

OG1 Fe 응집과 펜톤산화에 의한 염색폐수 처리 최적 조건 및 영향인자 도출

김유미*, 이상호, 문혜진¹

상명대학교 토목환경공학부, ¹(주)이바이오텍

1. 서 론

Fenton 반응은 산화 및 응집반응의 결합공정으로 Lau *et al.* (2001)는 UASB(Upflow Anaerobic Sludge Blanket)로 처리된 침출수를 대상으로 COD 제거율이 Fenton 산화에 의해 약 14%, Fenton 응집 침전에 의해 약 56%로 과산화수소와 철염(Fe^{2+})이 응집에 시너지 효과(Synergistic effect)를 일으킨다고 밝힌바 있다.

한편, 응집공정을 펜톤산화 공정의 전처리로서 도입하여 유기물 제거효율과 경제성을 평가한 연구들이 진행되었다(김 등, 2001; 이 등, 1997; 원 등, 2000). 응집제는 가격이 저렴하고, 침강성이 우수하며, 슬러지 발생량이 적고, 또한 펜톤산화 공정에서 사용되는 촉매가 철염(Fe^{2+})이므로 응집공정에서 응집제가 잔류하여도 철염(Fe^{3+})을 같은 목적으로 사용할 수 있을 것으로 판단되어 $FeCl_3$ 가 주로 적용되었다.

본 연구는 난분해성 염색폐수를 대상으로 Fe^{3+} 에 의한 응집과 펜톤산화를 순차적으로 적용함으로써 COD 및 색도의 제거를 획기적으로 개선할 수 있는 새로운 처리공정의 개발을 목표로 수행하였다.

2. 연구 방법

대상 염색폐수를 철을 이용한 응집 반응의 적정 pH 조건을 도출하기 위해 $FeCl_2$ Hisol ($Fe_2(SO)_3$ 의 상품명), $FeCl_3$ 세 가지의 철 응집제를 사용하여 반응 pH를 4~9로 변화시켜 COD_{Cr} 및 색도의 처리효율을 비교하였다. 각 응집제를 철 기준 260ppm(4.68mM)과 240ppm(4.32mM)의 두 가지 경우로 나누어 수행하였으며, Jar-tester를 이용하여 120rpm으로 30분 동안 반응시켰으며, 침전을 위한 pH는 5.5로 하였다.

또한 Fe(III)응집공정과 펜톤 산화 공정의 연계처리에 따른 처리효율을 알아보기 위해 Hisol에 의한 응집공정과 펜톤 산화 공정을 연속적으로 한 연속 반응(Sequential reaction)의 경우와 Hisol에 의한 응집공정 후 1시간 침전시킨 후 상정액을 펜톤 산화시킨 비연속 반응(Separate reaction) 경우로 나누어 실험하였다. 전체 반응시간은 29분으로 Hisol 투입 후 pH 5.5로 조정하여 5분 동안 반응시킨 후 펜톤 시약을 투입하고 pH 3.5에서 29분까지 Jar-tester를 이용하여 120rpm으로 반응시켰다. 반응이 종료된 후에는 pH를 5.5로 조정하여 침전시킨 후 상정액을 분석하였다. 연속 반응의 경우, 시약 투입량을 현장 투입비를 기준으로 하여 Hisol, $FeCl_2$, H_2O_2 을 각각 1.1mM, 1.5mM, 1.1mM을 투입하였다. 비연속 반응은 Hisol을 1.1mM 투입 후 반응시켜 침전시킨 후 상정액의 COD_{Cr} 농도를 기준으로 $FeCl_2$ 와 H_2O_2 의 투입량을 1.3mM과 0.7mM로 결정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 응집 반응에서의 철에 의한 최적 처리조건

대상 염색폐수를 FeCl_2 , FeCl_3 , Hisol로 응집·침전시킨 결과를 비교해보면, 전체적으로 2가 철인 FeCl_2 를 응집제로 사용한 결과보다 3가 철인 FeCl_3 와 Hisol을 응집제로 사용한 경우가 COD_{Cr} 및 색도 제거에 더 효율적이었다.

응집제 종류별로 비교하면 FeCl_2 는 pH 6에서 처리효율이 가장 낮았으며, pH 8이상의 높은 pH범위에서 효율이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. FeCl_3 는 이와 반대로 pH 6 이하의 pH 범위에서 COD_{Cr} 및 색도의 처리효율이 높게 나타났다. 또한 Hisol의 경우는 COD_{Cr} 는 대상 pH 범위에서 큰 변화 없이 일정수준을 유지하면서 FeCl_3 와 비슷한 처리효율을 보이고 있고, 색도는 높은 pH 범위에서 처리효율이 높게 나타났다.

3.2. Fe(III) 응집공정과 펜톤산화 공정의 연계처리에 따른 처리효율

반응 시간 내 ORP와 Fe^{2+} , TCOD_{Cr} , SCOD_{Cr} 의 농도변화를 측정된 결과, ORP의 경우 초기 Hisol을 투입 직후 지점과 펜톤시약 투입 직후 지점에서 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 색도의 경우 Hisol에 의한 응집반응이 주로 일어나는 초기 5분에는 거의 변화하지 않았으나 펜톤 시약 투입 후 급격히 감소하였다. 반응시간 내 SCOD_{Cr} 는 연속 반응과 비연속 반응이 비슷한 경향을 보이나 TCOD_{Cr} 경우 비연속 반응에서 Hisol 응집 후 침전으로 인하여 상징액으로 Fenton 산화를 진행하였기 때문에 급격히 감소한 것으로 나타났다.

반응 종료 후 상징액의 COD_{Cr} 과 색도의 분석 결과, 연속 반응의 경우 COD_{Cr} 는 84.3%, 색도는 79.5%의 제거효율을 나타냈고, 비연속 반응의 경우 COD_{Cr} 는 80.5%, 색도는 80.5% 제거 효율을 보였다.

감사의 글

본 연구는 환경부의 차세대 핵심환경기술개발사업의 지원아래 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- Lau, I. W. C., Wang, P. and Fang, H. H. P., 2001, Organic removal of anaerobically treated leachate by Fenton coagulation, J. of Environ. Eng. 127, 7, 666-669
- 김형엽, 김종신, 원찬희, 2001, 응집공정과 Fenton 산화공정에 의한 침출수 처리, 대한환경공학회지, 14, 1, 979-987
- 이병진, 조순행, 1997, 응집 및 화학적 산화공정을 적용한 염색폐수의 처리, 대한환경공학회지, 19, 9, 1219-1232
- 이상호, 문혜진, 김유미, 2003, 펜톤시약 투입 변화에 따른 염색폐수의 처리효율 향상에 관한 연구, 대한상하수도학회지, 17, 1, 87-92