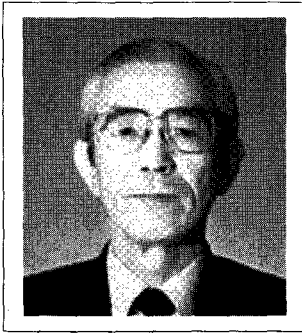


연구로 1호 TRIGA Mark-II

33년 운영과정과 페로계획

서 두 환

한국원자력연구소 원자로관리실장



연구로 1호는 우리나라 최초의 원자로로서, 62년 3월 19일 최초 임계에 도달하여, 우리나라에서 처음으로 '제3의 불'을 점화시켰다.

그후 33년 동안 연구로 1호는 그 역할을 최대한 수행하였다. 이제는 노후된 데다가 새 연구로인 「하나로」의 완공에 따라, 금년말경에는 운전을 정지하여 방사성물질을 제거한 후, 2000년경에 기념전시관으로 이용할 계획으로 있다.

연구로 1호의 건설·운영·이용 및 그 페로계획에 대하여, 33년간의 그 흥성과 종결을 연보형식으로 그 발자취를 되새겨보면서 살펴본다.

연 구로 1호인 TRIGA Mark-II (열출력 250kW) 원자로는, 교육훈련(Training), 연구(Research) 및 동위원소생산(Isotope production)용으로서 미국의 GA(General Atomics)사가 건조한 저출력의 소형원자로이다.

핵연료는 농축우라늄(U-235, 20%)-수소화Zr의 합금이며, 수소가 감속재 역할을 하는 고체균질형 원자로이다. 노심은 노수조의 밑부분에 있으며, 노전체의 사용재료는 대부분이 알루미늄이다.

연구로 1호의 특성은 <표 1>, 그 구조는 <그림 1>과 같다.

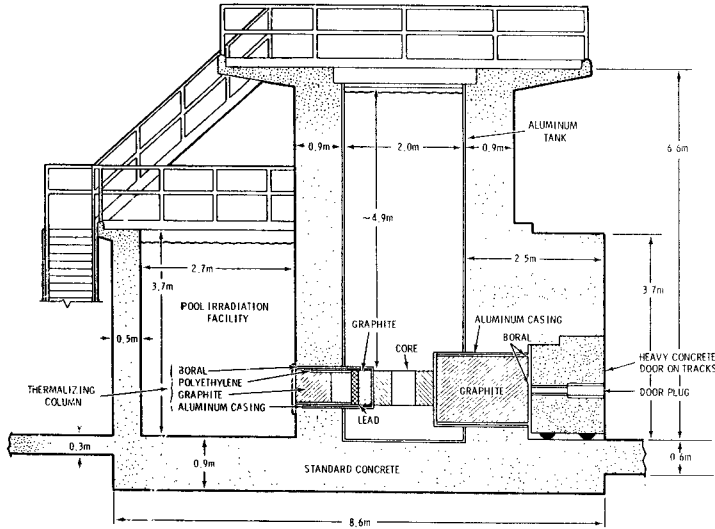
연구로 1호의 33년간의 적산열출력은 156MW일, 전출력환산일수는 1,137일이며, 현재 장전되어 있는 핵연료봉수는 76개이다.

그간 연구로1호는 연구로 2호(TRIGA Mark-III, 열출력 2MW)가 운전개시한 1972년까지 노특성연구, 노재료연구, 물성연구, 육종개발, 방

상화분석 등의 연구분야와, 방사성동위원소의 생산(Na-24, S-35, Cr-51, Br-82, Au-198 외 10여종, 합계: 79Ci), 각종시료의 중성자조사(5,536건) 등의 이용분야, 그리고 72년부터 94년까지 학생교육(원자로실험실습 : 과학원·서울대·한양대·제주대·조선대·총연인원 1,719명) 등 원자력인력 양성 분야에 많은 업적

<표 1> 연구로 1호의 특성

원자로명		TRIGA Mark II
원 자 로 형		수조형
정 상 출 력 (열출력)		250kW
최대중성자속 (nv)		1×10^{13}
핵 연 료	U ²³⁵ 농축도	20%
	피복재	알루미늄
	화학조성	U-ZrH _{0.8} 금속합금
감 속 재		ZrH, H ₂ O
냉 각 재		H ₂ O
제 어 봉		B&C
핵연료장전량 (U-235)		2.96kg



(그림 1) 연구로1호의 단면도

을 올렸다.

연구로1호의 발자취

연구로1호의 발자취를 연보형식으로 기술한다.

1. 국내 최초의 원자로 결정

1958. 7. 24

연구용원자로 구입의 대통령 재가 57년 11월경, 이승만 대통령이 문교부 원자력과 윤세원 과장에게 “자네, 원자력을 공부했다지”로 시작된 대화에서 비롯되어, 58년 7월 24자로 이대통령은 원자로 구입서류에, 그 유명한 ‘可晚’이라는 서명을 흔쾌히 하였다(사진 1).

1958. 8. 16

연구용원자로 구매단 미국에 파견 조사단은 미국의 여러 원자로를 둘러보고, 제네바전시회에서 성능을 인정받은 TRIGA Mark-II 원자로를 선정하였다.

1958. 11. 1

연구로 TRIGA Mark-II (열출력 100kW)원자로 구매의 대통령 재가

1958. 12. 3

원자로구매계약, 미국 General Atomics사와 체결
주미대사 양유찬과 미국원자력위원회(AEC)위원장 H.S.Vance와 계약서 교환.

1959. 1. 2

미국정부가 원자로구매 보조금 35만불 제공
부속기자재를 포함한 원자로건설비

는 73만2천달러에 계약하였으며, 그 중 35만불은 미국의 지원을 받았다.

2. 원자로와 연구소의 부지결정

1959. 1. 26

부지결정

학술적인 편의와 국방상 안전을 고려하여, 한강 남쪽(경기도 광주군 서부면 학암리)과 북쪽(경기도 양주군 노해면 하계리)에 각각 후보지를 선정하였다.

결국 과학자들의 의견을 존중하여, 후자인 옛 서울공과대학 부지의 일부였던 지금의 자리로 결정하였다.

당시 그 자리는 헐벗은 야산, 스무 채 정도의 민가, 미국의 불도저연습장과 경비행기의 활주로 등이 있었다.

3. 원자로기자재 도입

1959. 7. 5

원자로기자재 도착

원자로기자재 일부가 처음으로 미국 California Bear호편으로 인천항에 도착하였다.

4. 연구로 1호 기공

1959. 7. 14

원자로설치 기공식 거행

이승만 대통령과 내외요인들의 참석하에 대통령이 개토의 시삽을 하였다.

기공식이 끝난 뒤 담화에서 이대통령은, “장차 원자력연구소는 훌륭한 Atomic, Atomic Machine을 만들어야 합니다.”고 하였는데, 과연 그 뜻



〈사진 1〉 연구로 구입에 대한 공문



〈사진 2〉 이승만 대통령의 시삽광경(왼쪽은 김법린 초대 원자력원장)

은 무엇인지?〈사진 2〉.

5. 원자로건물 건설

1960. 11. 5

원자로건물 준공

원자로건물은 건축가 김중업씨가 설계하였고, 시공은 중앙산업이 맡았다.

6. 원자로와 실험장치 공사

1962. 3. 18

원자로설치공사 완료

원자로건조의 총체적인 감독은 GA사가 하고, 엔지니어링과 감리는 Holmes & Narver사가 맡았다.

원자로수조는 철판에 에폭시코팅을 계획하고 있었으나, 에폭시는 고방사

능에 조사되면 성능이 떨어진다는 사실이 이탈리아의 TRIGA 원자로에서 규명되었기 때문에, 알루미늄이닝으로 교체하였다.

7. 원자로 임계도달, 제3의 불 점화

1962. 3. 19

원자로 최초임계 도달

오원선 당시 원자력원장의 임석하에 이창건연구관과 GA의 W.H. Whittemore박사가 원자로를 가동시켰으며, 11시 45분에 최초임계에 도달하였다.

이 때의 핵분열에너지는 0.0008W였으며, 16시 55분에는 0.017W까지 올라 갔고, 17시 17분에 운전을 정지

시켰다.

한편 원자로 임계순간에 참석하였던 연구관과 인사들(오원선원장 외 36명)은 운전기록부에 서명하였다.

8. 원자로 인수시험

1962. 3. 23

원자로 열출력 100kW 도달

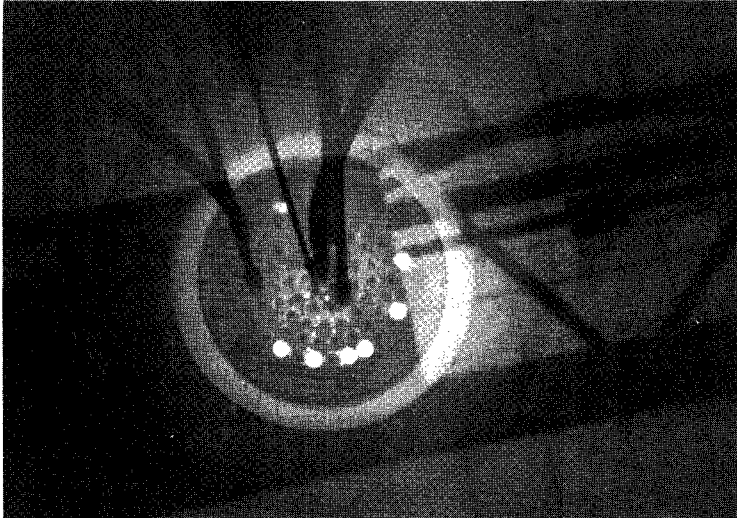
제3의 불을 목격(핵연료에서 나오는 체렌코프방사에 의한 푸른 빛).

〈사진 3〉

1962. 3. 28

GA사로부터 원자로 인수

제어반시험, 핵연료봉취급기시험, 중성자공장치 설치기시험, 냉각계통 시험 등 일련의 시험을 마친 후 원자



(사진 3) 제3의 불빛



(사진 4) 연구로 1호 준공식
(좌로부터 송요찬 내각수반, Dowling 美대사, 오원선 원자력위원장)

로를 인수하였다.

9. 원자로 준공

1962. 3. 30

원자로준공식 거행

1969. 5. 8

출력증강 작업착수

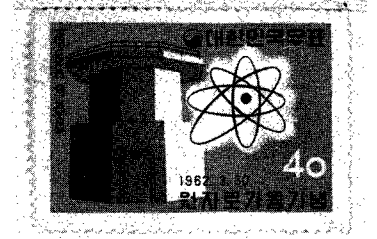
1969. 7. 14

출력증강 완료

송요찬 내각수반, Dowling 주한미대사, 오원선 원자력위원장 및 관련 인사들의 참석하에 준공테이프를 끊었다(사진 4).

이날을 기념하기 위한 원자로가동 기념우표가 발행되었다(사진 5).

10. 원자로의 출력증강과 제어반개조



(사진 5) 원자로가동 기념우표

원자력연구소 창설 10주년을 기념하여, 우리 손으로 100kW에서 250kW로 출력을 증강하였다.

1981. 12. 18

원자로제어반 개조완료

제어반의 전자기기를 진공관에서 트랜지스터로 개조하였다.

11. 현재의 연구로1호 (1995년 10월 말)

1992. 10. 31

연구로1호기 점화 30주년 기념식 거행

한국원자력학회 추계학술발표회 때, 김진현 과학기술처장관과 원자력계 관련 인사들과 함께 연구로1호 가동 30주년 기념행사를 가졌으며, 기념전시회도 개최하였다(사진 6).

폐로계획

현재 한국원자력연구소에서 계획하고 있는 폐로의 시기와 방식은, 금년 말에 연구로 1·2호기의 운전을 정지시키고, 사용후연료는 3개월 정도 냉각기를 두고 본소(대덕연구단지내)의



(사진 6) 현재의 연구로1호

과 그 공정의 계획안이다.

맺음말

지금까지 연구로 1호에 대한 33년간의 발자취와 폐로계획에 대하여 간단히 기술하였다.

현재 서울에 있는 원자로건물과 부지는, 10년전 국가시책에 따라 연구소가 대덕연구단지으로 이전하면서 한국전력공사에 매각한 곳으로, 오늘날까지 무상으로 셋방살이를 하고 있다.

우리 자신의 손으로 짓고 지금까지 30여년 동안 살아온 집을 자기 손으로 허물고 없앤다는 것은 가슴 아픈 일이다.

우리나라 최초의 원자로이며 원자력의 요람지를 원자력기념관으로 영구히 보존하였으면 하는 것이 30여년을 이곳 연구소에서 같이 살아 온 한 연구원의 소망이며, 관련 학계의 공통된 바람이 아닌가 생각한다.

한편 연구로 1·2호기의 폐로를 실행하기 위해서는 원자력위원회의 의결이 선행되어야 할 것이다.

그리고 한국원자력연구소는 하루 빨리 폐로프로젝트팀을 구성하여 확실한 폐로계획을 수립하고 한국원자력안전기술원·한국전력공사와 협력하여 폐로사업을 추진해야 할 것이다.

아울러 예산확보와 함께 폐로기술개발의 연구, 관련 법규, 기술기준 등의 제정 및 정비가 있어야 한다고 본다.

(표 2) 폐로계획 일정(계획안)

내역	연도	1995	1996	1997	1998	1999
○ 1·2호 운영						
○ 연료인출, 이송						
○ 1·2호 밀폐관리 - 폐로계획/준비 - 폐로기술개발						
○ 1호제염 - 기념관화						
○ 2호 해체철거 - 폐로후 조치						

「하나로」 사용후핵연료 저장조로 수송·이관하여 원자로는 밀폐관리(Stage-1)한다.

그후 폐로프로젝트팀을 조직, 폐로계획을 수립하여 원자력위원회의 승인을 얻어 폐로사업을 추진한다.

검토중인 폐로계획은, 연구로 1호는 제염하여 원자력기념관으로 만들고, 연구로 2호는 완전히 해체철거(Stage-

3)하기로 되어있다.

해체철거기간은 NUREG/CR-1756의 자료에 따라 20개월로 잡고 있다. 예상되는 해체순서는, ① 핵연료의 인출, 수송 ② 노심구조의 해체, 철거 ③ 원자로 수조의 해체 ④ 냉각계·환기계의 철거 ⑤ 시험·실험장치의 철거 ⑥ 원자로건물의 해체 등이다.

〈표 2〉는 중요한 프로젝트의 활동