

# 석유화학공장 사고 분석및 안전지침

유 제 운 / 위험관리정보센터 과장

국내의 석유화학 공장의 경우 최근 10년간 중대사고 발생이 증가하는 추세를 보이고 있다. 다행히 국제적으로 석유화학물건의 사고발생이 적어 해외 재보험시장에 Soft market이 형성됨에 따라 재보험 요율이 낮게 적용됨으로써 국내업체는 상대적으로 혜택을 받고 있다. 그러나, 대형사고가 발생하면 언제라도 Hard market으로 전환될 수 있으므로 평소 안전규정을 준수함은 물론 재보험사의 권고사항을 이행하여 사고를 예방하는 노력을 기울여야 할 것이다.

이와 같은 상황에서 위험요소를 제거하고 보완하는데 실질적인 도움을 줄 수 있도록 석유화학은 물론 관련 공장에서의 안전지침을 발간하였는데, 본 지침서에는 석유화학공장의 사고 통계와 사례를 분석하여 위험의 추세를 파악하고 구체적인 대안을 제시하였으며, 국내 석유화학공장에 대한 외국 재보험사의 조사결과와 우리 협회에서 실시한 안전점검 분석 내용 및 Dow 지수를 이용한 위험평가 결과를 나타내었다.

## 1. 석유화학공장 사고 통계

국내 정유 5개 회사에서 1964년부터 1995년까지 30년간 발생한 285건의 사고를 분석하여 그림 1에 나타내었다. 설비별 사고발생건수는 배관에서 71건(24.9%)으로 가장 많이 발생하였고, 회전기기 36건(12.6%), 가열로 28건(9.8%), 열교환기 26건(9.1%), 전기설비 24건(8.4%) 순으로 나타났다.

1967년부터 1996년 사이에 석유화학관련공장

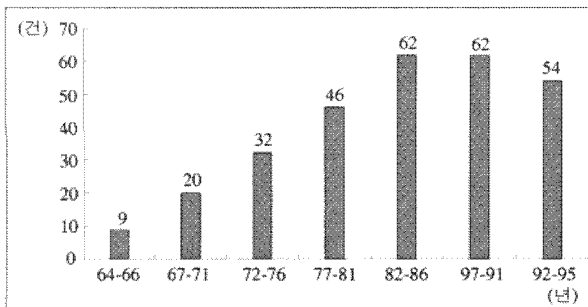


그림 1. 국내 정유 5개사의 30년간 사고 현황

에서 발생한 세계 100대 사고에 대한 총 손해액은 752,000만 달러로 나타났다. 이는 보험자들에게 의해 공시된 석유화학공장의 모든 설비가액에 물가상승률을 고려하여 산출된 금액으로, 물적 손실, 잔존물 제거비용, 청소비는 포함되었으나 기업휴지비용, 추가비용, 고용인 부상과 사망 및 배상책임비용은 포함되지 않았다.

## 2. VCE 사고 통계 및 사고 사례

화학공장에 있어서 증기운폭발(VCE, Vapor Cloud Explosion)사고는 발생빈도가 낮지만 큰 피해를 발생시키는 사고형태로 관심의 대상이 되고 있다. 사고통계에 의하면 한 사고당 피해액이 11,090만 달러로 화재나 다른 폭발사고에 비하여 약 2배 정도 많다. 표 1에 재산피해를 기준한 세계 10대 VCE사고를 나타내었다. 외국 재보험자와 같이 보험을 인수하고 보험금을 지급하는 입장에서는 VCE 사고 형태를 가장 경계하며 조사하고 있다.

### 3. 협회 개선 권고사항 분석

우리 협회에서 안전점검을 실시하고 있는 석유 화학공장 55건을 대상으로 분석한 결과 소화설비에 대한 위험개선 권고사항이 전체 위험개선 권고사항의 41.3%로 나타났으며, 공정위험에 대한 위험개선 권고사항이 그 다음인 15.9%로 나타났다.

위험개선 권고사항이 없는 점검항목은 화기사용시설이고, 건축분야 기타, 소화활동설비가 전체의 0.4%로 각각 나타났으며, 피난시설은 0.6%로 나타났다.

협회의 안전점검과 재보험사 개선 권고사항 분석을 비교한 결과 외국재보험사 서베이어는 위험의 심도적인 측면에서 점검하였으나(주로, 공장의 입지 및 배치, 공정운전 및 안전관리에 관한 사항), 공정이나 소화설비에 대해서는 자세한 언급은 하지 않은 것으로 분석됐다. 협회의 안전점검은 소화설비 및 공정위험에 대한 권고사항이

많았다.

### 4. 재보험사 서베이어 권고사항

외국 재보험사 서베이어들이 주로 지적하는 권고사항을 요약하면 다음과 같다.

- 주요 장치의 지지대는 내화처리
- 화기작업제도의 개선
- 변압기 방호설비 설치
- 콘트롤 룸의 방호
- MOV 설치 및 유지관리
- 소방펌프의 유지관리
- 비상대응 조치 계획수립
- 배관 및 공정기기의 보전관리
- 탱크설비의 안전
- 기준·절차 제정 및 시행

### 5. Dow Index 평가

표 1. 세계 10대 VCE사고 재산피해기준

(단위 : 백만 달러)

순서	날짜	장소	원인	결과	재산 피해
1	1989 10. 23	미국 텍사스 파사데나	이소부탄 혼합물	반응기 내용물 방출	730.2
2	1974 6. 1	영국 Flixboroug	싸이클로 hexan	배관 파열	425.5
3	1988 5. 5	미국 루이지애나 Norco	탄화수소 (C3)	내부부식에 의 한 파이프 파열	330.7
4	1991 3. 11	멕시코 Coatzacoalcos	프로판	과압으로 인한 파이프 파손	300
5	1987 11. 14	미국 텍사스 Pampa	부탄 및 아세트산	N-부탄의 산화 공정에서 폭발	209.8
6	1984 7. 23	미국 일리노이 Remeoville	프로판	칼럼에 용접부위 파손	149.4
7	1977 4. 3	콰타르 Umm Said	프로판	탱크 파열	140
8	1968 1. 20	네덜란드 Pernis	탄화수소 (<C10)	탱크파열	101.3
9	1978 4. 15	사우디 Abqaiq	1차폭발-메탄 2차폭발- LPG	배관 파열유탄으 로부터 용기파열	90.3
10	1970 12. 5	미국 뉴저지 Linden	탄화수소(>C 10) 및 수소	과열로 인한 반 응기 파손	87.6

DOW Index 기법은 위험물질을 취급하는 화학공장, 창고 등의 주요 장치에서 과거에 발생한 화재 및 폭발사고를 Data Base화하여 응용한 것으로서, 개별 단위공정의 화재·폭발 위험을 상대적 지수(Fire & Explosion Index)로 표시하였다.

이 지수를 사용하여 화재·폭발시의 직접 피해는 물론 조업중단 일수와 기업휴지에 관한 자료를 동시에 산출할 수 있으므로, 석유화학 공장의 재해예방 업무뿐 아니라 보험업무 자료 구득에 적합한 방법으로 알려져 있다.

계산된 지수는 5단계로 구분하여 해당 단위공정의 위험도를 나타내며 이 지수를 기초로 하여 여러 형태의 손실을 산정할 수 있다. 평가 대상 중 2개 공정은 위험이 낮은 것으로 나타났으며, 1개 공정은 중간이었으며, 나머지 3개 공정은 높은 것으로 나타났다.