

침전제를 사용한 방사성 폐윤활유 처리

김기홍, 김병태, 최영구, 김대환, 안승진, 홍지식, 김우섭*, 이상익*, 김동훈*
 선광원자력안전(주), 서울특별시 구로구 구로동 106-4 구로선경오피스텔 2003
 *한국수력원자력(주) 월성원자력본부, 경북 경주시 양남면 나아리 260

protosavior@nate.com

1. 서론

원자력 시설 운영은 필연적으로 다양한 폐기물을 발생시킨다. 폐기물은 비방사성 폐기물과 방사성 폐기물로 분류할 수 있다. 이중 방사성 폐기물의 처리는 최근에 발생한 일본 방사성 물질 유출 사고와 맞물려서 사회적으로 중요한 문제로 대두되고 있다.

방사성 폐윤활유는 원자력 시설 경상운전 및 계획예방정비 기간 중 발생하는 폐기물이다. 기존 폐윤활유 처리 기술로는 원심분리 기술, 정전기온 기술, 윤활유 소각 기술 등이 있다. 이상의 기술들은 2차 폐기물 발생으로 인한 폐기물량 증가, 처리 시설 구축에 따른 비용 증가 등의 문제를 갖고 있다.

본 실험에서는 방사성 폐기물의 효과적인 처리, 최종 폐기물 저감 및 처리 비용 절감을 위한 방법으로 침전제를 사용한 처리 방법을 선택하여 실험하였다.

2. 본론

본 실험에서 사용한 처리 기술은 침전제를 사용하여 폐윤활유 내 방사성 물질을 포집 후 침출시키는 것이다. 침전제를 사용한 처리 방법은 비교적 간단한 장치를 사용하여 단순한 공정으로 방사성 폐윤활유를 처리할 수 있으며, 낮은 비용으로 높은 처리효과 및 폐기물량 저감을 기대할 수 있다.

다음은 본 실험에서 목표하는 경제처리기준이며, 2009년 한국수력원자력(주)에서 방사성 폐윤활유 처리 시 요구하는 경제처리기준과 동일하다.

가. $H-3 \leq 50\text{Bq/g}$

나. $C-14 \leq 1\text{Bq/g}$

다. γ -방출핵종 합 $\leq 0.1\text{Bq/g}$

실험에 사용된 방사성 폐윤활유는 월성원자력 발전소에서 발생된 것을 사용하였다. 방사성 폐윤활유는 200ℓ 드럼에 포장되어 있으며, 드럼에 있는 폐윤활유의 농도는 각각 상이하하다. 실험에 사

용할 대표시료는 월성원자력발전소에서 가장 많은 양을 차지하는 방사능 농도 범위에 해당하는 것을 선정하였다.

실험 방법은 다음과 같다. 실험대상인 방사성 폐윤활유의 전체 농도가 균일하도록 교반한다. 교반을 마친 방사성 폐윤활유는 일부를 채취하여 처리 전 방사능 농도를 측정한다. 측정 후 방사성 폐윤활유를 비커에 각각 나눠 담는다. 각 비커에 준비된 침전제를 넣은 후 일정시간동안 교반한다. 교반이 완료된 방사성 폐윤활유 혼합물은 여과한 후 방사능 농도를 측정한다.

실험 결과에 영향을 미치는 요인으로는 방사성 폐윤활유의 방사능 농도, 윤활유 이외의 불순물 함량, 침전제 종류, 폐윤활유와 침전제의 혼합비율 및 교반시간 등이 있다. 폐윤활유의 방사능 농도가 낮을 때에는 소량의 침전제만으로 처리가 가능하지만 반대의 경우는 상대적으로 많은 침전제를 사용해야 하며, 윤활유와 침전제의 반응에 의한 처리 시간도 늘어나게 된다. 폐윤활유 내 불순물은 그 종류와 양에 따라서 침전제가 방사성 물질을 흡착하는 것을 방해할 수 있다. 불순물과 방사성 물질의 결합성이 침전제보다 높을 경우 원활한 처리가 어렵다. 침전제와 폐윤활유의 혼합시 농도에 비해 많은 양의 침전제를 넣으면 폐기물량이 증가하고, 그 반대의 경우 처리 효율이 낮아지므로 주의하여야 한다.

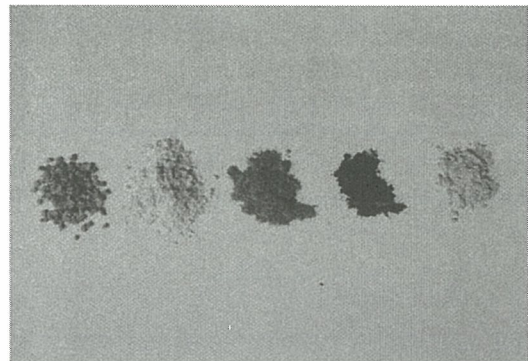


Fig. 1. Kinds of Precipitants for Decontamination.

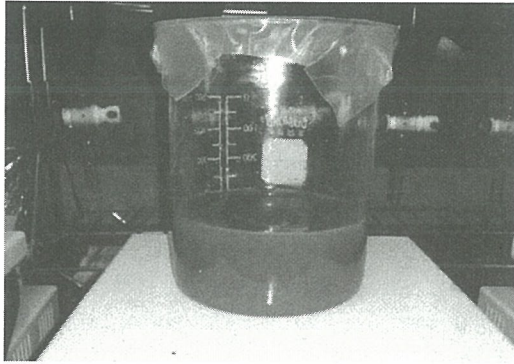


Fig. 2. Mixing Radioactive Waste Lubricant and Precipitant.

이번 실험에 사용된 침전제는 총 5가지이며, 혼합비율은 20(폐윤활유) : 1(침전제)로 모든 샘플에 동일하게 적용하였다. 교반은 자석교반기를 사용하였으며, 충분한 교반시간을 갖기 위해 1시간 30분 동안 교반하였다. 교반이 완료된 방사성 폐윤활유 혼합물은 필터를 사용하여 여과한 후 방사능 농도를 측정하였다. 실험결과는 아래의 표와 같다.

Table 1. Radioactive Concentration of H-3 and C-14(Before and After Decontamination).

구 분	제 염 전		제 염 후			
	H-3	C-14	H-3		C-14	
	농도 (Bq/g)	농도 (Bq/g)	농도 (Bq/g)	효율 (%)	농도 (Bq/g)	효율 (%)
침전제 1	767	10.5	34	95.57	0.38	96.38
침전제 2	767	10.5	17	97.78	0.18	98.29
침전제 3	767	10.5	46	94.00	0.17	98.38
침전제 4	767	10.5	27	96.48	0.30	97.14
침전제 5	767	10.5	51	93.35	0.23	97.81

* 정제처리 후 γ -방출핵종 방사능은 모든 시료에서 검출되지 않았다.

3. 결론

본 실험에서는 침전제를 사용한 방사성 폐윤활유 처리효과를 실험하였다. 실험결과 침전제 5

를 제외한 모든 침전제에서 정제처리기준을 만족했다. 특히 침전제 2는 다른 침전제 보다 높은 처리 효과를 나타냈으며, 상용화가 가능할 것으로 사료된다. 다만 방사성 폐윤활유를 처리하는데 영향을 미치는 인자들(방사능 농도 등)에 대해 종류별로 정리하여 최적의 처리방법을 적용해야 할 것이다. 또한 다양한 침전제에 대한 추가 실험이 필요할 것으로 생각한다.

4. 감사의 글

본 실험은 한국수력원자력(주) 월성원자력본부 제1발전소 방사선안전팀의 도움으로 진행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] 발전소 운영절차서 - 처분제한치 미만의 방사성 폐기물 자체처분.
- [2] 교육과학기술부 고시 2008-64호.
- [3] IAEA Safety Guide No. RS-G-1.7의 표 2.