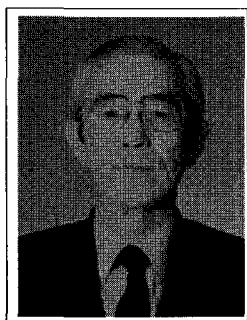


세계의 폐로 프로젝트 추진 현황

서 두 환

한국원자력연구소 책임연구원



요

자력을 발전에 이용하기 위한 개발 연구가 시작된 것은 제2차 세계 대전이 끝날 무렵부터이다.

미국을 중심으로 평화적 이용을 목적으로 원자력 연구가 대단한 기세로 출발한 것은 불과 50여년 전의 이야기이다.

각국은 먼저 연구용 원자로를 만들어 중성자 물리나 원자로 동특성이라는 기초적인 연구부터 착수하였다.

이것이 해결되면서 원자력 발전을 목표로 한 시험 발전로가 구미 선진국에서 만들어진 것이다.

그 후 원전 기술은 눈부신 진보를

보였다.

그러나 그 반면에 원자력 개발의 초기에 만들어진 원자로 중에는 시대에 뒤떨어지고 경제적인 관점로나 안전상의 이유로 폐쇄되어, 그 결과 노후된 것이 많아졌다.

폐로 프로젝트의 배경

원자력 개발의 선두 주자였던 미국에서는, 세계 최초로 전기를 일으킨 원자로인 ERR-1(Elk River Reactor-1)을 비롯하여, 많은 시험·연구용 원자로가 폐지 상태에 있다.

그 중에는 폐옥화하여 불쌍사나운 모습을 나타내고 있는 것도 있다고 한다.

최근에는 환경 보전의 입장에서도, 운전하지 않고 방치되어 있는 원자력 시설을 어떻게 하든 조치하자는 소리가 높아지고 있다.

상용 원전에 대해서 살펴 보면, 그 건설은 50년대 후반에서 60년대에 걸쳐서 시작되었다.

이때에 만들어진 원전은 이미 30

년 이상 운전을 한 것이다.

원전의 수명은 일반적으로 40년 정도로 보고 있다.

근대적인 기술의 정수를 모아서 만든 원전의 수명은 40년 이상 될 것이라고 많은 기술자가 지적하고 있지만, 현재 세계에서 가동하고 있는 약 440기의 발전로 중 개발 초기에 건설된 몇 기는 금세기말에서 21세기에 걸쳐 운전을 정지할 것으로 예상된다.

〈그림〉은 일반적인 원전에 대하여, 각국이 어느 시기에 어느 정도의 폐로 프로젝트를 갖게 될 것인가를 예상한 것으로, 요 10년 동안에 각국에서 수많은 폐로 프로젝트를 갖게 됨을 알 수 있다.

폐로 시대가 눈앞에 닥친 것이다.

이와 같은 시대의 도래를 예지하여 구미 각국에서는 상용 원전뿐만 아니라, 폐로 기술이라는 특수한 기술 영역을 확립하여 상품화하려는 움직임이 표면화하고 있다.

또한 원자력 개발은 국제적인 문제이기 때문에, 세계 각국이 협력하여 안전하고 경제적인 폐로 기술의 확립

을 목표로 활동하고 있다.

각국의 폐로 프로젝트 현황

96년 현재 소형 파일럿 플랜트를 포함하여 80기 이상의 발전로가 운전을 정지하였으며, 이는 건설된 발전로수의 약 15%, 발전 설비 용량의 약 5%에 해당한다.

나라별로는 미국이 제일 많고, 독일·영국·프랑스·러시아의 순이다.

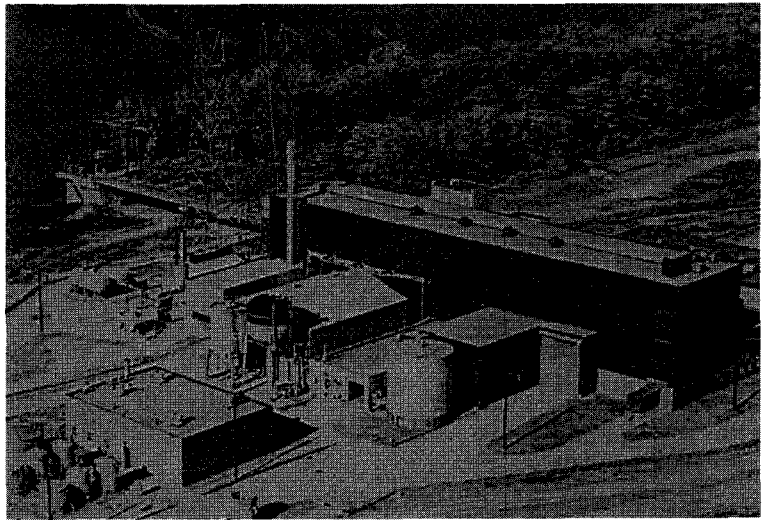
노형별로는 경수로 34기, 가스로 17기, 경수 냉각 흑연로 11기 등이다.

이 중에서 해체 철거(Stage-3)한 발전로와 해체중인 것은 약 10여기이다.

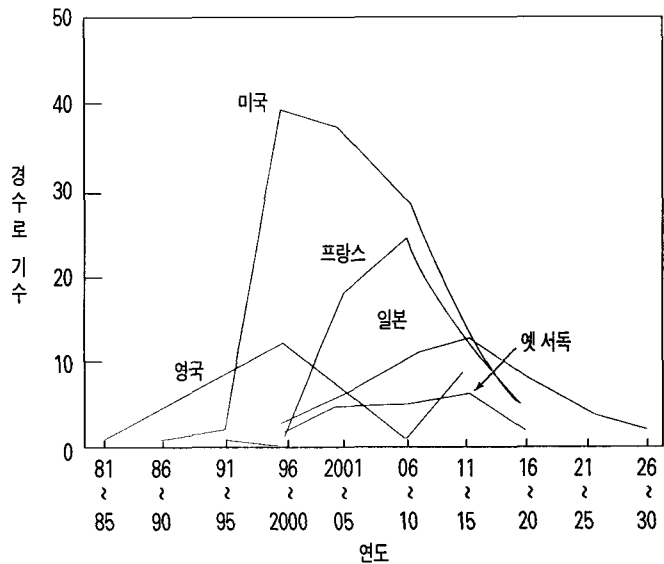
그외의 발전로는 현재 밀폐 관리(Stage-1) 또는 차폐 격리(Stage-2) 되어, 최종 해체 계획이 결정되어 있지 않은 것이 많다.

한편 경제협력개발기구/원자력기구(OECD/NEA)의 조사에 따르면, 상용 발전로가 가동하고 있는 NEA 가맹국(14개국)에서는, 2010년까지 원전 설비 용량은 12%로 증가하는 반면에, 앞으로 15년 동안에 54기(2,630만kW 상당)가 평균 34년의 노수명을 다하여 운전을 정지할 것으로 예측하고 있다.

이러한 상황에서 세계적으로 보면, 최종적으로 운전 정지한 발전로의 폐지 조치를 안전하고 합리적으로 수행하는 것이, 원전의 차기 발전상 중요한 과제로 부상되고 있다.



폐로 조치된 미국의 Shippingport 원자력발전소



(그림) 수명이 다된 경수로의 기수

위와 같은 상황을 예상하여 OECD/NEA는 85년 후반부터 원자력 시설의 폐지 조치에 관한 문제를 세계의

공통 문제로 채택, 국제 협력으로 이 문제를 더욱 효과적으로 해결하자는 제안이 나왔다.

그 당시는 10개국 11개 프로젝트가 참가하여 현재는 14개국 30개가 참가하였지만, 그후 각종 프로젝트가 참가하고 있다.

(표 1) OECD/NEA의 원자로 폐지 조치 협력 참가국 현황

나라명	원 자 로 명
미 국	Shippingport(PWR), EBWR(BWR), Fort St. Vrain(고온 가스 냉각로) : 3기
캐 나 다	Gentilly-1(중수 감속 경수 냉각로), NPD (PHWR CANDU) : 2기
독 일	MZFR(PHWR), Lingen(BWR), Niederaichbach(중수 감속 가스 냉각로), HDR(BWR), Greifswald/Rheinsberg(옛 소련형 PWR), AVR(고온 가스 냉각 연구로) : 6기
프 랑 스	G2/G3(GCR), Rapsodie(FBR), EL 4(중수 감속 가스 냉각로) : 4기
영 국	WAGR(AGR) : 1기
벨 기 예	BR-3(PWR) : 1기
이 탈 리 아	Garigliano(BWR) : 1기
스 페 인	Vandellós(GCR) : 1기
슬로바키아	Bohunice(중수 감속 가스 냉각로) : 1기
일 본	JPDR(BWR) : 1기

(표 2) 대표적인 폐로 프로젝트의 개요

시설명 (국명)	노형 출력	용도	운전기간	폐로 방식	폐지조치 기간	폐로 내용
Shippingport (미국)	PWR 72MWe	상업용	1957 ~1982	Stage-3	1985 ~1989	압력 용기 일괄 철거 노건물 해체 철거
JPDR (일본)	BWR 12.5MWe	연구용	1963 ~1976	Stage-3	1986 ~1995	전시설 해체 철거
Windscale (영국)	AGR 33MWe	상업용	1962 ~1981	Stage-3	1983 ~1998	압력 용기, 격납 용기 해체 철거
Gentilly-1 (캐나다)	HWLWR 250MWe	연구용	1967 ~1982	S-1 & S-2	1984 ~1986	노건물, SG 건물 밀폐 서비스 건물 재이용
G2/G3 (프랑스)	GCR 45MWe	상업용	1958 ~1980	Stage-2	1982 ~1992	1차 계통, SG 철거 노내 구조물 차폐 격리
Rapsodie (프랑스)	FBR 40MWt	연구용	1967 ~1982	Stage-2	1983 ~1994	노부분, 1차 Na 펌프 철거, 콘크리트로 차폐
Niederaich- bach(독일)	HWGCR 100MWe	상업용	1972 ~1974	Stage-3	1987 ~1995	전시설 해체 철거
BR-3 (벨기에)	PWR 40.9MWt	연구용	1962 ~1987	Stage-3	1989 ~2010	사용후 연료 철거, 계통 제염후 시설은 기념관화
Garigliano (이탈리아)	BWR 160MWe	상업용	1964 ~1978	Stage-1	1985 ~1995	격납 용기 밀폐 SG 건물 해체 철거

한편 당초 참가하였던 프로젝트 중 몇 가지는 폐로 조치 사업이 종료되어, 지금은 그 부지가 개방되었거나 다른 용도로 사용되고 있다.

OECD/NEA의 폐지 조치 협력에 참가하고 있는 프로젝트 중 원자로에 관한 것만을 나라별로 정리하면 <표 1>과 같다.

세계의 원전 폐로 프로젝트는 <표 1>과 같이 선진 기술국에 집중되어 있다.

이 계획들은 각국의 독자적인 사고 방식과 특징을 가지고 있다.

또한 이들 계획은 기술적 측면뿐만 아니라 경제성이나 장기적인 원자력 개발 계획에도 반영한 것이며, 또 역으로 다종 다양한 폐로 방법이 가능함을 시사하고 있다.

대표적인 폐로 프로젝트의 개요를 소개하면 <표 2>와 같다.

우리 나라도 연구로 1호(TRIGA Mark-II 250kW)와 연구로 2호(TRIGA Mark-III 2MW)가 95년말 운전을 정지하고, 그간 폐로 계획이 추진되어 금년부터 원자로 해체 사업이 시작된다.

우리 나라도 원자로의 폐지 조치 방법 및 대책을 계획하고, 안전성 확보를 전제로 정치적·사회적·경제적 및 기술적인 고려와 함께 국제 협력을 통해서, 원자로 폐로 계획의 기본 방침을 미리 수립해야 할 것이다. ☆