

연구로1호기 기념관화를 위한 제염해체 계획

정경환, 홍상범, 정운수, 문제권
 한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045
 nghchung@kaeri.re.kr

1. 서론

서울 공릉동에 소재한 TRIGA Mark-II 연구용 원자로(연구로 1호기)는 1955년 제네바 국제회의에서 원자력의 평화적 이용을 목적으로 미국이 우방국에 원자로 건설을 제의함에 따라, 우리나라도 1958년 12월 General Atomic사와 도입계약을 체결, 1959년 7월에 착공하여, 1962년 3월 19일 첫 임계에 도달한 우리나라 최초의 연구용 원자로이다.

연구로1호기(TRIGA Mark-II, 250kW)의 총운전시간은 36,535시간, 총 출력량은 3,735MWh로 33년간의 운전 실적을 기록하였다.

과학기술처(현 교육과학기술부)에서는 연구로 1, 2호기를 해체하기로 하고, 1996년 3월 원자력 이용개발전문위원회에 본 계획을 보고한 바 있다. 이 보고 내용에 따르면, 연구로 2호기를 가능하면 빠른 시일 내에 제염·해체 및 철거하되, 1호기는 국내 최초의 원자로로서 교육적, 역사적 가치를 고려, 기념관화를 추진하는 것으로 되어 있다.

한국원자력연구원에서는 1996년 하반기에 연구로 1, 2호기의 제염·해체를 위한 사업계획서를 작성, 과학기술부에 제출하였으며, 1997년 1월 TRIGA 연구로 해체사업을 착수하여 1998년 1월부터 2008년 12월까지 연구로 2호기 및 주변 부대시설의 제염·해체를 수행하였다.

한편 연구로 1호기 기념관화에 따른 보존 정책이 2009년 12월 15일 향후 관리상의 안전문제로 방사성물질은 모두 제거하고 실물과 동일한 모형을 제작/설치하는 것으로 정책이 바뀌었으며, 2011년부터 기념관화를 위한 제염 해체 계획이 성안되어 수행중에 있다.

2. 본론

2.1 연구로 1호기(TRIGA Mark-II Reactor) 구조

원자로 수조(Fig.1,2.)는 내부직경이 2.0m, 깊이가 6.25m인 원통형 철제탱크로서, 탱크의 안쪽 면에는 2cm 두께의 콘크리트 모르타르가 둘러 쌓여

져 있다. 5cm x 5cm 규격의 알루미늄 Channel이 Ion Chamber와 안내관(Guide Tube) 등을 고정시키기 위해 철제탱크상부에 12개의 스테인레스 스틸 볼트로 고정 설치되어 있다.

노심을 둘러싸고 있는 반사체는 내부직경이 45.7cm, 높이가 58.4cm, 두께가 30.5cm인 원통형 구조물로서 알루미늄으로 제작되었으며 그 내부에는 흑연이 채워져 있다.

회전시료조사대에는 시편의 삽입과 제거를 위해 내부직경이 3.4cm인 튜브가 약 46cm 가량 돌출되어 있다. 회전시료조사대의 구동에 필요한 스테인레스 스틸 재질의 체인 및 치차, 볼트 등이 현재 가장 심각히 방사화 되었을 것으로 추정하고 있다.

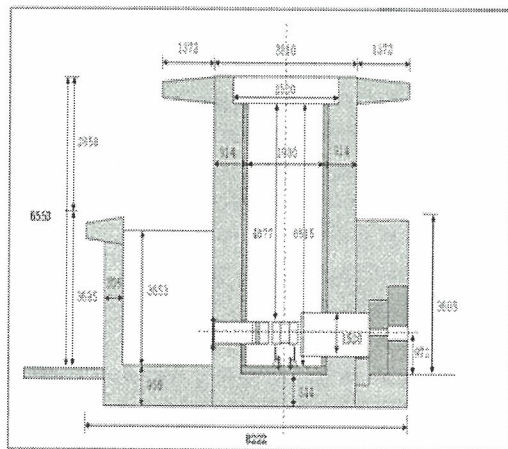


Fig. 1. The Side view of KRR-1.

연구로 1호기에는 중성자빔을 유도하기 위해 4개의 빔튜브가 설치되어 있다. 3개의 빔튜브는 원자로심 중앙에 방사상으로 설치되어 있고, 1개는 원자로심의 바깥부분과 접선방향으로 설치되어 있다. 원자로 콘크리트 차폐벽 내에는 철제 Shadow Shield(가로 101.6cm, 세로 101.6cm, 두께 10.2cm)가 설치되어 있다.

열중성자속을 이용하기 위한 Graphite Thermal Column은 가로 122cm, 세로 152 cm, 깊이 162cm 크기의 Boral-lined 알루미늄용기(두께

1.3cm)에 흑연블록(10.2cm x, 10.2cm)이 채워진 형태이며, 콘크리트 차폐벽체내에 묻혀있다.

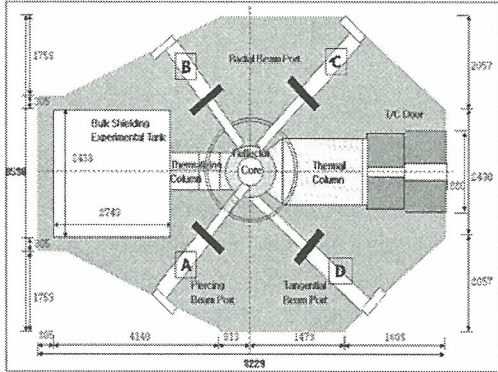


Fig. 2. The Plan view of KRR-1.

2.2 제염해체계획

연구로2호기에서 주요부분으로 로심, 회전시료 조사대, beam ports 등이 있는데, 로심 집합체는 방사능 준위가 가장 높을 뿐만 아니라, 핵연료의 지지와 동위원소 시편의 조사를 위하여 복잡한 구조로 설치되어 있다. 따라서 높은 방사능 준위를 갖고 있어 작업자의 피폭 저감을 위해 모든 작업을 수중에서 하였다. 회전시료 조사대는 Loading Tube 하단부와 Drive Assy. 하단부를 각각 절단 해체하였으며, 수중 해체장비로 해체하였다. 또한 beam ports는 국내 최초로 직경 400mm Core boring 기기를 이용하여 해체하였다. 로심은 로심지지 찬벨, Top & Bottom Grid Plat 등을 해체하고, 2개의 실린더형의 알루미늄 Shroud로 분리한 후 폐기물 저장을 위하여 세절하였다.

이들 경험을 바탕으로 연구로 1호기 제염해체는 다음과 같은 순서로 수행할 예정이다.

1. 준비작업	2. 노심내 주변물품 해체	3. 회전시료 조사대 해체
4. 로심과 반사체 해체	5. Thermal Column 해체	6. Beam Ports 해체
7. 수조 Liner 해체	8. 방사화 콘크리트 해체	

2.3 폐기물관리

해체 폐기물 관리는 폐기물 관리 지침과 관리 절차에 따라 방사선 준위(농도)별 그리고 재질별로 분류하여 수집 및 저장된다. 발생한 방사성 폐기물은 방사능 준위에 따라 200L 드럼, RSR 운반 캐스크 그리고, 핵연료 운반 캐스크 등에 저장한다.

3. 결론

연구로 1호기는 기념관화에 따른 보존 정책에 따라 방사성물질을 제거하는 제염해체를 수행하는데 연구로 2호기 제염 해체 경험을 이용하여 노심의 회전시료 조사대는 해체 장비를 제작하여 그리고 로심 반사체도 커팅 도구를 이용하여 해체할 예정이고, beam ports 역시 core boring 방법으로 해체할 예정이다. 이들은 연구로 1호기에서 가장 높은 방사능을 갖고 있어 연구로2호기 해체경험이 연구로1호기 제염 해체에 많은 역할을 하리라 기대되며 방사선 차폐 및 해체 기술의 축적과 숙련이 기대된다.

4. 참고문헌

- [1] IAEA, CLEANUP AND DECOMMISSIONING OF A NUCLEAR REACTOR AFTER A SEVERE ACCIDENT, Technical reports Series No. 346, IAEA, Vienna (1992).
- [2] IAEA, DECOMMISSIONING OF FACILITIES FOR MINING AND MILLING OF RADIOACTIVE ORES AND CLOSEOUT OF RESIDUES, Technical reports Series No. 362, IAEA, Vienna (1994).
- [3] IAEA, DECOMMISSIONING TECHNIQUES FOR RESEARCH REACTORS, Technical reports Series No. 373IAEA, Vienna (1994).
- [4] IAEA, PLANNING AND MANAGEMENT FOR THE DECOMMISSIONING OF RESEARCH REACTORS AND OTHER SMALL NUCLEAR FACILITIES, Technical reports Series No. 351, IAEA, Vienna (1993).