

# 石油化學工場의 災害와 그 對策

河 正 鎬

(技術 管理 部)

## I. 序 言

石油化學工業은 1世紀 以上 前부터 시작되었으나 지금까지도 같은 原料를 使用하고 있다. 過去 수 십년 동안 生産工程 및 運送方法의 安全에 관한 많은 發展이 이루어졌음에도 불구하고 石油化學工場의 大火災는 빈번하게 발생되고 있는 實情이다. 技術의 急激한 發展에 따라 새로운 工程 및 技術과 設備 및 取扱物質의 利用이 繼續적으로 要求되고 있으며 이들은 각기 많은 問題點과 危險性을 內包하고 있다.

예를 들면 低溫化 工程의 採擇에 따라 金屬材質面에서의 많은 問題點이 惹起되고 있다. 한편 大部分의 火災 및 爆發이 冬節期에 發生하고 있다는 事實은 特別히 注目해야 할 것이다.

그 理由는 첫째 外氣露出 工程부의 冬節期 作業條件이 매우 惡化되기 때문이며, 둘째 氣溫의 急降下에 따라 火氣使用等이 急增하기 때문이다.

이제 石油化學工場과 精油工場에서 發生하였던 大火災의 境遇에 대해서 考察하여 보기로 하자, 이

들 火災로 인해 많은 消防施設이 改修되었으며 工場의 安全面에서 많은 技術的 發展을 가져왔다. 이러한 改修 措施 事項이今後 우리 나라 石油取扱工場의 災害防止에 많은 도움이 될 것으로 생각되어 本文에서는 이들 措施에 대해 特別한 關心을 기우렸다.

## II. 「에치렌」工場부의 爆發로 인한 災害

「유림」의 한 精油工場에서 主調縱室과 「에치렌」工場部 사이에 發生한 강한 爆發로 인해 「에치렌」工場部에 大規模 火災가 發生하였다.

### 1. 周圍條件 및 災害規模

이 破壞로 인하여 各 工程의 一部 外面은 遮斷할 수가 없었으므로 石油「가스」는 繼續적으로 放出되어 전부 燃焼하는 데 무려 一週日이나 걸렸다. 계속적인 爆發危險 때문에 燃焼中인 「가스」의 消火作業은 업무도 낼 수 없었다. 消防隊는 被害를 입지 않은 部分을 冷却시켜 保護하고 불이 번지는 것을 막는 데 그쳤을 뿐이다.

거의 1m 두께의 얼음층이 形成될 程度의 酷甚한 추위로 인해 消防隊의 消火作業은 극심한 困難을 겪어야만 했다.

이 爆發 및 火災로 인하여 「에치렌」工場의 壓縮工程部 및 主調縱室이 가장 심하게 被害를 입었으며 이 외에도 水素工場部, 납사혼합工場部 및 周圍에 있던 壓力容器, 熱交換機, 「럼프」, 壓縮機等이 많은 被害를 입었다. 또한 消火作業時 使用한 물의 被害도 상당하였다. 火災中心部 가까이 있었던 球形 LPG 「탱크」는 水噴霧設備에 의해 繼續 冷却되었으므로 爆發은 勿論 불이 번지는 것 까지도 막을 수 있었다.

이 火災로 인한 被害額은 80億원에 達하였으며 人命被害 또한 死亡 3名, 負傷 80명에 이르렀다.

### 2. 發生原因

「에치렌」工程部에서의 石油「가스」漏出이 爆發 原因이 되었다. 이 漏出된 「가스」는 急激히 擴散되어 霧狀雲을 形成하였으며, 「크릭킹」工場의 熱分解爐에서 發火되었다. 「가스」流出에서 爆發까지는 단지 3分 程度가 걸렸을 뿐이다.

當該 減價償却 資産의 取得價額에서 殘存價額(基礎價額)에 該當資産의 耐用年數에 따른 償却率을 곱하여 計算한 各 事業年度의 償却範圍額이 每年 均等하게 하는 償却方法을 말한다. 主로 建物 工作物 構築物 等に 適用되는 公式의 하나로 減價 累計額은 다음 算式으로 求한다.

$$\text{減價累計額} = \text{再調達原價} \times (1 - \text{殘價率}) \times \frac{\text{經過年數}}{\text{耐用年數}}$$

이 경우 建物의 殘價率을 考慮하지 않을 때에는 再調達原價經  $\times \frac{\text{過年數}}{\text{耐用年數}}$  가 된다. 또한 直接 鑑定價格을 求하는 公式은 다음과 같다.

$$\text{鑑定價格} = (\text{再調達原價} - \text{殘存價格}) \times \frac{\text{將來保存年數}}{\text{耐用年數}} + \text{殘存價格}$$

#### (사) 耐用年數

耐用年數는 物理的으로 存續 可能한 耐用年數와 機械的 經濟的 耐用年數가 있으며 一般的으로 經濟的 耐用年數를 標準으로 使用하고 있다. 한편 法人稅法 施行規則 第27條 別表에 依한 固定資産 耐用年數表를 減價償却의 耐用年數로 使用한다. 特히 修繕·補修 등으로 因하여 存續 可能한 年限이 延長되는 경우에는 이 點을 考慮하여야 한다.

#### (2) 間接的인 評價方法

法施行規則에서 評價方法을 提示하고 있으나 建物主의 非協助에 依하여 同方法으로 價額을 評價할 수 없을 경우에는 다음과 같은 間接的인 方法에 依하여 評價할 수도 있다.

$$\text{現存價額} = \text{再調達價額} - \text{減價額}$$

$$\text{減價額} = \text{再調達價額} \times \text{總減價率}$$

$$\text{總減價率} = \text{經年減價率} \times \text{經過年數}$$

同 方法에 依한 評價時에 再調達價額의 調査는 評價 對象 機械와 同一 種類 同一 用途 規模 型式 性能의 機械를 再調達하는데 必要한 價額이 調査되어야 하며 特히 同 資料를 間接的으로 利用하는 하나의 方法으로써 韓國鑑定院이 調査한 "動産時價調査表"에 依據 評價하고자 하는 機械의 價額을 準用하여 評價할 수도 있다. 本 調査表를 利用함에 있어서 注意할 點은 機械의 名稱 規格이 同一한 品名일지라도 製作年度 性能 및 附帶施設의 有無 등에 따라 價格의 差異가 심할 것이므로 同 資料를 絕對的인 基準으로 利用하기 前에 當該 機械 設備에 對한 充分한 事前 調査가 先行되어야 한다. 其他 資料로서 建物主의 積極的인 協助이 이루어진다면 貸借對照表上의 價額 내지 鑑定 專門機關이 鑑定한 金額 등을 入手 可能하다면 同 資料들을 利用하여 安全點檢實施 때에 check하여 評價年度를 참작하여 經過年數만큼의 物價上昇率 등을 考慮하여 調整한 價額을 時價로 代身하는 方法도 利用할 수 있다.

#### 7. 適用上의 注意

基準額表는 우리나라의 標準建物에 對한 評價 方法을 提示한 것이므로 個個 建物의 時價를 算定함에 있어서 多少 適用上에 어려움이 대두하게 될 것이다. 즉 基本 設定基準 以上의 建築材料를 使用한 建物 및 特殊用途로서 特別히 構造된 建物에 對하여 事前에 充分한 調査(survey)에 依據 이를 別途로 補正하여야 하며 더욱이 本 基準額表는

保險金額을 策定함에 新築單價를 基準으로 하고 있는 바 建物의 建築年度가 몇년 經過한 것과 一部 建物は 建築法 또는 關係法規에 關係 未達되는 建物에 대하여서는 保險價額 決定에 있어서 융통성이 있게 使用되어야 한다. 따라서 契約締結時에 點檢에 依한 建物의 構造, 種別, 級數, 建築年度, 維持管理狀態 등을 把握하여 保險價額을 算定하고 있으며 同 資料에 依據 評價한 價額이 建物主와의 合議가 이루어지지 않을 경우 同法 施行規則 第2條의 2에 依據 財務部長官이 委囑한 時價調査會에 붙여 決定하는 方法을 利用하고 있다. 한편 契約 引受 時點에서 基準額에 依하여 評價한 價額이 保險契約者에게 絕對視되어 「既 評價保險」(valued policy)으로 誤認될 우려가 있으므로 이 點에 對하여서는 損害補償時의 算定 基準은 損害發生時點과 事故發生時點과의 사이에 物價上昇率 이 높으면 그 差異가 크게 發生한다는 契約者에게 對한 充分한 說明이 先行되어야 한다.

또한 同 基準額表가 單純히 保險價額算定에만 使用될 것이 아니라 同 基準額表 作成 內譯書를 利用 適用한 建物에 罹災가 發生하였을 때에는 損害査定資料로서도 活用되어 可能한 實損害額을 補償할 수 있는 方法을 講究, 保險契約者와 罹災補償에 따른 問題點을 다스려 소할 수 있기를 바라는 것이다. 그리고 同 基準額表가 豫見하지 못했던 問題點이 나타나지 않는다고 볼 수 없으므로 이런 矛盾點 乃至 問題點을 계속 補完해 나갈 것이다.

<끝>

韓銀이 調査한 綜合 都賣物價指數 보다는 “機械 및 그 部品指數”를 使用하는 것을 原則으로 한다.

(라) 經年減價率

經年減價率 및 耐久年數는 法人 稅法 施行規則에 規定한 別表를 適用하며 한편 機械設備에 對한 減價 償却率의 適用은 法人이 固定資産에 對한 償却額을 다음의 區分에 依한 償却中 法人이 所管 稅務署長에게 申告한 償却法에 依하도록 規定하고 있다.

① 有形 固定資産에 對하여서는 定率法(未償却 殘額法) 또는 定額

法(均等償却法).

② 無形 固定資産에 對하여서는 定額法.

(마) 定率法

當該 減價償却 資産의 取得價額에서 이미 償却額으로서 損金에 算入한 金額을 公제한 殘額(基礎價額)에 該當 資産의 耐用年數에 따른 償却率을 곱하여 計算한 各 事業 年度의 償却 範圍額이 每年 減價 方法을 말한다. 主로 機械器具 船舶 等に 適用되는 公式中的 하나이며 減價率 및 減價 累計額은 다음 算式으로 求할 수

있다.

$$\text{減價率} = 1 - \sqrt[n]{\frac{\text{殘存價格} + \text{再調達}}{\text{原價}}}$$

$$\text{減價累計額} = \text{再調達原價} \times [1 - (1 - \text{減價率})^n]$$

$n$  = 耐用年數

$m$  = 經過年數

또한 鑑定價格을 直接 求하는 公式는 定率法에 依한 經年 殘存價値率表를 參考로 하여 다음과 같이 求할 수 있다.

$$\text{鑑定價格} = \text{再調達原價} \times \text{現價率} \quad (\text{殘存價値率表에 依함})$$

(바) 定額法

<新開發品>

☆ 투척식 消火器 · 防火재킷 첫 선

대형화재의 초기 진화를 위한 순찰용 소화재킷과 투척식 소화탄이 첫 선을 보였다.

지난 5월 서울 永登浦소방서 앞 마당에서는 서울 시내 시장 관리인과 공장업주 등 5백여명을 초청한 가운데 소방 시범훈련을 갖고 투척 소화탄을 성공적으로 시험했다. 화재발생 경보가 울리자마자 붉은색 소화재킷을 입고 순찰을 돌던 경비원이 급히 현장에 뛰어나와 휴대하고 있던 소화탄을 던져 급한 불길을 삼고 소화탄 투척으로 약해진 불을 주민들이 물을 끼얹어 완전히 꺼버렸다.

암모니아와 인산염등을 혼합해서 영등포 소방서가 고안한 이 투척식 소화탄은 불링의 핀과 같은 모양으로 중래 소화기처럼 복잡한 사전 조작이 필요없이 그대로 불의 중심점에 던지기만 하면 된다.

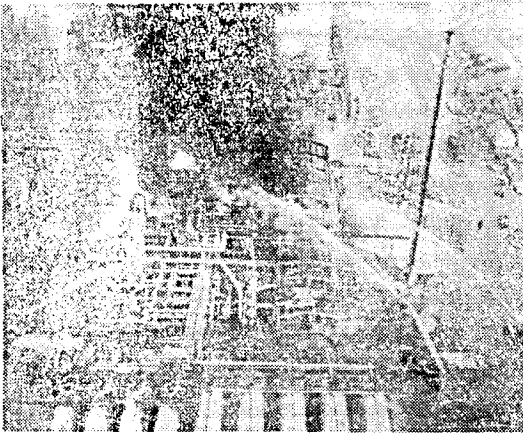
또 소화탄 3개와 손도끼 인명구조용 무우프등을 부착, 휴대할 수 있는 순찰용 재킷의 무게는 휴대품까지 합쳐 모두 3.5kg으로 시장 경비원등이 가볍게 입고 다닐 수 있다.

영등포 소방서는 이 재킷을 영등포 중앙시장등 화재취약지구 경비원들에게 보급시켜 착용, 순찰토록 하고 있는데 착용이 간편하고 가벼운데다 투척식 소화탄은 불 근처로 접근하지 않고도 진화가 가능하기 때문에 크게 환영을 받고 있으며 가정 상비용으로도 유용하게 되어있다.

☆ 流水檢知裝置 「아람 · 밸브」開發

配管안의 물의 흐름을 檢知하여 경보 신호를 올려주는 流水檢知裝置(아람 · 밸브)와 거품을 내뿜어 鎖火하는 泡「해드」(에어 · 폼 · 해드)가 최근 極東 「스프링클러」에 의해 국내 최초로 개발, 국가검정에 합격함으로써 건설업체에 관심을 모으고 있다.

流水檢知 장치란 물의 흐름을 檢知하여 경보신호를 올려주는 장치로 자동 경보기에 의한 방식과 流水 作動器에 의한 방식이 있다. 즉 「스프링클러 · 해드」가 화재를 감지, 작동하면 流水檢知장치는 즉각 水源으로부터 물을 퍼올려주는 「펌핑」작업을 자동적으로 진행하면서 경보를 올려주는 것으로 「스프링클러」 「시스템」에는 필수적인 것. 한편 泡「해드」는 거품을 내뿜어 鎖火하는 器機로 정유소 · 위험물 창고 등에 설치, 경보 및 소화를 자동적으로 행하도록 되어있다.



〈렐리콤파타에서 촬영한 火災初期現場〉

災害專門家들은 冷却膨脹容器 附近에 있는 配管 틈에서 石油「가스」가 漏出되었을 것으로 推定하고 있으며 이 틈은 壓力 및 熱의 衝擊으로 인해 生成되었을 것으로 推測하고 있다.

### 3. 安全上の 技術 改善

이와 같은 막대한 災害의 再發을 豫防하기 위해 이 精油工場에서는 危險 要因에 대한 安全策을 改善하는 데에 무려 30億원을 投資하는 등 많은 努力을 기우렸다. 改善 事項中 一部는 이 災害以後 強化된 關係規定을 凌駕하는 것이었다.

改善事項은

● 「가스」 非常 排出 設備의 再設計 및 再配置

● 固定 및 移動 消火設備의 강화  
● 消火用水, 非常電源等の 附隨 設備 강화

● 安全管理 增進을 위한 全般的인 對策에 力點을 두었으며 다시 工程部別로 나누어 보면 다음과 같다.

#### 1) 主工程部

復舊過程에서는 使用되는 材料에

重點을 두어 全工程을 檢討하였으며 이러한 觀點에서 破壞 危險이 많은 「에치렌」工場의 低溫工程部는 使用된 材料에는 특히 엄격한 基準이 適用되었다.

새로 規定된 安全 關係 基準에 適合하지 않은 設備를 改善하는 데만도 7億 5千 萬원의 費用이 消費되었다. 工程上의 危險度는 中間製品 貯藏容器 位置를 변경시킴으로써 상당히 減少 되었다.

#### 2) 補助工程部

平均의으로 夏節期에는 280t/hr 冬節期에는 345t/hr의 水蒸氣가 要求되는데 反하여 실제 容量은 240 t/hr이었으므로 100t/hr의 「보일러」 두개를 더 新設하였다. 이로써 總容量이 440t/hr로 되었으며 또한 充分한 殘餘 蒸氣를 活用할 수 있게 되었다.

한편 「보일러」를 獨立의으로 가동시키기 때문에 工程上 重大한 故障이 生發하더라도 「보일러」의 繼續 運轉은 可能하여졌으며 이는 매우 有用한 設備이었다.

獨立된 2個의 6kv 母線中 하나에서 電壓降下가 일어날 境遇 2次 電流의 供給은 0.2秒 동안에 自動 切換되게되며 이는 電動機를 停止시킬 수 있는 充分한 時間이된다. 電動機가 停止되게 되면 局部的으로 熱이 發生하여 火災가 일어날 수 있다. 이러한 危險은 電壓 降下 遲延 「릴레이」(voltage drop delay

relay)를 設置하여 防止 되었다.

#### 3) 廢「가스」 燒却設備(flave system)

이 火災發生 以後에 非常安全設備로서 새로운 廢「가스」 燒却設備을 設置하였다. 이는 冷却이나 電源에 異常이 發生할 境遇 放出되는 廢「가스」를 配管으로 誘導하여 燒却하는 設備이다. 이 設備의 窒量은 廢「가스」가 放出될 수 있는 最大量에 充分하도록 設置하였다.

#### 4. 消防設備의 改善

關係 規定이 追加 改定됨에 따라 精油工程부에 다음의 事項을 改修함으로써 消防設備에 많은 發展을 가져 왔다.

##### 1) 消火設備

##### ① 固定設備

改修된 重要한 事項은 다음과 같다.

③ 消火栓의 主配管 外에 이에 平行한 또다른 配管을 增設하여 消火栓 容量을 增設하였다.

⑥ 「더이젤」 및 電氣를 部分的으로 利用한 消防 「펌프」로 給水量을 增加시켜 給水總量을 2700m<sup>3</sup>/hr로 하였다.

⑦ 工程部에는 45個의 固定 「모니터」를 設置하여 獨立된 給水設備를 設置하였으며 이 때 두개의 昇壓 「펌프」를 利用하여 總容量은 1800m<sup>3</sup>/hr, 最大壓力은 16氣壓으로 하였다.

④ 「탱크」가 많은 地域과 引火點이 55°C 以下인 製品을 貯藏하는 모든 「탱크」 및 그 「피트」가 있는 곳에 獨立의인 泡消火設備를 設置하였으며 泡原液은 60m<sup>3</sup>으로 하였다.

⑤ 引火點이 55°C 以下인 製品