

接觸酸化工程에 의한 廢水處理에 있어서의 制限要因에 關한 研究

黃 相 容 孫 鍾 烈 禹 完 基

東南保健專門大學, 長安專門大學

A Study on the Limiting Factors in Wastewater Treatment by Contact Oxidation Process

Sang Yong Hwang, Jong Ryeul Sohn, Wan Gi Woo

Dong Nam Health Junior College, Chang An Junior College

Abstract

This study is to discuss limiting factors influenced on the removal efficiency of organic materials investigated using the polypropyrene biofilter which appropriate to attach micro-organism in order to apply the contact oxidation process.

The results obtained in the experiment were as follows :

1. In the range of pH 4.0~12.0 was obtained the removal efficiency of COD higher than 85%.
It was proved that variation of pH(4.0~12.0) was nothing to do with the removal efficiency of substrate in continuous reactor.
2. Temperature to obtain removal efficiency of COD higher than 85% was 10°C~40°C. Removal efficiency of COD was no less than those at high temperature if MLVSS concentration was maintained 8,000~15,000 m/l.
3. In the continuous reactor, the volumetric loading of COD for removal efficiency higher than 95% had to be 0.5~1.5 kg COD/m³.d below. And then the HRT was 8hrs.
4. In comparison with the conventional activate sludge process, the contact oxidation process was excellent in removal efficiency, sludge production rate and maintenance.

I. 緒 論

各種 産業發達과 人口增加로 인한 汚染 物質의 量的 및 質的인 變化에 따라 水質 汚染은 自然淨化 能力을 超過하여 날로 深刻해지고 있다. 이러한 水質汚染의 防止를 위해 適用되는 處理方法으로는 物理的 處理方法과 化學的 處理方法, 그리고 生物學的 處理法 등이 廢水의 特性에 따라 單獨 또는 複合的으로 利用되고 있다.^{1)~3)} 이중 生物學的 處理方法은 現在까지 가장 效率的인 工法으로 알려져 왔다.

廢水의 生物學的 處理工程은 河川에서의 自靜作用을 利用한 것으로 自淨作用 過程의 一部를 人工的으로 反應器中에서 효율적으로 進行시키는 工程이다. 有機性廢水의 好氣性處理에 널리 利用되어 왔던 生物學的인 處理工程은 反應器內的 微生物利用方法에 따라 活性슬러지법과 같이 懸탁상태의 微生物을 이용하는 懸탁법(suspende growth process)과 撒水여상법과 같이 支持媒體의 表面에 부착시킨 微生物을 이용하는 生物膜法(attched growth process)으로 大別된다.⁴⁾

이러한 方法중 우리나라에서는 대부분의 食品工場, 乳加工工場 등과 같이 高濃度有機性廢水を 排出하는 工場에서는 活性슬러지법으로 處理하고 있는 실정이다. 그러나 이러한 활성슬러지법은 모든 有機性廢수에 適用하는데 있어서 많은 問題點들이 指摘되고 있다. 예를들면 施設 및 運營經費의 過多, sludge bulking의 發生과 같은 維持管理上의 어려움, 多量의 슬러지 生成으로

인한 슬러지 處理問題, 그리고 高濃度有機性廢水是 處理하기 어렵다는 등의 問題點이 있다.⁵⁾

이러한 活性슬러지법의 問題點들을 解決할 수 있는 生物學的 處理工程으로 비교적 近年에 關心있게 研究되고 있는 것이 接觸酸化工程에 의한 廢水處理 技術이다. 이 工程은 生物膜性의 變法으로 基本原理는 反應器內에 polypropyrene으로 만든 固定床 接觸材를 넣어 生物膜을 形成시킨후 廢水を 연속적으로 주입시켜 注入空氣 흐름에 의해 形成된 膜과 接觸시켜 生物膜外部의 好氣性酸化와 内部의 嫌氣性酸化作用에 의해 有機物을 除去處理하는 工程이다.⁶⁾

接觸酸化工程의 큰 長點으로는 反應槽 單位體積當 微生物이 增殖하는 表面積이 매우 커서 높은 MLSS濃度로 運轉될 수 있기 때문에 다른 廢水處理工程보다도 적은 面積, 낮은 建設費로 높은 處理效率을 얻을 수 있으며, 水溫 및 pH의 變化, 그리고 有機物 負荷의 變動에 對應할 수 있어 維持管理가 容易하다는데 있다.⁶⁾

實際的으로 外國에서는 小規模 有機性廢수에 適用한 예가 있으나, 우리나라에서는 새로운 技術의 改發과 새로운 技術導入의 忌避現象으로 거의 適用되지 못하고 研究段階에 있다.

本 研究에서는 이러한 長點을 가진 接觸酸化反應器에 微生物 附着能力이 우수한 接觸여재를 利用하여 高濃度 有機性廢水處理에 適用하여 處理效率에 영향을 미치는 制限要因인 溫度, pH, 容積負荷, HRT 등에 關하여 研究檢討하였다.

II. 實驗裝置 및 實驗方法

接觸酸化工程에 의한 廢水處理에 있어서 處理效率에 影響을 미치는 因子들을 研究하기 위한 實驗裝置는 Fig. 1 과 같다.

反應槽는 가로 10 cm, 세로 12.5 cm, 높이 35 cm(4 sets)인 투명 아크릴판으로 製作하였으며 寢澱槽는 ϕ 20 cm, 높이 50 cm 인 투명 아크릴원통을 使用하여 下部가 원추형이 되도록 製作하였다.

空氣注入은 air compressor(0.25 l/min \times 0.1 kg/cm²)를 使用하여 反應槽 下部의 散氣石을 통하여 注入하도록 하였으며 여기에 空氣量調整을 하기 위한 rotameter 와 水溫調整을 위한 自動溫度調節裝置를 設置하였

고 微生物이 附着成長하기 위한 接觸材는 polypropyrene 으로 製成된 不織布로 ϕ 7 cm, 높이 22 cm 로 製成 設置하였다.

本實驗에 使用한 高濃度廢水는 實驗실에서 製成한 合成下水³⁾로 table 1 과 같은 組成을 가졌으며 主要 탄소원으로 glucose 를 利用하였으며 COD : N : P=100 : 9.2 : 1 의 特性을 가진 것을 使用濃度에 맞도록 적당히 희석하여 使用하였다.

本實驗에 使用한 食종미생물은 서울시 綜合終末處理事業所 處理場의 返送슬러지를 利用하여 Table 1 과 같은 合成下水에 約 2 週日間 順養시켜 使用하였다. 水溫은 20 $^{\circ}$ C 를 基準으로 實驗은 行해졌고 溫度에 대한 影響을 檢討하고자 5~40 $^{\circ}$ C로 變化시켜 實驗을 進行하였다. 注入空氣量은 10~

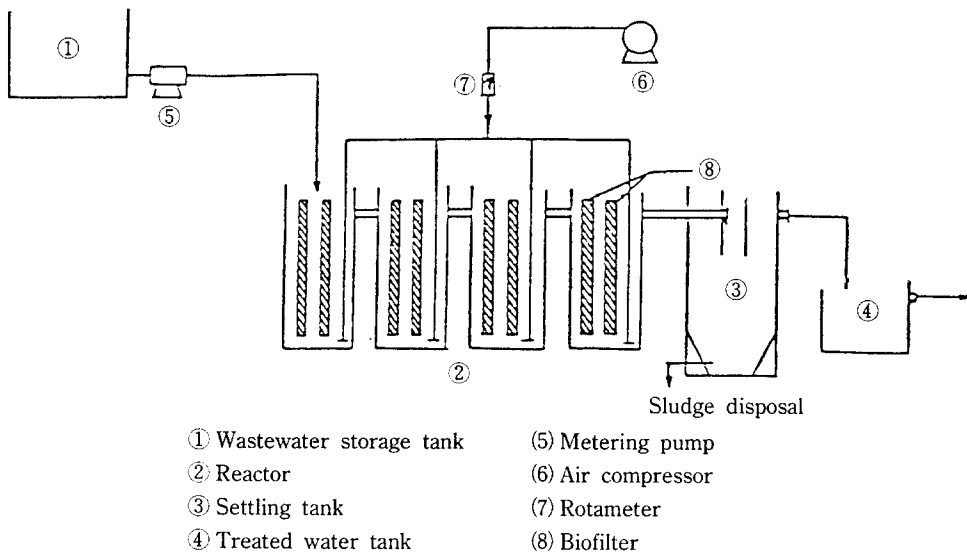


Fig. 1 Experimental apparatus for continuous reactor

Table 1 Composition of Synthetic Wastewater
(COD_{mat}=2,500 mg/l) Unit : g/l

Peptone	6	Na ₂ HPO ₄	1
Dextrose	4	KCl	0.14
Urea	1	CaCl ₂	0.14
NaCl	0.3	MgSO ₄	0.1

250 cc/min 가 되도록 rotameter 를 사용 하여 調整하였고 合成下水의 供給에는 定量 pump 로 注入하고 流量計로써 流量을 調整 하여 反應槽內에 注入되도록 하였다.

本實驗에 利用한 分析方法은 環境汚染公定試驗法⁸⁾ 과 美國 APHA, AWWA, WPCF 에서 採낸 Standard Method⁹⁾ 를 基準으로 測定하였으며, COD 濃度는 100℃ KMnO₄ 에 依한 酸素消費量⁸⁾ 으로 溶存酸素(DO)는 membrane electrode method⁹⁾ 에 의해 측정하였으며, 反應槽內의 微生物濃度는 接觸材의 微生物 부착 前後의 무게차를 평량한 後 測定하는 方法으로 SS⁹⁾ 와 VSS⁹⁾ 측정법에 準하여 分析하였다.

III. 實驗結果 및 考察

處理效率에 影響을 미치는 인자들에 關해서 研究하고자 유입 COD 濃度는 1,000, 1,500 mg/l 로 하였고, pH 는 3.0~13.0 범위로 調整하였고, 水溫 5~40℃ 범위로, HRT 는 0~24 hr 로 調整하여 實驗分析하였다.

1. pH 가 處理效率에 미치는 影響

一般의 好氣性 生物學的 處理方法中 活性슬러지법으로 廢水를 處理하는데 있어서 最適 pH 는 6.5~7.5 이며¹⁰⁾ pH 가 이 범위를 벗어나게 되면 微生物은 活性을 잃게 되므로 好氣性生物學的 處理에서의 pH 의 影響은 重要하다.

本實驗에서는 接觸酸化法의 特性을 파악하고자 pH 를 3.0~13.0 으로 調整하였으며 이때 유입 COD 濃度는 合成下水를 희석하

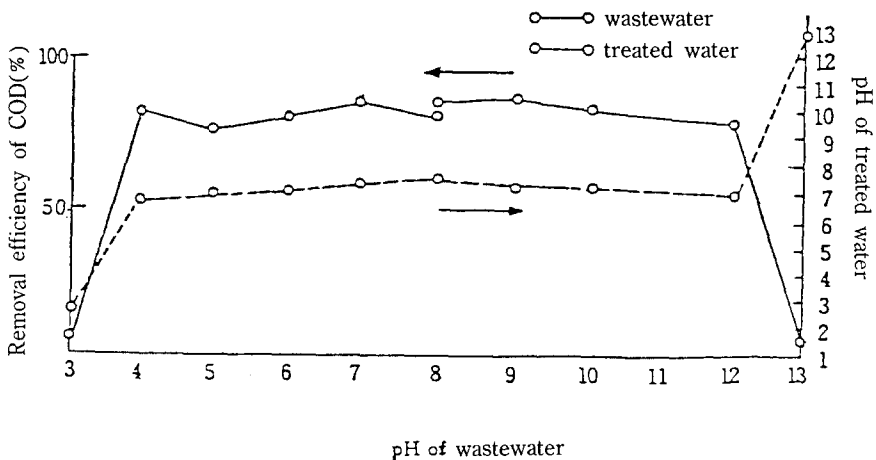


Fig. 2 Relationship between pH and removal efficiency of COD

여 1,000 mg/l로 한 다음 행한 실험 결과는 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서 폐수의 pH 4.0~12.0에서 85% 이상의 COD 제거 효율을 얻었으며, 처리수의 pH도 미생물의 효소작용으로 중화되었다. 이는 접촉산화공정이 pH 변화에는 영향이 적다는 것을 보여주는 것으로 이러한 현상은 접촉材의 호기성 및 혐기성 미생물의 작용으로 판단된다.

2. 溫度가 處理效率에 미치는 영향

一般的으로 生物學的 處理工程에서 廢水에 含有된 有機物 除去의 주된 역할을 하는 微生物은 溫度변화에 극히 민감하여 水溫이 저하함에 따라 그 活性도 감소하게 되는데, 특히 水溫이 5°C 이하가 되면 급격히 저하한다.^{10,11)} 國內에서는 冬節期時 水溫이 5°C 以下로 되는 경우가 많으므로, 생물학적 처리공정 중 호기성처리에 있어서 수온이 미치는 영향은 重要하다.

本實驗에서는 水溫을 5~40°C로 변화시켜 table 1의 조성을 가진 合成下水로 處理한 結果는 Fig. 3과 같다. Fig. 3에서 水溫이 5°C 以上되면 有機物의 除去率은 점점 增加하여 20~25°C에서 가장 높은 效率을 나타내고 40°C 以上에서는 급격히 감소하는 傾向을 보여주고 있다. 그리고 85% 以上の COD 除去率을 얻기 위한 溫度는 10~40°C임을 알 수 있었고 비록 20°C에서 가장 높은 效率을 나타냈으나 온도변화에 따른 接觸氧化工程의 有機物 除去能力은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 接觸材에 微生物이 附着成長하고 있으므로 다른 어느 호기성生物學的 工程보다도 고형물 滯留時間이 길기 때문인 것으로 사료된다.

3. 容積負荷 및 HRT 변화가 處理效率에 미치는 영향

接觸氧化工程의 가장 重要한 運營因子인

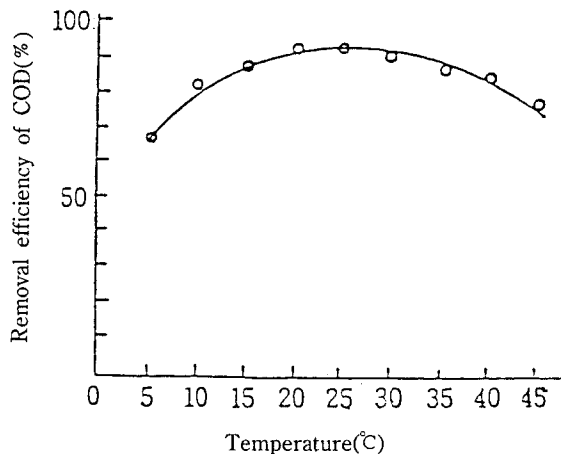


Fig. 3 Relationship between temperature and removal efficiency of COD

容積負荷와 HRT(Hydraulic Retention Time) 변화에 따른 有機物 除去能力을 검토하기 위하여 水溫을 20°C 로 유지하고 폐수의 초기流入 COD 濃度 1,000 mg/l, 1,500 mg/l 에서 HRT 는 0~24 hr 로, 容積負荷는

0.1~2.0 kg COD/m³·d 로 변화시켜 처리 실험한 결과는 Fig. 4, 5 와 같다.

Fig. 4, 5 에서 95% 이상의 COD 제거율을 얻기 위해서 COD 용적부하는 0.5~1.5 kg COD/m³·d 이어야 하며, HRT 는 8 hr 이 요

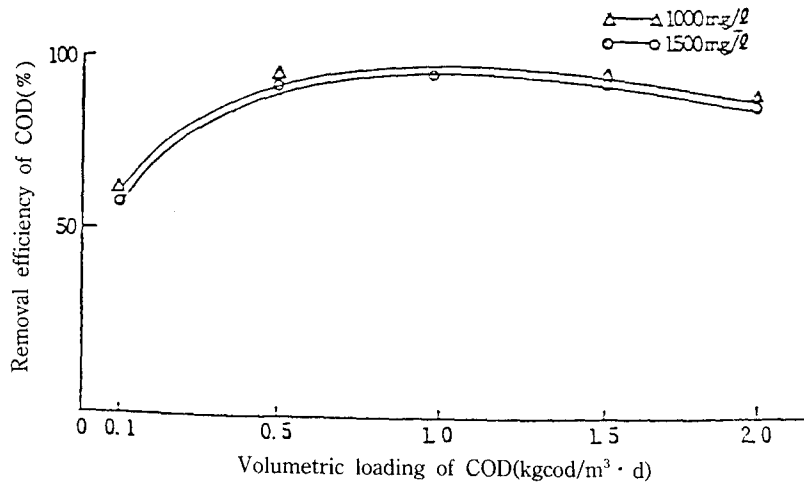


Fig. 4 Relationship between volumetric loading of COD and removal efficiency of COD

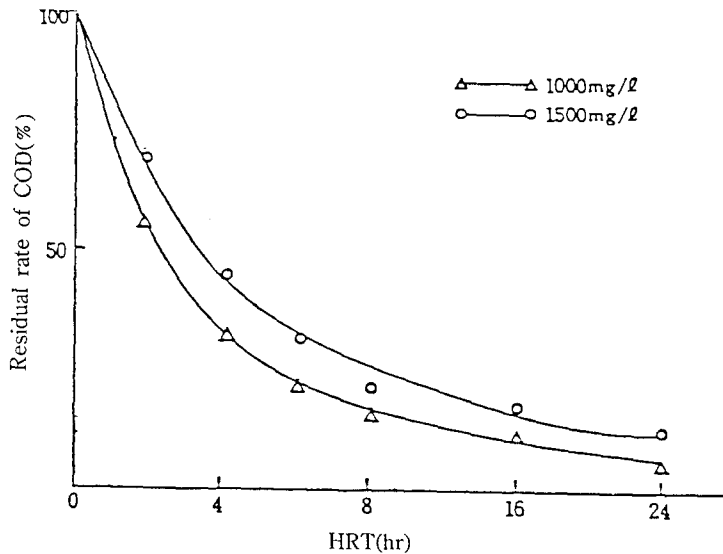


Fig. 5 Relationship between HRT and residual rate of COD

구된다는 것을 알 수 있으며, 주입 유기물 농도가 낮을수록 적은 HRT가 요구된다는 것을 나타내고 있다. 이는 一般的인 活性슬러지 工程¹³⁾보다도 接觸酸化工程이 적은 HRT에서 高濃度有機物을 處理할 수 있는 우수한 工程이라는 것을 입증하는 것이고, 또한 적은 容積의 曝氣槽로 運營될 수 있는 것을 보여주는 것이다.

성슬러지 工程은 HRT 8時間에서 38%인데 비해 接觸酸化工程은 5%만 발생, 거의 슬러지가 發生되지 않는다는 것을 알 수 있었으며¹⁴⁾ 여기서 接觸酸化工程이 슬러지처리문제에서도 우수한 工程임을¹⁵⁾ 다시 한번 확인할 수 있었다.

IV. 結 論

4. 標準활성슬러지 工程과의 比較檢討

표준활성슬러지 工程과 比較하여 접촉산화공정의 우수성을 調查研究하고자 反應槽의 유입 COD濃度를 1,000 mg/l로 한 후 處理時間別 殘存 COD(%)와 發生 잉여오니량을 實驗한 結果는 Fig. 6과 같다. Fig. 6에서 90% 以上の COD 除去率을 얻기 위해서 標準활성슬러지 工程은 HRT 6시간이 요구되는 것에 비해 接觸酸化工程은 HRT 3時間이 요구되며, 슬러지발생률은 標準활

本 研究에서는 接觸酸化工程의 特性에 關係 연구하기 위하여 合成下水로 流入濃度를 變化시켜 處理效率에 影響을 미치는 制限요인인 pH, 溫度, 容積負荷, HRT 등에 關하여 實驗檢討한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

- ① pH 변화에 따른 影響을 검토한 結果 廢水의 pH 4.0~12.0 범위에서 85% 以上の 높은 COD 除去率을 얻었으며, 이는 接觸산화공정이 廢水의 pH 변화

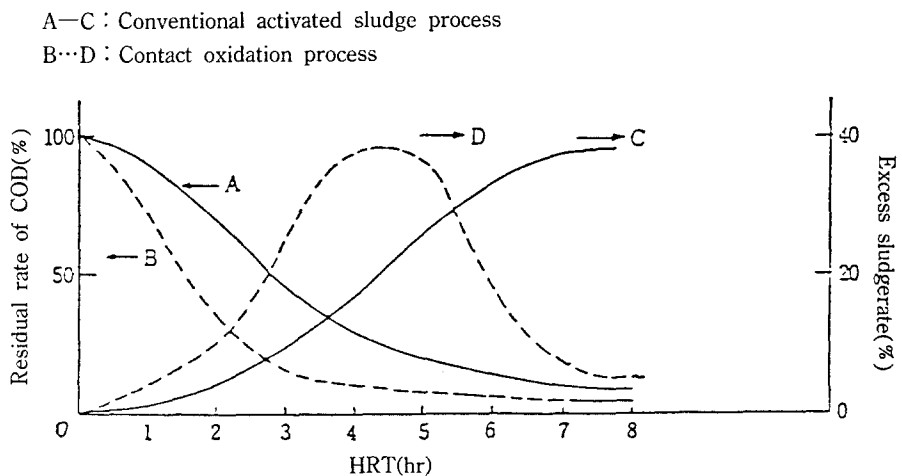


Fig. 6 Relationship between residual rate of COD and excess sludge rate varying HRT

- 에는 크게 영향을 받지 않는다는 것을 보여준다.
- ② 溫度에 관한 영향을 보면 水溫 10~40℃에서 85% 이상의 높은 COD 除去效率을 얻었으며 40℃ 이상에서는 감소하는 경향을 나타냈다.
- ③ COD 容積負荷가, HRT의 영향에 대해서 검토한 결과 95% 이상의 COD 除去率을 얻기 위한 容積負荷는 0.5~1.5 kg COD/m³·d 이어야 하고, HRT는 8시간이 요구된다는 것을 알 수 있었다.
- ④ 標準活性슬러지 工程과 比較할 때 接觸酸化工程이 處理效率뿐만 아니라 슬러지 處理問題 및 운영면에서 우수한 工程임이 입증되었다.

參 考 文 獻

1. 최의소·조광명 : 청문각, 환경공학, pp. 129~175(1981)
2. 권숙표·김원만 : 보성문화사, 환경공학, pp. 261~263(1981)
3. 조영일·정연규 : 동화기술, 환경공학, pp. 95~100(1987)
4. Metcalf & Eddy · Inc : Wastewater engineering, McGraw-Hill Book Company, pp. 394~397(1979)
5. 順藤降一, 石黑政儀 : 生物膜法, 産業用水調査會, pp. 25~27, 1984
6. 順藤降一 : 廣用微生物研究やけー p. 126~147 技報堂
7. 中眞善末 : 廢水の活性汚泥處理, 恒星社厚生閣, p. 308, 1980
8. 環境廳 : 環境汚染公定試驗法, 水質論, 1988.
9. APHA, AWWA, WPCF : Standard methods for examination of water and wastewater, APHA, AWWA, WPCF, 15th Ed., 1981
10. 中眞善夫 : 廢水の活性汚泥處理, 恒星社厚生閣, pp. 203~207, 1980
11. Donald W.Sundstrom & Hebert E. Klei : Wastewater treatment, Prentice-Hall Inc. pp. 98~101, 1979
12. Larry D. Benefield & Clifford W. Randall : Biological process design for wastewater, Prentice-Hall Inc, pp. 197~200, 1980
13. Metcalf & Eddy Inc : Wastewater engineering. McGraw-Hill Book Company, pp. 484~485, 1979
14. 조광명 : 연속적인 흐름상태에서의 여과막 활성오니법에 의한 하수처리, 대한토목학회, 제 22 권 제 2 호, pp. 105~113, 1974
15. 中操외 2인 : RLる材を用いた浸積る床による生活, 排水の處理, 用水と廢水, Vol 21, No. 9, pp. 40~45, 1979