

先進諸國의 原子力産業 近況

美國, 프랑스, 西獨, 英國 등 原子力先進國에서의 最近의 原子力産業界 動向은 어떠한가? 다음은 이들 國家에서 관심을 갖고 推進하고 있는 原子力開發의 近況을 紹介한 것이다.

美 國

1986년말 현재 미국에서 운전중인 원자력발전소는 97기(8,660.9만KW), 건설중 29기(3,397.7만KW), 계획중 2기(239.2만KW)이다.

이 풍부한 경험을 기반으로 輕水爐메이커 4個社는 1980년대말 이후의 受注 회복을 기대하면서 標準輕水爐와 改良型輕水爐의 연구개발을 추진하고 있다.

GE社는 작년 9월 同社의 「GE標準安全解析報告書(GESSAR-Ⅱ)」에 대해 NRC(美國原子力規制委員會) 등으로 부터 실질적인 許可를 받았다. 이에 따라 1991년 9월까지 5년간 건설허가와 운전인가의 수속에서 安全側面은 자동적으로 승인되게 된다.

GESSAR-Ⅱ爐는 6년의 工期內에 건설할 수 있는 것으로서 현재 중공 등으로 수출이 기대되고 있다. GE社는 동시에 日本의 電力會社와 日立製作所, 東芝 등과 ABWR의 연구를 國際프로젝트로 추진하고 있는데, 設計作業을 끝내고 작년 9월에 NRC에 대해서 說明會를 가졌다. 同社는 1990년까지는 최종설계인가를 받으려 하

고 있다.

또한 同社는 日本原子力發電과의 협력으로 60만KW인 中型 BWR의 설계를 시작하기로 했는데, 原子爐內의 水位가 저하되었을 때 서플렛션 폴이 原子爐容器的 상부에 오게하는 등 안전성에 중점을 둔 것이라고 한다.

WH社는 1982년 이래 일본의 전력 6개사 및 三菱重工과 APWR의 개발을 추진하고 있으며, 금년중에 NRC의 最終設計認可를 받으려 하고 있다. 이 APWR은 90% 정도의 높은 稼動率, 건설코스트의 저감, 高燃燒度 및 排出放射能의 저감을 주된 개발목표로 한 것이다.

CE社가 1984년 1월에 NRC의 최종설계인가를 받은 「CE標準安全解析報告書」의 標準爐「시스템80」은 아리조나주에 건설중인 Palo Verde 1, 2, 3號機(1, 2호기는 운전개시)와 실질적으로는 동일한 형태이다.

B & W社는 30만~40KW 정도의 小型 PWR을 표준화하는 방향에서 작업을 추진하고 있다. 이밖에 EPRI가 원자로메이커 등의 협력을 얻어 新型輕水爐의 설비기기 단순화와 50만~60만KW의 中型 輕水爐 開發計劃을 추진하고 있다.

한편, 增殖爐에 있어서는 大容量 原型增殖爐

(LSPB : 설계주체 美電力研究所), 新型나트륨
 冷却増殖爐(SAFR : 록크웰社), 固有安全·모
 들型動力爐(PRISM : GE社), 코스트플랜트
 (LCP : WH社) 등 4 종류의 설계가 추진되고
 있다. LSPB 등은 플랜이 코스트면에서 주목을
 모으고 있다고 한다.

프 랑 스

프랑스는 原子力先進國 중에서도 가장 原子
 力比重이 높고, 또 高度化도 급속히 추진되고
 있다.

今年는 발전전력량에서 차지하는 원자력의 비
 율이 약 70%에 달할 전망이다, 需要가 떨어지
 는 여름철을 중심으로 中間負荷運轉領域이 급속

히 확대되고 있는 것이 특기할 만하다.

負荷運轉中 비교적 완만한 부하조정은 1 차계
 통 냉각수중의 보론농도 조정으로 행하고, 급속
 한 조정은 「그레이로드」라 불리는 특수한 제어
 봉(每分 최대출력의 5% 출력변동이 가능)에
 의해 행해지고 있다. 부하추중운전은 原子力設
 備의 주류를 차지하고 있는 90만KW급 PWR에
 의해서 실시되고 있으며, 거의 모든 90만KW급
 PWR에 「그레이로드」가 설치되고 있다고 한다.

新型輕水爐는 스펙트럼變動型爐(RVS)와 減
 速抑制型爐(RSM)의 타당성조사가 프랑스原子
 力廳(CEA), 프랑스電力廳(EDF), Framatome
 社에 의해 추진되고 있다.

RVS는 中性子の 減速比를 변동시킴으로써
 사이클 초기에서의 플루토늄 생산량을 증가시킨
 다음, 사이클 종료단계에서 이것을 소비하는 것

〈表〉 主要國의 新型爐 開發動向

	서 독	프 랑 스	영 국	스 웨 덴	카 나 다	미 국
원자력발전규모 (GWe)	• 1983→2000년 11.7 24.3	• 1983→1990년 29.0 77.0	• 1983→2000년 10.8 18.0	• 1983→1990년 7.7 9.1	• 1983→2005년 7.6 15.9	• 1983→1990년 66.1 115.7
발전량점유율 (%)	18.9 34.7	48.3 78.4	14.7 37.0	39.2 47.0	11.0 18.2	13.0 18.0
플루토늄 이용	○2000년에 약 15t 剩餘 ○플루서멀 실 증경험 있음 ○MOX연료의 코스트가 상 업이용의 열쇠	○2000년 약 50 톤 잉여 ○핵연료 사이 클산업의 적극 적 전개 ○EDF는 경제 성중핵플루서 멀의 실시결 정)	○FBR 실용화 때까지 저장 ○PWR 도입이 추진되면 플 루서멀 문제는 경제성	○BNFL, COG- EMA에 재처 리를 일부 위 탁 ○플루토늄의 이 용계획 없음 ○재처리 계획도 없음	○당분간 이용 예정 없음 ○1977년부터 CANDU 爐에 서의 微濃縮 우라늄과 플루 토늄 이용을 연구중	○상업이용의 인센티브는 없음 ○군사 프로그램 과 R&D에서 기술력을 유지
개발중인 신형로와 그 배경	○HCR • KWU가 플루 토늄의 적극적 저장방법으로 제안 ○HTGR • MRS는 주 로 다목적 • HTR-500은 전력과 안전성 에서 유리	○HCR • 플루토늄 유 효이용과 우라 늄절약을 목적 으로 Frama- tome이 제안 • 스펙트럼시 프트방식으로 전환비도 높음 • Framatome, CEA가 개발중	○PWR • Sizewell도 입 논의가 장 기화 ○AGR • AGR 노선 도 유지	○PIUS/SECU- RE • 안전성향상 • 열이용확대 • 소형로 로서 ASEA ATOME이 개 발중	○신형핵연료사 이클을 검토 • CANDU 로 에 다양한 연 료를 이용할 수 있는 것을 실험중 • AECL은 재 처리 옵션의 확보 희망	○ALWR-LWR 의 고도화 ○LMR 모듈형 나트륨로 ○모듈 HTGR • 안전성 이 향상 • 소형화 • 경제성 향상 공통목표

을 목적으로 하고 있으며, 30%의 우라늄절약이 가능해 진다. 이 때문에 ①劣化우라늄으로 만들어진 燃料棒을 삽입하였다가 이것을 점차로 빼내며, ②減速材로 경수와 중수를 섞은 것을 사용하여, 중수의 비율을 점차로 “제로”에 가깝게 내리는 두가지 방법이 검토되었다.

RSM은 爐心の 燃料要素間 罅이 좁으며, 稠密構造의 爐로서 轉換率은 0.95~1로 높다. 발전코스트도 중래형의 PWR과 변함이 없다고 평가되었다. 이에 대해서 금년에 타당성과 경제성에 관한 결론이 정리될 예정이다.

한편, 小型 輕水爐에 대해서는 概念設計를 이미 끝냈으며 熱供給專用爐「THERMOS」(열출력 10만KW 또는 15만KW, 풀형)와 수출용 소형로「CAS」두가지가 있다. 그러나 國內에 구체적인 프로젝트가 없고, 기대되고 있는 開發途上國의 市場도 구체화될 때까지 시간이 걸린다는 견해에서 상세한 설계의 실시는 시기상조라고 생각하고 있다. 「CAS」는 CEA의 연구성과를 이용하여 테크니카툼社가 개발한 爐로서 發電專用, 열공급발전용, 열공급전용 등 어느 것에도 이용가능하다. 전기출력 30만KW(열출력 100만KW)와 열출력 25만KW의 두종류가 있다.

프랑스는 또 高速增殖爐의 개발에서도 세계 최첨단을 달리고 있는데, 금년부터 상업운전에 들어가게 되어 있던 實證爐 Super Phenix(124만KW)가 나트륨洩事故를 일으켜, 현재 거의 스톱된 상황으로 있다.

西 獨

西獨에서도 기존형 경수로에서의 탈피를 도모하기 위해 新型爐 개발에 대해서 적극적으로 연구하고 있다.

그 중에서도 高温가스爐의 개발은 현저한 진보를 보이고 있으며, 세계에서 최초의 球狀燃料에 의한 헬륨냉각고온가스로 원형로「THTR-

300」(30.8만KW)이 금년 6월 운전을 개시했다. 서독에서는 그후 實證爐로서「HTR-500」(熱供給發電爐)의 프로젝트가 전력 16개사로 구성된 연구조합에서 계획되었다.

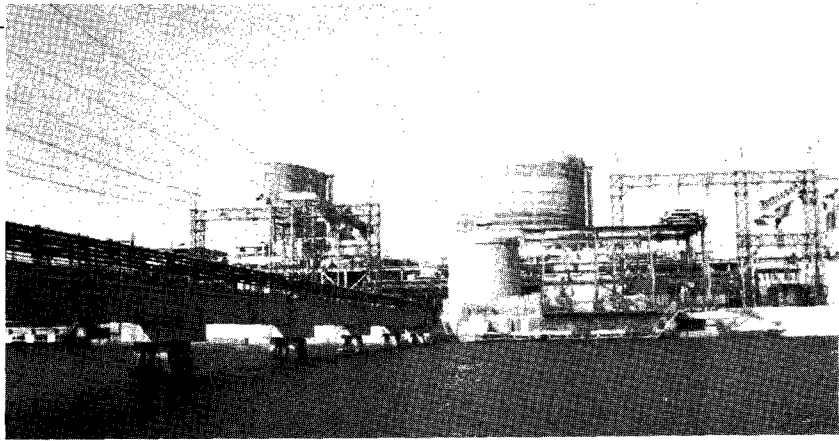
高速增殖爐에 관해서는 原型爐인「SNR-300」(29.5만KW)을 추진하는 한편, 實驗爐「KNK-II」(2.1만KW)를 완성, 1978년부터 운전을 실시하고 있다. 「KNK-II」는 나트륨冷却熱中性子爐 KNK를 플루토늄·우라늄 혼합산화물연료의 FBR爐心을 가진 것으로 개조한 것이다. 「SNR-300」은 루프형을 채택하고 있는 것으로써 작년 7월 認許可當局인 노르트라인·베스트파렌州 經濟省이 인허가 발급을 가까운 장래에는 실시하지 않는다고 발표하여, 운전개시의 목표가 서지 않게 되었다. 또 서독에서는 이에 이어지는 實證爐로서「SNR-2」를 프랑스, 이탈리아와 공동으로 개발할 방침을 세우고 있지만, 구체적인 스케줄을 정하는데까지는 이르지 못하고 있다.

이러한 이유에서 서독은 高轉換型爐 개발에 힘을 쏟고 있다.

KWU社에서는 輕水爐의 사용후핵연료에서 회수되는 플루토늄 활용에 일찍부터 착수, 이미 1972년부터 MOX 연료(우라늄·플루토늄 혼합산화물연료)를 관련회사에서 제조, 경수로에서 실용화해 왔다.

서독에서는 2000년에는 플루토늄의 절반 이상이 고속증식로의 연료로 사용된다는 想定을 하고 있으며, 그 나머지를 MOX 연료로 사용하게 되지만, MOX 연료의 비율이 높아질 가능성도 부정할 수 없다. 自國을 대상으로 한 이들 연구 개발과 함께 수출을 목표로 한 신형원자로의 개발도 추진되고 있다.

KWU社에서는 開發途上國의 要求에 맞추어 일련의 소형원자로개발계획을 수립하였다. 먼저, 자연순환BWR로서 需要에 따라 發電機出力이 20만KW 또는 40만KW에 대응하여 약 20KW/ℓ의 출력밀도에서 설계가능하고, 자연순



환운전으로는 2 계통 BWR로 되어 있다.

이밖에 지역난방열과 低温프로세스 熱供給用으로 개발된 개량형자연순환로와 프로세스熱生産 및 900℃까지의 프로세스증기공급용 헬륨냉각온가스로, 나아가서는 선박용원자로를 개량한 개량형 PWR이 이 계획에 포함된다.

英 國

國內에서 염가의 석탄이 풍부하게 공급될 수 있는 점도 있어서 원자력성장이 순조롭다고만 말할 수 없는 것이 영국의 상황이다. 실제로 작년의 發電量은 590억7,650만KW로 對前年比 1%감소의 마이너스성장이었다. 가동률도 55.9%로 전년의 62.5%에서 대폭 다운되었다.

이런 상황에서 영국 최초의 輕水爐가 되는 사이즈웰 B 발전소(PWR, 118.2만KW) 건설을 영국정부가 금년 3월에 승인, 준비공사가 개시되었다. 종래, 영국은 가스爐가 중심이었던 만큼 여러가지 논의를 불러일으켰지만, 원자력개발이 정채되어 있던 감이 있는 大陸諸國에 있어서도 좋은 소식으로 받아들여지고 있는 것 같다.

英國에서는 이에 이어지는 PWR 사이트로서 Hinkley Point 발전소에서 증설이 검토되고 있으며, 中央電力廳(CEGB)에서는 금년중에 건설신청을 희망하고 있다.

PWR의 도입이 추진되면 플루토늄도 플루서

멀에서 이용할 수 있게 되어, FBR의 實用化까지 貯藏될 플루토늄에도 밝은 전망이 열리게 된다.

研究開發에 관해서는 메이커의 힘이 약하기 때문에 中央電力廳(CEGB)이 이끌고 갈 수밖에 없는 실정이다.

원자력성장은 순조롭지 않다고 하지만, 영국에서 2000년에는 원자력발전설비의 총량이 약 1,800만KW에 달할 것으로 想定하고 있으며, 이 무렵에는 全發電電力量의 37%를 차지하게 될 것으로 전망하고 있다.

한편, 新型爐의 개발에도 다각적인 대응을 보여 왔는데, 큰 전환을 강요당하고 있다. 먼저, 고속증식로는 英國原子力公社가 주체가 되어 연구개발을 추진하고 있으며, 實驗爐(DFR: 1.5만KW)는 이미 1977년까지 운전을 완료하였으며, 原型爐(PFR: 25만KW)도 1976년 이후 운전이 계속되고 있는데, 프랑스와 서독, 이탈리아, 벨기에와의 사이에 개발협정을 체결하고 自主開發路線에서 共同開發路線으로 바꾸었다.

또한 병행하여 추진해 왔던 蒸氣發生重水爐(SGHWR: 1974년의 제 3차 원자력개발에서 次期爐型으로 채택결정, 60만~66만KW급을 중심으로 1978년까지 약 400KW의 발주를 계획)도 연구개발코스트의 高騰과 爐自體의 경제성 문제때문에 1978년 1월에, 高溫爐(HTR: 드라곤爐, 2만KW)도 1976년에 경제활동 침체를 이유로 각각 계획을 포기했으며, 새로운 계획이 기대되고 있다.