

세계의 고속増殖爐 開發現況

- 코스트低減戰略을 中心으로 -



建設·運轉經驗 基盤存在

技術革新을 圖謀

西歐諸國에서의 原子力利用은 현재 全發電量의 20%를 넘고 있으며, 특히 프랑스, 스위스, 벨기에, 스웨덴에서는 50% 가까이 또는 그 이상을 占하고 있다. 그러나 ulla 資源에 관한 상황은 日本과 마찬가지로 長期에너지政策에서 FBR開發의 위치가 중요하게 되었으며 1950년대부터 30년간에 걸쳐 연구개발이 착실하게 추진되고 있다.

프랑스는 西歐諸國中에서 또한 세계적으로 보아도 FBR開發을 가장 적극적으로 추진하고 있다. 프랑스는 實驗爐 라프소디를 건설·운전하였고, 原型爐 피닉스를 건설·운전했다. 피닉스는 완성 이후 30억 kWh의 發電量, 65%의 稼動率을 달성하고 있으며, 沸型 FBR의 가능성 및 運轉의 용이함이 확인되었다. 또한 1977년부터 實証爐 슈퍼피닉스-1(SPX-1)의 건설을 시작하여 현재 건설 및 나트륨의 주입이 완료되어 臨界前의 시험실시중에 있는데, 1985년말에 전력계통에 병입될 예정이다. 商用規模爐 슈퍼피닉스-2(SPX-2, 150萬KWe)는 1983년 프랑스의 安全當局에서 내놓은 안전기준에 따라 상세설계의 단계에 있다. 이것은 SPX-1의 1년동안의 운전상황을 검토하여 發注, 立地點承

認이 행해질 예정이다. SPX-1은 國際共同프로젝트로 건설되고 있으며, 發注者는 NERSA(EDF 51%, ENEL(이탈리아電力會社) 33%, SBK 16%의 共同出資會社)로서 각각의 출자에 따라 전력을 사용하기로 되어 있다. 建設受注者로는 NSSS部를 NOVATOME-NIRA가, BOP部는 NERSA가 직접 맡고 있다.

서독도 1971년 實驗爐 KNK-1을 건설·운전하고 있으며 현재는 벨기에, 네덜란드 등과 3國共同에 의해 原型爐 SNR-300(30萬KWe)을 건설중에 있다. 이 爐의 건설은 서독의 多段階 認許可시스템, 反核運動, 環境보호운동에 의해 日程이 크게 지연되었으나, 다음의 實証爐 SNR-2(150萬 KWe)는 發注者가 ESK(SBK 51%, ENEL 33%, EDF 16%의 共同出資會社)로 SPX-2와 마찬가지로 國際共同프로젝트로 추진되는데, 1988년에 착공예정이다.

英國은 유럽에서 가장 빨리 FBR開發에 착수하여 1959년에 돈레이高速實驗爐(DFR)를 건설하였고, 그후 1974년에 原型爐 PFR을 臨界하고 있다. 그러나 그후 國家에너지政策에 의해 FBR開發을 감속시킴으로서 歐洲와의 共同開發路綫에 합류기로 하였다. 1984년 1월에 歐洲 5個國(프랑스, 이탈리아, 서독, 영국, 벨기에)의 政府間協力覺書에 加入하여 SPX-2에 대한 出資를 表明했다.

이와 같이 英國은 지금까지 축적했던 技術의



分散을 방지함과 동시에 세계의 기술진보에 지연이 생기지 않도록 海外의 大型爐開發에 협력하여 PFR 建設經驗을 바탕으로 SPX-2以上の 합리화를 목표로 한 CDFR(130萬 KWe)의 건설연구를 추진하고 있다.

歐洲에서는 이와 같이 商業用化 일보직전 규모의 플랜트의 建設經驗(Phenix, PFR, SNR-300, PEC)이나, 運轉經驗(Phenix, PFR) 등의 넓은 基盤이 이미 존재하고 있다. 歐洲의 電氣事業者는 FBR의 實用化를 위해 發電코스트要素(投資, 運轉, 燃料 사이클)全般에 걸쳐 코스트 低減을 해야하는데, 이것은 實規模플랜트의 건설, 운전경험에 따르는 것이라야 한다는 공통인식을 가지고 있다. 즉, 보다 경제적인 FBR 개념은 단일모형을 단계적으로 기술혁신을 도모함으로써 생기는 것이라고 생각하고 있으며, 이 技術革新은 5-7년마다 商業規模플랜트의 건설·운전을 통해 도모될 것으로 전망하고 있다.



商用爐開發計劃 再構築

新型爐概念 技術開發

美國은 FBR開發에 가장 오랜 경험을 가지고 있으며 實驗爐 EBR-I/II, 實驗爐 FFTF(40萬KWt) 등을 건설·운전을 하고 있는데, 이들에 이은 原型爐 크린치리버(CRBR, 38萬KWe)를 1990年 臨界目標로 건설계획이 추진되어 왔으나 美國議會가 建設코스트의 大幅高騰에 반대하는 등의 이유로 인해서 1983년10월에 이 계획은 중지되었다.

그러나 美國의 原子力發電은 현재 전력공급의 13%를 충당하고 있으며, 1990년까지는 20%에 달할 것으로 기대되고 있다. 日本이나 歐洲에 비해 에너지자원이 풍부하다는 國情, 현재까지의 原子爐 運轉經驗을 바탕으로 배런스가 취해진 混合에너지供給시스템의 달성을 목표로 商用爐開發프로그램을 再構築中에 있다.

이 새로운 프로그램은 현재 신규발주가 거의 없는 輕水爐分野의 再活性化도 포함해서 FBR開發方針을 전면적으로 재검토한다는 원자력정책 전반에 걸친 것이다. 구체적으로는 장래의 예측하기 어려운 需要에 유연하게 대응하는 다양한 기술의 개발, 規制手續의 改善, 核非擴散達成을 위한 國際的인 核燃料·서비스·機器의 공급자로서의 지위 유지 등을 전제로 하여 安全, 建設, 經濟性 및 운전보수의 여러 관점에서 매력적인 新型爐의 概念을 구축하기 위한 기술개발을 意圖하고 있다.

최근 美國에서는 短期的인 電力需要의 신장 부진이나 低滯, 平均的 電力會社가 日本이나 歐洲에 비해 비교적 소규모라는 것에 의해 資本投資의 결정에 불안한 요소가 많다. 이와 같은 사정에 의해 短期工程으로 건설이 가능하도록 FBR에 대해서도 中·小容量의 모듈型爐에 관심이 집중되고 있다. 한편 EPRI를 중심으로 해서 보다 한층 더 경제성 목표로 향상을 받아들이고서 보다 한층 더 경제성 향상을 목표로 革新的設計를 받아들인 大容量플랜트의 설계연구도 동시에 행해지고 있다.

美國의 프로그램에서는 國際協力の 필요성이 보다 한층 강조되고 있다. FBR分野에서의 國際協力으로는 지금까지 DOE(美國 에너지省)와 日本 動燃事業團 사이에서 행해져 왔는데, 최근에는 EPRI와 일본의 전기사업자 사이에서도 추진되고 있다. 美國은 當面으로 美日關係를 강화하고 있으나, 앞으로는 歐洲와의 관계도 검토하여 FBR實用化를 추진할 것이다.



2010年頃 實用化 目標

核燃料週期도 開發

日本의 FBR開發은 1967년 10월 開發體制의 中核으로 日本動力爐·核燃料開發事業團이 設立되어 출발했다. 그후 動燃事業團에서 高速實

驗爐「常陽」(1977年臨界)의 建設·運轉, 同爐心の 燃料材料照射用爐心の MK-II로의 移行(1982年)等, 再處理를 포함해서 R&D가 실시되고 있다. 1983년에는 原子爐「MONJU」가 安全審査를 거쳐 현재 1990年頃 臨界를 목표로 건설공사가 進行되고 있다.

日本 FBR開發의 基本的인 방침은 1982년 6월 日本원자력위원회가 策定한 「原子力開發利用長期計劃」에서 우라늄資源利用의 효율화, 에너지 보장상의 観点에서 안전하고 신뢰할 수 있는 FBR이라는 前提下에 2010년경을 목표로 實用化를 추진하고 있다. 이 기본방침에 따라, 原型爐「MONJU」에 이어질 앞으로의 實証爐開發에 대해서는 長期計劃에서 정부의 지원하에 電氣事業者가 적극적으로 그 역할을 담당할 것을 기대하고 있다. 이와 같은 상황을 발판으로 1980년 6월 日本電氣事業聯合會에 「高速增殖爐開發推進會議」實施組織으로 「高速爐開發準備室」(FPO)이 설치되어 實証爐概念設計研究가 1981년부터 시작되었다.

日本에서 實証爐의 설계연구는 1966년 日本원자력연구소에서 실시된 것을 처음으로, 그후 動燃事業團, 電力中央研究所, 1981년부터는 電氣出力 100萬KW의 루프型爐設計가 FPO를 중심으로 실시되었다. 1984년 4월부터 3년동안은 電力, 플랜트메이커에 의해서 루프型, 탱크型爐에 대해 철저한 합리화를 목표로 輕水爐와 경쟁할 수 있는 爐設計가 시작되었다.

앞으로의 日程은 앞에서의 설계검토결과를 바탕으로 電氣事業으로의 爐型選定을 1987년에 하고, 그후 基本設計, 詳細設計를 進行시켜 1990년대경에 着工, 2000년을 약간 지나 臨界를 예정하고 있다.

현재 실시되고 있는 實証爐概念設計는 電氣出力 100萬KW로서 경제성목표를 경수로 建設비의 1.5배 이하, 안전성, 신뢰성, 운전보수성에 대해서는 경수로 정도인 플랜트를 對象으로

하고 있다. 設計研究方式은 國內의 플랜트메이커를 두 그룹으로 나누어 概念設計段階에서 부터 코스트의 低減을 목표로 嚴選한 研究開發에 의해 全體코스트低減을 달성하기 위해 설계의 경쟁이 行해지고 있다. 각 그룹은 각각 루프型, 탱크型爐에 대해 電力과의 협력하에 설계연구를 추진하고 있다.

FBR核燃料 사이클의 확립에 대해서도 FBR 플랜트와 마찬가지로 우라늄자원의 有効이용을 도모하고 있는데, 自立性이 높은 原子力發電體係를 구축하는데 있어서 대단히 重要하기 때문에 早期實用化를 위한 개발이 요망되고 있다. 燃料加工에 대해서는 動燃事業團에서 將來施設의 확장에 의해 實証爐用에 對處可能한 原型爐用의 가공시설을 建設중이며, 再處理에 대해서도 1985년부터 지금까지의 각종 R&D 성과를 기초로 해서 再處理試驗施設의 基本설계에 착수하여 1995년경 운전개시를 목표로 종래와 마찬가지로 動燃事業團을 중심으로 개발이 실시될 예정이다.

이와 같이 FBR 實用化를 위해 日本도 主要 과제인 경제성의 달성을 목표로 日本 獨자의 체제로 임하고 있다. 마지막으로 FBR 개발에서 주요과제로 되어 있는 國際協力에 관해서는 FBR이 「꿈의 技術」에서 實用化를 목표로 「既知의 技術」로 변해가고 있는 현재, 이에 따른 國際協력이 한층 강조되게 되었다.

日本은 국제협력에 대해 國內의 自主開發을 보완하여 整合性을 갖춘다는 방침에 따라 政府, 動燃事業團이 중심이 되어 추진해왔다. 그외에 1984년부터 電力業界獨自의 국제협력으로 2國間에서의 정보교환이 개시되었다. 그 하나는 프랑스電力廳(EDF)과 日本電氣事業聯合會 사이의 것으로 第1次 會晤이 파리에서 개최되었고, 또 하나는 1983년12월에 EPRI(美國電力研究所)와 FPO 사이에 정보교환에 관한 각서가 체결되어 1984년 5월 東京에서 第1次 會議가 있었다.