

화학플랜트의 제품관리와 안전관리

① BP Chemicals

□ 회사 개요

BP Chemicals는 영국 런던에 본사를 둔 BP (British Petroleum)의 자회사로서, 석유화학 폴리머 부분, 아세틸 니트릴 부문 및 특품 부문을 3대 중점 품목으로 하여, 세계 60여개소에서 각종 제품을 생산하고 있다.

□ 제품관리(Product Stewardship)

1. 제품관리 개요

1) 회사의 기본 방침과 기본적 책임

- BP Chemicals에서는 제품관리에 관하여 다음과 같은 기본 방침을 정하고 전 사원에게 주지시키고 있다. 『BP Chemicals는 모든 제품 및 서비스에 관한 사내·외 고객의 요구에 즉시 대응한다』
- EC 및 미국에서는 일본의 제품안전법과 같은 법령의 규제가 있고, 다음과 같은 기본적 책무를 부여하고 있다.
 - 제품이 안전 위생상 또는 환경 보전상 미치는 영향에 대하여 상세한 정보 수집
 - 안전정보의 주지 철저, 물질안전 데이터 시트(MSDS)의 정비
 - 교육 훈련에 의한 관계자의 제품
 - 제품관리의 최고 책임자는 사장이다. 공장별 또는 제품별로 책임자를 정하여 라인관리를 행하고 있다. 제품안전 담당부서의 책임은 바른 정보를 관계자 등에게 제공하고, 감사를 실시하는 것이다.

2) 제품관리의 실시 항목

- BP Chemicals에서는 다음과 같은 관리항목을 실시하고 있다.
 - 기본 방침의 책정
 - 제품의 위험성을 고객, 유통관계자, 사내의 관계자에게 주지
 - 신제품, 기존제품의 위험성평가 및 정기적 재평가 실시
 - 제품안전 데이터베이스의 확충 및 보수
 - 제품 리콜제도의 확립
 - 제품의 사용법·오용법 등 파악
 - 운송관계자에 대한 안전 배려
 - 고객의 크레임 처리
 - 제품의 회수, 리사이클링, 폐기

2. 제조물 책임

1) 영국의 안전관계 법령

- 종래 영국의 제품안전관계 법령으로서는 『계약법』과 『불법행위법』의 2법령이 있으며, 전자에서는 최종 판매자에게 제품안전 책임이 있고, 후자에서는 피해자 입증의 필요성을 규정하고 있다.
- EEC 85/374 지령을 바탕으로 성립된 영국의 『소비자보호법』의 골자는 다음과 같다.
 - 물적손해/상해가 발생한 경우의 제조물 책임의 대응책을 도입하였다.
 - 제조자에게 과실이 있는 것을 피해자가 입증할 필요가 없으며, 결함제품이 있는

것 만을 증명하면 되는, 소위 무과실책임
을 도입하였다.

- 대상은 가동물품(전기 포함)으로 한다.
- 민사적으로만 적용하고, 3년 이내에 제소
하여야 한다. 다만, 다음과 같은 예외가
적용된다.
 - 사용자의 태만·오용이 있을 때
 - 개발상, 제조자가 제품의 리스크를 예
측할 수 없었을 때
 - 농산물이 그 대상일 때

2) BP Chemicals의 제품안전에 관한 대응책

- 안전한 제품의 제조라 함은, 고품질로서 안
전한 정보를 갖는 제품을 제조하는 것이다.
따라서 사용자에게 사용법이 잘 이해될 수
있도록 배려하는 것이 대단히 중요하다고
생각하고 있다.

3. 품질보증 시스템

1) 제품안전 데이터베이스의 구축

- 안전위생환경부에서 각 제품당 6페이지 정
도의 MSDS를 작성하여 전 고객, 관련회
사 수송업자 등에게 배포하고 있다. 특히,
이를 확실하게 하기 위하여 발송 공문서를
2매 작성하여 1매는 반송 받을 수 있는 시
스템을 채택하고 있다.
- 전 제품 약 1,500종에 대하여 MSDS가 작
성되어 있으며, 점차 최신 양식으로 바꾸어
갈 예정이다.
- 고객 서비스를 위한 Rapid File 시스템을
채용하여 ① 고객명 ② 연락처 ③ 관련제

품 ④ 납품장소 ⑤ 크레임·질문 등에 관
한 최신 정보를 컴퓨터에 데이터베이스화
하고 있다.

- 효과적인 시스템을 위하여 관계종사자(관
매, 납품 등)에 대한 교육 훈련을 실시하
고, 그 결과를 훈련기록부에 기록하고 있으
며, 직제에 피드백하고 있다.
- 유럽지역의 자회사·공장에 대하여서는 나
라마다 코디네이터 1명을 두고 각 제품의
MSDS를 해당 국어로 번역하여 데이터베
이스화하고 있다.

2) 품질보증 등록

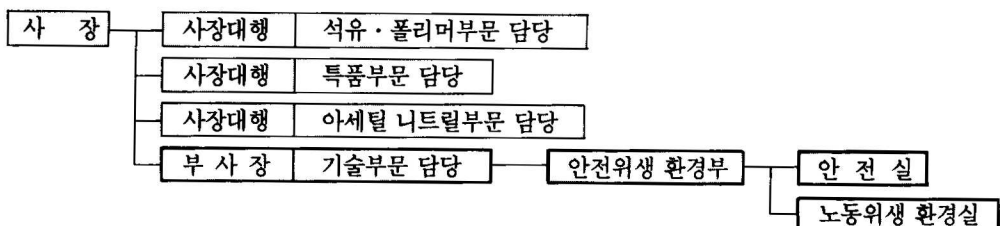
- BP Chemicals의 영국 내 여러 공장에서
는 BSI, 로이드 등으로부터 품질인증을 획
득하였으며, 타 공장에서도 이를 계속 추진
하고 있다.
- 품질인증은 공장의 품질보증 시스템이 기
준에 합치될 때 심사를 거쳐 부여되는 것으
로서 등록 후에도 품질관리가 불량한 경
우에는 취소되기도 한다.

□ 안전관리(Safety Management)

1. 위생·안전·환경보전(HSE) 활동의 전사적 대응

1) 본사 HSE 관리조직

- 본사 HSE 관리 조직은 그림1에 나타난 바
와 같이 기술담당 부사장 직할로 안전위생
환경부가 있고, 여기에서 다시 안전실과 노
동위생환경실이 나뉘어져 있다.



【그림 1】 본사 HSE 관리 조직

2) HSE에 관한 회사의 기본 방침

- HSE 기본 방침을 정하고, 다음과 같은 취지를 관계자 전원에게 철저히 주지시키고 있다.
 - HSE 기본 방침은 기업 방침의 일부이다.
 - 경영자, 종업원, 계약회사원은 기본 방침의 목표를 달성하는데 노력해야 한다.
 - 기업활동에서는 법령을 준수하는 외에 관공서, 협회의 지도에 따른다.
 - 기업활동과 제품의 종업원, 고객, 공공 및 환경에 미치는 영향을 평가한다.
 - 필요에 따라 안전위생·환경보호를 위하여 수단을 강구하고 이를 시행한다.
 - 안전위생·환경에 영향을 미치는 기업활동의 정보를 종업원, 고객, 공공 및 관공서에 공개한다.

3) 회사적 HSE 활동 계획

- BP Chemicals에서는 전사적인 안전위생·환경보전 활동으로서 다음과 같은 사항을 계획하고 실시한다.
 - 프로젝트에 따른 HSE 대책
 - 각종 기준류의 정비
 - 대책 실시 상황의 감사
 - 연구 개발에 따른 HSE 대책
 - 관계 정보의 활용(사고사례, 교육훈련, 데이터베이스화, 응급대책)
 - 자회사·관련회사의 지도
 - 제품안전대책

2. 공장 안전관리의 개요

1) 인적 대책

- 종업원의 선택은 채용시가 핵심이다.
- 교육 훈련으로서,
 - 사업소 도입교육
 - 플랜트 도입교육
 - OJT를 실시하고 있다.
- 프로의식 육성을 위하여 태도에 관한 감독

지도 및 규율 준수를 실행시키고 있다.

- 정보 전달을 위하여 TBM(Tool Box Meeting)을 실시하는 외에 안전정보계획(SIP)에 따른 종업원의 개발을 하고 있다.

2) 안전기준

- 공장에서는 다음과 같은 안전기준을 유지하고 있다.
 - 공장안전규칙(Safety Standing Orders)
공장의 기본방침, 법적규칙, 장소별 안전대책, 작업허가 등 30항목 규정
 - 안전지침(Safety Guidance Notes)
 - 플랜트별 작업지시서(Plant Standing Instructions)
 - 개선절차서(Modification Procedure)
주요시설 등(하드·소프트웨어면)을 변경할 때에는 운전과장 및 관계부문 부서장의 동의 필요
 - 운전지시서(Operating Instructions)
 - 장기지시서(Long Term Instructions)

3) 공장 안전관리 시스템

- 각 공장의 실태에 따라 다음과 같은 안전관리 시스템을 적절히 채용하고 있다.
 - 건강장해물질 관리
환경에 대한 위험성을 평가하고, 관계자에게 위험성 데이터시트에 관하여 교육
 - 위험작업의 업무분석
 - 작업허가
 - 안전위원회
 - 위험성 기록서(Hazard Log Book)
운전원의 비망록과 같은 것으로서 확실한 정보전달
 - 작업지시서/조작기록서
 - 플랜트 내에 게시
 - 사고조사

4) 점검·조사

- 상급 관리자에 의한 정기점검 : 3개월에 1회

- 물적평가시스템 점검 : 2개월에 1회
- 안전담당부문에 의한 점검 : 수시
- 비정기 점검(관리자의 순시) : 수시

5) 안전관리의 성적

- 사업부문별 휴업 도수율은 다음과 같다.
그다지 좋은 편은 아니다.
- 석유·폴리머 부문 : 4건/100만시간
- 아세틸·니트릴 부문 : 2건/100만시간
- 특품 부문 : 9.5건/100만시간

3. 작업허가제도

1) 절 차

- 다음에 제기하는 특별작업을 할 때에는 사전에 관계처의 작업허가를 받지 않으면 착수할 수 없도록 제도화하고 있다.
- 탱크 내 작업
- 화기 사용 작업
- 굴삭 작업
- 고압 제트수 작업
- 아스베스토스 제거 작업
- 방사성물질 취급 작업
- 작업허가 신청서는 용지가 색깔별로 구분되어 있고, 하루 30~40건 제출된다.

4. 안전교훈 활용제도(Lessons Learned System)

1) 안전교훈의 정의와 대상 범위

- 안전교훈은 특별한 경험에서 얻을 수 있는 지식을 요약하여 표현한 것이기 때문에 안전 향상에 유용하게 쓰인다.
- 대상범위는 설계, 건설, 운전, 보전, 관리방식, 인적요소, 응급대책, 홍보 등 각 분야이다.

2) 안전교훈의 예

- 긴급차단장치는 고장시의 영향도에 따라 중요도를 분류한다.
- 중요한 용역설비의 경로는 운전중의 플랜

트 내를 피한다.

- 플랜트 배수설비는 화재시의 최대 방수량에 맞는 능력으로 설계한다.
- 계장용 공기배관의 상류에는 오리피스를 설치하여 배관 파손시에 대비한다.
- 계기실은 플랜트의 폭발사고시 견딜 수 있는 구조로 한다.

3) 안전교훈의 정보원

- 사내의 사고 예, 안전점검, 사외 사고사례 등이 안전교훈의 정보원이다.

4) 안전교훈의 활용

- 다음 사항의 검토 등을 할 때에 안전교훈을 활용한다.
- 개념설계 단계 : 위험성의 사전 평가
- 프로세스 설계/개발 단계 : 위험성 제어 대책의 타당성
- HAZOP 실시단계 : 기준, 조작순서 등의 타당성
- 관리방식 : 작업관리방식의 타당성
- 응급대책 : 사전 준비의 타당성
- 홍보 : 홍보제도/사전준비의 타당성

5. TQC 활동과 ISRS

1) TQC 활동의 개요

- TQC의 관리 시스템으로서,
-BS 5750 /ISO 9000 기준,
-ISRS(International Safety Rating System : 국제 안전급수 제도),
-원료 공급자 품질보증 시스템,
-시장계획 프로세스,
-감찰·감사 등을 채용하고 있다.
- 품질관리 기법으로서,
-통계적 품질관리,
-원인·결과 선도,
-제어 자동화 시스템,
-파레트해석 등을 사용하고 있다.
- TQC 관련 그룹내 관계자 14,000명을 교육하였다.

2) ISRS

- 국제손해방지협회(ILCI)가 개발한 제도로, 표1에서 제기한 20항목의 질문 600개에 대하여 조사원이 현지에서 실태를 조사하고 안전도의 수준을 정량적으로 파악하는 시스템이다. 정기적인 조사에 의하여 안전도 향상의 정도를 파악할 수 있다.
- BP그룹은 영국 내에서 타사에 앞서 전국적으로 이 제도를 채용하였다. 미국에서는 1,400사 이상이 이 제도를 채용하고 있다.

- 시스템 도입시에는 외부 컨설턴트에 감사를 위탁하였으나, 그 후에는 안전실장이 감사 체크를 하고, 어시스턴트 2명과 함께 매 공장의 1부문당 약 1주간에 걸쳐 전 사업장을 감사하고 있다.
- 감사 결과, 석유·폴리머 부문과 아세틸·니트릴 부문의 ISRS 프로파일은 유사하였으나, 특품 부문이 나쁘게 나타났으며, 이 부문에서는 한층 안전의 노력이 필요하였다.

【표 1】 ISRS 체크 항목

1. 관리자의 통솔력과 안전관리	8. 안전 위생 규정 등	15. 의지의 소통
2. 관리자의 안전교육	9. 사고분석	16. 그룹 회합
3. 계획적인 점검·검사	10. 종업원의 안전교육 훈련	17. 안전 추진
4. 업무분석	11. 보호구	18. 채용·배치전환
5. 사고조사	12. 위생관리	19. 구매상의 안전 위생관리
6. 업무감사	13. 계획적인 평가방식	20. 업무 외에서의 안전 확보
7. 긴급시 대책	14. 기술적인 안전대책	

□ 리스크 매니지먼트

리스크 분석(QRA)을 하고, 안전대책의 실시 여부 판정 등에 활용한다.

1. 위험의 분석과 평가

1) 위험의 분석

- BP그룹에서는 신제품을 제조하거나 프로젝트의 실시, 기업 매수 등을 할 경우에는 안전위생 및 환경 보전상의 관점에서 사전 평가를 실시하는 것이 기본 방침으로 되어 있다.
- 프로젝트를 실시할 때에는,
 - 프로젝트 안전 리뷰(PSR),
 - HAZOP을 실시하여 정성적 위험성이 있는가를 분석한다.

2) 위험의 평가

- 예상되는 재해의 발생 빈도가 대단히 작지만 재해의 영향이 대단히 클 때에는 정량적

2. 프로젝트 안전 리뷰

1) 실시 단계

- PSR은 20년 동안 실시되어 온 기법으로서, 다음 6단계로 실시하고 있다.
 - ① 개념설계 / 프로젝트 사전 검토 단계 : 프로세스의 위험성
 - ② 개략설계 / 장치 사양 결정 단계 : 프로세스 개발, 법 규제
 - ③ 상세설계단계 : 운전성
 - ④ 건설단계 : 건설방법
 - ⑤ 운전개시단계 전 : 운전원의 교육훈련, 운전방법, 건설 체크
 - ⑥ 운전 후 단계 : 운전 후의 문제(벤트, 배수, 폐기물 등)

2) 실시 방법

- 각 단계마다 편성하는 전문가 팀(PSR팀)의 팀원은 각각 전문가적 입장에서 안전성에 대하여 심사하고, 그 결과를 권고서로 정리하여 프로젝트 소관 사업부에 보고한다.
- 프로젝트의 관리자는 PSR팀의 권고 내용에 대하여 회답을 작성하여 프로젝트 소관 사업부에 보고한다.
- 프로젝트 관리사업부는 PSR팀 권고에 대한 채용 여부를 결정하여 프로젝트의 관리자에게 필요한 지시를 한다.

3. HAZOP 실시

1) 팀 구성

- 팀원은 통상 다음과 같이 구성되며, 운전기술자가 주체가 된다.
 - 팀장 : HAZOP 실시 경험자
 - 프로세스 엔지니어
 - 운전기술자
 - 자문(필요에 따라 제장기술자 등)
 - 서기

2) 검토 방법

- P & ID를 바탕으로 전 기기, 전 배관에 대하여,
 - 공정변수(유량, 압력, 온도, 액면높이 등)와,
 - 지침어(NONE, MORE OF, LESS OF, PART OF, MORE THAN, REVERSE

등)를 조합하여 일어날 수 있는 변화를 예상한다. 그 결과로서 고려하고 있는 안전대책이 충분하지 검토할 수 있다.

3) 후속조치

- 보고서를 작성할 때 거기에는 권고 내용별로 실시 책임자를 명기하여 후속조치가 확실히 되도록 한다.
- BP그룹에서는 HAZOP을 효율적으로 실시 기록하기 위하여 PC를 이용한 사내 소프트웨어를 개발하여 사용하고 있다.

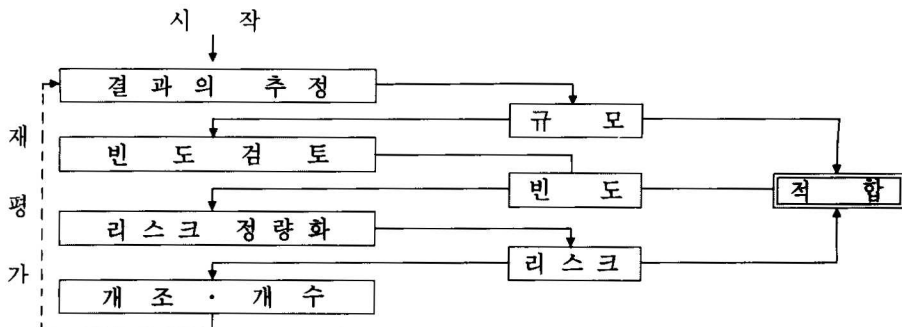
4. 정량적 리스크 분석(QRA)

1) 리스크의 정의와 QRA의 흐름

- 리스크는 「결과(예상재해)의 크기에 발생빈도를 곱한 것」으로 정의할 수 있다.
- QRA에서는 그림 2에 나타난 바와 같이 결과의 크기, 빈도, 리스크가 허용기준치 이하이면 문제가 없고, 허용기준치를 초과하면 개조·수정한 후 다시 QRA를 실시한다.

2) 재해의 예측

- 일어날 수 있는 재해(플래시 화재, 풀 화재, 분출화재, 증기폭발, 파이어볼, 독성가스 확산 등)의 규모를 실험·이론 및 사고의 경험을 바탕으로 하여 컴퓨터로 계산한다.
- 재해의 규모가 계산되면 그에 따른 인적·물적 피해의 크기를 추정한다.



【그림 2】 QRA의 흐름도

3) 발생 빈도의 검토

- 발생 빈도의 데이터원으로서,
 - 역사적 데이터
 - 신뢰성 데이터
 - FTA가 있으나 규모가 큰 재해와 관련되는 역사적 데이터, 신뢰성 데이터가 부족하기 때문에 통상 FTA를 사용한다.

4) 리스크의 정량화와 사회적 리스크의 비교

- 2)와 3)에서 계산된 리스크에 완화계수를 곱하여 얻을 수 있는 『개인적 리스크』와 소위 『사회적 리스크』를 비교하여 후자보다 충분히 낮은 것을 확인한다.

개인적 리스크 = 계산 리스크 × 완화계수

- 개인적 리스크의 허용 레벨에는 다음의 값을 적용한다.
 - 공장 내(on site) : 10^{-4} /year
 - 공장 외(off site) : 10^{-6} /year
- 완화계수는
 - 풍향
 - 기후
 - 착화도
 - 주변 거주상황(Occupancy)
 - 피난의 용이성
 - 장해 정도 등에 따라 수치를 적용한다.

요인일 것이다.

2. 안전관리에 대하여

공장의 안전관리 기법으로서, TBM 등 일본의 안전활동 방식을 모방하기로 하였으나, 각 사업부문 모두 안전성적의 바로미터인 휴업 도수율의 수치가 일본의 화학공업계보다 상당히 높았다.

3. 리스크관리에 대하여

HAZOP의 실시 범위가 넓고, 상당한 인력과 시간이 소요된다고 생각되었다. 컴퓨터에 의한 지원효과가 어느정도 기대될지는 모르지만 HAZOP의 실시범위에 대해서는 보다 중점 지향적으로 해도 좋을 것 같다.

정량적 리스크 해석도 실시하고 있으나, 방문 시간상의 제약 때문에 조사하지 못하였다.

예상 재해의 데이터 근거, 오차의 폭이 실제 면에서 상당히 문제가 될 것으로 보여진다.

이 자료는 1990년 9월에 일본의 화학공업 분야 안전 전문가들이 유럽의 세계적 화학공장을 방문하여, 제품관리와 안전관리 등 리스크 제어 분야를 조사한 내용으로서, 본고에서는 영국의 BP케미컬사에 관한 내용을 수록하였다.

□ 소 감

1. 제품관리에 대하여

일본의 화학공업계의 평균 레벨과 비교할 때 상당히 높은 레벨의 제품안전 데이터관리 시스템을 구축하였고, 또, 그 내용을 확충해 가고 있다. 물질안전 데이터시트에 의한 고객, 유통관계자 등에 대한 제품 안전지식의 전달도 철저하였다. 이는 유통과정의 사고수, 고객의クレ임 상황 등에 있어서 기업이 자위적 대책을 적극적으로 실시하여야 한다는 배경이 주된