제1장 원자력발전의 역할

제1절 원자력의 도입

제2차 세계대전이 끝난 후 세계 각국은 원자력개발에 큰 관심을 가지게 되었다. 사실상 종전을 가져온 원자폭탄의 엄청난 위력을 군사적, 경제적 목적으로 이용하는 것이 곧 국력을 신장시키는 원동력으로 인식하였기 때문이다. 원자폭탄을 가지지 못한 대부분의 국가들은 군사적인 목적에서 원자력을 개발하기 위한 노력을 집중하고 있었으며, 미국을 중심으로 한 핵무기 보유국들은 원자력을 군사적 목적이 아닌 평화적인 목적으로 이용하기 위한 국제환경을 조성하는데 주력하고 있었다. 그 중에서도 미국은 원자력의 평화적 이용에 주도적인 역할을 수행하고 있었다. 아이젠하워 미국 대통령은 1953년 12월 8일 유엔총회에서 원자력의 평화적 이용을 주창하였다. 이를 계기로 1954년 12월 유엔총회에서는 원자력의 평화적 이용을 위한 국제협력에 관한 결의(안)인 국제원자력기구 설치와 원자력의 평화적 이용을 위한 국제회의 개최가 통과되어 1956년 9월 유엔 산하기관으로 국제원자력기구(IAEA : International Atomic Energy Agency)가 설립되었다.

당시 우리나라는 미국의 절대적인 영향력 아래 있어서 자연스럽게 원자력의 평화적 이용에 대한 국제적인 흐름에 일찍부터 동참하게 되었다. 우리나라는 1955년에 미국과 원자력협력협정을 체결한 것을 시작으로 국제 원자력 회의에 참석하는 등 적극적인 자세를 보였으며, 국내에서도 1956년 3월 문교부 소속 기술교육국내에 원자력 연구개발 및 이용을 위한 행정부서로 원자력과가 신설되었다. 이어서 1958년 2월 원자력원의 직제를 포함한 원자력관계법의 모법인 원자력법이 국회를 통과하였으며, 3월에는 법률 제

483호로 공포되어 1959년 1월 원자력원이 정식 발족함으로써 원자력의 이용·개발에 필요한 체제를 갖추었다.

이 시기는 또한 원자력 연구개발의 터전을 닦은 시기였다. 1959년 3월 원자력 연구개발을 위한 전문 연구기관으로 원자력연구소가 발족되어 1962년 3월 최초의 연구용 원자로인 TRIGA Mark-Ⅱ를 가동시킴으로써 기초연구와 동위원소 생산 등 연구가 본격적으로 이루어지게 되었으며 1963년 12월 방사선의학연구소의 분리·독립, 1966년 11월 방사선농학연구소 분리·독립으로 연구개발의 범위도 확대되었다.

1970년대에 들어서면서 세계적인 석유파동으로 원자력의 중요성이 크게 부각되기 시작하였다. 이에 따라 1971년 고리원자력 1호기가 착공된 것을 비롯하여 모두 6기의 신규원전이 착공 또는 추진되었다. 한국전력은 사업초기 전적으로 외국에 의존할 수밖에 없었던 원자력발전 기술의 자립을 위해 한국원자력연구소와 공동으로 기술자립을 추진하기 시작하여 제2 연구용원자로 TRIGA Mark-Ⅲ를 도입하였으며, 한국원자력기술주식회사, 한전보수공단, 한국핵연료개발공단을 설립하여 원자력 사업구조를 세분화, 전문화시켰다.

1980년대 국내 원자력계는 새로운 도약기를 맞았다. 원자력발전소가 속속 준공되면서 우리나라 전력 공급의 중추적인 역할을 원자력이 담당하게 되었으며, 원전연료 국산화, 원자력발전 기술의 자립, 다목적연구로 자력 설계·건설사업이 추진되어 기술자립의 틀을 갖추었다. 또한 원자력안전을 확보하기 위해 정부는 한국원자력연구소 내에 원자력안전센터를 설립하였으며, 1989년에는 이를 한국원자력안전기술원으로 독립법인화하면서 안전규제의 독립성을 확보하였다.

1990년대에 들어서면서 원자력발전은 새로운 도전에 직면하였다. 정치사회적인 민주화에 따라 반원전활동이 활발하였음은 물론, 지역 이기주의·국민들의 권리의식 신장 등으로 국가사업이

라는 명분만으로는 원전사업을 추진할 수 없는 어려운 상황에 처하게 되었다. 이에 따라 원전에 대한 국민합의가 우선되어야 한다는 인식하에 대국민홍보를 집중적으로 추진하게 되었으며, 원전기술자립과 운영기술의 우수성을 근거로 원전 안전성에 대한 신뢰확보에 역점을 두고 있다. 이제 원전사업은 세계6위의 원전 선진국으로 성장하였고 한국표준형원전 기술자립과 우수한 운영기술을 바탕으로 해외 원자력시장에도 본격적으로 진출을 추진하고 있다. 한편 원전에 대한 국민이해부족으로 방폐물사업 및 신규원전건설 등 현안문제들의 해결이 미루어지고 있는 실정이지만 가까운 장래에 국민합의를 필히 이룩하고 원전은 앞으로도 주력 에너지 역할을 지속적으로 해 나갈 것이다.

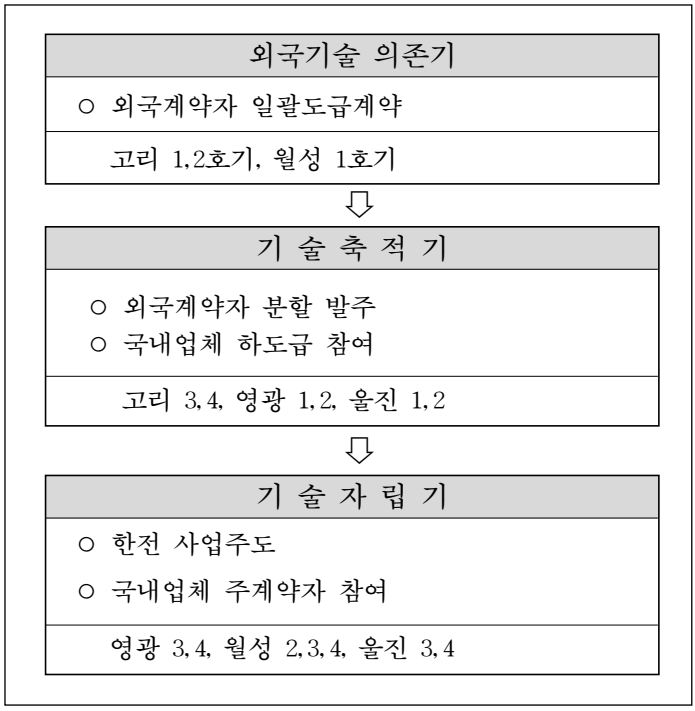
1. 원전 건설사

1978년 4월 고리원자력 1호기가 상업운전에 착수함으로써 세계 21번째의 원전보유국이 된 우리나라는 지속적인 원전 건설을 추진하여 1999년 말 현재 16기의 원전을 가동하고 있다. 1980년대 중반 전력예비율 과다로 5~6년간 신규원전 건설이 잠시 중단되었으나 매년 10% 이상씩 증가하는 전력수요에 대처하기 위하여 다시 원전건설을 재개하였다. 현재는 영광 5,6호기, 울진 5,6호기 등 4기의 원전이 건설중에 있다.

약 30년의 우리나라 원전건설사는 기술자립의 역사였다고 할 수 있다. 초창기 아무런 기술과 경험이 없이 시작된 원전건설은 외국에 전적으로 의존하지 않으면 안되는 처지에 있었다.

이를 극복하고 원자력이 준국산에너지로서 위치를 확실하게 하기 위해서는 원전건설 기술자립이 가장 시급하고도 중요한 과제로 대두되었다. 따라서 정부, 사업자, 연구기관 등이 건설기술 자립에 온 힘을 쏟았다. 이를 단계별로 보면 크게 3단계로 구분할

수 있다. 고리 1,2호기, 월성 1호기 건설기간의 외국기술 의존기와 고리 3,4호기, 영광 1,2호기, 울진 1,2호기 건설기간의 기술 축적기 그리고 영광 3,4호기, 월성 2,3,4호기, 울진 3,4호기 건설기간의 기술자립기이다.



〈그림 2-1〉 원전건설 변천사

가. 외국기술 의존기

초창기 원전건설은 전적으로 외국의 기술에 의존할 수밖에 없었다. 따라서 외국 주계약자가 발전소 착공부터 준공까지 모든 책임을 지고 사업관리, 설계, 자재 구매, 시공 및 시운전을 수행하는 일괄발주방식(Turn-key)으로 건설되었다. 이러한 형태의 사

업추진 방식은 당시 원전건설에 대한 국내 기술과 경험, 산업기반이 취약하였기 때문이다. 우리가 참여하였던 분야는 부지조성공사, 일부 토건자재 공급, 단순 노무인력 제공 등에 국한되었다. 따라서 기술축적 측면에서의 큰 진전은 없었으나 사업관리, 시운전에 대한 경험을 축적하게 되었다.

(1) 고리 1호기

1967년 10월 수립된 장기전원개발계획은 50만kW급 원전 2기를 1976년까지 건설하기로 확정하였다. 이에 따라 우리나라 최초의 원전 건설이 본격적으로 시작되었다. 먼저 원전 입지를 경남 양산군(현 부산광역시 기장군) 장안읍 고리로 확정한 한전은 1969년 2월까지 건설부지에 대한 현장조사를 끝낸 뒤 동년 5월 주민대표와 한전 관계자로 구성된 원자력발전소 부지 매수 및 보상위원회가 설치되어 부지매수에 착수하였다. 그러나 주민들의 완강한 반대에 부딪쳐 처음에는 많은 어려움을 겪었으나 설득과정을 거쳐 주민을 이주시키고 21만평의 부지를 확보하게 되었다. 한전은 건설비를 약 344억원으로 추정하고 기기공급 및 설치공사의 계약체결과 소요자금의 차관획득을 위하여 실적있는 외국업체에 예비 견적의뢰 안내서를 발송하고 그 견적서를 접수·검토하여 원자로형과 공급회사를 결정하고 소요차관을 알선하도록 한다는 원칙을 확정하였다. 이 결정에 따라 한전은 1968년 6월 상업용 원자로의 건설과 운전실적이 있는 미국의 GE사, 웨스팅하우스사, Combustion Engineering사와 영국의 British Nuclear Export Executive사 등 4개사를 대상으로 예비견적제출 안내서를 발송하였다. 1968년 10월 4개사로부터 예비제의를 접수하고 기술사양 등을 검토·평가한 결과 미국 웨스팅하우스사를 계약상대자로 결정하였다. 1970년 12월 발전소 공급계약이 발효되고 1971년 3월에는

현지에서 기공식이 거행되었다. 그러나 건설기간중 때마침 밀어닥친 석유파동으로 인한 물가상승과 건설재원의 부족 그리고 건설참여국인 영국의 산업분쟁 등으로 공기가 지연되어 당초보다 2년이 늦은 1978년 7월에 역사적인 준공식을 가짐으로써 한국은 세계에서 21번째의 원자력발전 보유국으로 원자력발전 시대의 막을 열게 되었다.

고리 1호기는 가압경수로형 58만 7천kW로서 주계약자인 미국의 WELCO사가 전반적인 건설책임을 지고 원자로 계통설비의 공급과 초기 원전연료 공급을 맡았으며, 영국의 GEC사가 터빈 발전기 계통설비의 공급과 토건공사의 감독을 맡았다. 국내업체로는 현대건설(주)가 원자로계통 공사를, 동아건설(주)가 터빈·발전기계통 공사를 하도급 형태로 참여했으며, 비파괴검사는 유양원자력(주)가 맡았다.

이 건설공사에는 외자 1억 7천390만달러, 내자 717억원 등 모두 1천560억원이 소요되었는데, 당시로서는 우리나라 사상 최대규모의 단위사업이었다.

(2) 고리 2호기

정부는 1971년 5월 7일자로 신장기에너지 종합대책을 마련하고 1981년까지는 60만kW급 원자력발전소 3기를 건설·가동키로 계획하였다. 이 계획에 따라 한전은 고리 2호기의 건설을 위한 건설지점의 선정과 준공시기, 노형과 설비용량의 결정을 포함한 건설계획을 확정하여 1973년 8월 11일 미국의 웨스팅하우스사에 통보했고, 이를 계기로 2호기에 대한 계약추진 작업이 본격화되었다. 이듬해인 1974년 3월 4일 기술사양 및 공급책임범위 등에 관한 계약서 초안을 접수하고 1974년 3월 25일 계약일반 조건의 초안을 접수함으로써 계약합의가 이루어져 1974년 10월 28일 고리 2호기의

건설공급 계약 및 원전연료 공급계약을 체결하기에 이르렀다. 그러나, 고리 2호기는 계약자측이 계약발효시기인 1975년 11월 30일까지 차관획득에 실패함에 따라 계약발효 조건을 충족시키지 못해 계약효력이 자동 상실되는 곡절을 겪기도 하였다.

1976년 1월 김영준 한전사장이 부임하면서 우선적으로 고리 2호기의 계약상 문제점을 개선하기 위한 작업에 착수하였으며, 세 차례에 걸친 계약협상 과정을 통해 계약금액을 삭감하고 1976년 11월 14일 재계약을 체결하였다. 고리 2호기는 1호기에 인접하고 있어 기초굴착시 발파작업으로 인한 진동이 1호기에 미치는 영향을 배제하기 위하여 1호기의 상업운전 이전에 구조물 기반암반의 굴착을 끝낼 필요가 있었다.

정부는 이에 따라 건설허가 이전에 제한작업승인을 검토하게 되었으며, 1977년 3월 1일 한전은 구조물의 기초굴착 작업을 착공하였다. 1983년 7월 25일 준공, 상업운전을 개시한 2호기는 1호기와 같은 가압경수로형으로 시설용량은 65만kW이다. 턴키방식으로 추진된 이 공사는 주계약자인 미국의 WELCO사가 원자로계통 설비의 공급과 초기노심용 원전연료 공급을 맡았으며, 영국의 GEC가 터빈·발전기 계통설비의 공급을 맡았는데 국내업체로는 현대(주)가 1차계통에, 동아(주)가 2차계통에 하도급 형태로 참여하였다.

이 공사에는 외자 5억 4천만달러, 내자 2천8백5억원 등 5천9백16억원이 소요되었다.

(3) 월성 1호기

1973년 4월 방한한 캐나다원자력공사(AECL)의 그레이 총재는 청와대, 상공부, 과기처 등 정부 관계부처와 한전을 방문하여 캐나다가 개발한 가압중수로(CANDU)형 원자로의 장점을 소개하고 한국의 장기전원개발계획에 참여하기를 강력히 희망하였다.

정부는 1973년 6월 한국과학기술연구소의 현경호 박사를 단장으로 한 중수로조사단을 구성하여 이들을 캐나다에 파견하였으며 캐나다원자력공사는 같은 해 8월과 10월 두 차례에 걸쳐 기술진을 파견하고 한전 및 원자력연구소의 기술진과 가압중수로형 원자로의 기술적 측면에 대하여 활발한 토의를 진행하였다. 바로 이때 불붙기 시작한 중동의 석유무기화전략은 제1차 유류파동을 몰고 왔으며 정부는 이에 대처하는 방안으로 원자력발전개발계획의 확장을 서둘러야 하는 처지에 있었다.

한전은 원전 2,3호기의 조기도입을 위해 1973년 11월 24일 월성 1호기의 건설계획을 확정하고, 곧이어 11월 27일 구매의향서를 캐나다 원자력공사에 발송하였다. 한전과 캐나다원자력공사는 계약조건과 내용에 대한 오랜 협상 끝에 최종합의를 위해 민충식 한전사장을 대표로 하는 협상대표단을 파견하게 되었으며, 1974년 12월 31일 캐나다 몬트리올에서 합의 내용에 대한 가계약을 체결하고 정부에 보고, 추인을 받은 후 1974년 1월 27일 정식계약에 서명하였다.

1975년 10월 월성 1호기 건설사무소가 경북 월성군(현 경주시) 양남면 나아리에 설치되고 부지 63만평에 대한 매입과 200여 가구에 대한 주민이주가 시작되면서 본격적인 사업이 착수되었다.

1975년 5월 3일 기초굴착 공사가 착공되고 같은 해 6월 15일 기공식을 가진 월성 1호기는 6년 후인 1983년 4월 22일에 준공, 상업운전을 개시하였다. 이 발전소의 건설은 턴키방식으로 캐나다원자력공사가 발전소 기기의 설계, 구매, 현장설치, 시운전, 품질보증, 운전원 훈련 및 초기노심용 원전연료와 중수의 공급을 맡았으며, 영국의 GEC가 일부 설비의 공급 및 설치를 담당했고, 영국과 캐나다의 Parsons사가 터빈·발전기의 공급, 설치감독 분야를 맡았다. 시설용량 67만8천kW의 이 중수로 건설에는 외자 6억달러, 내자 3천55억원 등 6천4백28억원이 소요됐는데, 외자의 조달은 캐나

다수출개발공사, Royal은행과 영국의 Hambros은행 차관단 및 Lazards은행의 차관으로 충당하였다.

고리 2호기와 월성 1호기는 1983년 7월과 4월에 각각 준공됨으로써 한국은 거의 같은 시기에 비슷한 용량의 경수로와 중수로를 함께 보유하게 되었다.

나. 건설기술 축적기

고리 1호기 등 3개 호기의 원전건설에서 자신감을 얻은 한전은 사업추진 방식을 일괄발주방식에서 분할발주방식(Non-Turnkey)으로 변경하여 건설기술 자립에 박차를 가하였다. 분할발주방식이란 한전이 사업관리를 주도하고 종합설계용역, 원자로설비 공급, 터빈·발전기 공급, 원전연료 공급, 시공 등을 분야별로 전문업체에 분할하여 계약하는 형태를 말한다. 국내업체의 참여폭을 확대하고 효율적인 사업관리, 품질보증, 국산화율 제고 등을 통하여 기술축적이 가능하도록 분야별로 외국 주 계약자 밑에 국내업체들이 하도급으로 참여하였다. 보조기기는 국산화 가능여부를 사전에 정부 및 산업체와 공동으로 평가하여 국내 제작 가능분, 외국기술 지원하에 국산화 가능분 그리고 국산화 불가능분으로 품목별로 구분하여 국산화가 불가능한 부문을 제외한 모든 기자재를 국내 제조업체에 발주시켰으며, 시공은 국내 전문건설업체가 수행하였다.

(1) 고리 3,4호기

이제까지의 원자력발전소 3기 모두가 일괄발주방식으로 건설된 60만kW급인데 반하여, 고리 3,4호기부터는 한전주도아래 분할발주방식(Non-Turnkey)을 채택하였으며, 설비용량도 95만kW급으로 대형화하였다. 이것은 원전건설에 있어서의 국산화율의 제고와

기술축적을 위한 조치인 동시에, 경제규모의 확대에 따른 전력수요 성장을 감안한 의욕적인 전원개발계획을 반영한 것이다.

건설사업 전반을 주도 관리하게 된 한전은 건설부지를 1,2호기의 인접 지역으로 정하고 1978년 2월 부지정지 작업에 들어갔다. 같은 해 4월 WELCO사와 1차계통 공급계약을 체결하고 잇따라 5월에는 GEC와 2차계통 공급계약을, 그리고 Bechtel사와 기술용역계약을 맺으면서 공사진척이 활발해졌다.

1978년 7월 고리현장에서 당시 박정희 대통령이 참석한 가운데 1호기의 준공식과 병행하여 3,4호기의 기공식을 가졌으며, 1979년 1월 건설추진반을 확대·발족시켜 4월에 기초굴착에 착수하였다.

고리 3호기는 1985년 9월에, 4호기는 1986년 4월에 각각 상업운전을 시작하였으며 설비용량은 각각 95만kW이고 노형은 가압경수로형이다. 공사비는 외자 11억 4천만달러, 내자 9천2백51억원 등 모두 1조 7백18억원이 소요되었다.

(2) 영광 1,2호기

영광 1,2호기는 건설부지를 전남 영광군 홍농면(현 홍농읍) 계마리로 확정하고 고리 3,4호기와 마찬가지로 한전주도의 분할발주방식으로 추진되었다.

설비용량은 각각 95만kW로서 원자로는 가압경수로형이고 공사비는 외자 10억 6천3백만달러, 내자 1조 2천78억원 등 모두 2조 4백억원이 소요되었다. 건설에 따른 국제입찰이 진행 중이던 1979년 3월 28일 미국의 드리마일 원전 2호기 사고가 발생하여 인허가 요건이 강화됨에 따라 영광 1,2호기는 안전성 향상에 역점을 두고 설계되었다.

1981년 2월 기공식을 가진 이 발전소의 1호기는 1986년 8월에, 2호기는 1987년 6월에 각각 상업운전을 개시하였다.

(3) 울진 1,2호기

경북 울진군 북면 부구리에 건설된 울진 1,2호기는 원전기술과 원전연료의 공급원을 다원화하고 정치, 경제, 기술협력의 증진 등을 고려하여 프랑스의 설비를 도입하였다. 고리 3,4호기와 영광 1,2호기에 이어 세번째로 한전의 사업주도방식으로 추진된 이 발전소도 설비용량 95만kW의 가압경수로형이다.

특징으로는 하나의 보조건물을 2기가 공유할 수 있도록 경제성을 살렸으며 또 드리마일 원전 사고 후의 보완조치를 충분히 반영시킴으로써 신뢰성과 안전성에 역점을 두어 설계되었다. 1982년 10월에 착공하여 1호기는 1988년 9월, 2호기는 1989년 9월에 각각 상업운전을 시작하였다. 총 공사비 2조 1천2백억원이 소요된 울진 1,2호기는 국내업체가 설계, 기기제작, 시공 등 공사전반에 직접 참여하였는데 설계분야는 6%, 기기공급분야는 40%까지 국산화율을 높였고 시공분야는 완전 기술자립을 이룩한 발전소이다.

다. 건설기술 자립기

1987년 4월 설계 및 주기기 공급계약을 체결한 영광 3,4호기는 순수 국내 기술진에 의해 건설된 한국 원전건설 기술의 집합체이며 한국표준형 원전인 울진 3,4호기의 효시가 되었다. 우리나라는 그동안 중화학공업 분야의 국내 산업기술 수준 향상과 외국업체의 하도급자로 참여하면서 습득한 기술능력을 바탕으로 국내업체를 분야별 주 계약자로 하고 외국업체는 핵심기술 분야를 지원하는 하도급체로 참여하게 함으로써 명실상부한 원전건설 기술자립을 달성할 수 있게 된 것이다. 최초의 한국표준형 원전인 울진 3호기가 1998년 8월, 울진 4호기가 1999년 12월에 각각 상업운전을 개시하였고 현재는 영광 5,6호기 및 울진 5,6호기가 건설중에 있다. 또한 한국표준형 원전은 북한 금호지구에도 건설 중에 있으며

중국 등 해외진출도 활발하게 추진중에 있다.

(1) 영광 3,4호기

영광 3,4호기는 현재 운전중인 영광 1,2호기 바로 곁에 시설용량 100만kW급 2기를 1987년 5월에 사업을 착수하여 약 2년여에 걸친 국내·외 전문기관의 안전성 검토 결과를 토대로 원자력위원회의 최종 심의를 거쳐 1989년 12월 21일 정부로부터 건설허가를 발급받았다. 이에 따라 현장에서는 12월 23일 최초 콘크리트를 타설하고 1990년 초부터는 구조물 건조공사가 본격적으로 진행되었다.

영광 3,4호기는 원자력 기술자립 기반구축을 위해 한전의 종합사업 관리하에 국내업체를 분야별 주 계약자로 하고 외국업체는 국내 주 계약자의 하도급자로 참여토록 하는 국내주도 계약방식으로 추진하였다.

이 사업의 특성은 원전건설의 기술자립과 건설사업을 병행 추진하는 사업으로서 원전 건설기술을 자립하여 원자력이 국산 에너지 자원이 되게 하는 기반을 구축하는 것이며, 최초로 시도하는 국내주도형 사업으로서 한전이 전체사업을 총괄 관리하고 국내업체는 각 분야별로 사업을 주도하되 기술이 미진한 분야에 대해서만 외국업체로부터 지원을 받도록 함으로써 사업에 소요되는 자금 중 외자의존도를 17% 정도로 대폭 축소시켰다. 영광 3호기는 94년 3월, 4호기는 96년 1월에 성공적으로 상업운전에 돌입함으로써 한국표준형 원전을 탄생시킨 모태로서 큰 역할을 하였다.

(2) 월성 2,3,4호기

각각 70만kW급 캐나다 가압중수로형인 월성 2,3,4호기는 월성 1호기와 동일부지에 건설하기로 하고 2호기는 1991년 10월에 3,4호기는 1993년 8월에 착공하였다. 월성 2,3,4호기는 중수로 기술자립

기반을 마련하기 위해 한전의 종합관리하에 외국업체와 국내업체를 분야별 주 계약자 및 하도급 계약자로 하는 계약체제를 도입하였다. 종합설계 및 원자로 설비공급은 1호기의 주 계약자였던 캐나다원자력공사와 체결하였으며 동시에 중수로 건설기술 전수협약도 체결하였다. 월성 2호기와 월성 3호기는 각각 1997년 7월 및 1998년 7월에 상업운전을 개시하였고, 월성 4호기는 1999년 10월에 상업운전을 개시하였다.

(3) 울진 3,4호기

울진 3,4호기는 한국표준형 원전으로 건설된 최초의 원전이다. 정부는 1990년 7월 제225차 원자력위원회에서 총 공사비 약 3조 3천5백억원이 투입되는 「울진원자력 3,4호기 건설추진계획」을 의결하였다.

울진 1,2호기와 동일부지에 위치한 울진 3,4호기는 가압경수로로서 설비용량이 각각 100만kW로 1992년 5월에 착공되었으며, 3호기는 1998년 8월에, 4호기는 1999년 12월에 상업운전을 개시하였다.

울진 3,4호기는 영광 3,4호기의 설계 및 건설경험을 활용하여 최초의 표준원전 설계개념을 도입함으로써 한국형 원전 건설의 시발점이 되었으며, 이 표준설계는 앞으로 건설될 후속기에도 계속 적용하여 원전건설의 해외의존도를 낮추고 명실상부하게 원전기술자립을 이룩하는 토대가 되었다.

(4) 영광 5,6호기

영광 1,2,3,4호기와 동일부지에 건설중인 영광 5,6호기는 한국표준형 원전으로 영광 3,4호기, 울진 3,4호기에서 축적된 기술과 경험을 바탕으로 진일보된 원전을 건설하고 있다. 1996년 1월 영광군의 건축허가 취소로 건설이 중단되는 어려움을 겪었으나 1996년 10월부터 재개되었다. 영광 5호기는 2001년 10월 원자로 운

영허가를 취득하고 원전연료를 장전하여 출력상승시험 등의 성능시험을 성공적으로 마무리함으로써 2002년 5월 21일 상업운전을 개시하였다. 6호기는 2002년 1월 고온기능시험(HFT)을 완료하고, 최초 연료장전을 위한 시운전시험을 수행하고 있으며, 2002년 12월 준공을 목표로 시운전 및 건설 마무리 공정을 진행 중에 있다.

(5) 울진 5,6호기

울진 1, 2, 3, 4호기와 동일부지에 건설중인 울진 5,6호기도 한국표준형 원전으로 1999년 5월 과학기술로부터 건설허가를 취득하였다. 울진 5,6호기는 1997년 12월 부지사전승인 취득이후 1999년 10월 최초 콘크리트를 타설하는 것을 기점으로 구조물과 기기설치 공사가 본격적으로 수행되었다. 울진 5호기는 2001년 6월 원자로설치와 2002년 4월 초기전원가압을 성공적으로 수행한 후 건설공사 피크단계에서 시운전시험이 착수되었으며 6호기는 2002년 7월 원자로 설치 후 건설공정에 박차를 가하고 있다. 울진 5,6호기는 각각 2004년 6월과 2005년 6월에 준공될 예정이다.

2. 운영 기술의 발전

1978년 고리 1호기가 가동한 이래 운영기술은 비약적인 발전을 거듭하였다. 이를 객관적으로 보여주는 것이 높은 이용률의 유지와 고장정지율의 감소이다.

이용률은 80년대 초반까지 미숙한 운영경험과 낮은 기술수준으로 40~60%에 불과하였다. 그러나 1980년대 중반부터 정비기술 및 운전경험의 축적, 운영인력의 자질향상으로 본격적인 70%대의 이용률 시대를 열게 되었다. 반면 고장정지는 1978년 첫해 17건에서 점차 감소 추세를 보이다가 고리 3,4호기, 월성 1호기 등이 가

동에 들어가면서 다시 3건 이상의 높은 고장정지율을 보였으며, 1988년에 비로소 호기당 2건 이하로 안정되게 되었다.

1990년대에 들어서면서 운영기술은 자립단계를 넘어 그동안 괄목할만한 성장을 해온 끝에 지금은 세계 최고 수준의 이용률과 세계 최저 수준의 고장정지율로 세계 정상 수준에 이르게 되었다. 국내 원전의 평균이용률은 1990년 79.3%로 80%에 근접하기 시작하여 1991년부터 80%대로 진입한 후 1993년부터는 5년 연속 87% 이상의 높은 이용률을 나타내다가 1998년에는 90.2%로 사상 최고의 이용률을 나타낸 후 90%대로 진입하여 2000년에는 90.4%, 2001년에는 93.2%로 계속 기록을 갱신하고 있다. 이런 기록들은 세계 평균 이용률보다 14%정도 높은 수준이다.

고장정지율은 1980년대 중반까지는 매우 높은 정지율을 유지하다가 90년대 들어 운전경험과 기술축적으로 호기당 1건 내외로 안정되었다. 1994년 0.9건, 1995년 1.1건, 1996년 0.9건, 1997년 1.1건으로 세계정상수준에 진입하였으며 특히 1998년에는 0.4건을, 1999년에는 0.9건을, 2000년과 2001년에는 연속 0.5건을 기록하여 우리의 원전 운영기술이 세계 최고 수준임을 여실히 입증해주고 있다. 이와 같은 성과는 한주기무고장운전 기록에서도 나타나고 있다. 1988년 고리 3호기가 최초로 한주기 무고장운전을 달성한 이래 원전은 2001년말까지 총29회의 기록을 달성하였다. 이러한 성과는 24년 이상의 운영경험을 바탕으로 운전 및 정비기술축적과 함께 원전종사자들의 헌신적인 노력의 결과라 할 수 있겠다. 이용률 향상 요인으로는 고장정지의 지속적인 감소, 계획예방정비기간의 최적화와 연료교체주기가 긴 원전연료를 사용하는 장주기운전이 가능하였다는 점이다. 또한 고장정지의 감소요인으로 운영·정비 측면에서 여러 가지를 개선, 시행해 왔는데 첫째로 철저한 예방 정비와 지속적인 설비 개선을 통하여 모든 설비가 최적의 상태에서 운전되도록 유지 관리하여 고장발생을 최소화 하였다.

다음으로 운전 및 정비요원에 대한 교육훈련을 강화하여 운영 및 정비기술을 지속적으로 향상시켰다는 점이다. 즉, 시뮬레이터 교육을 통한 정예의 운전요원 양성과 숙련된 정비요원을 양성함으로써 인적요인에 의한 고장발생예방과 정비의 질적 향상을 가져왔다. 결론적으로 최고의 원전을 만들겠다는 원전종사자들의 헌신적인 노력을 통하여 운전 및 정비기술의 지속적인 향상, 철저한 종사자의 교육훈련, 인적실수 방지 등으로 발전소의 소프트웨어와 하드웨어를 항상 최적의 상태로 유지 하는 노하우를 갖지 않으면 불가능한 일이다. 특히 원전 정비기술은 정비기술을 수출 할 정도로 국제적으로도 인정을 받고 있다. 현재 정비업무는 정비전문업체인 한전기공(주)과 주요기기 제작사의 전문인력이 함께 참여하고 있다. 한전기공은 초기 전수 받은 외국의 정비기술을 바탕으로 정비경험을 축적해 왔고 원자력교육원내 정비 전문교육장에서 정비인력의 양성에도 주력해오고 있다. 특히 정비기간을 단축시키면서 고품질의 정비를 이루기 위하여 장비의 현대화, 자동화와 함께 기기단위 교체제도, 정비요원 교대근무제도를 도입하여 운영함으로써 이용률 향상에 기여하고 있다.

제 2 절 원자력발전의 필요성

1. 주력발전원으로 안정적 전력공급

국가별로 에너지의 안정적 확보는 최우선 과제다. 특히 우리나라같이 자원빈국인 경우엔 국가안보차원에서 에너지를 확보해야 한다. 우리는 지난 70년대 겪었던 두 차례의 석유파동을 통해 경험했듯이 에너지의 안정적인 확보가 국가경제발전의 초석이 되고 국민생활안정의 기반이 된다는 사실이다. 에너지를 무기화하는 치

열한 국제사회에서 국가에너지 자립이 곧 국가안보의 중요한 요소가 되는 동시에 국력이 되고 있다.

이렇다 할 부존자원이 없는 우리나라는 석유뿐만 아니라 유연탄, LNG 등 화석연료의 대부분을 수입해 사용하는 실정이다. 이런 에너지원의 해외수입의존도는 무려 97%를 넘어서고 있어, 국제수지 적자의 많은 부분이 에너지 수입액 증가에 기인하고 있다 한다.

이렇게 볼 때 무한정으로 에너지를 수입해 사용할 수 만은 없다. 그러나 문제는 에너지소비가 매년 큰 폭으로 증가하고 있다는 것이다. 국가경제규모가 커지고 국민생활수준이 향상될수록 에너지소비는 더욱 늘어나는 것은 당연하다. 수입에 의존하고 있는 에너지여건이기에 장기적인 측면에서 에너지의 안정적 수급 대책이 마련되어야한다. 이 에너지 중에서도 전기는 사용하기가 편리하고 깨끗하기 때문에 에너지소비의 증가와 함께 같이 증가하고 있다. 최근 2년 정도 경제성장의 주춤으로 에너지 소비와 전기소비가 둔화되어 있지만은 매년 큰 폭으로 증가해 왔으며 특히 전기 소비량은 그 증가율이 연간 10% 정도 이었다. 아마 다시 경제성장이 가속화되면 전력수요는 급증할 것으로 전망된다.

최근 장기전원수급계획에 의하면 2015년에 전력수요는 지금의 거의 1.5배에 달할것으로 보고 있다. 이런 경우 매년 300~400만KW 용량의 발전소 설비가 늘어나야 하는데 설비증설에 있어서 석유발전비중은 낮추고 원자력발전 비중은 서서히 높여 나갈 계획이다. 2015년에 원전점유율이 설비용량기준으로 약 1/3이 되도록 하고 있다. 70년대 탈석유전원정책으로 원자력발전을 시작한 그 당시 석유발전 비중이 70%였으나 지금은 10%로 낮추어 있다. 현재 운전 중인 17기의 원전은 총발전량의 40%이상을 차지하고 있어 주력발전원으로서 안정적 전력공급의 중추적 역할을 하고 있다.

원자력발전은 안정적 전력공급, 환경친화성, 에너지안보측면, 기

술파급효과 등 그 장점과 가치는 이루 헤아릴 수 없지만 아직까지 국민인식도는 낮은 편이다. 원전의 필요성은 대부분 공감하지만 안전성에 대해서는 우려하는 편이다. 국내 에너지여건상 원자력발전은 현실적인 대안으로 주력발전원으로 선택할 수밖에 없다. 다만 우려 하는 안전문제와 지역이기주의 때문에 국민수용이 잘 안되고 있어 방폐물사업 등 현안문제가 숙제로 남아 있지만 속히 해결해 나아가야 할 것이다.

〈표 2-1〉 총 에너지의 해외 의존도 (단위:백만TOE)

구분	75년	80년	85년	90년	98년	99년	2000년	2001년
에너지 (지수)	27.6 (100)	43.9 (159)	56.3 (204)	93.2 (338)	166.0 (601)	181.5 (658)	192.4 (697)	198.3 (718)
국산 (비율%)	11.4 (41.1)	11.6 (26.5)	13.4 (23.8)	11.3 (12.1)	4.8 (2.9)	5.0 (2.7)	5.2 (2.6)	5.2 (2.6)
수입 (비율%)	16.2 (58.6)	32.3 (73.5)	42.9 (76.2)	81.9 (87.9)	161.2 (97.1)	176.5 (97.3)	187.2 (97.4)	193.1 (97.4)

〈표 2-2〉 발전원별 연료량 비교 (단위:백만TOE)

구 분	소 요 량	수 송	비 고
원 자 력	30톤	10톤 트럭 3대	에너지 비축 효과가 큼
석 탄	220만톤	10만톤급 선박22척	대용량의 수송·항만 설비 및 저장시설 필요
석 유	940만 배럴	10만톤급 선박15척	

주) 100만kW급 발전소 1년 소요량 기준

2. 환경친화성

지금 세계는 지구환경보전을 위해 각종 환경규제를 강화하고 있다. 특히 지구온난화방지를 위한 기후변화협약은 이산화탄소 등

온실가스 감축에 대한 의무화를 서두르고 있다. 우리나라도 머지 않아 의무감축국이 되는 경우 우리 경제에 영향을 크게 미칠 것으로 예상된다.

특히 우리나라 경우 소비에너지 중 화석연료의 비중이 85% 정도로 높아 이산화탄소증가율이 세계1위를 기록하는 등 온실가스 문제가 어느 나라보다도 심각한 상태다. 따라서 이산화탄소를 배출하지 않으면서도 높은 경제성과 효율성을 지니고 있는 원자력발전이 가장 현실성 있는 대체에너지로 재인식되고 있다. 현재 원자력발전은 세계 전력 수요의 17%를 충당하고 있으며 이로 인해 연간 약 23억톤의 이산화탄소 배출이 방지되고 있으며, 이 수치는 세계 총배출량의 약 10%에 해당된다. 우리나라 경우 현재발전부문이 배출하는 이산화탄소량이 전체의 약 24%수준이나 전력수요 증가에 따라 점차 늘어날 것으로 보여 원자력발전을 통한 이산화탄소 배출감소는 필수불가결한 선택일 수밖에 없다.

원자력발전은 연료 채굴에서 폐기물처리까지 전 과정에서 이산화탄소 배출량이 수력발전이나 자연에너지와 같은 수준이다. 해당 에너지원의 채광에서부터 발전소 건설, 운전까지의 전 에너지 사이클 기간 중의 온실가스 배출 총량을 비교할 때 원자력발전이 온실가스를 가장 적게 배출하는 것으로 밝혀졌다.(그림 2-2 참조)

화력발전은 원자력발전보다 40~100배 더 많은 온실가스를 배출한다. 원자력발전은 가동중에는 전혀 온실가스를 배출하지 않는다. 따라서 원자력발전은 온실가스 감축을 앞두고 그 효용성이 더욱 높아질 것으로 기대되고 있다. 원자력발전이야말로 효과적으로 온실가스의 배출량을 줄이면서 에너지수요증가에 기여 할 수 있는 실증된 에너지원이다.

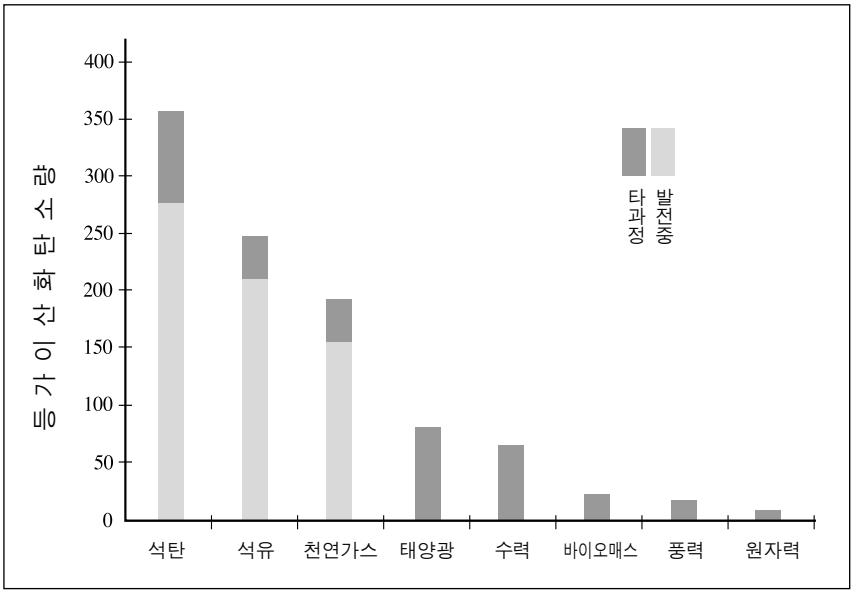
이렇게 볼 때 우리는 에너지이용 효율을 높이고 장기적으로는 온실가스를 배출하는 화석연료의 소비증가를 억제하는 방향으로 정책을 수립하여 추진해나가야 한다. 즉, 원자력이나 자연에너지

(재생에너지)의 이용을 확대하는 것이 바람직하다. 그러나 자연에너지는 지리적, 지형적 특성이 적합해야 할 뿐만 아니라 현재로서는 단위용량이 적고 경제성이 낮기 때문에 향후 수십년 내에 대규모 에너지 공급원으로의 역할은 기대하기 어렵다. 바로 이러한 점에서 원자력발전이 현재로서는 에너지를 안정적으로 확보하고 지구환경보전을 가능하게 하는 현실적인 대체에너지원이라 할 수 있다.

원자력발전은 이상과 같은 환경적인 측면 외에 에너지 안보라든가, 경제성, 그리고 산업정책적인 면에서도 유리한 점이 많기 때문에 국가차원에서 우리 실정에 맞는 에너지원을 계속 개발하는 동시에 원자력발전을 점증적으로 확충해 나가야 할 것이다.

〈그림 2-2〉 에너지원별 이산화탄소 배출량

(단위 : g/kWh)



주) 자료 : IAEA(국제원자력기구)
태양광 등 대체에너지는 발전중에는 이산화탄소를 배출하지 않고 채광부터 폐지까지의 타과정에서만 배출함

3. 원자력발전은 준국산에너지

우리나라는 70년대 두 차례의 석유파동을 겪으면서 에너지 다변화정책의 일환으로 원자력발전을 적극 추진해왔다. 그 당시 원전 기술을 모두 미국(웨스팅하우스)에서 전수받으면서 시작한 고리 1호기가 1978년 가동된 이래 24년이 지난 오늘날은 모두 17기의 원전이 가동되면서 세계 6위의 원전선진국으로 부상하였다.

현재 국내 원전기술은 건설 및 운영분야 모두 거의 기술자립을 이룩하였다. 자체기술로 건설하고 있고 세계 정상수준으로 운영하고 있다. 특히 자체기술로 개발한 한국표준형 원전의 반복적인 건설을 통하여 원전기술 자립기반을 이룩하고 이를 KEDO에 의해 추진되고 있는 북한 경수로 사업에 직접 제공함으로써 우리 원전기술의 우수성을 국제적으로 인정받게 되었다. 원자력발전은 자원이 없는 우리나라 경우처럼 인력자원만으로 기술자립만 이룩하면 무한한 개발과 이용이 가능한 기술에너지로서 준국산에너지이다. 원전기술은 첨단기술의 핵심집합기술이기 때문에 국내 산업기술 발전에 그 파급효과가 커 관련분야의 기술발전을 선도하고 있다.

또한 연료공급면에서도 원전은 우라늄 연료로 화석연료보다 훨씬 안정적이며 장기간 연료장전 때문에 비축효과도 크다. 특히 우라늄 연료는 준국산연료로서 국내에서 생산하고 있다. 원료인 농축우라늄과 천연우라늄형태로 수입하여 한전원자력연료(주)에서 원전연료형태로 가공, 제작하여 공급하고 있다. 원자력발전은 경제성에서도 연료비가 저렴하기 때문에 발전원가 중 연료비의 비율이 10%정도로 매우 낮고 발전원가가 타 발전원에 비해 가장 낮기 때문에 경제성에서도 훨씬 유리하다.

원자력발전은 자원 없는 우리나라에서는 유일하게 기술자원만으로 준국산화 할 수 있는 에너지원이다. 따라서 앞으로 원전은

순수한 국산에너지가 되도록 기술을 더욱 향상시킴으로써 안전 보장위에 안정적 전력공급의 중추적 역할을 지속해 나가야 할 것이다.