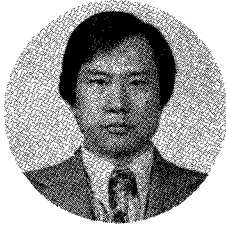


産·學·研 굳은 協力體制



全 豐 一

〈韓國에너지研 原子力政策研究室長〉

1. 概 要

自由中國은 1955년 부터 原子力의 平和的인 利用을 추구하기 시작하였으며 이를 위해 核非 擴散條約(NPT)과 國際原子力機構(IAEA)의 安全保障措置에도 가입하고 있다. 原子力 研究開發은 核能委員會(AEC) 산하의 核能研究所(INER : Institute of Nuclear Energy Research)와 淸華大學校의 核科學研究所(INS : Institute of Nuclear Science)를 중심으로 추진되고 있으며 原子力發電事業은 대만電力(株)을 중심으로 수행하고 있다. 原子力要員이 모두 한 原子力가족이라는 입장에서 産·學·研이 유기적으로 협력하여 原子力事業을 추진하고 있는 것이 특이하다고 하겠다.

研究用 原子爐는 6基가 있으며 INER에 3基, INS에 3基가 있다. 60年代末부터 추진된 原電계획은 73년 세계적인 石油波動으로 加速化되어 6基의 動力爐가 건설 또는 운전중에 있다. 운전중인 原電은 現在 모두 BWR型으로 60만 KWe級 2基, 90만 KWe級 2基이다. 건설중인 것은 90만 KWe級 PWR 2基이다. 특이한 것은 BWR型 原電의 NSSS는 美國의 GE社가, T/G는 웨스팅하우스(W)社가 供給한 반면에 P

WR原電의 경우는 NSSS는 W社가, T/G는 GE社가 供給하였다는 점이다.

原電後續機(99만 KWe級 2機) 도입을 위하여 81년도에 이미 국제입찰하여 응찰서에 대한 기술 및 경제성평가를 마친 바 있으나 최근의 계속적인 電力需要成長의 둔화로 인하여 이의 추진을 연기하고 있어 당초 계획보다 3~4년 지연될 것으로 전망된다.

自由中國은 原電導入처음단계부터 국내 技術陣의 참여를 유도하기 위하여 일괄도입방식을 지양하고 분할발주방식을 채택하였다. 특히 原子力要員의 訓練을 위하여 단계적이며 장기적인 훈련계획에 따라서 과감한 投資를 해왔다. 현재까지 600여명이 海外訓練을 마쳤으며 이를 위해 1인당 6~7만弗의 훈련비를 제공한 것으로 알려지고 있다. 이와같이해서 습득된 국내 原子力要員의 技術能力을 바탕으로 하여 앞으로 추진될 原電後續機는 국내 主導化 추진할 것으로 알려지고 있다.

自由中國 정부는 經濟成長에 따른 에너지需要의 急成長과 부족한 國內資源문제를 해결하기 위해서 에너지源 供給의 多元化를 통한 資源供給의 安定化를 기본정책으로 추진하고 있다. 長期電源計劃도 3:3:3:1(原子力 30%, 石油 30%, 石炭 30%, 水力 10%)의 比率을 기본방

침으로 하여 추진중이다.

2. 推進背景

전통적으로 農業国이던 自由中国이 工業化를 성공적으로 추진하게 됨에 따라 国民經濟가 급속히 成長하게 되었으며 이에따라 에너지 需要도 계속 늘어나게 되었다. 反面에 国内 資源은 限定되어 있어 輸入에너지 의존율도 계속 증가하게 되었다.

自由中国의 과학技術者들은 이러한 상황이 될 것을 20여년전에 미리 예상하고 原子力 開發計劃에 일찍부터 착수하게 되었다. 1954년 미국의 아이젠하워 대통령의 “原子力の 平和的인 利用” 제의가 있자 이에 동참하여, 1955년에 核能委員會(AEC)를 설치하여 原子力開發의 첫 걸음을 내딛기 시작했다.

그 당시만 해도 原子力 분야에 종사하는 과학 기술자의 수가 극히 적었으나 原子力을 이용함으로써, 多量의 在來式 燃料(石炭 또는 石油)을 輸送하거나 저장해야 하는 어려움을 해결할 수 있으며, 核燃料 資源의 安定供給으로 에너지源의 多元化를 기할 수 있다고 전제하고 原子力분야의 研究를 통한 科學技術의 進흥에 서서히 착수했다.

60년대까지는 放射性同位元素(RI)의 活用과 研究爐를 이용한 기초이론 정립에 주력하고 60년대 말 부터 原子力發電에 착수한다는 기본 계획을 추진했다.

国立칭화大學校의 대학원 과정의 일환으로 核科學研究所(INS)를 설립(1956년 7월)하고 自由中国 최초의 研究爐인 1MWt級 THOR(Tsing Hua Open-pool Reactor)를 건설하여 61년에 核임계에 도달했다. 이어 後續研究爐를 自力로 設計, 建造토록 함으로서 原子力 技術 확보의 기틀을 마련하고 原子力 高級人力의 養成에 주력하고 있다.

1967년 정부는 대만電力(株)으로 하여금 原電

을 導入·建設토록 결정하였으며, 2년 후인 69년에는 原子爐技術 및 核燃料週期技術을 집중적으로 研究·開發토록 核能研究所(INER)를 설립하였다.

3. 原子力發電

1950년대 말부터 60년대 중반까지는 原電의 導入·建設을 위한 妥當性 분석과 人力의 훈련양성에 주력 하였다. 66년에 IAEA와 함께 原電 導入建設을 위한 敷地調査를 수행함으로써 原電計劃의 推進이 본격화 되었다.

가오생(Kaohsiung)지역을 중심한 대만의 南部지역의 11개 후보지가 原電敷地로서 적합한가가 검토되었다. 또한 北部지역의 2개 후보지의 적합성 여부도 검토·평가되었다. 이렇게 하여 自由中国 최초의 原電인 Chinsan 1·2 号機와 두번째로 추진된 Kuosheng 1·2号機는 北部지역에, 세번째로 추진된 Maanshan 1·2号機는 南部지역에 건설이 추진되었다.

첫번째 原電인 Chinsan 1·2号機(60만KWe級 2基)부터 일괄도입방식이 아닌 분할발주방식으로 추진키로 결정하고 美国의 Ebasco社를 A/E社로, NSSS供給은 GE社를, T/G는 W社로 하여금 供給토록 하였다. 이와같이 原電을 분할발주방식으로 추진함으로써 原電技術自立에 필수적인 原電設計능력과 엔지니어링 Know-how 그리고 現場建設관리경험을 축적코자 하였다.

Chinsan 1·2号機는 72년 부터 建設에 착공하여 78년 및 79년 부터 稼動되고 있다. 두번째로 추진된 Kuosheng 原電 1·2号機(985MWe×2基)는 75년에 착공되어 81년 및 82년말 부터 상업운전 되고 있다. 原子爐型은 Chinsan과 마찬가지로 BWR型으로 NSSS는 GE社가 공급한 BWR-6(격납용기는 Mark-III형)이며 T/G는 W社가, A/E는 Bechtel社가 수행하였다.

反面에 남쪽에 건설되고 있는 Maanshan 原電 1·2号機(951MWe×2基)는 PWR型으로 NS

SS는 W社가, T/G는 GE社가 供給하고 있으며 A/E업무는 Bechtel社가 수행중이다. 78년부터 착수되어 1호기는 83년말에, 2호기는 84년말에 상업가동될 예정으로 있다. Maanshan 原電은 우리나라의 古里原電 5·6号機의 基準原電(Reference Plant)이기도 하다.

네번째 原電이 될 Yenliao 原電 1·2号機(90~100만 KWe級 2基)는 81년도에 이미 國際 경쟁입찰을 시행하여 입찰서의 技術 및 經濟性 평가를 완료한 바 있으나, 80년대에 들어서 몰아닥친 국제적인 경기침체등으로 연유한 국내 電力需要의 감소로 당초계획(91년 및 92년 상업가동이 목표)보다 3~4년 지연될 것으로 전망되고 있다. 後續機의 A/E는 국내 A/E 회사로 하여금 주계약자가 되도록 하여 國産化를 높여갈 것으로 계획하고 있다.

Maanshan 原電의 경우를 살펴보면 建設은 대만電力(株)이 주도하여 수행하고 있으며 設備의 國産化率을 높이기 위하여 격납용기의 liner plate, reinforced steel 등을 국내에서 공급토록 하고 있다. 原電응축기에서 방출되는 온배수로 인한 原電주변 해양상태제에 미칠 영향을 최소화하기 위하여 原子炉건물 배수로로부터 3.5km 정도의 channel을 설치하여 바다 가운데로 방출하고 있다.

自由中國은 原電의 安全性과 신뢰성 향상 그리고 建設 및 運營의 효율적인 國産化를 장기적인 안목에서 추진하기 위하여 要員養成計劃에 주력하였다.

在來式火力發電所에서 근무한 경험이 있는 要員을 선정, 칭화대학교의 原子力기초과정(1년)을 수강토록 하여 原子炉理論등 原子力관련 기초이론을 습득한 다음, 국내 현장실습훈련(1년)을 마치고 이들을 다시 외국의 NSSS 供給會社에 파견하여 Simulator를 통한 原子炉系統의 기본적인 역할을 이해토록하고 設計 및 製作업무에 참여토록 함으로서 原電실무경험을 쌓도록

하고 귀국하여 또다시 原電 建設현장에서 OJP(on the job participation) 방법으로 再訓練토록 함으로서 原電 관련技術에 관한 경험과 이론을 몸에 완전히 익히도록 하고 있다.

현재까지 이러한 방법으로 海外訓練을 받은 原子力要員은 600여명에 달한다고 한다. 이들을 위하여 1인당 평균적으로 6~7만弗의 경비를 지불했다고 한다. 이와같이 原子力 要員養成을 위하여 정부·연구소·학계·산업체에 있는 原電관련 실무자를 체계적으로 훈련시키므로 앞으로 추진할 後續機 부터는 原電技術의 國産化를 효율적으로 달성하게 될 것이다. 현재 後續 原電에 관한 A/E, 核燃料 成型加工 및 N SSS 設計를 국내 주도로 추진하는 방안을 강구 중에 있다.

4. 研究 開發

原子力의 利用·開發과 관련된 管理, 감독 및 規制업무는 核能委員會(AEC)가 관장하고 있다. 1955년에 설립된 AEC는 行政院(原子力등을 주관하는 내각)내의 각 부처 및 기구를 대표하는 15명의 委員으로 구성되어 있다. 따라서 原子力 政策을 수립·수행하는데 따른 정부관련부서의 협조를 효과적으로 이룩할 수 있는 것으로 평가되고 있다.

原子力研究·開發은 AEC 부설기구로 1969년에 설립된 核能研究所(INER)가 주로 담당하고 있으나 原子力研究教育기관인 칭화대학교의 IN S와 긴밀한 협조를 이루면서 수행하는 것이 특이하다고 하겠다. 또한 이들 두 研究所는 原電을 추진하는 대만電力(株)과도 상호 보완적인 협조관계를 이루고 있다.

INER은 설립 초창기에는 200여명의 要員로 출발하였으나 현재는 1,200여명이 근무하고 있으며 이중 절반정도가 과학기술자로서 14개 研究부서에서 연구·개발에 임하고 있다. INER 技術陣은 71년 2월에 熱出力 10KWt級 Open

pool型 Zero power 研究炉를 자력으로 設計 建造한 바 있으며 76년에는 100KWt級 WBR (Water Boiler Reactor)도 自力으로 設計·建設 하였다. 이렇게 함으로서 原子炉의 設計·建設·運營에 관한 自主開發能力을 배양하고 있다.

核燃料 및 炉材料의 技術開發은 캐나다와 공동으로 73년에 설계·제작한 40MWt 용량의 材料試驗炉인 TRR(Taiwan Research Reactor)을 이용하여 수행하고 있다. TRR에 필요한 金屬 우라늄은 South Africa에서 輸入한 우라늄原鑛을 研究所내의 核燃料製造施設(年間 30톤 생산)에서 자체적으로 제작·공급하고 있다. TRR에서 照射된 核燃料의 性能評價는 81년부터 가동되고 있는 所内の 照射後試驗施設을 이용하여 수행중이다.

自由中国은 NPT와 IAEA의 安全保障措置에 가입하고 있음으로 이들 시설의 가동에 따른 국·제협력과 안전보장에는 별다른 문제점이 없는 것으로 평가되고 있다. 즉 自由中国은 1955년에 미국과 原子力의 平和的利用을 위한 쌍무협정을 체결하였으며 65년에는 IAEA의 安全保障措置(fall scope safeguard)를 수락하였고(이는 TRR에도 적용됨), 70년에 核非擴散條約(NPT)에 가입하였다.

한편 淸華大學校는 THOR, THAR(Tsing Hua Argonaut Reactor) 및 MER(Mobile Educational Reactor) 등 3基의 實驗炉를 이용하여 原子力 기초실험과 要員訓練을 수행하고 있다. 이들 研究炉에서 생산된 放射性同位元素를 産業·農業 및 医学的으로 이용하는 연구도 활발히 추진중이다.

5. 放射性廢棄物

현재까지 세계적으로 原子力發電所 또는 原子力研究施設에서 방출되는 放射性廢棄物을 최종적으로 處理, 処分하는 문제는 완전히 해결되어 있지 못한 상태에 있다. 그러나 自由中国은

放射性廢棄物의 처리에 대해서 좀더 적극적이며 현실적인 방법으로 대처하고 있다. 즉 이 문제 해결을 위해서 AEC는 71년 부터 淸華大學校, INER 및 大만電力(株)으로 하여금 三者가 공동으로 방사성폐기물의 관리정책을 결정할 수 있는 방안을 연구토록 하였다.

그 결과 방사성폐기물의 최종처분은 해양투기를 목표로 하되 현실적으로 어려운 점이 많이 남아 있는 바, 大만의 남해안에서 80 km 떨어진 Orchid섬에 74년에 방사성폐기물 국립처분장 후보지를 선정하고 79년에 제1차 処分場 건설에 착수하여 82년 5월 부터 운영하고 있다. 현재 약 5천 드럼을 저장하고 있는 것으로 알려지고 있다. 이 처분장의 확보로 6基의 原電에서 나오는 中·低準位 방사성폐기물을 50년동안 저장할 수 있다고 한다.

특기할 사항은 처분장을 大만 本土에 건설하였다면 건설비를 절반 정도로 줄일 수 있었다고 하나, 주민과 환경오염을 최소로 하고 최종목표는 해양투기인 바, 외딴 섬을 택했다고 한다. 처분장의 설계·운영은 국가기관인 AEC가 직접 관장하고 건설은 大만전력(주)이 책임지고 있다. 해양에 대한 최종처분을 위하여 현재 200 miles 영해내에 3개 후보지를 선정하고 환경조사 및 정밀조사를 추진중이다.

한편 原電에서 3년간 타고 나온 使用後核燃料은 再處理하여 再活用하는 것이 원칙이었으나 77년 美國의 카터행정부의 再處理 금지결정 이후 대부분의 국가가 原電의 저장시설에 오랫동안 저장(10년 정도)한 다음 국제적인 정세에 따라, 再處理하여 再活用하던가 아니면 영구폐기하던가를 결정하고자 기다리는 정책(wait and see)을 택하고 있다. 自由中国도 所內 저장조에 10~12년을 저장하는 것을 원칙으로 하고 있으며, 高準位 방사성폐기물의 저장을 위하여 Orchid 섬 옆에 있는 작은 섬에 대해서 타당성을 검토중이다.