

Fe⁰에 의한 휘발성 유기염소화합물의 환원적 탈염소화에 관한 기초적 연구

이창수*, 배우근, 김종호

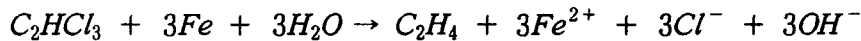
한양대학교 토목·환경공학과

경기도 안산시 사 1동 1271

Tel. 0345-407-0697, Fax. 0345-417-8139

1. 서론

휘발성 유기할로겐화합물에 의해 오염된 지하수 정화기술로서 반응성의 재료를 혼합한 투수성의 정화벽을 오염부지의 하류측에 설치하고 지하수 흐름을 유지하면서 지하수 중에 포함되어 있는 오염물질만을 분해하는 반응성 정화벽(reactive barrier)처리법이 최근 많은 관심을 모으고 있다. 반응성 재료로서는 환원력이 우수하고 인체에 무해하며 저렴한 0가의 철분이 많이 이용되고 있다. 0가 철분의 환원 반응은 다음과 같다.



따라서 본 연구는 반응성 정화벽을 설계할 때, 정화벽의 규모 및 반응제 투입량 산정 등에 필요한 반응계수에 영향을 미치는 요인으로서 대상 지하수의 유기염소화합물 농도, 반응면적, pH 및 용존산소량 등을 선정하여 이들이 반응속도에 미치는 영향을 측정, 분석 평가하였다.

2. 실험방법

용량 120 mL의 바이알에 1N의 HCl용액으로 전처리한 시약용 입상 철분(100mesh)을 적당량 넣은 후 농도를 조정된 TCE 용액을 넣고, 바이알 내부에 기상 부분이 생성되지 않도록 신속히 테프론 라이너가 부착된 고무 septa와 알미늄 캡으로써 밀봉한 후 바이알을 20℃ 항온에서 250rpm 정도로 교반하여 반응시켰다. 반응 시간별 TCE농도를 Hexane 추출법으로 측정하였다. 농도분석은 GC-ECD(Varian star 3400 CX)를 이용하였다. 실험케이스는 표 1과 같다.

3. 실험결과 및 고찰

1) 초기농도의 영향

표 1. 실험 케이스

| 영향인자 | 실험경우 | 비고 |
|-----------------------|-------------------|-----------------|
| 초기농도(mg/L) | 0.44, 2.45, 11.24 | DO, pH, 반응면적 고정 |
| DO(mg/L) | 2, 5 | 농도, pH, 반응면적 고정 |
| pH | 5, 7, 10 | 농도, DO, 반응면적 고정 |
| 반응면적(m ²) | 2.5, 7.5, 25 | 농도, DO, pH 고정 |

TCE의 초기농도가 반응속도에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 초기농도를 표 1과 같이 조정하여 실험한 결과, 1차 반응상수 k는 0.076, 0.052 및 0.032(1/hr)로 나타났다. 0가 철분에 의한 TCE의 환원분해속도는 반드시 TCE농도에 대한 1차 반응으로 나타나지 않으며, 고농도에서 반응때 영향을 미치는 다른 원인이 있음을 시사해 주고 있다.

2) 반응면적의 영향

철분의 반응면적이 반응속도에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 철분의 양을 1, 5, 10g으로 하여 실험을 실시한 결과 1차 반응상수 k는 0.014, 0.052 및 0.179(1/hr)로 나타났다. TCE의 분해속도는 반응면적에 거의 비례적으로 증가하는 것을 알 수 있었다. 이는 철분의 유효표면적이 TCE 환원분해의 limiting factor로 작용하고 있다는 것을 시사하고 있다.

3) 초기 pH의 영향

0가 철분에 의한 탈염화 반응시 1M의 TCE분해시 3M의 알카리가 생성되므로 pH가 높을 경우에는 철표면에 산화침전물이 생성되기 쉬운 환경을 조성한다. 따라서, 초기 pH가 반응속도에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 NaOH용액을 첨가하여 pH를 6, 8, 10으로 조정하여 실험을 실시한 결과 1차반응속도는 0.052, 0.043, 0.045(1/hr)로 pH가 반응속도에 미치는 영향은 거의 없었다. 이는 본 실험이 250rpm의 교반속도로 반응을 진행시켰기 때문에 철분표면의 산화침전물 생성을 억제한 것으로 판단된다.

4) 초기 용존산소량의 영향

초기의 용존산소량이 철분에 의한 TCE의 환원적 탈염소화에 미치는 영향을 살펴보기 위하여, 초기 DO를 2와 5로 조정하여 실시한 결과, 실험전과정에 대한 분해상수는 용존산소량과 큰 관계가 없었으나, 반응초기의 TCE 분해속도는 DO가 낮을 경우가 훨씬 빨랐다.