Ti/Pt 전극을 이용한 염색폐수의 전기화학적 탈색효과

차진우, *홍영기, 배기서

충남대학교 공과대학 섬유공학과, *(주)선진인더스트리

1. 서론

현재 전국의 염색폐수 발생업체가 약 1,500여개로서 전체 폐수 배출업체의 4%를 차지하지만 폐수 방류량은 하루 55만톤으로 전체 폐수 방류량의 21%를 차지하고 있는 실정으로 이러한 염색 폐수의 처리에 있어서 기존의 폐수 처리방법에 의한 비용이 약 10~20만원/톤 소요되고 있다. 따라서 처리비용을 감소시키면서 보다 높은 처리 방법의 개발이 절실히 요구되어지고 있다.

염색폐수에는 각종 색상을 비롯, 염료와 합성세제등 분해가 잘 되지 않는 오염물질을 포함하고 있어 다양한 폐수 처리방법이 제시되고 있다. 일반적으로 기존의 물리/화학적 처리방법인 응집침전법, 생물학적 처리방법, 전자빔을 이용한 폐수처리방법 및 전기산화법에 의한 방법등이 있다. 전기산화법의 경우 양극과 음극에서 일어나는 산화·환원 반응의 전기화학적 반응을 이용하여 난분해성의 물질을 처리하는 방법으로서, 전기 산화법을 이용한 처리에는 양극산화법(anodic oxidation), 전기투석법(electro-dialysis), 전기부상법(electro-flotation), 전기응집법(electro-coagulation), 음극환원법(cathodic reduction)등이 적용되고 있다. 또한 전기산화법에 의한 처리는 기존의 물리화학적 처리방법에 비하여 저온조작, 빠른 반응속도, 고가 또는 유해한 산화제 불필요 등의 장점이 있다고 알려져 있다.

따라서 본 연구에서는 염료의 탈색효과에 미치는 영향인자 즉, 염료의 농도, 전해질의 종류 및 농도, 전압의 크기에 있어서의 영향을 알아보고, 공장에서 실제 배출되고 있는 염색폐수를 일부 수거하여 적정조건에서의 탈색효과를 알아보고, 본 기술의 실용화의 가능성을 검토하고자 한다.

2. 실험

2.1 염료의 구조 및 실험장치

산성염료, 반응성염료, 직접염료, 배트염료, 분산염료에 대해 기본적인 탈색실험을 한 결과 산성염료, 반응성염료 및 직접염료가 높은 탈색효과를 나타내어서 본 실험에서는 반응성염료인 Remazol Red RB gran 133 (C.I. Reactive Red 198)을 사용하였다.

실험장치로서 사용된 전극은 Pt/Ti 전극 (70×170㎜)을 사용하였으며, 전해조는 아크릴로 제작(20 ℓ)하였고, 펌프를 사용하여 순환식 전기분해장치를 구성하였다.

2.2 실험방법

염료의 농도가 탈색에 미치는 영향을 알아보기 위해 각각 0.1, 0.06%, 0.01%의 농도로 설정하였고, 전해질은 NaCl, NaOH, Na_2SO_4, HCl 등을 사용하여 농도에 따른 탈색의 정도 변화를 검토하였다. 또한 전압의 세기 및 전류의 변화에 따른 탈색 효과를 검토하였다.

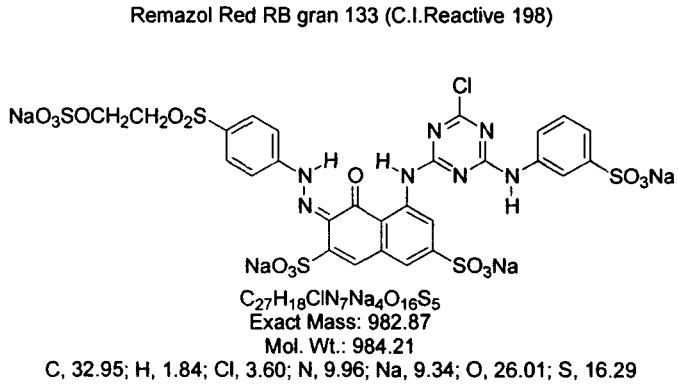

Fig 1. Chemical structure of Remazol Red RB gran 133

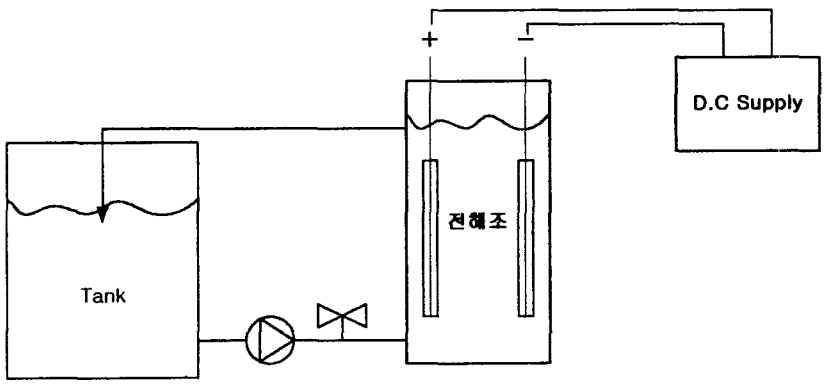

Fig. 2 Scheme of electrolysis apparatus for Dye waste water.

2.3 측정방법

UV/Vis spectrophotometer를 이용하여 염료에 대해 농도에 따른 UV Absorbance의 calibration curve를 작성하여, 전기처리시 각각의 조건에 대한 염액의 농도변화를 측정하였

다. 또한 탈색의 효과를 비교하기 위하여 시간에 따른 일정파장에서의 UV 흡수값에 대해서 다음식에 의해 계산하였다.

$$\text{Decolorization}(\%) = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100$$

(A_0 : 초기 absorbance(%), A_1 : 처리후 absorbance)

3. 결과 및 고찰

3.1 염료의 농도에 따른 탈색의 효과

그림 3은 전해질 NaCl 0.5%, 전압 10V의 조건하에서 염료의 농도를 각각 0.01%, 0.06%, 0.1%로 하였을 경우의 탈색효과를 나타낸 그래프로서 염료의 농도가 높을수록 시간에 따라 색소제거율이 일정해지는 결과를 얻었다. 또한 농도의 감소는 초반 10분까지는 급격히 감소하다가 그 후에는 농도의 감소가 거의 일정해졌으며, 색소 제거율의 경우 염료 농도 0.01%의 경우 초반 5분까지는 98%이상 제거되었지만 그 후에는 감소되어 77.7%의 색소 제거율을 나타내었다.

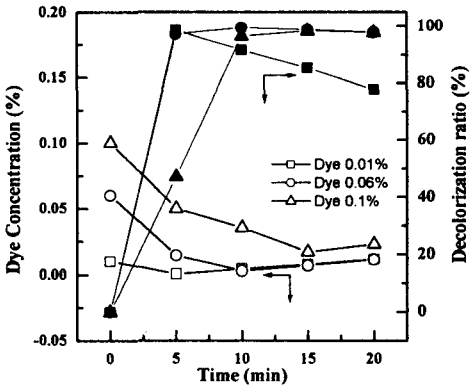

Fig. 3 Effect of decolorization for concentrations of Dye.

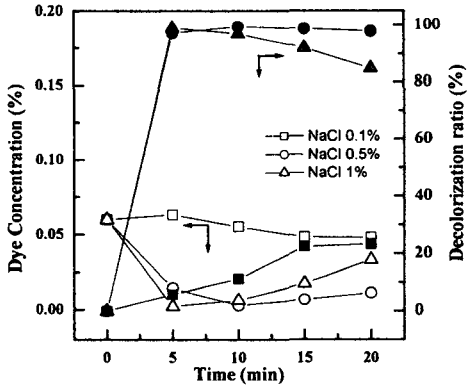

Fig. 4 Effect of Decolorization for concentrations electrolyte.

3.2 전해질의 종류 및 농도에 따른 탈색의 효과

Fig. 4는 염료의 농도 0.06%, 전압 10V의 조건하에서 전해질의 농도를 0.1%, 0.5%, 1%로 변화시키면서 탈색효과를 나타낸 그래프이다. 전해질의 농도가 옅은 경우에 시간에 따른 염액의 농도는 거의 변화없었으며, 색소제거도 20%정도밖에 미치지 못했다. 전

해질의 농도가 1%의 경우 5분 후에는 색소 제거율이 다소 감소하는 경향을 나타내기도 하였다. 따라서 전해질의 농도가 높을수록 반응속도가 빨라지며, 색소 제거율 또한 높게 나타남을 알 수 있었다.

3.3 전압의 세기에 따른 탈색의 효과

Fig. 5는 염료 농도 0.06%, 전해질 농도 0.5%의 조건하에서 전압의 크기에 따라 탈색에 미치는 영향을 나타낸 그래프이다. 전압의 세기에 있어서 10V 이하에서는 염액의 농도변화 및 색소 제거율에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

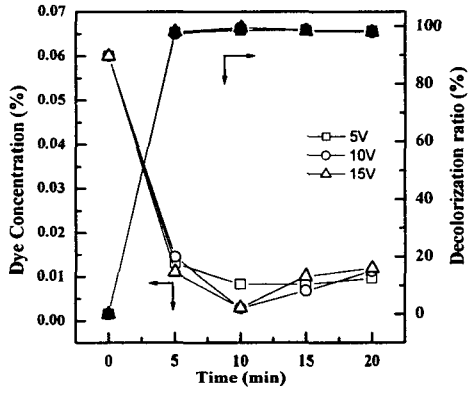

Fig. 5 Effect of decolorization for DC volts.

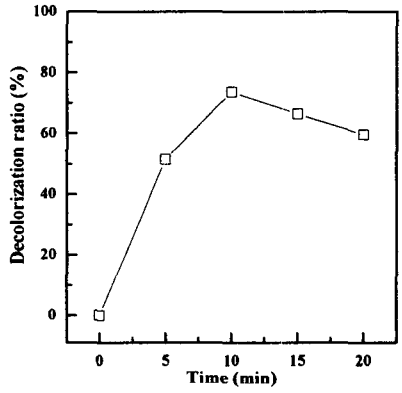

Fig. 6 Effect of decolorization for dye waste waters

3.4 염색폐수의 탈색의 효과

Fig. 6은 공장에서 배출되는 염색폐수를 수거하여 탈색 실험을 한 그래프로서 전해질 0.5%, 전압 10V로 처리하였을 경우 탈색 효과를 나타낸 그래프로서, 처리시간 10분동안 빠른 반응속도로 탈색이 이루어졌으며 그 후는 색소 제거율이 감소하는 경향을 나타내었다.

또한 전기분해후 슬러지의 발생이 높게 나타나는데 이것은 염색폐수내에 존재하는 침전물과 전기분해시에 염료와의 반응에 의해 슬러지 발생이 증가되는 것으로 판단된다.

4. 결론

염료의 탈색효과에 있어서 염료의 농도가 짙을수록 색소 제거에 요구되는 시간과 전력이 만이 소요되는 것으로 판단되었다. 또한 전해질의 경우 NaCl이 높은 색소 제거율을 나타내

었으며 농도가 높을수록 탈색반응속도가 높아짐을 알 수 있었다. 전압의 경우 낮은 전압에서는 색소 제거에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타내었다.

현장에서 배출되는 염색폐수의 경우도 높은 색소 제거율을 나타내었으므로 전기분해를 이용한 염색폐수의 탈색은 실용 가능성이 매우 높다고 판단된다.