

# 자유공간 증기운 폭발(UVCE)사고의 분석

본 내용은 영국의 "Loss Prevention News" 최근호에 게재된 것을 발췌하여 소개하는 것으로 주로 석유화학공장의 UVCE사고에 대한 빈도, 손실액 등을 분석하여 EML을 평가하는데 도움을 주고자 한다.

## 1. 빈도

UVCE(Unconfined Vapor Cloud Explosion)사고는 지진이나 해일과 같은 자연재해에는 미치지 못하나, 유류, 가스 등을 취급하는 석유화학산업에서 발생하는 가장 큰 사고중의 하나이며, 발생빈도는 1,000년에서 10,000년에 한번 정도이다.

이와 같이 발생빈도는 낮으나 발생하면, 그 손실규모가 큰 UVCE사고에 대처하기 위하여 보험업자들은 동일한 유형의 사고들을 기초로 하여 최대추정손실액 즉, EML(Estimated Maximum Loss)평가를 실시하고 있으며, 그러한 평가시에 반드시 고려하여야 할 사항을 다음에 기술한다.

가. 피보험자가 최대위험에 노출되는 것이 무엇인지를 분명히 알려 주고, 그들의 재산손실을 정확하게 담보하도록 협력하여 피보험자를 보호.

나. 그들의 노출에 관하여 실질적이고, 기술적으로 평가하여 보험에 가입케하므로써 실제 크레임이 보험 인수시점에서 평가한 EML값을 초과하는 것을 방지.

다. 브로크의 보험설계

과거의 손실에 대한 불확실성 때문에 보험금액의 지급을 줄이려는 노력의 일환으로써 최근 산업체에서 발생한 대형사고를 조사한 결과, UVCE에 의한 EML 평가방법은 신중을 기할 필요가 있지만, 결국 실질적인 방법이라는 것을 알 수 있다.

UVCE사고로 인해 발생하는 기업휴지손실이 직접손실인 재산손실액의 4~6배 정도가 된다는 사실을 잊어서는 안되며, 만약 기업휴지보험에 가입하지 않았을 경우 회사는 막대한 손실을 입을 수 있다.

## 2. 손실 자료

이와 같이 대형사고가 발생하기 쉬운 업체를 조사해 본 결과, Sedgwick Loss Data Bank에서 102건의 사고기록을 찾을 수 있었으며, 이중 43건은 석유화학공장에서,

28건은 정유공장에서 UVCE가 발생하여 총건수의 약 70%가 이들 두 유형의 공장에서 발생하였다는 사실을 그림 1로부터 알 수 있다.

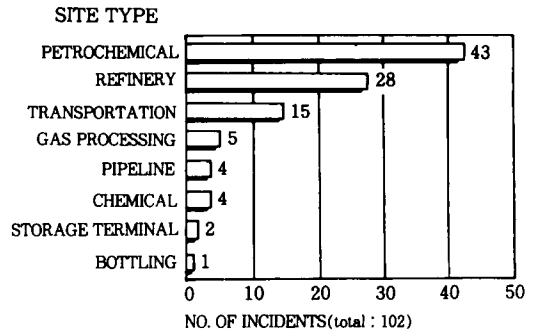


그림 1 UVCEs BY SITE TYPE

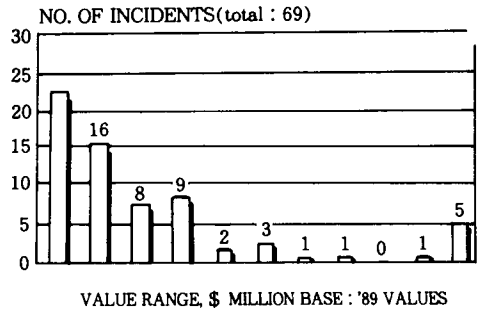


그림 2 UVCE ANALYSIS

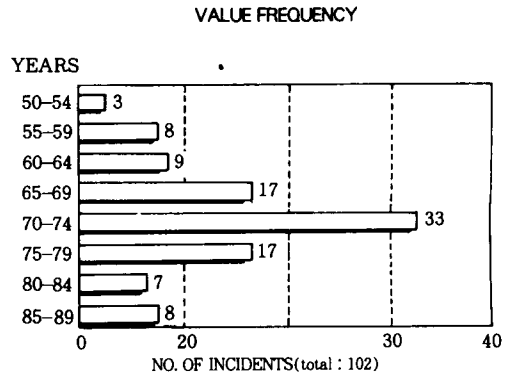


그림 3 UVCEs BY TIME PERIOD

1989년에 발생한 69건의 UVCE사고에 대한 재산손실  
을 그림 2에 표시하였다.

손실액이 1억달러 이상인 5대 대형사고가 다음에 자세  
히 나와 있으며, 거기에는 손실액이 점차 증가하고 있음  
은 물론, 이들 최대 UVCE사고들이 모두 과거 6년 동안  
에 발생하였다는 것을 알 수 있다.

5대 사고 중에는 Pasadena사고와 Norco사고가 포함  
되어 있으며, 이들 사고는 재물손실이 클(각각 7억달러와  
3억2천만달러로 평가됨)뿐만 아니라 심각한 기업휴지손  
실(Norco사고는 36개월 이상)이 발생하였다.

Pasadena사고의 경우, 기업휴지손실액(6억2천5백만  
달러)이 큰 원인은 직접 영향을 받은 플랜트에서의 생산  
손실뿐만이 아니라 비산물 등에 의해 파괴된 다른 플랜트  
에서의 불의의 휴지손실 때문이다.

그림 3에서와 같이 1950년을 기준으로 하여 5년 간격  
으로 UVCE사고를 조사해 보면, 1970년대 초반에 최대  
33건이 되기까지 꾸준히 증가하고 있다는 것을 알 수 있  
으며, 1970년대 후반부터 연간 1~2건으로 안정되어 있  
다는 것을 알 수 있다.

이것은 1970년대 중반부터 관리적인 측면, 즉 Soft-  
ware측면(개수작업의 통제, Hazop의 재검토, 작업허가제  
도, 검사절차, 안전교육 등)에서 주로 손실예방을 위한 체  
제적인 조사에 의해 설명될 수 있다.

### 3. 보험산업의 영향

그림 3에 나와 있는 최대 사고의 수에는 1974년  
Flixborough 대사고가 포함되어 있다는 사실에 주목해야  
한다.

이 때부터 보험산업이 산업체에서 UVCE발생 가능성  
에 대해 많은 주의를 기울였으며, 손실을 평가하기 위한  
자체 절차를 개발하기 시작하였다.

이런 사고의 결과로써 보험분야에서는 또한, 이런 위험  
을 분석하고, 이해하기 위하여 화학엔지니어의 수를 늘리  
기 시작하였다.

에너지 위험에 대한 이런 인식의 변화로 인하여 비해상  
보험시장에서는 중요한 계기가 되었으나, 해상보험에서는  
아직 의식전환이 이루어지지 못하고 있다.

#### \*5대 UVCE사고

사고일자: '89. 10. 23	국 가: 미국
지 역: Texas주 Pasadena	업 종: 석유화학공장
생산설비: Polyethylene설비	취급물질: Ethylene
사고장치: 반응기	사고형태: UVCE, 화재
플랜트상태: 운전중	사 망: 23명
부 상: 314명	사고기간: 1일
직접손실액: 7억달러	휴지손실액: 6억2천5백만달러

반응기 아래에서 에틸렌과 i-C4의 방출로 인해 폴리  
에틸렌설비와 인접한 폴리프로필렌설비에 폭발피해가 발  
생하였다. 폭발은 20마일(약 32km)까지 영향을 미쳤으  
며, 소화작업에는 인근의 7개 회사로부터 지원을 받았다.  
금속파편은 플랜트로부터 6마일(약 10km)까지 비산하였  
고, 인접한 Houston운하가 1일동안 폐쇄되어 200만 바  
렐의 원유수송이 중단되었다.

사고일자: '88. 5. 5	국 가: 미국
지 역: Louisiana주 Norco	업 종: 정유공장
생산설비: 촉매 분해설비	취급물질: Propane
사고장치: 배관	사고형태: UVCE, 화재
플랜트상태: 운전중	사 망: 7명
부 상: 48명	피 난: 2,800명
휴지일수: 1,400일	직접손실액: 3억2천만달러
제3자배상액: 3천1백만달러	

폭발사고는 FCC설비의 주요 증류탑 아래에 있는 가스  
회수부분의 중심에서 일어났으며, 25마일(약 40km)까지  
피해를 입혔다. 폭발은 주배관의 엘보우 부분에서 부식에  
의해 발생하였다.

FCC설비의 시설용량은 90,000바렐/日였고, 정유공장  
은 4개월간 가동이 중단되었으며, 9,000건의 클레임중  
25건 이상은 소송이 제기되었다.

사고일자: '87. 7	국 가: 벨기에
지 역: Antwerp주 Zwijndrecht	업 종: 화학공업
생산설비: Ethylene Oxide설비	취급물질: Ethylene Oxide
사고장치: 탑	사고형태: UVCE, 화재
부 상: 20명	휴지일수: 180일
	직접손실: 1억2천만달러

증류탑에서의 폭발이 대화재를 낳았으며, 근처에 설치  
되어 있는 탱크군(Styrene방출)으로 확대되었다. 20명이  
부상하였다.

사고일자: '87. 11. 14	국 가: 미국
업 종: 화학공업	지 역: Texas 주 Pampa
생산설비: Acetic Acid	취급물질: Isobutane
사고장치: 반응기	플랜트상태: Shutdown시
사 망: 3명	부 상: 43명
사고기간: 0.5일	피 난: 50명
직접손실액: 2억4천만달러	휴지손실액: 3억5천만달러

n-butane반응기에서 액상의 불완전한 산화가 285°F,  
700psi하에서 진행되었으며, 이 복잡한 반응기에서 bu-  
tane이 방출되어 폭발이 일어났다. 증기운이 발화되어 폭  
풍파에 의해 플랜트의 많은 부분과 소화설비 등이 파괴되  
었다.

사고일자 : '84. 7. 23      국    가 : 미국  
지    역 : Illinois 주      업    종 : 정유공업  
Romeoville              취급물질 : Propane  
생산설비 : 촉매 분해설비    사고형태 : UVCE, BLEVE  
사고장치 : 탭              사    망 : 15명  
플랜트상태 : 운전중      직접손실액 : 1억4천2백만달러

통해 propane이 누설되는 것을 발견하고, 밸브를 닫으려 하였으나 틈은 24inch로 확대되어 결국 탭이 파괴되었다.

20ton의 부탄이 3,500ft(약 1,050m)까지 방출되어 결국 알킬화설비에서 BLEVE에 의한 UVCE가 발생되었다. 알킬화설비의 90%, FCC가스플랜트의 80%, 분해설비의 50%가 손실되었다.

운전자는 MEA 탭의 용접부분에서 6inch 정도의 틈을

## “풍수재 위험관리” 발간

'84년이후 서울·부산·대구·인천·대전·광주·전주 등 7대도시의 특수건물은 화재보험 가입만으로 풍수재가 자동담보되고 있다.

그러나 화재에 비해 상대적으로 지급보험금이 증가하고 있어 풍수재 위험관리를 위한 통계 및 자료가 요구되는 실정이다.

우리 협회에서는 전국의 풍수재 통계 및 '84~'91년 사이의 8년간 특수건물 풍수재 발생물건을 분석한 결과를 토대로 한 책자를 발간, 시원사 등 관련 기관에 배포하였다.