

동전기 제염 후 잔류 방사성폐기물 시멘트 고화의 물성

구대서*, 성현희, 김승수, 김계남, 최종원

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

*ndskoo@kaeri.re.kr

1. 서론

원자로 운전 및 원자력 연구시설 해체 과정에 많은 방사성 오염 폐기물이 발생하게 된다. 중·저준위 방사성폐기물을 한국원자력환경공단 처분장에 영구처분하는 경우 비용이 매우 비싸다. 이를 위하여 동전기 장치 운전 및 동전기제염 연구를 수행해 왔으며, 동전기 제염 과정에 잔류 방사성 폐기물이 많이 발생하게 된다[1-2]. 발생한 잔류 방사성 폐기물은 고형화 하여 한국원자력환경공단의 인수기준을 통과해야 영구처분이 가능하다. 이를 위해 방사성 폐기물의 고형화 연구를 많이 수행해 왔다[3-6].

본 연구에서는 동전기 제염 후 잔류 방사성폐기물에 대한 고형화를 위하여, 시멘트를 사용하여 고화체를 제작하였다. 먼저 잔류 방사성 폐기물 성분 원소분석을 하였다. 또한 시멘트 고화시편에 대하여 물성을 분석하였다.

2. 본론

2.1 실험 및 방사성 폐기물 성분 원소 분석

2.1.1 시료준비

시료준비는 포틀랜드 1종 시멘트 질량 기준하여 물 1.2-2.2 및 폐기물 1.5-2.5 배합으로 질량 약 430-470 그램을 모탈믹셔로 (HJ-1150) 혼합하여 4주 밀봉상태로 고화하였다. 제작한 시멘트 고화체를 시편절단기 (micro cutter)를 사용하여 (직경 50 mm, 높이 100 mm)로 절단하였다 (Fig. 1).

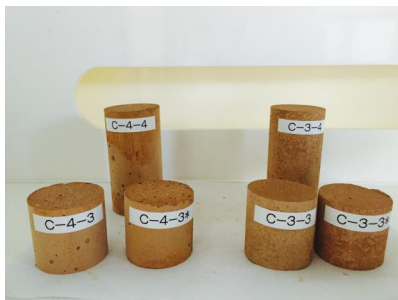


Fig. 1. Specimens of Cement Solidification.

2.1.2 방사성 폐기물 성분 원소 분석

Table 1은 금속수산화물 폐기물 성분 원소분석 결과를 나타낸 것이다. 금속수산화물에 대한 성분 원소 분석 결과 Al, K, Ca, Fe, Mg, Na 및 U 등이며 천연 우라늄 (U-238) 이 0.87wt.% 함유하는 것으로 나타났다.

Table 1. Element Analysis of Metal Hydroxide Waste

원소	wt. %	원소	wt. %	원소	µg/g
Al	21.0	U	0.87	Sr	177
K	6.86	Si	0.57	Li	275
Ca	6.66	Mn	0.24	Ni	177
Fe	5.60	Cu	0.10	Nd	164
Mg	2.33	Zn	0.10	Th	91
Na	1.62			Y	69

2.1.3 시멘트 고화시편의 SEM-EDS 분석

주사 전자현미경 (JEOL, JSM-6610LV) 및 에너지 분산형 분광분석법 (OXFORD, X-MAX)을 사용하여 동전기 제염 후 잔류 방사성폐기물 시멘트 고화 시편의 SEM-EDS 분석을 수행하였다.

2.2 시멘트 고화시편의 SEM-EDS 및 현미경 분석

Fig. 2-3은 동전기 제염후 잔류 방사성 폐기물 시멘트 고화 시편에 대한 SEM-EDS 분석결과이다. 포틀랜드 1종 시멘트 질량기준에 대한 잔류 방사성 폐기물 배합 (C-1.5, C-2.0) 사진에서 칼슘상은 시멘트와 잘 결합한 형상을 나타낸 반면, 알루미늄상은 시멘트와 분리된 형상을 나타내었다.

Fig. 4는 동전기 제염후 잔류 방사성 폐기물 시멘트 고화 시편에 대한 현미경 사진을 나타낸 것이다. 잔류 방사성 폐기물 성분 원소와 시멘트 성분 원소가 혼합하여 결합된 형상을 나타내었다.

따라서 동전기 제염 후 잔류 방사성폐기물에 대하여 화학분석 결과 그 구성성분 원소는 Al, K, Ca, Fe, Mg, Na 및 U 등이며 천연 우라늄 (U-238) 이

0.87wt.% 함유하는 것으로 나타났다. 동전기 제염 후 잔류 방사성 폐기물 시멘트 고화 시편에 대한 SEM-EDS 분석결과 칼슘상은 시멘트와 잘 결합한 형상을 나타낸 반면, 알루미늄상은 시멘트와 분리된 형상을 나타내었다. 동전기 제염 후 잔류 방사성 폐기물 시멘트 고화 시편에 대한 현미경 사진분석 결과, 잔류 방사성 폐기물 성분 원소와 시멘트 성분 원소가 혼합하여 결합된 형상을 나타내었다.

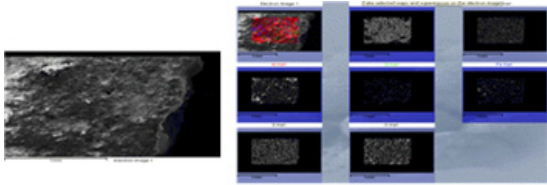


Fig. 2. Photographs of Specimen (C-1.5).

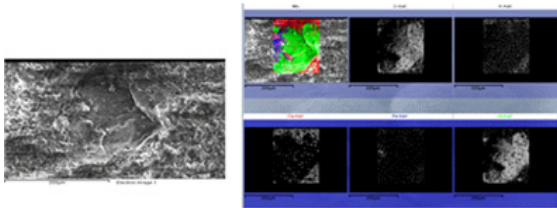


Fig. 3. Photographs of Specimen (C-2.0).

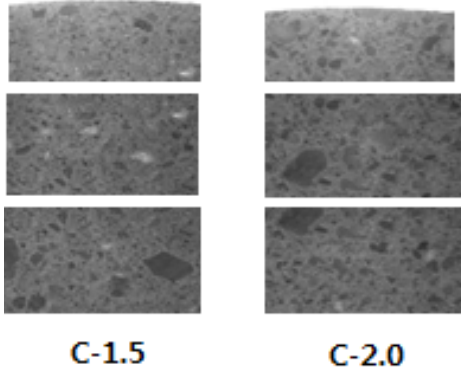


Fig. 4. Photographs of Microscope.

3. 결론

동전기 제염 후 잔류 방사성 폐기물의 고형화를 위하여 시멘트를 사용하여 고화체를 제작하였다. 먼저 잔류 방사성 폐기물 성분 원소분석을 하였다. 또한 시멘트 고화시편에 대하여 물성을 분석하였다. 금속수산화물 성분 원소는 Al, K, Ca, Fe, Mg, Na 등이며 천연 우라늄 (U-238) 이 0.87wt.% 함유하는 것으로 나타났다. 포틀랜드 1종 시멘트 질량기준에 대한 잔류 방사성 폐기물 배합 (1.5 및 2.0)의 SEM-EDS 분석에서 칼슘상은 시멘트와 잘

결합한 형상을 나타낸 반면, 알루미늄상은 시멘트와 분리된 형상을 나타내었다. 또한 시멘트 고화 시편에 대한 현미경 분석에서 잔류 방사성 폐기물 성분 원소와 시멘트 성분 원소가 혼합하여 결합된 형상을 나타내었다.

4. 참고문헌

- [1] 김계남 외, "동전기적 토양제염에 미치는 pH의 영향", 한국폐기물학회지, V.17(6), pp. 781-788 (2000).
- [2] G. N. Kim et al., "Development of Complex Electrokinetic Decontamination Method for Soil Contaminated with Uranium", Electrochimica Acta, Vol.86, pp. 49-56, (2012).
- [3] 김기홍 외, "시멘트 고화체 장기 내구성 및 침출성 평가", KAERI/TR-1118/98(1998).
- [4] 정경환 외, "방사성 슬러리 폐기물 시멘트 고화 연구", KAERI/RR-2194/2001(2001).
- [5] Y.J. Lee, K.W. Lee, B.Y. Min, D.S. Hwang, and J.K. Moon, "The Characterization of Cement Waste Form for Final Disposal of Decommissioning Concrete Wastes", Annals of Nuclear Energy 77, 294-299(2015).
- [6] Lisete C. Lange, Colin D. Hills, Alan B. Poole, "Effect of Carbonation on Properties of Blended and Non-Blended Cement Solidified Waste Forms", Journal of Hazardous Materials 52, 193-212 (1997).