

## 농축폐액 건조분말 정제화 장치 개발

김득만, 신상운

한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 장동 25-1

[kc2701@khnp.co.kr](mailto:kc2701@khnp.co.kr)

### 1. 서론

가압경수로 원전에서 발생된 농축폐액은 농축폐액 건조설비(CWDS : Concentrated Waste Drying System)에서 건조 후 분말상태(폐액 건조분말) 또는 파라핀과 혼합된 상태로 배출이 가능하다. 폐액 건조분말은 유리화설비 운영효율 측면에서 유리하나 운반 및 저장이 용이치 않으며 저온용융로 내로 투입 시 계통설비에 고착될 우려가 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 폐액 건조분말을 정제화 하는 것이 유리화설비 적용에 가장 유리한 것으로 연구되었다.[1] 폐액 건조분말을 정제로 제조할 경우 폐기물관리 및 유리화설비 운전 편의성 및 안전성을 도모할 수 있다. 본 연구에서는 농축폐액을 유리고화하기 적합한 형태로 전처리하는 정제화 장치를 개발하여 현장실험을 수행함으로써 정제화 방식의 타당성을 확인하는데 목적이 있다.

### 2. 실험 및 결과

#### 가. 정제화 장치 설계 및 제작

폐액 건조분말을 정제화 하기 위해 정제화 장치를 설계 및 제작하였다. 정제화 장치는 타정기(Tablet Press), 피더(Feeder), 호퍼(Hopper), 제어장치 및 배기설비로 구성된다. 타정기는 폐액 건조분말을 타정하여 정제를 제조하는 장치로 정제 제작속도를 조절할 수 있도록 속도조절장치를 설치하였으며 탈착이 용이하도록 제작하여 정비 편의성을 향상시켰다. 타정기의 압축방식은 기계식으로 유압식에 비해 구조가 단순하고 유압펌프와 같은 별도의 설비가 필요 없다는 장점이 있다. 정제의 크기는 직경이 10 mm 미만으로 폐기물 공급관을 통해 저온용융로 내로 투입이 용이한 수준이다. 호퍼는 타정기에 공급되는 폐액 건조분말을 분쇄·저장하고 피더는 타정기에 폐액 건조분말을 일정한 양으로 공급한다. 정제를 제조하는 동안에 모의 봉산시료나 폐액 건조분말이 비산되어 흡입으로 인한 작업자 피해를 방지하기 위해 배기설비를 설치하였다.

#### 나. 정제화 장치 동작시험

정제화 장치 동작시험은 모의 봉산시료를 사용하여 수행하였다. 모의 봉산시료를 호퍼에 넣고 진동장치를 가동시키면서 피더로 모의 봉산시료를 공급하였다. 호퍼에서는 일정 크기 이상의 모의 봉산시료 덩어리를 분쇄시키며 분쇄된 모의 봉산시료는 피더를 통해 일정한 양으로 타정기에 공급된다. 모의 봉산시료가 피더를 통하여 타정기에 원활히 공급되는 것을 확인하면서 타정기의 동작상태를 확인하였다. 시험결과 정제 제조 중 타정기를 정지시키면 타정기가 재동작을 하지 못하였고 타정기의 속도가 일정속도 이하로 저하되면 정제의 경도가 낮아졌다. 이를 개선하기 위해 정제화 장치 운전절차를 변경하여 시험을 수행하였다.

#### 다. 정제 제조 시 고려사항

정제를 제조할 경우 마찰(Friction), 분리(Capping), 손상(Cracking), 고착(Sticking) 등으로 인해 정제의 품질이 저하될 수 있다. 모의 봉산시료를 정제로 제조한 결과 고착현상이 발생되었다. 활택제로 스테아린산 마그네슘을 사용하여 정제가 정제 틀로부터 방출될 때 모의 봉산시료 잔류물에 의한 고착현상을 방지하였다. 또한 정제 제조 시 중요 고려사항으로 경도와 마손도가 있으며 이 값들은 기준치 이상으로 유지되어야 운반, 저장 및 저온용융로 내로 투입이 용이하다. 보통 정제의 경우 경도는 4 kp 이상, 마손도는 0.1 % 이하로 유지하도록 권고하고 있으나 마손도 2 % 이상의 모의 봉산시료를 투입한 실증시험에서 필터의 차압이 기준치 이내에서 유지되는 것으로 보아 마손도 2 % 이하의 정제를 저온용융로 내로 투입하여도 문제가 없을 것으로 판단된다.

#### 라. 정제 제조시험

##### (1) 모의 봉산시료 정제 제조시험

봉사와 산화봉소를 혼합한 후 스테아린산 마그네슘을 첨가하여 모의 봉산시료를 제조하였다. 스테아린산 마그네슘은 전단력이 낮고 가격이 저렴하여 많이 사용되는 활택제이다.[2] 그림 1은 모의 봉산시료

의 정제 제조 결과를 보여주고 있다. 정제의 경도는 5 kp 이상, 마손도는 2 % 미만으로 측정되었다.

(2) 폐액 건조분말 정제 제조시험

300 g 정도의 폐액 건조분말 확보를 위해 1 ℓ 페트병 5개 분량의 폐액을 준비하였다. 1 ℓ 비커 용량 폐액을 교반기에서 20시간 이상 건조하여 폐액 건조분말을 제조하였다. 액체폐기물 방사선량률은 5  $\mu\text{Sv/h}$  정도였으며 최종적으로 생산된 폐액 건조분말 300 g의 방사선량률은 60  $\mu\text{Sv/h}$  정도였다. 폐액 건조분말과 스테아린산 마그네슘을 혼합하여 정제를 제조하였다. 그림 2는 실험폐기물 건조 후 상태를 보여주며 그림 3은 폐액 건조분말의 정제 제조 결과를 보여주고 있다. 정제 경도는 4 kp 이상, 마손도는 2 % 미만으로 측정되었다.

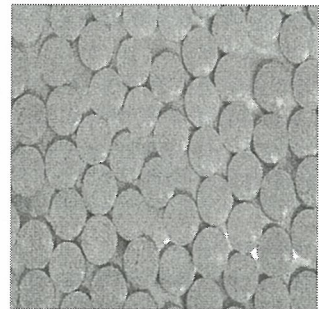
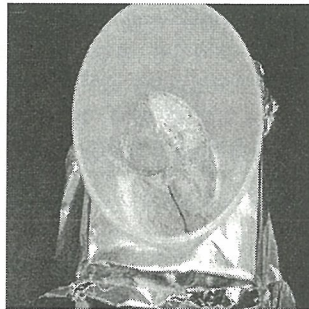
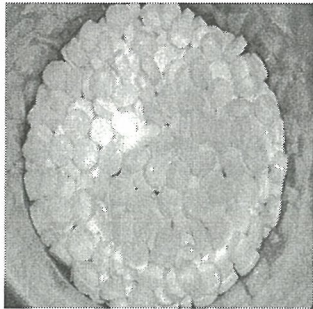


그림 1. 모의 봉산시료 정제 제조 결과

그림 2. 실험폐기물 건조 후 상태

그림 3. 폐액 건조분말 정제 제조 결과

3. 결론

폐액 건조분말을 저온용융로 내로 투입하기 위해서는 유리화설비 운영 효율성과 작업자의 오염을 방지하기 위해 전처리가 필요하다. 폐액 건조분말이 전처리 되지 않은 상태에서 저온용융로 내로 투입되면 계통설비에 고착되어 설비 안전성에 영향을 줄 수 있다. 이를 해결하기 위해 폐액 건조분말 정제화 방식을 적용하였으며, 첨가물의 양을 최소화하기 위해 활택제만을 사용함으로써 양호한 정제의 경도와 마손도를 확인하였다. 경도의 경우 4 kp 이상이면 정제의 형태를 유지할 수 있으며, 마손도의 경우 2 % 미만이면 유리화설비 적용에 문제가 없을 것으로 판단된다. 본 연구에서 개발된 정제화 장치를 이용하여 폐액 건조분말을 타정한 결과 경도는 4 kp 이상, 마손도는 2 % 미만으로 나타났다. 이 경우 제조된 폐액 건조분말 정제를 유리화 투입공정에 적용할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 박윤규 외 5명, 봉산농축폐액 유리화 타당성 연구, 원자력발전기술원, p46-47, 대전(2009)
2. 김길수 외 13명, 제제공학, 신일상사, p146-147, 서울(2005)