

종합염색폐수처리를 위한 활성슬러지 반응기와 활성탄 담체가 포함된 Jet-Loop Reactor(JLRAS)의 비교

이길호, 류원률, 박종탁*, 조무환

영남대학교 응용화학공학과, 대구보건대학 소방안전관리과*

전화 (053) 810-2517, FAX (053) 814-8790

Abstract

본 연구는 종합염색폐수처리장으로 유입되는 염색폐수를 원활히 처리할 수 있는 반응기를 찾아내고자 각 반응기의 성능 및 제거효율, 안전성등을 조사하였다. 선행된 연구에서 종합염색폐수를 1차 생물학적 처리를 위하여 활성슬러지 생물반응기를 통하여 처리한 것보다 활성탄 담체를 이용한 Jet loop reactor(JLRAS)를 개발하여 처리한 것이 더욱 제거효율을 향상시켰다. 본 연구에서는 활성탄 담체를 이용한 Jet loop reactor를 이용함으로써 F/M ratio가 크게 증가하여 2.3일 때 feed의 증가량에 따른 JLRAS에서 보다 높은 비기질제거율을 보여주고 있으며 COD_{Mn}/BOD ratio를 조사하여 유출수에 난분해성 물질이 많이 제거되어지고 COD_{Mn} loading rate, 즉 부하변동에 따라서도 안정한 수질을 얻을 수 있는 것을 알 수 있었다.

서론

성상이 다르고 난분해성 물질이 다량 포함된 종합염색폐수에 대해 기존의 1차 응집 처리 후 생물학적 처리를 하던 공정을 개선하여 산소전달효율이 아주 우수하다고 알려진 Jet Loop Reactor(JLR)와 이에 활성탄담체를 첨가한 반응기(Jet Loop Reactor with Activated Carbon Supports, JLRAS)을 적용한 생물학적 공정을 이용하여 종합염색폐수를 효율적으로 처리할 수 있는 효율적인 공정을 개발하고자 한다. 또한 이들 공정의 처리 효율을 보다 우수하게 유지하기 위하여 운전상의 주요 문제가 되고 있는 Bulking을 효과적으로 방지할 수 있는 공정상의 기술과, 심미적 요인 색도 까지 제거 할 수 있는 처리공정을 모색하여 종합염색폐수로 인한 수질환경의 오염을 예방하고자 한다

재료 및 방법

본 실험의 종합염색폐수는 T시 염색공단 내에서 연속적으로 유입되고 있는 종합염색폐수를 사용하였다. JLR의 nozzle은 상부에 고정시켜 폐수를 순환하였으며, JLR

에 활성탄으로 충전된 담체를 8개 설치하여 활성슬러지 반응기와 비교하여 보았다. 각각의 분석방법은 standard method와 수질오염공정시험법을 따랐다.

결과 및 고찰

Fig. 1에서 Air-lift반응기 산기관의 공기주입속도를 증가시키고 또한 Jet loop reactor의 순환속도를 증가시켜 가면서 비교한 결과를 나타내었다. 보는 바와 같이 Jet loop reactor는 공기를 주입하지 않고도 우수한 산소전달효율을 보였고 순환비가 증가할수록 산소전달율이 높아짐으로 이 반응기의 산소전달율은 순환비에 따라 증가한다는 것을 알 수 있었다.

유입수 변화에 대한 각 반응기의 성능비교

Fig. 2에서는 각 반응기의 F/M ratio ($\text{kg COD}_{\text{Mn}} / \text{kg MLSS} \cdot \text{day}$)를 0.05~2.3로 하여 활성슬러지 반응기, JLR, 그리고 활성탄 담체를 이용한 JLR에서의 비기질제거속도를 관찰하였다. 각각의 반응기에서 비기질제거율은 97%, 99%, 그리고 100%로 비슷하며 일정한 제거율을 보여주고 있다. 그리고 COD_{Mn} loading rate ($\text{kg COD}_{\text{Mn}} / \text{M}^3 \cdot \text{day}$) 변화에 따른 유출수의 COD_{Mn} 의 농도를 Fig. 3에 나타내었다. 활성슬러지 반응기, JLR, 그리고 활성탄 담체를 이용한 JLR에서 COD_{Mn} loading rate가 각각 0.39~2.19, 0.39~2.19, 그리고 0.79~2.37의 범위로 하여 처리한 경우 처리수의 COD_{Mn} 값은 207~274, 100~145, 그리고 80~109 mg/L이었다. 위의 COD_{Mn} loading rate의 범위 내에서 활성탄 담체를 이용한 JLRAS는 기울기가 18, JLR은 24. 또 활성슬러지 반응기는 36으로 활성탄 담체를 이용한 JLR이 부하변동에 따른 안정한 수질을 얻을 수 있는 것을 알 수 있다. 원수와 유출수의 $\text{COD}_{\text{Mn}}/\text{BOD}$ ratio를 나타

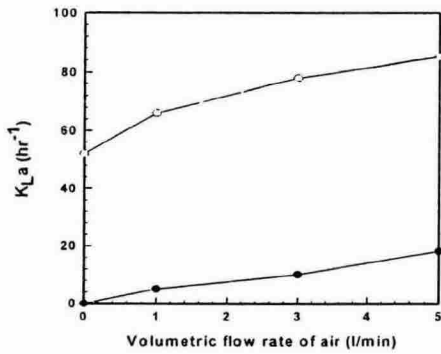


Fig. 1 Influence of volumetric flow rate of air on K_{La} .

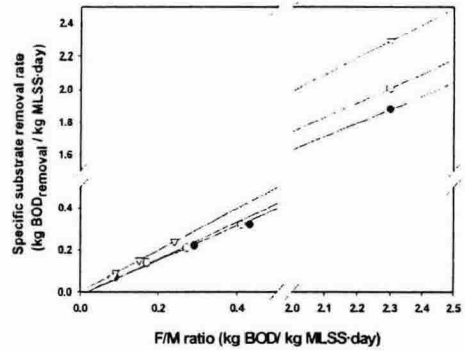


Fig. 2 Variation of Specific substrate removal rate. ●-Activated sludge reactor ○-JLR ▽-JLRAS

넨 Fig. 4의 결과에서 종합염색폐수처리장으

로 유입되어지는 원수의 COD_{Mn}/BOD ratio는 1.79이었으나 활성슬러지 반응기로 처리한 후 6.3, JLR로 처리후 32.3, 그리고 JLRAS로 처리후 72.5로 증가하였다. 여기서 JARAS가 유입수 중 BOD 성분을 상당히 제거하나 유출수에 난분해성 물질이 많이 포함되어 있는 것을 알 수 있다. 폭기조 내에는 세균의 농도가 급격히 증가하는데 COD_{Mn} loading rate 0.39에서 $2.19 \text{ kg } COD_{Mn}/M^3 \cdot \text{day}$ 까지 증가함에 따라 MLSS가 약 1,500~2,500 mg/L더 증가하였으며 이런 세균의 증가는 편모충류의 수를 증가시켜 슬러지를 형성하지 않게 된다. 따라서 폐수처리 상등액 즉 방류수에 무수한 편모충류가 세균과 함께 부유되어 방류되므로 방류수가 반응기내가 안정화되어질 때까지 혼탁해지게 되고 방류수의 SS, BOD가 증가된다.

COD_{Mn} loading rate의 변화에 따른 안정화 효과

① High COD_{Mn} loading rate로의 급격한 변화

Fig. 5에서 활성슬러지 반응기내의 제거효율로 보아 그 안정한 상태로의 회복이 많은 시간을 필요로 하는 것을 알 수 있다. 활성탄 담체를 이용한 JLR에서는 실험기간내 약 9~10일 정도에 반응기내의 안정화를 찾고 있다. 이는 활성탄 담체에 흡착된 많은 양의 미생물이 유기물의 증가에 따라 급격히 안정적으로 증식하여 유기물 부하량의 증가에 잘 대처하는 것으로 보여진다.

② Low COD_{Mn} loading rate로의 급격한 변화

높은 COD_{Mn} loading rate($2.19 \text{ kg } COD_{Mn}/M^3 \cdot \text{day}$)에 적용되어진 반응기가 급격하게 낮은 COD_{Mn} loading rate($0.39 \text{ kg } COD_{Mn}/M^3 \cdot \text{day}$)로 변화가 된다면 미생물반응

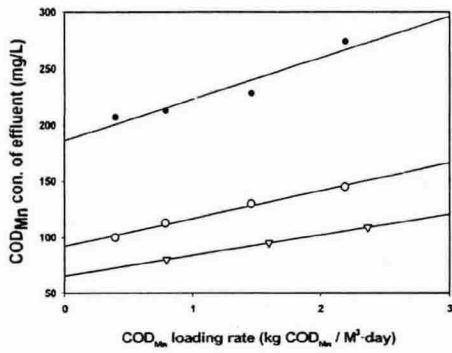


Fig. 3 Variation of COD_{Mn} concentration of effluent. ● - Activated sludge reactor ○ - JLR ▽ - JLRAS

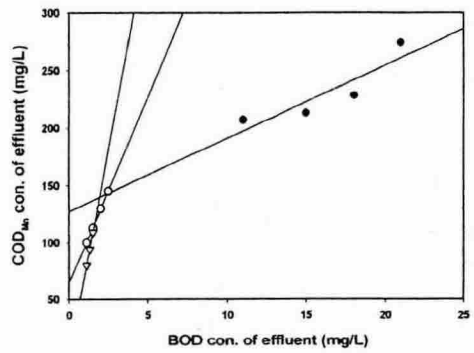


Fig. 4 Variation of COD_{Mn} / BOD ratio. ● - Activated sludge reactor ○ - JLR ▽ - JLRAS

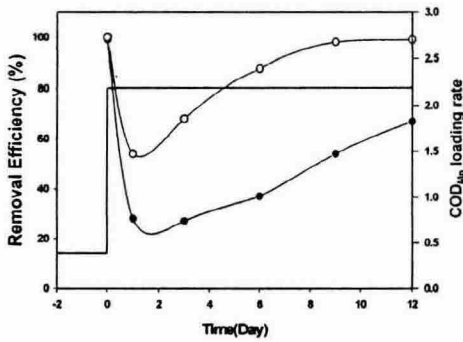


Fig. 5 Changing of COD_{Mn} removal efficiency after increase step change of COD_{Mn} loading rate. -●- Activated sludge reactor -○- JLRAS

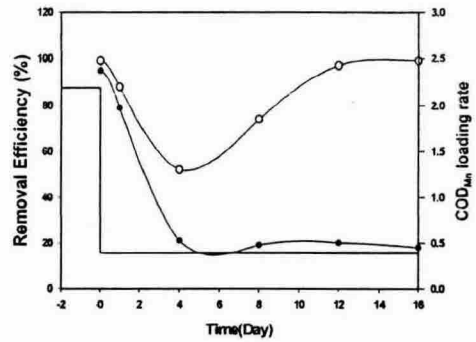


Fig. 6 Changing of COD_{Cr} removal efficiency after decrease step change of COD_{Cr} loading rate. -●- Activated sludge reactor -○- JLRAS

기내는 상당히 많은 문제점을 유발하게 된다. COD_{Mn} loading rate가 낮아지면 대수 증식 대신에 미생물의 자가산화가 일어나므로 대체로 슬러지의 침강성은 우수해진다고 보지만 급작스럽게 COD_{Mn} loading rate가 낮아지면 슬러지 벌킹현상을 유발시키게 된다. 이는 사상균의 성장을 유발하고 이후 침전조의 침전속도가 느려지며 슬러지의 농축성이 크게 나빠진다. Fig. 6에서 활성슬러지 반응기는 2차 그래프상 많은 시간이 경과후 안정화 될 것처럼 보여지지만 실상 반응기내에는 상당한 벌킹현상을 보이며 좀처럼 실험기간 안에 안정화 될 것 같지 않았다. 하지만 활성탄 담체를 가진 JLR내에서는 처음에서 상당히 많은 용액중의 미생물이 유실되었지만 이내 발생되어진 미생물들이 활성탄에 흡착되어지고 활성탄내에 존재하는 양호한 활성슬러지의 성장으로 다시 안정화되어지는 것을 볼 수 있다.

요약

활성탄 담체를 이용한 Jet loop reactor를 이용하여 종합염색폐수의 1차적인 생물학적인 처리를 실행한 후 응집공정을 도입하면 기존의 공정보다 운전비 및 부지면적이 아주 작아지고 또한 후 응집공정과정에서 약품비를 효과적으로 절감하여 전체적으로 효율적인 유기오염물의 제거가 가능해지고 경제적인 절감을 가져왔다. 각 반응기에 대하여 혼합액 중 용존산소 농도의 영향이나 유입수 변화에 대한 성능을 분석하여 본 결과 JLR이 활성슬러지 반응기보다 훨씬 안정적인 생물학적 조건을 형

성하는 것으로 보인다. 유입수 변화에 대한 반응기내의 안정화 효과를 조사하기 위하여 정상상태로부터 높은 F/M ratio로 급작스레 변화하거나 낮은 F/M ratio로 변화 할 때 JLRAS는 안정화된 상태로 가장 빠르게 회복되었다.