

펜톤유사반응에 의한 매립지 침출수의 COD_{Cr} 제거 특성 연구

정동철 · 이철효* · 장윤영 · 최상일

*삼성물산(주) 건설부문기술연구소
광운대학교 환경공학과

Tel 02-940-5496, E-mail : yychang@daisy.kwangwoon.ac.kr

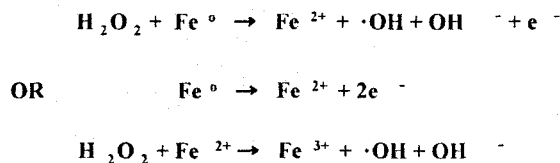
요약문

본 연구에서는 펜톤산화반응에서 과산화수소의 분해촉매로 일반적으로 쓰이는 Fe(II) 형태의 철염대신 Fe⁰ 형태의 분말 철을 이용한 펜톤유사반응(Fenton-like oxidation)에 의한 매립지 침출수(sCOD_{Cr} 1,100 mg/L, pH 8)의 COD_{Cr} 제거특성에 관한 회분식 처리실험을 수행하였다. 실험조건으로는 상온, 상압조건에서 Jar tester를 사용하여 분말 철의 주입량과 산 세척도, 초기 반응 pH, 과산화수소의 주입량을 변화시켜가며 침출수의 COD_{Cr} 제거효율의 변화를 관찰하였으며, 이때 과산화수소의 분해 특성과 반응 중 pH의 변화도 함께 분석하였다. 반응은 모든 조건에서 대부분 약 30분 이내에 종료되었으며 그 이후의 반응변화는 미미하였다. 산 세척에 의한 분말 철 표면의 개질로 반응성의 향상을 관찰할 수 있었으며, 분말 철 주입량을 증가함에 따라 반응속도가 일정하게 증가함을 알 수 있었다. 본 연구에서 COD_{Cr}의 제거 효율에 가장 큰 영향을 보여준 실험변수는 pH였으며, 원수의 pH(8)를 2-4까지 조절하여 반응을 시켰을 때 최대 75%의 COD_{Cr} 제거효율을 얻을 수 있었다. 반응 중 pH는 모든 조건에서 시간에 따라 증가하여 약 pH 9에서 더 이상 변화하지 않았다. 용액 내 과산화수소의 잔류농도의 곡선은 반응 중 COD_{Cr}의 곡선과 유사한 변화를 나타내었다.

주제어 : 침출수, 펜톤유사반응, 분말 철, 펜톤산화반응, COD_{Cr}

I. 이론적 배경

Fig. 1 Fe⁰에 의한 H₂O₂의 분해 촉진 반응기작



II. 실험방법

(가) 장치

온도와 교반세기의 조절이 가능한 Jar Tester를 이용하여 상온에서 각 주요 반응조건을 변화시켜가며 회분식 반응에 의한 침출수 CODcr 농도, pH, H₂O₂ 농도의 변화를 분석하였다.

(나) 재료 및 분석법

반응 촉매제인 철 분말은 약 10-100 μ m의 입경분포를 가진 시약용 환원 철(Junsei chem.)을 구입하여 사용하였고, 실험에 쓰인 산화제는 30-35% 시약용(Junsei chem.) 과산화수소를 사용하였다. 침출수 시료는 김포 매립지 침출수 처리공정에서 혐기성 공정을 거친 후 펜톤산화조에 유입되는 침출수를 사용하였다.(Fig 1 참조)

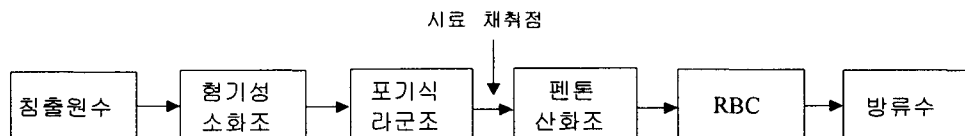


Fig. 3 김포 매립지 침출수 처리공정 및 시료채취지점

철의 산 세척은 유리칼럼(내경 2.5, 높이 10 cm)에 분말 철을 충전한 후, 1M HCl을 5ml/min의 유량으로 일정기간 통과시킨 후, 여기에 다시 3차 증류수와 아세톤을 통과시켜 마무리 세척과 수분을 제거하였다. 최종적으로 질소가스를 일정기간 흘려 기상을 질소가스로 채운 후, 빛과 공기가 차단된 보관병에 보관하여 대기 중에서 철 표면에 산화물 피막이 생기지 않도록 하였다. 위의 방법을 반복하여 산 세척정도에 따른 철의 반응성을 알아보았다.

주요 영향인자의 변화에 따른 Fe⁰의 촉매반응특성을 알아보기 위해, 각 조건에서 시간별 침출수의 CODcr, 과산화수소 잔류농도, pH 등의 변화를 측정하였다. 침출수의 CODcr은 용액 내 SS를 제거한 soluble CODcr으로서 Standard Methods의 closed reflux colorimetric method에 의거하여 UV/VIS Spectrophotometer (Shimadzu 2100)를 이용하여 측정하였고, 잔류 과산화수소의 농도는 Iodometric Titration Method을 이용하여 2분 안에 분석이 완료되도록 신속하게 측정하였다. 반응용액의 pH는 ORION사의 pH meter를 사용하여 측정하였다.

III. 연구결과

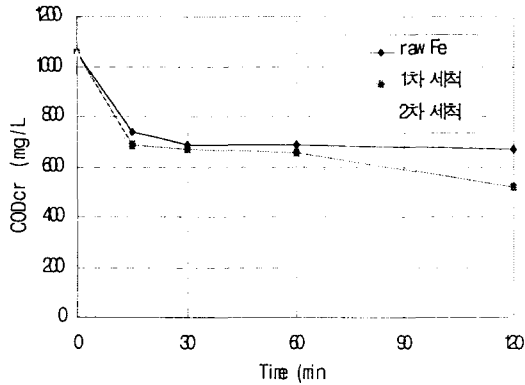


Fig. 3 Fe⁰ 표면 전처리에 따른 반응성 변화(초기 pH: 8.0, H₂O₂ 주입량: 3000 ppm, 철 주입량: 100g/L)

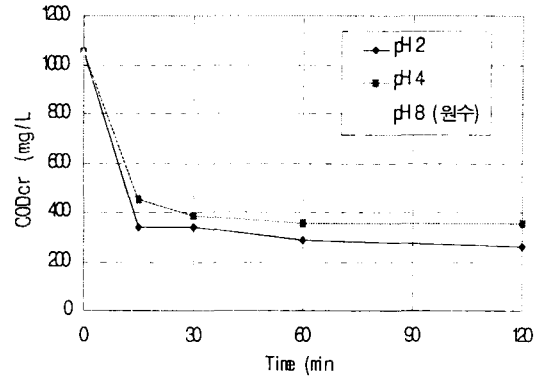


Fig. 6 초기 pH조건에 따른 CODcr 제거효율(H₂O₂ 주입량: 3000 ppm, 이차 산세척 철의 주입량: 100g/L)

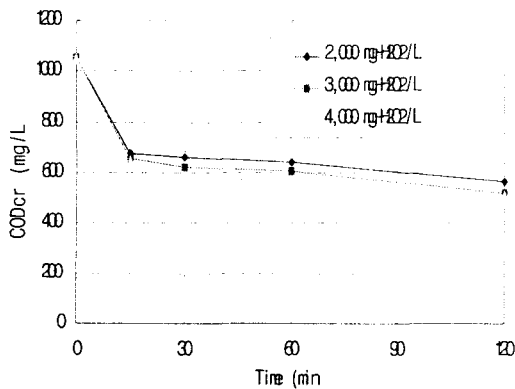


Fig. 5 H₂O₂ 주입양에 따른 CODcr 제거효율(초기 pH: 8.0, 이차 산세척 철의 주입량: 100g/L)

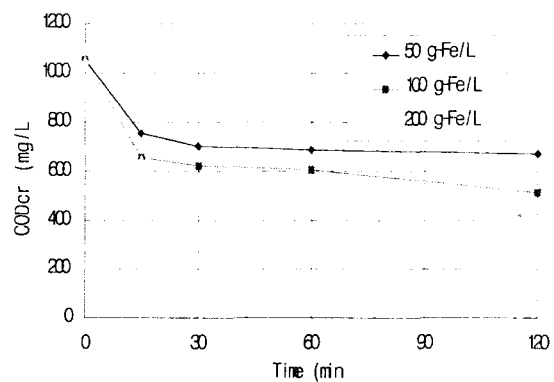


Fig. 4 Fe⁰ 주입량에 따른 CODcr 제거효율(초기 pH: 8.0, H₂O₂ 주입량: 3000 ppm, 이차 산세척 Fe⁰)

IV. 결론 및 고찰

펜톤유사반응에 의한 침출수의 산화반응 대부분이 30분 이내에 이루어졌으며 그 이후는 반응이 미미하게 진행되었다. 순수 펜톤유사반응에 의한 CODcr 제거는 최대 75%까지 이루어졌으며 반응에 미치는 영향의 정도는 초기 pH조건에서 가장 크게 나타났으며 과산화수소의 농도증가에 따른 효율향상 효과는 비교적 적게 나타났다. 기존의 펜톤산화반응과 비교하여 철 분말을 이용한 침출수 처리기술의 잠재성은 매우 높은 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Murphy, A. P., W. J. Boegil, M. K. Price, and C.D. Moody, "A Fenton-like reaction to neutralize formaldehyde waste solutions", *Environ. Sci. Technol.* 23, 1989, 166-169.
2. Prasad, K.C. and R. J. Watts, "Depth of Fenton-like oxidation in remediation of surface soil", *J. of Envir. Eng.* 123(1), 1997, 11-17.
3. Watts, R J. and S.E. Dilly, "Evaluation of iron catalysts for the Fenton-like remediation of diesel-contaminated soils", *J. Haz. Mat.*, 51, 1996, 209-224.
4. Watts, R.J. A.P.Jones, P.Chen, and A.Kenny, "Mineral-catalyzed Fenton-like oxidation of sorbed chlorobenzenes", *Water. Environ. Res.*, 69(3), 1997, 269-275.