

화학플랜트의 제품관리와 안전관리

② ENI그룹, Snamprogetti사 및 EniChem사

□ 회사 개요

밀라노시 외곽, Linate공항 근처에 ENI그룹 관련 회사 빌딩이 있고, 이들 빌딩군 속에 Snamprogetti 본사가 있다. 동사는 ENI를 모체로 설립된 엔지니어링 및 컨설턴트회사이다. ENI는 Ente Nazionale Idrecarburi의 약어로 하이드로 카본 관련 사업을 위해 1953년에 설립된 석유공사이다.

현재 ENI그룹은 에너지, 화학, 기계, 엔지니어링, 금속, 직기, 여행, 금융관련 업무를 행하며, 산하에는 350개 회사가 있다.

리아 국내 기업은 안전관리에 관한 활동이 요구되었다.

(1) 감독관청

석유·화학플랜트의 건설시 다음의 3개 관청이 감독하며, 심사 및 지시를 한다.

- 내무성 : 화재, 폭발 관계를 관할
- 후생성 : 폭발관계를 담당
- 환경성 : 화재, 독물재해 관계를 관할

이를 관할하는 문제별 상관관계를 나타낸 것이 그림 1이다.

1. Snamprogettis사에 대하여

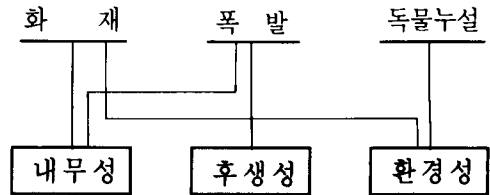
동 회사는 ENI, Snam, Agip사가 출자하여 1956년 설립되었다. Snam사는 천연가스의 공급, 수송, 판매와 석유, 석유제품의 수송을 담당하는 ENI의 자회사이며, Agip사는 석유와 천연가스 탐사와 생산, 원유공급, 핵연료, 지열, 태양발전, 비철금속의 탐사, 생산을 담당하는 ENI의 자회사이다.

Snamprogettis사는 석유정제, 석유화학, 천연가스, Offshore, 수처리 등의 분야에서 컨설팅, 엔지니어링, 건설 등을 하고 있다.

현재 약 4,500명의 Staff가 근무하며, 플랜트의 기본설계 등에 약 1/4이 근무한다.

2. 위험관리와 이탈리아의 법령규제

1982년 당시의 EEC에서 낸 EC지령(EC Directive 82/501/EEC : Seveso지령)에 따라 이탈리아 국내법이 정비되었다. 이들의 국내법에 따라 이탈리아



【그림 1】 사고관리체제

(a) 내 무 성

내무성은 화재와 폭발에 관한 사항을 관할하며, 플랜트 건설시는 Preliminary Safety Report (PSR)와 Final Safety Report (FSR)의 단계적인 제출을 요구하고 있다. PSR은 Feasibility Study(채산성조사)의 단계에서 제출하며, 건설허가를 득한 후 공사에 착공한다. 또한, 운전개시 전 단계에서 제출하며 운전허가를 득한 후 운전을 개시할 수 있다. 이들 레포트는 위험 분석자의 책임 하에 제출된다.

(b) 후 생 성

후생성은 폭발에 관한 사항을 관할한다. 후생성에 서는 기술지침을 정하고 있으나 레포트 제출 등의 특별한 요구사항은 정하고 있지 않다.

(c) 환 경 성

환경성은 화재와 독물누설 관련 사항을 관할한다. 환경성에서는 안전 레포트를 공장장 책임 하에 제출하고 심사를 받고 있다. 안전 레포트의 내용은 다음 항에 기술한다.

(2) 환경성에 제출하는 안전 레포트

(a) 안전 레포트는 전체 플랜트 건설시에 요구되지는 않는다. 아래의 조건에 해당하는 플랜트 건설시는 안전 레포트를 환경성에 제출한다.

① 특정 플랜트

규제된 플랜트가 기재된 리스트가 있고 그에 해당하는 플랜트일 때, 안전 레포트를 제출한다.

② 규제량 이상의 위험성 물질을 저장하는 저장소

저장소는 위험성 물질별로 규제대상의 양이 정해져 있고, 일정량 이상의 저장소일 때, 안전 레포트를 제출한다.

③ 저장량 이상의 위험성 물질을 취급하는 플랜트

플랜트에서 취급되는 위험물질별로 규제대상의 양

이 결정되어 있고, 이 양 이상의 위험물질을 취급하는 플랜트일 때 안전 레포트를 제출한다.

한편, 상기 ②, ③의 조건에 해당하지 않을 때에도 각 시설간의 이격거리가 500m 이내인 때에는 관계시설의 위험성물질의 총량을 체크하여 상기 ②, ③의 조건에 비교·확인·안전 레포트 제출의 적부를 판정한다. 이들의 판정 수순을 그림 2에 나타낸다.

(b) 안전 레포트의 내용

안전 레포트는 다음 항목이 기재된다.

① 취급물질에 관한 사항

- 화학적·물리적 성질 · 취급량
- 위험성의 설명 등

② 플랜트에 관한 사항

- 설치장소 · 공정 /플랜트의 개요
- 사고예방대책 · 운전방법 등

③ 사고예상에 관한 사항

- 위험해석의 결과

④ 긴급시 계획

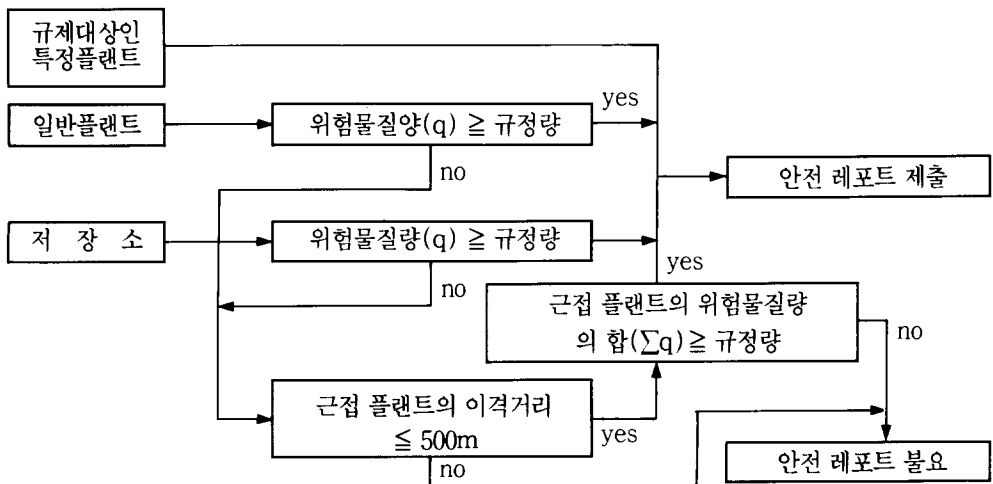
- 긴급시의 대응에 관한 계획

한편, 이 제도는 시작했을 뿐, 실제로 환경성의 심사가 종료된 신청은 없다. 또한 실제로 조업이 개시한 뒤에는 체크가 없다.

(c) 안전 레포트에 관한 벌칙

① 벌금·징역

다음의 경우에는 벌금, 징역(6개월 이하)에 처한다.



【그림 2】 안전레포트 제출판정순서

- 안전 레포트의 작성을 태만히 했을 때
- 안전 레포트에 기재한 안전대책 또는 감독관청에서 지시된 안전대책을 실시하지 않았을 때
- 안전 레포트의 내용을 설비변경에 맞추어 변경하지 않았을 때

② 조업정지

안전 레포트의 안전대책에 합치되지 않을 때에는 조업정지를 명령한다.

3. Snamprogetti사의 위험관리법

(1) Risk Analysis의 목적과 방법

동사에서 실시하는 위험관리의 목적은 아래와 같다.

- ① 대체안과의 비교·평가
- ② 인적, 물적자원 분배의 최적화
- ③ 범규제의 적합성 확인
- ④ 위험지구와 대처방법의 인정
- ⑤ 감도해석결과의 제시

한편, 동사에서는 특정 프로젝트를 위해서는 범규제, 계약사양, 플랜트의 본질적 특성 등에 따라 Risk

Control Program으로 위험관리의 목적과 수단을 정의한다. 이 Risk Control Program은 이탈리아 국내에 한하지 않고, 다른 나라의 프로젝트에도 적용하는 국제적인 프로그램이다. 더욱이 고객을 위해서는 상세하게 위험분석을 실시하며, 고객의 기준에 맞춘 분석도 행한다. 그림 3에 위험제어활동의 수순을 나타낸다.

(2) 사고확인에 사용하는 방법

사고확인에는 다음과 같은 방법을 사용하고 있다.

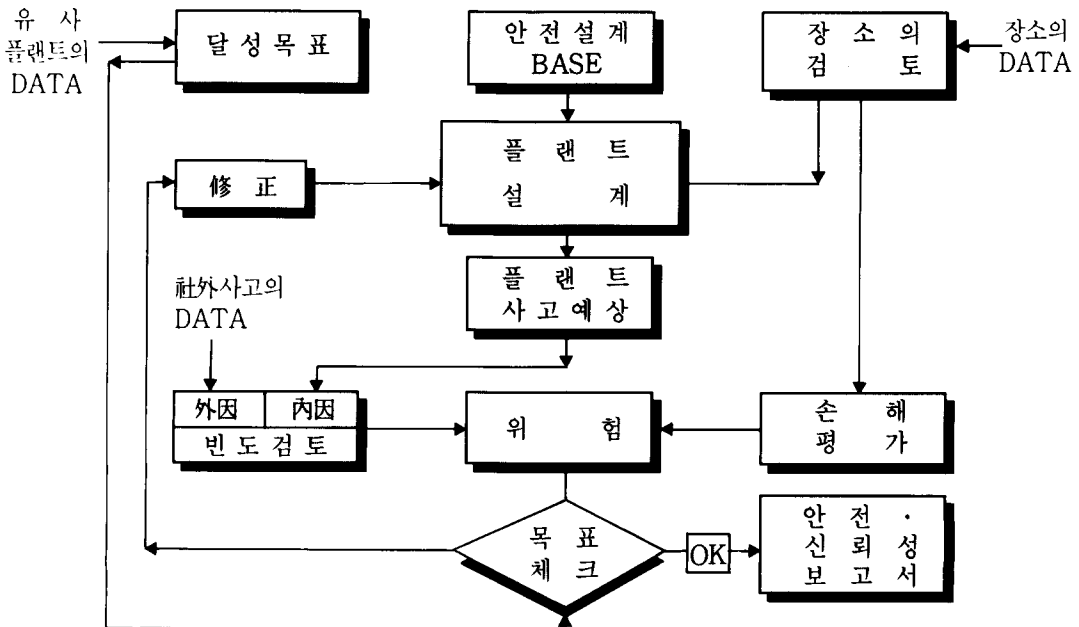
- (a) Historical Data에 의한 평가법
본 방법에는 아래의 Data Bank의 Data를 사용하고 있다.

- ① SONATA(ENI의 것)
- ② MHIDAS(HSE의 것)
- ③ FACTS(TNO의 것) 등

(b) OPERABILITY ANALYSIS

(c) HAZOP(Hazards and Operability Studies)

(d) FMEA(Failure Modes and Effects Analysis)



【그림 3】 위험제어활동의 수순

(3) 빈도의 평가방법

사고 빈도를 추정하기 위하여 아래의 기법을 이용하고 있다. []내는 사용하는 컴퓨터 소프트웨어 명칭이다.

- (a) FTA(Fault Tree Analysis)[SALP-PC]
- (b) ETA(Event Tree Analysis)[ETPLOT]
- (c) DYNAMIC EVENT TREE ANALYSIS [ADMIRA]
- (d) 마르코프분석법[MKA]
- (e) 몬테카를로법

(4) 영향평가

확인된 사고의 영향(예를 들면, 열방사, 압력과대, 가스 확산, 유출 등)은 simulation model을 사용하여 평가한다.

(5) 결과분석

사고 영향의 분석에서 다음과 같은 수단을 사용하고 있다.

- (a) simulation(중요한 상황에 관하여 실시)
 - (b) 공정의 천이 모델 해석
 - (c) 피해(손해)분석(대인, 대물에 대하여 실시)
- 한편, 이탈리아 법규 중에는 예상하는 사고내용에

관한 규정이 없으므로 최악의 경우를 예상하여 평가하고 있다.

(6) 위험의 평가

(a) Critical Matrix

위험은 그림 4의 Critical Matrix에 나타낸 바와 같이 평가할 수 있다. 평가된 위험이 B 또는 C 영역인 때에는 A의 영역이 되도록 대책을 강구한다.

(b) 발생빈도 등의 평가결과

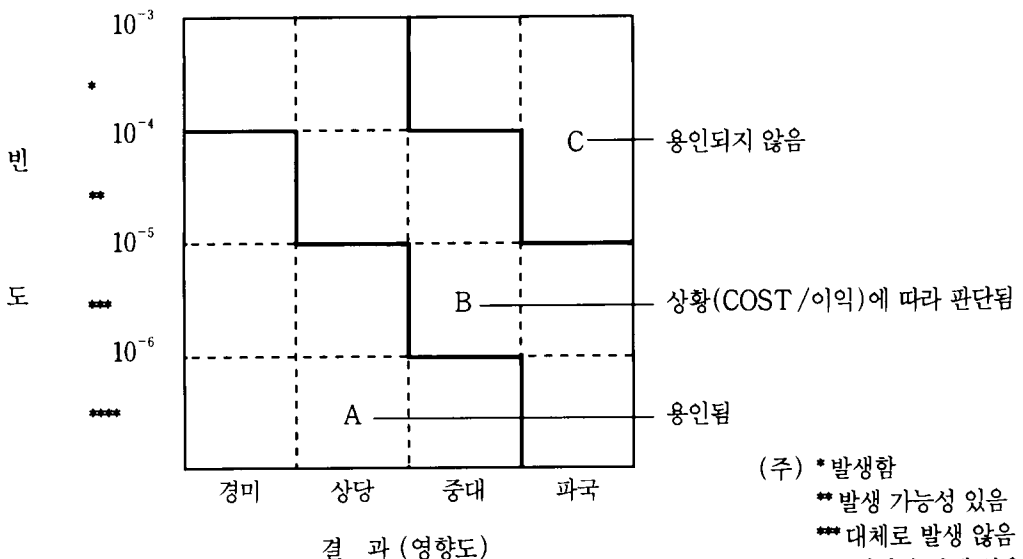
평가결과는 수치로서 명시하고 주민에게 알린다. 그러나 실제의 문제로서 수치가 10^{-12} 이라도 사망의 가능성이 있다면 바람직하지 못하다.

(7) 플랜트 집합에 대한 위험관리

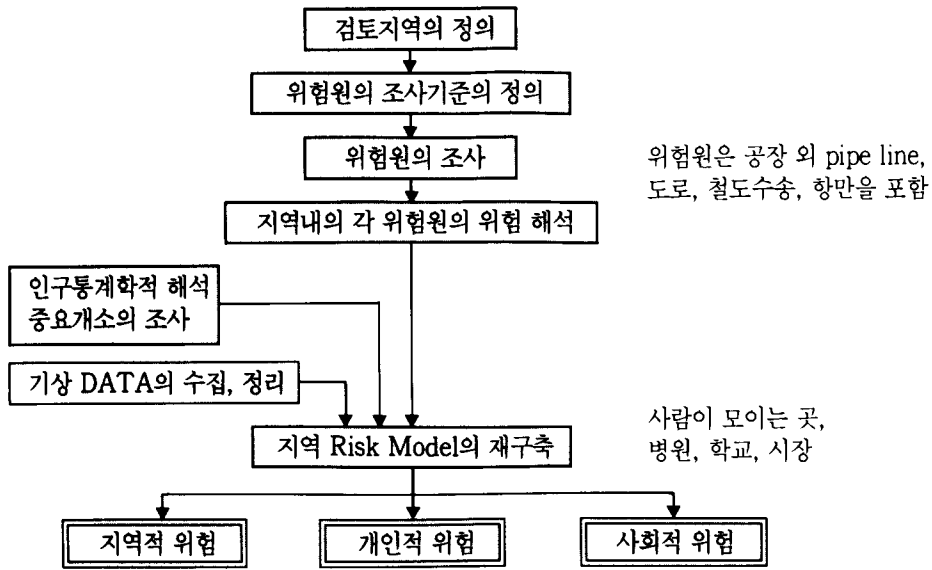
현재 이탈리아에서는 플랜트의 집합(공업단지를 가상)에 대한 위험관리를 전체적으로 고려하는 기준은 없다. ARIPAR project에서는 이 문제를 다루고 있다.

이 ARIPAR Project란 라벤나에 있는 50개 이상의 플랜트 전체의 Risk 위험분석이 되지 않음의 문제 제기이고, 이 레포트를 지역 감독관에게 제출하기 위해 꾸며진 프로젝트이다.

이 프로젝트에서 실시한 Area Risk Analysis의



【그림 4】 Critical Matrix



【그림 5】 Area Risk의 이론 Flow

이론 flow를 그림 5에 표시한다.

본 프로젝트에서 Area Risk Analysis의 이론 flow가 완성됨으로써 현재는 일반의 프로젝트로의 적용이 전개되고 있다.

(2) 안전확보의 구체적인 방법

상기의 기본적인 방법을 구체화한 대책으로서 아래에 기술하는 (a)에서 (k)까지의 11항목을 메뉴얼화하여 실시하고 있다.

ENI그룹, EniChem사

1. EniChem사의 안전관리

EniChem사는 ENI그룹의 화학회사이다.

(1) 안전관리의 기본적 방법

EniChem사의 안전관리활동의 중심은 안전확보와 위기 대응이다. 이 안전관리활동의 기본적인 방법은 다음과 같이 분류된다.

- (a) Operation에 의한 방법
- (b) 해석에 의한 방법
- (c) 모니터링에 의한 방법
- (d) 정기검사에 의한 방법

상기 사항은 능동적 즉, 예방적인 방법이다. 더욱이 수동적인 방법으로 다음과 같은 수단도 있다.

- (e) 보호구의 착용
- (f) 화재방지

【표 1】 작업 허가증의 색깔별 기준

용지의 색	작업의 종류
황 색	화기를 사용하지 않는 작업
적 색	화기사용 작업, 탱크내 작업
청 색	절삭작업
백 색	고압전기작업

(a) 작업 허가증

보수작업 중에 사고가 많다. 그 대책으로서 작업 허가증(Work Permit)을 발행한다. 허가증은 위험도(작업)에 따라 색을 달리한 용지를 사용하고 있다. 색깔별 기준은 표1에 표시한다.

작업허가의 승인은 큰 공장에서 10~20건/일이며, 전날 협의하여 준비하고 있다.

보통은 1작업에 대해 1허가증이 필요하지만, 플랜

트의 정지 중에는 작업구역의 허가로 허용된다.

특히, 협력회사의 작업원에 대한 교육이 중요하므로 핸드북을 준비하고 있다.

(b) 개인의 안전과 보호구

개인에게 위험정보를 주고 보호구를 착용시킨다. 장착상황은 사원, 외부인을 불문하고 전원이 날인케 하여 이 날인으로 확인하고 체크한다.

위험화학품(벤젠 등)의 취급자는 정기적으로 건강 진단을 받게 한다.

(c) 사고해석과 통계

사고 발생시에 그 상황을 파악하기 위하여 조사용지를 준비하고 있다. 조사 결과를 분석하고 필요에 따라 작업방법 등을 변경한다. 변경내용은 관계회사와의 meeting시에 전달하고 주지시킨다. 또한 다행히 사고에 이르지 않는 near miss에 관해서도 그 내용을 전하고 있다. 또한 사고발생율을 표현하는 방법으로서 도수율과 강도율을 사용하고 있다.

(d) 압력용기와 안전장치의 정기검사

압력용기와 안전장치는 중점적으로 정기검사를 실시하고 있다.

(e) 중요 배관의 검사

가연성물질, 독성물질의 통하는 파이프를 중요시하고 배관 검사를 실시하고 있다.

(f) trip장치의 검사

trip장치의 외관검사를 매일 또는 매월 행한다.

(g) 플랜트의 일부 변경시의 안전검사

시스템 변경에 의한 영향을 사전에 평가하며, 그 체크리스트를 정하고 있다.

(h) 플랜트의 화재 방호와 소화

“사고는 일어난다”는 것을 전제로 하여 대응책을 준비해야 한다. 소화용 배관을 설치하고, 타워는 스킵트부분을 내화구조로 하며, 스프링클러를 설치하고 있다. 더욱이 콘트롤 룸은 내폭성으로 되어 있다.

(i) 긴급시 계획

긴급시 대책은 ① 발화원에서의 위험 제거 ② 발생한 위험의 경감을 기본으로 한다. ①에 대해서는 소화나 누설개소의 폐쇄로 대처한다. ②에 대해서는 외부로의 영향을 억제시키거나 不明者의 수색이 포함된다.

(j) 소방대

소방기재의 취급과 정비만을 담당하는 전문 소방사를 두고 있다. 그들이 플랜트 단위가 아닌 공장의 관

리 하에 두고, 방재센터에 상주하여 사고, 화재시에 출동한다.

더욱이 보조 소방대도 조직되어 있으나, 보조 소방대원은 평상시에는 일반작업에 종사하고 있다. 외부 소방서의 원조를 받는 것도 있다.

화재훈련을 각 담당 수준에 따라 아래의 빈도도 실시한다.

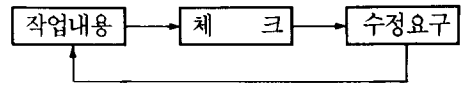
* 전임 소방대 : 주 1회(전체 소방용 기기를 사용)

* 보조 소방대 : 월 1회

* 공장 전체 : 년 1회

(k) 안전감사

안전감사는 그림1의 흐름에 따라 행하고 있다.



【그림 1】 안전감사의 흐름

조업 개시 후의 위험조사도 중요하다. 체크하는 담당자는 대상 공장 외의 소속 사원이다. 이 체크에서는 아래의 항목에 대하여 장치마다에 전부 실시한다.

* Critical해석

* Data류의 변경

* 설비류의 변경, 수정의 실시

* 제어장치

이들 중에는 예를 들면, 소화수량에 대하여 실제 값과 계산치를 비교하는 작업 등을 포함한다.

안전감사는 3년에 한번 행하며, 보고서 작성에 2~3일이 걸린다. 작성된 보고서는 공장장에게 제출한다.