

回轉圓盤接觸法

漢陽大學校教授·本會理事

金 元 滿

이 原稿는 1980. 4. 9~10. 2日間 서울 新羅호텔에서 열렸던 韓日下水道技術討論會에서 日本오토트롤株式會社 家村 宏技術部次長이 發表한 內容을 翻譯하여 掲載하는 것입니다.

(編輯者)

1. 序 論

回轉圓盤法(Rotating Biological Contactor)은 圓板上에 微生物을 附着시켜서 그 圓板을 回轉시키는 方法이다.

本法은 1929年 美國의 Doman 에 의해서 처음 試圖되었고 1954년 西獨 Stuttgart 工科大学에서 直径 1m, 두께 6mm의 圓板 40枚를 4段으로 分離實驗한 結果에 의거 Stuttgart 市 終末處理場에 實際應用한 것이 實物 稼動의 始初이며 그 후 美國, 日本 等地에서도 많이 普及되고 있다.

2. 過 程

2.1 概 要

回轉圓盤接觸法은 回轉하는 Plastic 製 圓板을 使用한 生物固定床式의 下水處理裝置라 할 수 있으며 그 材料는 高密度 Polyethylene, 發泡 Polysthylene 또는 塩化 Vinyl 等を 使用하고 直径 2~3.6m의 圓板을 15~30mm Pitch로 길이 3~7.5m의 銅製 軸에 固定하고 軸의

兩端에는 軸받이를 設置하여 圓板表面積의 약 40%가 下水中에 浸水되도록 水槽上에 設置한다. 驅動部分은 電動機, 減速機, Chain, 쇠사슬톱니바퀴(Sprocket) 등으로 構成된다. 回轉에 따라 水中과 空氣中을 通過하므로 圓板表面 15~3mm 두께에 好氣性微生物이 成長하며 이 微生物이 活性 Sludge 法の MLSS에 相當하며 比較的 短時間에 下水가 淨化된다.

2.2 特 徵

① 微生物이 많이 附着됨으로써 短時間에 處理效果를 높일 수 있고 負荷의 變化에 適應력이 크다.

② 都市下水의 BOD 濃度を 200mg/l라 하면 所要動力은 活性슬라지法의 2.4Kwh/kg BOD에 比하여 0.7Kwh 程度가 所要된다.

③ 附着微生物方式이므로 BOD 除去에 必要한 生物슬라지의 大部分은 圓板上에 있고 附着日數가 길며 微小部分이 조금씩 脫落하므로 活性슬라지法에서의 返送슬라지나 撒水濾床에서의 處理水再循環 等の 必要가 없어서 運轉管理가 容易하고 曝氣槽에서의 MLSS의 調整이나 散氣量의 調節 等の 必要가 없다.

④ 返送슬라지가 不必要하므로 最終沈澱池에 藥品을 注入하여 生物學的處理로서 除去하지 못한 物質을 凝集沈澱시킬 수 있다.

⑤ 試運転期間이 짧다.

⑥ 生成된 슬라지는 沈降速度 3~7m/時이고 슬라지發生量도 活性슬라지法の 50~60%이다.

即, 活牲슬라지法에서는 일부러 活牲슬라지를 만들어내는 結果가 되나 本法에서는 그렇지 않다.

⑦ 負荷를 줄임으로써 NH_3 性 窒素의 窒化(Nitrification)까지 可能하므로 3次處理까지 期待할 수 있다. 特히 美國의 Michigan 卅 Gladstone 處理場에서는 Alum 와 Polymer 에 의한 凝集으로 磷을 除去하고 있다. (2個 正方形 沈澱槽에서)

2.3 維持運營

前處理로서 스크린과 沈澱池에서 모래와 큰 固形物質을 除去하는 것이 普通이며 余他 生物學的의 處理와 마찬가지로 油類나 生物成長에 有害한 物質을 事前에 除去해야하며 BOD 에 對한 營養鹽類로서의 窒素와 磷이 必要하며 그 比率은 活牲슬라지에서와 같이 100 : 5 : 1 程度이다.

下水를 流入시켜서 3~4日 후에는 円板上에 粘液이 附着되기 始作하고 1~2週 후에는 눈 에 보일 程度로 되며 大概 3週后부터는 BOD 除去가 正常化된다. 그러나 水温이 25°C 以上이

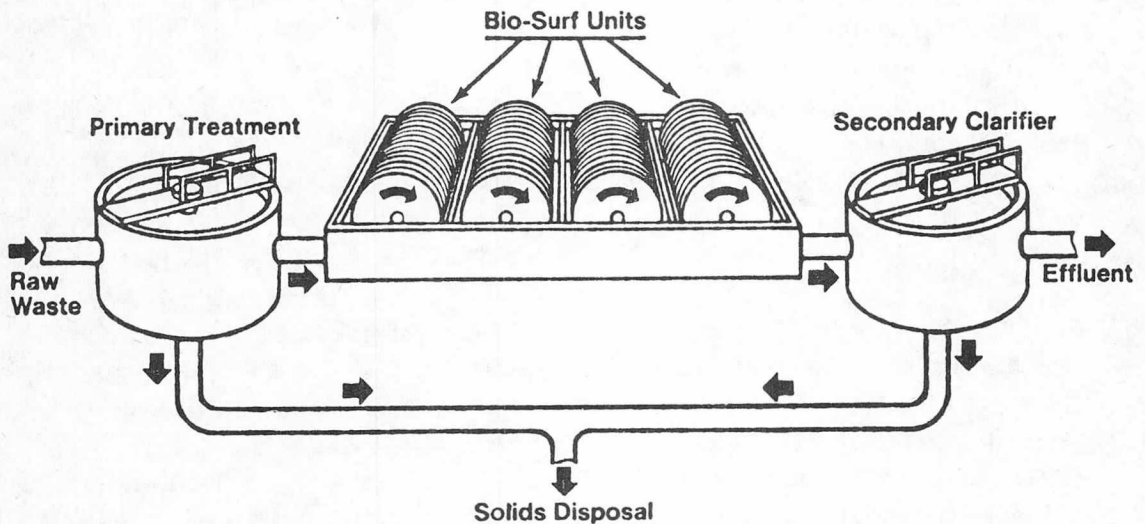
면 이보다 若干 빠르고 13°C 以下에서는 늦어 지며 10°C 以下에서는 1個月 程度 걸린다. 이러한 期間이 經過하여도 微生物 發生이 遲延되면 有毒物質의 存在를 調査하고 營養鹽類의 量을 調査할 必要가 있다. 特히 工場廢水에서는 N와 P가 不足할 때가 많다.

運轉이 正常狀態가 되면 円板上에 2~3mm의 두께의 微生物이 附着하며 BOD 除去時에 灰色을 띠며 流入의 第一段에서는 두껍고 後段에 갈수록 얇어진다. 窒化作用이 일어났을 때는 微生物膜이 大端히 얇고 黃褐色을 띠는다.

微生物의 剝離는 1週日 후부터 일어나며 이로 因한 運轉의 困難한 點은 없다. 剝離된 部分에는 即時 微生物膜이 補充되며 떨어진 微生物膜은 Tank 中에서 浮遊狀態로 最終 沈澱池로 흘러간다. 微生物膜은 後期段階에 갈수록 原生動物, 輪虫, 지렁이 等 捕食性的의 生物이 出現한다.

回轉円板槽內的 DO는 물의 흐름에 따라 變化하여 最初段階에서는 0.5~1 mg/l, 後期段階에서는 1~3 mg/l가 된다.

円板에서 剝離된 微生物은 返送슬라지가 없으므로 円板槽에서 最終沈澱池로 流入하는 SS 濃度는 流入 BOD 濃度의 半程度이다. 또 이 슬라지의 플로크가 커서 沈澱이 잘 되고 高濃度の 슬라지가 된다.



回轉円板接觸法

2.4 他法과의 比較 (但 ○ ; 優秀, △ ; 不良, - ; 不可)

種 類	回轉円板	撒水濾床	活性 슬라지	物理的 化学的 处理
高率BOD 除去	○	-	○	○
窒 化	○	△	△	高 価
脱 窒 素	○	○	高 価	高 価
負荷變動 適応性	○	○	-	○
슬라지 脫水性	○	○	△	○
建 設 費	高 価	가장 高 價	普 通	普 通
維 特 管 理 費	低	低	高	高
設備增設과 能力向上	○	△	△	○
既存設備에 追加設置	○	△	△	△
处理水循環	不 要	要	不 要	不 要
슬라지循環	不 要	不 要	要	不 要
Process 的 難易度	○	○	△	△
파리發生	無	有	無	無

3. 設計基準

3.1 水量負荷

回轉円板의 所要面積을 求하는 가장 普偏의 方法으로서 水量負荷와 BOD 負荷가 使用된다.

$$\text{水量負荷} = \text{円板單位積當 1日处理水量} \quad (\ell / \text{m}^2 \cdot \text{day})$$

이 指標은 濃度變動範圍가 比較的 寬 大 時 是 BOD 負荷에 大 差異가 生 起 せ 問 題 有 一 般 的 都 市 下 水 中 是 濃 度 變 化 가 小 故 本 水 量 負 荷 方 法 이 大 量 使 用 된 다. 即 例 를 들 어 流 入 BOD 가 120mg/l 이 且 流 出 BOD 가 20mg/l 일 時 的 水 量 負 荷 是 120 ℓ / m² · day, 流 入 BOD 200mg/l 이 且 流 出 BOD 20mg/l 일 時 80 ℓ / m² · day 程 度 이 다.

그 려 나 3 次 处 理 에 応 用 할 時 是 流 入 BOD 120 mg/l 이 且 流 出 BOD 10mg/l 에 서 80 ℓ / m² · day, 流 入 BOD 200mg/l 이 且 流 出 BOD 10mg/l 에 서 45 ℓ / m² · day 程 度 가 된 다. 이 를 요 약 하 면 都 市

下 水 2 次 处 理 에 서 는 100 ℓ / m² · day, 3 次 处 理 에 서 는 50 ℓ / m² · day 程 度 로 보 면 될 것 같 다.

3.2 BOD 負荷

BOD 負荷 = 円板單位面積當 1日 BOD 負荷量 (g / m² · day)

앞 서 의 水 量 負 荷 와 의 關 係 를 보 면

$$\text{BOD負荷} = \frac{\text{流入下水濃度} \times \text{水量負荷}}{1,000} \quad \left(\frac{\text{mg}/\ell}{\ell/\text{m}^2 \cdot \text{day}} \right)$$

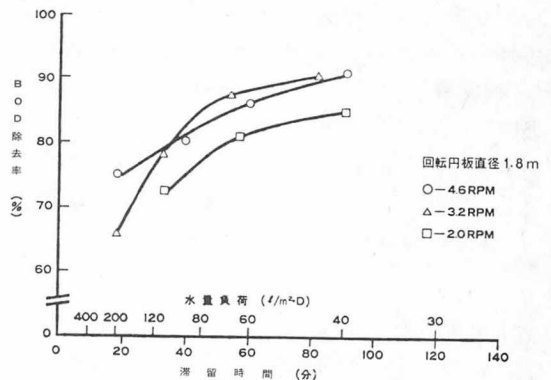
여 기 서 BOD 負 荷 를 決 定 하 는 目 的 은 回 轉 円 板 의 最 大 負 荷 가 回 轉 円 板 의 酸 素 供 給 能 力 을 超 過 하 지 않 도 록 하 기 위 함 이 다.

都 市 下 水 의 經 路 等 1 Stage 円 板 의 最 大 BOD 負 荷 는 30 ~ 60 g / m² · day 로 하 며 NH₃ 負 荷 는 2 ~ 3 g / m² · day 程 度 로 한 다.

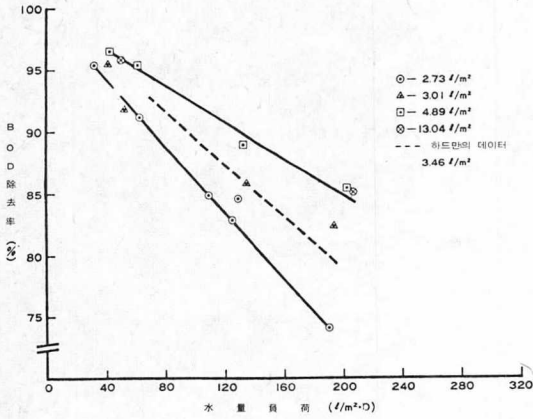
3.3 Stage 数와 配列

Stage 란 하나 的 獨 立 된 回 轉 円 板 体 와 Tank 로 成 位 된 單 位 를 말 하 며 回 轉 円 板 体 의 表 面 積, Tank 의 크 기 等 과 는 전 히 無 關 하 다.

實 驗 에 의 하 여 円 板 表 面 積 當 BOD 除 去 率 은 Stage 数 를 增 加 시 키 는 것 이 效 果 的 이 며 2 Stage 보 다 4 Stage, 4 Stage 보 다 는 6 Stage 의 經 路 가 높 으 나 6 Stage 의 除 去 率 增 加 는 4 Stage 의 經 路 에 비 하 여 大 差 異 가 없 다. 下 水 의 흐 름 方 向 은 回 轉 軸 에 平 行 또 는 直 角 方 向 中 어 느 것 이 나 택 할 수 있 으 며 平 行 일 經 路 는 1 個 軸 이 二 分 되 어 中 間 에 整 流 壁 이 設 置 된 으 므 로 二 段 으 로 된 다.



回轉數와 BOD 除 去 率, 滯 留 時 間 및 水 量 負 荷 와 의 關 係



4 스테이지 운전에서 있어 各種 液量과 面積比 (l/m^2)의 比較

3.4 回轉數

回轉円板의 回轉速度는

- ① 下水와 微生物을 接觸시키고
- ② 下水와 空氣를 接觸시키고
- ③ Tank 內의 下水를 完全混合狀態로 維持한다.

回轉速度는 어느 限界까지 增加시키면 이들 影響도 增加한다. 이 限界 即 最適 回轉速度는 下水의 BOD 濃度가 增加하면 커지고 또 後段 Stage 에 갈수록 작아진다. 一般의으로 使用되 는 最適 回轉速度는 18m / 分이며 回轉數는 円板 直径에 따라 差異가 있다. 即 直径 1.8m 일때 4.6 ppm 이면 18m / 分이 된다.

3.5 Tank 容量

Tank 容量의 最適値를 求하기 위하여 円板 單位面積當 Tank 容量의 比를 $G (l/m^2)$ 로 할 때 實驗結果에 의하면 都市下水의 경우 $G \approx 5 l/m^2$ 程度로 하면 되고 그 以上の 크기로 하여도 BOD 除去率을 增大시키지 못하며 그 理由는 G 値를 크게 함으로써 Tank 가 커지며 酸素不足과 攪拌不足으로 因하여 下水의 滯留時間이 길어져서 도리어 逆效果가 날 수 있다.

3.6 流入水温의 影響

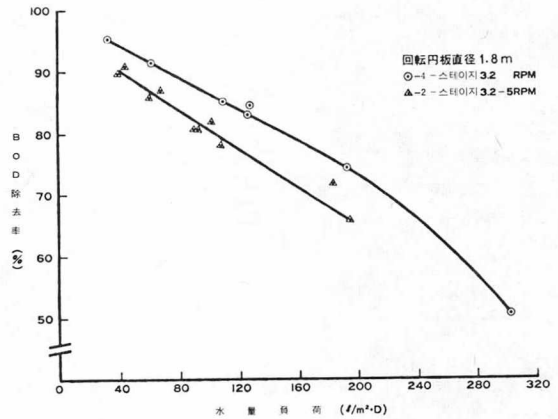
他生物學의 處理에서와 같이 水温이 13~30°C 範圍에서는 處理效率變動이 작으나 13°C 以下가 되면 處理效率이 低下하므로 水温低下에 의한

效率低下의 補正이 必要하다. 即 13°C에서의 效率을 1.0이라하면 10°C에서 0.87, 5°C에서 0.68 程度의 直線變化로 보면 된다.

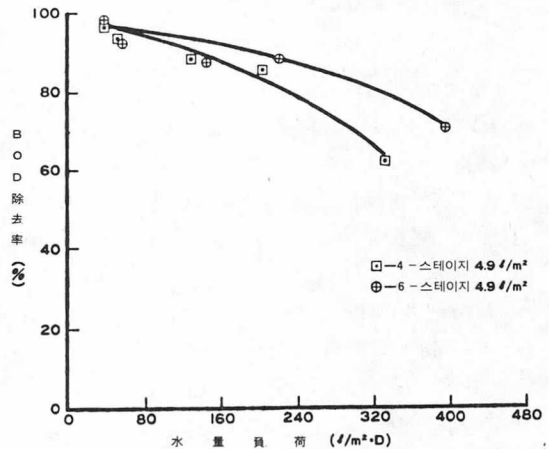
3.7 覆 蓋

回轉円板은 通常覆蓋를 하며 그 機能은

- ① 外觀上 見地
- ② 太陽光線의 微生物에 對한 影響 除去
- ③ 寒冷期의 保温效果
- ④ 風雨, 寒雪에 對한 驅動裝置와 微生物의 保護
- ⑤ 下水臭氣의 拡散防止
- ⑥ 危兇防止 등을 위한 것이다.



2 스테이지와 4 스테이지의 運轉比較



4 스테이지와 6 스테이지의 運轉比較

Kentucky 卅 Fort Knox 処理場 등의 경우가 特殊하다.

4. 普及現況 (1979年 現在)

日本の 경우 345個所 都市 下水処理場에서 545個 円板軸수를 施設하고 108,000 m³/日이 處理되고 있으며, 工場廢水處理場으로서는 500個所에서 円板軸數 960個, 處理水量 126,500 m³/日이 本法에 의하여 處理되고 있다.

美國의 경우는 343個 都市 下水處理場에서 2,375個 円板軸數가 施設되고 200萬m³/日이 處理되고 있으며 工場廢水の 경우는 68個 處理場에 350個 回轉軸이 設置되어 250,000 m³/日이 處理되고 있다.

Europe의 경우는 약 1800個 處理場에서 採択되고 있고 이 中 80%以上이 都市下水處理場이며 特히 西獨에서는 都市下水와 有機性工場廢水の 合併處理에 應用하는 方案이 推進되고 있다.

美國의 경우 活性슬라지處理水を 本法에 의하여 窒化시키는 Michigan 卅 Caddilac 處理場과 一次處理後 BOD와 Ammohia 除去를 하는

5. 結 論

本回轉円盤接独法은 負荷를 調節함으로써 別途 處理法の 追加없이 脱窒素와 NH₃ 除去에 이르는 三次處理까지가 可能하고 Energy 所要量이 活性슬라지法の의 $\frac{1}{3}$ 以下이므로 西獨의 「도노-에친겐」 處理場의 경우 同 處理場 所要電力全部를 消化가스에 의한 發電으로 充當하고 있으며 슬라지 發生量도 活性슬라지法の의 50~60% 程度에 不過하며 維持管理가 容易하고 最初試運轉期間이 短縮되며 活性슬라지生成과 같은 어려움이 없으며 負荷의 變化에 適応性이 높고 撒水濾床과 같은 냄새와 파리發生의 問題가 없는 등 長點이 많은 處理法일 뿐더러 回轉円板의 國産化가 可能한 點 등으로 보아 앞으로 우리나라에서 利用할 수 있는 價值가 充分한 것으로 보인다.