

생물막법에 의한 양조폐수 처리에 관한 연구

은종극 · 이태호*

대구보건대학 보건위생과 · 보건환경과*

A study on the Treatment of Brewhouse Wastewater using Biological Film Process.

Jong-Geuk Eun · Tae-Ho Lee*

Department of Health Hygiene · Health Environment*
Taegu Health College

Abstract

This study was carried out to get efficient of organic material removal and wastage sludge production minimized effects on the treatment of Brewhouse wastewater using aerobic RBC and curtain biological film contact process. As a results of biofilm attachment experiment aggravation of water quality due to excessive biofilm showed after every 13 days of operating times. The concentration of BOD at raw wastewater was 3800~5300 mg/L and COD was 2300~3100 mg/L. The average BOD of effluent was maintained 18 mg/L and average COD was 26 mg/L. The result of this experiment was wastage sludge did not almost generated.

I. 서 론

유기성폐수를 처리하기 위한 본 공법은 활성슬러지 공법과 비교하면 포기조의 담체가 미생물의 부착성장에 적당한 환경을 제공하므로 고농도의 MLSS가 유지되고 교대운전으로 미생물의 자산화를 이용하여 폐기슬러지의 발생량을 최소화 할 수 있어서 슬러지 처리비용이 절감되는 효과를 얻을 수 있다.¹⁾ 폐수의 생물학적 처리방법인 호기성 생물막 공법은 실험실에서 활발히 연구되고 있을 뿐만 아니라 실제 처리장에 적용하고 있는 실정이다.^{2,3)} 생물막 공법은 활성슬러지법에 비하여 부하에 대한 적응력이 강하며, 포기조에 활성미생물을 확보하기 쉽고, 2차 침전조에서 일어나는 슬러지 팽화현상을 방지할 수 있으며 폐기슬러지 발생량

이 적다는 장점이 있다.^{4,5)} 생물막 공법은 미생물막의 탈리 현상으로 부유성 미생물이 처리수의 수질을 악화시키며, 여제의 공극을 폐색시키는 문제가 발생되기 때문에 이런 문제점을 해결할 수 있는 운전 기법의 개발이 선행되어야 한다.⁶⁾

지금까지 주로 이용되고 있는 활성슬러지 공법은 유지관리와 운전이 어렵고 동력소요가 많으며 잉여슬러지 처리비용이 많으므로 경비가 많이 들며 또한 포기조 설치에 넓은 부지가 요구되는 등의 문제점이 있다.⁷⁾ 처리장의 운전에서 있어서도 슬러지팽화 현상으로 포기조의 미생물이 유실되는 현상이 빈번하여 이를 관리할 수 있는 전문기술자가 필요하고 적정 처리를 위한 유지관리에 어려움이 있다. 그래서 기존의 공법보다 비교적 단순한 운전 조건과 최소부지에서도 적정수질을 유지할

Table 1. Characteristic of Brewhouse wastewater

Constituents	Unit	Concentration	
		Range	Average
Temperature	℃	11 ~ 26	18.5
pH		5.6 ~ 6.8	6.2
BOD ₅	mg/L	3800 ~ 5300	4900
COD	mg/L	2300 ~ 3100	2850
SS	mg/L	95 ~ 140	120
DO	mg/L	1.5 ~ 2.4	1.95

수 있는 운전기법을 개발하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

본 연구에서는 Bio-Acty 여재를 침지하여 제작한 RBC (Rotating Biological Contactor) 와 CBC (Curtain Biological Contactor) 실험장치에 양조 폐수를 유입시켜 실험한 pilot plant 실험에서 유기물 부하 및 각 운전조건에서의 처리효율을 검토하였으며 폐슬러지 극소화 운전기법을 제시하고자 하였다.

II. 실험

1. 폐수의 성상

본 실험 기간 중 유입원수는 양조장 폐수를 유입시켰으며 실험장치에 유입된 원수의 성상은 Table 1.과 같다. pilot plant의 RBC 반응 조와 CBC 반응 조에는 Bio-Acty 여재를 장착하여 여

재 단위 면적당 유기물 부하 량에 따른 제거효율 및 잉여 슬러지 발생량의 측정 실험을 수행하였다.

2. 실험 장치

본 실험에 이용된 1단계 반응조의 RBC 반응장치는 Fig.1과 같이 A조 및 B조로 2조나누의 장치하였다. 포기는 air pump와 산기 관을 이용하여 연속 포기가 되게 하였으며 반응조의 DO는 2~4 mg/L가 유지되도록 공기 주입 량을 조절하였다.

본 실험에 사용한 여재는 비 표면적과 공극율이 크고, 생화학적으로 안정하며 RBC와 CBC에 사용한 것은 서로 약간의 차이가 있으며 RBC에 사용한 여재는 두께 0.05 m 비표면적이 400 ~ 430 m²/m³이고, CBC에 사용한 여재는 두께 0.05 m 비표면적이 200~ 220 m²/m³이다. 본 실험에 사용된 RBC 및 CBC 여재의 물성은 Table 2.에 제시된 바와 같다.

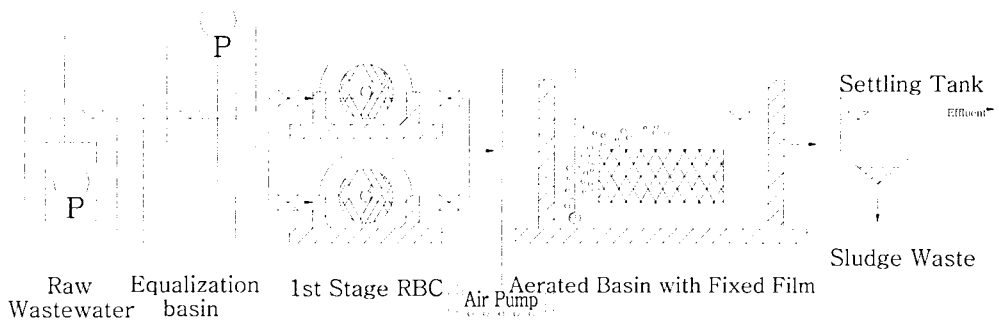


Fig. 1. Schematic flow diagram of RBC and CBC

Table 2. Characteristics of Bio-Acty media.

	Specic Surface Aera (m ² /m ³)	Density(g/m ³)	Porosity(%)
R B C	400 ~ 430	1.875	95.6
C B C	200 ~ 220	1.875	97.7

3. 실험 및 분석방법

본 실험은 pilot plant를 철판으로 제작하여 양조장의 폐수처리장 현장에설치하여 실시하였다. RBC반응조는 Fig.1과 같이 A조, B조 두조로 나누어 교대 운전을 하였고, A조에 폐수와 반송 슬러지를 동시에 유입시키고 B조에는 미생물의 자산화통하여 슬러지 감량화가 일어나게 하였다. 과부착 미생물 막의 제거를 위해서 시행하는 교대운전은 13일 간격으로 실시하였으며 폐기 슬러지 감량을 위한 침전조의 슬러지 반송은 연속적으로 실시하고 이때 원수는 유입시키지 않고 포기만을 하였다. 유입 및 유출 시료의 수질분석방법은 미국 Standard Methods⁸⁾와 환경오염 공정시험법으로 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 유입수의 수질

본 실험기간 중 유입수의 수질변화는 Fig. 2와같이 RBC 반응조의 유입수 BOD 농도범위는 3800 ~ 5300 mg/L이었으며 COD의 농도범위는 2300 ~ 3100 mg/L이었고 CBC 반응조의 유입수 BOD 농도 범위는 900 ~ 1150 mg/L이고 COD 농도 범위는 550 ~ 690 mg/L이었다.

Table 3. Method and Apparatus of wastewater analysis

Item	Method and Apparatus
DO (mg/L)	Winkler Method Azide Modification
BOD (mg/L)	Winkler Method Azide Modification
COD (mg/L)	KMnO ₄ reflux method
T-N (mg/L)	Spectrophotometric method
T-P (mg/L)	Spectrophotometric method
MLSS (mg/L)	Gravimetric method
MLVSS (mg/L)	Gravimetric method
pH	pH-meter

2. 수리학적 부하와 유기물 부하

Fig. 3은 실험기간 중 RBC반응조와 CBC반응조의 수리학적 부하 (m³/m²·d) 변동에 대한 유기물 부하량(kg/m²·d)의 관계를 나타낸 것으로 RBC반응조에서 유입 수리학적 부하량이 0.6×10⁻²m³/m²·d에서 6.0×10⁻² m³/m²·d 일때 유기물의 BOD 및 COD 부하량은 1.8×10⁻³~175×10⁻³ kgBOD/m²·d 와 13×10⁻³~124×10⁻³ kgCOD/m²·d 이고, CBC 반응조에서 수리학적 부하 량이 0.8×10⁻²~

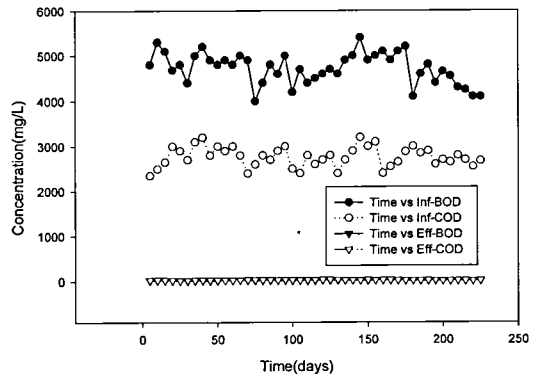


Fig. 2. BOD and COD concentration of reactor zone operating time.

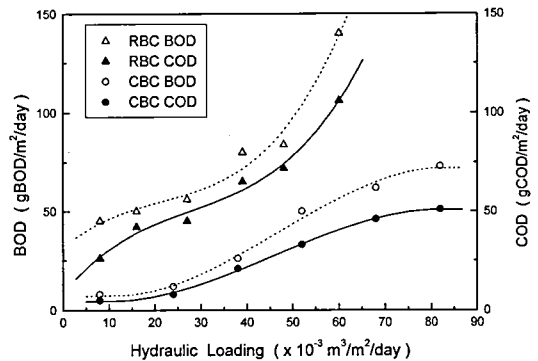


Fig. 3. Relationship between hydraulic loading rate and organic loading rate in each stage.

$8.3 \times 10^{-2} \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 일때 유기물 BOD 및 COD 부하량은 $3.9 \times 10^{-3} \sim 37.4 \times 10^{-3} \text{ kgBOD}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 와 $2.6 \times 10^{-3} \sim 25.2 \text{ kgCOD}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$ 이었다.

3. 유기물 제거 및 슬러지 감량화

양조장 폐수의 BOD 농도의 범위는 넓었지만 본 반응조를 거친 처리수의 BOD값은 동일 부하범위 내에서는 일정한 값을 유지하였다. 유입폐수의 pH는 5.6 ~ 6.8이었으며 RBC 반응조와 CBC 반응조에서는 각각 6.3 ~ 7.1과 6.8 ~ 7.4였다. 반응조내의 DO는 RBC반응조에서 1.5 ~ 3.0 mg/L가 되게 하였고 CBC반응조에서는 2.0 ~ 4.0 mg/L가 되게 조절하면서 운전하였다.

유입수량을 $0.3\text{m}^3/\text{day}$ 로하였을 때 CBC반응조 유출수의 평균BOD 농도는 18 mg/L이하로 유지되었으며, 평균 COD농도는 26 mg/L이하로 유지되었다. 유입수량이 $1.7\text{m}^3/\text{day}$ 인 경우 RBC 반응조에서 유출수의 평균 BOD는 50mg/L이하로 유지되었고, 평균 COD는 38mg/L이하로 유지되었다. 유입 부하 량이 과다한 경우에는 유출수의 농도는 불안정하고 처리 효율은 낮으므로 RBC 반응조와 CBC 반응조를 운전할 때 유입수의 부하량이 안정적으로 될 수 있도록 해야함을 알 수 있었다. 본 실험 기간 중에는 폐색 현상은 일어나지 않았으며, 폐기할 슬러지량은 소량이었다. RBC 반응조에 잉여 슬러지를 반응하여 A와 B반응조를 13일간씩 교대 운전하므로 미생물의 자산화로 인하여 미생물 막

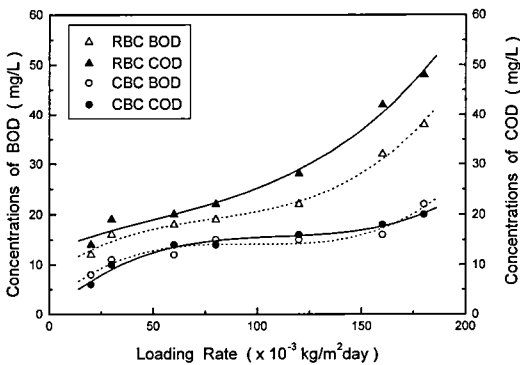


Fig. 4. Relationship between organic loading rate versus organic carbon concentration in reactor.

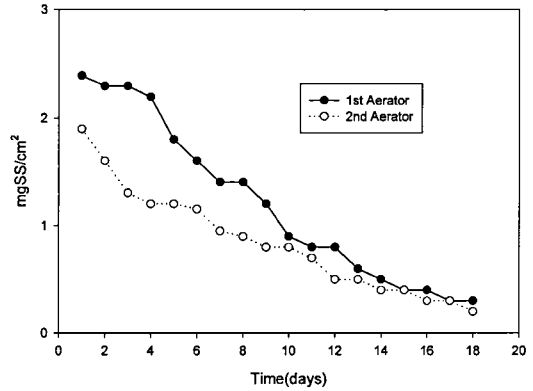


Fig. 5. Variations of VSS concentrations in endogenous stage.

의 과 증식이 억제되고, 잉여 슬러지가 감소되므로 폐기 량이 감량화되는 것으로 사료된다.

Bio-Acty 여재에 미생물 막이 형성되는 정도를 고찰하기 위하여 생성된 VSS의 양을 측정하고 결과 운전 시작후 13일 이후에는 VSS의 양이 만하 아졌으며 18일이 경과한뒤에는 미생물 막이 얇아 지고 F/M비의 저하로 인해 미생물량이 점차 감소 하였다.

Fig. 5는 인위적인 자산화공정에서 시간에 따른 VSS량을 나타내었는데 시간이 경과함에 따라 단위 면적당 그 양은 점점 감소하는 것으로 나타났다. 또한 생물 막의 두께가 줄어들 때 밀도가 적 어지고 단위 면적 당 VSS의 함량도 시간경과에 따라 미생물 량의 감소와 같은경향으로 감소하였다. 실험 기간동안 침전지의 슬러지 중에서 폐기 슬러지의 발생은 매우 적었으므로 침전지에서 직접 슬러지를 폐기하지 않았으며 슬러지 최소화 운전기법의 운전결과 폐기 슬러지를 감소시킬 수 있었다.

IV. 결론

양조장 폐수처리장에 pilot plant의 RBC반응조와 CBC반응조를 직렬로 연결설치하여 A와 B조로 나누어진 RBC반응조는 13일간씩 교대 운전하여 수리학적부하, 유기물부하와 유기물제거 및 잉여 슬러지 발생량에 관한 실험결과는 다음과 같다.

1. 본 실험 기간동안 처리수의 유입BOD농도는 4600mg/L~5300mg/L, COD농도는 2650mg/L~3100mg/L이며 RBC반응조와 CBC반응조에서 유입수량을 0.3, 0.9, 2.1 m³/d로 변화 시킬 때 처리수의 BOD 및 COD농도는 각각 12, 17, 19mg/L 와 23, 25, 28mg/L이었다.
2. RBC와 CBC를 직렬로 연결한 2단계 반응장치에서 유출수의 잔류유기물 농도를 BOD 20mg/L이하, COD 30mg/L이하로 처리 하기위 하여는 실험 결과 1단계 반응장치에서 처리효율이 80%이상 되어야하며 1단계 처리장치인 RBC 반응조에서 1m²당 BOD부하량은 1.5×10⁻¹kg/day 이고, COD부하량은 0.8×10⁻¹kg/day 였으며 2단계 처리장치인 CBC 반응조에 1m²당 BOD부하량은 1.6×10⁻¹kg/day 이고, COD부하량은 1.2×10⁻¹kg/day 이었다.
3. 슬러지 감량을 위한 포기조 교대운전 결과 실험 기간 동안의 잉여슬러지가 발생되지 않았다.

참 고 문 헌

1. Bjorn Rusten, "Wastewater Treatment with Aerated Submerged Biological Filter", JWPCF, Vol. 56, No. 4, pp424-431, 1984.
2. Kerm-Jespersen J. P. and Henze M. Biological Phosphorus Uptake under Anoxic and Aerobic Conditions, Water Research, Vol.27, No.4, 1993.
3. Hancher.C.W.,et al. "Operation of a Fluidized-Bed Bioreactor for Denitrification" Biotechnology and Bioengineering Symp.No 8 pp. 361-378, 1978.
4. Robert, W.O., and Orris, E.A., "Diffusion's Role in Regulating Rate and Masking Temperature Effects in Fixed Film Nitrification, JWPCF, Vol. 61, No. 4, pp. 500-509, 1989.
5. Wignes waran S., Balasuriya B.L. and Viraraghavan T. "Anaerobic Wastewater Treatment Attached Growth and Sludge Blauket Process." Environmental Sanitation Information Center Bangkok, Tailand, pp. 100, 1986.
6. Huang, J.C., et al., "Biofilm growth with Sucrose as Substrate," J. Environ. Eng. Div., ASCE, vol. 111, No. 3, pp. 353-363, 1985.
7. Jeris., J.S., Owens, R.W. and R .Hickey. "Biological Fluidized Bed treatment for BOD and Nitrogen removal." Journal WPCF Vol.49. PP 816-831.1977.
8. APHA, AWWA, WEF: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 18th Ed, 1992.