

## 원자력사업과 기술개발방향



이 호 립  
한국전력공사 기술본부장

오늘날 原子力에너지에 의해 생산되는 전세계의 전력량은 총생산전력량의 17%(약 6분의 1)를 차지하고 있습니다. 이는 원자력발전 개발초기인 1958년도의 전세계 생산전력량(1,908TWh)과 거의 같은 양에 해당합니다. 1950년대 말 일부 선진국을 중심으로 시작된 원자력산업은 이제 개발도상국을 포함한 25개국에서 원자력발전소를 가동하고 있습니다. 이와 같은 변화로 보면 원자력사업은 그동안 급속한 성장을 하여 왔다고 할 수 있습니다.

그러나 1979년 TMI원전사고와 1986년 체르노빌원전사고를 겪으면서 원자력사업은 새로운 상황을 맞게 되었다고 할 수 있겠습니다. 즉 각국의 전력사업자는 원자력에너지를 이용한 전력사업추진에 새로운

결단과 방향을 요구받게 된 것입니다. 이에 따라 세계의 원자력산업계는 안전성과 경제성을 향상시키기 위한 기술개발에 더 많은 노력을 경주하고 있습니다.

우리나라도 1978년 고리 1호기의 상업운전을 시작한 이후 현재 9기의 원전을 가동함으로써 원자력에너지에 의한 전력생산이 전체 전력량의 거의 절반을 담당하게 되었습니다. 이와 함께 계속되는 경제성장과 생활수준향상으로 에너지소비는 지속적으로 증가될 전망으로, 이러한 전력수요성장에 대비한 長期電源開發計劃에 따르면 현재 건설중인 5기를 포함하여 2006년까지 18기의 원전이 추가 건설될 예정입니다. 그러나 원자력사업을 추진하기 위한 여건은 앞서 언급한 해외 원전사고와 1988년 이후 국내

사회, 정치적 환경변화 등으로 매우 어려운 것이 현실입니다.

이와 같은 국내외의 변화된 환경은 원자력 관련기술의 자립과 안전성 및 경제성이 보다 향상된 원전건설을 요구하고 있습니다. 이와 관련하여 그동안 우리 공사가 추진하여온 원자력분야의 기술개발과정과 향후 나아갈 원자력기술개발방향을 중심으로 말씀드리고자 합니다.

### 原子力技術開發 推進過程

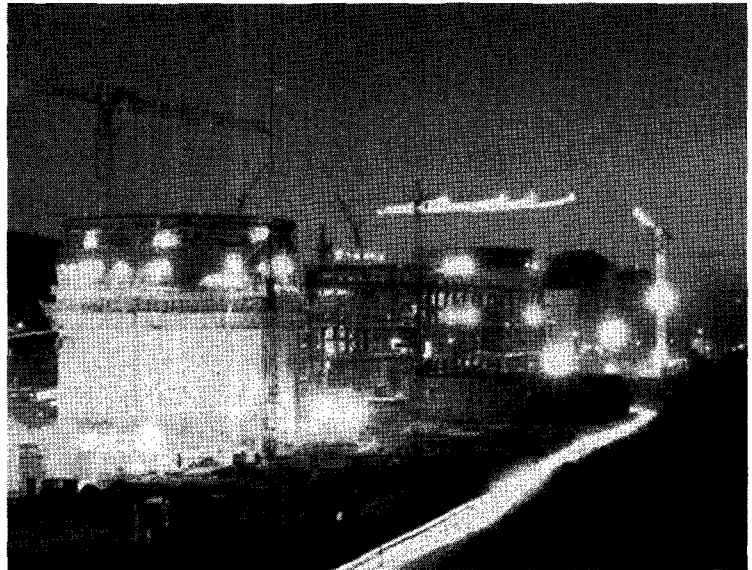
우리나라가 59년대 말 「원자력의 평화적 이용」이라는 기치 하에 원자력개발을 시작한지 벌써 30여년이 지난 지금, 그동안의 기술개발과정을 돌이켜 보는 것은 우리의 현 기술수준의 고찰과 우리가 나아가 갈 방향을 설정하는데 매우 의미있는 일이라 생각합니다. 이러한 취지에서 지금까지 추진해온 원전기술개발의 추진과정과 의미를 대략 4단계로 구분하여 말씀드리고자 합니다.

첫단계는 50년대 말 「原子力院」이라는 국가행정조직의 설치, 운영과 더불어 국가의 주요 정책사업으로 원자력개발을 시작한 후 원전을 도입하기 이전인 60년대 말까지의 시기로 원자력개발의 준비단계라고 할 수 있습니다. 이 기간동안은 원자력에 대한 기초연구, 요원양성과 상업용 원자로도입을 위한 사전검토 등 원자력개발을 위한 기반구축 시기로 原子力研究所가 중심이 되어 원자력분야 기초적 기술축적을 이룩한 단계라고 할 수 있습니다.

제2단계는 원전도입단계로서 우리나라 최초의 원전인 고리원자력 1호기와 고리원자력 2호기, 월성원자력 1호기를 외국업체에一括發注方式, 즉 TURN-KEY방식을 통해 원전을 도입하였으며 원전건설 및 운영기술의 확보에 주력한 시기라고 할 수 있습니다.

제3단계는 성장기로서 일괄발주에 의한 원전건설경험을 바탕으로 韓電이 종합사업관리를 주도하고 전체공정과 성능을 책임지는 分割發注方式, 즉 NON-TURNKEY방식으로 사업을 추진함으로써 韓電의 사업관리기술은 물론 국내 산업계의 참여폭과 국산화도 확대된 시기라고 할 수 있습니다. 그러나 이때까지는 원자력사업의 기술개발은 종합적이고 장기적인 기술개발목표 아래 일관성있게 이루어졌다기 보다는 전원개발을 위한 원전건설의 추진과정에서 부분적으로 이루어졌다고 할 수 있습니다.

따라서 원전의 종합적인 技術自立計劃은 영광 3, 4호기 건설을 추진하면서 비로소 시작되었다고 할 수 있습니다. 이 기술자립계획은 영광 3, 4호기 건설에 국내 원자력 산업체가 각각 역할분담을 통해 참여하여 외국기술을 소화흡수함으로써 동일기종 발전소를 95% 자체설계, 제작, 건설함을 목표로 하고 있습니다. 이러한 목표를 효과적으로 달성하기 위하여 사업추진방식을 국내업체주도형, 외국업체하도급개념으로 변경하였으며 핵심기술의 전수를 위하여 별도의 기술도입계약을 체결하는 등 지금까지의 기술훈련개념에서 탈피하여 공동설계,



공동사업수행을 통한 기술의 소화, 흡수에 내실화를 기하고 있습니다.

### 原子力技術開發의 懸案課題

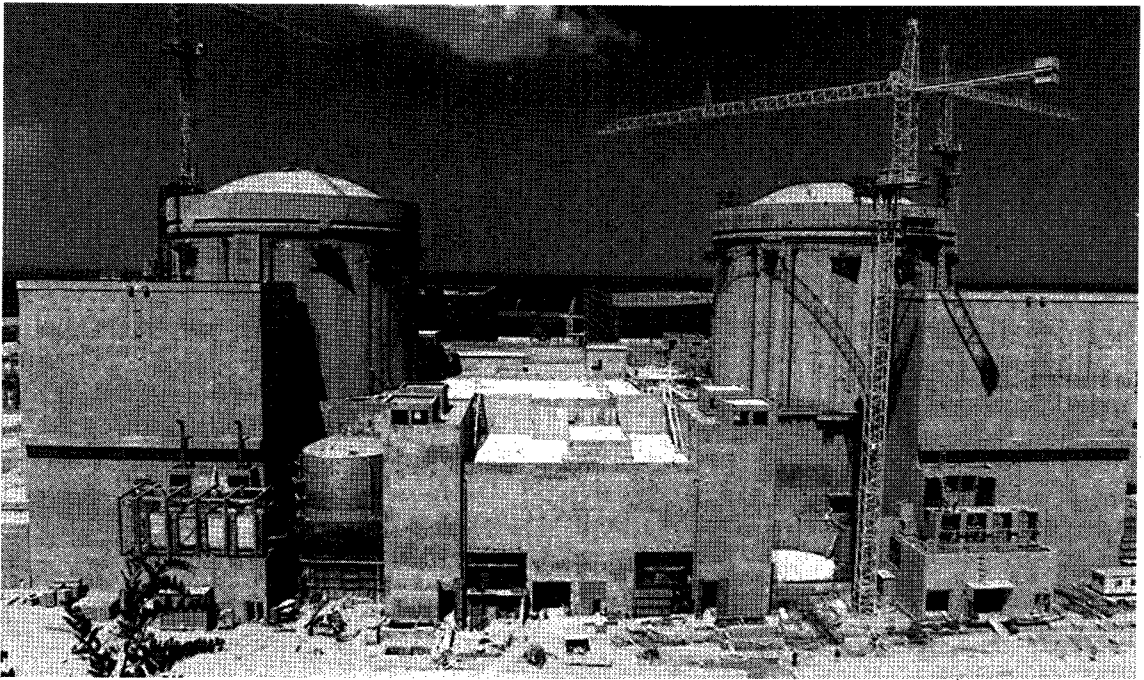
영광 3, 4호기 건설을 통하여 본격적인 원자력기술개발체계를 갖추기 시작하였고 그 결과 많은 성과를 올렸음에도 불구하고 선진국수준의 원자력기술을 확보하기에는 기존의 기술자립계획은 구조적인 한계점을 가지고 있다고 할 수 있습니다.

왜냐하면 원자력기술은 관련산업기술의 충분한 기반 위에서 여러분야 기술이 결집되는 종합과학기술임에도, 우리의 경우 취약한 관련산업기반 하에서 외국기술을 도입 소화하는 과정을 밟았기 때문입니다. 또한 원자력기술의 선진화는 전수기술만으로는 부족하며 우리 스스로가 고유기술을 개발할 수 있는 능력이 있어야 하고 핵심기술을

자립하지 않으면 안되기 때문입니다.

더구나 냉전종식 이후 최근의 국제동향은 군사력경쟁에서 경제, 기술력경쟁로 변화되고 있으며 환경보전, 지적소유권보호 등 기술보호주의가 강화되고 있습니다. 또한 국가적으로 과학기술능력을 2000년까지 선진7개국 수준으로 향상시키고자 특정분야 14개 核心先導技術開發事業(HAN프로젝트)의 추진, 제조업경쟁력강화 기술개발, 환경보전기술개발 및 기초과학기술육성 등 핵심전략기술개발계획을 추진중에 있습니다.

특히 원자력을 향후 주축 전력에너지원으로 지속 개발한다는 목표하에 韓電은 原子力長期爐型戰略을 수립, 추진하고 있습니다. 2006년 이전까지는 기존경수로의 점진적 개량, 건설과 CANDU형 중수로를 보완노형으로 건설하고, 2007년 이후는 기존원자로보다 안전성과 경



제성을 획기적으로 개선시킨 차세대 원자로를 자체적으로 개발, 건설할 계획이며, 장기적으로는 2030년 전후 고속중식으로 실용화를 목표로 하고 있습니다.

따라서 현 원자력기술의 수준, 원자력개발방향 및 기술개발필요성 등을 고려할 때 보다 더 목표지향적이고 체계적인 기술개발의 추진이 필요하다고 생각합니다. 특히 한정된 Resource(시간, 財源과 인력)의 효과적인 활용과, 기술개발의 효율적인 추진체계의 구축이 절실히 요구되는 시점이라고 할 수 있습니다.

### 中長期原子力技術開發計劃

韓電은 자체적인 기술개발능력의 확보 없이는 근본적인 원자력기

술의 선진화는 어렵다는 판단 하에 89년 관련 산업계, 학계 및 연구계의 협조 아래 「原子力發電分野 研究開發實踐計劃」을 수립한바 있습니다. 그러나 同계획은 기술수준 및 현황분석을 통해 기술개발목표를 명확히 정립하지 못한 점과 효율적 추진체계 및 원활한 재원확보 방안 등이 충분히 검토되지 못한 요인으로 효과적으로 추진되고 있지 못하고 있다고 생각합니다. 따라서 韓電은 원자력기술개발의 시대적 필요성(Needs)을 반영하고 기존의 중장기계획을 근본적으로 수정, 보완하는 중장기연구개발계획을 수립하고 있습니다.

이 계획의 수립을 통하여 韓電은 원자력기술개발이 장기적으로 추구해야 할 기본방향을 정립하고 그에 따른 연구개발추진방향, 연구개발

범위 및 목표를 설정하였으며, 연구개발역할분담 등 효율적인 추진체계의 구축과 재원의 안정적 확보 마련에 주안점을 두었습니다. 그러나 이와 같은 韓電의 계획은 원자력관련 학계 및 연구기관과의 유기적인 협조관계를 유지함으로써 소기의 목적을 달성할 수 있다는 관점에서, 현재 原子力委員會에서 심의, 확정예정으로 있는 「國家原子力中長期研究開發計劃」의 수립에 적극 참여 본 계획의 취지를 최대한 반영하고자 노력하고 있습니다.

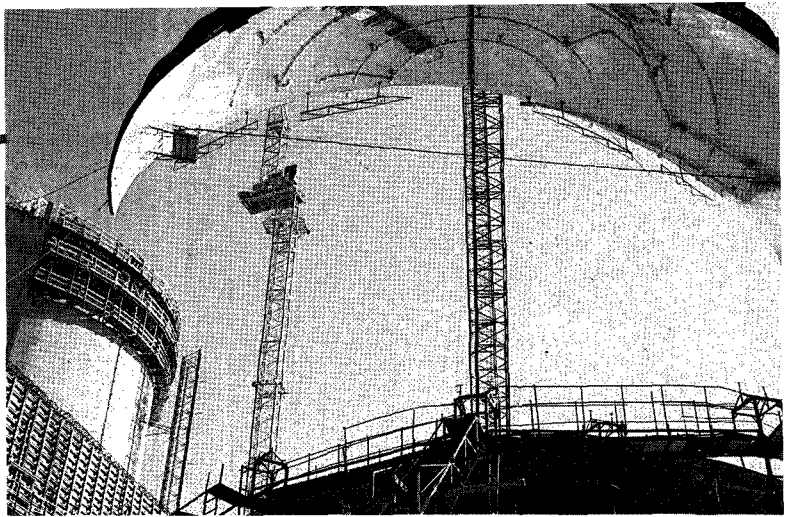
국가원자력중장기연구개발계획의 효율적 추진을 위하여 산업체는 사업수행에 직접 필요한 기술개발을 목적으로 既 개발된 기술의 적용 및 실용화연구에 치중하며, 장기적 관점에서 산업화를 목적으로 하는 기반기술과 응용, 개발연구는 國策

연구로 역할분담하여 추진함과 동시에 상호 긴밀한 협동체계를 통해 연계성을 강화시킴으로써 체계적이고 일관성 있는 연구개발추진체계 구축이 필요하다고 생각합니다. 한편 재원조달면에서는 원자력연구개발투자비의 대폭적인 확대와 함께 안정적 재원확보방안으로 韓電은 막대한 전원개발자금조달의 어려움에도 불구하고 자체적으로 추진하는 연구개발재원의 조달은 물론 국책과제연구개발재원에 대하여도 韓電이 기술의 최종수요자라는 입장에서 적극 지원하는 것을 기본방침으로 하고 있습니다.

그러나 이번 계획에도 아직 미흡한 점이 많이 있다고 생각합니다. 일부 분야는 기술개발을 위한 관련 기술요소 간에 聯關性(Technology Tree)이나 기술현황 및 개발방향에 대한 전반적인 調查(Technology Census) 등이 충분히 검토되지 못한 점이 있고, 기술개발추진을 위한 관련기관 간 또는 기관내의 효율적 추진체계와 인력활용방안 등이 구체적으로 준비되지 못한 점이 있다고 생각합니다. 이러한 문제들은 앞으로 同계획을 추진해가면서 우리 원자력계가 보완해야 할 과제라고 생각합니다.

### 韓電의 重點技術開發分野

韓電의 원자력발전사업에서의 역할은 원전의 건설, 운영자입과 동시에 원전사업의 종합관리차로서의 위치를 수행하고 있습니다. 이러한 역할에 따라 韓電은 「中長期原子力技術開發計劃」의 일환으로



크게 다음과 같은 4개분야에 대하여 연구개발을 중점 추진할 계획으로 있습니다.

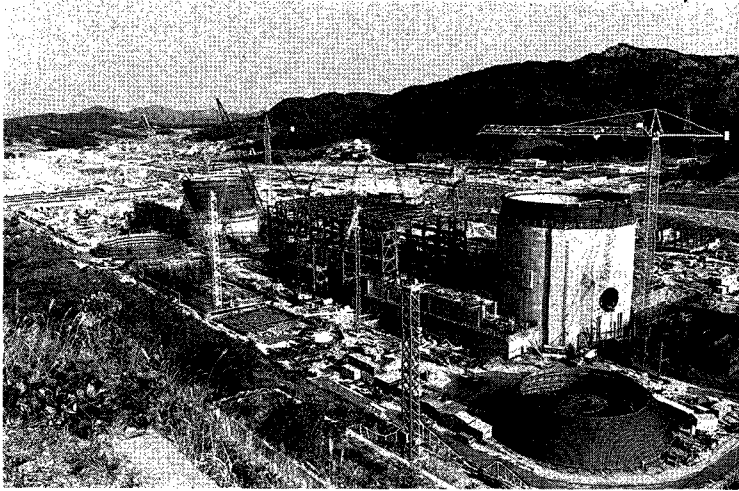
첫째는 장기전원개발의 성공적 수행과 노형전략의 추진을 위한 신규원전기술개발분야입니다. 기술개발방향은 2006년 이전 준공원전에 대한 기존원자로의 개량화기술개발과 2007년 이후 준공을 목표로 하는 차세대원자로개발로 구분될 수 있습니다. 기존원자로의 개량화는 우선 경수로의 경우 현재 기술자립계획에 따라 건설 추진중인 울진 3, 4호기를 참조발전소로 하여 EPRI설계요건반영을 목표로 점진적으로 개량화하며, 중수로의 경우는 현재 건설중이거나 추진중인 월성 2, 3, 4호기는 기존 1호기를 참조로 신기술 및 설계기준을 반영하여 건설하되, 이후의 후속기에 대하여는 향후 원전건설계획과 연계하여 기술개발방향을 검토하여 그 결과에 따라 추진할 계획입니다.

차세대원자로개발은 2000년대 원자력기술의 선진화를 위한 핵심 기술개발분야로 차세대경수로를 개발하여 명실상부한 기술자립달성 및 국제경쟁력확보를 목표로 하고 있습니다. 기술개발방향은 94년 말까지 국내의 기술개발현황 및 노형특성을 분석, 평가하여 차세대원자

로 개발노형을 결정하며, 안전성과 경제성향상을 위한 설계요건을 개발하여 2001년까지 차세대원자로의 개념설계, 기본설계 및 표준상세설계를 완료할 목표로 추진하고 있습니다. 이러한 차세대원자로개발은 설계표준화에 따른 안전규제제도개선대책도 함께 추구하고 있으며 HAN프로젝트와 연계하여 산, 학, 연 협동으로 국가적 기술개발사업으로 추진할 계획입니다.

두번째 분야는 기존 원전건설기술자립계획의 성공적인 추진입니다. 현재 영광 3, 4호기 건설과 병행하여 추진하고 있는 원전건설기술자립계획은 별 차질없이 진행되어 91년 말 기준으로 종합사업관리분야 94%, 설계분야 85%, 제작분야 84% 및 핵연료제조분야 83% 등 종합기술자립달성도는 약 88% 수준입니다. 영광 3, 4호기 준공시점인 95년도까지는 95%의 기술자립목표를 달성할 것으로 예상합니다. 또한 기술자립기반을 활용하여 계속적으로 건설관련 기술개발을 추진함으로써 건설기술고도화 및 선진화목표를 달성할 계획입니다.

세번째 분야는 원전운영기술개선분야로 지속적인 경제성향상과 원전시설의 완벽한 관리를 통한 안전성향상추구를 기본목표로 하고 있



습니다. 중점 연구개발분야로는 신 안전분석기법 및 평가기술적용을 통한 안전성향상기술개발, 계측제어기술개발, 운전지원설비 등의 개선을 통한 원전운영기술고도화, 신 보수기술의 개발과 원전보수용 첨단로봇개발 등을 통한 설비유지보수기술의 개발 및 발전소 종합데이터베이스 체계구축 등을 추진함으로써 외국기술의 적용수준에서 벗어난 독자적 운영기술개선 및 선진화를 도모코자 합니다. 또한 장기적인 원전의 경제성향상을 위하여 원전수명연장을 위한 수명관리기술의 개발과 경제적 廢爐技術의 개발도 중점 추진할 계획입니다.

네번째로는 연료의 효율과 성능향상을 위한 핵연료개발기술의 개발입니다. 기존중수로용 핵연료의 경우, 핵연료의 열수력학적 특성의 개선, 부하추종능력의 개선 등을 포함한 高燃燃度핵연료개발(45,000 MW/MTU)을 96년 목표로 추진할 계획이며 이후에도 연소도를 더욱더 높은 초고연소도핵연료개발의

추진이 검토되고 있습니다. 중수로용 핵연료의 경우는 현재 국책과제로 추진중인 중수로용 핵연료개발 화기반기술개발을 적극 지원하며 그 개발결과를 검토하여 그 결과에 따라 실용화기술개발을 추진할 계획으로 있습니다.

물론 이러한 韓電의 기술개발은 韓電 독자적으로 수행하는 것은 아니며 연구개발성격에 따라 산, 학, 연 협동연구체계를 효과적으로 조화시켜 추진함으로써 국가차원에서 원자력기술의 국제경쟁력확보에 선도적 역할을 충실히 수행하고자 합니다.

## 結 言

최근 많은 미래예측전문가들은 지구환경보전과 자원활용 측면에서 원자력에너지의 이용을 불가피한 선택으로 인식해 가고 있는 경향을 보이고 있습니다. 생활수준향상에 따른 에너지소비증가와 특히 전기 에너지소비증가에 따른 전력에너지

원으로서 원자력은 새롭게 인식되고 있습니다.

또한 선진국의 기술보호주의추세가 뚜렷해지면서 기술보호장벽이 갈수록 높아지고 있어 선진국으로부터의 핵심기술도입은 한계에 부딪치게 될 것입니다. 선진국진입은 기술전수만으로는 불가능하므로 우리 스스로가 첨단핵심기술과 고유기술을 개발하지 않으면 안되는 것입니다. 원자력분야의 경우도 예외가 아닐 것입니다.

그러나 오늘날 전세계적으로 전환기를 맞고 있는 원자력분야만은 국제공동연구의 참여기회가 용이하다고 할 수 있습니다. 이러한 상황을 고려할 때 오늘날 국제적인 원자력여건은 오히려 우리에게 원자력기술자립을 이룩할 수 있는 매우 유리한 시기라고 할 수 있습니다. 또한 선진국진입을 위한 원자력기술개발계획은 정부의 강력한 정책의지에 의하여 뒷받침되고 있습니다.

따라서 오늘 원자력계는 2000년대 선진국진입을 위한 원자력기술개발의 시대적 사명을 부여받고 있다고 할 수 있습니다. 그러나 선진국수준의 기술개발은 韓電의 노력만으로는 결코 이루어질 수 없으며 원자력계 전체의 일치된 노력과 협조를 통해서만이 가능하다고 생각합니다. 그러므로 저희 회사의 원자력사업 및 기술개발계획과 관련하여 원자력계 여러분의 일치된 협조를 기대해 마지 않습니다.

물론 저희 회사도 원자력기술개발에 최선의 노력과 주어진 역할의 충실한 수행에 지속적인 노력을 경주할 것입니다. ▣