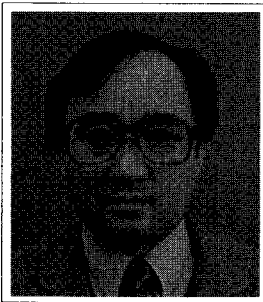


울진 원자력 5·6호기의 건설계획과 전망

양 태 은

한전 원자력건설처 신규사업추진실 실장



울진 5·6호기의 주기기 공급 및 종합 설계 용역에 대한 계약이 96년 11월 22일 한국전력공사와 한국중공업(주) 및 한국전력기술(주)간에 각각 체결되어 사업 추진을 위한 골격이 마련되었다.

울진 3·4호기 인접 부지에 1,000MW급 가압 경수로(PWR)로 건설될 울진 5·6호기는 97년 10월에 착공에 들어가 5호기는 2003년 6월에, 6호기는 2004년 6월에 각각 준공될 예정인데, 총 6년 9개월의 건설 기간에 총공사비 3조3천억원이 소요될 전망이다.

국내 기술진 및 연인원 1,000만명의 건설 인원을 동원하여 건설하게 될 울진 5·6호기에 대한 사업 특성, 추진 경위, 사업 추진 체계, 설계 내용 등을 살펴본다.

한

국 표준형 원전의 반복 건설로 추진되는 울진 5·6호기는, 선행 호기의 건설 과정에서 확보된 설계·제작·시공 및 시운전에 이르기까지 자립된 기술을 사용하고, 아울러 선행 호기에서 외국 기술에 의존해 왔던 원자로 내부 구조물 및 제어봉 구동 장치의 설계까지도 국내 업체가 수행키로 되어 있어, 국가 경쟁력 향상에 크게 기여할 뿐 아니라 차세대 원전 건설의 교

량 역할을 하게 된다.

울진 5·6호기의 사업적 특성을 포괄적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 세계무역기구(WTO) 체제에 대비하여 일원화된 원자로 계통 설계 체제로 운영된다.

원자력 산업의 국가 경쟁력 제고를 위해 정부는 원자로 계통 설계 업무를 한국원자력연구소에서 한국전력기술(주)로 이관토록 조정하였으며, 이에 따라 울진 5·6호기는 최초로

조정된 사업 체제로 설계 업무를 수행하게 된다.

둘째, 국내 차세대 원전 건설의 교량 역할을 하게 된다.

우리 나라는 85년부터 국가 차원에서 원전 기술 자립을 위해 기관별로 역할 분담을 하여 추진해 온 결과 95년말 이미 95%의 기술 자립을 이룩하였으며, 영광 5·6호기의 건설을 통해 그동안 해외 업체에 의존해 왔던 원자로 내부 구조물(Reactor Internal) 및

제어봉 구동 장치(Control Element Drive Mechanism) 등의 원자로 계통 주요 핵심 기기에 대해서도 국내 업체가 제작·공급할 수 있게 되었다.

여기에서 올진 5·6호기에서는 제작뿐 아니라 설계까지도 국내 업체가 수행키로 되어 있어, 명실 공히 원자로의 핵심 설계 및 제작 기술을 확보하게 되어 국내 차세대 원전 건설의 중요한 발판 및 교량 역할을 하게 된다.

셋째, 신기술을 적용한 설계 개선을 통해 안전성 및 신뢰성을 크게 향상시켰다.

올진 5·6호기는 장주기 노심 설계의 채택, 증기발생기 세관의 개선, I&C 설비 개선, 강화된 허용 피폭치를 설계에 반영하여 안전하고 신뢰성 있는 발전소 건설을 목표로 하고 있다.

넷째, 국내 최단 공기로 건설된다.

최초 콘크리트 타설에서 인수 성능 시험 완료까지의 건설 기간을 56개월로 설정·추진하여 국가 경쟁력을 크게 제고시켰다.

다섯째, 올진 지역 발전에 큰 기여를 하게 된다.

현재까지 올진 지역 사회 발전을 위해 복지 회관이나 체육관 건립, 주변 지역 전기 요금 보조, 복지 자금 지원, 학교 교육 기자재 및 장학금 지원 등에 총 136억원 규모의 지역 지원을 실시한 바 있으며, 앞으로도 올

진 공항 터미널 신축 등 특별 지원 사업을 올진 지역과 협의하여 적극 추진할 예정이다.

또한 올진 군민을 직원으로 채용시 우대하고, 건설 현장에 투입되는 노동 인력도 수천명 규모의 현지 주민이 채용될 예정이므로 지역 경제의 활성화에 기여하게 될 것이다.

추진 경위

93년 11월 수립된 장기 전력 수급 계획에 따라 시작된 올진 5·6호기의 건설 사업은 대내외적으로 사업 추진 환경이 급변하는 시기에 착수되었다.

국내적으로는 국민의 삶의 질이 향상되면서 환경에 대한 관심이 고조되고 지자체의 본격 실시에 따라 국민의 욕구가 다양하게 분출되기 시작하였다.

국제적으로는 탈냉전 이후 세계 질서가 군사·이념 위주에서 경제·기술력 중심으로 재편되면서 우루과이 라운드(UR) 협상의 타결, 세계무역기구(WTO)의 출범 등으로 개방화·세계화·정보화의 급속한 진전과 함께 국가 경쟁력 강화를 위한 무한 경쟁 시대로 전환되는 시기였다.

이러한 환경 변화 속에서 출발한 올진 5·6

호기는 건설 사업에 대한 지역 주민의 설명회를 거쳐 94년 9월 건설 기본 계획이 확정되었으며, 그해 11월 사업 세부 추진 계획이 수립되었고, 95년 6월에는 원자로 설비, 터빈 발전기 공급 및 종합 설계 용역에 대한 공급 제의 요청서를 발급, 95년 8월 공급 제의서를 접수하여 기술성 평가 및 계약 협상에 착수하게 되었다.

계약 협상 도중인 96년 1월 국가 차원의 원자력 추진 체계를 마련하여 보고하라는 대통령의 지시에 따라 정부는 원전 사업 체제 조정 작업에 들어갔으며, 아울러 올진 5·6호기의 계약도 정부의 원전 사업 체제 조정과 연계하여 추진하게 되었다.

96년 6월 정부는 제245차 원자력 위원회에서 원자로 계통 설계 업무를 한국원자력연구소에서 한국전력기술(주)로 이관한다는 원자력 사업 추진 체제 조정 방안(안)을 의결하고 원자

【표 1】 올진 5·6호기 사업 수행 내용

일 자	사업 수행 내용
93. 11.	장기 전력 수급 계획 확정(정부)
94. 8. 26	건설 사업 지역 주민 설명회 실시
94. 9. 16	건설 기본 계획 확정(이사회)
94. 11. 15	건설 세부 추진 계획 확정
95. 6. 10	기기 공급 제의 요청서 발급
95. 8. 29	주기기 공급 제의서 접수
95. 12. 21	환경 영향 평가 주민 공청회 개최
96. 4. 29	환경 영향 평가서 정부(통상산업부) 제출
96. 6. 25	원전 사업 체제 조정(제245차 원자력위원회)
96. 11. 22	주기기 공급 및 종합 설계 용역 계약 체결

력 사업 이관을 위한 실무 작업에 착수하였다.

원자로 계통 설계 수행 주체가 한국원자력연구소에서 한국전력기술(주)로 변경됨에 따라 계약서 내용 검토 및 협상도 이에 발맞추어 변경 수행되었고, 96년 11월 원자로 설비, 터빈 발전기 공급 및 종합 설계 용역에 대한 계약이 한국전력공사와 한국중공업(주) 및 한국전력기술(주)간에 각각 체결되기에 이르렀다.

그동안의 울진 5·6호기 사업 수행 내용을 순서대로 정리해 보면 <표 1>과 같다.

주계약이 체결됨에 따라 앞으로의 사업 수행도 빠르게 진행될 것으로 보인다.

울진 5·6호기는 최초 콘크리트 타설부터 성능 시험 완료까지의 건설 기간을 56개월로 설정 추진하고 있는데, 이는 한국 표준형 원전인 울진 3·4호기보다 4개월이 단축된 일정이다.

주요 공정은 <표 2>와 같다.

그러나 최근의 3D 직종을 기피하는 사회적 현상에 따라 건설 인력 확보

에 차질이 우려되고, 인허가 추진 과정에서도 지역 민원이 급증하고 다양화되는 등의 어려움이 따르고 있다.

이러한 어려운 사업 여건을 극복하고 품질을 확보하며 공정을 준수하기 위해 다음 사항을 중점적으로 검토하여 사업에 반영할 예정이다.

첫째, 설계, 기자재 구매, 시공에 이르기까지 업무의 생산성을 제고하여 효율적인 사업 추진이 되도록 할 것이다.

둘째, 설계시부터 시공성을 최대한 고려하여 설계토록 할 것이다.

셋째, 사업 수행 체제를 합리화하도록 할 것이다.

넷째, 불필요한 설계 변경을 최소화하도록 할 것이다.

다섯째, 시공시 신공법을 적극 수용하고 철저한 시공 관리로 재시공이 없도록 할 것이다.

이상과 같은 사항을 사업 관리자 및 관련사가 함께 인식하고 긴밀한 협조 체계를 유지하며 노력한다면 사업 목표를 순조롭게 달성하리라 본다.

사업 추진 체제

울진 5·6호기는 한국전력공사가 종합 사업 관리를 수행하고, 분야별로 국내 업체가 주계약자로 참여하고 있다.

국내 업체들의 분야별 참여 내용을 살펴보면, 종합 설계는 한국전력기술(주)가, 원자로 설비 및 터빈 발전기 공급은 한국중공업(주)가 참여하고 있는데, 한국중공업(주)가 공급하는 원자로 설비 중 계통 설계를 한국전력기술(주)가 하도급 계약으로 참여하고 있다.

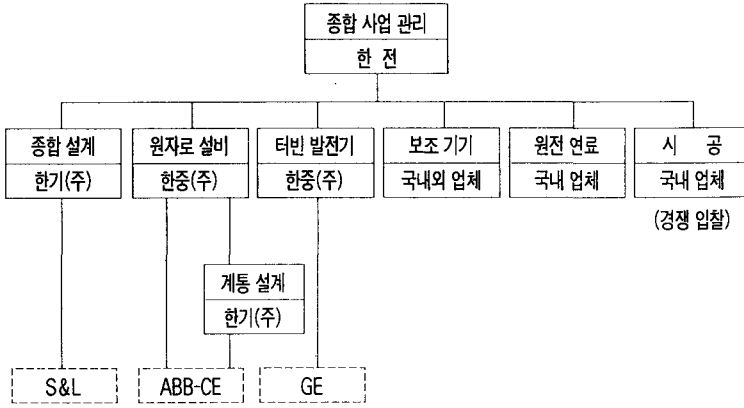
선행 호기의 경우 한국원자력연구소가 원자로 계통 설계를 수행하였으나, 정부의 원전 사업 체제 조정에 따라 울진 5·6호기부터 한국전력기술(주)가 원자로 계통 설계의 수행 주체가 된 것이다.

보조 기기 구매는 발전소 설계 및 건설 공정에 맞추어 한국전력공사가 국내의 업체로부터 직접 구매하게 되며, 원전 연료 공급 계약은 아직 이루어지지 않았으나 국내 업체가 수행하는 것을 원칙으로 하고 있으며, 시공도 국내 업체를 대상으로 경쟁 입찰에 의해 참여자를 선정할 계획으로 있다.

미자립된 일부 설계 분야를 위해서 외국 전문 업체가 자문 역할로 참여하고 있는데, 종합 설계에는 서전트 앤드 런던(S&L)사가, 원자로 계통 설계에는 컴버스천 엔지니어링(CE)

<표 2> 울진 5·6호기 주요 공정

구분	기본 계획 확정	본관 기초굴착	최초 콘크리트	원자로 설치	핵연료 장전	성능 시험 완료
5호기	● (94. 9)	○ (97. 10)	○ (98. 7)	○ (2000. 3)	○ (2002. 8)	○ (2003. 2)
6호기	● (94.9)	○ (97. 10)	○ (99. 1)	○ (2000. 10)	○ (2003. 6)	○ (2004. 2)



〈그림〉 울진 5·6호기 사업 추진 체제

사가 참여하고 있다.

또한 설비 공급 분야에는, 원자로 설비 공급 분야에 컴버스천 엔지니어링(CE)사가, 터빈 발전기 공급 분야에는 제너럴 일렉트릭(GE)사가 참여하고 있다.

울진 5·6호기의 사업 추진 체제는 〈그림〉과 같다.

주요 설계 내용

울진 5·6호기는 영광 5·6호기를 참조 발전소로 하되 부지 특성은 울진 3·4호기를 참조로 하며, 선행 호기의 설계 개선 사항과 원전 설계 표준화 3단계 사업 결과에 따른 설계 개선 사항을 반영하여 설계하고 있다.

또한 현 울진 1·2·3·4호기를 포함하여 총 6기를 수용한다는 전제 하에 기존 울진 부지 및 공용 설비를 최대한 활용할 수 있도록 설계된다.

울진 5·6호기의 주요 설계 기준과 설계 개념, 선행 호기 대비 개선된 설계 내용을 살펴본다.

1. 설계 기준

가. 설계 목표

울진 5·6호기는 다음의 설계 목표를 만족할 수 있도록 설계한다.

- ① 원자로 출력 및 발전소 전출력을 전수명 기간 동안 유지
- ② 안전하고 신뢰성이 있으며 경제적으로 전력을 생산
- ③ 운전 및 정지시 정비 및 검사 용이
- ④ 폐기물 저장·처리 및 처분 요건을 충분히 만족
- ⑤ 안전 정지 지진(SSE) 및 단일 고장(Single Failure)을 전제로 하여 외부 전원 공급 없이 발전소 안전 정지가 가능
- ⑥ 사고의 가능성 및 사고 후 영향, 특히 방사성 물질의 방출을 일으킬

수 있는 사고의 가능성과 사고의 영향을 최소화

⑦ 발전소 주변 환경 영향(온배수 등)을 최소화

⑧ 각 호기당 비상 노심 및 20년간 교체분의 사용후 연료 저장이 가능

⑨ 발전소 설계 수명은 정상 출력 운전 상태에서 40년

⑩ 소내 부하 운전(House Load Operation)이 가능

⑪ 발전소 가동률은 80% 이상(18개월 장주기시는 87% 이상)

나. 설계 등급 분류 및 적용 기준

울진 5·6호기의 구조물·계통 및 기기에 대한 설계 등급 분류 및 적용 기준을 살펴보면, 내진 설계 범주의 경우 국내 관련 법규에 의거하여 분류하되, 불명확할 경우에는 미국의 10CFR50, 10CFR100과 RG1.29에 의거 분류한다.

품질 그룹 분류는 증기·물 및 방사성 물질을 포함하는 계통 및 기기의 경우 RG1.26을 따르고, 품질 등급은 모든 구조물·계통 및 기기를 대상으로 안전성 관련 품목(Q), 안전성 영향 품목(T), 신뢰성 관련 품목(R) 및 일반 산업 품목(S)으로 분류한다.

안전 등급은 국내 관련 법규(과학기술처고시 제94-10호) 및 기술 기준에 따라 분류하되 불명확할 경우에는 ANSI/ANS 51.1에 의거 분류하고, 품질 보증 기준은 국내 관련 법규, 미국의 10CFR50 Appendix B



울진 원자력발전소 1~6호기 조감도

및 한국전력공사 품질 보증 규정을 따른다.

다. 인허가 기준

인허가 기준은 94년 12월 31일 현재 유효한 국내 및 미국의 법규 및 규제 지침을 적용하고, 국내 및 미국의 인허가 요건이 상충되는 경우에는 국내 인허가 요건을 우선 적용하되 필요시 미국 인허가 요건을 상호 보완적으로 적용하며, 아울러 94년 12월 31일 이후 개정 또는 신규 제정된 인허가 요건에 대해서도 적용 여부를 검토한 후 설계에 반영할 계획이다.

특히 울진 5·6호기에서는 국내 최초로 국산 기술 기준으로 개발된 전력 산업 기술 기준(KEPIC)을 가능한 한 반영할 계획이다.

라. 안전성 관련 계통 설계 요건

안전성 관련 계통은 안전 기능의

작동 가능성을 운전중에 확인할 수 있도록 하며, 운전원의 실수를 최소화할 수 있도록 설계하고, 또한 충분한 다중성과 독립성을 갖도록 설계하고, 한 호기의 고장이 다른 호기에 영향을 미치지 않도록 설계한다.

2. 주요 설계 개선 사항

울진 5·6호기는 선행 호기의 설계·건설·운전중에 도출된 설계 개선 사항과 새로운 안전 규제 기준을 반영하였다.

아울러 건설 기간 동안 새로이 개선이 요구되는 사항에 대해서도 사업에 큰 영향이 없는 한 지속적으로 검토하여 반영 조치할 계획이다.

가. 장주기 노심 설계 채택

노심 설계를 선행 호기의 12개월, 4 Batch 단주기 노심에서 초기 노심

15개월, 평형 노심 18개월의 3 Batch 장주기 노심 설계로 개선하였다.

이의 개선을 통해 종사자의 방사선 피폭 및 폐기물의 발생량이 저감되고, 발전소의 이용률이 크게 향상될 것으로 기대된다.

나. 증기발생기 세관 개선

증기발생기 세관 재질을 Inconel-600에서 Inconel-690으로 변경하여 내구성과 안전성을 향상시켰다.

증기발생기 세관 재질의 변경에 따른 증기발생기의 Overall Dimension에는 변화가 없으며, 세관 다발의 높이가 13인치, 세관 수량이 126개, 셀의 직경이 1인치 각각 증가하였고 증기발생기의 중량은 7톤이 감소하였다.

다. ICRP-60을 설계에 반영

방사선 연간 피폭 제한치를 50mSv에서 20mSv로 강화한 국제방사선방호위원회(ICRP)의 권고 사항(ICRP-60)을 설계에 반영하여 안전성을 제고시키고, 발전소 종사자의 방사선 피폭을 최소화하도록 하였다.

라. 발전소 주요 건물에 방문자 통행로 신설

울진 5호기의 핵연료 건물 내부, 주계열실, 터빈 발전기 건물의 내부를 연속적으로 관람할 수 있는 통행로를 신설하여 원전 운영의 투명성을 확보키로 하였다.

마. 원자로 보호 계통 설계 개선

발전소 보호 계통을 디지털화하고

발전소 감시 계통의 컴퓨터 설비를 개선하여 운전성 및 보수성을 향상시키기로 하였다.

바. 옥외 매설물을 지하 공동구에 설치

울진 5·6호기는 현장 부지 여건이 협소하기 때문에 이를 효율적으로 활용할 수 있는 방안의 하나로 지하 공동구를 설치, 옥외 매설물 공사를 본관 건물 공사와 중첩되지 않도록 할 예정이다.

또한 기자재 반입 도로의 조기 가포장으로 기자재 통행을 원활하게 하여 시공성을 향상시키고, 건설 현장을 청결하게 하여 작업 능력을 향상시킬 뿐 아니라, 건설 완료 후 운전 및 보수 점검이 용이하도록 하였다.

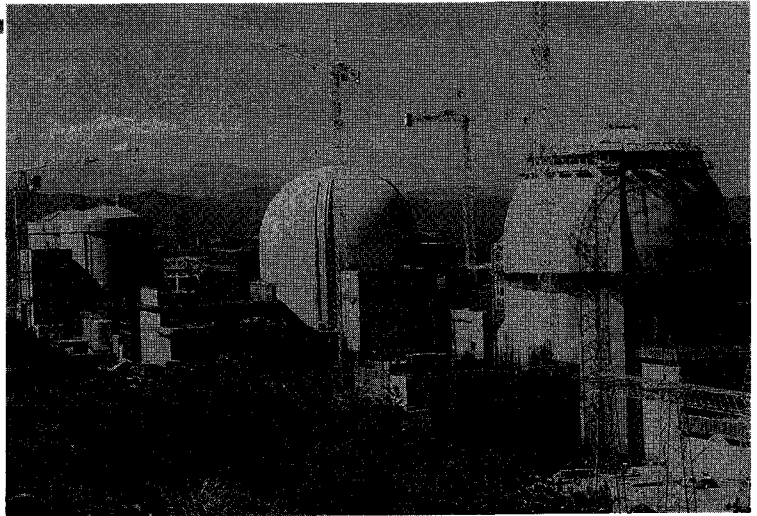
사. 발전소 난방 방식 변경

선행 호기의 경우 터빈 건물만 전기 난방 방식을 적용하고 있으나, 울진 5·6호기는 발전소 전체를 온수 난방에서 전기 난방 방식으로 변경하여 계통 설비의 단순화를 통한 협소 공간 문제 해소 및 유지 보수를 편리하게 하였고, 계통 제어를 용이하게 하여 운전성을 향상시켰다.

이외에도 증기발생기 계통의 접근 및 검사 편이 설비 설치, 1차 보조 건물의 승강기 접근 통로 확장 등 많은 설계 개선 내용이 있다.

향후 전망

현재 초기 설계 및 기자재 구매 업



건설중인 울진 원자력 3·4호기

무가 본격적으로 진행되고 있으며, 97년초에는 주설비 시공 계약이 체결될 예정이고, 97년 10월 1일 순조로운 착공을 위해서는 앞으로 정부 및 울진군으로부터 관련 인허가를 획득해야 한다.

특히 울진군으로부터 건축 허가를 적기에 취득할 수 있도록 울진군과 지역 지원 계획 협의를 본격화하고, 언론 및 주민 홍보에도 역점을 둘 예정이다.

현 지역지원법에 따른 울진 지역의 특별 지원금 규모는 총 318억원이며, 이를 효율적으로 추진하기 위해 지역 대책협의체를 구성, 특별 지원 계획을 적기에 확정할 예정이다.

맺는말

우리 나라의 에너지 상황을 살펴보면 우리의 부존 에너지 자원은 개발이 거의 끝난 수력 에너지와 저열량 소규모의 무연탄이 전부이다.

따라서 우리 나라는 소요 에너지의

95% 이상을 수입으로 충당하고 있으며, 앞으로도 총에너지 수요의 증가에 따라 에너지 자원의 수입 의존도는 더욱 높아질 것으로 전망된다.

반면 지금 우리의 경제는 세계 무역의 급격한 변화 속에서도 성장·수출·투자 등 모든 면에서 활력이 넘치는 모습을 보이고 있어, 2000년대에는 에너지 소비량이 급격히 증가하여 지금보다 거의 두 배에 이를 것으로 전망된다.

에너지 산업을 둘러싼 여건에도 많은 변화가 있을 것으로 예상된다.

국민들의 삶의 질에 대한 욕구가 강해지면서 가스·전기 등 상대적으로 깨끗한 에너지로의 전환이 빠르게 진행될 것이고, 쾌적한 환경에 대한 욕구가 높아질 것이다.

이러한 여러 가지 상황을 고려해 볼 때 경제 발전과 국민 생활 향상을 뒷받침하기 위한 에너지의 안정적인 공급은 대단히 중요한 과제이며, 깨끗하고 경제적인 원자력발전소의 지속적 건설이 필요한 실정이다. ☞