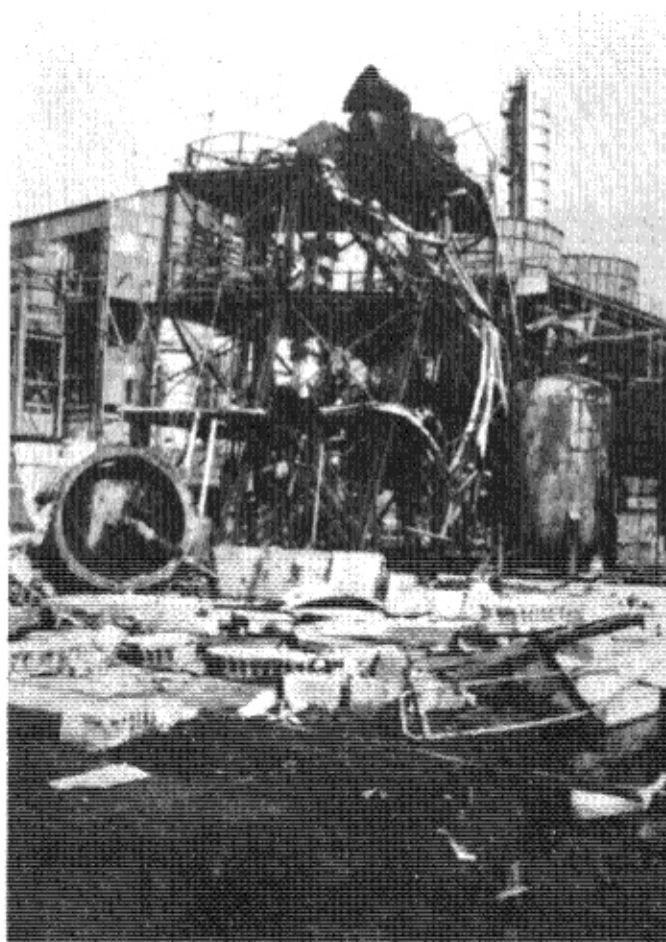


## L 소재(주) 폭발사고



# L소재(주) 폭발사고

## 반응기로 탈바꿈한 무수황산 저장탱크의 폭발

### 1. 일반사항

- 건 물 명 : L소재(주)
- 소 재 지 : 전남 여천군 석유화학단지 내
- 사고일시 : 1986년 12월 17일 01시 05분경
- 발화위치 : DMS Plant
- 화재원인 : SO<sub>2</sub> 저장탱크 폭발

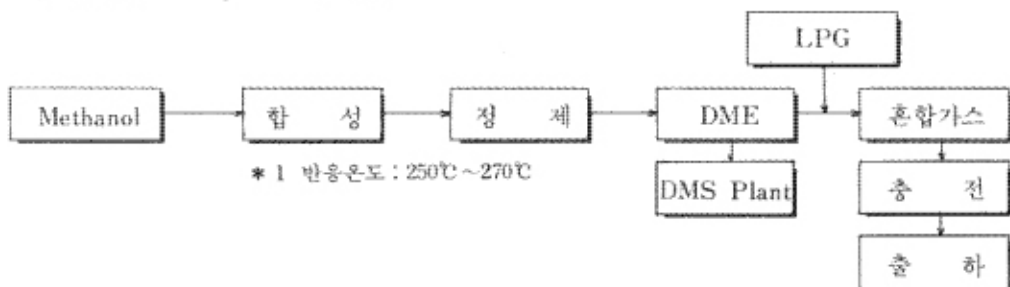
### 2. 공장개요

1973년 석유화학단지 내에 건설된 이 공장은 일산 1,000 ton 규모의 Methanol을 주로 생산하는 공장이었으나 현재 이 Methanol Plant는 가동하지 않고 있으며 살충제로 사용하는 일산 30 ton 규모의 DME(Di-methyl ether) Plant와 농약의 중간 원료로 사용하는 일산 6.8 ton 규모의 DMS(Dimethyl Sulphate) Plant가 있다.

현재 가동중인 DME Plant 및 DMS Plant는 모두 국내에서 자체개발 조립한 시설이나 여기에 사용된 탱크 및 반응기는 1973년도 Methanol 제조시설 건설당시 영국에서 제조 수입한 것을 DMS Plant에 재사용하였다. 이번에 폭발된 사고탱크도 약 36m<sup>2</sup> 정도의 영국에서 제작된 탱크이다. 또한 인근주백가 및 Methanol Plant, DME Plant와 인접되어 가스누설이나 폭발 등 사고발생시 영향을 미칠 수 있는 거리이다.

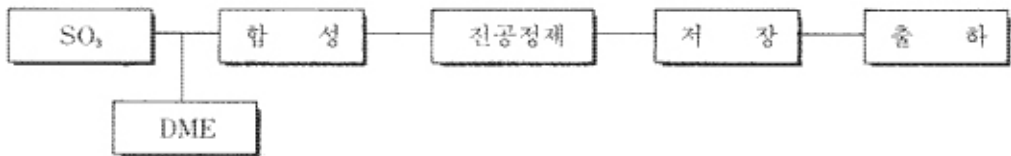
### 3. 공 정

#### 가. DME (Dimethyl ether) 공정



주) \*1 : 반응식 :  $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{OCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (발열반응)  
(DME)

나. DMS (Dimethyl Sulphate) 공정 → ※ 사고발생 공정



주) \*2 : 반응식 :  $\text{CH}_3\text{OCH}_3 + \text{SO}_3 \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{SO}_4$  (발열반응)

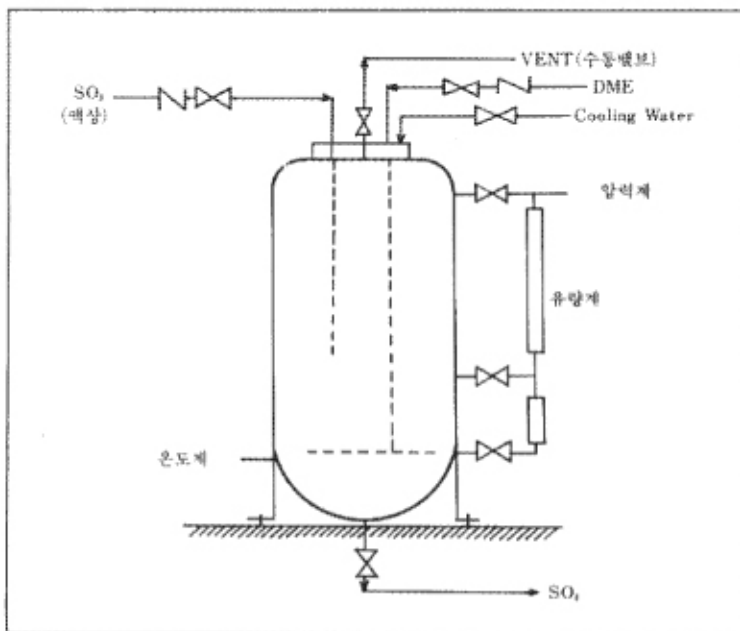


그림 1. 폭발한 SO<sub>3</sub> Tank

다. 사고 공정의 개요

- (1) SO<sub>3</sub> 탱크(사고탱크)는 내 용량이 약 36m<sup>3</sup>(D : 2.58m, H : 6.5m)로 1973년 영국에서 제작하였으며 두께 10m/m, 설계압력 6kg/cm<sup>2</sup>, Test 압력 10.8kg/cm<sup>2</sup>(1973년도)이다. 정상시는 2kg/cm<sup>2</sup>의 압력으로 사용한다.
- (2) 이 회사에서 사용한 SO<sub>3</sub>는 γ형으로 응점이 16.8℃이며 1회에 21ton을 탱크에 수납하여 저장하고 여기에 DME를 투입하여 약 30~50% 정도까지 DMS로 되도록 반응시키고 있다(이 반응은 발열 반응이므로 SO<sub>3</sub>가 굳어지는 것을 방지하기 위하여 40℃ 정도를 유지하며 반응초기에 주반응기 내부의 DMS 조성을 상승시켜 안정제 작용을 함으로써 부반응에 의한 불순물 생성을 방지하기 위함).
- (3) 1차 반응된 SO<sub>3</sub>는 반응기로 1Batch씩(1Batch : 약 6 ton) 보내져 반응을 완결시킨다. DME의 주입온도는 약 40℃ 정도이며 발열반응이므로 냉각수를 주입하여 반응기 내부온도를 120~130℃, 압력을 2~3kg/cm<sup>2</sup>로 운전한다(97~98% 반응확인 후 세제탑

으로 이송함).

※ 반응기 사양두께 : 24m/m, 설계압력 20kg/cm<sup>2</sup>, Test압력 : 39.1kg/cm<sup>2</sup> (반응기의 온도변화는 콘트롤룸에서 자동기록토록 되어 있음)

(4) 부반응에 의해서 생성된 황산메틸(CH<sub>3</sub>HSO<sub>3</sub>)과 미반응 DME 및 SO<sub>2</sub> 등을 정제탑에서 분리하여 저장탱크로 이송한다.

#### 4. 사고개요

- 피해상황 : 사망 1명, 중상 1명, 경상 23명, 기타 공장시설 및 민가 다수파손(경상자 23명은 인근주민임)
- 현장상황 : SO<sub>2</sub> 저장탱크의 저측부(Level gauge 부착부)에서 측면으로 둥글게 찢어지면서 폭발하여 탱크 상부가 공중으로 솟아 오르며 옆의 탱크 측면을 충돌하여 넘어 뜨리고 공중에서 2차로 폭발탱크 본체와 상부가 찢겨 분리되고 탱크 본체는 1차 폭발로 기울어진 정제탑 상부에 낙하되었고 상부는 50m 정도 떨어진 Cooling Tower 상부에 떨어져 있었다.

#### 5. 문제점

가. 탱크의 압력 및 부식시험을 한적이 없으며 안전밸브가 없었다.

나. SO<sub>2</sub> 저장탱크에 주입되는 DME line의 밸브가 수동으로만 조작하도록 되어 있으며 정확한 주입량을 알 수 있는 계량장치가 없었다.

다. SO<sub>2</sub> 저장탱크 내에 과량의 DME가 주입되어 DMS가 과잉 생성되어도 압력조절을 할 수 없었고 온도계는 부착되어 있었으나 자동감지하는 경보설비가 없어 즉시 냉각할 수 없게 되어 있었다. 또한 Cooling Waterpipe의 조작밸브도 수동으로 조작하도록 되어 있었다.

#### 6. 결 론

이상의 문제점과 여러가지 상황을 종합하여 정리하여 보면 이번 폭발사고의 원인을 다음과 같이 결론(추정) 지을 수 있다.

가. 폭발 당시 탱크내에는 SO<sub>2</sub>가 약 15 ton이 있었고 이 탱크로 주입되는 DME line의 밸브는 개방상태로 있어서 5kg/cm<sup>2</sup> 압력으로 40℃의 DME가 계속 주입되었다.

나. SO<sub>2</sub>와 DME는 SO<sub>2</sub> 저장탱크 내부에서 계속 반응이 진행되어 이 반응열로 인해 SO<sub>2</sub> 저장탱크 내부의 온도가 상승하며 계속 반응이 일어나 반응기 구실을 하였고 또 압력도 상당히 걸려 있었던 것으로 추측된다.

다. DME 주입 line측은 Check Valve가 있어 역류를 방지하였으며 다른 모든 Valve는 잠겨 있었고 안전밸브는 없었다.

라. SO<sub>2</sub> 저장탱크에는 온도가 상승함에도 냉각수는 주입되지 않았다.

마. SO<sub>2</sub> 저장탱크 내부온도가 350℃ 이상으로 상승하게 되어 생성된 DMS가 기화되어 압력이 급속히 상승하여 탱크허용 압력을 초과 탱크측면의 Level gauge 이음면 부근에서 기계적인 폭발이 생겨 탱크본체가 로켓트 추진현상으로 상승하면서 옆의 빈 탱크와 충돌 빈 탱크를 파괴하고 계속 상승하였다.

바. 상승하던 탱크는 내부에서  $\text{SO}_2$ 가 분해하여 발생한 산소( $2\text{SO}_2 \rightarrow 2\text{SO} + \text{O}_2$ )와 미 반응 DME 가스가 고열 또는 충격에 발화 연소하면서 2차 폭발한 것으로 추정할 수 있다(DME의 폭발한계 : 3.45%~18.1%임).

사. 이상에서 언급한 바와 같이  $\text{SO}_2$  저장탱크는 정상적인 단순 저장탱크가 아니라 1차 반응기로 전용하였고 그리함에도 안전시설이나 보호조치는 전혀 없는 상태이었음은 물론 매우 원시적인 방법 즉, 모든 조작이 수동이고 DME 가스 조작 정확한 계량장치 없이 적당량을 투여 1차 반응을 시킨 극히 안일한 사고 방식이 불러 일으킨 폭발사고라고 판단할 수 있다.