

中共의 原子力計劃

Southwest Research Institute (SWRI)

SWRI는 中共의 中核地域 깊숙히 Chengdu附近에 위치한 비밀의 核研究센터이다.

SWRI는 아주 최근까지 모든 외국인에게 公開되지 않았으나 작년 11월 초에 센터방문과 1980년 12월 16일 全出力稼動을 시작한 125MWt의 새로운 High-Flux Engineering Test Reactor (HFETR)의 見學이 허용되었다.

SWRI는 中共의 軍과 民의 核計劃을 책임맡고 있는 제 2기계공업부 소속이다.

이 연구소의 建設은 1960년에 시작되었으나 “文化革命”동안 공사진행이 지연되어 1977년까지 完工되지 못하였다.

HFETR은 外部의 도움없이 中共이 獨自적으로 全部 計劃, 設計, 建設하여 稼動에 들어가도록 요구되었다.

SWRI의 主要目的은 다음과 같다.

- 3% 저농축핵연료와 90% 고농축핵연료에 관한 연구
- HFETR 運轉
- 炉物理学, 熱水力学, 炉구조역학, 용접기술, 방사선장해와 냉각재상실사고(LOCA)에 관한 研究
- 중공기술로 建設할 수 있는 中共標準型 600 MWe PWR設計
- 水化学, 放射化学과 分析化学의 研究
- 계속적인 SWRI 컴퓨터 성능의 개선. 컴퓨터研究室에는 2종류의 최신 컴퓨터 Model DJS-6과 Model TQ-6가 있다.

原子炉設計 計劃

中共科学院 所屬의 研究所中 하나인 Shanghai研究所에서 300MWe의 PWR發電所를 設計

하고 있으며 개략적인 실물크기 모형이 있다고 한다. SWRI는 600MWe의 최신 표준형 PWR을 설계하고 있으며 또한 高速炉 設計도 연구하고 있다. 그리고 Beijing附近에 있는 原子力研究所의 研究用 重水原子炉(HWRR-1) 改造도 상당히 중요하다. 改造는 1979年 1월에 시작되었고 1980年 10월에 原子炉는 出力을 다시 회복하였다. 개조된 HWRR-1은 10MWt에서 15MWt로 증가되었으며 최대열중성자束도 약 20% 증가하였다. 새로운 設計는 중전보다 放射性同位元素를 3~5배 더 많이 생산할 수 있다고 한다.

Engineering Test 原子炉

HFETR은 고농축우라늄(90%)의 多管式 核燃料要素를 使用하며 감속재와 냉각재는 輕水, 반사재는 beryllium을 사용하는 압력용기형 원자로이다. 熱出力은 125MWt이며 최대열중성자束(0.6MeV)은 $6.2 \times 10^{14} \text{n/cm}^2 \cdot \text{sec}$ 이다. 이 原子炉는 動力炉의 材料와 燃料의 放射線研究에 重点을 두고 設計되었다. 設備는 高速炉物理를 研究할 수 있도록 sodium loop의 合体로 되어 있다. 또한 原子炉 炉心은 高温가스冷却炉 範疇의 실험을 고려하여 설계되었다.

中共에 建設된 종래의 test原子炉의 최대 channel직경이 110mm였는데 비하여 이 原子炉内 radiation channel의 최대직경은 230mm이며 대부분의 channel직경은 150mm이다.

照射되는 燃料의 舉動에 관한 研究를 開發하기 위해 일련의 고레벨 hot cell과 방사화학실험실이 原子炉에 인접하여 있으며 또한 原子炉는 의학적 이용을 위한 특별한 고방사성 cobalt를 생산할 수 있게 설계되어져 있고 中性子 방사화 분석을 할 수 있는 시설을 갖추고 있다. 또한 設備는 transplutonium元素들을 照射할 수 있게

되어있다.

이 신행 test原子炉에서의 방사성동위원소 생산은 중공의 과학기술위원회가 조정, 통제하는 것 같다. 이 위원회는 Beijing에 여러가지 연구 가운데 食品照射를 연구하는 방사선센터를 갖고 있다. 이 센터의 현재능력은 다소 한정되어 있고 현시설에서 사용되는 cobalt는 캐나다로부터 들여왔다.

원자력에너지의 重要性

1981년 10월19일 Yu Qiuli부수상은 앞으로 중공은 석유, 천연가스, 原子力과 대체에너지의 潛在을 탐사하는 동안 국내의 석탄과 수력자원의 개발을 계속 강조하여야 한다고 밝혔다. 또한 그는 원자력에 대해서 重要에너지源으로 간주되는 原子力發電所의 연구, 설계, 건설 등이 단계적으로 추진될 시기를 역설하였으며 앞으로의 개발에 대비하여 중공은 경험축적, 기술습득, 인력양성을 위한 發電프로젝트로 中小規模의 原子力發電所가 시작되어야 한다고 권고하였다.

State Energy Advisory Committee는 석탄, 採鑛, 發電, 석유, 原子力과 대체에너지원의 전문가 52명으로 구성되어 있다. 이 위원회는 에너지資源의 開發, 利用과 절약에 관한 政策과 프로젝트를 담당하고 있으며 그외에 외국자금을 포함한 공동사업의 가능성을 검토한다. 이 위원회에는 석탄, 석유, 電力, 원자력, 新에너지資源에 관한 5개 분과위원회가 있다.

또한 State Scientific and Technological Commission에 독립된 원자력위원회가 있으며 이 위원회는 원자력전문가와 과학행정관 38명으로 구성되어 있으며 核燃料, 設備, 安全性과 防禦 그리고 인력양성과 활용, 기술수입, 연구결과의 보급 등과 같은 여러가지 문제를 다루기 위해 소위원회가 구성되어 있다.

기타분야의 전망

컴퓨터 능력 : 중공의 1981~82연감에 따르면 현재 중공은 3,000대의 大中小型 general digital 컴퓨터를 갖고 있으며 全國에 500個所以의 컴퓨터센터가 있다. 컴퓨터과학분야에서 자격을

갖춘 인력양성이 중요 과제로 남아있다.

과학원의 역할 : 과학원은 131개소 이상의 연구소를 관장하며 약 7,000명의 과학자를 포함한 100,000명 이상의 인원을 갖고 있다. 또한 과학원은 간혹 실제로 연구소를 인계맡아 과학자들의 연구를 감독한다.

Guangzhou Project : Guangzhou부근에 900 MWe급 원자력발전소 2基를 건설하기 위한 협의가 중공과 홍콩사이에 계속되고 있다. 15명의 부수상으로 구성된 State Council은 아직 그 사업에 대해 인가를 하지 않고 있다. Framatome, Westinghouse, Combustion Engineering과 영국이 중공당국과 협의하고 있으나 Quadrex, Inc.가 이 사업에 대한 중공의 consultant이다. 중공은 이 사업이 1990년 이전에 완공되길 희망하고 있다.

水力發電의 전망 : 장래의 에너지자원 계획에서 중공은 수력에 많은 비중을 두고 있다.

그러나 잠재포장수력을 고려할 때 댐이 준공되면 水沒되는 농지면적에 대해서 충분히 유의하지 않았다고 하여 비난을 받고 있다. 이와 관련하여 농민들이 이 문제 해결에 중요한인이 되고 있다. 농민과 국가는 수몰되어서 농작물을 산출할 수 없게되는 농지의 대부분을 유실시켜서는 안된다고 하고 있다. 그러므로 포장수력은 재평가되고 있으며 대부분 감소되었다.

석탄 : 중공은 6,400억톤으로 추산되는 막대한 석탄 매장량을 갖고 있지만 계속적인 석탄 증산능력은 지난 2년동안 상당히 둔화되었다. 채탄이 증가하는 에너지수요를 따라가지 못하고 있다.

중공의 도시들은 석탄으로 인한 재와 浮遊性 固形物로 심하게 오염되어 있다. 호흡기 질병에 대한 의료비용이 높으며 또한 점점 높아져 가고 있다고 보고되고 있다.

결론

중공에 있어 큰 문제는 매우 많은 인구나 상대적으로 한정된 비옥한 농지자원이며 또한 앞으로 20~50년동안 에너지 수요가 몇배 증가할

것이라는 難題에 직면하는 것이다. 이미 많은 다른 국가들이 깨달은 것처럼 중공의 정책입안자들 역시 중공의 경제를 발전시키고 평온과 안전을 유지하기에 충분한 에너지를 확보하려면 석탄과 수력만으로는 불충분하며 원자력과 기타 다른 에너지원을 찾아 개발하여야 함을 인식하기 시작하고 있다.

중공에는 原子力發電開發에 대한 합의가 형성되고 있다. 1981년 12월에 People's Congress's Proposal Committee는 Sate Council에 原子力發電이 開發되어야 한다고 권고하였다.

표면상 全部 中共화된 原子力發電計劃을 開

發하는 計劃은 300MWe와 600MWe급 PWR로 정해졌지만 중공은 앞으로 10년동안에 1000MWe급 2~6基를 구입할 계획이라고 한다.

各基당 소요되는 비용은 약 2억5천만 달러로 추산된다. 즉 NSSS에 1억달러, 터빈계통에 1억달러, A/E와 기타 用役에 5천만달러이다. 중공은 電力生産의 급속한 증가를 원하며 原子力이 이 計劃에서 중요한 부분을 담당하고 있다. 중공은 원자력발전의 도입계획이 State Council로부터 승인을 받으면 各基당 2억5천만달러로 數基를 구입할 수 있다고 믿는 것 같다.

NEA와 IAEA의 우라늄資源에 對한 報告書

세계의 우라늄자원은 금세기말까지 수요를 충족시킬만한 충분한 생산을 보증하고 있다. 經濟協力開發機構·原子力機關(OECD·NEA)과 國際原子力機構(IAEA)는 4월6일 공산권 국가들을 제외한 세계의 우라늄자원 수급상황을 정리한 改訂報告書「우라늄자원, 생산, 수요」(red book)를 발표했다. 2년전의 보고서와 비교하면 확인자원(RAR)이 11%, 29만7천톤 감소하여 총 230만톤이 되었다. 한편 추정추가자원(EAR)은 27만톤(11%) 증가해서 270만톤이 되었다. 현재는 우라늄의 공급이 수요를 상회하고 있으며 이와같은 경향은 앞으로 10년간 계속될 것으로 보인다. 그러나 21세기 이후의 수급균형을 충족시키기 위해서는 연료절약효율이 높은 新型爐(高速增殖爐)의 대폭적인 도입을 필요로 하고 있다.

OECD-NEA와 IAEA가 발표한 우라늄자원 보고서의 조사결과는 다음과 같다.

이번 조사에서 확인자원(RAR)은 2년전의 조사에 비해 29만7천톤(11%) 감소하여 총 230만톤이 되었다.

\$80/kgU 이하로 회수가능한 低코스트 資源(매장량)과 \$80~130/kgU로 회수가능한 자원은 모두 전번조사에 비해 각각 6%, 10만3천톤 및 26%, 19만4천톤 감소했다. 감소한 이유는 조사기간중에 8만톤을 넘는 우라늄이 생산된 것과 인플레이와 생산의 실질코스트 상승에 의해 일부 우라늄자원이 \$130/kgU를 상회하는 회수코스트 범주로 들어갔기 때문이다.

확인자원중 低코스트자원에 대해서는 브라질이 4만5천톤, 프랑스가 2만톤, 캐나다가 1만5천톤 증가한 반면 미국이 대폭적으로 감소했다(17만톤).

한편 \$80~130/kgU 자원에 대해서는 미국이 6만6천톤, 호주와 캐나다가 각각 1만톤 증가한 반면 스웨덴이 26만3천톤의 현저한 감소를 나타낸 외에 南아프리카공화국도 3만5천톤 감소했다.

推定追加資源(EAR)은 먼저번 조사에 비해 27만톤 증가하여 합계 2백70만톤으로 되었다.

추정추가자원중 \$80/kgU 이하에서 채굴가능