

GRR-1 일차냉각계통 해체계획 수립

정재훈, 박정수, 이병식, 백춘선

한국전력기술(주), 경기도 용인시 기흥구 마북동 360-9

amagedon@kopec.co.kr

1. 서론

본 논문에서는 그리스 연구용 원자로(Greek Research Reactor (이하 GRR-1))의 일차냉각계통 교체사업에서 수행하고 있는 기존 일차냉각계통에 대한 해체계획 수립 내용을 제시하고자 한다. GRR-1은 그리스 아테네 중심에서 12km 떨어진 국가과학연구센터 ‘데모크리토스’ (National Center for Scientific Research “Demokritos” (이하 NCSR “D”)) 내에 위치하고 있다. 최초 핵입계는 1961년 7월 달성하였고 운전은 1964년 4월에 개시하였다. 정격출력은 1MW였으나 1970년도에 주요 계통을 개선하여 1971년 6월부터 5MW로 운전하였으며 현재는 휴지 중이다.

GRR-1 일차냉각계통 교체사업의 목적은 기존의 5MW인 출력을 10MW로 승격하기 위하여 일차냉각계통을 10MW로 교체하는 것이다. 총사업기간은 2009년 6월부터 24개월로 모두 4단계로 되어 있다. 1단계에서는 원자로수조 라이너의 검사 및 보수, 기존 일차냉각계통의 개년설계 등을 수행하고, 2단계에서는 기존 일차냉각계통의 해체 검토 및 해체계획서 권고안 작성, 기존 일차냉각계통 교체를 위한 사전토목작업과 신규 일차냉각계통 예비설계를 수행하며, 3단계에서는 기존 일차냉각계통 해체작업 감독, 신규 일차냉각계통 최종설계, 구매시방서, 시공시방서 및 관련 절차서 작성 등을 수행하고, 마지막 4단계에서는 제작 및 구매, 설치, 시험, 시운전 등을 수행할 예정이다.

GRR-1 일차냉각계통 해체는 국내 TRIGA 연구로 1&2호기와 우라늄변환시설 해체경험을 바탕으로 해체계획을 수립하고 해체계획서 권고안을 작성하여 NCSR “D”에 제출하였다.¹

2. 본론

2.1 적용 법규 및 표준

본 사업의 적용 법규 및 표준은 IAEA 기준을

우선적으로 적용하였고 유럽표준(EN)과 유럽전기통신표준(ETS) 등의 유럽연합의 법규 및 표준과 전세계적으로 통용되는 미국기계학회(ASME) 표준을 적용하였다. 방사선방호기준은 유럽원자력공동체(EURATOM)의 기준과 일치하는 그리스 자국법을 적용하였다. 그러나 해당 법규나 표준을 적용할 수 없는 항목은 미국연방법과 국내법을 일부 적용하였다.

2.2 해체계획 수립시 주요 고려사항

일차냉각계통의 해체계획 수립시 주요 고려사항은 작업구역의 방사학적 상태, 상세해체방안, 작업자의 보건 및 안전과 환경 및 대중에 대한 방사선방호, 물리적 보안 및 방사성물질 계량 통제, 방사성폐기물 관리, 작업일정 관리와 품질보증 등이다. 그 중에서 가장 중요한 고려사항은 시설의 방사학적 상태인데, 최초 원자로수조 표면측정보고서에 의하면 제어봉은 18 Sv/hr, 노심과 연결된 그리드 플레이트는 1.2 Sv/hr, 3번 빔포트는 21.2 mSv/hr, Thermal Column (T/C) 전면부의 납차폐판은 5.5 mSv/hr이다. 또한 고방사선 상태의 제어봉, 노심 및 그리드 플레이트 등은 이동 및 차폐보관한 후의 표면측정보고서에 의하면, T/C 상부와 측면부가 2 mSv/hr로 가장 높고 그 주변은 0.1~1.2 mSv/hr 정도이다. 따라서 T/C 주변을 차폐 후 해체작업을 할 경우 심각한 문제는 없을 것으로 보인다. 그 외의 고려사항은 해체작업시 고려해야 할 일반적인 것들이다.

2.3 일차냉각계통 해체계획 수립

2.3.1. 해체대상 설명

해체대상은 일차냉각계통과 연계된 원자로수조 내부의 일부 기기, 일차냉각계통 및 일차정화계통이다. 그 중에서 방사학적으로 가장 중요한 해체대상은 원자로 수조 내부의 플레퍼와 출구배관인데, 출구배관은 해체대상에서 제외하기로 논의 중에 있어서 플레퍼 작업시만 방사선 피폭에 주의하면 된다. 대부분의 해체물은 일차냉각계통의 기기 및 배관인데 구성을 살펴보면 Fig. 1과 같다.

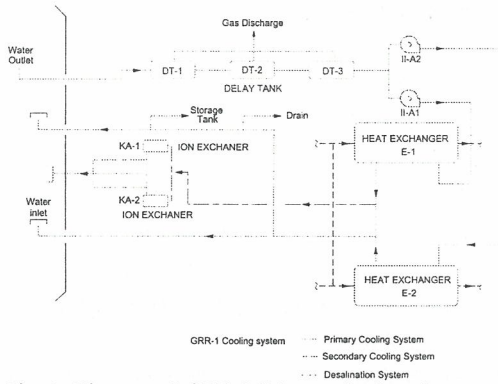


Fig. 1. Diagram of GRR-1 Primary Cooling System

일차냉각계통은 원자로수조 내외부, 펌프실 출입 터널, 펌프실, 열교환기실과 지연탱크실 내의 배관, 밸브 및 계측기기와, 2기의 열교환기, 2기의 펌프, 3기의 지연탱크, 펌프실 전용 덕트 등으로 구성되어 있다. 또한 일차냉각계통에 부착된 일차정화계통에는 이온교환기 및 필터가 2계열로 설치되어 있으며 정화된 냉각수를 직접 원자로수조로 공급하도록 되어 있다.

2.3.2 일차냉각계통 해체계획 수립

일차냉각계통의 해체계획의 상세작업은 장비 이동, 인력 충당 등의 준비작업, 원자로수조 내부의 설비와 배관 제거, 원자로수조 외부의 설비와 배관 제거, 지연탱크 내부 액체 제거, 지연탱크 제거, 열교환기 내부 액체 제거, 열교환기 제거, 이온교환기와 덕트 등의 기타 설비 제거, 제염, 방사선조사 등으로 구성하였다.

2.3.3 방사선방호

방사선방호에 대한 법규 및 표준은 IAEA 기준, ICRP 60과 그리스 자국법 등을 따른다. 방사선방호 업무는 방사선관리구역 내의 모든 해체활동에 대하여 작업자의 안전을 보장하고 ALARA 원칙에 따라 방사선에 의한 대중과 환경의 영향을 합리적으로 최소화하기 위해 작업자 피폭 최소화, 방사선작업허가서(RWP) 관리, 부유물에 의한 방사학적 위험을 완화하기 위한 호흡 방호, 방사성물질의 통제 및 저장 등을 수행한다. 또한 보건물리 프로그램을 수립하여 보건물리장비와 계측기기의 보관, 교정, 시험 및 유지, 외부유출방사능의 감시, 방사선조사, 작업자 피폭 관리, 오염물질 통제, 출입관리, 부유방사능 감시 등을 수행한다. 또한 작업자의 해체활동별 피폭선량을 평가한다.

2.3.4 방사성폐기물 관리

방사선관리구역 내 해체작업에서 발생하는 해체물은 모두 방사성폐기물로 간주하며 IAEA 방사성폐기물 분류기준은 IAEA Safety Standards Series No. 111-G-1-1에 따라 고준위, 장수명 중저준위, 단수명 중저준위, 규제면제로 분류한다. 운반은 IAEA Safety Standards Series No. RS-ST-1에 따라, 저장은 IAEA Safety Standards Series No. WS-G-6.1에 따라 관리한다. 규제면제 농도기준은 IAEA Safety Standards Series No. RS-G-1.7의 기준에 따른다.

2.3.5 최종방사선조사

GRR-1 관리구역은 일차냉각계통을 교체 설치 후 역시 방사선관리구역으로 사용할 예정이므로 최종방사선조사는 필요치 않다. 단, 노후화된 강관구조물로 된 열교환기실은 내부 기기 및 배관을 해체하고 다른 용도로 사용하기 위해 최종방사선조사를 MARSSIM(NUREG-1575)²의 절차에 따라 실시한다.

3. 결론

GRR-1 일차냉각계통 해체는 GRR-1을 10MW로 승격시키기 위한 일차냉각계통 교체사업의 일부로서 국내 TRIGA 연구로 1&2호기와 우라늄변환시설 해체경험을 바탕으로 IAEA와 ICRP 기준, 유럽연합 법규 및 표준, 그리스 자국법, 미국연방법 등에 따라 해체계획을 수립하였다. 해체계획 수립시 중요하게 고려한 것은 고방사선작업에 의한 작업자의 안전과 대중 및 환경에 대한 영향의 최소화, 방사성폐기물의 안전한 관리, 작업일정의 준수 등이며 성공적인 해체를 수행할 것으로 기대한다.

4. 참고문헌

- [1] 한국전력기술(주), Recommendation for the Decommissioning Plan of the Old Primary Cooling System, 2010. 2
- [2] U.S. NRC, Multi-agency Radiation Survey and Site Investigation Manual(MARSSIM), NUREG-1575, 1994