아크 용접봉 선정 : 표 1.2

6.2 동종의 비철금속재료로 이루어진 모재를 용접할 때 사용되는 피복아크용접봉의 대표적 선정기준을 〈표 2〉에 표시한다.

〈표 1〉 동종 모재의 피복아크 용접봉 선정

표1.1 탄소강 및 저합금강의 피복아크 용접봉 선정

모재구분		모재	사양		대표적모재사양(판재)		피복아크 용접봉	
P번호	그룹번호	일반명	표준합금성분		KS	ASTM	KS사양	AWS사양
1	1	탄소강	C계	인장강도 42kgf/㎟급	KSD 3503 SS400	A 283 GR C	D43XX	E60XX
	2		C-Mn계, C-Si계	인장강도 50kgf/㎟급	KSD 3560 SB450	A 515M GR 65	D50X6	E70X6
					KSD 3521 SPPV 355	A 357M CL1	D58X6	E80X6
	3		C-Mn-Si계					
			C-Mn-Si계	인장강도 60kgf/㎟급	KSD 3521 SPPV 490	A 678 GR C	D60X6	E90X6
3	1	내열저합금강	C-½계		KSD 3560 SB450M	A204M GR A	DT 1216	E7016-A1
	2		½Cr-½Mo계		KSD 3543 SCMV 1-2	A387M GR 2 CL2	DT 2316	E8016-B2L
	1	내열저합금강	1Cr-½Mo계		KSD 3543 SCMV 2-2	A387M GR 12 CL2	DT 2316	E8016-B2L
	2		1¼Cr-½Mo계		KSD 3543 SCMV 3-2	A387M GR 11 CL2	DT 2316	E8016-B2L
5	1	내열저합금강	2¼Cr-1Mo		KSD 3543 SCMV 4-2	A387M GR 22 CL2	DT 2416	E9016-B3L
	2		5Cr-½Mo		KSD 3543 SCMV 6-2	A387M GR 5 CL2	DT 2516	E502-16
	3		9Cr-1Mo		KSD 3573 SPA 26	A387M GR 9	DT 2616	E505-16
9A	-	저온용 Ni 합금강	2¼Nickel		KSD 3586 SL2N255	A203M GR A	DL 50X6X2	E80XX-C1
9B	-		3½Nickel		KSD 3586 SL3N275	A203M GR E	DL 50X6X3	E80XX-C2
11A	-		9 Nickel		KSD 3506 SL9N590	A553 TP1	D 9Ni-1	ENiCrFe-3

주) EX016-XXL의 L은 C%가 0.05% 이하이어야 함

표1.2 스테인리스강의 피복아크 용접봉 선정

모재구분		모재		사양	대표적모재사양(판재)		피복아크 용접봉	
P번호	그룹번호	일반명		표준합금성분	KS	ASTM	KS사양	AWS사양
7	-	페라이트 계스테인 리스강	TYPE 405	13Cr-Al계	KSD 3705 STS 405	A240 S40500	D 410-1X	E 410-16
			TYPE 410	13Cr계-LowC	KSD 3705 STS 410L	A240 S41000		
			TYPE 430	17Cr계	KSD 3705 STS 430	A240 S43000	D 430-16	E 430-16
8A	-	오스테나 이트계스 테인리스 강	TYPE 304	18Cr-18Ni계	KSD 3705 STS 304	A240 S30400	D 308-16	E 308-16
			TYPE 304L	18Cr-8Ni-LowC계	KSD 3705 STS 304L	A240 S30403	D 308L-16	E 308L-16
			TYPE 321	18Cr-10Ni-Ti계	KSD 3705 STS 321	A167 S32100	D 347-16	E 347-16
			TYPE 347	18Cr-10Ni-Nb계	KSD 3705 STS 347	A240 S34700	D 347-16	E 347-16
			TYPE 316	16Cr-12Ni-2Mo계	KSD 3705 STS 316	A240 S31600	D 316-16	E 316-16
			TYPE 316L	16Cr-12Ni-2Mo-LowC계	KSD 3705 STS 316L	A240 S31603	D 316L-16	E 316L-16
			TYPE 309	23Cr-12Ni	KSD 3705 STS 309S	A240 S30908	D 309-16	E 309-16
			TYPE 310	25Cr-20Ni	KSD 3705 STS 310S	A240 S31008	D 310-16	E 310-16
		주철			회주철, 구상흑연주철, 가단주철		DFCNiFe DFCNi	ENiFe-Cl ENi-Cl

〈표 2〉 동종의 비철금속의 피복아크 용접봉의 선정

모재구분		모재	사양	모재사양(판재)		용접봉 사양	
P번호	그룹번호	일반명	표준합금성분	KS	ASTM	KS사양	AWS사양
31		순동	99.96%Cu	KSD 5201 C1020P	B152 C10200	DCu	ECu
34		백동 (Cu-Ni alloy)	70Cu - 30Ni 90Cu - 10Ni	KSD 5201 C7150P KSD 5201 C7060P	B171 C71500 B171 C70600	DCuNi-3 DCuNi-1	ECu Ni -
35		알류미늄청동 (Al-bronze)	Cu-7Al-2.5Fe	KSD 5201 C6140P	B171 C46400	DCuAl, DCuAlNi	ECuAl-A1,A2
35		인청동 (phosphor bronze)	Cu-8Sn	KSD 5506 C5212P	B103 A52100	DCuSnB	ECuSn-C
41		니켈 (Nickel 200)	99.9% Ni	KSD 6718 NNCP	B162 N2200	DNi-1	ENi-1
42		Monel 400	67Ni-30Cu	KSD 5546 NCuP	B171 C71500	DNiCu-1 DNiCu-7	ENiCu-1
43		Inconel 600	75Ni-15Cr-8Fe	KSD 3532 NCF600	B168 N6600	DNiCrFe-1,2,3	ENiCrFe-1,2,3
45		Hastelloy B	60Ni-28Mo-5Fe-2.5Co	-	B333 N10001	DNiMo-1	ENiMo-1
		Hastelloy C	60Ni-16Mo-16Cr-5Fe-W	-	B575 N10276	DNiCrMo-4 DNiCrMo-5	ENiCrMo-5 ENiCrFe-2
		Incoloy 800	32Ni-46Fe-20Cr	KSD 3587 NCF 800TF	B163 N8800	DNiCrFe-2	

7. 이종의 모재용접시 피복아크 용접봉의 선정

7.1 이종의 탄소강과 합금강의 모재를 용접할 때 각 모재 조합에 사용되는 피복아크 용접봉의 대표적 선정기준을 〈표 3〉에 표시한다.

(1) 강재의 이종모재간의 용접재료선정 : 표 3.1
(2) 니켈 및 니켈합금의 이종모재간의 용접재료 선정 : 표 3.2

7.2 덧살붙임 용접의 피복아크 용접봉

(1) 덧살붙임 용접(Clad용접, Overlay용접, Lining

용접)시 사용되는 피복아크 용접봉의 대표적 선정기준을 〈표 4〉에 표시한다.

(2) 내부식성을 향상시키기 위하여 덧살붙임 용접시는 탄소강으로부터 용착금속 성분의 희석을 방지하기 위하여 완충층(Buffer Layer)용 용접봉을 사용하고 최종층은 클래드 재질과 동일한 재질의 용접봉을 선정하는 것을 원칙으로 한다.

〈표 3〉 이종의 모재용접의 용접재료 선정

표3.1 강재의 이종 모재간의 용접재료 선정

모재구분번호(가)			모재구분번호(나)																						
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
UTS 42kg/㎟ 연강		1	A	A	A	B	B	B	B	B	B	A	A	A	B	B	B	C	C	C	C	C	C	D	D	E
UTS 50kg/㎟ 급강		2		A	A	B	B	B	B	B	B	A	A	A	B	B	B	C	C	C	C	C	C	D	D	E
UTS 60kg/㎟ 급강		3			A	B	B	B	B	B	B	A	A	A	B	B	B	C	C	C	C	C	C	D	D	E
C-1/2Mo 강		4				A	A	A	A	A	A	-	-	-	B	B	B	C	C	C	C	C	C	D	D	E
½Cr-½Mo 강		5					A	A	A	A	A	-	-	-	A	A	A	C	C	C	C	C	C	D	E	C
1Cr - ½Mo 강		6						A	A	A	A	-	-	-	A	A	A	C	C	C	C	C	C	D	E	C
1¼Cr - ½Mo		7							A	A	A	-	-	-	A	A	A	C	C	C	C	C	C	D	E	C
2¼Cr - 1Mo		8								A	A	-	-	-	A	A	A	C	C	C	C	C	C	D	D	C
5Cr - ½Mo		9									A	-	-	-	A	A	A	C	C	C	C	C	C	D	D	C
9Cr - 1Mo		10										-	-	-	A	A	A	C	C	C	C	C	C	D	D	-
2¼Ni		11											A	A	-	-	-	C	C	C	C	C	C	D	D	E
3½Ni		12												A	-	-	-	C	C	C	C	C	C	D	-	E
9Ni		13													-	-	-	E	E	E	E	E	E	E	-	E
페라이트 STS	TP405	14														A	A	C	C	C	C	C	C	D	D	-
	TP410	15															A	C	C	C	C	C	C	D	D	-
	TP430	16																C	C	C	C	C	C	D	D	-
오스테나이트 STS	TP304	17																	A	A	A	A	A	A	A	A
	TP304L	18																		F	F	F	F	F	F	F
	TP321	19																			A	A	A	A	A	A
	TP347	20																				A	A	A	A	A
	TP316	21																					A	A	A	A
	TP316L	22																						A	A	A
	TP309	23																							C	E
	TP310	23																								E
Incoloy 800 (32Ni-46Fe-20Cr)		25																								

코드보기

A : 모재의 종류에 관계없이 표1에서 어느 하나의 모재에 해당하는 용접재료를 선택하여 사용

B : DT 2316

C : D309(L) 또는 310, 경우에 따라 모재구분 번호가 높은 쪽의 모재에 대한 용접자재를 표 1에서 선택하여 사용 가능

D : 모재 구분번호가 높은 쪽의 모재에 대한 용접재료를 표 1에서 선택하여 사용

E : DNiCrFe-2 또는 DNiCrFe-3

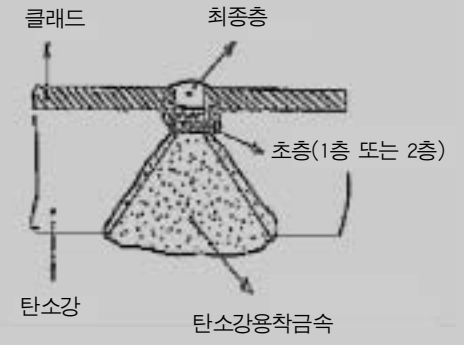
F : D308(L) 또는 높은 모재번호의 모재의 용접재료를 표 1에서 선택하여 사용

표3.2 니켈 및 니켈 합금의 이종 모재간의 용접재료 선정

모재(가) / 모재(나)	연강 및 Cr-Mo계 저합금강	9% Ni	스테인리스강	Hastelloy B	Hastelloy C	Inconel 600	Monel 400	Nickel 200
Nickel 200	DNi-1	DNiCrFe-2	DNi-1	DNiCrFe-2	DNiCrFe-2	DNi-1	DNi-1	DNi-1
Monel 400	DNi-1 (DNiCrFe-2)	DNi-1	DNiCrFe-2	DNi-1	DNi-1	DNiCrFe-2	DNiCu-1	
Inconel 600	DNiCrFe-2 (DNiCrFe-3)	DNiCrFe-2 (DNiCrFe-3)	DNiCrFe-2 (DNiCrFe-3)	DNiCrFe-2 (DNiCrFe-3)	DNiCrFe-2 (DNiCrFe-3)	DNiCrFe-1		
Hastelloy C	DNiCrFe-2	DNiCrFe-2	DNiCrFe-2	DNiCrMo-1	DNiCrMo-1			
Hastelloy B	DNiCrFe-2	DNiCrFe-2	DNiCrFe-2	DNiMo-1				

〈표 4〉 덧살붙임 용접의 용접재료선정

클래드 강		피복아크 용접봉(KS)	
클래드 명칭	클래드 재질	탄소강측 초층	클래드측 최종층
오스테나이트계 스테인리스 클래드	TP 304	D 309	D 308
	TP 304L	D 309 Cb(주1)	D 308L(주1)
	TP 321	D 309 Cb, D 309 Mo	D 347
	TP 347	D 309 Cb	D 347
	TP 309	D 309 (주1)	D 309 (주1)
	TP 310	D 310 (주1)	D 310 (주1)
	TP 316	D 309 Mo	D 316
	TP 316L	D 309MoL(주1)	D 316L(주1)
페라이트계 스테인리스 클래드	TP 405, 410, 430	DNiCrFe-2 DNiCrFe-2	D 309(주2) D 309(주2)
Ni 클래드	순 Ni	DNi-1	DNi-1
Cu-Ni 클래드	70Cu-30Ni	DNiCu-1(DNiCu-7)	DNiCu-3
Ni-Cu 클래드	Monel 400	DNiCu-1(DNiCu-7)	DNiCu-1
N-Cr 클래드	Inconel 600	DNiCrFe-2	DNiCrFe-1



비고 : 주1)초층 용접시 탄소강으로부터 희석을 감안하여 2층 용접이 바람직

주2)예열(150℃) 및 응력제거 열처리 필요

자동투입기 조정작업 중 호퍼내부로 추락사고

1. 재해개요

2003년 6월 ○일 00:20분경 경상북도 상주시 소재 ○○천하 작업장에서 설비 설치업체소속 재해자가 동료 근로자와 함께 얼음 자동투입기 레벨 조정 작업중 호퍼상부에서 발이 미끄러져 가동중인 호퍼내부로 추락, 스크류에 다리가 절단되어 과다출혈로 사망한 재해임.

2. 재해발생 과정

재해자가 얼음자동투입기 셋팅작업을 하던중 얼음배출이 정상적으로 이루어지지 않자 이를 조정하기 위해 설비상부 호퍼 위로 올라가 센서조정 작업을 하고, 동료 작업자는 설비하부의 조작분전함에서 보조작업을 하던중 재해자 발이 미끄러져 호퍼내부로 추락, 회전하는 내부 스크류에 다리가 절단되면서 과다출혈로 사망한 재해임.

3. 재해발생 원인

가. 추락방지설비 미설치

얼음자동투입구 상부에는 얼음의 투입량을 조절하는 센서가 부착되어 있어 센서 조정이나 수리·정비 등의 작업시 상부에서 작업할 경우가 빈번하고 기름 등에 의해 미끄러운 장소임에도 불구하고 작업발판 및 안전난간대 등의 추락방지설비를 설치하지 않았음.

나. 정비수리 등의 작업시 운전정지 미준수

호퍼내부 스크류의 회전으로 인한 협착위험이 있었으나 운전 정지 등 별도의 안전조치 없이 작업을 진행.

4. 동종재해 예방대책

가. 추락방지설비 설치

○ 얼음이 투입되는 곳을 제외한 호퍼상부에는 견고한 구조의 작업용 발판을 설치하고, 호퍼 외곽에는 안전난간대를 설치하여 추락을 방지하여야 함.

○ 또한 작업자가 설비 상부로 안전하게 올라가기 위해서는 철재 계단(사다리)을 설치하고 높이 2m 이상되는 지점에는 안전난간대 또는 울을 설치하여야 함.

○ 계단이나 상부의 작업발판에는 미끄럼방지용 테입 등을 부착하여 수분과 기름에 의해 미끄러지는 위험을 예방하여야 함.

나. 정비·수리 등의 작업시 운전정지

정비·수리 등의 작업시 운전을 정지하고 다른 사람이 당해 기계를 운전하는 것을 방지하기 위해 당해 기계의 기동장치에 시건장치를 하고 열쇠를 별도 관리하거나 표지판을 부착하는 등의 안전조치를 하여야 함.

Air Gun으로 변전실 청소중 충전부 접촉 감전사고

1. 재해개요

2003년 4월 ○일 20:00경 경기도 화성시 소재 ○○자동차 공장내에서 변전실 청소를 하기 위해 재해자와 동료작업자가 휴일에 출근하여 변전실 바닥, 스위치 접점부위 등을 청소하던중 청소중 발생한 분진이 변압기 상부 부싱측에 쌓여있는 것을 발견하고 동료작업자가 변압기 전원을 차단하러간 사이 재해자가 Air Gun으로 작업하던중 변압기 1차측 상부부싱 충전부에 접촉되어 감전 사망한 재해임.

2. 재해발생 과정

공장내 주철주조부 변전실을 청소하기 위해 재해자와 동료작업자가 휴일에 출근하여 변전실 바닥, 스위치 접점부위 등을 청소하던중 발생한 분진이 변압기 상부 부싱측에 쌓여있는 것을 발견하고 동료작업자가 변압기(22.9kv) 전원을 차단하러 간 사이 재해자가 Air Gun으로 작업하던중 변압기 1차측 상부부싱 충전부에 접촉되어 감전사망함.

3. 재해발생 원인

가. 충전전로에 대한 안전조치 미실시

충전전로와 근접한 지역에서의 시설물 보수, 점검, 청소등의 작업시 정전작업을 실시하고 충전전로에 절연방호구를 설치하여야 하나 안전조치 없이 작업을 실시하였음.

나. 부적절한 청소도구 사용

고압 및 특고압 충전부가 있는 변전실에서 청소작업시 도체인 동 재질의 Air Gun으로 청소작업을 실시하여 변압기 1차측 충전부에 접촉되어 감전될 위험이 있었음.

4. 동종재해 예방대책

가. 충전전로에 접근하여 청소작업시 안전조치사항 준수

충전전로와 근접한 지역에서의 시설물 보수, 점검, 청소등의 작업시 당해 충전 전로를 정전시키거나 절연용방호구 등을 설치하고 작업하여야 함.

나. 부적절한 청소도구 사용

고압 및 특고압 충전부가 있는 변전실에서 청소작업시 정전을 시킨후 절연재질의 청소도구를 사용하여야 함.

다. 정전작업요령 작성 및 준수

변전실에서 청소작업시 충전부 접촉에 의한 감전재해가 우려되는 작업을 할 때에는 작업전 정전작업요령을 작성하고 이를 준수하여야 함.

외부비계에 설치된 작업대 붕괴

1. 재해개요

■ 발생월일 : 2003. 7. 15. 19:30경
■ 소 재 지 : 인천시 계양구
■ 시 공 사 : ○○건설(주)
■ 공 사 명 : ○○메디컬 신축공사
■ 피 재 자 : 외벽 마감공
■ 사고유형 : 추락, 낙하·비래
■ 피해정도 : 부상 2명

2. 재해발생 현황

○ 당 현장은 외부 드라이비트 마감공사가 완료된 상태로 외부비계 해체를 위해 비계상에 설치된 작업발판의 해체·반출작업 중이었음.
○ 재해당일 드라이비트 근로자 7명이 작업하였으나 4명은 오후 6시경 퇴근하였고, 19:30경 3명이 9층 작업대 작업중,
○ 자재 과적재로 작업대가 심하게 요동하여 위험을 직감한 2명은 건물내부로 대피하였으나, 피재자는 작업대에 있던 자재와 함께 아래로 추락하여 7층에 있는 작업대에 1차로 추락한 후 5층 지점에 있던 비계 작업발판 위로 2차 추락함.
○ 또한, 하부에서 작업중이던 근로자 1명은 낙하하는 강관파이프 등의 자재에 맞아 부상을 당한 재해임.

※ 작업구대 적치 하중
- 총 880kg
  • 자재(작업발판) : 28EA×2줄×12kg=670kg
  • 작업하중 : 3명×70kg=210kg

3. 재해발생 원인 및 대책

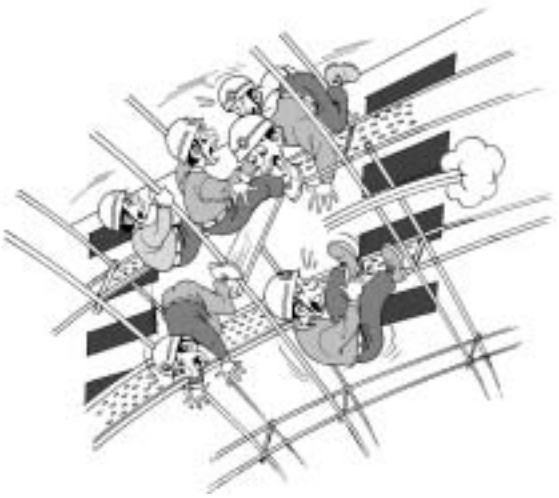
【원 인】
○ 작업대 설치불량 및 과적재
- 작업대(4×2.5m)의 지지점이 종방향 단부, 0.5m, 2.2m 지점 3개소로 1.8m 이상 내민길이를 가진 캔틸레버로 불안정 구조
- 작업대의 구조검토 미실시 및 과적재

○ 외부비계 설치불량
- 비계 기둥간격 기준 초과
  • 작업대 설치지점의 비계 기둥간격이 2.4m (기준 : 띠장방향 1.5~1.8m, 장선방향 1.5m 이하)
- 벽이음 불량
  • 수평간격 : 5m~미설치
  • 수직간격 : 3.5m~7.0m
  (기준 : 수직·수평 5m 이내)

【대 책】
○ 작업대의 안정한 구조로 변경 및 과적재 금지
- 작업대의 지지구조를 캔틸레버식에서 하부 전구간을 지지하는 안정한 구조로 변경하고 자재 등 과적(400kg 이내) 금지.

○ 비계 설치기준 준수
- 비계 기둥간격(1.5~1.8m) 준수
- 비계 벽이음(5m 마다) 간격 준수

외벽 마감작업 중 비계 도괴



1. 재해개요

- 발생월일 : 2003. 7. 15. 11:30경
- 소 재 지 : 부산시 해운대구
- 시 공 사 : ○○종합토건(주)
- 공 사 명 : ○○오피스텔 신축공사
- 피 재 자 : 도장공, 53세
- 사고유형 : 추 락
- 피해정도 : 사 망 1명, 부 상 6명

2. 재해발생 현황

○ 당 현장은 오피스텔 신축공사 현장으로 외부 마감공사(앞·뒷면 커튼월, 드라이비트 좌·우측 화강석 붙임) 진행중이었음.

○ 09:00경부터 외부 쌍줄비계의 좌굴 및 도괴 방지를 위한 별도의 보강조치 없이 피재자 등 7명이 측면 중앙부 비계 작업발판 위에서 드라이비트작업을 실시함.

○ 11:30경 비계자중, 작업하중 및 강풍 등의 외력에 비계 벽이음이 하중을 지지하지 못하고 이탈·파단되면서 비계가 좌굴 및 도괴되어,

○ 작업중이던 피재자 등 7명이 약 40m 아래로 추락하여 1명은 사망하고 6명은 부상당한 재해임.

※ 벽이음 설치상태

- 건물 후면(31.2m) : 7~8m 간격으로 벽이음 2~4개 설치
- 건물 측면(28.7m) : 8m 이상 간격으로 벽이음 2개 설치

3. 재해발생 원인 및 대책

【원 인】

○ 비계 벽이음 불량

- 외부벽체 마감작업을 하기 위해 설치된 벽이음을 해체하고 별도의 보강조치 없이 작업 실시.
  (벽이음이 약 28.7m 벽면에 Pipe Support+강관Pipe 구조로 각 층당 2개소만(수평 설치간격 8m 이상) 설치됨)

【대 책】

○ 비계 벽이음 설치 철저

- 비계 벽이음은 수직, 수평 5m 이내마다 견고한 벽이음을 실시하고 인장재와 압축재로 구성되어 있는 때에는 인장재와 압축재 간격을 1m 이내로 설치.
- 외부 마감작업시 비계 벽이음 해체가 불가피할 경우 즉시 대체할 수 있는 견고한 방법으로 별도의 보강조치 실시.
  - 파이프써포트+벽이음 철물 구조로 보강시 수직·수평 5m 간격 유지
  - 대체보강이 어려울 경우 마감작업용 곤도라 설치 등 작업방법 강구

산재예방 종합전문지

안전보건

■ 안전선언

우리는 산업사회의 주역으로 산업재해예방의 선봉자임을 인식하고 다음과 같이 다짐한다.

- 우리는 인명을 존중하고 재해없는 산업사회 창조에 앞장선다.
- 우리는 안전이 나의 생명을 지키고 가정의 행복과 기업의 번영을 증진하는 길임을 명심한다.
- 우리는 안전보건규정을 철저히 준수하여 안전하고 쾌적한 작업환경 조성에 노력한다.

■ 부정 · 비리 신고센타 운영

우리공단은 고객중심의 서비스 향상을 기하고자 부정₩비리 신고센타를 운영하고 있습니다. 저희 직원이 귀 사업장 방문시나 귀하가 저희 공단을 찾아주셨을 때 불친절, 권위적인 행동 및 부정₩비리에 관련된 행동을 하였을 때 아래 전화로 연락하여 주시면 겸허한 마음으로 즉시 시정하겠습니다.

- 설치장소 : 한국산업안전공단 감사실
- 주　　소 : 인천광역시 부평구 구산동 34-4 (우편번호 403-711)
- 전　　화 : (032)5100-762~765

※ 저희 공단 감사실 외에 지역본부장실 및 지도원장실도 부정₩비리 신고센타입니다.

본문 내용과 관련한 문의사항은 한국산업안전공단 자료개발팀 (032)5100-733으로 연락해 주시기 바랍니다.

■ 한국산업안전공단 본부 · 산하기관 안내

본부 : 인천광역시 부평구 구산동 34-4
전화:(032)5100-500
산업안전보건연구원 : 인천광역시 부평구 구산동 34-4, 6
전화:(032)5100-831~4, 893~8
산업안전교육원 : 인천광역시 부평구 구산동 34-1
전화:(032)5100-945~8
서울지역본부 : 서울시 동작구 대방동 49-6 (주)유한양행B/D 14-15층
전화:(02)828-1600
서울북부지도원 : 서울시 중구 봉래동1가 10 우리빌딩 7~8층
전화:(02)3783-8300
인천지도원 : 인천광역시 서구 가정동 491
전화:(032)5707-200
수원지도원 : 수원시 팔달구 이의동 산 111-8(경기중소기업종합지원센터 13층)
전화:(031)259-7149
의정부지도원 : 의정부시 의정부2동 567-1(솔벗빌딩 5~7층)
전화:(031)826-6091~5
안산지도원 : 안산시 고잔동 519(기업은행빌딩 3층)
전화:(031)414-0049, 413-2592
춘천지도원 : 강원도 춘천시 온의동 513 대한교원공제회관 2층
전화:(033)243-8310~4
영동사무소 : 강원도 강릉시 옥천동 173번지 성호B/D
전화:(033)644-3821~2
부산지역본부 : 부산광역시 해운대구 반여1동 1486-49
전화:(051)5200-590~6
대구지도원 : 대구광역시 북구 노원3가 1205-1 범상공빌딩
전화:(053)6090-510~566
울산지도원 : 울산광역시 남구 달동 615-8(국민은행빌딩 2, 4층)
전화:(052)2260-515
포항지도원 : 포항시 북구 죽도2동 703-30 황제빌딩
전화:(054)271-2001~2010
구미지도원 : 경북 구미시 송정동 34-2 삼원빌딩 3,4층
전화:(054)4501-100
창원지도원 : 창원시 용호동 7-3
전화:(055)269-0560~5
양산사무소 : 경남 양산시 북부동 483-14 그랜드빌딩 6층
전화:(055)372-6911~5
광주지역본부 : 광주광역시 광산구 우산동 1589-1호 광주무역회관빌딩 8,9층
전화:(062)9498-750~6
대전지도원 : 대전광역시 대덕구 오정동 449-7
전화:(042)625-3214~6, 631-4900
청주지도원 : 충북 청주시 흥덕구 가경동 1171 한국통신B/D 3층
전화:(043)2307-111
전주지도원 : 전주시 덕진구 인후동 1가 807-8
전화:(063)240-8500
여수지도원 : 전남 여수시 선원동 1285번지
전화:(061)689-4900
천안지도원 : 충남 천안시 성정동 721-8 LG하이프라자빌딩3,4층
전화:(041)579-8900~5
제주지도원 : 제주시 연동 251-1 대신증권 2,3층
전화:(064)747-5460~2, 747-5430~3

■ 안전공단 경영방침

○ **최고의 기술 역량 발휘**
- 지식경영체제 도입을 통한 신지식의 창출, 공유, 활용

○ **최상의 고객감동 실천**
- 산재예방시스템을 고객중심 맞춤식 서비스체계로 전환

○ **진취적 인적자원 관리**
- 유능한 인적자원 개발, 활용을 통한 공단의 새로운 성장동력 창출

○ **혁신적 조직문화 창달**
- 공단 내부의 기술력, 인화, 가족애, 외부의 급격한 환경변화 대응역량 축적 등 핵심가치 형성

원고모집

"산재예방에 도움이 되는 정보, 혼자만 알고 계십니까?"

국내 최고의 산재예방종합전문지 월간 '안전보건'에서 산업안전보건분야의 원고를 기다립니다. 형식에 얽매이지 않고 산업현장의 근로자와 안전보건관계자, 그리고 사업주 여러분에게 도움이 될만한 산재예방 관련 내용이면 가능합니다. 여러분이 보내주신 원고가 우리 산업현장의 귀중한 생명을 구하고 건강을 보호할 수 있습니다. 보내주신 원고에 대해서는 소정의 원고료를 보내드리겠습니다.

○ 원고내용

- 사업장의 안전시설 개선사례, 근로자 건강증진사례,
- 사업장의 우수 안전보건활동 사례,
- 산재사고사례와 극복사례, 무재해 활동사례
- 기타 산재예방에 도움이 될만한 내용

○ 보내실 곳

- 인천광역시 부평구 구산동 34-4
  한국산업안전공단 자료개발팀 월간 안전보건 담당자 앞
- 이메일 주소:pmlmm@kosha.net

○ 기타 원고 관련 문의

☎ 032-510-0733

2003년도 산재예방 포스터 현상공모 가작

안전의식, 가족을 위한 최고의 선물입니다

매년 늘어만 가는 산업재해.
이는 모두가 설마 하는 안전 불감증에서 비롯된 결과입니다.
나의 안전이 가족에게는 최고의 선물이며 기업의 경쟁력 향상과 국가발전의 원동력입니다.
재해없는 밝은 산업사회를 만들기 위해서는 한번 더 생각하는 안전의식을 가져야 할 때 입니다.

한국산업안전공단