

## 원전 원심분리기슬러지 유리화를 위한 후보유리 개발

김천우, 박종길, 신상운

한국수력원자력(주) 원자력환경기술원 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

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

국내 표준원전 4개호기(영광 5&6호기, 울진 5&6호기)는 기존원전과 달리 Separator, Decanter 등으로 구성된 원심분리기 설비가 있고 이 설비로부터 슬러지가 발생한다. 원심분리기슬러지를 유리화하기 위하여 2003년 영광 5호기의 원심분리기로부터 발생된 슬러지(그림 1 참조)를 시료 채취하였고 이를 화학분석 한 결과 원심분리기슬러지는 무기물(32.32wt%), 응집제(27.18wt%), 수분(40.50wt%)으로 구성되어 있음을 알 수 있었다.

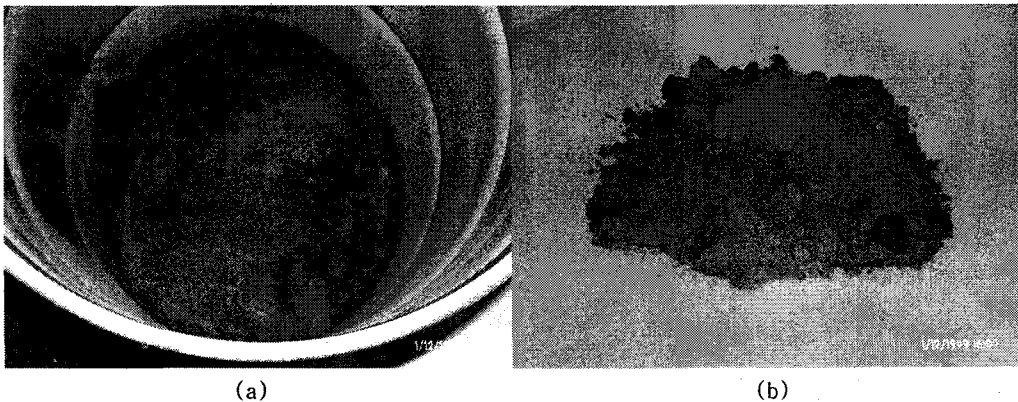


그림 1. 영광 5호기 발생 원심분리기슬러지 사진. (a) Decanter로부터 발생하여 드럼에 저장된 모습 (b) 분석을 위해 시료 채취한 상태

원심분리기슬러지 무기물의 대부분은 철산화물(74.36wt%)로 분석되었으며 이를 유리화하기 위하여 베이스유리(CS-1 Base)를 개발하였고 여기에 원심분리기슬러지 무기물 25wt%를 loading 하여 후보유리(CS-1)를 개발하였다. 원심분리기슬러지 무기물, 베이스 및 후보유리 조성 및 물성을 표 1에 나타냈다. 본 후보유리 개발을 위하여 GlassForm 1.1 컴퓨터코드를 이용하였다. 원심분리기슬러지 유리화를 위해 선정한 베이스 유리(CS-1 Base)의 밀도는  $2.4\text{g/cm}^3$ , 점도는 37poise, 전기전도도는  $1.03\text{S/cm}$ , 그리고 액상온도는  $705^\circ\text{C}$ 이며 후보유리인 CS-1의 경우 밀도는  $2.71\text{g/cm}^3$ , 점도는 35poise, 전기전도도는  $0.58\text{S/cm}$ , 그리고 액상온도는  $712^\circ\text{C}$ 로 유리화 공정과 유리고화체의 품질 측면에서 매우 양호한 것으로 나타났다.

표 1. 원심분리기슬러지 무기물, 베이스 및 후보유리 조성 및 물성(†: @ 1,150℃)

	슬러지 무기물	베이스 및 후보유리	
		CS-1 Base	CS-1
Li <sub>2</sub> O	0.00	4.23	3.17
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.33	5.63	4.31
Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.28	26.29	19.79
MgO	1.03	-	0.26
SiO <sub>2</sub>	11.37	52.58	42.28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.26	11.27	9.27
K <sub>2</sub> O	0.35	-	0.09
CaO	0.58	-	0.14
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.55	-	0.14
MnO <sub>2</sub>	1.05	-	0.26
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	74.36	-	18.59
CoO	0.03	-	0.01
NiO	4.10	-	1.02
CuO	1.33	-	0.33
ZnO	1.40	-	0.35
밀도(g/cm <sup>3</sup> )	-	2.40	2.71
점도(poise)†	-	37	35
전기전도도(S/cm)†	-	1.03	0.58
액상온도(℃)	-	705	712

개발한 후보유리 CS-1을 이용하여 화학적 견고성 시험인 PCT(Product Consistency Test)를 수행하였다. 7일 PCT에 대한 주요 원소별(B, Na, Si, Li) 침출률을 기준유리(SRL-EA)와 비교한 결과 그림 2에 나타난바와 같이 기준유리 원소들의 침출률 보다 낮은 것으로 나타났으며 미국 Hanford 고/저준위 유리화의 기준치인 2g/m<sup>2</sup> 보다 훨씬 낮은 상태로 화학적 견고성이 우수한 것으로 나타났다.

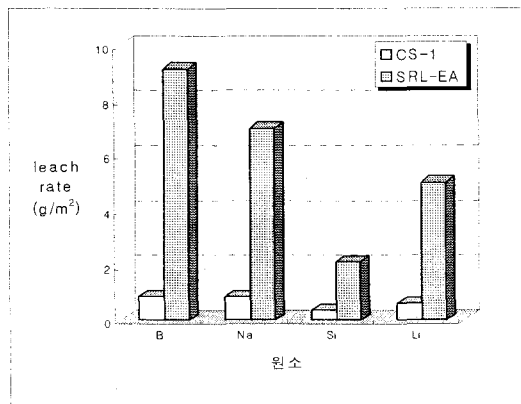


그림 2. 원심분리기슬러지 후보유리(CS-1)의 7일 PCT 침출률

본 원심분리기슬러지 후보유리(CS-1)의 경우 영광 5호기에서 처음 발생한 슬러지의 성분을 이용하여 개발한 유리이다. 그러나 후보유리의 대표성 등을 고려할 때 이를 바로 활용하기에는 다소 무리가 있을 것으로 판단된다. 따라서 원심분리기슬러지에 대한 보다 많은 무기물 분석 데이터 축적이 필요하다고 판단되며 몇 가지 후보유리의 개발이 더 필요하고 이들과의 상호 비교도 수행할 예정이다. 따라서 향후 실험실적 결과의 비교와 더불어 유리화 실증시험을 통한 공정의 용이성 및 유리고화체의 품질에 대한 비교 평가 후 최종 후보유리 선정을 하고자 한다.