

대형해체 금속폐기물 처리 방법 및 처리처분 시설 분석

이수홍, 박상규, 김연화, 박진호, 신상화, 이재민

TUV Rheinland Korea, 서울시 구로구 구로동 197-28 이앤씨벤처드림타워 6차

suhong.lee@kor.tuv.com

1. 서론

국내에서는 원전 수명 연장 및 안전성 유지 확보를 위해 주요기기의 교체 사업이 진행 또는 계획되어 있다. 이런 주요기기 교체 사업이나 원전 해체 등을 통해 발생하는 대형해체 금속폐기물 중 대표적인 것은 증기발생기이다. 국내에서는 아직 대형해체 금속폐기물의 명확한 처리 및 처분 기준이 수립되어 있지 않아 발전소 부지 내 임시저장시설에서 관리를 하고 있으나, 국외의 경우 별도의 보관시설에서 관리하거나 처리처분 종합시설에서 처리하고 있다. 특히 종합처리시설의 경우 대형해체 금속폐기물의 일괄적 처분이 가능하도록 설계되어 있어 국내에서 추후 수립하게 될 처분 계획에 참고가 될 수 있다. 이에 본 연구에서는 국외의 대형해체 금속폐기물의 처리 방법 및 처분 시설의 특성을 분석하여 제시한다.

2. 본론

2.1 국내 증기발생기 발생 현황

현재까지 국내에서 발생한 대형해체 금속폐기물은 증기발생기가 있다. 현재까지는 고리 및 울진 원전에서 증기발생기 교체 사업이 수행된 적이 있으며 추후 안전성 증진을 위하여 필요시 동일 사업이 추진 될 예정이다.

2.2 증기 발생기 처리 개념

교체 등의 이유로 발생한 증기발생기의 경우 국내에서는 소내 부지의 임시저장시설에서 처분 방법이 확정될 때까지 보관 중이다. 국외의 경우도 국내와 동일하게 관리를 하는 경우와 소외의 특정 보관 시설에서 원형을 보존하며 관리하는 경우가 있으며 처분 방식을 적용하여 특정 처리 시설에서 증기발생기를 해체하여 금속 상태에서 폐기물로 분류하거나 용융 등의 과정을 거쳐 오염이 된 부분은 주괴 형태로 관리하고 오염이 안된 부분은 재활용 할 수 있도록 가공하는 방식을 적용하고 있다.

2.3 증기발생기 처리, 처분 방법

증기발생기의 처분을 위해서는 제염 및 절단을 통하여 원형을 가공하여 관리하거나 추가로 용융 공정을 거쳐 관리하는 방법이 있다. 보편적으로 적용되고 있는 증기발생기의 처리 과정은 다음과 같으며 각각의 공정은 해당 공정의 수행 국가의 관련 규정에 근거하여 진행된다. Fig 1은 전체적인 처리, 처분 공정을 도식화 한 것이다.

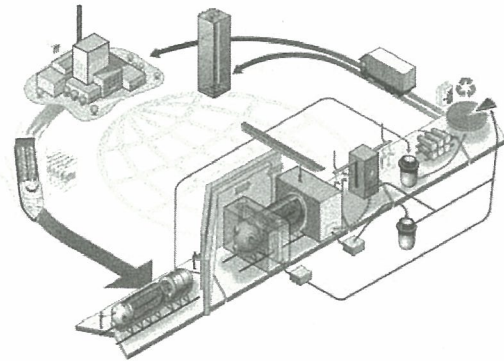


Fig. 1. S/G treatment facility design.

2.3.1 처리 시설 설치

처리 시설은 일반적으로는 발생 부지 내에 임시로 설치된다. 임시 처리 시설은 가건물 형태나 천막 구조물 형태로 구성되고 필수적으로 외부에는 차폐 설계가 적용되어야 하며 내부 작업시 방사성물질의 비산 방지를 위하여 비산 방지 장치가 설치된다.

2.3.2 내부 절단

증기발생기는 상부와 하부로 구분하여 절단한다. 절단 공정은 내부 절단과 외부 절단으로 구성되는데 내부 절단의 경우는 steam dome 상단에 잠수작업자가 들어갈 수 있는 개구부를 만든 후 증기발생기 내부에 물을 가득 채워 잠수작업자가 내부에서 절단 작업을 수행 할 수 있게 한다.

2.3.3 외부 절단

외부 절단은 기어 구동 방식의 외부 장착형 대형 절단기기를 사용한다. 기기 특성은 대상 증기발생기의 규격에 따라 다르게 적용될 수 있다.

2.3.4 인양 및 이동

분리된 증기발생기는 2개의 구성체로 이송될 수도 있으며 세부적으로 추가적인 절단 작업을 통해 보다 작은 크기의 금속 물체로 가공 후 이송될 수도 있다.

2.3.5 처분(보관) 시설 관리

이송된 증기발생기는 금속 오염 특성에 따라 분류되어 보관 시설에서 관리될 수 있으며 처리 방식에 따라 용융 등을 거쳐 재가공 및 재활용 될 수 있다.

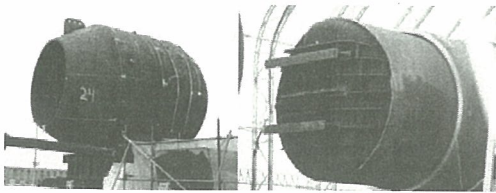


Fig. 2. Disassembled S/G (steam dome, lower part).

2.4 증기발생기 처리처분시설 특성

최초 증기발생기가 시설에 반입된 후 처리 처분 절차는 다음과 같다.

- a. 증기발생기의 상하부 2단 절단
- b. 세부 절단 및 제염 작업(증기 세관 포함)
- c. 증기 세관 부피 감축 및 비방사성 금속의 용융
- d. 절단된 금속 표면 제염
- e. 용융 및 주괴 가공
- f. 비방사성 금속의 재활용 및 오염 금속 주괴 가공 후 처분 시설 이송

상기의 일괄적인 최소 공정으로 일반적으로 상하부 2단 절단 후 또는 세부 절단 후 처리 시설로 이송되어 용융 등의 가공 과정을 거치게 된다. 증기발생기 처리 방법은 2.3의 공정을 통하여 수행되며 처분을 위한 가공을 할 수 있는 국외의 대표적인 금속 처리 시설 특성은 Table 1에 제시되어 있다.

Table 1. Metal treatment facilities.

	Studsвик MRF	Siempelkamp	Bear Creek USA	Sellafield
처리용량 (tons/year)	3000	4000	4000	500
중량 한계	5 tons	리프트 한계까지	9.1 ton	15 tons
크기 한계	최소 두께 3mm			W×L×H(mm) 100×100×2.5 ~ 900×5000×700
선량 한계	표면선량 0.2mSv/h 이하	총방사능 1,000Bq/g 이하 H-3, C-14, Fe-55, Ni-63은 10,000Bq/g 이하		베타 및 감마 80Bq/cm ² 이하

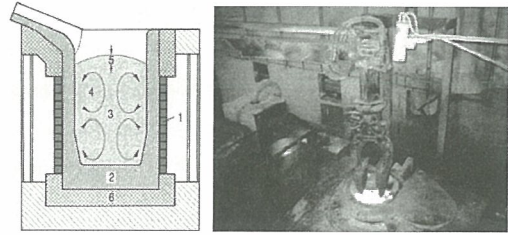


Fig. 3. Melt power unit, induction furnace.

대부분의 국외의 처리처분시설은 금속폐기물의 재활용을 위한 용융 시설에 주안점을 두고 있으며 이는 이전의 절단 공정이 별도의 처리 개념으로 적용되기 때문이다. 이를 일원화한 개념을 스웨덴에서 적용하고 있으나 아직 보편화되지는 않았다.

3. 결론

본 연구에서는 대형해체 금속폐기물의 처리 및 처분을 위하여 국외에서 수행한 사례를 중심으로 처리 기술 및 처분 시설 특성을 분석하였다. 증기발생기의 처리 기술 및 시설은 국내에서 수행했던 교체 사업과 많은 부분이 공통적으로 적용될 수 있으나 일부 공정은 국내에서 수행된 사례가 없으므로 이에 대응하기 위하여 관련 기술을 확보할 필요가 있다. 이를 위하여 본 연구에서 분석한 주요 기술에 대하여 국내의 동일 또는 유사 기술을 조사 분석하여야 하며 특히 특정 기기 및 기술은 국내에 적용된 바가 없으므로 관련 연구를 통하여 명확한 기기 특성을 분석하고 특정 기술의 경우 본격적인 처리 처분 사업 이전에 국내 기술의 확보가 필요하다. 이를 통해 주요기기 교체 사업뿐만 아니라 원전 해체 사업 이후 발생될 많은 양의 대형해체 금속폐기물에 대한 처리 처분 기술을 확보해야 한다.

4. 참고문헌

- [1] IYNC 2008, Disposal of steam generators from decommissioning of PWR nuclear power plant, pager no. 158, 2008.
- [2] WM'2008 Conference, Decommissioning of large components as and example of steam generator from PWR nuclear power plant, 2008.
- [3] WM'07 Conference, New treatment concept for steam generator technical aspects, 2007.