

先進諸國의 原子力 現況

日本原子力委員會 報告書에서

日本原子力委員會는 최근 「해외 주요국의 원자력개발에 관한 정보수집분석」을 보고서로 종합정리했다. 동 보고서는 미국, 프랑스, 서독, 영국을 대상으로 최근 각국의 원자력발전 상황에 대해 상세히 보고하고 있다. 이것을 기초로 ① 각국의 현황, ② 핵연료 사이클, ③ 신형로개발, ④ 廢爐 등 4개 테마로 종합정리하였다.

1. 各國의 現況

미국의 원자력발전설비는 1986년말 현재 97기, 8,661만kW로써 원자력 8,000만kW 시대로 돌입했다. 건설중인 플랜트는 29기, 그중 13기가 금년에 운전개시 예정이며 최근 수년은 운전개시 러시였다. 그러나 '78년 이후 신규발주가 없고, 해약도 잇달았기 때문에 남은 프로젝트는 적다. 또 원자력발전원가가 건설기간의 장기화 등에 의해 상승, 석탄화력과 差異가 없어졌다.

프랑스의 원자력발전설비는 1986년말 현재 49기, 4,698만kW로써 발전전력량에 차지하는 원자력의 비율은 同年 69.8%로 약 7 할에 달하고 있다.

원자력비율의 증가에 수반하여 동국에서는 수요가 갑자기 떨어지는 夏季를 중심으로 90만kW PWR에 의한 負荷追從運轉이 시행되고 있다. 비교적 완만한 負荷調整은 1次系統冷却水中의 崩산濃度의 조정으로, 급속한 조정은 특수한 제어봉(每分最大出力의 5% 출력변동이 가능)에 의해 90만kW 플랜트의 負荷追從運轉이 실시되고 있다.

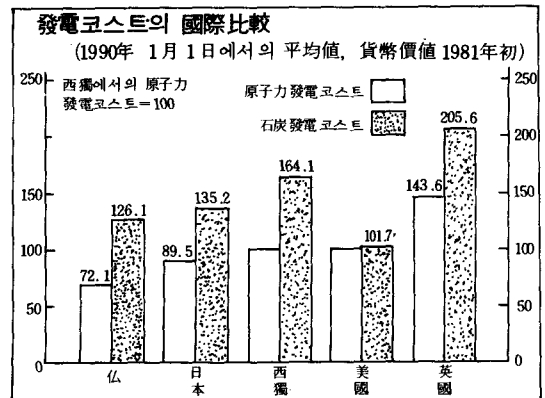
발전코스트는 화력에 비해 압도적으로 싸고, 90만kW PWR의 1985년 실적은 KWH 당 日貨 4엔36전(同年 1월의 환율) 정도로 되어 있다.

서독의 원자력발전설비는 '85년 3월 현재

1,725만kW(19기)이고, 同年中の 발전량은 전년에 비해 36%로 대폭 증가, 全發電電力量의 약 31%를 차지했다. 평균설비이용율도 85.4%로 호조이며, 코스트도 석탄발전에 비해 4 할정도 싸다.

한편 체르노빌사고를 계기로 하여 동국에서는 문제가 발생했을 경우의 신속한 대응을 꾀하기 위해 '86년 6월에 환경·자연보호·원자로안전법을 발족시키고 있다.

영국에서는 동국 최초의 PWR 도입이 되는 Sizewell B 발전소 건설계획에 대해서 1987년 3월 정부의 최종 승인이 내렸다. 이 Sizewell B에의 “승인”은 동국의 원자력억제에 있어서 반가운 소식이라 할 수 있다. 英國中央電力廳(C-EGB)으로서는 금후 3~4기의 PWR을 건설하고 싶은 의향을 표명하고 있다. 그리고 영국



의 원자력발전설비는 1986년말 현재 38基, 1,175만kW이다.

2. 核燃料사이클

미국에서는 민간재처리 프로젝트 모두가 중단되고 있다. 또 1985년 7월 의회조사국이 발표한 「輕水爐用 플루토늄의 경제성」이라는 報告書는 ① 플루토늄을 MOX연료로 가공하는 코스트는 우라늄을 농축, 성형가공할 경우보다 비싸고, ② 사용후핵연료의 조기재처리는 재처리를 지연시키는 경우보다도 비싸다고 결론내리고 있다.

「1982년 방사성폐기물 정책법」에서는 1998년까지 사용후핵연료와 高準位폐기물의 수납을 개시하기로 하고 있으며, 이것으로 미루어 보아 미국의 핵연료사이클이 once-through에 의한 것임을 알 수 있다.

이에 대해 프랑스는 재처리시설을 순조롭게 확충하고 있다. 라아그(UP2) 공장은 1985년 2월에 輕水爐燃料의 누적재처리량이 1,000톤에 달하고, 가스爐燃料은 1987년 1월로 누적 4,894톤을 재처리하고 있다. 동 공장은 1987년 2월 이후는 輕水爐 使用後核燃料 專用으로 사용하게 되고, 또 1992년까지 재처리능력을 400톤/年에서 800톤/年으로 확충할 계획이다.

이것과 병행해서 라아그에 800톤/年の 輕水爐用 재처리공장 UP3을 1989년 까지 완성시킬

예정이며 또 FBR연료의 재처리시설로써 既設의 TOR이 있지만, 이에 버금가는 시설로써 MAR6000의 설계연구가 추진되고 있다.

서독은 商用재처리시설(WA-350)을 '95년 운전개시를 목표로 계획중이며, 영국에서도 세리필드에 신공장을 건설중이다.

高準位방사성 폐기물의 처리처분방법에 대해 프랑스에서는 유리固化하여 저장하는 방침을 취하고 있다. 동국에서는 현재 유리固化體의 심층저장을 실험하기 위한 지하연구소의 지점선정을 추진하고 있다. 또 서독에서는 박카스돌프에 건설이 예정되어 있는 재처리공장 WA-350의 시설내에 高準位방사성폐기물 유리固化시설을 건설할 예정이다. 영국도 1980년대말에 原形유리固化플랜트를 건설할 예정이다.

低·中準位방사성폐기물에 대해서는 각국 모두 地表 또는 淺層저장을 할 방침으로 사이트의 선정 또는 확충을 하고 있다.

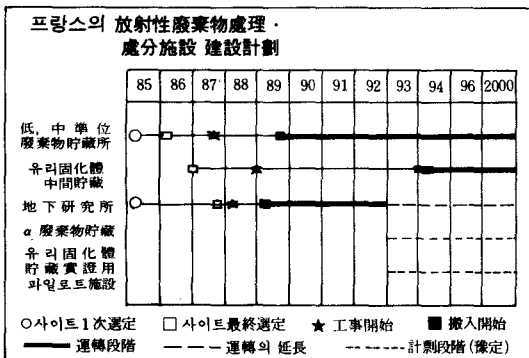
미국에서는 「1980년 低準位 폐기물 정책법」(1986년 개정)에 의해, 원자력발전소가 존재하는 州는 低準位폐기물의 처분사이트를 1993년까지 건설하는 책임을 지고, 한편 각주의 사이트가 완성되는 동안 전기사업자가 기존의 처분장을 사용할 경우에는 통상요금과 추가요금을 지불하도록 되어 있다.

3. 新型爐 開發

高速增殖爐의 개발에서 세계 최첨단을 달리고 있는 프랑스는 實驗爐 라프소디, 原形爐 피닉스에 이어, 實證爐 슈퍼피닉스를 완성시키고 있다.

국제프로젝트이기도한 슈퍼피닉스는 1976년 착공, 1986년 12월에 124만kW의 全出力을 달성했다.

이에 이은 프로젝트로써 프랑스, 서독, 영국 등을 중심으로 슈퍼피닉스Ⅱ 건설계획이 진행중이다. 슈퍼피닉스의 건설비가 PWR의 2.5배에 달한 것으로 보아, 동 계획은 코스트 다운을 최



대의 과제로 하고 있으며, 출력을 150만kW로 올리는 등의 검토를 하고 있다.

그러나 서독의 實證爐 SNR-2의 조정과 서독, 이탈리아의 원자력정책 변화 등에 의해 차공까지는 꼭질이 예상된다.

서독의 FBR 原型爐 SNR-300은 1986년에 예정되고 있던 운전인가가 당국에 의해 각하당하고, 지금 현재 운전개시의 목표가 서있지 않다. 또 미국에서는 原型爐CRBR이 건설비의 대폭적인 증가에 의해 중지되었지만, 현재는 GE社의 고유안전·모듈형動力爐(PRISM) 등 4종류의 신형증식로의 설계작업이 진행되고 있다.

高温가스爐의 개발에 가장 적극적인 것은 서독이다. 同國은 1967년에 운전열을 개시한 실험로 AVR의 실적을 바탕으로, 原型爐 THTR-300의 개발을 추진해 왔다. 同機는 1985년 11월에 송전을 개시하고 있다. 서독에서는 THTR-300의 운전경험을 근거로 하여, 실증로 HTR-500을 건설하고 싶은 의향이다. 同機는 熱併給發電爐로써 계획되고 있으며, 이 프로젝트를 추진하기 위해 전력회사 16個社로 구성된 연구조합도 설립되어 있다.

미국에서도 高温가스爐의 실험로, 原型爐의 개발이 순조롭게 추진되어 왔다. 이들의 성과를 바탕으로 다목적 고온가스로의 실증화연구개발

계획이 DOE의 지원을 얻어 민간에서 추진되고 있다. 동계획은 1981년부터 1997년에 걸친 장기적인 것이며, 최종적으로는 熱蒸氣併給發電用 實證爐를 건설할 계획이다.

新型輕水爐로써 특히 각국에서의 연구가 활발한 것이 中·小型輕水爐이다. 미국에서는 GE社가 고유안전성을 추구한 60만kW의 BWR의 설계를 시작하는 외에, EPRI가 50~60만kW급 輕水爐의 概念設計를 추진하고 있다. 프랑스, 서독에서도 열공급용, 수출용으로 10~30만kW의 小型輕水爐의 연구에 몰두하고 있다.

이밖에 高轉換型輕水爐의 연구를 프랑스, 서독이 추진하고 있다.

4. 廢 爐

원자로 개발에 오랜 역사를 가진 미국에서는 소규모의 研究爐나 實證爐를 중심으로 30년에 걸친 廢爐技術의 축적이 있다. 商業爐에 대해서는 원자력규제위원회(NRC)가 1985년 2월 廢爐規則案을 발표했다. '87년 10월 이후 실시될 전망이다.

同規則案에서는 페로기술로써 운전정지 후 사이트敷地를 제약없이 이용할 수 있도록 오염물을 제거하는 해체철거법이 가장 바람직한 기술

各國의 FBR 開發狀況

國名	原 子 爐	出 力	爐 型	概 要
프 랑 스	Phenix(原型爐)	25萬KW	탱 크	1973년부터 運轉中
	Super Phenix(實證爐)	124萬KW	탱 크	1985年 9月初臨界, 86年 1月系統 併入, 同年 12月 100%出力 達成
	Super Phenix II(實用爐)	150萬KW	탱 크	歐洲聯合프로젝트로 계획 빠르면 1990年以前에 着工 豫定
서 독	SNR-300(原型爐)	29.5萬KW	루 프	1986年 運開豫定. 認可가 나지 않다
	SNR-2(實證爐)	150萬KW	탱 크	歐洲聯合計劃. 同 Super Phenix II와 調整中
美 國	CRBR(原型爐)	38萬KW	루 프	1983年 建設中止 決定
	LSPB(大容量原型爐)	130萬KW	未 定	EPRI가 設計作業中
	PRISM	13.8萬KW	탱 크	모듈型爐. GE가 設計中
	SAFR	33萬KW	탱 크	로크웰社設計의 中型爐
英國	PFR(原型爐)	25萬KW	탱 크	1976년부터 運轉中

로 예견되고 있다. 또 해체철거를 100년미만(타당하다고 생각되는 것은 30~50년) 동안 연기하고, 그 동안 안전하게 저장하면서 점차 오염을 제거해 가는 안전저장법도 인정하고 있다. 그러나 敷地의 이용이 제약받지 않을 때까지 방사능의 붕괴를 기다리는 遮蔽·隔離技術은 인정하지 않는다고 한다.

한편 폐로자금으로써는 内部留保方式과 外部管理計定方式을 전제로 하고 있다.

미국의 州公益事業委員會의 廢爐政策을 보면 가장 많은 州가 채용하고 있는 폐로방법은 「早期解體撤去」이며, 여기에 「安全貯藏」이 그 다음을 잇고 있다. 「密閉保管」을 채용하고 있는 州는 볼 수 없으며, 많은 州가 폐로문제의 조기 해결을 바라고 있음을 알 수 있다. 또 敷地를 제약없이 이용할 수 있도록 하거나, 건설전의 상황으로 복귀시키는 것을 의무지우고 있는 州도 있다.

프랑스에서는 현재 6基, 합계 47만 4천kW의 설비가 폐쇄상태에 있고, 더욱 3基, 132만kW가 1980년대 후반에 폐쇄될 예정이다. 폐로방법에 대해서는 기술적인 검토는 끝나 있지만, 특정한 방법에 한정시키지 않고 케이스 바이 케이스

이므로 대응할 방침이다.

프랑스전력청(EDF)은 장래의 폐로 실시에 대비하여 1979년부터 준비금으로써 회계상의 처리를 하고 있지만, 이 준비금의 금액적 근거는 반드시 명확한 것은 아니다. 현재 건설비의 15%가 폐로준비금으로써 적립되어 있다.

영국에는 원자로 폐지조치에 관련된 특별한 법규는 없다. 中央電力廳(CEGB)은 대표적 마그녹스발전소의 폐지조치계획의 책정을 추진함과 함께 영국 최초의 PWR로써 계획되고 있는 Sizewell B의 폐지조치에 관해 잠정계획을 책정했다.

이 잠정계획에 의하면, 폐로조치는 ① 모든 연료를 제거하고 원자로 등 諸施設을 除染, 방사성폐기물을 처리·궤제하지한다, ② 原子爐生體遮蔽 외부의 플랜트, 건물을 해체하여 폐기물을 제거한다, ③ 원자로플랜트를 해체한다 등 3단계에 입각하여 시행한다고 말하고 있다.

서독에서는 현재 Gundremmingen 발전소 A호기(BWR, 25만kW)에서 해체작업이 진행되고 있는 외에, 4기의 원자로가 폐로신청서를 제출하고 있다.

美國老朽商業爐의 廢爐狀況

유니트名	爐型	出力(萬kW)	閉鎖年	廢爐方法	狀況	廢爐コスト(推定年)
Shippingport	PWR	7.2	1982	解體撤去	進行中	8000萬달러(1982)
Dresden 1	BWR	20.7	1984	未決定	-	-
Indian Point 1	PWR	26.5	1980	"	-	-
Piqua	OMR	1.1	1966	遮蔽隔離	完了	100萬달러(1982)
Humboldt Bay	BWR	6.5	1983	安全貯藏	進行中	-
Hallam	SGR	7.5	1964	解體撤去	完了	315萬달러(1964)
Elk River	BWR	2.2	1968	"	"	615萬달러(1973)
CVTR	HWR	1.7	1967	恒久安全貯藏	"	-
Enrico Fermi	FBR	6.1	1972	"	"	-
Pathfinder	BWR	5.9	1967	"	"	80萬달러(1971)
Bonus	BWR	1.7	1968	"	"	-
Peach Bottom 1	HTGR	4.0	1974	安全貯藏	2028年解體撤去	350萬달러(1978)