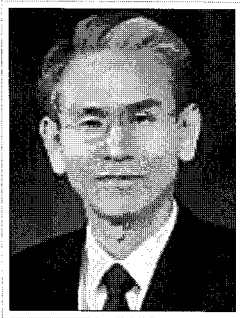




# 울진 원자력 5,6호기 건설 경위와 향후 전망

천 추 영

한국수력원자력(주) 울진원자력본부장



**동**해 바다의 맑은 정기를 받고 있는 울진에 또 하나의 새로운 명물 울진 5,6호기가 10여년의 대역사(大役事)를 마감하고 마침내 거대한 웅비를 시작했다.

1994년 9월 건설 기본 계획이 확정되고 본격적인 공사 기간만 6여년이 소요된 울진 5,6호기는 국내에 건설된 19, 20번째 원전이다.

이로써 국내 총발전 설비 용량은 6,173만kW로 증가했으며, 원자력 발전소 20기의 설비 용량도 1,772만kW로 확충돼 세계 6위의 원자력 대국 위치를 확고히 다졌다.

또 울진 5,6호기의 준공과 함께 우리나라가 기술 자립 여건을 확립해 건설한 한국 표준형 원전도 모두 6기로 늘었다.

밝은 불빛을 힘차게 소리 없이 내뿜는 울진 5,6호기를 바라보면서 지금까지 걸어온 발자취를 더듬어 본다.

### 태동과 성장 환경

새로운 사업의 시작을 의미하는 건설 기본 계획이 1994년 4월에 수립되었다. 1,000MW급 가압경수로를 건설한다는 이 계획에 따라 원자로 설비 및 터빈 발전기 공급 계약

은 두산중공업(주), 플랜트 종합 설계 용역 계약은 한국전력기술(주)와 1996년 11월에 각각 체결하였다. 다음해인 1997년 4월에는 주설비 공사 계약을 동아건설/두산중공업/삼성물산 공동 수급체와 체결함으로써 울진 5호기 공사를 위한 골격이 마련되었다.

당초 울진 5,6호기는 1997년 10월 기초 굴착 공사 착수를 목표로 사업이 순조롭게 추진되었으나 IMF라는 뜻하지 않은 경제적 위기를 맞게 되어 앞을 내다볼 수 없는 상황으로 급변했다.

국가 산업은 전반적으로 침체 국면에 돌입하게 되었고, 우리 회사는 재무 구조 건전성 유지가 절실히 필요한 상황이 되었을 뿐만 아니라, 전력 수요 성장도 급격히 둔화될 것으로 예측되었다.

이에 따라 정부는 장기 전력 수급



울진 원자력 5,6호기 종합 준공 기념식(2005. 8. 11)

계획을 재검토하게 되었으며, 울진 5,6호기는 첫 삽질도 못한 채 IMF 소용돌이 속으로 빠져 들게 되었다.

경기 침체에 따른 전력 수요 감소로 정부는 울진 5,6호기의 준공 일정을 2년 이상 늦추는 방안을 검토하기에 이르렀고, 장기 연장에 따른 여러 가지 영향을 고려하여 15개월 늦추는 방안을 최종적으로 확정하게 되었다.

이 방안이 확정되기까지 정부 관계 부서에 울진 5,6호기가 조속히 추진되어야 하는 당위성을 설명하는 등 많은 노력을 기울였고, 울진 주민들도 여기에 동참이라도 하듯 지역 경제 활성화를 외치며 발전소 조속 건설을 촉구하는 진정서를 청와대, 정부, 우리 회사 등 관련 기관에 제출하기도 하였다.

이와 같은 우여곡절을 겪으면서 건설 사업이 추진된 울진 5,6호기는 김대중 대통령이 참석한 가운데 한국표준형원전인 울진 3호기 준공 행사와 함께 기공식을 갖게 됨으로써 본격적인 건설 공사가 착수되었다.

**어려운 환경을 극복하고**

울진 5,6호기는 국내 원전 건설 사상 최단 공기로 건설한다는 사업 목표를 갖고 시작한 만큼 건설 초기부터 공정 계획 준수에 만전을 기하지 않을 수 없었다.

관련사 사업 책임자(Project Manager)들이 사업과 관련된 주요 문제점을 도출하고 해결 방안을 모색하는 회의를 매월 한 차례씩 가

졌으며, 또한 관련사 임원을 비롯한 실무진까지 모두 참석하여 그 동안 추진해 온 사업 실적을 평가하고 향후 6개월간의 사업 추진 계획을 점검하는 사업 추진 회의(Project Review Meeting)을 반기별로 개최하였다.

이 회의는 약 3일간에 걸쳐서 진행되었는데, 회의가 결론에 도달할 즈음에는 각 관련사 임직원들이 한 배를 탔다는 공동체 의식을 느끼며 극기 훈련도 함께 하곤 하였다.

사업 추진의 중요한 업무 중 하나는 정부로부터 인허가를 적기에 취득하는 일이다.

지방자치제 시행에 따른 인허가와 관련한 환경 변화는 원전 건설 사업에도 큰 영향을 가져왔다.

원전 건설에 대한 지역 주민과 지자체의 반발로 선행 호기에서 건축 허가 등 인허가에 차질이 발생한 사례가 있음에 따라, 울진 5,6호기는 이러한 어려운 여건을 감안하여 「전원 개발에 관한 특례법」에 의한 실시 계획의 승인을 취득하는 방향으로 추진하게 되었다.

울진 3,4호기는 개별법에 따라 지자체에서 인허가를 취득하였으므로 울진 1,2호기 건설을 위해 승인되었던 실시 계획을 울진 5,6호기에서 변경하는 형태로 법률 자문을 거쳐 정부에 신청하여 승인받음으로써 개별법에 의한 지자체 인허가 난관을 어느 정도 극복할 수 있었

다.

또한 발전소 구조물 공사의 시작이라 할 수 있는 최초 콘크리트 타설에 필요한 건설 허가를 1999년 5월에 과학기술부로부터 받아 1999년 10월로 예정된 원자로 건물 최초 콘크리트 타설을 위한 준비를 사전에 충분히 할 수 있도록 하였다. 이는 이후에 진행되는 주요 공정(Milestone)을 적기에 달성하는데 큰 밑거름이 되었다.

**자갈과 모래에 시멘트가 섞이면 더욱 단단해지듯이**

울진 5,6호기 주설비 공사 계약은 국내 원전 건설 사상 최초로 3개 회사에 의한 공동 도급 계약 형태로 계약 초기에는 시공 회사간 서로 업무 조정이 잘 안 될 것이라는 주위의 우려가 많았다.

그러나 선진화된 건설 기법 경쟁, 회사간의 기업 문화와 현장 관리 장단점 비교 도입, 건설 정보 공유 등을 통해 서로간의 장점을 부각시키면 시너지 효과를 창출할 수 있다고 판단하였다.

따라서 건설 초기 단계부터 시공 3사 직원으로 구성된 현장 합동 관리 조직인 통합공사관리실을 운영하여 공정 및 공사 간섭 사항을 미리 검토하는 등 시공 효율성을 높이는 데 주력하였다.

건설 정보 공유와 사업 관리의 효



사업 초기부터 시운전까지 크고 작은 시련을 모두 극복하고 성공적으로 울진 5,6호기를 준공하게 된 것은, 무엇보다도 사업 참여자 모두가 개인의 사생활을 희생하면서까지 보여준 사명감과 책임감의 결실이라 생각한다. (계룡산 극기 훈련)

율화를 목적으로 도입된 원전 건설 전산 관리 체계(NPCS)는 설계사에서 작성된 도면 및 자료를 전산화하여 거의 실시간으로 현장 실무자가 받아볼 수 있도록 하였다.

이렇게 함으로써 설계 자료의 생산, 배부에 소요되는 대기 시간을 없애고 제반관리 비용을 절감하는데 크게 기여할 수 있었다.

**동반자의 어려움은 곧 나의 어려움**

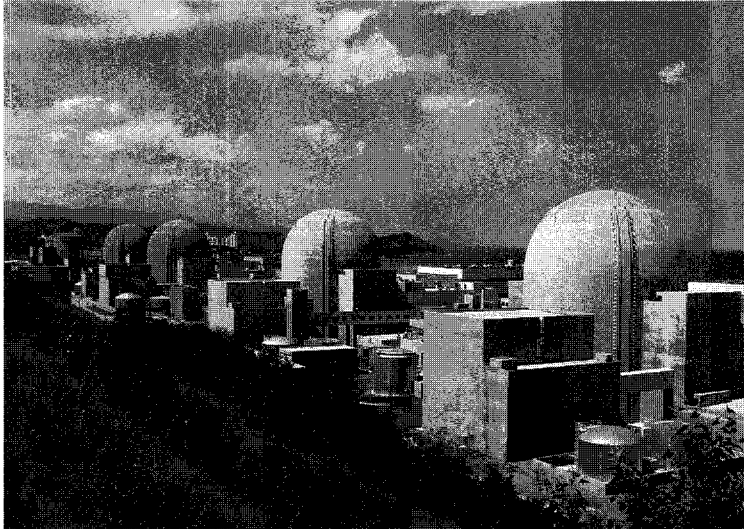
2000년 말에는 주설비 공사 공동 도급 계약의 대표사인 동아건설이 현금 유동성 부족으로 부도가 나게 되자 세무서를 시작으로 법원에서 공사 대금 지급에 대한 가압류가

쏟아져 들어왔다.

공사 중단이라는 극한 상황으로 치닫지 않도록 동아건설 하도급 대금 및 직영 근로자 노임을 회사가 직접 지불하는 방식으로 전환하였으며, 자재 공급에 대한 차질이 생기지 않도록 대책 마련에 착수하였다.

건축물 축조 공사가 한창 진행되고 있는 상황에서 동아건설 천안공장 제작 공급분인 터빈 건물 철골 자재의 공급이 문제가 되었다.

철골 원자재 확보와 하청 업체 임금지급을 위해 공장을 방문하여 책임자와의 수 차례 협의한 결과, 납품 대금 현금 지급이라는 방법을 택함으로써 납품 지연 문제를 해결할



울진 5,6호기는 경제성과 안전성이 대폭 향상된 발전소이다. 최초 콘크리트 타설에서 준공까지의 건설 공기가 울진 5호기는 57개월, 울진 6호기는 55개월로 지금까지 국내에서 건설된 같은 급의 발전소에 비해 공사 기간이 가장 짧아 경제성이 대폭 향상되었음은 물론 설비 개선도 크게 이루어졌다.

수 있었다.

또한 당시 시공사 지입 자재인 해수 냉각수 계통용 특수 배관인 PCC(Pre-cast Concrete) 배관을 동아 건설이 제작, 공급을 하고 있었는데, 국내 유일의 제작 업체인 관계로 공급 차질이 생길 경우 해외에 발주할 수밖에 없는 상황이었다.

해외 발주는 비싼 금액과 함께 공정 차질 문제까지 있어 이를 해결하기 위하여 납품 대금 현금 지급과 함께 소요 자재를 조기에 발주하는 등 공장 가동을 독려하여 가까스로 울진 5,6호기 소요 물량을 확보할 수 있었다.

건설 현장에서 동아건설 관련 장비 업체 및 하도급 업체 근로자들의

체불 임금 지급 요구 시위가 있었지만, 하도급 대금 직접 지불을 통한 노임 최우선 지급을 우리 회사에서 약속하고, 그 이후 준공 시점까지 이를 이행함으로써 일선 근로자가 안심하고 작업할 수 있도록 분위기를 조성하였다.

원자로 설비와 터빈 발전기를 제작하는 두산중공업(구 한국중공업)도 정부 투자 기관 민영화 방침에 따라 2001년 상반기 민영화된 이후 사회 전반의 흐름과 마찬가지로 구조 조정의 물결 속에 대다수 경험 인력이 정리되는 등 여러 차례의 노사간 분쟁이 있었다.

이에 따라 울진 5,6호기 주요 기

가 있었지만, 현장에서 이에 대한 대책을 사전에 철저히 준비하고 분쟁 후 두산중공업의 제작 촉진 노력 등으로 사업 공정에 커다란 영향을 미치지 않았다.

### 지역 주민의 함의를 이끌어 내며

6개 호기 가동에 따른 온배수의 영향을 4개 호기 가동 수준으로 줄이고자 환경영향평가보고서에 제시했던 온배수 저감 시설 설치에 이를 위한 주민 설명회 시작부터 지역 어민들의 고성(高聲)이 오가는 등 반대에 부딪혔다.

사전에 군산대에서 수행한 용역은 인근 해역에 미치는 영향이 미미하다고 기술되어 있어 어업 피해가 제대로 검토되지 않았으니, 피해 조사 용역을 다시 수행하고 결과에 따라 보상하라는 것이었다.

이때부터 공사로 인한 어업 피해 보상 협상에 착수하여 어민측과 50여회 이상 만남의 기회를 갖고 서로 간의 이해와 협의를 거치는 과정에서 온배수 저감 공사를 계속 진행할 수 있도록 선(先)합의에 이르렀다.

이어지는 협상에서는 용역 기관에서 제시한 용역비 상당액을 어업 피해 보상비로 대체 지급하고, 별도의 피해 조사 용역은 수행하지 않는다는 Win-Win 전략으로 최종 합의에 도달함으로써 온배수 저감 시설 및 이안제 공사로 인한 피해 보

상전을 마무리 지었다.

**시운전중에 일어난 아쉬움과 보람**

2000년 7월 시운전반 발족 이래 시운전 요원의 헌신적인 노력에 힘입어 주요 공정인 상온 수압 시험, 고온 기능 시험 및 핵연료 장전을 계획보다 앞서 성공적으로 마칠 수 있었다. 그 여세를 몰아 출력 상승 시험도 순조롭게 진행되고 있었다.

하지만 2004년 2월 원자로 냉각 계통 배관에 설치된 열전달 완충판의 이탈 징후가 발견되어 확인해본 결과 1개는 이탈되고 나머지 3개도 이탈이 진행되고 있음을 알게 되었다.

관계 기술자들과 함께 대책 수립에 들어갔고 우선 열전달 완충판을 제거하는 방안에 대한 평가에 들어갔다.

해외 전문 기관인 웨스팅하우스, 프라마툼 및 독일 기술검사협회(TUV)의 평가 결과 열전달 완충판을 제거하여도 안전성에는 아무 문제가 없다는 결론을 얻었다.

울진 5,6호기 기본 모델인 미국의 팔로버디 1호기에서도 시운전 기간중 열전달 완충판 1개가 이탈되어 나머지 3개를 모두 제거하였으며, 당시 건설중이던 팔로버디 2,3호기도 열전달 완충판을 모두 제거한 후 정상 운전중에 있음을 알

**〈표〉 울진 5,6호기 사업 추진 일정**

주요 일정	5호기	6호기
건설 기본 계획 확정	1994. 9. 16	
주계약 체결	1996. 11. 22	
주설비 공사 계약 체결	1997. 4. 16	
전원 개발 사업 실시 계획 변경 승인 취득	1998. 5. 6	
부지 정지 공사 착수	1998. 9. 11	
본관 기초 굴착	1999. 1. 4	
건설 허가 취득	1999. 5. 17	
최초 콘크리트 타설	1999. 10. 1	2000. 9. 28
원자로 설치	2001. 6. 21	2002. 7. 12
전원 가압	2002. 4. 16	2003. 3. 27
상온 수압 시험	2003. 2. 13	2004. 1. 7
고온 기능 시험	2003. 6. 10	2004. 5. 15
핵연료 장전	2003. 10. 20	2004. 11. 12
준공	2004. 7. 29	2005. 4. 22

게 되었다.

울진 5호기 운영에 대한 투명성을 확보하기 위해 열전달 완충판 육안 검사시 지역 주민과 반핵 단체가 직접 참관토록 하기도 하였으며, 이와 같은 과정을 거쳐 열전달 완충판 제거에 대한 규제 기관의 승인을 거쳐 2004년 4월 울진 5,6호기 열전달 완충판을 제거하였다.

2004년 5월 시운전이 재개된 후 출력을 상승시키면서 시운전 시험을 계속하여 가장 어려운 시험인 50%, 80% 및 100% 출력에서의 부하 탈락 시험을 성공적으로 완료했다.

그리고 국내 최초로 4시간 동안의 소내 부하 운전 시험을 완벽하게

수행하여 터빈 발전기의 확실한 성능을 입증하였다.

특히 소내 부하 운전 시험 전 관련 기술자들이 우려했던 터빈 발전기 진동 문제도 발생치 않아 발전소 비상시의 안전성과 신뢰도도 확보된 것으로 판명되었다.

울진 5호기와 근 1년 시차로 시운전이 진행된 울진 6호기는 울진 5호기의 경험을 바탕으로 시운전 시험이 아주 순조롭게 진행되었다.

시운전 기간중 직원들의 철저한 준비 및 탁월한 기술 능력과 피나는 노력으로 이루어낸 성과이다.

드디어 울진 5호기는 2004년 7월 29일 준공을 맞게 되었으며, 울진 6호기는 최초 콘크리트 타설부



터 준공까지의 기간이 55개월로 국내 원전 건설 사상 가장 짧은 기록을 보이며 2005년 4월 22일 준공을 맞이하게 되었다.

**자랑스런 울진 5,6호기의 얼굴**

울진 5,6호기는 경제성과 안전성이 대폭 향상된 발전소이다. 초콘크리트 타설에서 준공까지의 건설 공기가 울진 5호기는 57개월, 울진 6호기는 55개월로 지금까지 국내에서 건설된 같은 급의 발전소에 비해 공사 기간이 가장 짧아 경제성이 대폭 향상되었음은 물론 설비 개선도 크게 이루어졌다.

우선 발전소 보호 계통의 디지털화로 운전성과 보수성이 향상되었고, 기존 12개월의 연료 장전 주기를 18개월 이상 장주기로 채택해 발전소 이용률을 극대화 하였다.

또 증기발생기 세관 재질을 인코넬 600에서 690으로 변경해 설비의 내구성과 안전성을 확보하였다.

방사선 연간 허용 피폭치도 세계적인 추세를 선도적으로 적용하여 국제방사선방호위원회(ICRP)의 권고에 적합하게 맞춰, 작업자는 연간 50mSv에서 20mSv로, 일반인은 연간 5mSv에서 2mSv로 낮추었다.

다시 말하면, 설계 단계에서 방사선 피폭 가능성을 과거에 비해 대폭 줄여 우리 직원과 발전소 주변

지역 주민에 대한 방사선 보호 기능을 대폭 강화시켰다는 것이다.

시공상 특징도 있다. 시공 업무의 핵심이기도 하면서 가장 어려운 원자로 냉각재 배관 용접을 역대 선행 호기 동일 배관 용접사상 가장 짧은 기간(205일)에 완료하였으며, 게다가 거의 완벽에 가까운 용접 상태(결합률: 0.1%)를 보였다.

또한 옥외 매설물을 지하 공동구에 집중 설치함으로써 기자재 이동 통로를 조기에 확보하여 시공 생산성을 향상시켰으며, 건설 도로의 조기 포장을 통해 먼지 발생으로 인한 각종 정밀 기기의 오염을 방지하여 원전의 품질 확보에 크게 기여하였다.

또 하나의 큰 특징은 원전에 대한 국민의 불신 해소와 알 권리 충족을 위해 일반 내방객이 발전소 내부를 직접 볼 수 있는 관람 통로를 설치하여 발전소 운영 현장 견학이 가능토록 하였다.

**맺음말**

사업 초기부터 시운전까지 크고 작은 시련을 모두 극복하고 성공적으로 울진 5,6호기를 준공하게 된 것은, 무엇보다도 사업 참여자 모두가 개인의 사생활을 희생하면서까지 보여준 사명감과 책임감의 결실이라 생각한다. 다시 한번 이 지면을 통해 모든 사업 참여자에게 감사

의 말을 전하고 싶다.

또한 국내 업체의 우수한 기술진들이 자체적으로 설계, 제작, 시공 및 시운전을 수행한 것은 한국표준형 원전의 우수성을 다시 한번 대내외에 알리는 계기가 되었다.

역동적인 성장을 구가하고 있는 중국, 베트남, 루마니아 등의 해외 지역에 우리의 원자력 기술이 본격적으로 진출할 날이 멀지 않았음을 알리고 있다.

울진 5,6호기 준공으로 원전 건설 기술 능력이 세계 최고임이 입증된 바, 이러한 경험과 기술이 신고리 1,2호기, 신월성 1,2호기에 접목된다면 우리나라는 안전성과 신뢰성이 가장 향상된 발전소를 소유하게 됨은 물론 가장 경제적으로 발전소를 건설할 수 있을 것을 믿어 의심치 않는다.

울진 5,6호기가 준공됨에 따라 우리나라는 20기의 원전을 보유하게 되었으며, 특히 원전 2기가 추가로 가동됨에 따라 연간 152억kWh의 전력을 추가 생산하면서 연간 약 7억6000만 달러(베럴당 40\$ 기준)의 유류 대체 효과를 가져와 외화 절감에도 크게 기여함은 물론, 지난 2월 교토의정서에 의해 발효된 기후변화협약의 온실 감축 효과는 석탄 화력 대비 약 1,280만톤에 이르게 되어 온실 가스 감축 의무 이행에 큰 도움이 될 전망이다. ☞