

## Fly Ash 필터 유리조성의 전기전도도 특성 평가

이상우, 조현제, 김천우

한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 금병로 508

sang1@khnp.co.kr

### 1. 서론

파이로 프로세싱 전처리 과정에서 발생하는 배기체를 포집한 폐 필터를 유리화하기 위한 타당성 연구를 수행중에 있다. 유리화는 현재까지 개발된 기술 중 폐기물 고화체의 물리/화학적 특성에서 가장 우수한 것으로 평가되고 있으며, 2009년부터 중·저준위 방사성폐기물을 유리화하기 위한 상용 설비가 울진원전에서 가동되어 폐기물 저감화에 기여하고 있다. 발생 폐 필터는 세라믹형태로 되어 있으며 사용후핵연료 집합체에서 발생하는 폐기물은 아니지만, 사용후핵연료의 탈피복공정에서 발생하는 Cs, Tc 등 장반감기 고방열 핵종 등이 있기 때문에 안정적인 고화처리가 요구되고 있다. 최근의 처분요건 강화 및 효과적인 저감화를 위한 다양한 고화방안이 연구되고 있으며 그 중에 유리화 방안이 하나의 대안으로 이용되고 있다[1].

본 연구에서는 비산재(Fly Ash) 포집 폐 필터의 유리화를 위한 기본단계로 유리조성을 개발하고 개발된 유리의 전기전도도 특성 분석을 통해 유리화 적용 타당성을 평가하는데 목적이 있다.

### 2. 본론

#### 2.1 유리조성 개발

본 연구에 사용되는 비산재(Fly Ash) 포집 폐 필터를 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, Li<sub>2</sub>O 시약에 70 wt% loading 하고 Figure 1과 같은 GlassForm Computer Program을 이용하여 개발하였다.

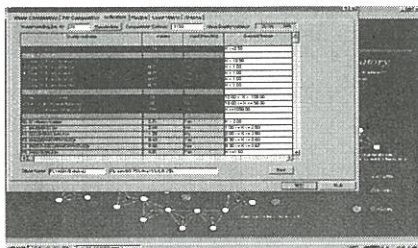


Fig. 1. GlassForm Computer Program

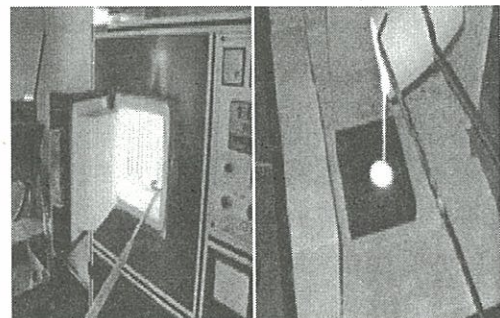
Fly Ash를 70 wt% loading 했을 경우의 주요 성분조성은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Glass Composition for Fly Ash

Oxide	Fly ash(70 wt% loading)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.04
Na <sub>2</sub> O	15.00
SiO <sub>2</sub>	42.73
Others	25.23
SUM	100.00

#### 2.2 유리 제조

Fly Ash 폐 필터 유리화를 위해 1,150 °C 환경에서 시약과 혼합하여 고온전기로 내에서 용융하여 유리화가 가능한지 여부를 평가하기 위해 유리 제조 실험을 수행하였다. 첫 번째로 Fly Ash 폐 필터와 B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, Li<sub>2</sub>O 혼합 시약을 점토 도가니에 넣고 두 번째로 점토 도가니를 고온 전기로에 넣어서 1,150 °C까지 온도를 올린다. 세 번째로 1,150 °C에서 45분간 유지 시킨 후 꺼내서 혼합하고 다시 고온 전기로에 넣어서 1,150 °C에서 15분간 유지시킨 후 pouring 하여 제조된 유리를 냉각시킨다. 고온전기로에서의 유리 제조 주요 과정을 Figure 2에 나타내었다.

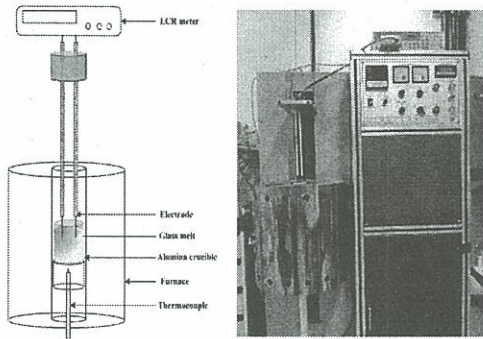


(a) 1,150 °C High Temp. Furnace (b) Pouring

Fig. 2. Glass melting of Fly Ash glass formulation

### 2.3 전기전도도 측정

유도가열식 저온용융로(Cold Crucible Induction Melter : CCIM)를 이용한 폐기물 유리화 시 유리 용탕의 전기전도도는 CCIM 건전성을 유지하는 주요 인자 중 하나이다. 유리 용탕의 적절한 전기전도도는 유리화 시 폐기물 투입량 및 운전인자를 결정짓는 요소로서 CCIM 운전에 최적인 전기전도도는 0.1~1 S/cm 이다. Fly Ash 70 wt% 함유 유리용탕의 전기전도도 측정을 위해서 알루미늄 도가니에 전기전도도를 측정하고자 하는 유리를 넣고 측정온도까지 온도를 맞춘 후 15 mm 간격으로 고정된 두개의 백금(Pt) 전극을 유리용탕 10 mm 깊이까지 삽입하였다. 여기에 주파수 1 kHz로 고정된 회로소자측정기(LCR meter)를 이용하여 용융유리의 저항을 측정하였고 이 값을 전기전도도로 환산하였다. 전기전도도 측정에 사용된 장비는 아래 Figure 3에 나타내었다.



(a) Conductivity cell (b) Apparatus of conductivity  
Fig. 3. Configuration of conductivity measurement

### 3. 결과

온도 871~1,165 °C 범위에서 측정한 전기전도도 결과는 Figure 4와 같다. 유리의 전기전도도 그래프에서 보듯이 측정온도 구간에서 유리의 용탕상태의 전기전도도 요구치(0.1~1.0 S/cm)를 만족하였다.

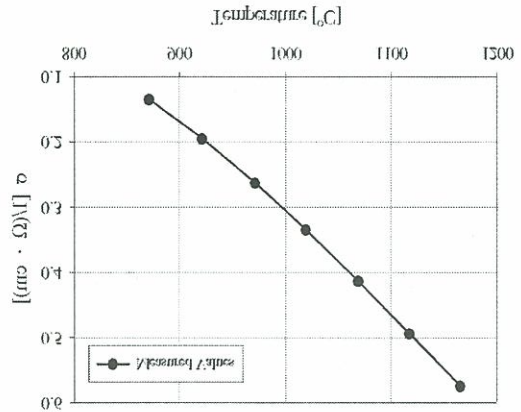


Fig. 4. Electrical conductivity of Fly Ash glass

### 4. 결론 및 고찰

유리조성 개발결과 Fly Ash 70 wt%를 loading 한 유리용탕의 경우 CCIM의 운전변수 중 가장 중요한 전기전도도를 만족 하는 것으로 분석되었다. 특별히 CCIM의 운전온도인 1,150 °C 내외에서 0.55 S/cm 로 최적의 값을 나타내고 있음을 알 수 있었다.

### 5. 감사의 글

본 연구는 한국원자력연구원의 수탁과제로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### 6. 참고문헌

- [1] 배기체 포집 폐 필터 처리방안 검토, 기술현황 분석보고서, KAERI/AR-848 (2010).