

## 원전 방사성폐기물내 무기물의 화학분석 및 유리화 가능성 평가

김천우, 김지연, 박종길

한국수력원자력(주) 원자력환경기술원 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

[cheonkim@khnp.co.kr](mailto:cheonkim@khnp.co.kr)

원전에서 발생하는 유리화 대상 폐기물 내에 존재하는 무기물의 종류, 농도에 따라 사용하는 유리조성과 유리화 공정은 달라진다. 예를 들어, 폐기물의 무기물 농도를 너무 보수적으로 고려하게 되면 base유리에 대한 미네랄 loading량 및 감용비가 감소되어 경제적 이득을 볼 수 없게 된다. 따라서 그 동안 유리화 실증시험에 사용한 대상폐기물과 실제 원전 발생 폐기물에 있는 무기물량을 서로 비교하고 만약 특별한 차이점이 발견되면 기존에 개발한 유리조성 및 유리화 공정의 개선 방향을 도출하고자 원전에서 발생하는 실제 방사성폐기물을 대상으로 물리화학적 특성 평가 작업을 수행하였다. 따라서 원전 화학 및 체적제어계통(CVCS)과 증기발생기 취출수탈염기(SGBD) 폐수지내 무기물 분석을 수행하였으며 신규 표준원전에서 발생하는 원심분리기슬러지내 무기물 농도 역시 분석하여 슬러지의 유리화 방안을 도출하고자 하였다. 또한 유리화 대상 원전 폐기물의 무기물 농도자료를 지속적으로 축적하고 향후 유리화 기술의 객관적인 신뢰도 및 완성도를 극대화 하고자 한다.

영광 4호기와 울진 2호기 CVCS에서 채취한 폐수지의 분석결과 주성분은 붕소이며, 그 외 Al, Ca, Li, Na, Mg 등이 분석되었다. 유리화 공정과 유리고화체의 품질에 부정적인 영향을 주는 전이금속인 Cr, Mn, Fe, Ce, Ni, Cu, Zn의 함량은 영광 4호기는 0.1549wt%, 울진 2호기는 0.6200wt%로 분석되었다. 이들 농도를 유리화 실증시험에서 사용한 모의 CVCS 폐수지 농도와 비교한 결과 각각 모의 CVCS 폐수지의 16과 65wt% 수준임을 알 수 있었다. 따라서 CVCS 폐수지 유리화에 사용하기 위한 기존 후보유리 조성들은 무기물 농도를 보수적으로 고려하여 개발하였으므로 기존 개발된 유리조성으로 실제 폐기물을 처리하는 데는 별다른 문제점이 없는 것으로 판단된다.

고리 1호기와 영광 4호기에서 채취한 SGBD 폐수지의 미네랄 함유량을 분석한 결과 두 경우 모두 유리화 공정과 유리고화체 품질에 미치는 수준이 미미할 정도로 낮게 분석되었다. 따라서 SGBD 폐수지 유리화는 공정상 큰 문제점이 없을 것으로 판단되며 특히 감용효과는 기존 타 폐수지들의 감용비 보다 매우 높은 것으로 평가되었다.

영광 5호기와 영광 6호기의 원심분리기로부터 발생한 슬러지를 분석한 결과 무기물의 39~43wt%는 철(Fe)로 구성되어 있음을 알 수 있었다. 또한 기타 전이금속으로 Co, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn 등이 함유되어 있어서 이를 유리화 하는 데는 다소 어려움이 따를 것으로 판단된다. 본 분석을 통하여 운영을 2년 정도한 영광 5호기 발생 슬러지 성분이나 1년 정도 운영한 후 발생한 5호기 슬러지의 경우 큰 차이점이 없는 것으로 나타났다. 그러나 향후 지속적인 분석을 통해 슬러지 특성자료 축적을 계속할 예정이며 수차례의 분석결과를 바탕으로 무기물 농도를 결정하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 원심분리기슬러지 유리화를 위해서는 다양하고 지속적인 유리조성 연구 수행이 이루어질 예정이다. CVCS 폐수지, SGBD 폐수지와 원심분리기슬러지내 주요 무기물

분석 결과를 표 1에 요약하였으며 앞의 두 폐수지의 경우 그 동안 유리화 실증시험에서 모의로  
 혼합하여 사용한 무기물 농도 결과와 비교하여 나타냈다.

표 1. 실제 원전 방사성폐기물 무기물 농도 분석결과 요약 및 실증시험 농도와 비교

원전폐기물	채취장소	주요결과	실증시험 농도
CVCS 폐수지	영광4호기	- 무기물 : 0.8702wt% - 전이금속의 함량은 실증시험의 16%수준	- 모의 CVCS 폐수지내 무기물 : 1.8000wt%
	울진2호기	- 무기물 : 2.3985wt% - 전이금속의 함량은 실증시험의 65%수준	- 전이금속(Fe: 0.3700, Co: 0.0900, Ni: 0.5000wt%)
증기발생기 취출수 폐수지	고리1호기	- 무기물 : 0.0238wt% - 무기물 전체 함량은 실증시험의 0.72%수준	- 모의 저방사성 폐수지내 무기물 : 3.2950wt%
	영광4호기	- 무기물 : 0.3645wt% - 무기물 전체 함량은 실증시험의 11%수준	
원심분리기 슬러지	영광5호기	- 무기물 : 25.2540wt% - 무기물의 대부분 Fe/Si	자료 없음
	영광6호기	- 무기물 : 21.2301wt% - 무기물의 대부분 Fe/Si	