

방사성 오염 슬러지의 자체처분 가능성 평가

김학수, 양호연, 이은규

원자력환경기술원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

hskim007@khnp.co.kr

영광 원자력발전소 5호기 탈염수 공급모관 오염으로 오폐수처리장에서 다량, 다종의 방사성폐기물이 발생되었으며 슬러리상의 오염물이 1톤 강화플라스틱 원통형 용기 220개에 저장되어 있고 바닥 슬러지는 40kg 용량 마대자루 689개에 수거하여 보관 중에 있다. 오폐수처리장에서 수거하여 보관중인 슬러지의 오염 정도는 매우 낮을 것으로 예상됨에 따라 처분제한치 미만의 방사성 오염 슬러지를 드럼 처리하여 처분하는 것보다는 법적 절차에 따라 적절하게 자체처분하는 방안을 강구하였다(삭제). (오폐수처리장에서 발생된 슬러지는 그 오염정도가 매우 낮아 법적 절차에 따라 자체처분하는 방안을 모색하고 있다.)

특히, 1톤 강화 플라스틱통내에 보관중인 슬러지는 습윤 상태의 것으로서 방사성핵종 분석을 위해서는 관련 규정에 의거 슬러지를 건조한 상태로 200kg당 대표시료를 최소 1개 채취해야 함에 따라 슬러지내 수분을 제거하기 위한 적절한 전처리 과정을 수립하여 처리하였고 그 과정은 아래 그림 1과 같다.

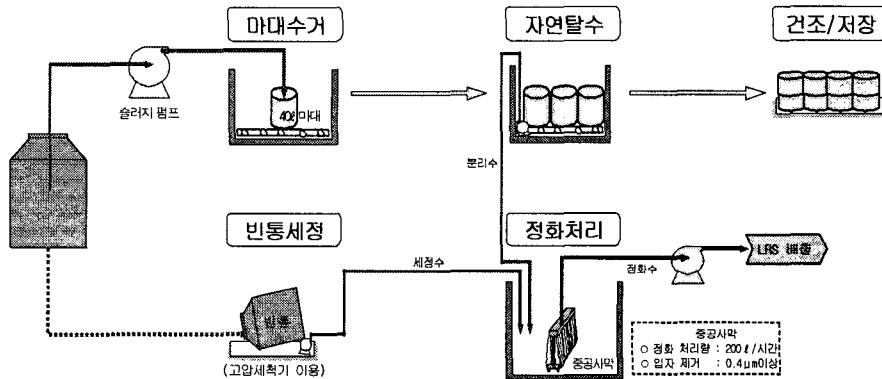


그림 1. 강화플라스틱통내 슬러지 전처리 과정

상기 과정을 통해 건조된 슬러지로부터 방사성핵종(감마, 베타 핵종)의 농도를 분석하였다. 감마핵종으로서는 주로 Co-60, Co-58, Co-57 및 Mn-54가 검출되었으며, 베타핵종으로서는 H-3 및 C-14를 분석하였다. 아울러 Co-60이 검출됨에 따라 부식생성물인 Fe-55 및 Ni-63을 추가로 분석하였다. 난검출성 핵종으로서 Fe-55 및 Ni-63의 분석 방법이 국내에 아직 정립되어 있지 않은 관계로 국내 연구소에서 제시된 방법에 따라 분석을 하였다. H-3의 경우에는 최대 0.0736 Bq/g부터 최소 0.008 Bq/g, Fe-55는 최대 0.06 Bq/g부터 최소 0.0199 Bq/g, Ni-63의 경우에는 영광3발전소 최종안전성분 석보고서의 선원항 자료로부터 유추하여 계산하였으며 C-14의 경우에는 검출기의 MDA값을 사용하였다.

이러한 분석결과로부터 얻어진 슬러지 내 방사성핵종 농도와 영광부지 내 매립지의 부지특성자료를 이용하여 자체처분 가능성을 평가하였다. 평가를 하기 위해서는 우선적으로 매립폐기물의 기하학적 모델을 수립하여야 하는데 본 평가에서는 영광부지 운영현황을 고려하여 폐기물의 매립형태로서 높이 0.5m의 원통형을 가정하였다. 또한 관련 기술기준으로서는 과기부고시 제2001-30호 “방사성폐기물 자체처분 등에 관한 규정”에서 제시하고 있는 개인(10 μ Sv/yr) 및 집단(1 man·Sv/yr)에 대한 선량기준을 적용하였으며, 방사성핵종별 자체처분 허용농도 기준은 IAEA Safety Guide RS-G-1.7

에서 제시한 값을 적용하였다. 일련의 평가는 분석된 방사성핵종별 농도를 토대로 자체처분 허용농도 기준 만족여부를 확인하고, 다수핵종 존재시 분율의 합이 1 미만임을 평가한 후 개립부지 상부에 거주하는 개인 및 집단에 대한 피폭선량을 평가하는 절차를 따랐다. 앞에서 언급된 일련의 평가절차에 따라 방사성 오염 슬러지의 자체처분 가능성을 평가한 결과, 전체 슬러지 발생량의 약 10%정도가 일년 자연붕괴시킨 후 복토를 고려한다면(15cm 이상) 가능한 것으로 평가되었다(그림 2 참조).

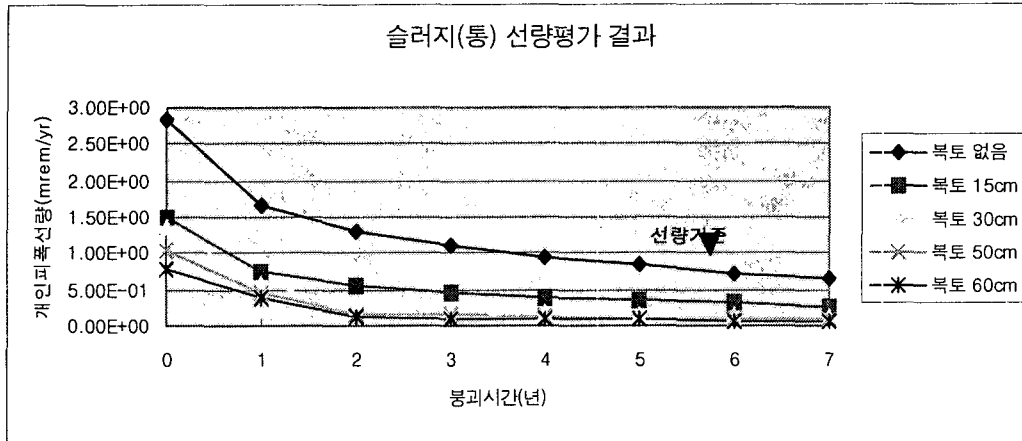


그림 2. 슬러지 자체처분 선량평가 결과(0.5m 원통형)

또한 각 방사성핵종별 선량평가에 미치는 영향을 분석한 결과, 장반감기 핵종인 C-14가 매우 큰 영향을 미쳤으며 시간이 경과함에 따라 Co-60의 영향이 또한 선량평가에 많은 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 이러한 분석 및 평가결과로부터 영광 5호기 탈염수 공급모관 오염으로 오폐수처리장에서 수거된 슬러지에 대한 처리방안으로서는 Co-60의 농도를 토대로 Co-60의 농도가 0.03 Bq/g 미만일 경우에는 충분한 복토(15cm)를 고려한다면 1년 정도 보관 후에 자체처분하는 것이, 그리고 Co-60의 농도가 10^{-2} Bq/g부터 0.1 Bq/g 범위에 있는 슬러지는 3년 이상 보관 후에 자체처분하는 것으로 그리고 매우 적은 양이지만 Co-60의 농도가 0.1 Bq/g 이상이면 장기별도 관리 후 자체처분하는 것이 가장 적절한 방안으로 평가되었다.