

복합제염방법을 이용한 방사성 콘크리트혼합토양 제염 기술 개발

김계남, 양병일, 이정준, 문제권, 이근우, 정운수
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150
kimsum@kaeri.re.kr

1. 서론

국내의 원자력시설 운영 시 또는 원자력시설 해체 시 다량의 방사성 토양과 콘크리트가 발생되고 있고, 상당량의 토양과 콘크리트폐기물이 원자력시설 폐기물저장고에 보관되어오고 있다. 이 방사성 토양과 콘크리트의 주 핵종은 코발트와 세슘이며, 오염농도는 대부분 3,000Bq/kg 이하이다. 그러므로 이 방사성토양과 콘크리트를 자체처분 기준농도이하로 코발트와 세슘을 제거하여 자체 처분한다면, 중 저준위 방사성처분장에 영구 처분하는 비용 보다 매우 저렴하게 처분할 수 있다. 본 연구에서는 원자력시설 폐기물저장고에 보관되어 있는 방사성 토양과 콘크리트로부터 방사성 핵종을 제거하여 자체 처분할 수 있는 오염농도로 저하시키기 위한 기술을 개발하였다. 먼저 콘크리트와 토양을 혼합하고 이 콘크리트 혼합토양을 제염하기 위한 세척기술과 동전기기술을 복합한 복합제염기술을 개발하였다.

2. 실험결과 및 고찰

논문 및 특허를 참조하여 전기화학세정공정의 평가 대상 세정제로 EDTA, Oxalic acid, Citric acid, Acetic acid, Nitric acid를 후보세정제로 선정하였다. 후보세정제를 사용하여 전기화학세정적 실험을 한 결과 Nitric acid를 최적세정제로 선정하였다.

오염된 토양과 파쇄된 콘크리트를 혼합한 콘크리트 혼합토양을 질산, 증류수, 염산을 세정제로 사용하여 전기화학세정기술만으로 제염한 결과 코발트와 세슘의 제염효율은 질산 사용 시 20.1%와 38.2%이고, 증류수 사용 시 3.1%와 21.1%이고, 염산 사용 시 2.0%와 68.2%에 불과했다. 앞의 실험결과 동전기제염만으로는 콘크리트 혼합토양으로부터 코발트를 제거하는 것은 불가능하므로 전처리 개념으로 염산을 사용하여 콘크리트를 세척하여 콘크리트 내의 시멘트를 CO₂로 분해제거한 후 콘크리트 입자의 pH를 측정된 결과 3.7이었다. 이와 같이 콘크리트의 pH가 6이하이므로 동전기방법에 의한 코발트 제거가 가능하리라 사료되었다. 염산세척에 의해 4시간 동안 콘크리트 내의 코발트와 세슘은 각각 89.0%와 76.3% 제거되었다. 이 혼합물로부터 염산폐액을 분리하고 콘크리트를 모의오염토양과 혼합하였다. 이 콘크리트 혼합토양을 앞에서 사용한 1L규모 동전기장치의 동전기 셀에 넣어 동전기제염 실험을 14.83일간 수행하였다. Fig. 1과 같이 염산세척에 의해 0.17일 후 콘크리트 혼합토양으로부터 코발트이온과 세슘이온은 각각 평균 26.7%와 22.9% 제거되었고 15일 후에는 코발트이온과 세슘이온은 각각 95.4%와 92.5% 제거되었다. 한편 콘크리트 혼합토양 제염 폐액발생량은 염산 세척 시 1.25ml/g이고, 동전기제염시는 Fig. 1과 같이 초기에는 다량의 폐액이 발생되었지만 서서히 발생량은 감소했다. 그러나 전반적으로 콘크리트 혼합토양의 수리전도도가 크기 때문에 3.2ml/g이 발생되어 복합제염 결과 총 4.45ml/g 콘크리트 혼합토양 제염폐액이 발생되었다. 이 콘크리트 혼합토양 폐액발생량은 세척방법만으로 제염할 경우 발생될 폐액부피의 약 1/5 정도이다. 한편, 발생된 토양폐액은 증발조에서 증발시켜 처리할 계획이다.

3. 참고문헌

1. K. Popov, I. Glazkova, V.Yachmenev, and A. Nikolayev, "Electrokinetic remediation of concrete: effect of chelating agents," Environmental Pollution, pp. 1-7(2008).
2. K. Reddy, C.Y. Xu and S. Chinthamreddy, "Assessment of electrokinetic removal of heavy metals from soils by sequential extraction analysis," J. Hazard. Mater., B84, pp 279-296(2001).

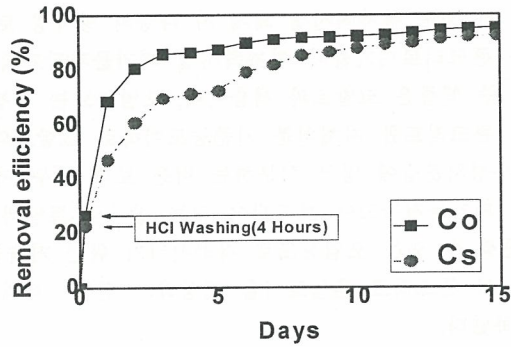


Fig. 1. A total removal efficiency of Co^{2+} and Cs^+ from the soil mixed with concrete(soil 70%+concrete 30%) with remediation time on using 0.01M nitric acid reagent after washing with 3.0 M hydrochloric acid for 4 hours.