

## 활성탄 담체가 포함된 Jet-Loop Reactor를 이용한 종합염색폐수처리

박종탁\*, 이길호, 류원률, 조무환

영남대학교 응용화학공학과, 대구보건대학 소방안전관리과\*

전화 (053) 810-2517, FAX (053) 814-8790

### Abstract

For the effective treatment of dye-processing wastewater, JLR(Jet-Loop Reactor) with active carbon supports were investigated. BOD removal efficiency was found as 99% when influent BOD concentration of dye-processing wastewater was 400 mg/L. COD<sub>Mn</sub> of effluent removal efficiencies were found as 86~89% when these of activated sludge reactor were 62~72%. Also, color removal efficiencies were found as 84~87% when these of activated sludge reactor were 72%~77%. After JLR with active carbon supports had been used, all of the COD<sub>Mn</sub>, COD<sub>Cr</sub> and color removal efficiencies increased when chemical precipitation was done. Consequently, JLR with active carbon supports was proved to be more excellent than the activated sludge reactor.

### 서론

산업의 발전과 공업화로 인해 각종 오염 물질이 문제시되고 있는 현실에서 염색공장에서 배출되는 폐수에는 PVA(polyvinyl alcohol), 염료, 보조약품과 계면활성제를 비롯한 다량의 TPA(terephthalic acid 및 EG(ethylene glycol)등 난분해성 물질의 농도가 높아 수질환경을 악화시키고 있다. 현재 종합염색폐수에 대한 처리 방법으로 응집처리, 활성오니처리, 흡착처리, 산화처리등 여러 가지 방법이 사용되고 있으나 단독으로 충분한 처리가 곤란하여 대부분 복합 공정으로 처리하고 있다. 기존의 염색폐수 처리공정은 응집제의 과잉사용으로 인한 슬러지의 과다 발생과 활성오니 공정의 산소전달효율의 한계성으로 고농도의 염색폐수를 처리하는 시간이 길어지며 현장에서의 bulking과 scum 등의 빈번한 발생이 일어나고 있다. 또한 생활환경이 발전해 나감에 따라 염색폐수의 색도가 큰 문제점으로 부각되고 있는 등 기존 공정만으로는 효율적인 처리를 하는데 어려움이 많다. 따라서 본 연구의 목적은 기존의 1차 응집처리 후 생물학적 처리를 하던 공정을 개선하여 산소전달효율이 아주 우수하다고 알려진 JLR과 활성탄 담체를 적용한 생물학적 공정을 이용하여 종합염색폐수를 효율적으로 처리하는데 있다.

### 재료 및 방법

본 실험에는 T시 염색공단 종합염색폐수처리장 폭기조의 활성슬러지를 반응기에 15% 접종하여 사용하였다. 실제 종합염색폐수는 T시 염색공단 내에서 연속적으로 유입되고 있는 종합염색폐수를 사용하였다. 질소원과 인원으로  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 과  $\text{H}_3\text{PO}_4$ 를 사용하였으며 본 실험에 사용된 JLR의 nozzle은 상부에 고정시켜 폐수를 순환하였으며, JLR에 활성탄으로 충전된 담체를 8개 설치하여 활성슬러지조와 비교하여 보았다. 또한 JLR의 유출수를 2차 응집함으로써 난분해성 물질이 주요원인인 색도의 제거를 실험하였다. 모든 반응기의 온도는 항상  $35^\circ\text{C} \pm 2$ 를 유지하였으며, pH는 7~7.5, DO는 항상 2 ppm이상을 유지하였다. 각각의 분석방법은 standard method와 수질오염공정시험법을 따랐다.

### 결과 및 고찰

T시의 종합염색폐수처리장으로 유입되는 유입수를 분석한 결과  $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 의 농도는 602~900 mg/L, BOD는 400~580 mg/L,  $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 은 1,542~2,230 mg/L, Color 2,200~2,600으로 부하변동이 아주 심하고 난분해성 물질이 다량 함유된 색도가 심한 고농도의 폐수임을 알 수 있었다. Fig. 1은 JLR에서의 batch 실험 결과이다. 체류시간이 8시간으로 짧을 때에도 BOD는 99%이상 제거되었으며, HRT가 24hr일 때,  $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 은 740 mg/L에서 113 mg/L,  $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 은 1,800에서 311 mg/L, color는 2,267에서 487로 제거되는 결과를 얻을 수 있었다. JLR공정만으로도 기존의 활성슬러지 공정보다 뛰어난 제거효율을 얻을 수 있었지만 보다 부하변동에 안정적이고 색도 유발물질의 흡착, 또 산소전달력이 높아 풍부한 용존산소의 상태에서 미생물의 양을 증가 시켜 짧은 체류시간동안 오염원을 제거하기 위하여 JLR에 활성탄 담체를 사용하여  $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 은 740 mg/L에서 80 mg/L,  $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 은 1,800에서 250 mg/L, color는 2,267에서 370으로 보다 우수한 결과를 도출하였다. 이후 색도의 처리효율의 개선을 위하여 2차 응집처리나 흡착공정을 도입한다면 안정적이고 효율적으로 처리할 수 있는 가능성을 보여주었다. 활성탄 담체가 포함된 JLR로 체류시간을 변화해가며 실험한 결과는 BOD,  $\text{COD}_{\text{Mn}}$ ,  $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 이 유입수의 부하량이 크게 증가해도 유출수의

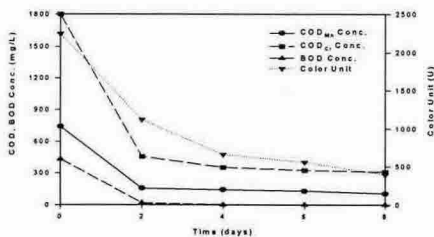


Fig. 1. Removal of BOD, COD, and color unit in batch culture of the JLR.

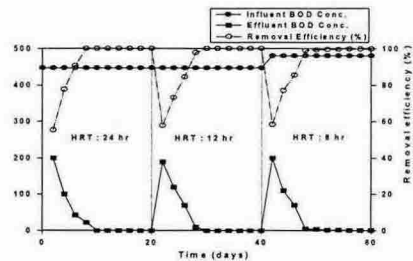


Fig. 2. Variation of BOD concentration and removal efficiency for the JLR with active carbon supports

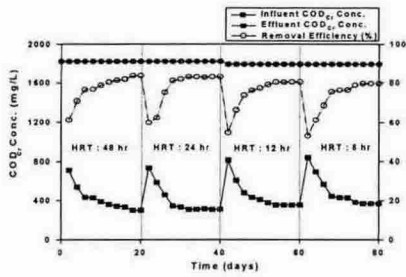


Fig. 3. Variation of  $COD_{Cr}$  concentration and removal efficiency for the JLR with active carbon supports.

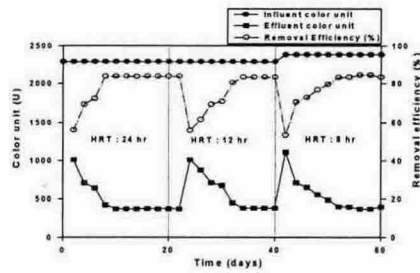


Fig. 4. Variation of color and removal efficiency for the JLR with active carbon supports

농도는 조금 상승하였으며, 처리효율도 약간씩 감소하였다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 체류시간이 8시간이었을 때에 정상상태에서의 BOD의 농도가 1 mg/L로 99% 이상 제거되었다. Fig. 3과 Fig. 4에서와 같이 활성탄 담체가 포함된 JLR을 이용하여 체류시간이 8시간으로 일정할 때  $COD_{Cr}$ 과 color의 제거효율을 각각 84%, 83%로 더욱 향상시킴으로써 부하변동이 심하고 방류량이 많으며, 다량의 유기오염원을 함유한 종합염색폐수에서 생분해 가능한 유기오염물을 짧은 체류시간안에 많은 수량을 높은 효율로서 처리 할 수 있으므로 기존의 1차 응집공정으로 인한 응집제의 과다 사용을 개선하는 생물학적인 1차 처리 공정으로 사용 할 수 있을 것으로 사료된다. Table 1은 활성슬러지공정과 활성탄 담체가 포함된 JLR의 처리 효율을 비교하여 본 결과이다. 실험 결과에 의해 활성슬러지조에 비해 본 반응기가 훨씬 우수함을 알 수 있었다. Fig. 5에서는 고농도 염색폐수를 먼저 활성탄 담체가 포함된 JLR로 생물학적처리를 한 후 2차 응집공정을 실험하였다. 반응기의 유출수  $COD_{Cr}$ 가 382 mg/L일 때 이를 응집공정을 행하여 2차 유출수 농도를 66 mg/L로 낮출 수가 있었다. 이는 JLR의 뛰어난 유기오염원의 제거능력으로 1차 처리함으로써 후 응집 공정에서 응집제의 양을 감소시킬 수 있는 것으로 보여진다. Fig. 6에서는 유출수의 color를 제거하기 위하여 2차응집 실험을 행하여 150까지 제거하였다. 색도의 제거에 있어서도 활성탄 담체가 포함된 JLR로서 선 처리후 응집공정을 거치는 것이 효율적임을 보여주고 있다.

Table 1 Comparison of effluent for different reactor

HRT(hr)	Effluent COD, BOD Concentration (mg/L )and color							
	Jet-Loop Reactor with active carbon supports				Activated Sludge Process			
	$COD_{Mn}$	$COD_{Cr}$	BOD	Color	$COD_{Mn}$	$COD_{Cr}$	BOD	Color
24	80	250	0	370	213	507	13	534
12	94	280	1	380	228	532	18	556
8	109	311	2	395	274	610	20	624

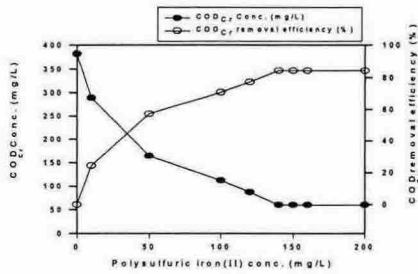


Fig. 5. Variation of COD<sub>Cr</sub> and removal efficiency with changing the amount of polysulfuric(II) conc.

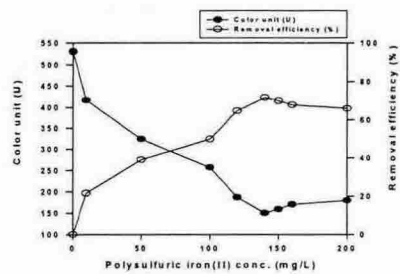


Fig. 6. Variation color and removal efficiency with changing the amount of polysulfuric(II) conc.

### 요약

본 연구는 T시에서 다량으로 배출되고 있는 종합염색폐수의 생물학적인 처리방법을 기존의 활성슬러지조에 비해 별도의 산기장치가 없는 상태에서도 산소전달효율이 뛰어나며, 기포의 표면적이 작아 용존 되어지는 산소의 양이 많고 또한, 저동력비를 갖는 JLR를 사용하여 새로운 생물학적 처리 공정을 확립하고자 하였다. 이를 이용하여 BOD의 제거효율이 짧은 8시간의 체류시간에서도 99%에 이르는 뛰어난 유기오염원의 제거효율을 얻었다. 산업의 발달로 의식수준이 점차 높아져감에 따라 생활환경이 개선되어 다량의 난분해성 물질이 주요원인인 색도가 수질의 큰 문제점으로 대두되었는데, 이를 제거하는 방법에 있어서도 기존의 1차 응집공정의 과량의 응집제 사용으로 인한 다량의 슬러지생산과 처리비용 등에 관한 문제점을 효율이 뛰어난 활성탄 담체를 포함한 JLR로서 1차 처리함으로써 응집제의 양의 감소와 87%에 달하는 색도의 제거효율을 얻을 수 있었다. 이를 다시 2차 응집하면 약 2,300의 유입수를 150으로 94%정도의 제거효율을 얻어 수질의 향상시킬 수 있었다.

### 참고문헌

1. A. A. M. Gorrafa, "Caustic Treatment of Polyester Filment Fabrics"(1980), Textile chemist & Colorist, 12(4), 83
2. M. Velan and T. K. Ramanujam, "Hydrodynamics in down flow Jet-Loop Reactor", The Canadian Journal of Chemical Engineering, vol 69, (1991)
3. AWWA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th Edition, (1971)
4. 가압부상법과 혐기성여상법을 이용한 염색폐수의 전처리에 관한 비교연구, 대한환경공학회지, Vol. 19, No. 6, pp. 763-772(1997)
5. George Tchobanoglous and Franklin L. Burton, Wastewater engineering, Metcalf and Eddy, 3rd, (1993).