

# —수재로 인해 발생한 화재—

〈본 협회 위험관리부 제공〉

- 건물명: T금속공업(주)
- 소재지: 서울특별시 강동구
- 업종: 각종 볼트, 너트, 자전차부품 등 제조
- 화재일시: 1984. 9. 2  
08시 50분경
- 화재원인: Quenching Oil이 열처리소에 있던 열원에 착화(추정)
- 재산피해: 21억5천만원(이중 화재로 인한 피해는 8억5천만원)

물과 불은 상극의 관계여서 물은 일반적으로 소화의 수단으로 가장 널리 사용되고 있다. 하지만 이러한 물로 인하여 화재가 발생, 많은 재산피해를 초래한 특이한 사고가 발생하였다. 호우로 전 공장이 침수된 상태에서 공장내 지하에 저장되어 있던 Quenching Oil이 수면에 떠 열원에 착화, 불이 일어난 것이다.

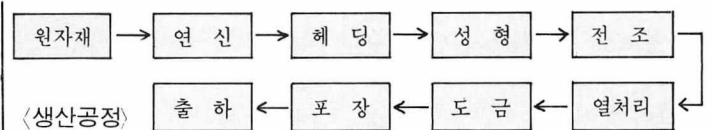
이번 화재는 상식적으로는 불

가능하다고 생각되는 특수한 상황에서도 화재가 발생할 수 있다는 것을 입증해 주는 사례로서 여기에서는 침수된 공장에서의 발화 및 연소확대, 호우속의 진화활동 등 특이한 상황을 종합, 검토하여 게재하고 금속의 Oil Quenching에 대하여도 개괄적으로 고찰해보고자 한다.

## 1. 공장 개요

이 회사는 1954년 T자전차 기

업사로 설립되어 운영해오다가 1964년에 T금속공업(주)로 상호를 변경하여 현재 9백여명의 종업원이 근무하고 있다. 이 공장은 대지 27,390㎡의 위에 공장건물 2개동(신관·구관)과 기타 부속건물로 이루어져 있으며 건물 연면적의 합계는 17,083㎡이다. 화재가 발생한 구관건물은 1975년에 신축된 철근콘크리트 슬라브 및 슬레이트 구조로서 볼트·너트의 생산공정 및 층별 용도는 다음과 같다.



층별	면적(㎡)	용도
1	7,369	열처리, 신선, 도금, 공작반, 제조과, 개발, 용접반
2	1,055	준비실, 니플반, 변전실
3	165	창고
계	8,589	

〈구관의 층별현황〉

## 2. 화재상황

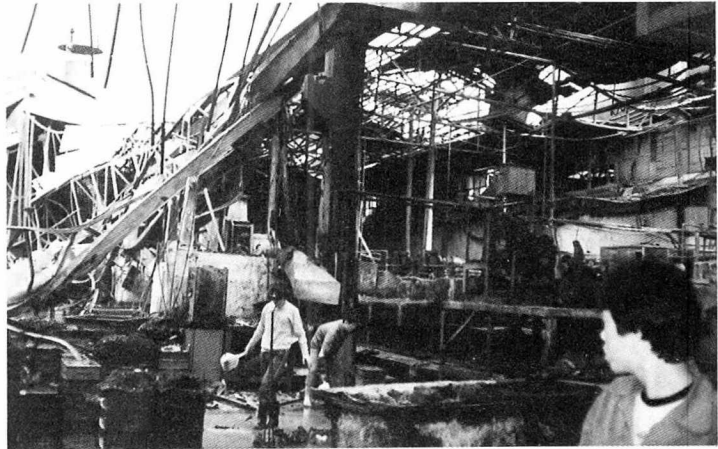
서울, 경기, 강원지방에 내린 폭우로 인하여 1984년 9월 1일 오전 9시경 한강일대에 홍수주의보가 내려졌으며 14:00시경에는 성내천이 역류되면서 T금속이 소재한 풍납동과 인근 성내동이 침수되기 시작하였다. 이에 당 공장에서는 전기를 끄고 공장가동을 중지한 후 공장의 침수를 방지하고자 노력하였다. 그러나 9월 1일 22:00시경 정문담장이 무너지면서 공장내로 물이 들어오기 시작하였고 9월 2일 08:30분경에는 전공장이 약 1.5m 높이까지 침수되었다.

구관련물 안으로 물이 들어오면서 열처리실 지하에 저장되어 있던 50~60드럼의 Quenching Oil이 물위로 뜨게되었고 수면이 높아지면서 물위에 떠 있던 Oil 중 일부가 열처리로 속으로 흘러 들어가 로안에 남아 있던 열원에 착화하여 화재가 발생, 급격히 불길이가 확대된 것으로 추정된다.

이 열처리로는 평상시의 작동 온도가 860℃~900℃ 정도로 인근지역이 침수되기 시작한 9월 1일 14:00시경부터는 가동을 중지시켰었다. 열처리로가 완전히 냉각되려면 약 40시간이 소요되거나 발화시에는 가동중지 후 약 19시간밖에 경과하지 않은 상태여서 로안의 온도가 상당히 높았을 것으로 추정된다.

## 3. 연소확대 및 진화활동

화재현장에 있었던 목격자에 의하면 열처리실에서 연기가 조금씩 나와 처음에는 단순한 연기



〈소실된 열처리반 내부〉

로만 생각하였으나 이어 화염과 함께 급속히 창밖으로 퍼져 화재가 난 것으로 판단하였다고 한다.

불이 났을 때는 공장안에 물이 1.5m 정도의 높이로 차있었고 50~60드럼의 Quenching Oil이 수면위로 부유하면서 열처리반과 신선반에 확산되어 있는 상태였다. 불은 이 Oil에 연소하면서 열처리반 전체로 순식간에 확대되었으며 열처리반과 신선반 사이의 개구부를 통하여 신선반으로 전파되었다.

화재당시 전화가 불통되어 직접 신고는 하지 못하였으나 화재현장 부근에 소방활동을 위하여 출동 중이었던 소방대가 연기와 화염을 보고 화재가 발생한 것으로 판단, 즉시 진화작업에 임하였다. 공장 전체가 물에 잠겨 소방차가 공장내로 진입하지 못해 뒷편에서 공장벽을 뚫고 화재현장에 접근하였으나 물이 차있어 활동이 불편하였고 기름에 의한 화재여서 진화에 많은 어려움을 겪었다.

열처리반과 신선반은 타부분과 방화구획이 비교적 양호하게

설치되어 연소저지가 용이하였고 물위의 기름이 소진됨에 따라 화세가 약화되어 화재발생 약 4시간이 경과된 13:00시경에는 소방대에 의해 완전히 진화되었다.

본 건물에는 자동화재탐지설비, 옥내소화전이 양호하게 설치되어 있었으나 화재현장이 침수된 특수한 상황에서는 전혀 활용되지 못하였다. 반면에 공장에 설치된 포말과 분말소화기는 열처리반에서 천정부부를 통하여 공장반 2층의 변전실로 확대되는 불길을 저지하는 데 크게 기여하였다.

## 4. 피해상황

이 화재로 구관공장 중 열처리반과 신선반 내부가 거의 전소되었으며 소손된 공장내에 수용된 기계시설도 1.5m 이하 부분은 수해로, 그 이상 부분은 화재로 손상되었다. 4시간 동안의 연소로 철골트러스 지붕틀이 무너지고 벽체 일부와 크레인을 지지하는 콘크리트기둥의 일부가 화기로 균열되었다. 대부분의 기계는

화재 또는 수재로 사용이 불가능하게 되었으며 2층 변전실에서 각 공장별로 배선되는 1차측 전선이 소실되어 화재피해로 8억 5천만원, 수재피해로 약 13억원을 기록하였다.

### 5. 금속의 Oil Quenching

본 화재를 계기로 금속공장의 Oil Quenching의 안전대책에 대하여 FMS와 NFPA의 자료 일부를 요약 소개한다.

금속의 열처리방법 중 하나로 가열된 금속을 Quenching Oil에 담가 냉각시킴으로써 금속에 열적 변화를 주어 재료의 특성을 개선하려는 것이다. 이 작업공정은 Quenching Oil의 연소성으로 인하여 많은 화재위험을 내포하고 있다.

#### 가. Quenching Oil

일반적으로 광유가 사용되나 특수한 경우에는 동식물유가 혼합되거나 습윤제가 첨가되기도 한다. 어느 경우에도 점도가 낮아야 하며 사용시 안정성과 유동성이 유지될 수 있어야 한다. Quenching Oil의 점도가 낮으면 열전달속도가 균일하게 되고 Oil 소비도 감소하게 된다. 미가열 Quenching에서는 38℃ ~ 93℃의 작업온도가 정상이며 이 온도범위 내에서 사용되는 표준 Quenching Oil의 인화점은 150℃ 이상이다. 가열 Quenching에서는 작업온도 93℃ ~ 205℃가 보통이고 이 온도에서 사용되는 Quenching Oil의 인화점은 일반적으로 260℃ 이상이다.

나. Quenching Oil의 화재위험 열처리하고자 하는 가열된 금속을 Quenching Oil속으로 유입시키면 증기막이 금속주위에 형성된다. 발화온도 이상의 큰 기포가 표면에 발생하게 되어 순간적으로 발화현상이 나타나고 또한 열처리물 주위에도 섬광이 일어나게 된다. 그러나 이러한 순간적 발화현상은 Oil의 교환작용으로 쉽게 진화된다. Quenching Oil 화재에는 다음과 같은 3가지 형태가 있다.

첫째, 가장 일반적인 화재로서 Oil이 인화점 이하의 정상적인 상태에서 발생하는 것인데 고온의 열처리물이 유표면에 유입될 때 Oil이 부분적으로 인화점 이상으로 상승하게 되어 화재가 일어나게 된다. 이 화재는 열처리물을 탱크속으로 완전히 유입시키거나 탱크밖으로 꺼내고 소화기나 Oil의 교환에 의해서 쉽게 소화할 수 있다.

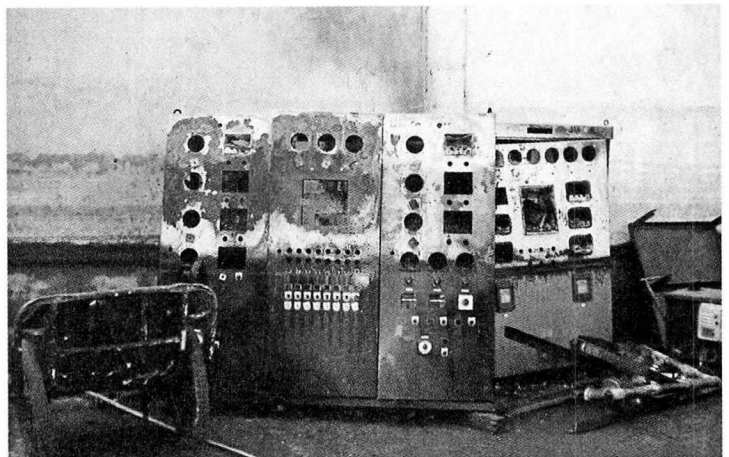
둘째로는 탱크냉각설비의 고장, 과도한 작업하중, 상기 화재

의 초기소화실패 등으로 탱크내 Oil 본체가 인화점 이상으로 가열되어 일어난다. 이 화재는 연소확대가 순식간에 이루어져 소화기만으로는 소화가 불가능하다.

세째의 화재는 가장 위험성이 높은 것으로서 다음과 같은 결과로 Oil이 가열된 열처리물과 접촉되어 일어난다.

- 탱크에 Oil을 너무 많이 채워 넘침
- 유면이 낮은 상태에서 재순환노즐로부터 분출되어 일어나는 튀김(Splashing) 현상
- 물이 냉각코일에서 누수되어 탱크안으로 유입되거나 유온도가 100℃에 도달할 때 형성되는 증기

실제로 Quenching Oil 화재를 분석해 보면 Oil의 국부과열로 인한 화재가 43%, 본체과열로 인한 화재가 33%, Oil과 열처리물의 접촉으로 일어난 화재가 14%를 차지하고 기타 원인을 알 수 없는 화재가 10%로 나타나고 있다.



〈화재로 손상된 부분과 수재로 손상된 부분〉

## 다. 안전대책

### (1) 방화구획 및 위치

• 열처리공정 (Quenching Tank 포함)을 가연물 적재장소 또는 연기나 물로 인하여 막대한 피해가 예상되는 장소와는 방화구획을 설치한다.

• Quenching Tank의 위치는 1층이 적당하다.

### (2) 소화설비

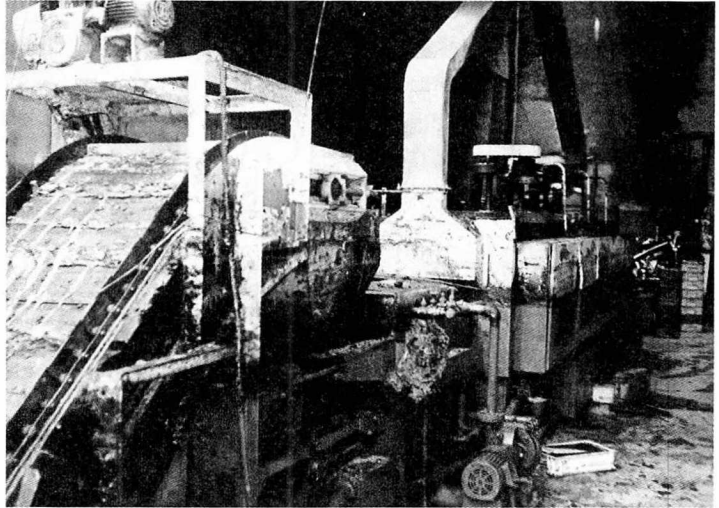
• Quenching 작업에는 스프링클러설비를 설치한다. 단, 다음과 같은 소규모의 작업에는 스프링클러설비를 설치하지 아니할 수 있다.

• 불연재의 건물내에 설치되어 있고 액표면적이  $0.9\text{m}^2$  이하이고 탱크용적이  $1.1\text{m}^3$  이하인 경우

• 내화구조의 건물내에 설치되어 있고 액표면적이  $2.3\text{m}^2$  이하이고 탱크용적이  $2.8\text{m}^3$  이하인 경우

• 내화구조나 불연재의 건물에서는 스프링클러설비 대신에 물분무소화설비를 설치하여 Quenching Tank와 그 주위를 보호하게 할 수 있다. 열감지에 의해서 동작되는 물분무소화설비는 습식이나 건식스프링클러설비보다 면적당 설치비가 고가이고 관리상 세심한 주의가 요구된다.

• Quenching Oil이 고가이거나 중요 공정일 경우 천정에 스프링클러설비를 설치하고 부가하여  $\text{CO}_2$  소화설비를 설치한다. Oil에 많은 손상을 입히지 않는 장소에는 분말소화설비를 설치할 수 있다. 일반적으로 분말소화설비는 대규모의 중앙공급식



〈발화, 소실된 열처리로〉

Quenching Oil 설비에 필요하다.

• 적응소화기를 준비한다. Oil 작업온도가  $100^\circ\text{C}$  이상인 경우를 제외하고는 물분무소화기가 가장 적합하다.  $\text{CO}_2$ 나 분말소화약제는 Oil 작업온도가  $100^\circ\text{C}$  이상인 경우 포밍(foaming) 현상을 극소화시키는데 효과적이다. Oil이 고가이거나 중요공정일 때는  $\text{CO}_2$ 소화기가, Oil에 대한 유독성이 없는 경우에는 분말소화기가 주로 사용된다.

### (3) 기계설비

• 효과적인 열처리와 안전을 위하여 열처리물이 신속하고 안전하게 유입되도록 하여야 한다. 유입작업은 튀김(Splashing)이 없도록 행해져야 하며 슈트는 매끄럽고 넓어야 한다.

• Oil이 과열되는 것을 방지하기 위하여 탱크와 냉각설비는 충분한 용량으로 설계하고 유온도는 최대작업 하중하에서 유인화점보다  $28^\circ\text{C}$  이하로 낮게 유지할 수 있어야 한다.

• 정상적인 작업하중하에서 유온도를 인화점의  $28^\circ\text{C}$  이하로 유지하기 위하여 냉각설비가 필요한 장소에는 자동온도 조절장치를 설치한다.

• 모든 탱크가열설비에는 자동온도조절 장치를 설치하여 Oil을 항상 정상적인 온도로 유지할 수 있도록 한다.

• 다음과 같은 경우에는 모든 Quenching Tank에 고온도 제한 스위치를 부착한다.

-표면적  $2.3\text{m}^2$  이상일 때

-컨베이어에 의한 운반작업이 필요할 때

-유인화점보다  $28^\circ\text{C}$  이하로 유온도를 유지하기 위하여 인위적인 냉각설비가 필요할 때

-탱크에 가열설비가 필요할 때

• Oil 공급탱크와 연결된 Return 배관에는 밸브를 설치해서는 안되며 Return 배관은 탱크의 바닥까지 이르도록 설치한다.㉞