

원자력발전소 해체폐기물의 재활용 및 재이용에 대한 고찰

김학수, 양호연

원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 장동 25-1번지

hskim007@khnp.co.kr

원자력발전소를 해체하는 과정에서 다량, 다종의 방사성폐기물이 발생한다. 해체를 수행한 국가들의 보고서에 따르면 이들 폐기물들 중에서 규제해제 대상의 폐기물이 많은 부분을 차지하는 것으로 보고 되어 있다. 국내의 경우 아직 원자력발전소의 해체 경험이 없으나 운영 중 발생하는 규제해제 대상 폐기물에 대해서 원자력법시행령 제2조 정의에 따라 매립, 소각, 재활용 및 재이용 등의 방법으로 관리할 수 있도록 하고 있으며 동법은 해체폐기물에도 동일하게 적용될 것이다. 특히 해체과정에서 상당량의 금속 및 콘크리트 폐기물들이 규제해제 대상 폐기물로 분류될 것으로 예상되며, 이들 폐기물에 대한 재활용 및 재이용에 대한 관리 방안을 점차적으로 모색할 필요가 있을 것으로 판단된다. 금속폐기물은 재활용 및 재이용 분야가 다양하나 이를 재활용하고자 할 경우에는 국내 철강업계에서의 인수 가능성과 함께 국내 시장의 수용성 등이 고려되어야 하며, 금속폐기물의 재활용 및 재이용 분야는 매우 제한적일 것으로 예상된다. 콘크리트 폐기물의 경우에는 이미 재활용 기술이 상용화되어 있으나 아직까지 재활용 및 재이용 수요가 미미하다는 한계가 있다. 이에 따라 환경부에서는 재활용 골재 이용 촉진전략 등을 추진 중이나 해체과정에서 발생하는 대량의 콘크리트 폐기물을 재활용하는 것은 현실적으로 용이하지 못할 것으로 예상된다. 따라서 콘크리트 폐기물의 재활용을 위해서는 중장기적인 연구 및 검토가 필요할 것으로 판단되며, 재활용 및 재이용 전략의 일환으로 장기적으로 원자력산업계 내에서 재활용 및 재이용 확대의 타당성을 적극적으로 검토할 필요가 있다. 지금까지 보고 된 바에 따르면 규제해제된 폐기물은 폐기물 저장용기의 제작에 이용하거나 재활용 골재, 차폐벽 등으로 주로 활용되고 있는 것으로 나타나 있다. 특히 일본에서는 금속폐기물의 재활용 및 재이용 기술을 적극적으로 개발하고 있는 것으로 알려져 있으며, 일본 원자력연구소에서는 JPDR 해체 시 발생된 금속폐기물을 이용한 용해-조괴 시험을 수행한 경험이 있다. 또한 주요 핵종인 Cs-137을 금속 상에서 배제시켜 재이용을 용이하게 하는 기술을 개발하고, 방사성 금속폐기물을 재이용하기 위한 기술개발로서 폐기물 수납 용기를 제조하는 시험을 수행한 바 있다(그림 1 참조).

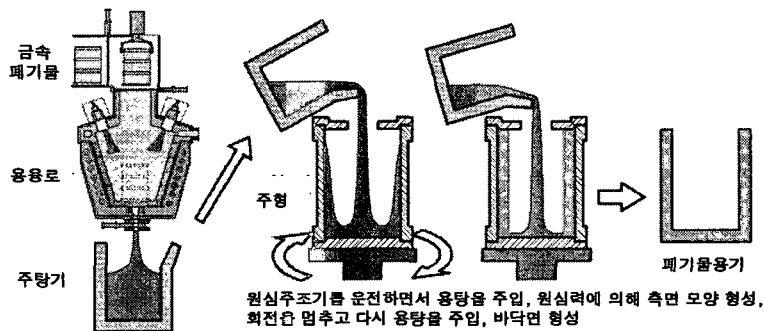


그림 1. 일본의 금속폐기물 재활용 기술(원심력이용 폐기물저장용기 제조법)

이 외에도 방사성 금속폐기물을 용해시킨 후 원심주조법으로 유리고화체 등 불연성 용해물의

저장용기를 제작하는 시설을 개발한 것으로 알려져 있다. 일본 재단법인 원자력발전기술기구에서는 해체설비 확증 시험의 일환으로서 방사화 금속중의 주요 방사성 핵종인 Co-60 및 Ni-63을 분리 제거하는 용해 분리기술을 개발하였고, 해체 콘크리트로부터 골재를 회수·재생해 원자력 시설의 건축 재료로 하는 기술을 개발하였다. 일본 재단법인 원자력연구 최종단계 추진센터에서는 CCM 용해 기술을 개발하여 용해금속을 도가니와 접촉시키지 않고 보관/유지시켜 수명이 길고 불순물의 적은 금속을 획득하는데 성공하였다. 이 외에도 일본 재단법인 원자력환경정비 촉진·자금관리센터에서는 방사성 금속 폐기물을 드럼 내장재로 재이용하는 시스템의 실증시험을 실시한 바 있다. 독일과 미국에서는 오염금속을 이용해서 폐기물 저장용기 및 차폐블록 등을 제작한 사례가 있다(그림 2 참조).



미국 - 차폐블록

독일 - B형 폐기물용기



미국 - B형 폐기물용기

그림 2. 독일과 미국의 금속폐기물 조건부 재활용 사례

한편, 스웨덴 Studsvik에서는 1987년부터 SUS, 탄소강, 알루미늄, 구리, 황동 등 원자력발전소 운영 및 해체과정에서 발생된 저준위 금속폐기물에 대한 용융서비스를 제공하고 있으며, 이를 통해 상당량의 금속강괴가 재이용 가능한 것으로 보고 되었다. Studsvik의 오염 금속폐기물 인수조건은 1) 10ft 또는 20ft 컨테이너, 저장용기 등에 장입한 상태로 인수하고, 2) 인수대상 금속은 스테인레스, 탄소강, 알루미늄, 구리, 황동으로 제한되며, 3) 잔류 액체, 유해물질 및 유기물질이 배제된 상태여야 하고, 4) 표면선량률은 0.5 mSv/h 이하로 유지되어야 한다는 것이다. Studsvik에서는 인수된 금속폐기물을 용융하기 전에 추가로 제염하기도 하며, 생산된 금속강괴의 무게는 120~650 kg 범위인 것으로 알려져 있다. 자체적인 금속폐기물 규제해제 조건(목표치)은 알파방사능의 경우 100 Bq/kg이하, 베타/감마선 방사능은 1,000 Bq/kg 이하로서 IAEA RS-G-1.7의 대표적인 값에 비해서는 다소 높은 것으로 보인다. Studsvik은 제작된 강괴를 의뢰기관으로 반환하거나 규제해제기준 도달 시 까지 최장 20년간 보관하는 서비스도 제공하고 있다.

국내의 경우에는 이들 폐기물에 대한 산업계 및 원자력계에서의 재활용 및 재이용 수요가 미미한 상태이다. 따라서 중장기전략으로 원자력시설에서 발생하는 자체처분 대상폐기물중에서 금속 및 콘크리트 폐기물들을 원자력산업계 내에서 제한적으로 재활용 및 재이용하는 방안을 적극적으로 고려할 필요가 있으며, 특히 금속폐기물의 경우에는 국내 원자력산업계의 규모를 고려할 때 경제성 측면에서도 타당성을 확보할 수 있을 것으로 예상되며, 이를 위해 금속폐기물을 탄소강 저장용기 등으로 재활용 및 재이용하는 등 실현성이 큰 방안을 시범적으로 실시하는 방안을 강구할 필요가 있다.