

농축폐액 분말의 정제 제조를 위한 연구

윤정환, 김재진, 차승영

고려김사주식회사, 부산광역시 사상구 폐법동 584-5

yih3764@naver.com

1. 서론

국내에서 운영중인 원자력발전소는 가압경수로형과 가압중수로형 두가지 유형이 있다. 발전소형식 및 가동년수, 처리시설에 따라 발생하는 방사성폐기물의 특성이 달라진다. 방사성폐기물드럼은 발생하는 폐기물의 특성과 밀접한 관계가 있으며, 가압경수로형에서는 방사성액체폐기물을 농축 폐액 분말로 만들어 시멘트 고화, 파라핀 고화 방식으로 드럼을 생성하고 있다. 최근 농축폐액고화처리방안을 영구처분하기위한 요건을 만족시키기 위해 여러 방안으로 연구시험 진행중이다. 이들 방사성폐기물드럼을 영구 처분장에 처분하기 위해서는 드럼 내용물의 물리 화학적 특성이 처분사업자가 제시한 인수요건에 적합해야 한다. 인수요건 만족을 위한 농축폐액 분말드럼의 전처리선 선결되어야 할 과제라 할 것이다. 본 실험에서는 농축폐액 분말드럼 시료와 유사한 봉산 분말을 사용하여 유리화(소각 용융)처리가 가능토록 봉산의 정제 및 제조 방법을 시험/연구하여 최적의 강도조건을 도출하고, 농축폐액 분말의 처리방안을 제시하여 방사성 액체폐기물 드럼의 건전성을 확보하고자 한다.

2. 본론

2.1 농축폐액 분말 생성원

원자로격납용기내 원자로냉각수 탈기수, 원자로냉각재 벨브누출수, 펌프누출수, 기기배수, 바다배수 등은 재순환처리를 위해 액체폐기물 저장탱크에 수집되며 여기에 함유된 방사성동위원소, 붕소등을 제거하기 위해 폐액증발기를 거쳐서 액체상태에서 제염하고, 증발기에서 나오는 응축액은 재사용을 위해 원자로보충수로 보내지거나 수질이 기준값에 못미칠 경우 폐기물 감시탱크를 거쳐 방사능농도가 규정치 이하일때 방출한다. 폐액증발기에서 응축시켜 남은 폐액은 농축폐액상태로 고체 폐기물 처리계통에 연결된 농축폐액건조처리설비(CWDS)로 보내어 2차 감압 증발하여 응축수는 폐액저장탱크로 회수하고 농축폐액속에 잔류하는 붕산 및 기타 성분들은 건조되어 농축폐액분말로 형성된다.

2.2 농축폐액의 화학적 성분

○ 농축폐액 시료 g당 함유된 원소

B, Ca, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Si, Sr, Zn

○ 봉산의 물리·화학적특성

무색 무취에 광택이나는 비늘 모양의 결정. 봉산에 황산을 작용시켜 만든 물질로 더운물에 잘 녹으며 수용액은 약한산성을 띠며 살균 작용을 한다. 화학식은 H_3BO_3

2.3 봉산분말 정제실험

주요공정 : 혼합 - 성형 - 소결

혼합 : 주원료인 봉산분말과 첨가물(파라핀)의 배합, 윤활제(분말형태) 첨가 후 혼합기를 사용하여 적절한 혼합시간의 조정으로 반제품을 성형하기 위한 준비단계이며 품질의 균일화를 위해서 매우 중요한 공정이다.

성형 : 혼합공정을 거쳐 mixing되어진 분말을 반제품의 형태로 만들어지는 공정이며 분말입자들이 충분히 결합을 해서 기계적인 강도를 높여준다.

소결 : 분말중 각 입자들이 가열에 의해서 원자간의 접촉력으로 결합하고 따라서 분말전체의 강도가 증가하며 물질 이동에 의해서 밀도의 증가와 재결정을 일으킨다. 즉 2개 또는 그이상의 분말 입자가 어느 한 성분의 융점보다 낮은 온도에서 가열만으로 결합하는 현상 일종의 열처리로

서 분말입자 상호간의 확산이 일어나서 화학적인 결합을 하여 요구되는 기계적 성질을 갖게 된다. 소결효과는 소결온도, 시간, 승온속도, 냉각속도등에 영향을 받으며, 소결체 특성에도 영향을 미친다.

○ 분산분말 성형

분산분말을 유압식 압분기를 이용하여 압축압력 0.5ton 증가시키며 단발식으로 시료1~10번을 타정하였음

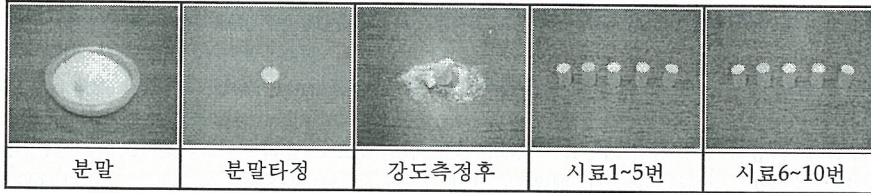
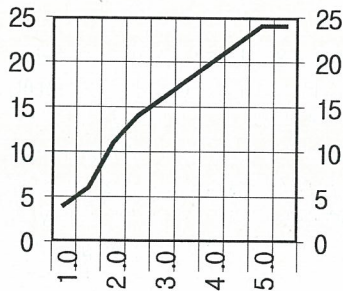


그림 1. 분산분말 유압 성형 타정 결과

2.3 분말의 압축강도 실험

농축폐액분말의 구성 성분은 붕산(B) 98%, 기타 성분(Ca, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Si, Sr, Zn) 2%로 구성되어 있으며 이와 동등한 농축폐액 모사 분산분말을 압축하고 타정하여 시험한 결과를 표1에 나타내었다.

○ 분말정제의 타정 압력 & 압축강도



| 구분 | 타정압력 (ton) | 압축강도 (kgf) | 공시체크기 (mm) |
|------|------------|------------|------------|
| 시료1 | 1.0 | 4 | ∅10×14 |
| 시료2 | 1.5 | 6 | ∅10×14 |
| 시료3 | 2.0 | 11 | ∅10×14 |
| 시료4 | 2.5 | 14 | ∅10×14 |
| 시료5 | 3.0 | 16 | ∅10×14 |
| 시료6 | 3.5 | 18 | ∅10×14 |
| 시료7 | 4.0 | 20 | ∅10×14 |
| 시료8 | 4.5 | 22 | ∅10×14 |
| 시료9 | 5.0 | 24 | ∅10×14 |
| 시료10 | 5.5 | 24 | ∅10×14 |

표1. 분말압분과 압축강도

3. 결 론

본 연구에서는 유리화(소각용융) 처리의 전제조건인 농축폐액 모사시료 분산분말을 수회 압축하고 타정하여 압축강도시험결과를 도출하였으며 강도측정결과 4~24kgf 로 측정되었으며, 최적의 압축강도에 적합한 타정 압분은 5.0ton으로 나타났다. 이 결과는 분말 자체만으로도 강도 높은 정제를 만들 수 있으나 2m 낙하시험 및 마손을 수동적 측정결과 정제의 분말이 표면에 묻어나는 현상이 나타난다. 이분말은 고방사능을 함유한 붕산으로 소각용융의 순간적 접촉시 오염확산의 우려가 존재함으로 반드시 해결되어야 함으로 성형 공정에 첨가제로 액상 파라핀을 소량 압력분사 함유시켜 타정후 도포한 결과 분말이 표면에 묻어 나오지 않았으며, 계속된 연구실험으로 결과를 도출할 수 있다고 보여진다. 결합제나 첨가제가 없는 분말 타정제에서 소각용융 조건에 만족 시키지 못하며, 반드시 첨가제와 혼합하여야만 건전성을 유지할 수 있다는 것을 보여준다.

참고문헌

1. 농축폐액건조설비운전 절차서(한수원, 영광/고리/울진1,2발전소)
2. 고화공정처리(한수원, 영광/고리/울진1,2발전소)
3. 원전 슬러지 및 EDTA 처리기술개발 최종보고서(2003년 12월), 원자력환경기술원
4. 원자력 법 및 관련 고시 [과기부고시 제2001-32호 “중.저준위 방사성폐기물 인도규정”]
5. 방사성폐기물 고화체의 특성규명을 위한 표준시험법의 비교실험, 원자력환경기술원