

# 酒精廢水의 處理技術

申 錫 奉

(태평양ENG.(株) 環境部長, 工博·技術士)

## I. 序 言

一般的으로 酒精廢水는 高濃度의 有機性廢水가 大量으로 排出되고 또 暗褐色의 色度를 나타낸다는 特性때문에 他種의 産業廢水에 비해 비교적 處理가 어려운 廢水중의 하나라고 알려져왔다.

이와같은 酒精廢水의 處理에 있어서는, 같은 業種이라고 하더라도 使用原料나 生産方式에 따라 廢水의 性狀이 각각 다르므로 일률적인 處理方式의 도입보다는 各業體마다 排出源에서의 廢水의 性狀이나 廢水의 量 및 時間的인 變動에 관한 實態를 比較的 正確하게 파악하는 作業이 우선적인 要因으로 된다. 이러한 資料를 基本으로하여 適切한 廢水處理프로세스를 선정하기 위해서는 다음의 事項들이 고려되어야 한다.

① 技術的인 面으로는, 處理프로세스를 構成하고 있는 各單位工程이나 裝置의 性能등이 서로 均衡을 이루고 있어 處理施設 全體로서의 效率가 가장 높고 또 處理目的이나 排出基準등을 만족시켜야 한다.

② 經濟的인 面에서는, 處理施設의 建設費나 土地代까지도 포함한 固定費뿐 아니라 動力費나 人件費까지도 포함한 經營비등의 經濟的 부담이 걸리므로, 이들을 充分히 고려하여 경제적으로 가장 유리한 것이 되어야한다.

③ 운전관리 面에서는, 施設全體의 運轉管

理가 쉽고 또 維持管理가 간단하면서도 저렴한 費用으로 運轉되어야 한다.

廢水處理技術은 本質的으로 固·液分離를 目標로하여 物理的, 化學的 및 生物學的인 單位工程들 중에서 廢水의 性狀에 맞추어 適當한 方法들이 組合되어 全體의 프로세스를 構成하게 된다. 여기서는, 酒精廢水의 處理에 대해 廢水의 特性, 處理技術(주로 메탄 醱酵法과 活性슬러지法) 및 處理施設의 維持管理의 項目으로 나누어서 檢討한다.

## II. 酒精廢水의 特性

酒精廢水는 醱酵工業에서 排出되는 廢水와 같이 일반적으로 다음과 같은 特徵을 가지고 있다.

- (a) 單位製品當의 廢水量이 많다.
- (b) 有機物含量이 많고 COD, BOD, SS 등의 含量이 높다.
- (c) 重金屬類, CN등의 有害物質을 含有하지 않는다.
- (d) 主로 原料에 起因하는 着色도가 높다.
- (e) 微生物의 成長에 必要한 질소나 인이 含有되어 있는 경우가 많다.

한편, 醱酵工業을 비롯한 모든 食品工業의 廢水가 그 使用原料에 따라 廢水의 質이나 水量이 다르듯이 酒精廢水도 使用原料에 따라 그 特性이 다르다.

酒精製造時의 原料로는 크게 고구마, casava, tapioka와 같은 澱粉質 原料와 사탕수수, 糖蜜과 같은 糖質原料로 区别된다. 이들 使用原料에 따른 廢水의 特性으로는, 전분질 원료일 때에는 酒精製造工程에서 원료물질의 粉碎과정과 糖化工程을 거치게 되므로 섬유질과 SS가 主가 되는 까닭에 섬유질의 除去를 위한 screw decanter 등이 필요하게 된다. 당질원료인 경우에는 주로 COD와 着色物質이 많고, 또 廢水中에 含有되어 있는 lignin, cellulose, tannin, polyphenol 등의 化合物이 活性 슬러지법에 의해서 잘 分解되지 않으며, 處理 과정이 進行됨에 따라 着色의 程度가 높아져 결국 暗褐色을 나타낸다는 점등이 알려져 있다. 또, 당밀폐액은 폐수의 특성으로 보아 일반적으로 전분질원료를 사용한 폐액보다 처리하기가 더 곤란한 폐수라고 알려져 있다. 使用原料에 따른 酒精廢水의 特性을 간략하게 표 1에 나타냈다.

〈표 1〉 酒精廢液의 特性

항목	폐수	고구마로 부터의	당밀로 부터의
	폐수	폐수	폐수
비 중	1.01~1.02	1.01~1.04	1.01~1.04
pH	4.0~5.0	4.5~5.5	4.5~5.5
전고형분 (%)	1.0~3.0	5.0~9.0	5.0~9.0
유 기 물 (%)	1.0~3.0	3.0~7.0	3.0~7.0
전 당 분 (%)	0.2~1.0	1.0~1.5	1.0~1.5
전 질 소 (%)	0.01~0.10	0.05~0.15	0.05~0.15
B O D (ppm)	8,000~20,000	20,000~30,000	20,000~30,000
C O D (ppm)	8,000~25,000	20,000~40,000	20,000~40,000
부유물 (ppm)	10,000~15,000	2,000~6,000	2,000~6,000

酒精工場에서 排出되는 廢液의 量은 일반적으로 生産製品에 대해 약 10~12배까지 달하고 BOD도 표 1에서와 같이 20,000 ppm을 넘는 高濃度의 有機性廢水이다. 이처럼 廢水中에 有機物質의 濃度가 높은 酒精廢水의 特性에 대해서는 원료로부터 제품생산에 이르기까지를 COD의 관점에서 살펴본 小池의 흥미로운 報告가 있다. 즉, 廢糖蜜을 原料로 使用한 경우도중의 중간과정을 무시하면, A製品은 원료로

인한 COD 100에 대해 製品으로 25, 廢液으로 40, 기타(CO<sub>2</sub> 등의 副産物) 35로 각각 移行하고, 또 B製品은 같은 원료 COD 100이 製品으로 30, 廢液으로 50, 기타 20으로 되어있어, 原料 COD의 대체로 30~50%가 廢液COD로 된다고 推算하고 있다. 이러한 사실로 보아 酒精工場에서는 製品生産工程상의 여러가지 문제와 함께 廢水處理에 관련된 문제가 매우 심각한 과제를 느낄 수 있겠다.

이처럼 高濃度의 有機性廢水を 大量으로 排出하는 酒精工場에서는 廢水處理에 앞서서 可能な 限, 廢水量이나 BOD값을 減少시키기 위해 原料의 선정이나 生産工程의 改善 및 改良에 대해 보다 적극적으로 檢討해야 할 필요가 있다고 생각된다.

### III. 酒精廢水의 處理技術

酒精廢液은 전술한 것과 같이 대체로 廢水量이 많고 高濃度의 有機性廢水라는 特性때문에 處理技術면이나 處理施設費 및 運轉費와 같은 經濟的인 면에서 여러가지 문제점이 대두된다. 모든 廢水處理技術은, 水中에 含有되어 있는 汚染物質을 除去하는 「固·液分離技術」이 基本으로 되어있고, 이를 위해 각각의 廢水의 性狀에 따라 物理, 化學 및 生物學的인 單位工程들을 효율적으로 組合하므로써 處理目標을 達成할 수 있게 된다.

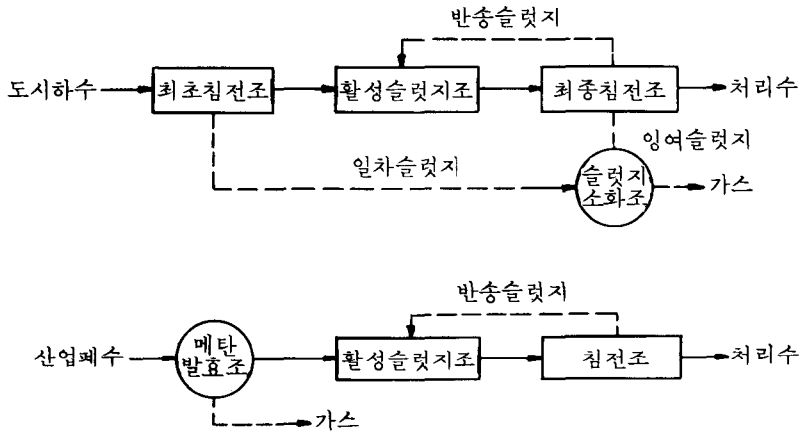
酒精廢液의 경우에도 어느 工場이나 適用할 수 있는 標準的인 處理技術이 있는 것이 아니므로, 각각의 製造工場마다 使用原料나 製造工程에 따라 서로 다르게 排出되는 廢水의 特性에 맞추어 가장 效率 좋고 또 經濟的인 廢水處理施設을 선정해야 한다.

酒精廢水의 處理에 있어서는 현재까지 物理, 化學的인 方法만으로 固形物을 分離해 내려고 하는 試圖는 대체로 成功되지 못했으며, 주로

微生物에 의한 処理, 즉 메탄 醱酵法(嫌氣性消化法)과 活性슬러지法이 단독(改良法포함)으로 또는 併用法으로 이용되어온 경우가 많다. 여기서는 生物學的 處理技術에 대해 메탄 醱酵과 活性슬러지法을 中心으로 檢討한다. 특히 活性슬러지法에 대해서는 근래에 보급되고 있는 새로운 變形法에 대해서도 그 特徵을 비교적 상세하게 설명한다.

### 1. 메탄 醱酵法(嫌氣性消化法)

메탄 醱酵法은 재래의 都市下水處理場에서 生成되는 一次슬러지 및 잉여슬러지의 減量을 目的으로하여, 活性슬러지法등의 好氣性處理와 함께 今世紀初期로부터 下水處理의 分野에서 開發, 實用化 되어왔다. 工場廢水의 處理에 이용하게 된것은 比較的 近年의 일로서, 주로 酒精工場을 中心으로 實用化가 이루어져왔다.



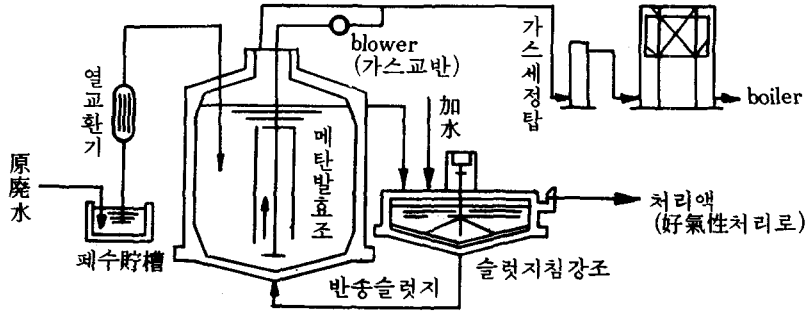
〈그림 1〉 도시하수 및 산업폐수처리에서의 메탄발효의 위치

메탄 醱酵法은 下水處理場에서는 그림 1에 나타낸것과 같이 沈澱 및 好氣性處理에서 生成되는 슬러지의 後處理로서 이용된다. 이에 대해 産業廢水의 경우는 廢水中的 溶解性有機物質을 対象으로 好氣性處理의 前處理段階로서 利用하는 경우가 많다.

好氣性處理에서는 廢水中的 有機物質을 酸素(空氣)와 好氣性微生物의 作用에 의해  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$  등으로 分解除去하는데 대해, 메탄 醱酵法은 嫌氣性bacteria에 의해  $CH_4$ ,  $CO_2$  등으로 分解한다. 따라서 通氣動力을 必要로 하지 않기때문에 處理費用이 저렴하고, 또 回收가스를 燃料로 利用할 수 있다는 것이 커다란 利点이다. 보통 有機物濃度 1%정도 이상의 廢

水處理에 適合하고 處理有機物 1톤에서 300~700m<sup>3</sup>의 가스(5,000~8,000Kcal/m<sup>3</sup>)가 生成되는 것과 동시에 原廢水 BOD의 60~90%가 除去된다.

메탄 醱酵의 工業的인 處理裝置는 그림 2에 나타낸것과 같이 密閉하여 完全히 空氣를 차단한 메탄 醱酵槽를 主体로 하여 이에 부속되는 溫度用 熱交換器, 가스저장槽, 攪拌機構, 슬러지沈降槽등으로 構成된다. 醱酵의 最適溫度는 中溫 醱酵(37~38℃)와 高溫 醱酵(53~54℃)의 두가지 방법이 있으나, 單位容積當의 處理能力은 高溫 醱酵쪽이 2.5배 크고, 따라서 廢水가 高溫으로 排出되든가 또는 다른 排熱을 利用할 수 있는 경우에 有利하다.



〈그림2〉 메탄발효처리공정도

메탄발효의 처리효율 즉 가스생산성을 촉진하기 위해서는 먼저 탱크내의 교반(機械攪拌, 가스攪拌, pump에 의한 순환법등이 이용된다)을充分하게하여 消化슬러지와 液의接觸을 좋게하는것이 重要하며, 또 消化슬러지를 返送하여 탱크내의 菌體濃도를 높여 處理효율을 促進시키는 方法이 바람직하다.

메탄발효를 阻害하는 要因은 탱크내에서 황산還元菌에 의해 生成되는 H<sub>2</sub>S등 可溶性黃化

물의 阻害가 있고, 液中の S濃도가 100ppm 이상이 되면 가스生成에 대한 阻害가 아주 심해진다. 重金屬類는 탱크내에서 生成되는 H<sub>2</sub>S와 結合하여 不溶性黃化物로 되기때문에, 好氣性 處理에 비해 비교적 強한 耐性を 나타낸다.

한편, 中温消化法을 이용한 酒精廢液의 處理에 있어서의 運轉條件과 BOD<sub>5</sub>의 除去效率에 대해 文獻上에서 비교한 결과를 표2에 요약하였다. 中温消化時의 메탄가스 發生量은 原料

〈표2〉 증류폐액의 中温消化

증류 폐액의 종류	초기 BOD <sub>5</sub> (mg/l)	부하율 (kg BOD <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> d)	체류 시간 (day)	BOD <sub>5</sub> 제거율 (%)
Malt distillery waste	25,000	4.02	6.2	95.6
Beet molasses distillery waste(continuous)	-	3.00	10.0	80.6
Beet molasses distillery waste(high rate)	32,015	3.20	10.0	95.9
Cane molasses stillage 65%	65,000*	11.58 min	5.6	72.0*
Cane molasses stillage 100%	100,000* max	5.95	16.7	71.9
Rum distillery waste - pilot plant	-	-	-	30-50
Rum distillery waste - sludge recycle	33,000-55,000	1.19-0.09	35.1-221.0	60-80
Molasses distillery waste	15,000	1.84-2.35	-	95-80
Cereal brewery stillage	22,620*	1.50	15.0	55.0* max
Cereal brewery stillag	22,620*	2.83	8.0	35.0*
Rum distillery waste - sludge recycle	55,000*	3.94	13.86	80.0*
Rum distillery waste plus yeast extract - sludge recycle	55,000*	9.86	5.54	80.0*
Wine stillage - sludge recycle	12,320	1.23	10.0	98.8
Concentrated yeast waste - sludge recycle	3,000-6,000	-	10.0	85.0
Distillery waste	20,000-50,000	6.11	4.0-6.0	80.0-90.0

\* COD測定值

참고문헌 : Sheehan, G. J. et al. (1980)

의 종류(당밀, 사탕수수, casava)에 관계없이 대체로 酒精廢液의 揮發性固形物 ton당 0.5ton의 메탄가스가 生成된다.

메탄 醱酵法에 의한 酒精廢液의 處理는 표 2에서 알 수 있는 것처럼, BOD除去效率이 90% 이상이 된다하더라도 處理水의 BOD<sub>5</sub>값이 높아 直接 放流할 수 없으므로 그림 1에서와 같이 적당히 회석하여 다시 活性슬러지法등의 好氣性處理를 한 후에 放流한다.

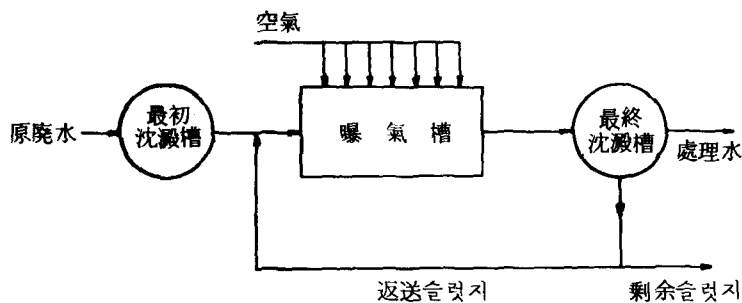
## 2. 活性슬러지法

活性슬러지法(activated sludge process)은 生物學的 處理法으로서 가장 많이 普及되어 있어, 대부분의 都市下水處理場에서 利用되고 있으며, 또 近年에는 産業廢水의 處理法으로서도 널리 適用되고 있다.

有機物質을 含有하는 신선한 下廢水에 下水溝로 부터의 流水를 少量 첨가하여 空氣를 吸入시키면 微生物이 번식하고 이들은 서로 凝集하여 flocs을 형성하고 있으며, 空氣吸入을 정지시켜 水相의 攪拌을 없애주면 容器의 底部로 가라앉으며 이러한 微生物이 活性슬러지이다. 이와같이 活性슬러지法은 廢水를 活性化된

微生物集團과 混合하여 포기시키는 處理法으로서, 最初沈澱槽, 曝氣槽, 最終沈澱槽의 3要素를 基本構成單位로 한다. 이러한 基本單位로만 이루어진 標準活性슬러지法(conventional activated sludge process)의 工程을 그림 3에 模式化하여 나타냈다. 最初沈澱槽로 原廢水를 流入시켜 比較的 큰 SS를 沈澱除去한다. 이槽는 曝氣槽로 供給하는 廢水의 調整槽의 役割을 하는 수도 있다. 다음으로, 原廢水와 返送슬러지(return sludge)를 曝氣槽의 最上流端에 同時에 流入시켜 原廢水와 活性슬러지를 槽內에서 一定時間(4~8(h))混合하여 曝氣시킨다. 混合液은 最終沈澱槽로 도입되어 自然沈降에 의해 上澄液(處理水)과 沈澱슬러지로 分離하여 上澄液은 放流된다. 沈澱슬러지는 一部分가 曝氣槽로 返送되고 나머지의 잉여슬러지는 배낸後에 處理한다.

活性슬러지法에 의해 有機性 汚濁物質을 效果的으로 除去하기 위해서는 슬러지의 環境條件을 最適하게 維持시켜줄 必要가 있다. 이러한 環境因子는 pH, 溫度, 營養의 balance 또는 微量元素, 酸素 및 適當한 混合 등이다. 보통



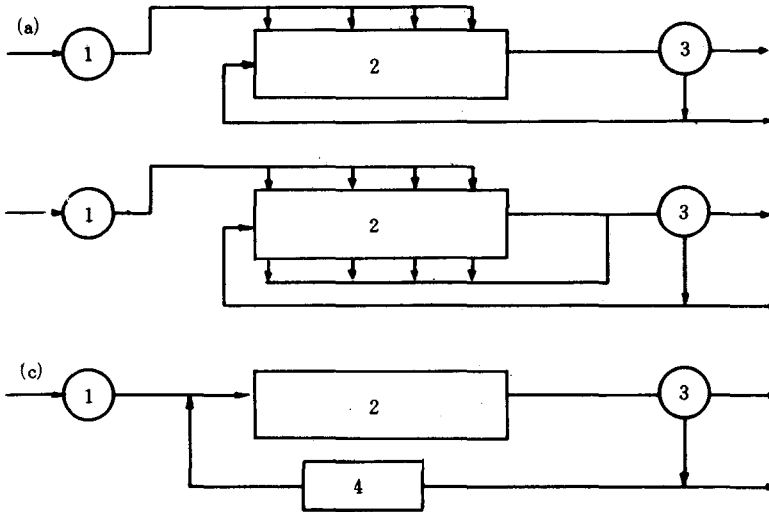
〈그림 3〉 標準活性슬러지法の flow sheet

活性슬러지의 許容 pH 범위는 6~9, 溫度는 微生物의 增殖速度에 커다란 影響을 미치기 때문에 系를 25~30℃의 定溫으로 유지하는 것이 좋다. 營養의 balance는 BOD:N:P에 注意하여 不足한 경우에는 補充해 줄 必要가 있다. 曝氣槽內에서의 溶存酸素濃度는 微生物의 종류에 따라 多少 틀리지만 1.0mg/ℓ 이상이 바람직하다. 槽內에서의 適當한 混合은 活性슬러지 flocs의 沈澱을 막고, 微生物의 營養이나 酸素의 섭취 및 大氣로부터의 酸素의 溶解를 돕는 役割을 한다.

曝氣槽에는 曝氣裝置를 設置하며, 이에 是 散氣式, 浸漬 turbine 曝氣式, 表面曝氣式 등이 있

다. 散氣式曝氣는 壓縮空氣를 曝氣槽의 底面에 가깝게 設置한 散氣裝置로부터 放出시켜 槽內에서 廢水와 空氣泡와를 接觸시키는 方法이다. 浸漬式 turbine 曝氣는 曝氣槽底部의 nozzle로부터 불어보낸 空氣를 回轉 turbine의 날개로 분산시켜 微細한 氣泡로 하는 方法이다. 表面曝氣는 曝氣槽表面에 設置한 攪拌機를 利用하여 大量의 水塊를 空氣中으로 내보내 液表面에 散布하는 方法이다.

活性슬러지法은 曝氣槽로의 廢水負荷의 注入方法과 曝氣條件의 相違에 따라 여러가지 變形이 있으므로 다음에 代表的인 變法에 대해 說明한다.



〈그림 4〉 활성오니법의 變法

- (a) Step aeration法
- (b) 完全混合 포기法
- (c) contact stabilization法
- 1. 최초침전조 2. 포기조
- 3. 최종침전조 4. 재포기조

### 가. Step Aeration 法

그림 4 - (a)에 나타낸 것과 같이, 流入廢水

를 몇개로 分割하여 曝氣槽의 各部로 分配하여 注入하는 方法이다. 曝氣槽全體를 통해서 負荷와 酸素消費速度가 均一하게 되고 有害成分

이 있는 경우에는 그 有害度를 低下시킬 수가 있다. 또, 曝氣槽로부터의 混合液 出口도 여러 개로 하는 方法을 完全混合曝氣法 (complete mixing aeration process, 그림 4 - (b)) 라고 한다.

#### 나. 接觸安定化法 (contact stabilization, biosorption)

그림 4 - (c)에 나타낸것 처럼, 沈澱槽로부터 曝氣槽의 中間에 再曝氣槽를 設置하는 方法이다. 再曝氣槽에서는 返送슬러지를 稀釈하지 않고 5~7 [hr] 再曝氣하여 活性化, 安定化시킨다. 계속해서 本曝氣槽에서 原廢水와 活性슬러지를 接觸시켜 活性슬러지의 吸着力을 活用하여 有機物의 除去를 한다. 同一處理量에서 殘留 BOD도 같은 경우 標準活性슬러지法 보다 曝氣槽容積을 크게 減少시킬 수 있다.

#### 다. Modifide Aeration Process

標準法보다 曝氣槽를 적게하고 MLSS를 적게하여 BOD負荷를 높이는 方法이다. 裝置는 小型化되지만 處理水의 水質이 떨어진다.

#### 라. 長時間曝氣法 extended aeration process)

全酸化法 (total oxidation process) 이라고도 한다. 活性슬러지를 長時間 酸化하면, 微生物은 内生呼吸을 일으키고 細胞質의 一部가 酸化된다. 이를 利用하여 BOD負荷를 標準法보다 적게하고 長時間 (20~24時間) 曝氣하여 잉여슬러지의 生成量을 적게 하는 方法이다. 運轉費는 높지만 그다지 번거롭지 않으므로 小規模下水處理場에 利用된다. 處理水의 水質은 良好하고, 또 이 方法에 속하는 것으로 oxidation ditch가 있다.

#### 마. High Rate Aeration Process

處理量을 많게할 목적으로 MLSS를 높게하

고 BOD의 負荷를 높게 하는 方法이다. 處理水의 水質은 떨어진다.

#### 바. 純酸素曝氣法 (pure oxygen aeration process)

空氣대신에 純酸素를 利用하는 方法이다.

1970年以後, 美國의 Union Carbide社에서 高濃度酸素를 比較的 값싸게 만드는 空氣分離技術을 應用하여 이 方法을 開發하였다(Unox system). 密閉된 多段曝氣槽를 사용하며, 이 方法의 特徵은 다음과 같다.

(i) 酸素吸收速度가 대단히 크므로 曝氣槽內에 높은 DO농도 (6~10[mg/l])를 維持할 수 있다.

(ii) 높은 容積負荷를 設定할 수 있어 曝氣槽內의 MLSS를  $6 \times 10^3 \sim 10^4$  [mg/l]로 維持할 수 있으므로 曝氣槽容積을 작게 할 수 있다. 曝氣槽의 平均체류時間은 1~2 [h]이다.

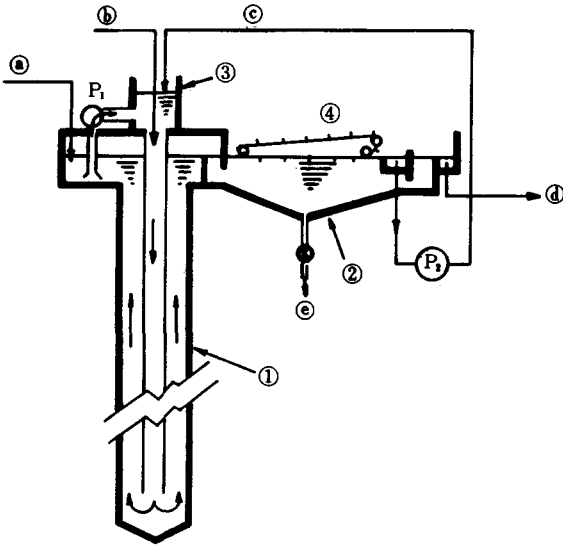
(iii) 잉여슬러지의 發生量이 매우 적으므로 슬러지의 處理에 소요되는 費用이 節約된다.

(iv) 슬러지의 凝集沈降性이 매우 좋아 SVI 値는 30~50 [ml/g] 정도이며 返送슬러지 濃도를  $2 \times 10^4 \sim 4 \times 10^4$  [mg/l]로 한다.

(v) 酸素의 利用效率은 95%以上으로서 酸素發生의 動力效率도 대단히 높다 (2~2.5kg O<sub>2</sub>/kwh).

#### 사. 深層曝氣法 (deep tank aeration process)

曝氣槽의 水深을 크게하는 方法이다. 물과 酸素와의 接觸時間이 길게 되고 靜壓이 增大하므로 酸素吸收의 推進力이 增加된다. 그 結果 酸素利用率은 대단히 좋게된다. 深層曝氣法은 水深 20[m] 정도의 채래식과 100~150[m] 로한 deep shaft (U-tube라고 한다.)法이 있다. 後者는 英國 ICI社가 開發한 프로세스로서 깊이가 깊은 우물과 浮上分離裝置로 構成되어 있다 (그림 5)



〈그림5〉 Deep Shaft 法의 概略

- ① deep shaft(U-tube) ② 분리조 ③ head tank
- ④ 부상분리장치, (P<sub>1</sub>)순환pump, (P<sub>2</sub>)슬러지반송pump
- ⓐ 원폐수 ⓑ 공기 ⓒ 반송슬러지 ⓓ 처리수
- ⓔ 잉여슬러지

高濃度の 活性슬러지 混合液은 空氣泡과 함께 1 [m/sec] 정도의 流速으로 循環한다. 재래식 方法의 酸素利用率은 12%를 넘는 일이 없으나 deep shaft法에서는 80% 以上으로 되고, 그 만큼 通氣量을 줄일 수 있어 (재래식 方法의 1/10 정도로 족하다) 所要動力效率도 向上된다. 土地를 有效하게 利用할 수 있지만 (재래식 方法의 50%), 깊이 파기 때문에 建設費가 增加한다.

표 3에 各種活性슬러지法의 操作 및 設計因子的 概略치를 나타냈다.

以上에서 詳述한 것과 같이 活性슬러지法에 대해서는 多様な 方法들이 계속 開發 및 發展되고 있으므로 酒精廢液의 處理에 대한 應用에 대해서도 보다 積極적인 研究·檢討가 要望된다고 보겠다.

酒精廢液의 處理에 있어서의 活性슬러지 法은 前述한 메탄 醱酵法의 脫離液에 대한 2次處理方法으로도 利用되지만, 대체로는 原廢水를

〈표3〉 활성오니의 各種변법의 조작 및 설계인자의 概略치

항 목	단 위	표 준 법	Modified aeration법	Step aeration법	Biosorption 법	High rate high loading법	장시간포기법
Aeration Time	hr	6.0~8.0	1.5~2.5	4.0~6.0	1.5~3.0 3.0~7.8	3.0~5.0	16.0~24.0
Aeration Tank 부유물질	mg / l	1,500~2,000	400~800	2,000~3,000	4,000~6,000	3,500~5,000	3000~6000
반송 오니율	%	20~30	5~10	20~30	100정도	20~100	50~100 정도
오니일령	day	2~4	0.3~0.5	2~4	15	2~4	20~30
BOD 부하	kg (SS100kg) day	20~40	150~300	20~40	7	20~40	3~5
오니용량지표 (SVI)	-	60~120	50	100~200	50~100	50~100	40~60
송기량 (送氣量)	m <sup>3</sup> 유입하수1m <sup>3</sup>	3~7	2~4	3~7	> 12	4~8	12~15
BOD제거율	%	95	70	95	90	90	75~90
잉여오니 발생율	%	1~2	1~2	1~2	0.25	1~2	0.25

\*재aeration 시간



〈표4〉 증류폐액의 활성슬러지 처리

증류 폐액의 종류	초기 BOD <sub>5</sub> (mg/ℓ)	부 하 율 (kgBOD <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> ·d)	체류시간 (hr)	MLSS (mg/ℓ)	BOD <sub>5</sub> 제거율 (%)
Beer brewery a. s. plant followed by trickling filters	-	max 0.45	-	-	85 - 96.0
Alcohol distillery waste	-	<0.15*	-	-	> 85.0
Neutralised rum stillage 10% in domestic wastewater	11,000	64.4 (BOD)	4.5	-	33.3 (COD)
Grain distillery evaporator condensate	860	0.3*	33.0	3000	99.0
Distillery wastewater	-	1.043 (COD)	23.0	-	85 - 90.0 (COD)
Cane molasses yeast plant waste 50% in water					
(i) single stage	2,350	2.45	24.0	11,230	93.3
(ii) two stage Stage 1	2,350	6.75	8.0	9,420	overall 96.
Stage 2	-	0.64	16.0	5,590	-
Brewery effluent - ICI Deep shaft	3,000	46	-	-	90.0

\* kgBOD<sub>5</sub> / kg MLSS·d

참고문헌 : Sheehan, G. J. et al. (1980)

適當히 稀釈한 다음에 2段 또는 그 以上의 曝氣槽에서 連續 處理하는 方法으로 利用되고 있다. 活性슬러지법에 의한 酒精廢液의 處理에 關한 文獻上의 結果를 표4에 나타냈다. 표4에서 알 수 있는것처럼 대체로 稀釈된 廢水에서 높은 除去效率을 얻고있으며, 일반적인 活性슬러지법에서 보다 BOD負荷率이나 MLSS가 高濃度로 運轉되고 있음을 나타내고 있다. 또 ICI의 deep shaft法에서는 46kg BOD<sub>5</sub> / m<sup>3</sup>·d의 아주 높은 負荷率에서도 90% 除去率을 얻었다고 報告되고 있다.

한편, 筆者가 訪問한 M酒精에서는 同社의 酒精廢水의 處理에 대해 3段階의 活性슬러지법을 利用하여 BOD20,000~30,000ppm의 原廢水を 稀釈하지않고, 高濃度의 MLSS를 使用하여 長時間曝氣法으로 處理하여 規制値以下로 放流하고 있었다. 이러한 處理技術을 開發하기 위해 많은 時間과 어려운 난관을 극복해 낸 M社의 技術陣들의 勞力은 높이 評價되어야 한다고 생각된다.

#### IV. 處理施設의 維持管理

면밀한 予備調査後에 設計된 廢水處理施設이라 할지라도 日常的인 維持管理가 適切하게 이루어 지지 않으면 處理施設을 設置할 意味가 없어지게 된다. 處理施設은 工場에서 使用하고 있는 生産性設과 같이 維持管理가 充分히 實施되었을 때 비로소 그 機能을 發揮할 수 있고 또 所定의 機能이 確保된다. 處理施設을 有用 또는 無用하게 하는 것은 維持管理 여하에 따라 좌우된다고까지 볼 수 있으며, 이러한 維持管理의 目的을 要約하면 다음과 같다.

① 正常的인 運轉狀態를 確保하여 效率이 좋고 安定된 處理를 이룩한다.

② Pump, 攪拌機, blower, 計測器, 制御裝置 등의 機器類의 손상이나 고장 등으로 인해 處理施設을 停止하는 사태가 發生되는 것을 未然에 防止한다.

③ 廢水處理裝置, 機器類의 適正한 수명을 維持한다.

이를 위해서는 機器類의 점검, 調整 및 補修 등의 補修點檢作業, 曝氣量의 調整, 處理藥品의 補充과 같은 處理施設의 運轉管理, 그리고 處理原水나 處理水의 水質 및 水量의 測定과 같은 水質管理가 필요하게 된다. 이러한 작업은 日, 週, 月 또는 年과 같은 週期로서 定期的으로 하여야 한다.

한편, 廢水處理施設이나 機器類의 維持管理에 관한 基本的인 事項은 다음과 같다.

① 廢水處理施設의 運轉을 올게 實施하기 위해서는 處理施設業체로 부터 提示되어 있는 設計仕様書, 取扱説明書 및 施設圖面 등을 사전에 잘 읽고 理解해야하며 또 必要한 경우에는 施設業체나 시공자의 說明을 들어 處理施設의 內容全體를 充分히 理解하여 들 必要가 있다.

② 廢水處理施設의 運轉管理는 取扱説明書 등에 따라 適正하게 實施하여야 한다.

③ Pump, motor, 攪拌機 등의 機器類에 대한 注油 및 청소, pH計, ORP計 등 自動制御用 計測器의 校正과 같은 補修點檢作業은 機械設備나 計測器의 故障, 손상 등을 미연에 防止하기 위하여 定期的으로 實施해야 한다.

④ 消耗되기 쉬운 belt, packing, 回轉部品 등이나 oil 등은 반드시 定期的으로 交換한다.

⑤ 機器類 등의 點檢結果, 異常狀態가 發見되었을 때는 補修, 改善을 신속히 實施한다.

⑥ 處理水의 水質을 항상 감시하여 處理施設이 正常的인 機能을 發揮하고 있는가를 確認한다. 處理水質이 處理目標을 上回하고 있을 때는 機器類의 點檢, 處理施設의 運轉狀況을 다시 check한다.

⑦ 處理原水의 水量 및 水質, 그리고 그 變動狀況을 定期的으로 測定하여 그 結果를 施設設計條件과 比較하여 過負荷狀態로 되어 있지 않나를 調査한다. 過負荷狀態가 認定될 경우에는 廢水發生施設의 稼動條件을 調整하는 등의 是正措置를 강구한다.

⑧ 維持管理의 實施狀況은 樣式을 정하여 그

結果를 記錄하여 保存한다.

이상에서 處理施設의 維持管理에 관한 一般的인 事項을 說明하였으나, 全體의 廢水處理프로세스로서는 각 單位工程에서의 處理狀態를 check해야 할 필요가 있다. 각 單位工程의 維持管理에 있어서는 水質 자체만 하더라도 여러 가지 條件이 複雜하게 얽혀있으므로, 그 理論的인 取扱이 簡單하지 않기 때문에 經驗的으로 얻어진 獨特한 試驗方法이나 性能判定, 條件設定法 등을 이용하여 사람의 눈이나 판단에 依存해온 傾向이 많다. 예를 들면 沈降分離法에서는 浮遊物質이나 凝集floc(slurry)를 實際의 廢水나 裝置로부터 채취하여 그에 대한 界面沈降速度를 測定하고, 沈澱物에 대해서는 壓縮特性和 濃縮度와의 關係를 測定하여 實際裝置로부터의 排出슬릿지와 比較한다. 濾過裝置에서는 濾材層의 上下에서의 損失水頭를 測定하여 濾過池의 閉塞狀況이나 濾過抵抗의 變化에 따라 流出口의 valve의 열림을 調節하거나 또는 洗淨時間을 決定한다는 것과 같이 各各의 單位工程이나 裝置에 獨特한 指標를 이용하는 人爲的 操作에 의한 維持管理가 오랫동안 계속 되어 왔다. 이와같이 比較的 자주 이용되어온 廢水處理프로세스나 裝置에 대한 運轉管理上의 特徵的인 要素와 判定指標를 要約하여 표 5에 나타냈다.

## V. 結言

酒精廢水是 酒精工場에서 使用하고 있는 原料가 天然의 糖質成分이 主가 되므로 製品生産量당의 廢液의 發生量이 높기 때문에 廢水處理에 앞서서 可能的인 限 廢水量이나 BOD值를 減少시키도록 原料의 선정이나 生産工程의 改善에 대해 적극적으로 檢討해야 할 必要性이 있다.

一航的으로 廢水處理技術은 水中에 含有되

〈표5〉 폐수처리장치의 운전관리상 이용되어온 특징적 요소 및 판정지표와 방법

(1) 응 집	<ul style="list-style-type: none"> <li>• jar test (현장시료에 대해 : 약품주입량, 응집처리성적, 침강에 관계되는 상황 등의 판정에 이용된다).</li> <li>• 약품주입량, 농도조정 (자동화 가능)</li> </ul>
(2) 침 전	<ul style="list-style-type: none"> <li>• slurry농도측정 (특히 고속응집 침전장치의 운전상황, 배출슬러지, 수질과 처리 적정여부의 관찰, 판정에 이용된다).</li> <li>• 침강속도, 침강슬러지의 압밀 농축시험 (침강장치, clarifier의 처리성적, 슬러지농축의 良否판정에 이용된다).</li> <li>• 배출슬러지의 농도측정검출</li> </ul>
(3) 여 과	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 여재층에서의 침전수등의 여과저항 측정 (자동화), 수위검출, 각종 valve의 조절과 관련</li> </ul>
(4) 가압공기용해부 상분리법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가압공기용 해수의 전피처리수와의 용적비</li> <li>• 공기용해압력과 그 조정 (공기용해 포화조수위 · 압력조정)</li> <li>• 약품응집처리의 조건과 효과 (현장실험실 jar test)</li> <li>• 부상에 의한 浮渣의 배출, skimmer의 속도, 수심등의 조정</li> </ul>
(5) 생물화학적처리 (호기성처리)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 송입공기량, 압력, 온도조정 (자동화)</li> <li>• 포기조내의 슬러지 (MLSS)농도, SV, SVI, 슬러지 생물량 (미생물 종류와 그 구성비)</li> </ul>
(형기성처리)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BOD, TOC, TOP; DO</li> <li>• 원수수질, 농도, 온도</li> <li>• 소화가스 발생량, 소화과정의 화학적지표 (pH, 유기산등)</li> </ul>
(6) 슬러지 처리 (농축, 탈수)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 슬러지의 cylinder내에서의 농축, 압밀시험 (rake 작용의 효과시험등), (약품이용의 효과비교등)</li> </ul>

어 있는 汚染物質을 除去하는 「固·液 分離技術」이 基本으로 되어있으므로, 各各의 處理目標을 達成하기 위해서는 여러가지 單位工程들을 理想的으로 組合하여 全體의 프로세스로서는 處理效率이 좋고, 經濟的인 施設을 선정해야한다.

酒精廢水는 高濃度の 有機性廢水가 多量으로 排出된다는 점과 使用原料 또는 製造工程에 따라 廢水의 性狀이 다르다는 特性이 있으므로, 모든 工場에 一律的으로 適用할 수 있는 標準的인 技術이 확립될 수 없으므로 處理과정의 核心이라고 간주되는 生物學的 處理技術에 대해 메탄 醱酵法과 活性슬러지法을 中心으로 說明하였다. 한편 酒精廢水의 特徵中的 하나인 色度문제에 대해서는 現在까지도 確實한 處理方法이 開發되지 못한 實情이므로 언급을 피했으나 지속적인 研究가 期待된다고 하겠다.

效率높은 廢水處理를 爲해서는 결함이 없는 處理施設이 設置되어야 함은 물론이지만, 이에 못지않게 適切한 維持管理가 계속되어야 한다는 점이 強調되었고, 더욱 모든 處理施設의 運營에 있어서는 現場管理者들의 處理施設의 效率化를 위한 努力과 함께 事業者의 積極적인 참여가 要求된다고 하겠다.

더욱, 國內에서의 水質汚染防止와 環境보호라는 側面에서 生活廢水의 처리기준은 물론 産業廢水의 배출기준이 점차 強化되고 있다는 行政上的의 문제이외에도, 製品선전을위해 每年 막대한 금액의 광고비를 지불하고있는 酒精業體로서는 廢水處理의 미비로인해 받게될지도 모를 業體자신의 image down을 감안하더라도 廢水處理問題에 대해 보다 積極的으로 대처해 나가야 할것으로 본다.

### 참고문헌

- (1) 姜孝源 : 酒精工業, 10(2), 62(1980)
- (2) 張虎男 : 酒精工業, 10(2), 16(1980)
- (3) 申錫奉 : 酒精工業, 10(2), 27(1980)
- (4) 金丁勛, 洪旭熹 : 酒類工業, 2(1), 35(1982)
- (5) 小池喬 : 醱酵와 工業, 34, 163(1976)
- (6) 園田賴和 : 醱酵와 工業, 34, 248(1976)
- (7) Sheehan. G. J. and Greenfield. P. F :  
Water Researches, 14(3), 257(1980)

== 국민 모두가 나무 한그루,

꽃 한포기라도 더 심도록 합시다. ==