

울진 원전 방사성폐기물 유리화설비 시운전

김형근, 서용덕, 신상운

한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 장동 25-1번지

negaero@khnp.co.kr

1. 서론

1994년 유리화기술 타당성 연구가 시작된 이래 10여 년간의 기초연구와 실증연구 결과를 바탕으로 울진 원전 내에 중·저준위 방사성폐기물 유리화설비가 설치되었다. 이 사업은 울진 5,6호기에 서 발생하는 가연성 잡고체와 지방사성폐수지의 처리를 목적으로 2003년에 착수되어 2005년 4월 설계완료, 2006년 10월 최초 콘크리트 타설을 거쳐 2007년 12월에 설비 설치가 완료된 것이다. 현대로템(주)가 계약자로 설계 및 시공을 수행하였으며, 프랑스 SGN사, 현대엔지니어링(주) 등이 설계 및 기기 공급사로 참여하였다. 본 유리화설비는 유도가열식 저온용융로계통, 배기체처리계통, 유틸리티공급계통 등 총 28개 계통으로 구성되어 있으며 폐기물 처리용량은 18kg/h이다.

설비의 안전한 운영을 위해서는 설치된 기기의 성능을 점검하는 시운전 과정이 필수적이다. 유리화설비의 경우도 약 6개월에 걸쳐서 시운전이 진행되었는데, 각각의 단위기기부터 전체 설비까지 단계적으로 성능이 점검·시험되었다.

2. 시운전 내용

유리화설비의 시운전은 단위기기시험, 세정시험, 계통기능시험, 그리고 성능시험의 4 단계로 수행되었다. 2007년 11월에 기기설치와 병행하여 단위기기시험에 착수하였으며, 2008년 1월에는 세정시험을, 4월에는 계통기능시험을 완료하였다. 성능시험은 유리화설비 전체 공정의 정상 운전상태를 확인하기 위하여 모의 폐기물을 사용하여 수행되었다. 단위기기시험, 세정시험 그리고 계통기능시험은 한국수력원자력(주) 원자력발전기술원의 감독하에 계약자인 현대로템(주)에서 주관하였으며, 성능시험은 한국수력원자력(주) 원자력발전기술원이 직접 수행하였다. 규제기관에서는 서류 검토와 현장검사를 통하여 시운전 내용과 결과를 확인하였다.

○ 단위기기시험

이 시험은 단위기기의 설치상태와 기능을 점검하고 검교정 및 설계요건을 확인하기 위하여 수행되었다. 기계분야, 계장분야, 전기분야로 나누어 총 42종의 시험 절차서에 따라 약 2,300개 기기의 기능을 점검하였으며, 세부 점검내용은 다음과 같다.

- 설치된 기기 및 배관부품 들에 대한 명판 기록자료, 설치할 때의 손상 여부 및 완결도, 정확한 위치 및 형식의 적합성에 관하여 검사
- 연결된 배관, 계기관 및 전기배선에 대하여 최신 설계 자료에 따라 설치되었는지 점검
- 기기/계기의 교정 및 조정
- 계통기능시험 수행을 위한 단위기기의 기능점검 및 조정

○ 세정시험

세정시험은 배관 설치시 배관 내에 침적될 수 있는 오염물질을 제거하기 위한 것으로 용융로 냉각계통, 유틸리티 공급계통 등 총 17개 계통에 대해 수행되었다. 세정 후 ANSI/ASME NQA-1에 따라 세정 유출수를 관련 절차서에서 요구하고 있는 적절한 크기의 세정용 스트레이너(strainer)에 통과시킨 후 유출된 오염물질을 기준등급과 비교하여 세정의 만족 여부를 판단하였다.

○ 계통기능시험

유리화설비를 구성하는 용융로계통, 분진 재순환계통, 화재방호계통 등 총 28개 계통에 대해 각 계통의 기능을 점검하고 성능을 확인하였다. 각 계통의 시험 절차서에 따라 계통의 성능이 기술규격서나 기술기준 등에 명시된 설계 기준에 적합한지를 시험하였다.

○ 성능시험

성능시험은 전체 공정의 정상 운전상태와 안전성을 확인하는 시험으로, 용융설비 무부하 시험, 유리용융 및 배출시험, 용융설비 원격보수시험 등이 수행되었다. 시험 동안 배기체 처리 계통을 포함한 유리화공정 전체의 운전변수를 점검하였다. 용융시험 및 배출시험은 전체 설비를 기동하여 비방사성 모의폐기물을 용융시킨 후 배출하는 방법으로 수행되었다. 아래는 성능시험의 주요 내용이다.

- 계통 충수 후 배기팬 및 냉각펌프 가동 하에서 운전변수 점검
- 유리화공정 배기체 유량, 압력, 차압, 외부공기 유입량(In-leakage rate) 등 점검
- 유리화공정 냉각계통 유량, 압력 등 운전변수 점검
- 저온용융로 및 고주파 발생기 냉각계통 냉각수 유량, 압력, 온도 등 운전변수 점검
- 저온용융로 내에 유리 조성체를 투입, 유리용탕을 생성한 상태에서 주요 운전변수 및 동작 상태 점검
- 배기체 처리계통을 포함한 전체 유리화공정 운전변수 점검
- 용융설비 원격보수설비의 동작 적절성 시험

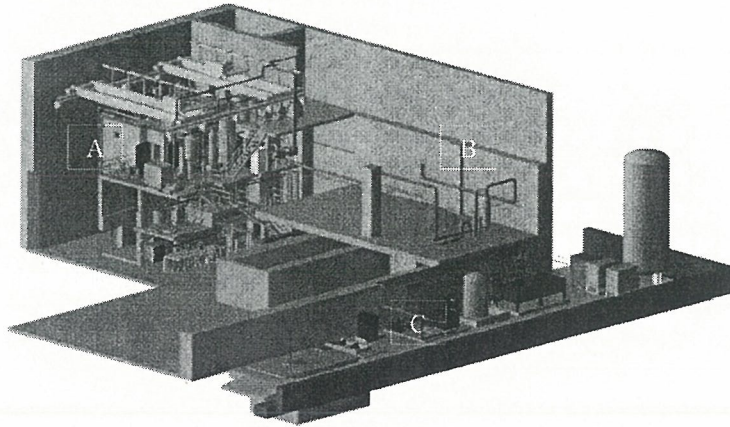


그림 1. 유리화설비 배치도

(A: 유리화설비 구역, B: 배기체 감시 및 배출구, C: 유틸리티 설비)

3. 결론

울진 5,6호기 중·저준위 방사성폐기물 유리화설비의 시운전을 통해 설계 요건을 준수하지 못하는 기기나 계통은 교체, 재설치, 설계 변경 등의 방법을 통해 최종적으로 목적인 성능을 만족시킬 수 있도록 조치하였으며 그 결과, 설비를 구성하고 있는 각 기기가 적합하게 설치되고 설계 성능을 유지하고 있음을 확인하였다. 현재 유리화설비는 비방사성 성능시험과 운영허가 취득이 완료된 상태로서 최종적으로 방사성동위원소(RI)를 이용한 방사성 성능시험을 실시한 후 발전소에서 발생하는 가연성 폐기물을 처리할 수 있을 것으로 기대된다.

사사

본 연구는 지식경제부의 전력산업연구개발사업의 일환으로 정부 기금을 지원받아 수행되었다.