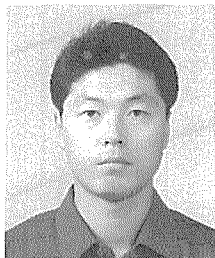


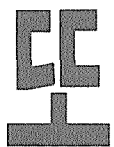


.....정유사의 안전관리 ④

쌍용정유의 안전관리활동과 앞으로의 방안



柳 衍 赫
〈쌍용정유 안전·환경관리부〉



한번의 참사!

한강 성수대교 붕괴사고, 서울 아현동 가스중간기지 폭발사고의 여운이 채 가시기 전에 대구 지하철 공사장 도시가스 폭발사고가 발생, 등교길 40여명의 학생을 비롯한 100여명의 사망자를 내는 대형참사가 발생하였다. 지난해 성수대교 붕괴사고가 그랬듯이 이번 참사도 등교길의 죄없는 우리의 아들, 딸들이 차디찬 주검으로 부모의 품에 돌아오는 쓰라린 현실 앞에 부끄러움과 개탄을 금할 수 없다. '60년대 이후 고도의 경제성장의 이면에는 「빨리빨리」 「대강대강」의 그릇된 풍토가 우리사회 전반에 스며들었고 옆을 살피고 뒤를 돌아보는 여유를 망각한 채 단지 앞을 향해 내달랐던 무모함이 오늘 우리가 값비싼 댓가를 치러야 하는 당연한 결과가 아닌가 생각된다.

최근 정부는 「안전」이 우리의 생활과 문화 속에 정착될 수 있도록 범국민적인 「안전문화(Safety Culture) 캠페인」을 전개해 나갈 것을 공표했다. 가정 및 학교에 여론·매스컴을 통하여 안전문화를 확산, 전파하고 사업장에서의 안전문화 실천운동을 전개하여 우리사회 전반에 안전문화를 정착시키고자 하는 의지를 표명하였는데 뒤늦은 감은 있지만 다행스러운 일이 아닐 수 없다. 그러나 이러한 일련의 운동이 일회성이고 단지 구호에 그치는 누를 범해서는 안되며 지속적이고 구체적으로 실행되어 우리사회 전반에 안전문화가 성숙되어 다시는 아버지가 자식의 영령앞에 무릎을 꿇어야 하고 자식 잃은 어머니의 오열하는 모습을 보아야 하는 쓰라린 경험을 되풀이해서는 안되겠다.

1960년대 이후 우리나라의 산업은 경제 및 산업구조를 근대화 시키기 위한 정부의 중화학공업 육성정책에 의해 고도성장을 계속해 왔다. 특히 정유 및 석유화학공업의 발달은 국가산업발전의 획기적인 전기가 되어 우리나라를 신흥공업국으로 발전시키는 중추적인 역할을 하여 왔다.

그러나 정유 및 석유화학공장은 고도의 기술집약적

장치산업으로 각종 다양한 가연성 또는 유독성물질을 원료, 중간체, 첨가제, 용제 및 제품의 형태로 대량 생산, 저장, 취급, 사용하고 있으며, 공정의 운전조건 또한 고온·고압인 상태에서 운전되고 있으므로 가연성·유독성 물질의 누출로 인한 화재, 폭발 및 독성물질에 의한 중독의 위험성이 상당히 크다. 또한 각종 장치류(Tower, Vessel, Heater, Exchanger 등) 및 회전기계류(Compressor, Pump 등)가 복잡하게 연관되어 있을 뿐 아니라 고도의 자동화된 공정제어 시스템으로 구성되어 있어 각 요소에 대한 잠재위험성을 발견하고 안전성을 확보하기 위해서는 고도의 기술수준과 숙련된 경험이 필요한 특징이 있다. 이러한 종합적인 공정 시스템에 있어서 각 요소에 대한 검사, 보수, 운전등 전 분야에 걸쳐 신뢰성이 확보되지 않거나 운전원의 사소한 조작실수 및 대응미숙 등으로 인하여 사고가 발생하게 되면 공장내의 근로자, 설비는 물론 인근공장 및 지역 주민에까지 심각한 영향을 미칠 가능성이 크며 설비의 파괴에 따른 직접적인 재산상의 손실은 물론 설비의 복구기간이 길기 때문에 이와 관련된 산업에 원재료 수급등의 차질을 가져와 국가경제에 심각한 영향을 미침을 국내의 정유 및 석유화학공장의 사고를 통해 우리는 보아왔다.

이에 따라 세계각국에서는 정유 및 석유화학공장의 안전성을 확보하고 중대재해를 방지하기 위하여 다각도의 노력을 경주해 왔다.

일반적으로 재해는 사람의 불안전행동, 설비의 불안전상태, 작업환경의 불량등으로 인한 이상접촉에 의해 발생되므로 이를 제어하기 위해 안전활동기법을 개발하고 기계·기구 및 설비등의 안전성 확보를 위하여 각종 안전장치의 개발 및 시스템의 페일-세이프(Fail-Safe), 폴-프루프(Fool-proof)화를 위해 지속적인 노력을 하는 한편 인간과 기계의 상호관계(Man-Machine Interface), 안전심리등을 활용하는 인간공학(Human Engineering)적인 접근 등을 계속해서 시도하여 왔다. 그러나 공정이 복잡화, 대규모화 함에 따

라 중대재해의 발생가능성은 한층 증대되었고 또한 세계각국에서 현실로 나타나고 있다. 따라서 정유 및 석유화학공장에서 중대재해를 방지하고 안전성 향상을 위해서는 단편적이고 개별적인 안전기술 개발과 적용은 물론, 가연성·유독성 물질의 사용·취급·제조·운송 등 전분야를 포함하고 각종 기계장치 및 설비에 관련된 자료, 정보 및 기술등이 하나의 총체적인 경영시스템 안에서 통합, 관리되어야 할 필요성이 증대되게 되었다.

이러한 종합적인 경영관리 시스템을 미국에서는 공정안전관리(*Process Safety Management, PSM*)라는 명칭으로 미국화학공학회(*AIChE*) 산하단체인 *CCPS* (*Center for Chemical Process Safety*), 미국화학물질제조협회(*CMA*), 미국석유협회(*API*)등에 의하여 유도되었고 80년대 중반이후 캘리포니아(*California*)를 비롯한 일부 주(*State*)에서 *PSM*의 입법화를 추진하다가 '90년부터 중대재해예방을 위한 연방 특별법 제정을 추진, 공청회등을 통해 의견수렴을 거친 후 1992년 5월 연방법률 *OSHA, 29 CFR 1910.119* (*Process Safety Management of Highly Hazardous Chemicals*)로 공포되어 현재 시행중에 있다. 또한 국제노동기구(*ILO*)에서도 '91년 중대산업사고예방(*Prevention of Major Industrial Accident*)을 발간하였고, 가입국을 순회하며 중대산업사고예방에 대한 홍보 및 공청회등을 실시하여 1993년 6월 제80차 총회에서 국제협약(제174호)으로 채택되었다. 국내에서도 1995년 1월 산업안전보건법을 개정하여 *PSM*을 「공정안전보고서의 제출」이라는 명칭으로 입법화하여 '96년 1월 1일부터 시행될 예정이고, 현재 시행령 및 시행규칙을 개정중에 있다. 또한 지난 3월 한국산업안전공단내에 화학공장 위험관리실이 발족되어 사업장에서 제출될 공정안전보고서의 기술검토 및 확인, 위험성평가의 대행, 정유 및 석유화학공장의 정밀안전진단등의 업무를 추진할 계획이다.

정유 및 석유화학공장을 중심으로 일고 있는 환경변

화에 적극 부응하기 위해 쌍용정유는 현재 기존 안전관리 시스템에 대한 재검토와 향후 *PSM* 구축을 위한 관련 자료의 수집, 교육·홍보 및 중단기적 추진계획 수립등을 검토하고 있다. 특히 *PSM*의 핵심요소인 위험성평가 기법의 하나인 *HAZOP Study*를 지난해 11월 현재 건설중에 있는 신규공장(*Bunker-C Cracking Center, BCC*) Phase I에 대하여 미국의 공정 위험성평가 전문용역업체인 「*Arthur D. Little*」社와 공동으로 실시한 바 있다. *HAZOP Study*에 앞서 *HAZOP* 팀원 및 엔지니어등 15명이 *HAZOP*을 포함한 위험성평가 기법들에 대한 교육을 이수하였고, *HAZOP Study*는 공정(*Process*)을 2개의 단위 플랜트(*Plant*)로 나누어 2개의 팀이 각각 3주동안 실시하여 *Study* 결과 도출된 위험성 및 운전상의 문제점을 *Risk Ranking*화하는 한편 권고(*Recommendation*)된사항을 검토하여 반영중에 있다. 또한 「*Arthur D. Little*」社와 수행했던 *HAZOP Study* 경험을 바탕으로 *BCC* Phase I 나머지 플랜트(*Plant*)에 대한 *HAZOP Study*를 당사 자체 팀을 구성하여 지난 2월에 실시하였고, 앞으로 기존공장에 대해서도 *HAZOP Study*를 년차적으로 실시해 나갈 계획이다.

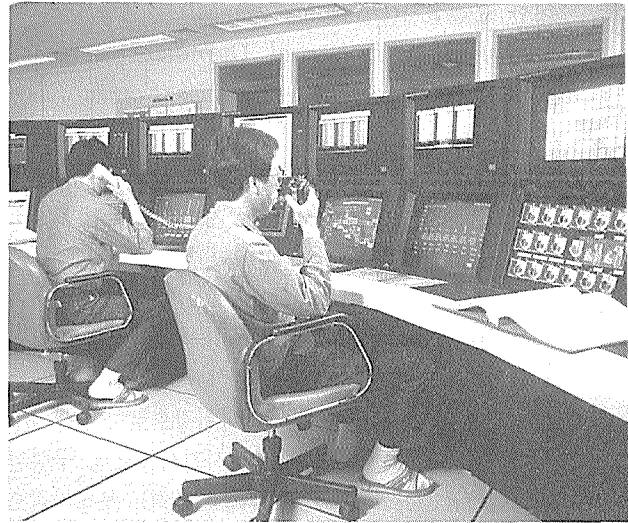
'91년 쌍용정유는 자율안전관리 제도를 도입하여 라인(*Line*)중심의 안전관리활동을 전개해 오고 있다. 특히 '92년 공장가동이래 10여년간 실시해오던 「공장 안전작업내규」를 전면 개정하여 기존의 안전부서 주도의 작업허가(*Work Permit*)절차를 라인(*Line*)에 위임함으로써 라인(*Line*)의 안전에 대한 시각 및 의식변화를 유도하여 생산과 안전이 별개의 독립된 존재가 아니라 안전은 생산활동의 중요한 구성요소이며, 안전을 전제로 할 때 비로소 진정한 의미의 「생산」임을 일깨워 주는 혁신적인 계기를 마련하였다. 사원들의 안전 의식 양양과 적극적인 안전활동 유도를 위해 공장가동과 함께 시작한 무재해 운동 결과 15차례의 무재해 100만인시를 달성하였고 특히 금년 4월 공장가동이래 처음으로 무재해 400만인시를 달성하는 쾌거를 이루

어 내 안전관리 부서에게는 자율안전관리에 대한 자신과 확신을 심어주었고 라인(Line)의 관리자 및 사원에게는 자신들의 땀과 힘으로 일구어 낸 값진 결과에 대해 크나큰 자부심과 성취감을 맛볼 수 있었던 중요한 계기가 되었던 것으로 생각된다.

전술한 바와 같이 정유 및 화학공장은 각종 장치 및 설비, 공정제어시스템, 안전장치등 그 구성요소가 복합적으로 이루어져 있어 이를 각 요소에 대한 신뢰성과 안전성 확보를 위해서는 기획, 설계, 건설, 운전 및 설비보전에 이르기까지 각 단계별로 철저한 관리가 필요하다. 이에 당사가 사고를 예방하고 정상운전을 계속하기 위해 시행하고 있는 주요활동에 대해 간략하게 소개하고자 한다.

쌍용정유 온산공장은 건설당시 선진외국의 Standard 및 Specification(Foster Wheeler)을 도입하여 설계하였고 10여년간의 운전경험 및 기술축적으로 정상운전을 계속하고 있다. 기존공정에 대한 변경이나 증설 등이 발생시 당사의 기술검토/설계요청(RTS) 절차에 따라 담당공정부서에서 변경부분에 대한 기술검토 및 안전성검토를 실시하고 안전/환경부서의 사전 검토를 거쳐 설계부서(Engineering Part)에서 회사의 자체 STD 및 SPEC은 물론 선진외국의 각종 기준(ASME, ANSI, ASTM, API, NEC 등) 및 국내 기준, 관련법규등을 적용하여 설계하므로써 공정의 변경등으로 인해 발생할 수 있는 잠재위험성이 설계단계에서 사전에 제거되도록 제도적 장치를 마련해 놓고 있다.

공정의 변경부분의 공사에 사용하는 자재(장치, 회전기계, 배관, 계장 및 그 부속품)의 신뢰성 확보는 안전운전의 중요한 요소이므로 당사는 각종 자재의 구매, 검사, 검수를 자체규정에 의하여 철저히 시행하고 있다. 자재구매 계약전, 설계부서에 준비한 제작도면 및 기타 필요한 자료를 검사부서(Inspection Part)에서 검토하고 필요 자재에 대한 검사항목 및 절차를 구매부서로 통보하여 구매계약이 이루어 지도록 하고 있다. 자재에 대한 검사는 최종검사, 중간검사, 최종검사로



분류하여 자재의 입고 전·후에 국내의 공인규격 및 당사 SPEC에 의하여 실시되며 검사부서 및 해당부서의 최종검사에 합격되지 않은 자재는 여하한 경우라도 공사에 사용되지 못하도록 하고 있다.

최근 공정의 변경이나 신규 Project 공사의 경우 협력업체에 외주를 주어 시공되는 경우가 대부분이므로 협력업체에 대한 안전관리 및 공사의 품질관리는 대단히 중요하다. 이에 당사는 공사착공전 협력업체 대표자와의 착공전 안전회의를 통하여 당사의 안전관련규정 및 공사 수행에 필요한 제반 사항을 전달하고 있다. 신규출입하는 협력업체 직원은 반드시 안전부서에 실시하는 안전교육을 이수한 후 작업장에 투입되도록 되어 있으며 월 1회 정기적으로 협력업체 안전회의를 개최하여 안전관련 사항에 대하여 협의를 하고 있다. 또한 변경설비에 대하여 설계 도면 및 설계사양과의 일치여부를 공사감독부서 및 관련부서를 철저히 확인하고 있으며 시운전전에 운전원에 대한 교육, 훈련을 실시하여 안전운전을 도모하고 있다.

'93년 쌍용은 취급, 저장, 사용, 제조하고 있는 가연성·유독성 물질에 대한 유해위험물질안전보건자료(MSDS)를 마련하여 시행해오고 있으며, 전 공정에

대한 운전절차(Operating Manual)를 각 운전단계(Initial Start-Up/Normal Operation/Emergency Shut-Down/Emergency Operation/Normal Shut-Down)별로 재검토하여 전면 보완하였다. 또한 그동안의 축적된 운전경험 및 기술을 바탕으로 기계, 전기, 계기, 장치등에 대한 표준작업절차를 제정하여 운영하는 한편 장치 및 배관류에 대한 검사절차 및 표준(Inspection Procedure and Standard)을 문서화하여 시행중에 있다. 장치검사부서의 경우 각공정별로 전담 검사기사가 운전현황에 따른 부식관리 및 장치검사를 철저히 하고 있다. 공무부장을 위원장으로하여 생산부서장, Chemical 공급업체, 검사기사등으로 구성된 Corrosion Meeting을 정기적(분기 1회), 부정기적으로 개최, 적극적인 대응을 하고 있으며 장치검사의 경우 장치 및 배관에 대한 건설공사 검사(제작검사 포함), 운전중 검사, Over all 검사(외관검사, 비파괴검사) 및 시험편(Test Piece)에 의한 파괴검사등으로 분류, 철저한 검사를 실시하여 장치 및 배관류에 대한 수명 예측 및 관리에 노력하고 있다. 그 결과 공장가동 이후 Tower 등 주요 Vessel류에 대한 교체를 30여차례 시행한 바 있다. 또한 공정의 모든 장치 및 배관류에 대한 검사 이력을 한눈에 볼 수 있도록 카드(Card)화하여 관리하고 있는데 이에 대한 전산화 개발에 열중하고 있다.

정유 및 석유화학공장에서 발생한 화재 및 폭발재해의 경우 장치 및 배관류의 접속부위(Flange, Valve Packing)등의 결함 등으로 인한 가연성물질의 누출에 의해 발생하는 경우가 많으므로 당시는 각 공정별로 생산부서에서 Leak Test를 매월 1회 이상 실시하고 있으며 각종 기계장치 및 전기, 계기시스템에 대한 예방정비PM(Preventive Maintenance)를 연간, 월간, 주간계획에 의하여 정기적으로 실시해오고 있다. 특히 회전기계류의 이상진동은 베어링(Bearing) 과열, 임펠러(Impeller), 케이싱(Casing) 등의 파괴를 초래할 위험성이 크므로 주요 회전기계류(Compressor,

Pump등)에 대한 진동(Vibration)을 주기적으로 측정, 분석하여 관리하고 있다.

쌍용정유는 안전검열 제도를 운영하고 있다. 전 공정 및 저장지역을 5개지역으로 분할하고 매월 검열지역 외의 타 부서 근무자로 구성된 안전검열팀(부장1, 과장3, 계장2, 안전과장: 7명)을 조직하여 검열지역에 대한 안전관리상태, 장치 및 설비의 결함등 불안전 요소를 찾아내어 매월 공장 안전회의(계장급이상 전관리자 참석)을 통해 도출된 문제점을 발표하고 그 시정방법을 토의, 최우선 조치되도록 하므로써 공정의 안전운전에 주력하고 있다.

안전관리의 기본은 사고예방에 있음을 부인하는 사람은 아무도 없을 것이다. 하지만 무재해란 존재할 수 없는 것이 엄연한 사실이며, 어떤 형태로든 재해는 발생해 왔고 앞으로도 발생할 것이다. 이러한 관점에서 볼때 사고시를 대비한 비상조치 계획의 사전 준비는 특히 정유 및 석유화학공장의 경우 대형재해 발생시의 피해강도를 고려할 때 안전관리의 필수적인 한 요소가 된다. 이에 쌍용정유는 비상시를 대비한「화재시 행동절차」 마련, 시행하고 있다. 비상사태 발생시 신고 및 접수절차, 비상시 인력동원계획, 공장 및 사택에 대한 비상반응 시스템의 운용, 화재진화를 위한 각부서의 임무부여 및 역할분담, 인명피해를 대비한 구급반 편성 및 운용, 인근 공장 및 유관기관과의 상호 응원협정에 관한 사항등이 이절차에 포함되어 있으며 이러한 절차에 따라 훈련을 실시해오고 있다. '94년 소방훈련장을 확보하고 매월 자체소방원 및 종업원에 대한 소방훈련을 실시하므로써 화재진화 기술은 물론 사고시 가상상황에 대한 경험을 쌓도록 하고 있으며, 또한 안전부서에서는 매월 가상으로 화재발생 지점(예, 공정장치, 저장탱크, 배관등)을 지정하고 대상시설물에 대한 개별적인 진화계획을 준비해 오고 있으며 이를 통하여 실제상황에 대한 적응력을 키워나가고 있다. 또한 공정시설내 요소요소에 각종 소화장비를 비치하여 화재시 신속한 대응이 이루어질 수 있도록 하는 한편

저 인화점 유류를 취급하고 있는 공정(Process) 펌프(Pump) 및 제품출하시설에 물분무 소화설비(Water Spray System)를 설치하는등 안전 및 소방시설에 적극 투자하고 있다.

지금까지 쌍용정유에서 시행하고 있는 주요 안전관리활동에 대하여 간략하나마 소개하였다. 정유 및 석유화학공장은 각종 기계장치 및 설비, 공정제어시스템 등 그 구성요소가 복잡하게 연관되어 있고 각종 다양한 가연성물질 및 유독성물질을 대량으로 취급하고 있으므로 기계장치의 사소한 결함, 운전전의 조작미숙등의 미비점으로 인하여 화재, 폭발 또는 중독사고가 발생하는 경우 심각한 영향을 미치게 될 위험성이 상당히 크다. 따라서 정유 및 석유화학공장에서의 중대재해를 효율적으로 예방하고 안전운전을 위해서는 공장

의 설계, 구매, 건설, 시운전, 운전 및 설비보전단계에 이르는 모든 단계에서 안전이 확보되는 즉, 경영관리 차원에서 전사적인 안전관리 활동이 이루어져야 할 것이다.

쌍용정유는 '96년부터 국내에 도입예정인 공정안전관리(PSM)의 조기 정착을 위하여 중장기적 추진계획을 검토중에 있고 특히 HAZOP을 비롯한 위험성평가를 년차적으로 실시하여 공정내의 잠재위험요인을 사전에 제거, 안전운전에 주력할 계획이다. 또한 모든 발생 가능한 사고형태 및 상황(화재, 폭발, 중독등)별로 세분화된 비상조치계획을 마련하고 이에 따른 정기적인 훈련을 계속하므로써 사고발생시 신속하고, 효율적인 대응이 이루어질 수 있도록 계속적인 노력이 필요한 시점이다. ♣

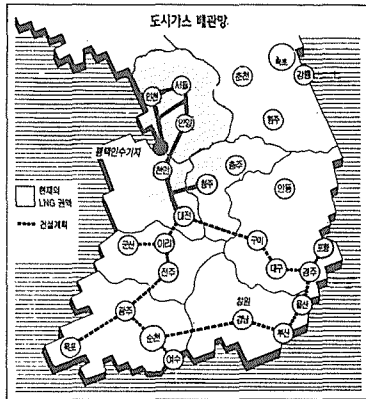
□ 에너지 상식

도시가스 어떻게 공급되나

전국 도시가스공급망은 크게 2개로 나뉘어 있다. 대전 이북의 서울·경기와 충청남북 일부는 평택인수기지에 연결된 공급망을 통해 액화천연가스(LNG)가 공급된다. LNG는 한국가스공사가 수입과 공급을 독점하고 있다.

나머지 지역은 사업자가 수입하거나 정유회사로부터 사들인 액화석유가스(LPG)를 지역별로 공급하고 있다. 국내 수요의 20%는 정유회사가 생산하고, 나머지 80%는 유공가와 호유에너지가 수입해 울산과 여천기지에 저장하면 각 사업자들이 이를 사다가 판매한다. 사업자들은 액화상태의 LPG를 가져와 공기 포함량 등을 조절하면서 가스로 바꾸는 에어공급방식으로 소비자에게 공급하고 있다.

나라에 따라 다르긴 하지만 일반적으로 도시가스 원료는 LPG보다 LNG를 선호한다. LNG는 공기보다 가벼워 누출되면 대기중에 흩어진다. 반면 LPG는 공기



보다 무거워 바닥에 고인다. 또 LNG는 LPG보다 인화점이 높고 공해물질이 약간 적다. 국내 공급값은 비슷하지만 국제적으로는 LNG가 더 싸다.

우리나라는 LNG가 들어오기 전까지 지역별로 20개 사업자들이 독자적으로 배관망을 깔아 LPG를 공급해 왔다. 이번 사고가 난 대구도 대성산업 계열의 대

구도시가스가 정유사들로부터 LPG를 받아다 소비자들에게 공급하고 있다.

그러나 정부는 안전성과 환경등에 유리한데다 석유의존도 줄이기 위해 정책적으로 천연가스의 사용을 늘려왔다. 정부는 현재 수도권과 충청권 일부에만 공급하고 있는 천연가스를 전국으로 확대하기 위해 5조2천억원 규모의 대단위 공사를 하고 있다. 대전-부산 배관망 연결 공사는 목표대로 96년에 완공될 예정이어서 내년 초에는 대구에도 LNG가 공급될 것으로 보고 있다.

또 평택인수기지를 확장하고 인천인수기지를 건설하는 한편, 광양에 제3인수기지 건설을 추진하고 있다. 가스공사는 99년께 창원과 광주를 연결하는 배관망 공사가 끝나게 돼 있어 2000년께 가면 강원도와 일부 지역을 제외한 전국에서 액화천연가스를 사용할 수 있을 것으로 전망하고 있다.