

OHSMS와 리스크 어세스먼트

1. 보험업에서 본 리스크 평가

석유·석유화학공업 프로세스설비의 주요 리스크로는 화재, 폭발 및 유해성 가스의 방출을 들 수 있다. 대량의 가연성 가스나 액체를 취급하는 프로세스설비에서는 특히 화재나 폭발이 물적 손실이나, 인명 안전에 위협이 된다.

유해성 가스의 방출도 인도 보팔의 살충제 제조 회사에서 누설된 메틸 이소시아네이트(CH₃NCO)로 수 천명이 목숨을 잃은 사례(1984년 12월)에서 볼 수 있듯이 다수의 사상자가 나올 가능성이 잠재하고 있지만, 그 사례를 제외한 통계에서는 화재나 폭발이 보다 높은 리스크를 나타내고 있다.

여기서는 화재와 폭발로 인한 인명 손상 위험성의 크기를 평가하는 기법에 접근하려 한다. 손해 보험에서는 사고파일이 장래 일어날 수 있는 손해를 예측하는 가장 귀중한 데이터이자 최대의 재산이라 할 수 있다. 그래서 보다 손해의 실태에 입각한 위험도평가의 모델이 고안되었기에 Fault Tree 기법으로 다방면에 걸친 paramater를 분석하는 이론적인 접근과는 다르다.

즉, 과거의 이재사례를 바탕으로 피해도 모델을 구축하는 시뮬레이터가 도입되고 있다. 이 시뮬레이터는 보험인수를 위한 최악의 시나리오를 예측하는 것이 목적으로 ①위험물의 양과 그 물성, ②프로세스 조건(온도·압력), ③발생원과의 거리관

계(배치)라는 paramater로 간편하게 평가할 수 있도록 하고 있다.

가. 보험인수시 최악의 시나리오

보험인수에서 최악의 시나리오는 일반적으로 ①증기운 폭발, ②BLEVE(Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion), ③내부 폭발, ④pool 화재이다. 물적 피해도가 가장 높은 것은 그 발생 빈도와 손해액 모두 증기운 폭발이다. 과거 약 50년간 국내·외 통계를 살펴보면 사고의 약 40%가 증기운 폭발이고, 또한, 1사고당 손해액도 화재나 일반 폭발 내지는 내부 폭발에 비해 약 2배였다. 화재나 일반 폭발의 사고 빈도는 각각 약 30%를 차지하고 있다. 한편, 인적 손실 통계로 본 1사고당 사상자 수는 BLEVE가 전체의 약 50%를 차지한다. 다음으로 유해성 가스 방출이 약 30%, 증기운 폭발이 약 10%, 일반 폭발, 화재, 기타 요인이 각각 약 4%이다. 여기서 인도 보팔에서의 메틸 이소시아네이트 누설사고로 약 4,000명의 사상자와 멕시코시티의 액화석유가스(LPG) 저장소에서의 BLEVE(1984년 11월)로 인한 7,000명이 넘는 사상자를 뺀 통계에 주목해 보자. 멕시코시티의 LPG저장소에서는 사고발생 20년 전부터 주변의 택지화가 비약적으로 진행되어 부지 경계 130m 이내에도 민가가 있었다. 또한, 보팔의 공장 주변도 불법 거주자로 인해 인구밀도가 높았다. 즉, 범

체도가 주위 환경을 적정하게 관리하고 있었다고 말하기 어렵다.

여기서는 콤팩트 등 정비된 플랫폼의 입지조건에서 일어날 수 있는 시나리오를 언급하려 한다. 많은 희생자를 낸 두 사고를 제외한 결과, 1사고당 사상자 수는 증기운 폭발이 전체의 약 30%를 차지하여 가장 높았다. 또한, 유해성 가스의 방출, 일반 폭발, 화재, 기타 요인이 각각 약 20% 정도로 구성비율이 수정되었다.

즉, 증기운 폭발이 물적 및 인적 피해에 있어 최악의 시나리오를 초래하는 현상이라 할 수 있다.

나. 증기운 폭발의 시뮬레이션

증기운 폭발을 시뮬레이션하는 손해보험 모델은 몇 가지가 있는데 모든 모델이 실상에 입각한 시뮬레이션이 되도록 연구되고 있다. 즉, 영국 Flixborough Nypro社(1974년 6월)의 사이클로헥산에 의한 폭발, 또는 손해보험사상 최대의 보험금이 지급된 미국 파사디나 필립스사의 에틸렌, 이소부탄 혼합물에 의한 증기운 폭발 등의 대규모 사고를 모방하여 실제 손해형태에 알맞는 시뮬레이션을 지향하고 있다.

증기운 폭발의 시뮬레이션은 플랫폼의 기기 배치도를 모식화한 이차원 배치도에서 먼저 위험 대상물을 정한다. 즉, 증기운 폭발의 잠재위험을 가진 물질과 프로세스 특성이 합치되는 기기나 기계를 정한다. 다음으로 그 시스템의 목록을 어렵잡아 증기운 폭발에 기여하는 중량을 계산한다. 여기서 시뮬레이션에 필요한 입력데이터가 갖추어져서 프로그램을 실행하여 손해범위와 손해액을 예측할 수 있게 된다. 손해범위는 폭발 중심에서 거리에 따라 동심원으로 표시되며, 즉, 폭풍압을 피해로 치환하는 조작이 이루어진다. 또한, 가연성 가스의 증기운은 바람에 의해 이동하여 재물이

집중된 지역을 자동적으로 찾아 손해액이 최대가 되도록 시뮬레이션한다.

폭풍압에 대한 영향평가가 이차원이긴 하지만 가시화되므로 플랫폼 부지 내의 작업자나 주위에 대한 위험도를 어느 정도 파악할 수 있다.

시뮬레이션은 ①가연물질의 양을 TNT 폭발량으로 환산하여 폭풍현상으로 간주한 모델, 또는 ②TNT의 폭발과 증기운 폭발의 현상이 약간의 차이가 있는 데서 과거 사례를 추적하도록 구축한 모델로 대별된다. 각각 특징이 있어 장단점이 있는데, 두 기법 모두 기본적으로는 폭풍강도와 거리의 관계를 바탕으로 손해범위와 손해율을 산정하고 있다. 증기운 폭발의 영향을 해석하기 위한 모델이 많이 발표되었으며, 이를 계산하기 위한 Tool이 개발되고 있다.

다. 리스크평가기법을 사용한 리스크의 극소화

손해예측의 결과를 좌우하는 요인으로 가장 근간을 이루는 입력조건(잠재위험물질과 프로세스 특성이 합치되는 기기나 기계의 특정, 재고목록의 산정 및 증기운 폭발에 기여하는 중량을 계산)을 확인하는 것이 매우 중요하고, 또한 기술을 요하는 포인트라 생각된다.

플랫폼의 물적·인적인 리스크를 근본적으로 배제하는 것은 불가능하다고 생각된다. 그래서 손해보험의 관점에서 통계자료를 바탕으로 리스크 평가기법을 이용, 「리스크의 극소화」를 「합리적 비용」으로 수행하여 조업 중의 기회손실을 최소화하고, 나아가서는 석유·석유화학제품의 국제 가격경쟁력의 증강에 조금이라도 공헌할 수 있었으면 한다.

2. 화학업계에서의 OHSMS

가. 화학업계에서 본 OHSMS

화학업계의 경영자 단체로 구성된 일본화학공업협회에서는 1990년에 Responsible Care(RC)활동을 개시했다. RC활동이란 「화학물질을 제조, 또는 취급하는 사업자가 자기결정· 자기책임의 원칙을 바탕으로 화학물질의 개발에서 제조, 유통, 사용, 최종 소비를 거쳐 폐기에 이르는 전 라이프 사이클에 걸쳐 『환경· 안전· 건강』을 확보하는 것을 경영방침으로 공약하여 개선을 도모해 가는 지속적인 활동」이다. RC활동의 구체적인 사례로는 ①MSDS(제품안전 데이터시트) 작성, ②옐로우 카드의 보급, ③PRTR의 실시· 공표(환경오염 물질의 배출이동 등록으로서, 사업자가 대상 환경오염물질별로 공장· 사업소에서 배출하는 양을 스스로 파악하여 그 결과를 보고, 집계하여 공표하는 제도), ④환경보전(CO₂ 사용에너지, 산업폐기물의 삭감), ⑤노동재해, 설비재해 줄이기 등을 들 수 있다.

이 중 노동재해, 설비재해 줄이기에 대해 살펴보면, 1970년 전반에 다발한 전국 각지 콤비나트의 사고를 교훈 삼아 관계 법규의 정비 강화, 각 기업의 근본적 안전대책 실시 등의 현명한 노력이 결실을 맺어 일본에서 노동재해는 매년 감소하여 1998년에는 연간 사망자 수가 2,000명 아래로 떨어지고, 휴업 4일 이상인 사상자 수도 150,000명대에 이르렀다. 그러나, 타 산업계와 마찬가지로 일본의 화학업계도 과거 10년간의 사고재해 발생 건수를 보면 감소 경향이었으나, 최근에는 오히려 감소정지 상황이다. 재해의 내용도 「협착· 말려들어감」이 여전히 높은 비율을 차지하고 있으며, 협력업체는 모 회사에 비해 훨씬 높은 상태가 계속되고 있다.

화학업계는 업종적으로 범위가 넓고 업무 내용도 매우 다양하지만, 그 작업내용은 기본적으로 「사람」· 「화학물질」· 「설비」의 관계라 할 수 있다. 즉, 화학관계의 사고· 노동재해 등은 이 3요소의 상호작용 가운데 발생한다. 따라서 우선 이 관계를 충분히 파악하여 종합적으로 안전대책을 강구하는 것이 중요하다. 더욱이 무엇보다도 중요하고 특징적인 요소인 화학물질은 합성물이던, 천연물이던, 본래부터 위험유해성을 가지는 것이 적지 않고, 사용 상태에 따라 변화(증감)하므로 적절히 사용하기 위해서는 어떻게 하면 좋을지 항상 생각해 두어야 한다.

또한, 화학공업에서는 일반적으로 신기술의 개발이나 회사환경의 변화에 따라 업무 내용이나 노동형태 등이 대폭 바뀐다. 경영환경이 어려워지면 좋던 싫던 업무 혁신, 효율화가 가속화되고, 안전위생관리의 방법에도 영향이 미치게 된다. 사고· 노동재해의 감소는 사고· 재해를 체험하는 일이 적어지는 것이기도 하여 베테랑들이 다른 업무를 맡거나 정년퇴직하여 직장을 떠나는 경우가 늘고 있는 것과 아울러 사고· 재해의 귀중한 경험· 정보를 어떻게 전달해 갈 것인가가 향후 중요한 과제가 되고 있다.

한편, 눈을 해외로 돌리면 글로벌화, 무국경화가 진행되고 해외진출이 빈번해짐에 따라 현지의 안전관리 방법에 대한 연구도 중요해지고 있다. 현지의 규척· 기준의 정비상황, 노동환경, 풍토, 역사, 문화 등의 차이로 종래의 안전관리를 그대로 적용할 수 없고, 특히 다국적 기업에서는 「동일한 기준, 척도로 안전위생관리의 레벨을 볼 수 없을가」 하는 요망이 현실적인 문제가 되고 있다. 또한, 유럽 각국에서는 노동재해를 감소시키기 위한 새로운 도구의 하나로 위험성 평가가 제안되어 중대재해를 초래할 우려가 있는 화학공업이나 기

계설비를 중심으로 도입이 진행되고 있다.

노동청에서는 이러한 상황을 바탕으로 앞으로 사고·재해를 더욱 감소시키기 위해 제9차 노동재해방재계획에서 새로운 관점의 안전위생관리기법의 필요성을 지적하고, 작년 4월에는 노동안전위생관리시스템의 가이드라인이 발표되었다.

국내·외의 이러한 상황을 감안하여 일본화학공업협회에서는 1997년 초부터 노동안전위생관리지침 작성작업을 시작, 1998년 3월에는 잠정치침을 작성하였다. 지침의 구성은 국제적인 정합성을 감안, BS 8800을 기본으로 하였는데, 「위험은 도처에 존재한다. 그러나 모든 재해는 예방할 수 있다」를 기본으로 하고, 회원사에서 현재 실시하여 타사의 참고가 될만한 많은 사례를 담아내어 독창성이 강한 것이다. 그 후 노동청의 노동안전위생관리시스템의 가이드라인 고시나 본 지침의 설명회, 회원 사업장의 실제검증 등을 거쳐 개정하여 1998년 10월에 정식 노동안전위생관리지침을 제정하였다. 그 후에도 국내·외 노동안전위생관리에 대해서는 OHSAS 18001(BS 8800의 컨소시엄 방식)의 발표나 그 인증 취득을 희망하는 기업의 증가 등 OHSMS를 둘러싼 움직임은 놀라울 정도로 자동차산업경영자단체를 비롯한 민간 유력단체에서는 각기 OHSMS의 지침 제정과 수정작업을 진행하고 있다. 일본화학공업협회에서도 1999년 후반부터 다시 OHSAS 18001을 기초로 각 기업이 사용하기 편하게 지침 수정을 시작하여 금년 4월에는 제정작업이 거의 종료되었다.

나. OHSMS에서의 Risk Assessment

작년에 공표된 노동청의 노동안전위생관리시스템에 관한 지침 중에도 위험유해요인을 특정하는 기법의 하나로 위험성 평가를 다루고 있는데, 위험성 평가는 OHSMS를 구축할 때 그 핵심이 되

고 있다.

구미에서는 보안·환경 등에 관해 각 사업소별로 리스크관리체제를 정비하고 안전성 평가, 재해 설정을 하여 안전대책, 긴급시 대응 등에 활용하는 것이 널리 보급되고 있다. 미국의 OSHA(노동안전위생청)에서는 위험성이 높은 화학물질의 프로세스 안전관리에 대해 규칙을 제정, 규제 수량 이상의 물질을 취급하는 사업자에 대해 프로세스 해저드 평가를 실시하도록 의무화하고 있다. 또한, 유럽 각국에서는 1989년 EC지령을 발행한 이래 각국의 법령에 기초하여 일반 직장에도 실정에 따른 위험성 평가의 도입이 촉진되고 있다.

법령위반이 1건도 없고, 노동재해가 과거 1건도 발생하지 않았다는 결과만으로 그 직장에 노동재해의 원인이 되는 위험원이 존재하지 않는다고 단정할 수는 없다. 패트의 법칙(1:10:30:600)에 따르면 직장에 위험원이 존재하는 한 언젠가는 노동재해가 발생하게 된다. 노동재해를 예방하기 위해서는 잠재하는 위험 그 자체를 없애야 하고, 그를 위한 수단으로 위험성 평가를 실시하는 것이 중요하다.

다. 위험성평가 실시에 따르는 이점

직장에서 위험성 평가를 실시함으로써 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

- ① 직장의 리스크를 명확히 함으로써 리스크에 대한 인식을 관리자를 포함한 직장 전체가 공유할 수 있으므로 안전에 대한 감성도 높아질 수 있다.
- ② 구체적인 비용 대 효과를 파악할 수 있으므로 안전위생대책을 합리적으로 우선할 수 있다.
- ③ 잔류리스크에 대해 「지켜야 할 결정사항」의 이유가 명확해져 관리자에게 안전위생상

의 「설명 책임」을 부여할 수 있다.
 ④ 리스크 감소 대책의 실시 사례를 기록함으로써 안전기술 노하우로 축적 계승할 수 있다.

라. OHSMS와 위험성평가의 현재와 앞으로의 과제

이상에서 서술한 바와 같이 OHSMS를 구축할 때 위험성 평가를 실시하는 것이 바람직한데, 현재는 화학업계를 포함한 대부분의 기업에서 위험성 평가에 관한 인식이 희박하고 구체적으로 어떻게 위험성 평가를 하면 좋을지 모르는 경우도 있어 극히 일부 선형기업에서 해외 규격, 지침을 참고로 자기 시행착오를 거치면서 도입하고 있는 상태이다.

화학공장에서는 위험도 평가의 주된 기법으로 체크리스트와 HAZOP이 비교적 많이 사용되고 있는데, 이것도 한정적인 목적으로 사용되고 있는 경우가 많고 OHSMS 중에서 유기적으로 위험성 평가가 사용되고 있는 사례는 적다. 앞으로 구미와 같이 OHSMS와 위험성 평가의 보급을 추진해 가기 위해서는 우선 톱 경영층의 깊은 이해가 필요하며 동시에 국제적인 정합성을 가지면서 일본의 실태에 적합하여 폭넓은 분야에서 사용할 수 있는 위험성 평가 매뉴얼의 작성이 요망된다.㉞

— 구입가스(2000. 3, 6)
 — 발췌: 경영기획부 과장대우 변경희

국제회의 안내

개최연월일	회 의 명 (개최장소·연락처 등)
2000년	
9 월 10~13	제3회 Scale Modelling 국제회의 (나고야 http://www.eess.mech.nagoya-u.ac.jp/issm3.html)
11~15	제12회 연소 및 폭발에 관한 심포지움 (러시아 http://www.icp.ac.ru/Conference/symp2000/)
10월 23~27	3rd International Symposium on Hazards, Prevention, and Mitigation of Industrial Explosions (츠크바시· Email: dobashi@comb-saft.u-tokyo.ac.jp)
11월 1~3	10th International Symposium on Aerodynamics and Ventilation of Vehicle Tunnels: Principles, Analysis and Design (미국 http://www.bhrgroup.co.uk)
15~17	2nd International Symposium on Fire Science and Technology (한국 http://cau.ac.kr/~cik/symposium.html)
27~12/1	5th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management (大阪 http://www.nsra.or.jp/PSAM5/)
2001년	
1 월 7~12	Conference on Technical Basis for Performance Based Fire Regulations (미국 http://www.engfnd.org/0al.html)
22~23	Fire and Materials Conference (미국 http://www.intercomm.dial.pipex.com/fandm2001callforpapers.htm)