



# 精油産業의 安全性과 經濟性

—油公 기술개발부—

## 1. 머리말

**精**油産業은 石油化學工業에 비하여 조업경험도 길고 위험한 화학 반응을 하는 것도 적으나, 물질의 취급량, 장치의 대형화에 따라 작업 및 보수불량, 부식, 환경에 의한 災害발생에 각별히 주의를 요한다.

플랜트의 생산성, 효율성이 좋다고 말하는 것은 실용 효과가 없고, 안전한 생산을 위해서 「安全性」이 요구되는 것은 두말할 필요도 없겠다.

그러나 安全性을 높이기 위해서는 막대한 금액이 들고 그 결과 제품 단가가 높아지는등 경제사회에서 무시당하는 경우가 많으나, 제품단가에 영향을 미치는 안전대책비를 어떻게 집약시키는가가 주요 과제로 남아 있다.

## 2. 安全対策의 범위

安全対策이라 함은 사고를 방지하기 위하여 필요한 수단으로서 이를 결정하는 전제조건으로서는 사고원인 규명이 필수적으로 필요하다. 따라서 원인에는 직접원인과 간접원인이 있으며, 이를 어떻게 구분하느냐에 따라 그 대책은 판이하게 달라진다. 예를 들면 사고의 직접원인이 밸브의 오조작인 경우, 방지수단으로서 운전원의 교육·훈련으로 처리되느냐, 또는 설비의 구조적 결함으로 처리 되느냐에 따라 안전대책 비용은 달라진다. 이의 대책결정은 조업경험이 길고 플랜트의 위험도, 중요도 및 사회적 배경 등을 고려하여 결정하여야 하겠다.

## 3. 사고사례에서 본 事故防止技術

災害防止를 위해서는 그 예방대책을 플랜트, 기구, 설비의 설계단계에서 시작하여 설계단계에서 실시할 필요가 있으나, 그 예방을 하기란 용이한 문제가 아니다.

통상 사고의 원인이 분명한 과거의 제해사례를 최대한 조사하여 이용하는 것이 가장 중요한 것으로 판단된다.

이의 사례중 운전원의 관리, 교육 등 人的관계가 많이 포함되고 있으므로 이에 대한 대책은 용이하지 않다고 할 수 있다. 또한 사고방지를 위해서는 설비대책에 한계가 있으며, 일어날 가능성이 있는 현상을 분석하여 각각의 현상에 대응, 매뉴얼정비, 안전교육등이 요구된다.

(日本 정유공장의 폭발화재사고 사례)

(기간 : 76. 1~80. 4, 5 개년간)

일 시	발생장소	피해정도	원 인 과 경 위
76. 1	山 口	死傷없음	原油 증류탑 펌프부근에서 원유분출. 화재 폭발을 일으킴.
76. 1	岡 山	사상 1	톨루엔 탱크 상부 해치를 열어 Sampling을 하고있을 즈음 발화, 폭발하였음.원인은 정전기
76. 3	北海道	사상없음	증류장치계 펌프 공기 밸브에서 기름이 누출하고, 본베트부분을 조일 즈음 조일 부분이 균열, 분출한 hot oil이 발화, 폭발하였음.

일 시	발생장소	피해정도	원 인 과 경 위
76. 4	岡 山	부상 17	중유탈유장치의 Naphtha Re-cycle system에서 나프타가 누출, 발화 폭발하였음. 나프타 유량이 저하, 계기불량, 체크 밸브 불량등이 가중되어 저압부에 고압이 걸려 파손되어 분출한 나프타가 정전기에 의하여 발화한 것으로 해석됨.
76. 4	神奈川	사상없음	냉각용 배관 매몰공사중 메탄가스가 용접불꽃에 의해 폭발하였음.
76. 5	神奈川	사상없음	나프타 정제장치의 점검, 정비중 Drain line에 있던 나프타가 유출되어 용접불꽃으로부터 폭발하였음.
76. 6	神奈川	사상없음	휘발유탱크 세정작업중 배수구로 배수할 즈음 배수중에 함유된 휘발유가 부근에서 작업중인 용접불꽃으로부터 인화, 폭발하였음.
76. 6	神奈川	사상없음	原油펌프에서 원유가 분출, 발화 폭발하였음. Pump bearing 부분이 주유불충분하여 가열하여 Seal부분에서 원유가 유출한 것임.
76. 6	神奈川	부상 4	증류장치의 정기검사중 가까운 LPG탱크용 배관의 밸브를 실수하여 분해했기 때문에 LPG가 누출, 약 40m 떨어진 가열로의 불꽃으로부터 폭발하였음.
77. 4	千 葉	사상없음	Slope tank내 폐유를 상압증류장치로 보내고 있을 때 돌연 2회 폭발음과 함께 동탱크가 불에 타오름. 발화원인은 Gauge pole과 Phonton의 Gauge pole 관통부에 붙어있던 Washer 와의 접촉에 의해 충격하여 화재로 발생된 것임.
77. 4	神奈川	부상 3	發電用 보일러 모관과 지관으로 연료가스 도입작업중 작업원의 조작미스로 버너내 가스가 흘러 폭발이 일어나 3명이 부상하였음. 원인은 버너, 펌퍼 폐기시 마찰로 고려되나 원인은 불명.

일 시	발생장소	피해정도	원 인 과 경 위
77. 4	神奈川	사상없음	접촉계질장치 운전중 반응기에 서 가열로로 들어가는 배관 위 부분에서 누유, 발화하였음. 원인은 Elbow재료에 합금강을 사용하여야 하는데 탄소강을 사용하였고, 배관이 수소화에 따른 응력저하를 일으켜 Elbow 내면에 균열이 발생, 수소 및 나프타가 누출되어 부근 버너 불꽃으로부터 인화, 폭발한 것으로 생각됨.
77. 9	千 葉	사상없음	原油탱크를 나프타탱크로 용도 변환기 위해 탱크 배관 변경작업을 하였다. 기설배관을 가스 검사하여 절단하고 탱크 배관 가까이 배관하고 있던 나프타 배관과 접촉하였으나 나프타배관이 맹판이었으므로 이를 접촉시킬 때 시간이 많이 걸릴까 우려되어, 용단작업을 하였다. 배관접속작업이 완료되어 맹판을 메어낼 때 볼트를 느슨하게 하여 나프타 배관내에 있던 수분과 나프타가 누유하여 용접 불꽃에서 인화, 폭발하였다.

#### 4. 人的오조작 방지

최근 플랜트에 있어서 프로세스의 복잡화, 技術의 고도화에 따라 운전원이 따라갈 수 없는 경우와 운전원 1인당 정보부하가 증대하고 있는 경우 및 고도의 자동화에 따른 계기의 내부가 블랙 박스화되어 이에 대한 대응이 곤란한 점들이 人的오조작 방지에 따른 문제로 대두된다.

이의 원인을 쉽게 처리하기 위해서는 설계단계에서 심리적, 인간공학적인 배려, 인간과 기계와의 合理化가 필요시 되겠다고 할 수 있다. 이를 위해서는 오조작을 일으키기 쉬운 것은 격리하여 개폐할 것을 시정하고 도색하여 주위를 환기시키는 것 외에 표시를 철저히 하여 hard면에서 철저히 대책을 얻어 대응함이 좋겠다.

#### 5. 교육철저

이를 위해서는 사고분석 검토와 수년간 보급된 위험

에너지훈련 및 활동, 유사시를 위한 신체단련 등이 유효한 수단으로 되고 있다.

시설 및 저유소가 각각 5,100만원/건수, 27,600만원/건수로 저유소 시설이 약 5배 이상을 보이고 있음.

### 6. 안전율과 그 대책

日本の石油コンビナート 재해발생에 관한 소방장관회의의 내용을 발췌하였다.

과거 10년간 정유공장의 재해발생률을 보면

- 1) 위험물제조소 :  $8.82 \times 10^{-4}$  (사망자/년·공장)
- 2) 탱크주변화재 :  $1.24 \times 10^{-4}$  (건수/년·기수)
- 3) 탱크차체화재 :  $4.01 \times 10^{-5}$  (건수/년·기수)
- 4) 누유탱크 :  $3.07 \times 10^{-4}$  (건수/년·기수)
- 5) 위험물제조소 :  $9.25 \times 10^{-3}$  (건수/년·기수)

로 나타났으며, 화재사고 건수당 평균 손실액은 정제

### 7. 사고재해사례

日本정유사의 평균조업년수는 약 33년이었으며, 조업년수에 따른 화재폭발사고 발생률은 20년을 기준  $3.6 \times 10^{-3}$  건수/년·정제소수로 나타났다. 또한 20년 이후 재해사건은 평균 1.4배 증가현상을 보이고 있다. 따라서 국내 精油業界의 조업년수를 비교하여 이를 보완, 장치의 수명예측과 공정의 안전성에 관해 조업원 및 Top management의 위험도 평가에 관한 원활한 대화가 필요시 되겠다고 할 수 있겠다. 또한 생산성, 효율에 따른 工程의 신뢰성분야에 관한 연구 및 계획등이 필요시 되겠다고 할 수 있겠다. \*

## □ 海外消費國動向 □

# 日本, 石油稅인상

日本은 지난 9월 1日부로 기존 石油稅를 인상하는 한편 LNG 및 LPG에 대한 稅制를 도입하는 등 石油稅體系를 개정했다. 日本은 지난 1978년 輸入되거나 국내에서 생산된 原油 및 輸入石油製品에 대한 從價稅로서의 石油稅를 부과해 왔었다. 기존의 石油稅는 다음과 같다.

- 1. 國內生産原油 : 油田價格 × 3.5%
- 2. 輸入原油 : (CIF + 관세) × 3.5%
- 3. 輸入石油製品 : 製品別 (CIF + 관세) × 3.5%

그런데 9월 1日부터 적용되는 改正稅法에 의하면, 稅率을 종전의 3.5%에서 4.7%로 올리고 L, PG에 대해서도 輸入의 경우 (CIF + 관세) × 1.2%,

그리고 國內生産 天然가스에 대해서는 油田價格의 1.2%를 과세할 것을 규정하고 있다.

이번 石油稅의 인상은 1983년 石油價格의 하락에 따른 심각한 稅入부족에 따른 것으로 이에 따라 石油稅 收入의 移替로 메꾸어져 오던 石炭, 石油 및 非石油 에너지政策 特別計定도 막대한 자금부족에 직면하고 있다.

特別計定을 통해 조달되는 石油稅 收入은 政府 石油備蓄, 石油探查, 非石油에너지源 개발 및 기타 활동에 쓰여져 왔으며, 國家에너지政策 수행에 있어 막대한 財源不足이 예상됨에 따라 통산성은 石油稅를 올리지 않을 수 없었다.