

PF4 고도산화방법 조합에 따른 염색폐수의 COD 및 색도 제거

이상호*, 김선희, 배준삼
상명대학교 토목환경공학과

1. 서 론

폐수의 종류가 다양하고 폐수의 성질의 일관성이 없으며 탈색이 곤란하고 용존 화약약품과 난분해성 물질을 함유하고 있는 염색폐수는 생물학적 방법으로는 COD, TSS 등의 처리효율이 좋지 못하며 색도의 처리가 잘 이루어지지 않는다. 특히 색도는 미관상 불쾌할 뿐만 아니라 수중의 일광투과를 막아 탄소 동화작용을 저해함으로써 수질생태계에 영향을 미치며 미생물에 의한 자연정화작용을 방해하여 하천의 오염도를 증가시킬 우려가 있다.

폐수의 구성성분이 매우 다양하고 색도를 제거하기 위해 여러 다양한 고도처리방법이 존재하고 있으나 요구되어지는 RFP상의 수질기준을 만족하기 위해서 펜톤산화와 오존산화방법을 선택하였다. 그러나 이들 공정을 단일공정으로 이용하면 많은 약품소비량이 요구되고 염색폐수 안에 들어있는 난분해성 유기물질과 색도를 기준에 만족할 만큼 제거하지 못한다.

펜톤산화를 적용하여 염색폐수를 처리하면 유기물의 제거정도는 효율적이지만 Color의 제거는 RFP상의 수질기준을 만족하지 못하고 오존산화방법을 단독으로 이용하여 염색폐수를 처리하면 Color의 제거는 탁월하지만 일부 유기물과는 반응이 느리거나 어떤 유기물과는 전혀 반응하지 않는 결점이 있어 유기물의 산화는 색도의 제거만큼이나 효과적이지 못하다.

그러므로 각각의 처리방법의 장점을 이용해 펜톤산화와 오존산화의 연계처리를 적용하여 RFP상의 수질기준을 만족할 수 있는 가장 적합한 조합공정 적용성을 검토하였다.

2. 재료 및 실험방법

본 연구에서는 B공단 염색폐수 처리시설의 순산소포기조를 거친 후 침전 없이 Fenton 공정으로 유입되는 염색폐수와 생물학적으로 염색폐수를 처리한 침전조없이 체류시간이 4시간인 Pilot Plant 유출수를 대상폐수로 하였다.

대상염색폐수를 RFP상의 수질기준을 만족하기 위한 가장 적합한 조합공정 적용성을 검토하기 위해 실험의 순서를 펜톤산화를 전처리로 두고 오존산화를 후처리로 하는 방법과 오존산화를 전 공정으로 하고 펜톤산화를 후 공정으로 하는 두 가지 경우로 나누어 실험을 수행하였다. 펜톤산화공정을 전처리 공정으로 둔 경우 펜톤반응이 끝난 처리수의 상등액을 취하여 오존산화를 적용하였으며 오존산화를 전처리 공정으로 둔 경우도

마찬가지로 오존반응이 끝난 처리수의 상등액을 취하여 펜톤실험을 적용하였다.

펜톤반응은 반응초기에 FeCl_2 를 전량 주입하고 12분 후에는 H_2O_2 를 전량 투입하였다. FeCl_2 를 주입한 후 pH를 5.5로 조정하였고 H_2O_2 주입 후에는 pH를 3.5로 조정하고 마지막 29분에는 pH를 5.5로 조정하였다. 시료와 펜톤시약의 효율적인 반응을 위하여 Jar-tester를 이용하여 120rpm으로 반응시켰다. 전체 반응시간은 40분 동안 반응시켰다.

오존반응에 사용된 실험기구로는 오존반응조, UV Digital Ozone Monitor, 오존발생기 등이 사용되었다. 오존반응기조의 총 용량은 6.3L이고 아크릴 재질을 이용하여 반응기를 제작·설치하였다. 99%의 순산소를 이용하여 오존을 발생시켰으며 오존발생기는 g/hr의 오존을 발생시킬 수 있는 Triogen Ozonia를 사용하였다. 1시간동안 오존주입유량을 2L/min으로 고정시킨 후 지속적으로 염색폐수에 오존을 주입시켜 주었다. 실험동안 UV Digital Ozone Monitor는 오존의 농도를 측정하기 위해 공기를 흡입하기 때문에 폐수 등의 역류를 주의하여 실험하였다.

펜톤산화와 오존산화를 연계처리하여 실험할 때 주입된 펜톤시약 주입량은 현장으로부터 얻은 주입량을 적용하였고 오존주입량은 전체용량을 4L로 하여 $50\text{g}/\text{m}^3$ 를 주입하였다. 대상폐수의 수질 상태를 알아보기 위해 실험 전 COD와 Color를 분석하였고 각각의 단일공정을 적용한 후 처리수의 상정액에 대한 COD와 Color를 분석하였다. 연계처리를 적용한 후에도 상정액의 COD와 Color를 분석하였다.

3. 결 론

3.1 펜톤처리 후 오존처리

B공단 염색폐수 처리시설의 순산소포기조를 거친 후 Fenton 공정으로 유입되는 염색폐수와 생물학적으로 염색폐수를 처리한 Pilot Plant유출수를 이용하여 펜톤산화와 오존산화를 연계처리하여 실험한 결과값을 표 1에 나타내었다. 단독이라고 표시한 것은 펜톤산화만을 적용한 것이고 연계라고 표시한 것은 펜톤산화와 오존산화를 순차적으로 적용한 처리수를 분석한 결과이다.

염색폐수를 펜톤산화와 오존산화를 순차적으로 연계처리 한 결과 두 가지 대상폐수는 각각 COD와 Color의 높은 처리효율을 보이고 있다.

펜톤산화를 전처리 공정으로 하여 적용한 결과 COD와 Color는 각각 70%이상의 높은 처리효율을 보이고 있으나 처리된 수질의 결과가 목표인 RFP상의 수질기준은 만족하지 못하고 있다. 실험에 사용된 펜톤시약은 현장에서 사용하고 있는 현장시약 주입비로 경제적인 면과 처리효율을 모두 고려하여 산출된 최적의 펜톤시약 주입량이다.

만약 오존산화와 연계처리를 적용하지 않고 펜톤산화만을 단독으로 적용하여 RFP상의 수질기준을 만족하려면 실험에 사용된 펜톤시약 투입량보다 더 많은 시약을 주입하여야 한다. 하지만 과도한 약품사용량으로 인해 경제적으로 부담이 되고 반응하지 않고 남은 물질에 대한 부반응과 방해 작용으로 인해 처리효율이 저감될 수 있고 대량의 슬러지 발생에 따른 처리비용도 증가할 수 있다. 그러므로 RFP상의 수질결과를 만족시키고 효율을 높이는 대안으로 오존산화를 펜톤산화와 연계처리하여 실험한 결과 처리된 COD와 Color는 모두 RFP의 수질기준을 만족하고 있다.

Table 1. 펜톤산화와 오존산화를 순차적으로 적용한 처리수의 COD, Color 처리결과

조건	Raw WW			Fenton			O ₃			비고
	COD _{cr} (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	Color ADMI	COD _{cr} (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	Color ADMI	COD _{cr} (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	Color ADMI	
순산소 포기조 유출수	668.5	124.1	1259	149	44.3	135	-	-	-	단독
				-	-	-	81.5	26.6	30	연계
Pilot Plant	532.5	121.4	965	117	37.5	150	-	-	-	단독
				-	-	-	72	23.1	25	연계

3.2. 오존처리 후 펜톤처리

각각의 처리방법의 장점을 이용해 펜톤산화와 오존산화의 연계처리를 적용하여 RFP상의 수질기준을 만족할 수 있는 가장 적합한 조합공정을 판단하기 위한 실험방법 중 하나인 오존산화와 펜톤산화를 연계처리한 결과값을 표 2.에 표시하였다.

오존산화를 전처리 공정으로 펜톤산화를 후처리 공정으로 연계처리하여 실험한 결과 전체적으로 좋지 못한 결과를 얻었고 RFP상의 수질기준을 만족하지 못하고 있다.

오존산화를 전처리 공정으로 적용한 결과 유기물의 제거효율이 20%정도로 염색폐수 안에 들어있는 유기물은 거의 제거하지 못하는 것으로 나타났고 색도는 펜톤산화를 전처리공정으로 적용한 결과와 비슷하게 80%정도의 제거효율을 보이고 있다. 하지만 펜톤 산화를 오존산화의 후처리 공정으로 적용한 결과 전처리 공정으로 적용하여 얻은 염색 폐수의 제거보다 낮은 제거율을 보이고 있다.

Table 2. 오존산화와 펜톤산화를 순차적으로 적용한 처리수의 COD, Color 처리결과

조건	Raw WW			O ₃			Fenton			비고
	COD _{cr} (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	Color ADMI	COD _{cr} (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	Color ADMI	COD _{cr} (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	Color ADMI	
순산소 포기조 유출수	644.5	179.9	1270	520.5	139	285	-	-	-	단독
				-	-	-	159.5	61.2	185	연계
Pilot Plant	605	170	920	472.5	128.5	145	-	-	-	단독
				-	-	-	144	57.5	145.4	연계

4. 요약

두가지 처리방법을 연계처리하여 실험한 결과 펜톤산화를 전처리로 적용하여 실험한 경우가 COD와 Color의 제거면에서 더 높은 처리효율을 보이고 있으며 본 연구의 실험 목적인 RFP상의 수질기준을 만족하였다.

배출수 수질 기준이 강화된 RFP상의 수질기준을 만족하기 위한 고도산화방법의 연계 처리방법 중 오존산화와 펜톤산화를 조합한 결과 유기물과 색도를 고루 제거하는 펜톤 산화를 전처리 공정으로 적용하고 유기물의 제거보다는 색도제거에 더 효율적인 오존처

리 공정을 후처리로 둔 조합공정이 더 적합한 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 김영규, 이문백, 라덕관, 2000, 오존산화법에 의한 침출수의 색도 및 COD 제거, 한국폐기물학회지, 17(7), pp. 809-815
- 이종현, 박재홍, 남혜옥, 김영규, 박태주, 2000, 고급산화에 의한 유기안료폐수의 난분해성 유기물과 색도제거 특성, 한국물환경학회지, 16(1), pp. 77-86
- N. Azbar, T. Yonsr, K. Kestioglu, 2004, Comparison of various advanced oxidation process and chemical treatment methods for COD and Color removal from a polyester and acetate fiber dyeing effluent, Chemosphere 55, pp. 35-43