

수분함유 Sludge의 고열 처리를 통한 분말화

임성규, 장동철, 송관석, 김현도, 이승재

한일원자력(주), 경기도 안양시 만안구 안양 7동 202-4 동영벤처스텔 3차 3층

ls9800@hanmail.net

1. 서론

방사선관리구역내 집수조 및 액체저장 탱크류등의 내부에는 장기간의 폐액유입등에 따라 구조의 하부 및 벽면등에 슬러지 형태의 침적물이 쌓이게 되며 따라서 정기 혹은 비정기적으로 내부 침적슬러지제거작업등을 실시하게 되며, 그 결과 수분이 다량 함유된 슬러지 폐기물이 발생하게 된다. 방사선 관리구역에서 발생한 수분함유 슬러지는 특성상 일반 폐기물이 아닌 방사성 폐기물로 다루어지므로 처리 방법 및 최종처리를 위한 기술적인 어려움이 많은 폐기물중 하나이다.

또한 최종처리단계인 철제드럼저장을 위해서는 슬러지내 수분함유율을 최대한 낮추어 장기보관에 따른 철제드럼의 부식을 막아야 한다. 슬러지내 수분의 처리방법은 일반적으로 고화제의 첨가에 의한 슬러지의 고형화, 가열건조기를 이용한 수분증발에 의한 처리의 방법등이 사용되고 있으나 고화제의 첨가에 따른 고형화 슬러지폐기물의 상대적인 부피증가 및 가열건조기의 운전시 운전시간의 길어짐과 처리량의 소량등 어려움이 있어 왔다.

수분을 함유하고 있는 슬러지를 장기 보관할 경우에는 보관드럼의 부식 원인이 될 수도 있으며 지속적으로 발생하게 되는 슬러지의 적절한 처리방법이 강구되어야 하는 실정에서 이미 일반 산업체에서 사용하고 있는 분무건조 장비에 의한 고열건조 및 분말화 방법을 이용하여 수분함유 슬러지의 건조 및 최종 분말화 작업까지의 처리방법을 실시하였으며 그 결과 수분함유슬러지의 적절한 처리방법이 될 수 있음을 확인 하였다.

2. 실험 및 결과

1). 실험대상 슬러지

선량 및 방사능농도가 극히 낮으며 장기보관에 따라 용기내 침적되어있는 수분 및 유분이 다량 함유되어있는 슬러지를 대상으로 실험을 실시하였으며, 슬러지의 장비내 투입시 배관 막힘을 고려하여 일정한 회전수의 교반기를 작동하여 원활한 작업이 이루어지도록 하였다.

2). 분무건조설비

실험에 사용한 분무건조설비(Spray Dryer)는 챔버내 고온의 기류(약 240℃)의 를 연속적으로 공급하며 고온의 공기가 포함된 챔버내에 일정량의 수분 및 유분을 함유하고 있는 슬러지를 챔버내부 상부에 장치되어있는 고속회전 원반(약 16,000RPM)에 분사함으로써 미립화 된 처리대상이 순간적으로 고열과 반응함으로써 수분 및 유분을 증발시켜 순수한 슬러지만 분말화 되게 하는 장치로 현재 개발하여 사용되고 있는 장비임. 건조대상 슬러지의 분사형태는 고속회전체에 직접 분사하는 방식과 노즐을 이용한 분사방식의 두가지가 있으며 처리대상물의 점도등을 고려하여 적절히 선택하여 사용함. 본실험에서는 처리대상 슬러지의 점도가 있는 특성상 막힘을 최대한 방지할 수 있는 디스크회전체에 분사하는 방식을 선택하여 실험하였다.

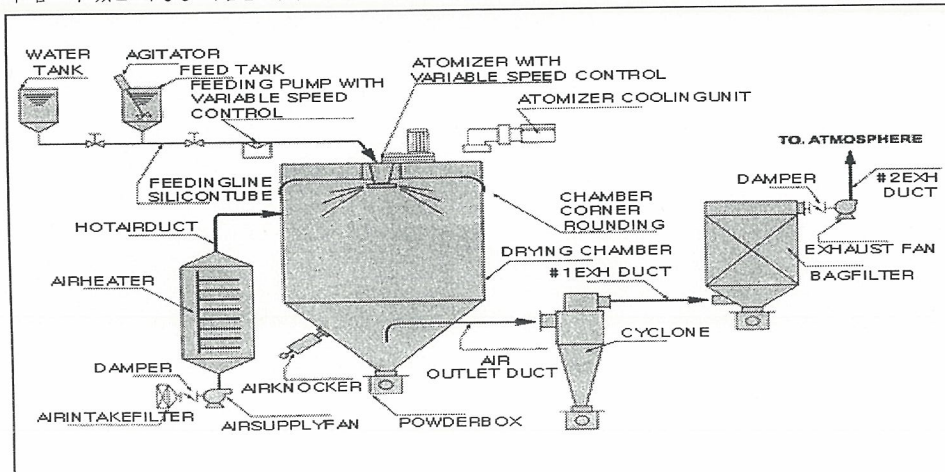


그림 1. 분무건조설비의 개략도

3) 실험

원할한 슬러지공급을 위해 교반작업을 지속적으로 실시함과 동시에 시간당 처리량을 변화시켜가면서 챔버 입구, 출구 온도의 변화 및 고형화 상태를 관찰하였다.

내부온도는 고온의 공기가 들어오는 상부 및 빠져나가는 출구 온도를 적절히 안정적으로 유지시켜야 하며 출구온도는 외부환경의 온도변화 및 대상 슬러지의 수분함유량, 시간당 공급량에 의해 변화가 발생하며 이는 슬러지의 분말화 효율 및 적정처리량을 결정짓는 변수가 되었다.

따라서 공급공기의 온도 및 배출공기의 온도는 각각의 댐퍼로 조절을 하였으며, 또한 실험장비주변의 대기온도 및 처리 대상 슬러지의 수분함유정도역시 운전 변수에 기여하기 때문에 이에 따라서도 처리량을 적절히 변화시켜 운전하였다.

처리대상슬러지를 일정한 회전으로 연속적인 교반작업을 통해 공급라인이 막히지 않도록 하였으며 챔버내 수분이 완전히 제거된 슬러지고형물의 제거 및 고속회전체의 정기적 점검 과 이물질제거작업을 통해 원활한 공급이 이루어지도록 하였다.

4). 결과

시료 공급량(ℓ/hr)	입구공기온도(℃)	출구 공기온도(℃)	디스크회전수(rpm)	비 고
5	230~210	120~110	15,000	환경요인은 고려치 않음
7~8	210~200	110~90	16,000	"
9~10	180~200	85~110	16,000	"

표 1. 수분 함유 슬러지 공급량에 따른 운전변수 변화



그림 2. 챔버내 슬러지 고형물



그림 3. 최종처리 후 슬러지 고형물

3. 결론

- 액체가 다량 포함된 침적슬러지를 교반후 고속회전디스크에 분무하여 생성된 안개형태의 슬러지를 고온의 공기와 접촉 함으로써 순간적으로 수분을 증발시켜 분말화 하는 분무건조기(Spray Dryer)의 운전이 수순 및 유분을 함유한 슬러지 고형화의 적절한 처리 대안이 될 수 있음을 본 실험을 통해 확인하였으며,

- 노즐이 아닌 원형 금속체(Atomizer)를 고속으로 회전시켜 미세입자를 만드는 방식이므로 폐액의 점도에 의한 막힘 현상 등은 발생하지 않았으며 침적슬러지형태의 점도가 높은 처리대상물의 경우 주기적인 세정작업 및 점검을 통해 사전에 막힘을 충분히 방지할 수 있었다.

- 따라서 수분 및 유분이 다량 포함된 슬러지 및 다른 조건의 동일한 처리대상물의 경우에도 슬러지의 점성, 환경적요인(온도,습도) 및 기타 조건들의 변화에 대해서 챔버 유입 공기 및 배출공기의 온도 조절, 디스크 회전수 및 공급량등의 운전변수를 조절함에 따라 처리가 가능한 것으로 본 실험결과 알 수 있었다.

- 건조가 완료된 슬러지의 선량 및 방사능 농도가 높을 경우 건조고형물의 수거 및 저장에 대한 장비의 일부 변경 및 보강이 충분히 가능할 것으로 판단되어지며 최종 슬러지고형물의 처리를 위한 다양한 기술개발이 가능할 것으로 판단된다.