

원자력연구원 극저준위 철재류의 자체처분 과정

신기백*, 강일식, 장원혁, 홍대석

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

*kbshin@kaeri.re.kr

1. 서론

한국원자력연구원에서는 극저준위의 다양한 철재류 방사성폐기물들이 발생하고 있으며 그 양이 점차 늘어나는 추세이다. 이에 자체처분을 통하여 철재류 방사성폐기물의 양을 줄이는 것은 방사성폐기물의 운영 및 관리측면에서 매우 중요한 일이 되고 있다. 철재류 자체처분에 대한 과정은 크게 1) 철재류 폐기물의 발생, 2) 세척, 절단 및 저장, 3) 시료채취 및 핵종농도분석, 4) 시나리오를 이용한 선량 평가, 5) 규제해제 기관의 허가, 6) 위탁업체를 통한 자체처분 실행 등으로 나누어진다. (Fig. 1)

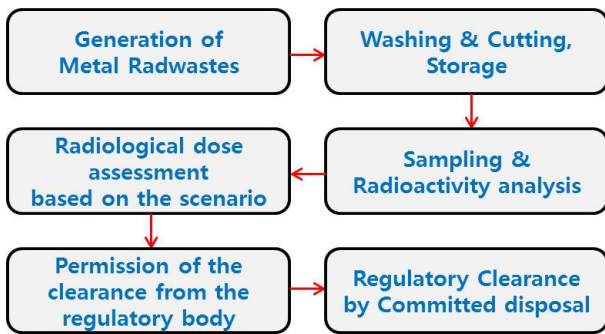


Fig. 1. Regulatory clearance process for metal radwastes.

본 논문에서는, 방사성폐기물처리시설에서 2015년 6월 실행한 공기조화 필터 해체 프레임, 콘크리트 내부 철근, 배기팬 해체 폐기물 그리고 핫셀 해체 폐기물 등 약 40.0 톤의 철재류에 대한 자체처분 과정을 기술하였다.

2. 본론

2.1 철재류 방사성폐기물의 발생 및 관리

2.1.1 공기조화 필터 해체 프레임

한국원자력연구원 내 원자력시설의 공기조화계통에서 사용된 필터들이 폐기물로 발생된다. 공기조화 필터의 경우 방사성 오염물질을 거르는 필터매체가 주로 오염되므로 이 부분은 해체하여 방사성 폐기물로 처리하고 있으며, 필터 프레임의 경우 방사성 오염물질에 노출된 가능성이 매우 낮기 때문에 자체처분 대상이 된다.

2.1.2 콘크리트 내부 철근

서울 소재의 연구용원자로 및 방사성폐기물처리 시설 주변에서 토양과 콘크리트, 콘크리트 내부 철근 등이 1988년에 폐기물로 발생되어 토양과 콘크리트는 2007 ~ 2008년에 자체처분 하였다. 이에 철근도 자체처분 할 수 있을 만큼 오염도가 낮다고 판단하였다.

2.1.3 배기팬 해체 폐기물

한국원자력연구원 내 조사재시험시설의 공기조화계통에서 사용된 MUP(Medium Under Pressure) 팬은 사무실 및 작업구역, 서비스구역 등의 배기를 위한 팬으로 거의 오염되지 않은 공기를 배기하는 팬이며, HEPA필터를 거친 공기를 외부로 배기하는 용도로 사용된다.

2.1.4 핫셀 해체 폐기물

한국원자력연구원 내 차세대관리공정실증시설의 핫셀 구조변경으로 Jib crane, storage vault, shield plug, 핫셀의 내/외부 파이프 등의 철재류가 발생되었다.

이상 위 철재류 폐기물들은 발생 후 세척, 절단 등 일련의 과정을 거쳐 자체처분 전까지 방사성폐기물처리시설 내에 보관되었다. Fig. 2에 자체처분 대상 철재류 방사성폐기물들을 나타내었다.



Fig. 2. Filter frame, Rebar, Storage vault, Exhaust fan (Clockwise from upper left).

2.2 시료 채취 및 핵종농도분석

핵종농도분석을 위해 각 철재류 별로 시료를 채취하였다. 공기조화 필터 해체 프레임은 Ø47 mm 형태로, 철근과 배기팬 해체 폐기물의 경우 잘게 자른 후 1 L Marinelli Beaker에 담은 형태로 HPGe Detector를 이용하여 핵종농도분석을 하였다. 각 철재류 방사성폐기물의 핵종농도분석 결과들 중 최댓값을 Table 1과 2에 나타내었다.

핫셀 해체 폐기물의 경우 주요 핵종이 U-238로 문지름법(Smear test)을 통한 시료 채취 후 전알파/베타 계수기로 측정하여 표면오염도값(kBq/m²)을 얻게 된다. USNRC (United States Nuclear Regulatory Commission)에서는 철재류에 대한 mass-to-surface ratio(4.53-5.34 g/cm²)값을 제공하며 보수적인 접근을 위해 표면오염도값(kBq/m²)을 체적값(Bq/g)으로의 환산에 4.53 g/cm² 값을 적용하였다[1].

Table 1. Activity concentration of radwastes

구 분	방사능 농도 [Bq/g]	
	Co-60	Cs-137
공기조화 필터 해체 프레임	1.00E-02	1.00E-02
콘크리트 내부 철근	9.86E-04	1.00E-03
배기팬 해체 폐기물	3.36E-03	2.26E-03

Table 2. Activity concentration of hot cell radwaste

구 분	U-238	
	표면오염도 [kBq/m ²]	방사능 농도 [Bq/g] ^{a)}
핫셀 해체 폐기물	1.01E-01	2.23E-03

a) 표면오염도 측정값(kBq/m²)을 체적값(Bq/g)으로 환산
 $1.01E-01 \text{ kBq/m}^2 \div 4.53 \text{ g/cm}^2 = 2.23E-03 \text{ Bq/g}$

2.3 시나리오를 이용한 선량 평가

RESRAD-RECYCLE Code를 이용하여 피폭 시나리오에 대한 선량 평가를 하였다. 보수적인 평가를 위해 각 폐기물의 최대 방사능 농도값을 적용하였으며 연령군에 대한 보정도 고려하였다. 공기조화 필터 해체 프레임의 경우 Aluminum 재질도 고려하였다. 선량평가 결과 최대 개인선량은 1.20E+00 µSv/yr, 집단선량은 2.56E-04 man×Sv/yr로 평가되었으며 관련 규정에 비하여 크게 낮음을 알 수 있었다[2].

2.4 위탁처분

규제해제 기관에서 철재류 폐기물에 대한 자체처분 허가를 받은 후 위탁처리 업체를 통해 자체처분을 하였다. 철재류 폐기물의 위탁 처분장 이송시 실무자의 동승으로 만일의 상황에 대비하였다.



Fig. 4. Metal radwastes loaded on a truck (left) and direct contamination measurement (right).

자체처분 시행 전 위탁처리 업체의 처분현장을 방문하여 오염도를 측정하였으며 자체처분 시행 후에도 처분현장을 방문하여 오염도를 측정 하였고 이상이 없음을 확인하였다. 또한 1차 수거업체에서 2차 가공업체로의 이송 시에도 실무자가 동승함으로써 현장을 모니터링 하였다.

3. 결론

방사성폐기물처리시설에서는 2015년 6월 원내에서 발생한 철재류 방사성폐기물에 대하여 자체처분을 시행하였다. 대상 철재류는 공기조화 필터 해체 프레임, 콘크리트 내부 철근, 배기팬 해체 폐기물, 핫셀 해체 폐기물 등으로 약 40.0 톤이었다. 해당 폐기물들은 세척, 절단 및 저장 등의 과정을 거친 후 시료를 채취하고 핵종농도를 분석하였고 피폭 시나리오에 대한 선량평가를 하였다. 규제해제 기관의 자체처분 허가를 받은 후 위탁처리업체를 통하여 자체처분을 시행하였다. 이를 통하여 많은 폐기물 처분비용 절약 및 저장공간 확보 등 상당한 경제적 효과를 얻을 수 있었다.

4. 참고문헌

- [1] ANSI/HPS N13.12-2013, "Surface and volume radioactivity standards for clearance".
- [2] 원자력안전위원회 고시 제2014-003호.