

# 石油탱크 清掃에 대한 安全對策

河 正 鎬  
(防災研究部 代理)

## 1. 序 言

여러 可燃物 中에서 危險物은 燃燒 擴大 危險이나 引火 危險性이 높아 어느 다른 可燃物보다도 罹災가 자주 發生하고 있기 때문에 危險物使用 施設의 設置 및 維持 管理時에 火災豫防面을 아무리 強調하여도 지나치지 않을 것이다.

危險物을 貯藏하는 場所는 當協會 特殊建物 14,350件 中에 8,703件이나 되고 있으나 이中 55%가 아직도 不良한 것으로 나타나고 있어 이의 安全對策은 더욱 重要하다 하겠다.

日本에서는 危險物 탱크를 定期的으로 清掃하고 內部的 非破壞 檢査를 하여 缺陷여부를 調査하도록 法的으로 規制하고 있는바, 우리나라도 이의 重要性에 대한 제도를 法的으로 規制해 나가도록 함이 바람직할 것이다.

檢査의 目的은 使用 期間中에 일어나는 腐蝕 衰耗나 틈이 갈라지는 것등의 결함을 조기에 찾아내어 그 對策을 謀構究함으로써 石油等的 漏洩을 豫防, 海洋 또는 그 地域의 汚染을 防止하는데 있다.

따라서 이 安全檢査를 圓滑히 遂行하기 위해 탱크 內部的 清掃과 洗淨은 重要的 過程으로 되고 있는 바, 그 安全對策과 經濟的인 方法이 問

題가 되고 있다.

이 清掃 및 洗淨作業은 石油탱크 內부에 남아 있는 油分을 포함하고 있는 드레인水나, 슬러지 등의 處理, 內壁에 附着되어 있는 油分の 洗淨 스케일이나 ぬ을 제거하는 것이 主業務이나 附帶 業務로서 물과 기름의 分離, 제거한 슬러지 등의 運搬에 따른 環境汚染에 관련된 事後處理가 問題가 된다.

이에 대한 安全對策으로는 가스프리, 中毒防止, 酸素부족 방지 및 火災나 爆發의 豫防이 必須의 課題라 할 수 있다.

本稿에서는 石油 탱크의 內部開放에 있어 清掃과 洗淨을 위한 매뉴얼(manual)을 例示하고 作業 實施上의 問題點과 安全對策을 考察해 보 고자 한다.

## 2. 탱크의 清掃와 洗淨의 順序

탱크의 清掃나 洗淨의 일반적인 作業順序는 아래 圖表와 같으나 具體的인 方法에 있어서는 各工場 등에서 利用되어질 수 있는 設備나 裝置의 種類, 容量, 性能과 當該 탱크의 規模, 기름의 種類, 豫想 되어지는 슬러지의 量과 質 그리고 주위의 環境 條件에 따라서 달라질 수 있다.

탱크의 清掃는 貯藏 기름을 모두 使用하고 남

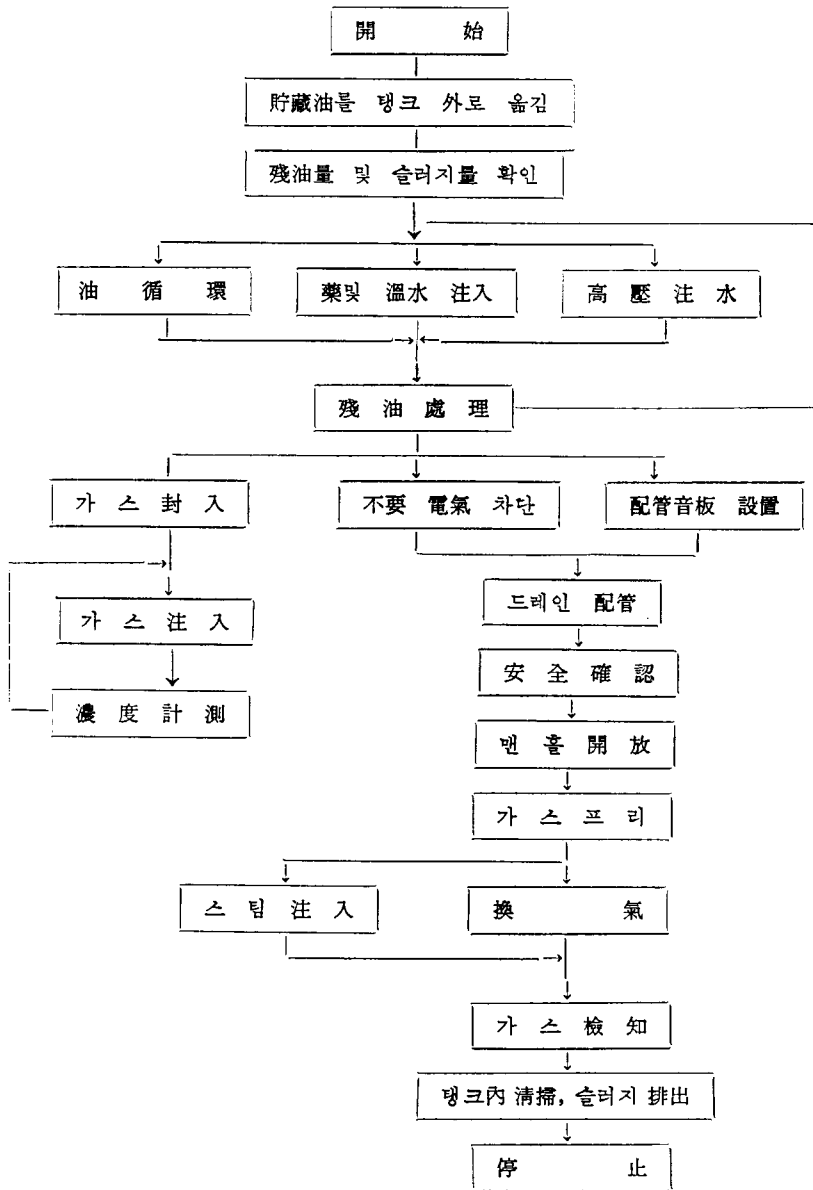


그림 1. 石油 탱크 洗清 順序의 一例

어 있는 기름을 모두 제거한 후 實施하나 製油 所나 油槽所에서는 통상 같은 기름을 使用하고 있는 다른 탱크에 殘油를 移送하고 實施한다.

殘油를 除去할 때 內壁이나 底部의 타르분이나 슬러지를 完全히 除去하기 위해 循環油나 溫

水 또는 물을 注入한다.

그러나 底油排水나 洗淨을 하기 전에 殘油量, 슬러지量, 슬러지分の 性狀과 分布, 드레인量等에 관해서 샘플밸브, 드레인밸브, 液面計等을 利用하여 充分한 調査를 할 必要가 있다. 손쉽

고 간편한 方法이 오히려 工期를 遲延시키고 安全對策을 阻害하는 경우가 있으므로 注意해야 한다. 따라서 各種 條件을 多角的으로 檢討한 후 最善의 作業計劃을 樹立하여 順序에 따라 作業을 實施하되 모든 것을 安全對策 確保한 뒤에 하도록 해야 한다.

### (1) 作業計劃

清掃作業을 開始하기 前에는 關係業者間에 充分히 協議하여 作業計劃을 作成할 必要가 있으나 적어도 다음 事項은 檢討하지 않으면 아니된다.

#### a. 作業上의 注意 事項

##### (1) 勞動 安全 衛生 事項

- 勞動 安全 衛生 問題
- 酸素 缺乏에 따른 問題
- 有機 容劑 中毒에 따른 問題
- 알킬鉛 中毒에 따른 問題

##### (2) 消防法等 關係法上의 事項

##### (3) 廢棄物 處理 및 清掃에 관한 事項

(4) 作業 着工屈, 作業員의 資格 및 名簿 作成에 관한 事項

##### (5) 作業者의 教育 指導에 관한 事項

#### b. 作業 體制의 確立

c. 作業 要領의 作成 및 工程 計劃 作業 要領은 다음 事項에 대해서 關係者 間에 調整, 協議해야 한다.

- (1) 왁스 推積狀況과 그 處理 方法
- (2) 溶解油 및 殘油의 處理 方法
- (3) 工業用水 및 電氣 系統의 使用 方法
- (4) 믹서, 加熱器의 使用 方法
- (5) 假設 計劃
- (6) 슬러지 推積狀況과 그 處理 方法
- (7) 化學處理劑의 使用과 그 方法

#### d. 廢棄物의 處理 要領 作成

#### e. 業務 分擔

#### f. 安全 作業 要領 및 그 仕様書 作成

### (2) 作業 準備

作業 準備는 다음 工事의 進行 및 安全對策에 있어서 극히 重要한 工程이며 원칙적으로 다음 事項이 이루어져야 한다.

- (1) 既設物에 대한 養生
- (2) 作業區域과 工事標識의 設置
- (3) 消火器의 配置
- (4) 作業者의 分擔
- (5) 安全對策 準備

### (3) 假設 工事

假設工事에는 一般的으로 다음 作業이 要求된다.

- (1) 蒸氣 配管
- (2) 工業用水 및 海水 配管
- (3) 電氣配線(防爆型 器機의 使用, 動力 配線은 이음이 없는 것으로 할 것. 탱크內 照明은 作業에 支障이 없도록 配置할 것)
- (4) 器機 配置·熱交換器, 펌프, 送風機, 왁스溶解槽, 壓縮機等(假設 器機는 필히 接地 할 것. 送風機는 耐壓防爆型으로 하고 불꽃이 일어나지 않는 材料를 使用토록 할 것. 기타 電動驅動機는 가스가 滯留하지 않는 安全한 場所에 設置할 것)
- (5) 循環 및 移送 配管(原則적으로 鋼管을 使用하고 接地 및 漏洩對策을 강구할 것, 必要에 따라서는 流速緩和措置를 할 것)

### (4) 드레인 아웃(drain out)

탱크 드레인 노즐을 통하여 溶解槽에 底油를 排出後, 溶解槽 드레인管으로 排水溝에 드레인 中の 油粒을 除去하는 吸着매트를 설치하나 排水基準油량을 確保하기 위하여 洗淨塔이나 油分離器를 설치하는 경우도 있다. 매트는 常時관찰하여 적절히 교체해 주어야 한다.

### (5) 浮屋根式(floating roof type) 탱크의 roof support位置 調整과 설치

데크서포트를 拔取하여 서포트와 底板의 間隔을 測定하고 位置를 定한다. 이 경우 데크의 가스 檢知를 한과 아울러 安全對策에 留意해야 한다.

### (6) 殘油 加熱 循環

原油 탱크 등의 왁스, 슬러지 등 油種이 많은 경우는 믹서 및 加熱器 또는 다른 設備을 利用하여 加熱 循環시킨다. 이 때 過加熱을 避하고 탱크內와 循環油의 溫度差가 過度하지 않도록 注意해야 한다. 왁스 또는 슬러지의 狀態를 把握해가면서 連續運轉을 해나가야 하나 가스 檢知에 의한 가스 濃度가 基準值 以上으로 될 경우에는 適切한 對策을 강구해야 한다.

### (7) 殘油 및 드레인의 移送

運轉의 中斷을 避하고 安全對策에 특히 配慮해야 한다.

### (8) 가스 密封(seal)의 停止

가스 密封을 하고 있는 탱크에 있어서는 密封 가스 導入을 停止하고 保護具 着用한 다음 上部 맨홀에서 가스 濃度を 測定한다. H<sub>2</sub>가스 濃도가 爆發下限界 以下에 達하도록 한 다음 不活性 가스로 퍼지(purge)를 停止한다.

### (9) 接續配管에의 盲板 挿入

이 때 配管內의 殘油의 處理에 注意해야 한다. 泡沫消消火設備의 폼샘버 密封이 완전히 되어 있는지를 確認해야 한다.

### (10) 充水와 탱크의 冷却

### (11) 지붕과 側面 맨홀 開放

安全工具의 使用, 가스 檢知와 가스 마스크의 着用, 탱크 周邊 作業의 中止 등에 留意해야 한다.

### (12) 殘油 量의 測定 및 왁스와 슬러지

## 의 觀察

### (13) 溫水 循環 및 가스 注入

必要에 따라서 溫水 循環 및 가스擴散을 行한다.

### (14) 殘油 處理

殘油 및 슬러지를 排出하기 위해서 配管 및 펌프를 假設한다. 펌프가 油壓 및 空氣壓 驅動의 경우에는 탱크 開口部에서 어느 정도 隔離시키고 電動機 驅動의 경우에는 防油堤 밖에 設置한다.

殘油는 드레인 밸브에서 排出하고 계속해서 맨홀의 假設配管을 통하여 處理한다.

### (15) 充水 및 排水

殘油를 排出시키고 冷水로 왁스를 浮上시켜 處理한다. 또 輕質油 탱크의 경우는 스케일 층의 油分을 除去하기 위해 底板위에 充水한다.

### (16) 맨홀등의 開放

맨홀등 開放 가능한 것들은 모두 開放한다. 탱크 周邊의 火氣를 禁止하고, 有毒가스의 檢知와 保護具의 着用이 바람직하다.

### (17) 가스제거

可燃性 가스를 空氣로써 置換하나 送風機를 使用할 경우는 風上側, 排風機를 使用할 경우는 風下側에 設置한다. 帶電防止 닥트로 맨홀에 接續하는 것이 많다. 또한 蒸氣 注入을 할 경우는 靜電氣 防止를 위해 蒸氣 注入을 할 경우는 靜電氣防止를 위해 蒸氣 流速에 注意하고 노즐 先端을 接地한다. 가스 檢知는 注入中을 避하고 酸素濃度(通常 18%以上) 炭化水素가스(爆發下限界의 1/5以下), 黃化水素(10ppm以下)를 基準으로 한다.

### (18) 浮上 殘油(왁스의 處理)

물 위에 떠 있는 殘油를 맨홀에서 搬出하여 溶解槽에 投入한다.

### (19) 殘水 排出

### (20) 슬러지 排出

탱크 底部의 슬러지를 스크프등으로 뽑아내고 溶解槽에 投入하고 加熱分離한다. 또 最底部에 堆積하는 슬러지(모래 먼지나 스케일이 多量 포함된것)는 포대나드럼통에 封入한다.

### (21) 물 또는 温水 洗淨 혹은 샌드브러스트(sand blast)

탱크內 底部 全般을 물噴射로 슬러지 등을 洗淨한다.

또 硬質 슬러지 또는 스케일을 除去하기 위해서 샌드브러스트 또는 高壓水噴射 處理를 한다. 앞 2.20과 本項 作業工程에서 탱크 底部 內面에 에폭시 코팅등으로 방식처리가 되어 있는 경우는 全面剝離될 위험이 있으므로 被覆이 이탈되지 않도록 注意해야 한다.

### (22) 鋼面の 清掃

安全檢査가 施行되고 있는 탱크에 있어서 아뉴라板과 側板, 아뉴라板 相互, 아뉴라板과 底板 및 底板相互의 各溶接 이음부의 幅 200mm程度는 샌드브러스트 또는 그라인더 削正을 한다. 表面 處理 程度는 磁粉探傷試驗으로 適用가능토록 한다. 기타 溶接部는 底部의 座金 또는 支持脚 등의 附屬物, 側板세로 이음 最下端 등의 清掃가 必要하다.

### (23) 底部 全般의 清掃

물噴射, 샌드브러스트등으로 處理한 後 使用이 끝난 모래, 水分 또는 發生한 스케일 등의 渣 소를 行한다.

### (24) 假設器機의 撤去 및 탱크 周邊 清掃

### (25) 加鉛 가솔린 탱크 內部 清掃의 注意

加鉛 가솔린을 貯藏하는 탱크의 清掃時는 다음 事項을 注意하여야 한다.

(1) 4알킬鉛等 作業主任者는 資格을 가진 監督者의 指揮하에 作業을 할 것.

(2) 作業은 2人以上 組를 짜서 할 것.

(3) 탱크 內部, 지붕등 모두 作業 場所를 쉽게 볼 수 있는 位置에 감시자를 配置하고 作業者에게 異常이 發見되었을 경우는 즉시 (1)의 主任者에게 通報토록 할 것.

(4) 作業者는 不浸透性 保護着, 手袋, 長靴 모자 및 送風 마스크를 着用 할 것.

(5) 初期 洗淨은 灯油, 輕油等을 使用하고 물 또는 蒸氣로 內部를 洗淨 할 것. 除毒劑로서는 通常 5%과 망간산칼륨의 溶液이 使用된다.

(6) 作業 開始前에는 필히 換氣裝置로 탱크內를 一定 時間 換氣 할 것. 탱크內 作業中은 換氣를 繼續 할 것.

(7) 作業者는 不快感, 냄새등에 留意하고 安全保護具는 항상 가까운 곳에 備置해 놓을 것.

## 3. 安全 및 防災對策

清掃 作業中의 安全 防災對策으로는 다음 事項을 들 수 있다.

○ 火災 防止 對策

○ 爆發 事故 防止 對策

○ 貯藏液의 多量 流失로 인한 汚染防止 對策

○ 作業者 등의 中毒, 산소결핍, 火傷, 轉落 등의 傷害 事故 防止 對策

이들의 事故 및 災害는 보통 運轉狀態 보다는 開放 作業時에 더욱 많으며 특히 石油 貯藏設備의 火災 및 爆發事故는 大部分이 開放 清掃作業時에 發生하고 있다.

### (1) 火災 防止 對策

(1) 기름의 漏洩 防止 및 漏洩油의 處理

(2) 可燃性 가스의 漏洩 防止 및 가스의 擴散 稀釋

(3) 火氣 使用의 禁止

(4) 摩擦에 의한 發熱 또는 衝擊에 의한 불꽃 發生 防止

(5) 漏電 防止 對策

(6) 電氣 불꽃의 對策

(7) 靜電氣 불꽃의 對策

(8) 落電 對策

## (2) 爆發 防止 對策

(1) 前項과 같으나 특히 탱크內部 또는 配管 內의 가스 滯留 防止, 먼지 發生 防止 및 가스 濃度 檢知

(2) 불꽃 발생 防止, 가스 滯留 場所에서의 作業 禁止

## (3) 기름 流出에 의한 汚染 防止

(1) 사용하지 않는 맨홀, 노즐, 밸브 및 配管 의 開放 禁止

(2) 配管의 漏洩 防止, 配管 破損 防止

(3) 드레인 등의 直接 排水 禁止

(4) 排水의 點檢 檢査

(5) 슬러지의 處理方法 徹底

## (4) 作業者의 事故 防止

(1) 탱크內의 불필요한 出入 禁止

(2) 가스 檢知, 酸素 濃度의 計測

(3) 가스마스크, 安全手袋, 안전모, 安全靴의 着用

(4) 가설대의 整備, 照明, 保護具의 準備

(5) 外部人의 出入 禁止

(6) 安全作業 매뉴얼 作成

(7) 安全 敎育

## (5) 靜電氣 事故 防止 對策

一般的인 事故 對策으로는 다음 事項을 配慮 할 수 있다.

(1) 接地에 의한 帶電 除去

① 어스 또는 본딩에 의한(設備等)

② 人體用 어스바에 의한(人體)

(2) 不活性化에 의한 爆發性 가스의 稀釋 또는 置換

(3) 帶電 防止

① 加濕으로 導電性 付與

② 帶電 防止劑의 使用

(4) 檢尺, 샘플링 用具의 選擇

① 器具의 構造, 材料의 適正化

② 器具의 接地

③ 作業上의 注意

(5) 드레인 排出로 滴放電 防止

(6) 믹서 運轉時 操作上의 注意

(7) 蒸氣 吹込 條件의 檢討

① 低壓 噴霧

② 호스 노즐의 接地

(8) 注入 流速의 制限等

① 不治性(inerting)의 檢討

② 注入 速度 制限

③ 噴出部 周邊의 接地

(9) 清掃(cleaning) 作業中의 注意

① 化纖使用의 禁止

② 帶電物의 持入 禁止

(10) 作業者의 作業服, 신발, 장갑등의 選擇

(11) 固體의 摩擦에 의한 帶電 防止

## 4. 廢油 및 슬러지의 量과 質

남아 있는 廢油는 內壁에 附着되어 있거나 配管, 노즐, 밸브등 附屬物에 부착되어 있는 것을 말한다.

### (1) 附着物

內壁이나 管等に 기름을 浸漬後 油面을 흘러 내려 기름 부착 상태로 放置하여 놓으면 滴下 또는 揮發에 의해 附着油分은 減少하나 一定時間後에는 거의 飽和한다. 附着油分은 油溫, 周圍

溫度, 壁 또는 管的 表面狀態, 表面積, 傾斜, 曲率等에 따라서 다르다.

輕質의 아라비아라이트를 利用한 한 實驗結果를 보면 다음의 單位 油量으로 나타나 있다.

垂直 平面의 單位 面積當	$2.3 \times 10^{-5}$
水平 上面의 "	$14.0 \times 10^{-5}$
水平 下面의 "	$8.5 \times 10^{-5}$
垂直管의 單位  길이當	$6.6 \times d \times 10^{-7}$
水平管의 "	$9.2 \times d \times 10^{-7}$

(單位는  $m^3/m^2$ , d는 管外徑 cm)

여기서 이 수치를 利用 可能한 條件으로는 鋼面이 腐蝕等으로 凹凸이 없을 것, 油附着後 30分 以上 經過하여 揮發性分(아라비아라이트로는 약 40%)이 揮發한 後의 狀態로 되어 있을 경우이다.

지금 이 수치를 利用하여 各 容量의 表面積 및 附着 油량을 計算하면 表1과 같다. 이들의 附着油는 溫水 또는 蒸氣로 洗淨하고 汚油로서 處理된다. 또 壁面等에 附着하는 高粘質油를 순환시켜 洗淨하는 方法도 있다. 이 量은 底油에 比하면 매우 적어서 그다지 問題가 되지 않는다.

表 1. 側板 및 管類에 附着하는 殘油量 및 底部의 殘油量(一例)

탱크容量 (kl)	側板表面積 $\times \frac{1}{2}$ ( $m^2$ )	側板附着殘油量 (l)	管類附着殘量 (l)	底板面積 ( $m^2$ )	底部殘油量 (kl)
1,000	183	4.4	0.92	91.6	13.7
5,000	469	10.8	3.56	353	52.9
10,000	679	15.7	6.86	679	101.8
50,000	1,737	34.0	26.3	2,606	390.9
100,000	2,513	57.8	50.7	5,206	753.9

(註) 側板附着量= $2.3 \times A \times 10^{-5} m^3/m^2$ (A는 表面積  $m^2$ )  
 管類附着量= $6.6 \times A \times 10^{-5} m^3/m^2$ ( " )

### (2) 底 油

탱크 底部에 殘留하는 油량은 排出 노즐 및

드레인 노즐의 側板 附着 位置 또는 內管의 底板에서 開口의 높이 序板의 傾斜, 凹凸 및 슬러지 推積狀態에 따라서 다르나 드레인이나 清掃 作業時 溫水나 洗淨水로 탱크에 注入하여 初期에 排出하여 回收하는 경우와 汚油로서 別途貯藏하는 경우도 있다.

이 底部 殘油의 推定量을 底板 表面積으로 計算한 수치를 表 1을 보면 알 수 있다. 底部 殘油에는 노즐, 配管等에 殘油하는 것이 포함되나 일반적으로는 탱크 側板에 接하여 밸브가 설치되기 때문에 그 量은 매우 적을 것으로 생각 된다.

### (3) 슬러지

슬러지는 탱크 使用 期間 중에 생기는 것과 洗淨中에 壁面에 附着한 高粘質油 및 스케일 등이 底部에 落下하여 生成된 것 등이 있다. 슬러지의 量과 質은 貯藏하는 기름의 種類, 貯藏期間 및 回轉率, 使用 期間中에 슬러지 또는 드레인 處理 方法, 加熱器 또는 믹서의 有無, 貯藏溫度, 드레인의 有無등에 따라 다르다.

그림은 原油 탱크의 슬러지 처리량을 탱크 內部 清掃 期間마다 나타낸 것이다.

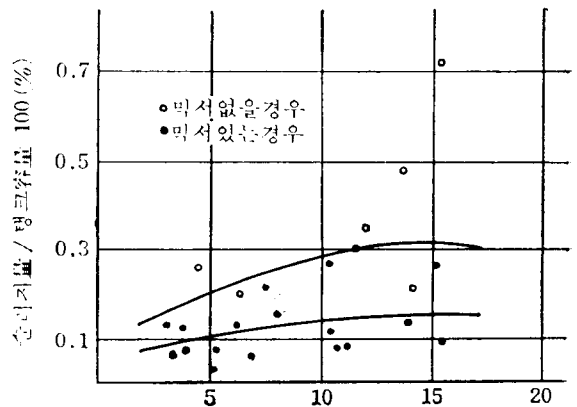


그림 2. 原油 탱크 內部 清掃까지의 期間과 슬러지 量

## 5. 슬러지의 성분과性質

表 2는 어느 原油 貯藏 탱크의 序部에서 採取한 슬러지의 性狀을 나타낸것으로 그 性狀은 탱크의 容量, 貯藏 時期, 슬러지 採取 箇所, 및 採取 方法等에 따라서 매우 큰 差異를 나타내고 있다. 또 原油 產地의 差異, 運搬 經路나 貯藏後 加熱의 有無 및 底部 드레인이나 貯藏液 循環方式에 따라서도 약간의 影響을 받는다. 특히 加熱 및 冷却의 經歷, 2種以上の 기름을 混合하였을 경우는 보통 탱크 備蓄의 경우와 현저히 다르게 나타나고 있다.

슬러지의 탱크 底部에의 推積도 같은 分布를 나타내는 경우는 적고 기름을 넣고 빼는 노즐의 位置, 믹서의 方向, 加熱管 配置, 슬러지 性質等에 따라서 다르다.

表 2. 슬러지의 性狀

탱크別	水分	灰分	揮發分	黃分	灼熱減量	四鹽化素抽出物	比重	發熱量 kcal/kg
A	6.6	44.4	46.0	2.7	44.5	39.9	1,60	3,970
B	18.0	38.7	43.3	3.9	41.9	42.3	1,407	4,110
C	3.8	66.0	30.2	3.0	28.9	23.4	2,013	2,500

原油 탱크의 슬러지 主成分은 炭素化合物, 왁스, 물, 有機鹽化合物, 無機鹽化合物, 酸化鐵, 흙모래等이며 組成은 물, 모래가 10~45%, 왁스분이 5~55% 그리고 기름분이 30~60% 정도 되어 있다.

믹서나 循環 洗淨에 따라서 쉽게 移動하는 乾燥 슬러지(dry sludge)와 鐵을 多量 포함하고 있는 流動性이 적은 濕形 슬러지(wet sludge)가 있으며 이들에 沈殿 凝固한 왁스분(wax sludge)가 混在한다.

이中 金屬粉이나 土砂를 포함한 固化한 wet sludge가 清掃 困難으로 油分離 裝置나 脫黃裝置等에 流入하여 기능 장애를 이르는 原因이 되기도 한다. 또 多量으로 發生한 왁스 슬

러지(wax sludge)는 일단 底部에 附着되면 熱傳導를 방해하여 加熱에 依한 溶解가 극히 곤란하게 된다.

이들 슬러지의 推積 狀態의 一例을 보면 그림 3과 같으며 그 成分의 一例은 표 3과 같다.

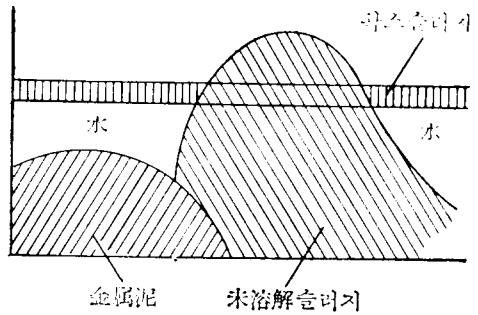


그림 3. 슬러지의 推積 狀態

表 3. 슬러지 種類에 따른 各成分의 一例(Wt%)

슬러지 種類	加熱減量	Fe	Mg	Ca	Na	燥乾減量	油分
dry sludge	82.1	11.9	0.3	0.3	0.8	55	29.3
wet sludge	56.8	37.4	0.9	4.2	4.6	29.5	25.8
wax sludge	92.3	1.0	혼적	혼적	혼적	17.5	90.6

또 탱크 底板위 슬러지의 推積높이의 分布狀況은 믹서의 위치 및 攪拌의 方向, 入出荷 노즐의 位置와 流速, 드레인 裝置의 方法 및 드레인 內 管開口 位置등에 따라서 다르며 그 一例은 그림 4와 같다.

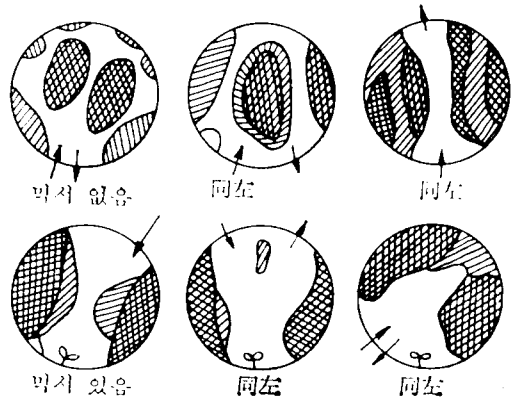


그림 4. 탱크 底部의 슬러지 推積狀況(一例)



일반적으로 드라이 슬러지는 原油中에 코로이드 상태로 存在하나 水分이 混在하면 코로이드狀의 아스팔딘의 表層이 溶解하여 粒子 相互 結合하여 커지므로 기름 中에 折出한다.

슬러지의 性狀은 이든 種類에 따라서 각각 特徵이 다르기 때문에 清掃 作業時에는 各 種類마다의 分布나 量을 推定하여 對策을 樹立하여야 한다.

## 6. 슬러지의 被害와 對策

### (1) 슬러지의 被害

슬러지가 탱크 底部에 쌓이므로서 일어나는 피해로서는 다음과 같은 것들을 생각 할 수 있다.

(1) 貯油 能力의 減少

(2) 裝置나 設備에 流入하여 各種 故障의 原因이 된다.

(3) 腐蝕의 要因

다만 腐被 過程으로서 슬러지가 直接要因으로 되는 경우는 적고 오히려 슬러지 性狀에 따라서는 鋼面을 被覆하여 防蝕效果를 가지는 경우가 있으므로 무조건 나쁜 영향만을 준다고는 할 수 없다.

腐蝕의 影響因子로서는 디포지트 어택크에 의한 濃淡電池形成(슬러지 附着部分과의 境界附近의 腐蝕) 水分 滯留의 原因으로 되는 流動性 阻害(드레인 處理의 妨害), 녹이나 기름중의 不純物과의 共存에 의한 腐蝕 助長等を 생각 할 수 있다.

(4) 슬러지 推積에 의한 排出 阻害

(5) 清掃時의 作業性 劣化, 清掃 作業費의 增加

(6) 清掃時 事故 危險性 增加

(7) 加熱할 경우 均一 溫度 分布 阻害

(8) 믹서 運轉時 攪拌 效果 減退

그러나 슬러지의 推積은 適切한 管理를 통해

서 어느 정도 防止할 수 있음으로 貯藏能力等에는 큰 문제가 되지 않고 있다. 今後 大形탱크에 있어서는 5~7年 마다 內部를 開放하고 清掃를 한다면 메인테넌스, 슬러지에 의한 被害 및 開放時 清掃費面에서 더욱 유리한 對策이라 할 수 있을 것이다. 이 경우 開放 清掃의 技術 向上이 무엇보다도 重要한 因子가 될 것으로 예측된다. 즉 여하이 迅速하고 간편하며 安全하게 檢査 準備를 하느냐가 이제부터의 課題로 注目된다.

### (2) 슬러지의 防止 對策

슬러지 推積의 防止 對策으로 다음과 같은 事項들을 생각할 수 있다.

(1) 기름 貯藏時 슬러지分의 除去

(2) 異種 原油의 混合 防止

(3) 믹서나 循環油로 슬러지 推積 防止 특히 低液油의 攪拌은 效果的

(4) 間缺 豫熱의 回避

(5) 水分의 混入 또는 滯留의 防止

(6) 드레인 處理 권장, 雨水 侵入 防止

(7) 異質 슬러지 生成 防止

(8) 冬期 加熱과 夏期의 슬러지 除去

(9) 底板變形이나 腐蝕의 防止(間接的인 效果)

(10) 初期슬러지의 附着 防止, 底板에 코팅을 하거나 添加物을 使用하는 方法이 있다.

以上과 같이 하여 슬러지의 推積을 다소는 방지할 수 있으나 完全히 슬러지의 推積을 防止하기는 困難하므로 適切한 管理를 實施하여 슬러지를 推積을 最少限으로 하여야 할 것이다.

또한 清掃에 대하여는 슬러지의 性狀과 推積狀況을 調査하여 實施할 수 있도록 研究가 계속 되어야 할 것이다.

## 7. 其他 清掃

탱크內 底部의 殘油 또는 슬러지의 清掃洗淨 이외에 安全 檢査 또는 點檢에 必要한 清掃로는 側板外面의 페인트 剝脫, 鋼面 淸淨, 再페인트

칠하기까지의 기본 처리, 지붕 内外부의 附着油分 洗淨, 및 外部 附屬物의 清淨作業 등이 있다. 이들의 作業은 대개 높은 場所의 作業이며 作業條件이 매우 나쁘므로 디딤판의 整備等 安全對策에 만전을 期하여야 할 것이다. 기타 清掃에 留意할 事項으로는 汚損의 防止 對策, 防蝕 效果등을 清掃中에 點檢·調査하여 각종 결함 事項을 記錄하여 다음에 參考하도록 함이 매우 重要할 것으로 생각된다.

## 8. 結 言

以上과 같이 石油 탱크의 清掃 作業時에 取扱하는 液體는 火災와 爆發을 일으킬 위험성이 매우 높으며 또한 處理를 잘 못하면 環境을 汚染

시킬 위험성이 많으므로 事前에 清淨의 方法, 處理, 安全對策에 대하여 충분히 調査 檢討 하여야 한다. 石油 탱크 災害는 地震에 의한 事故를 除外하고는 주로 清掃 作業中에 일어나고 있다. 이들 災害는 단순한 不注意나 사소한 잘못으로 發生하는 경우가 많으므로 安全教育를 철저히시키고 管理體制를 강화하여야 할 것이다 따라서 安全 對策에 관한 計劃에 있어서는 慣習을 피하고 監視等을 포함하는 세무계획 수립에 만전을 期하여야 한다.

또 탱크 清淨作業에 직접 관련되는 것은 아니지만 汚損 程度, 特徵, 슬러지分布 狀況, 슬러지 性狀, 鐵板의 損傷等을 調査하여 이들 정보를 綜合, 모든 分野의 安全 對策에 活用될 수 있도록 하여야겠다. <끝>

## <신개발품>

### 工場動力의 節約장치

産業동력설비 제작을 전문으로하는 APE알렌사는 국제종합기제전시회에서 에너지절약 장치를 전시했다.

이 회사는 타이프릿 스팀요건에 따라 30MW까지의 스팀 터빈, 출력범위 298~3060KW (400~4,100bhp)의 디젤엔진 및 각종 펌프를 제작하고 있다. 60년의 설계제작경험 외에 최근에는 열, 동력복합방식(CHP: Combined heat and power)을 개발했다.

이 방식은 발전전용보다 연료를 더욱 효과적으로 사용할 수 있다. 즉 스팀터빈 CHP 설비는 터빈이 고온 스팀을 배출하고 열용량은 가열처리과정에 사용된다. 발전전용은 스팀이 저온으로 배출되고 상당량의 열용량이 외부로 배출되어 버린다.

디젤부분에 있어서 중유를 연료로 사용하는 알렌 엔진의 가동경험은 30년이상에 이른다.

문의처 : APE International Limited, PO Box 43,  
Bedford, MK 40 4JB, England.  
Telex 826265