

방사성토양 제염을 위한 동전기제염 기술 개발

김계남, 손동빈, 이승수, 이기원, 정운수, 박진호
 한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045
kimsum@kaeri.re.kr

1. 서론

한국의 원자력시설 주변 부지에서 굴착하여 보관 중인 방사성 오염토양을 제염하기 위해 부지 특성에 적합한 동전기제염기술을 개발하였다. 짧은 제염기간 동안 최대 제거효율과 최소 폐액을 얻을 수 있는 50L 규모 동전기제염장치를 제작하고, 이 장치의 최적제염조건을 도출하고자 실제 방사성 토양을 사용하여 시간에 따른 코발트와 세슘의 제거효율을 측정하였다.

2. 본론

2.1 50L 장치제작

한국원자력연구원에서 보관중인 방사성 토양의 오염특성에 적합한 50L의 pilot 규모 동전기장치를 제작하였다[Fig. 1]. 제작된 50 L 동전기장치는 아크릴 토양셀, 두개의 전극실, 세정제 저장조, 폐액

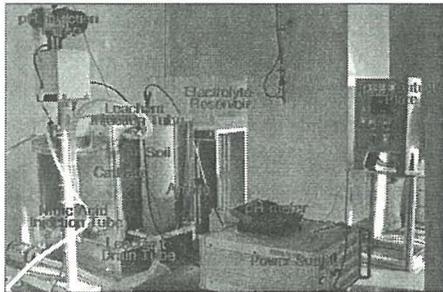


Fig. 1. Manufactured 50 L electrokinetic decontamination equipment

저장조, pH 조정조 그리고 Power supply로 구성되고 오염토양이 차 있는 아크릴 토양셀의 크기는 44×62×64cm이며 여과 막은 전극칸과 오염토양 사이에 위치하여 오염토양으로부터 이동하는 공극수에 포함된 토양입자의 방출을 방지하고, 세정제 저장조는 세정제 용액을 토양셀로 공급하고, pH 조정조는 음극실의 pH상승을 제어한다.

2.2 문제점개선

제작된 50L 동전기장치를 시운전하였을 때 3가지 문제점이 발생하였다. 첫 번째는 pH 조정조에 음극의 pH 상승을 저지하기 위해 높은 농도의 HNO_3 를 넣어 음전극실로 천천히 흘러들어가게 했는데 아크릴로 만든 pH 조정조가 높은 농도의 HNO_3 에 의해 녹아서 HNO_3 가 흘러나오는 입구를 막아버림으로 pH 조정조의 재질을 PVC로 바꾸어 다시 제작하였다. 두 번째는 여과 막을 지지하는 철망 STS 304가 높은 전압과 높은 농도의 질산 때문에 음전극실 철망의 상부가 녹아내렸으므로 PVC로 바꾸어 다시 제작하였다. 세 번째는 동전기 시험을 위해 power supply를 이용하여 양극과 음극 사이의 전류밀도를 10 mA/cm^2 으로 주었을 때 실험실 규모 실험결과를 근거로 예상했던 전압보다 높은 전압이 발생했다. 그러나 시험시간이 경과하여 장치내의 오염토양이 전류체로 변하며 전압이 점차 감소하여 약 2일 경과후 예상했던 10V 이하로 낮아져 문제가 해결되었다.

2.3 제염실험

제작된 50L 동전기장치를 이용하여 방사성오염 토양에 대한 제염효율을 평가한 결과 Fig. 2와 같이 코발트는 10 mA/cm^2 하에서 초기 코발트와 세

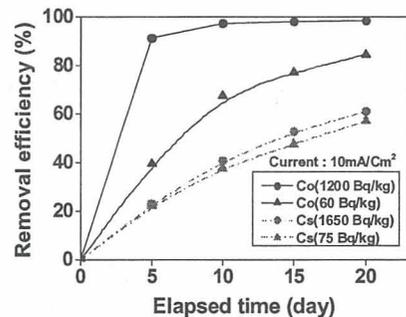


Fig. 2. Removal efficiency along the decontamination elapsed time for different radioactivity concentrations in radioactive soil

습의 농도가 다를 때 20일간 동전기제염 수행 후 제염결과를 비교한 것이며, 초기의 농도가 클 때 제거효율이 높았고, 초기의 농도가 클 때 코발트의 제거효율은 세슘의 제거효율보다 증가 폭이 컸다.

Fig. 3는 동전기장치 토양셀 내에 주입한 방사성토양의 평균입도가 다를 때 20일간 전기화학제염 수행 후 제염결과를 비교한 것이며, 토양의 평균입도가 클 때 제거효율이 높았고, 토양 평균입도가 0.6 mm에서 1.2 mm로 증가했을 때 세슘의 제거효율은 약 2% 증가하였다.

Fig. 4는 동전기장치 토양셀 내에 가해진 전류밀도의 변화에 따른 20일간 전기화학제염 수행 후 제염결과를 비교한 것이며, 토양셀 내의 전류밀도가 클 때 제거효율이 높았고, 전류밀도가 10 mA/cm²에서 20 mA/cm²로 증가시켰을 때 세슘의 제거효율은 약 2% 증가하였다.

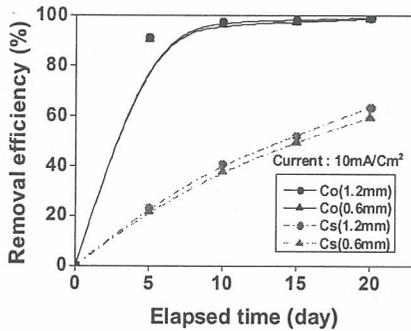


Fig. 3. Removal efficiency along the decontamination elapsed time for different particle sizes of radioactive soil

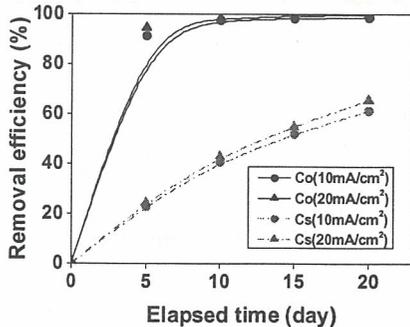


Fig. 4. Removal efficiency along the decontamination elapsed time for different electric currents in a soil cell

3. 결론

원자력시설 주변 방사성토양의 오염특성에 적합한 50L규모의 동전기제염장치를 제작하고 최적제염조건을 도출하였다. 즉, 초기의 농도가 클 때 코발트의 제거효율은 세슘의 제거효율보다 증가 폭이 컸다. 토양 평균입도가 0.6 mm에서 1.2 mm로 증가했을 때 세슘의 제거효율은 약 2% 증가하였다. 전류밀도가 10 mA/cm²에서 20 mA/cm²로 증가시켰을 때 세슘의 제거효율은 약 2% 증가하였다.

4. 감사의 글

본 연구는 한국정부가 지원하는 한국과학기술재단의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] G. N. Kim, Y. H. Jung, J. J. Lee, J. K. Moon and C. H. Jung, "An analysis of a flushing effect on the electrokinetic-flushing removal of cobalt and cesium from a soil around decommissioning site", Separation and Purification Technology 63 pp. 116-121 (2008).
- [2] G. N. Kim, W. Z. Oh, H. J. Won and W. K. Choi, "Removal of cesium and cobalt from soil around TRIGA reactor using electrokinetic method", J. Ind. Eng. Chem., 9(3), pp.306-313(2003).pp. 263-277(2003).