

폐증기발생기 처리시설 구축 방안

김정주*, 김학수

한국수력원자력(주) 중앙연구원, 대전광역시 유성구 유성대로 1312번길 70

*jeongju1@khnp.co.kr

1. 서론

원전 가동연수 증가에 따른 노후설비 교체 등으로 대형금속폐기물이 지속적으로 증가하고 있고, 국내의 경우에도 폐증기발생기, 원자로헤드 등이 발생하여 원전 내 저장고에 보관중이다. 이에 대해 원전해체기술 자립 및 대형금속폐기물 처리정책과 연계한 처리방안을 수립 중에 있다. 본 연구에서는 폐증기발생기 처리시설을 구축하기 위한 기본요건 들을 소개하고자 한다.

2. 본론

2.1 해외 처리시설 현황

1980년대 중반부터 스웨덴, 미국, 독일, 영국, 러시아 등은 상용 금속폐기물 처리시설을 운영해오고 있으며 이 중 대형금속폐기물을 처리하고 있는 곳은 Studsvik(스), Siempelkamp(독), EnergySolutions(미) 등이다. 각 국가별 처리시설을 Table 1에 요약하였다.

Table 1. Waste Treatment Facility of Each Country

Company/country/starting year	Target wastes	Licensing handling Capacity (ton/y)	Recycled/ released	Furnace Type
Energy Solutions, USA, 1992	Carbon steel, stainless steel, aluminium (planning to melt copper and titanium)	4,000	Recycling in nuclear industry	Induction melter
Siempelkamp, Germany, 1989	Carbon steel, stainless steel, aluminium, copper, lead	4,000	Most metal recycled in nuclear industry. A minor amount recycled for free release	Induction melter
STUDSVIK, Sweden, 1987	Carbon steel, Stainless steel, Aluminium, brass, copper, lead	5,000	95% recycled directly or after free release	Induction melter

Capenhurst, UK, 1994	Aluminium, brass, copper	-	Recycling	Induction
Socodei, France, 1999	Carbon steel, stainless steel and to less extent non-ferrous metals	-	For restricted use: manufacture of storage drums or biological shield materials.	Induction melter
CEA, France, 1992	Carbon steel, stainless steel	-	Stored/recycling in nuclear industry	Electric arc melter
ECOMET-S, Russia, 1994	Carbon steel	-	Recycling	Induction melter

2.2 폐증기발생기 처리방안

2.2.1 국내 대형금속폐기물 발생현황 및 전망

1998년 고리1호기 증기발생기 2대의 교체를 시작으로 현재까지 발생현황 및 2016년까지의 전망을 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Status of Large Metallic Radwaste (Including Schedule)

발생 호기	폐기물 종류	교체 시기
고리1호기	증기발생기 2대	1998년
월성1호기	압력관 1개 (380다발)	2009년
한울2호기	증기발생기 3대	2011년
한울1, 3, 4호기	증기발생기 7대	2012~2014년
고리1, 2호기	원자로헤드 2대	2013~2016년
한빛 3, 4호기	원자로헤드 2대	2015년

2.2.2 폐증기발생기 처리 기본방향

폐증기발생기 처리시설 구축 및 운영을 위한 기본 계획 수립, 설계, 건설, 시운전 등 사업 전반에 걸쳐 고려해야 할 사업추진 기본 방향은 Table 3과 같다.

Table 3. Business Promotion Basic Direction

항목	기본방향
안전성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 작업자 안전 및 환경 보호 최우선 - ALARA 및 환경방출 최소화 - 원자력안전법 등 관련 법령 및 기술 기준 만족 ○ 재활용 요건 및 처분 인수조건 만족
경제성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 금속 재활용 최대화(금속 용융 고려) ○ 2차폐기물 발생량 최소화
운전 및 유지보수	<ul style="list-style-type: none"> ○ 입증된 기술 및 상용화 설비 적용 ○ 국내 조달 및 유지보수 가능한 설비 및 기술
주민 수용성 및 인허가	<ul style="list-style-type: none"> ○ 투명한 사업추진 및 체계적 홍보를 통한 주민신뢰 확보 ○ 주민홍보용 관람시설 설치 ○ 인허가 취득을 고려한 안전여유도 설계
원전 운영 및 해체 대비	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원전 운영/해체 금속폐기물 처리에도 적용 ○ 원전 운영/해체 금속폐기물의 종류 및 특성 고려
국내 적용성 등	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술기반 구축, 가용성 등 국내 적용이 용이 ○ 국내 산업발전에 파급효과가 큰 기술 및 설비 적용

처리시설 부지의 선정은 인허가, 주민수용성, 폐증기발생기 운반 경로 및 전력, 용수 등의 유틸리티 확보를 고려하여 결정한다.

시설의 처리용량은 폐증기발생기 발생량, 주민민원, 설비운영 인력의 효율 및 경제성을 고려하여 연간 1,000~2,000 t이 적절한 것으로 분석되었고, 처리성능은 해외 처리시설 수준의 동등 이상을 확보해야 한다. Studsvik 처리시설은 오랜 운영경험을 통해 최근 처리성능이 폐증기발생기 부피기준 재활용량 85~92%를 나타내고 있고, Siempelkamp의 경우 무게기준 재활용량이 94% 이다. 따라서 해외시설과의 경쟁력을 고려하여 처리성능은 폐증기발생기 300 t 기준으로 부피기준 85% 이상의 재활용량을 갖추어야 할 것으로 분석되었다.

처리설비 중 용융로는 비오염(저오염) 금속의 경

우 용융하여 잉곳으로 만든 후 재활용하고, 고오염 금속(전열관 및 클래딩) 및 발생 폐기물은 용융 후 드럼 포장하여 처분하는 개념을 고려할 필요가 있으며 이에 대한 공정의 개념도를 Fig. 1에 나타내었다.

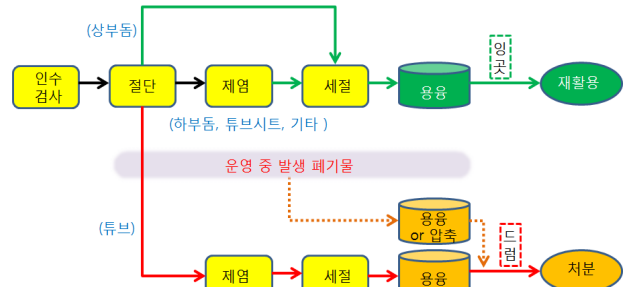


Fig. 1. Concept of Treatment Process.

3. 결론

본 논문에서는 원전 운영 중 발생하는 대형금속 폐기물 중 폐증기발생기 처리시설 구축 방안에 대해 검토하였다. 폐증기발생기 처리 기술 및 공정에는 해외경험에 비추어 다양한 방법이 가능하고 각 각 장단점이 존재하는 만큼 국내 인허가 규정, 주민 수용성 등의 사회적 조건 및 경제성에 따라 최적의 방법을 선택해야 한다. 또한 최종 폐기물 처리·처분에 있어 관련 인허가 규정 등에 대한 논의가 필요하다.

4. 참고문헌

- [1] "대형금속폐기물 처리 실용화 방안 연구", 한수원 중앙연구원, 2013-50003339-단-0451TR, 2013.
- [2] "S/G 등 원전 발생 대형 금속성 폐기물의 감용 및 자체처분 기술 개발(최종보고서)", 한국원자력연구원, 2011.
- [3] "Treatment, volume reduction and recycling of large components such as heat exchangers, steam generator and boilers", Studsvik, International nuclear forum, 2013.
- [4] Siempelkamp Group Annual Report, 2012.