

슬래그폐기물 안정화처리를 위한 슬래그 특성 연구

최휘경, 황두성, 최윤동, 이규일, 문계권
한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045
hwi82@kaeri.re.kr

1. 서론

원자력 시설에서 발생하는 방사성 금속폐기물의 처리방법 중 용융처리는 제염 효율, 폐기물 감용 및 오염 핵종의 균질화에 효과적인 처리방법으로 사용되고 있다. 금속폐기물의 용융처리 시 ingot와 이차 폐기물로서 슬래그폐기물이 생성된다. ingot는 방사성폐기물로 처분하거나 제염 가능 시에는 자체처분폐기물로 전환하고, 이차폐기물인 슬래그폐기물은 쉽게 부서지는 슬래그 특성상 안정화 및 고형화 처리하여 처분해야만 한다 [1].

본 연구에서는 한국원자력연구원 내의 우라늄 변환시설 해체 시 발생한 금속폐기물을 용융제염하고 발생한 슬래그폐기물을 안정화 처리하기 위하여 슬래그폐기물의 특성을 조사하였다.

2. 본론

유리고화체는 적당한 유리조성 물질과 방사성 폐기물의 융합에 의해 형성된 고화체로 유리고화 시 폐기물은 유리에 의해 포획될 뿐만 아니라 폐기물 원자가 유리조성원자와 결합되기도 한다.

방사성 금속폐기물의 용융 후 발생한 슬래그폐기물에는 산화물과 규화물 혹은 염 등으로 구성되어 있으며, 대부분의 경우 슬래그가 유리화 응고를 하도록 하는 SiO₂의 성분이 다량 함유되어 있기 때문에 [3] 다른 첨가제 없이 슬래그폐기물만으로 고화체를 제조할 수 있다고 본다.

슬래그형성체는 금속용융 공정에서 불순물 성분의 분리를 돕기 위해 첨가되는 물질로 금속 용융체의 산화를 방지하는 역할을 수행하며 열의 발산을 감소시킨다 [4].

우라늄변환시설 발생 금속폐기물의 용융제염 시 사용된 슬래그형성체는 2.38-1.14mm의 연황색 입상이며 표. 1과 같이 슬래그형성체의 화학적 성분은 유리고화체 제조에 필요한 SiO₂와 Al₂O₃ 주성분이다. 그림 1은 슬래그 형성체의 TG/DTA 분석결과를 나타낸 것이다. 슬래그형성체는 약 4%

정도의 무게감량이 일어났으며 1200℃가 넘어가면서 흡열반응을 나타내어 이 온도 이상에서 녹기 시작하는 것으로 추정된다.

Table 1. Chemical composition of slag former

항목	기준치 (wt%)	분석치 (wt%)
SiO ₂	72-75	73.5
Al ₂ O ₃	15-18	14.3
Fe ₂ O ₃	1-2	1.51
CaO	1-2	1.45
MgO	0.2-0.3	0.20
K ₂ O	1-2	1.5
Na ₂ O	1-2	1.5

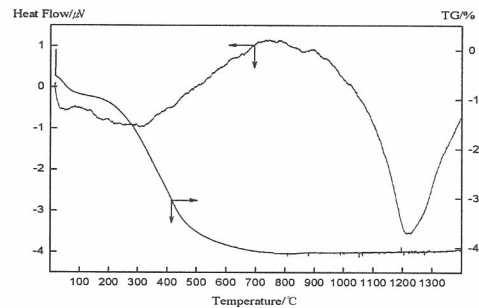


Fig. 1. TG/DTA of slag former

우라늄변환시설 발생 금속폐기물 처리 시 생성된 슬래그폐기물의 오염핵종은 우라늄이며, 방사능농도는 약 24Bq/g이다. 그리고 슬래그폐기물에는 다량의 금속폐기물 불순물들이 포함되어 있다. 그림 2는 슬래그폐기물의 TG/DTA 분석결과로 %무게가 증가하여 오히려 슬래그 내 함유된 특정 물질이 산화되었음을 보여 주고 있다. 그리고 반응은 복잡한 양태를 보여주고 있어 슬래그폐기물의 녹는점을 추측하기가 어려움을 알 수 있다. 이는 슬래그폐기물에는 금속의 부식성분 등 다량의 불순물이 많이 포함되어서 특정결과를 얻을 수 없었던 걸로 추정된다.

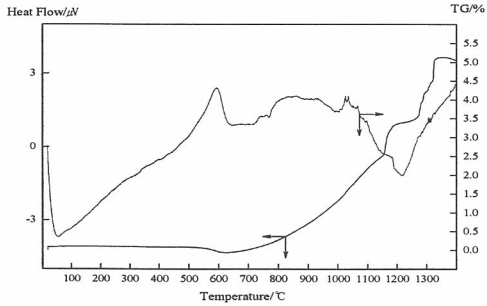


Fig. 2. TG/DTA of slag waste

슬래그의 유리고화체를 제조하기 위하여 흑연도 가니를 사용하여 슬래그형성체를 1200℃, 1300℃에서 1시간동안 용융하였다.

슬래그형성체를 1200℃에서 1시간 용융시킨 결과 슬래그 알갱이가 그대로 붙어만 있는 상태로 소량 녹기는 하였지만 그림 3(a)와 같이 유리고화체가 되지 못하고 쉽게 부스러지는 것을 확인 할 수 있었다. 1300℃에서 1시간 용융 시킨 결과 그림 3(b)와 같이 유리고화체가 생성된 것을 확인 할 수 있었다. 우라늄 함유 슬래그폐기물을 1300℃에서 1시간 용융시킨 결과 그림 3의 (c)와 같이 유리고화체가 생성되었다.

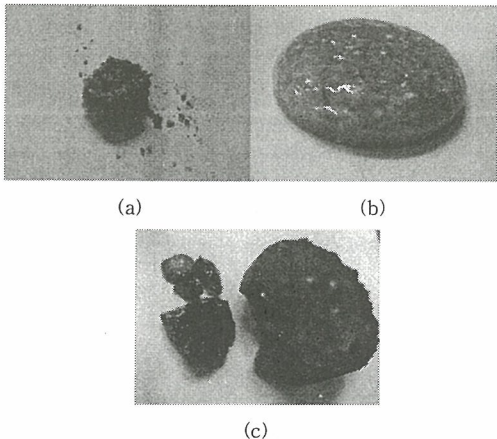


Fig. 3. The melting samples of slag former and slag waste (a) slag former (1200℃), (b) slag former (1300℃), (c) slag waste (1300℃)

그림 4는 생성된 슬래그형성체 및 슬래그폐기물 유리고화체의 SEM사진을 나타낸 것으로, 유리고화체의 특성상 무정형으로 나타났음을 확인할 수 있다. 그러나 슬래그폐기물의 경우 형성체와 비교

하여 이물질들이 함유되어 있으며, 이는 슬래그폐기물내 다량 함유된 불순물임을 알 수 있다.

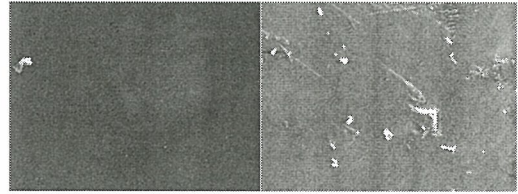


Fig. 4. SEM photograph of slag waste (X1000)

3. 결론

우라늄변환시설 발생 금속폐기물의 용융제염 후 발생한 슬래그폐기물의 안정화 처리를 위하여 슬래그폐기물의 유리고화체의 제조 특성을 조사하였다. 슬래그폐기물은 1300℃에서 1시간 용융시킨 결과 유리고화체로 생성되었다. 향후, 슬래그폐기물 유리고화체의 특성평가를 수행할 예정이다.

4. 참고문헌

- [1] 방사성 금속 폐기물이 용융처리 기술 및 방사성 핵종의 분배 특성, 한국폐기물학회, vol. 22, p.213-225, 2005
- [2] 변환시설 발생 해체금속 폐기물의 용융제염 처리, 한국방사성폐기물학회, p.63-64, 2009
- [3] 방사성 금속폐기물의 용융 및 재활용 기술 현황, 한국원자력연구원 보고서, 2004
- [4] 유리고화 설비를 위한 방사성 고화체 분석, 한국중공업주식회사 보고서, p.133, 1999
- [5] 방사성폐기물 유리고화 설비 시험평가, 한국중공업주식회사 보고서, 1999
- [6] 슬래그의 조성 및 염기도에 따른 방사성 핵종의 분포 특성, 한국폐기물학회, p.282-285, 2005