

연구로 및 우라늄변환시설 해체폐기물 처리계획

이기원, 홍상범, 조광훈, 박진호, 정운수
 한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045
 ngwlee@kaeri.re.kr

1. 서론

우리나라에서 최초로 수행된 연구로 1, 2호기 해체공사 및 우라늄변환시설 해체 공사 과정에서 다량의 자체처분 대상 폐기물과 방사성폐기물이 발생하였다. 공식적으로 2009년 12월 31일을 기준으로 하였을 때 방사성폐기물은 200리터 드럼을 기준으로 약 3,443드럼이 발생하였으며, 자체처분 대상 폐기물은 약 2,315톤이 발생하였다. 또한 우라늄변환시설 해체가 진행되고 있으며, 최종 마무리될 경우 다량의 토양폐기물 등이 발생될 것으로 예상된다. 그러나 해체과정에서 나온 자체처분 대상 폐기물 및 방사성폐기물을 감용처리하지 않고 그대로 경주 영구처분장으로 이송하여 처분할 경우 막대한 처분비용이 소요되므로 이를 감용처리하여 폐기물 양을 줄여 처분비용을 줄이는 것이 현실적인 요구가 되었으며, 본 논문에서는 연구로 및 우라늄변환시설 해체과정에서 발생한 폐기물을 가연성해체폐기물, 금속폐기물 및 콘크리트/토양폐기물로 분류하여 각각의 감용처리 방안을 제시하였다.

2. 본론

2.1 개요

연구로 1, 2호기의 해체사업은 1997년부터 시작되었으나 본격적인 해체공사는 2001년 6월부터 시작되었다. 당초에는 2008년 말까지 연구로 2호기와 동위원소생산을 위한 부속시설, 그리고 주변시설들의 해체를 수행하여 마무리할 예정이었으나 새로운 오염부위 발생과 이를 처리하기 위한 공사 등으로 2009년 3월말까지 연장하여 수행하였다. 현재는 연구로 1호기를 제외한 부지 및 건물을 규제해제 하기 위해 최종현황분석보고서를 작성하여 규제기관에 제출할 예정으로 있다. 연구로 1, 2호기 해체과정에서 발생한 폐기물은 자체처분 대상 폐기물의 경우 총 2,185톤이 발생하였으며, 이 중 금속 212.3톤, 콘크리트 1,855.6톤, 가

연성 32.3톤 및 비사연성 폐기물이 84.8톤 발생하였다. 자체처분 대상 폐기물로 분류된 폐기물 중 콘크리트 폐기물 1,734.5톤은 규제기관에 자체처분계획서를 제출하여 승인을 득한 후 도로 기반재로 재활용하였다. 콘크리트 폐기물의 자체처분은 시나리오의 설정이 그리 복잡하지 않아 자체처분이 가능하였으나 금속 및 가연성폐기물의 경우 시나리오 설정이 매우 복잡하여 현재 상태로 자체처분 하기 어려워 감용처리하여 처분비용을 줄이는 것이 필요하다. 또한 방사성폐기물의 경우에도 콘크리트 및 토양 폐기물의 경우 농도별 분리과정 및 원자력증장기개발과제에서 개발된 동진기 제염방식 등을 적용하여 제염처리하고, 가연성폐기물의 경우 소각방식을 이용하여 부피를 감용할 경우 다량의 폐기물을 줄일 수 있다.

또한 우라늄변환시설 해체과정에서 발생한 금속 폐기물과 다량의 오염된 콘크리트 및 토양폐기물을 제염, 감용처리할 경우 막대한 처분비용을 줄일 수 있다. Table 1에 연구로 1, 2호기 및 우라늄변환시설에서 발생한 폐기물의 현황과 Fig. 1에 실증 처리시설의 그림과 계약도를 타내었다.

2.2 처리방안

2.2.1 가연성폐기물

가연성폐기물의 처리는 한국원자력연구원에서 개발하여 발전기술원에 임대해주었던 방사성폐기물 소각시설을 반환받아 이를 알파폐기물을 포함한 연구로 및 우라늄변환시설 해체과정에서 발생한 폐기물 및 한전원자력연료(주)에서 발생한 폐기물을 소각처리 할 수 있도록 시설을 개선하여 인허가를 득할 예정이다. 당초 발전기술원에서 교과부에 인허가를 받은 범위는 알파폐기물을 제외한 베타 및 감마 폐기물만을 대상으로 하였기 때문에 작업자의 호흡기를 통한 방사성물질의 흡입 방지와 계량적인 측면에서 보완과정을 거쳐 국내 최초로 알파폐기물을 포함하여 소각할 수 있도록 시설을 개선하여 실증시설을 갖출 예정이

다. 가연성폐기물 처리시설의 처리 용량은 20kg/h, 40톤/년이다.

3. 결론

연구로 1, 2호기 해체과정에서 발생한 가연성폐기물은 소각로를 사용하여 감용처리 한 후 소각재는 고형화하여 방사성폐기물로 처분하며, 금속폐기물은 고주파유도로를 사용하여 용융처리후 용융금속폐기물(Ingot)은 그 농도에 따라 자체처분하고, 슬래그의 경우는 방사성폐기물로 처분할 예정이다. 콘크리트의 경우 분리과정과 자체개발한 제염기기를 활용하여 처리할 예정이며, 토양의 경우 제염장치를 활용하여 자체처분 대상폐기물로 제염시키고, 폐액은 재활용한 후 최종 고형화하여 처리할 예정이다.

구분	자체처분대상폐기물 (<0.4Bq/g)		방사성폐기물		처리계획
	연구로	변환시설	연구로	연구로	
가연성	32.6톤	-	171드럼(10.7톤)	84드럼(5.5톤), 89드럼(6.0톤)	소각처리
금속	212.9톤	199.0톤	167드럼(40.2톤)	244드럼(52.3톤)	용융제염
콘크리트	121.1톤	800.9톤	783드럼(268.9톤)	828드럼(181.3톤), 495드럼(16.7톤)	자체개발설비
토양	-	-	177드럼(52.8톤)	453드럼(155.3톤), 233드럼(85.9톤), 합계 736드럼(254.0톤)	제염처리

변환시설 가연성방사성폐기물 50% 소각처리 가능 ** 폐기물 이동특성 파악
 ... 연구로 자체 방사성금속폐기물은 방사선도 인해 용융제염 불가
 * 원연사 개발기술을 실용화한 단계이며 실증 ** 오염물질(5,000드럼)은 연구시설에 임시 저장: KNS와 협의 원토

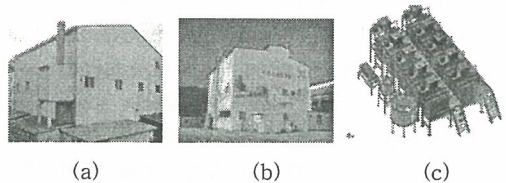
Table 1. The Status of Generated Waste from TRIGA Mark I, II Research Reactor and Uranium Conversion Plan

2.2.2 금속폐기물

해체과정에서 발생한 금속폐기물의 용융처리를 위해 우라늄변환시설 해체과정에서 발생한 탄소강의 용융제염한 경험을 바탕으로 350kg/batch 규모의 고주파유도로를 설계, 제작하여 용융제염 처리할 예정이다. 고주파 유도로의 설치는 기존의 유리고화시험시설내의 플라즈마 용융로를 해체하여 이를 고주파 유도도로 교체할 예정이며, 여과계통 등은 기존의 설비를 개선하여 활용할 예정이다. 대상폐기물은 연구로 및 우라늄변환시설 해체과정에서 폐기물을 대상으로 하지만, 연구로 해체과정에서 발생한 방사화된 금속폐기물은 다양한 핵종이 존재 가능성을 고려하여 대상에서 제외할 예정이다.

2.2.3 콘크리트 및 토양폐기물

오염 콘크리트 및 토양에 대한 제염 처리시설은 원자력증장기연구개발사업에서 개발된 콘크리트 및 토양제염기술을 활용하여 콘크리트의 경우 1톤/day 및 180톤/년 처리용량을 갖춘 제염장치를 설계 제작하여 제염할 예정이며, 토양의 경우 600L/batch 규모의 제염장치를 설치하여 30드럼/10일, 540드럼/년 제염처리할 예정이다. 우라늄변환시설 해체과정에서 당초 예상보다 훨씬 많은 토양폐기물이 발생될 것으로 예상되어 당초 350kg/batch 용량의 장치를 10개 설치할 예정이나 이후 제염의 효과 등을 고려하여 추가 설치할 예정으로 있다.



(a) Burnable Waste Treatment Facility
 (b) Metal Waste Treatment Facility
 (c) Concrete/Soil Decontamination Treatment Facility

Fig. 1. Waste Reduction Treatment Facilities