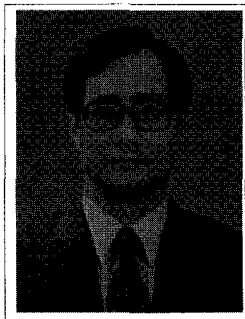
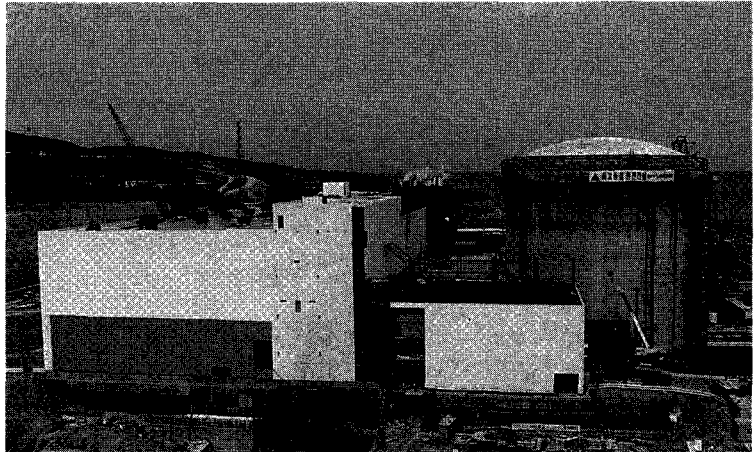


# 월성 원자력 2호기 건설사업

## 추진 경위와 전망

70만kW급 가압 중수로형 원전(CANDU-PHWR)으로 건설되고 있는 월성 원자력 2호기가 오는 6월의 상업 운전을 목전에 두고 있다. 월성 2호기가 준공되면, 우리나라의 원전 설비 용량은 1천만kW를 돌파하게 된다. 한국전력공사의 종합사업 관리하에 건설 추진되어 온 월성 2호기는 충분한 운전 경험을 통해 그 안전성과 신뢰성이 입증된 CANDU-600과 동일한 노형으로, 월성 1호기 건설 이후의 설비 개선과 최신 기술 기준 및 강화된 인허가 요건을 적용하여 발전소 안전성과 신뢰성을 제고하였으며, 선행 호기의 건설 경험을 최대한 활용하여 공정 계획을 수립·추진하여 왔다. 그간의 건설 경위 등을 특징별로 살펴본다.



### 오 재 식

한국전력공사 원자력건설처  
월성 2·3·4호기 사업관리역

### 요점

2호기는 에너지원 다원화와 90년대 후반의 안정적인 전력 공급을 위하여 89년 4월에 확정된 장기전원개발계획에 따라 70만kW급 가압 중수로형 원전(CANDU-PHWR)으로 건설을 추진하게 되었다.

77년 5월에 착공, 83년 4월에 준공하여 지금까지 훌륭한 운전 실적을 보이고 있는 월성 1호기와 당초 동시 건설을 추진하다, 재원 조달 문제 등 당시의 사정에 따라 건설이 보류된 바 있으나, 1호기 건설시 향후 2호기 건설을 고려하여 기투자된 공용 설비 활용 및 월성 1호기의 높은 안전성과 신뢰성 등을 고려하여 1호기와 동일

노형으로 건설을 추진하게 된 것이다.

### 한전이 사업 추진 주도

월성 2호기 건설은 89년 5월에 기본 계획을 확정하고 구체적인 사업 추진을 위한 세부 추진 계획을 수립하였는데, 캐나다원자력공사(AECL)에 일괄 도급 방식(turn-key)으로 발주하여 건설한 1호기와 달리, 한국전력공사의 종합사업 관리하에 분야별로 국내외 업체에 분할 발주하고, 한국전력공사가 건설 전반을 주도하는 사업 체제로 운영토록 하였다(그림 1).

이러한 사업 추진 방침에 따라 국내외 관련사에 분야별 공급 제의 요청서를 발급하고 주요 계약 체결을 위한 작업에 착수하게 되었다.

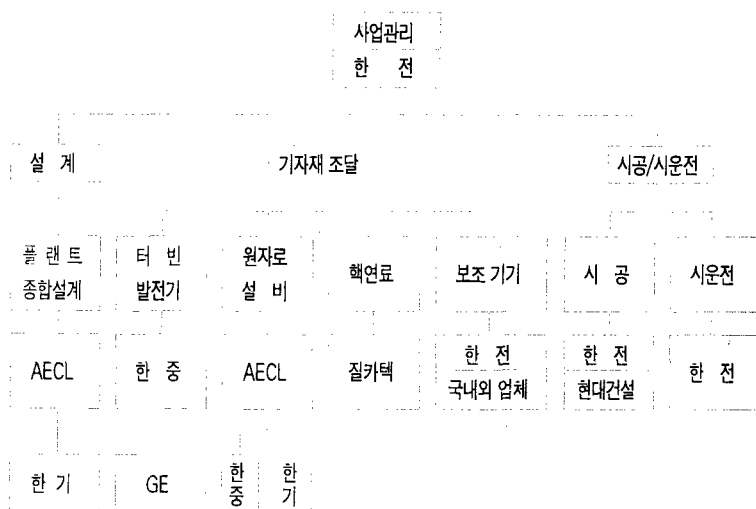
응찰서 평가 및 계약 협상 등을 거쳐 90년 12월 AECL과 플랜트 종합설계 및 원자로 설비 공급 계약을 체결하였으며, 터빈 발전기 공급은 91년 3월 한국중공업(주)와 계약을 체결하였다.

또한 AECL이 공급하는 플랜트 종합설계 및 원자로 설비 공급에는 한국전력기술(주)와 한국중공업(주)를 하도급 업체로 참여토록 하여 중수로 원전 건설의 기술 자립과 국산화율 제고를 추진하고 있으며, 시공 분야는 현대건설(주)가 참여하여 건설 공사를 담당하고 있다.

### 월성 1호기 경험 최대 활용

월성 2호기는 충분한 운전 경험을 통해 국내외적으로 안전성과 신뢰성이 입증된 CANDU-600과 동일한 노형으로, 월성 1호기를 통한 동일 부지 조건의 건설 경험을 보유하고 있을 뿐만 아니라, 1호기 건설 이후의 설비 개선과 최신 기술 기준 및 강화된 인허가 요건을 적용하여 발전소 안전성과 신뢰성을 제고하였다.

또한 동일 설계 개념에 따른 설계 기간 단축과 입지 확보 및 부대 시설 여건 조성을 위한 준비 기간 단축 등 선행 호기의 건설 경험을 최대한 활



(그림 1) 월성 2호기 사업 운영 기본 체제

용함으로써, 1호기 건설 기간인 72개월보다 짧은 69개월에 건설하도록 공정 계획을 수립하였다.

시작으로 구조물 축조에 돌입하여 동년 12월에는 21일간의 연속 콘크리트 타설 끝에 원자로 건물의 벽체 축조를 완료하였다.

### 완벽한 인허가 취득후 공사 착수

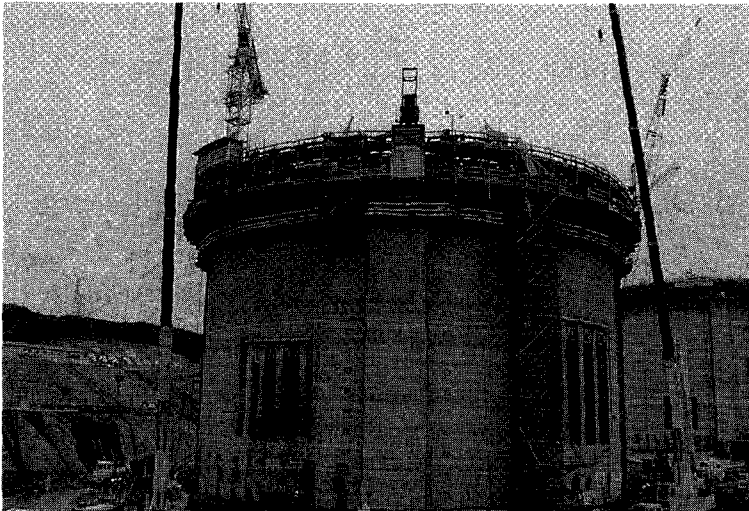
주계약 체결 이후 전기사업법·원자력법 등 관련 법규에 따른 인허가를 추진하여 부지 사전 승인, 제한 공사 승인, 공사 계획 인가, 환경 영향 평가 협의, 건축 허가 등 공사 착공 전에 취득하여야 할 중앙 및 지방 관청의 모든 인허가를 완료하고, 91년 10월 9일 본관 기초 굴착 공사를 시작으로 6년여의 공사에 착수하게 되었다.

또한 92년 8월 28일 과학기술처로부터 건설 허가를 취득하고, 곧 이어 원자로 건물 기초 콘크리트 타설을

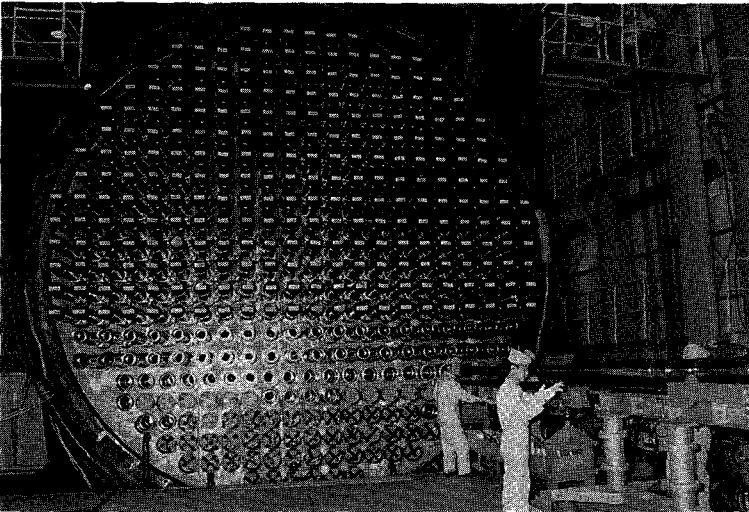
### 슬립폼 공법 활용

원자로 건물은 하부 기초, 기초, 건물 벽체, 상하부 덤으로 구성된 높이 51.28m, 내경 41.4m, 벽체 두께 1.07m의 철근 및 PS 콘크리트 구조물로서, 원자로 건물 공사의 가장 핵심인 원자로 건물 벽체 축조는 특수 공법(slipform)을 활용하였다.

슬립폼 공법이란 콘크리트를 계속 타설할 수 있는 일정한 형태의 거푸집을 만들어 jacking 시스템을 이용하여 거푸집을 상향으로 조금씩 이동시키면서 단시일 내에 원자로 외벽



원자로 건물 벽체 축조



원자로 압력관 조립

콘크리트 구조물을 만들어 가는 공법으로서, 중수로형은 경수로형과 달리 liner 플레이트를 사용하지 않으므로 이음매 없는 구조물을 축조하여 효과

적으로 방사능을 차폐할 수 있도록 되어 있다.

93년부터는 원자로 건물 내부 구조물 공사를 비롯하여 터빈 건물, 보

조 건물 등 전체 본관 건물 공사를 본격적으로 추진하였고, 93년 10월 마침내 원자로 건물 상부 돔 콘크리트 타설을 완료함으로써 월성 원전 단지에 또 하나의 원자로 건물이 웅장한 자태를 드러내게 되었다.

**원자로 도착으로 공사 활기**

칼란드리아라 불리는 원자로가 캐나다에서 제작되어 93년 10월 현장에 도착함에 따라 별도의 원자로 조립 건물로 옮겨 핵연료 압력관 조립에 착수하였는데, 원자로 건물 외부에 임시로 축조한 원자로 조립 건물에서 원자로를 조립함으로써 원자로 건물 내의 각종 구조물 공사와 병행 추진할 수 있었을 뿐 아니라, 항온·항습의 clean room에서 작업을 수행함에 따라 시공 품질 향상과 공기 단축에 크게 기여하게 되었다.

원자로 조립 건물에서 핵연료 압력관 조립이 완료된 원자로는 조립 전 270톤의 무게에서 핵연료 압력관 등을 조립함으로써 약 470톤으로 증가하였다.

월성 1호기 건설시에는 조립 건물에서 원자로 설치 위치까지 레일을 깔아 윈치를 이용하여 운반하였으나, 월성 2호기는 보다 안전하게 운반하기 위하여 600톤 transporter를 이용하여 원자로 건물의 정위치로 옮겨 설치하였으며, 이후 가압기·증기발생기 등 주요 기기를 잇달아 설치하

면서 본격적인 기자재 설치 공사에 돌입하였다.

**철저한 사전 준비로 시운전**

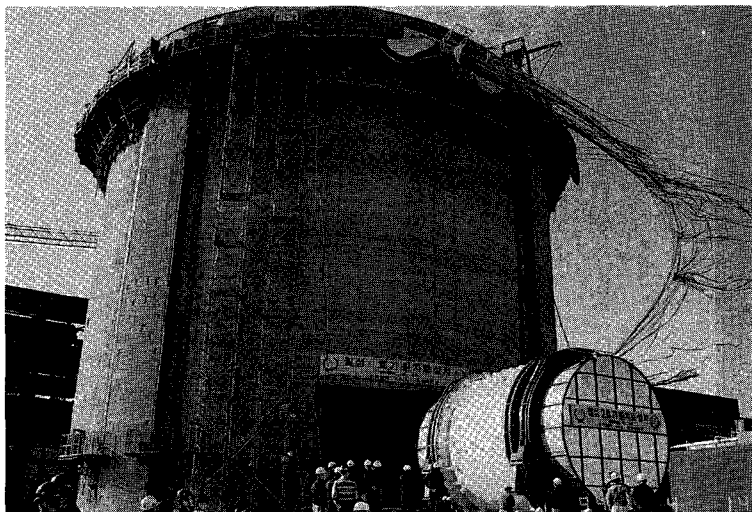
발전소 건설 품질 및 신뢰성을 최종적으로 확인하고 사소한 결함도 용납 않는 완벽한 시운전을 위하여, 94년 1월에 시운전 조직을 발족하여 시운전 요원의 훈련과 약 1,200건에 달하는 시험 절차서 개발 등 시운전에 대비한 사전 준비를 하였으며, 95년 10월에 시운전 전원을 가압함으로써 본격적인 시운전에 착수하게 되었다.

96년 4월에 원자로 냉각재 계통 시운전 시험을, 6월에 원자로 건물 구조물 건전성 시험(SIT)과 종합 누설률 시험(ILRT)을 완료하였고, 7월에 상온 수압 시험, 9월에 고온 기능 시험을 완료하였다.

또한 96년 11월 2일 과학기술처로부터 월성 2호기 운영 허가를 취득하고, 11월 6일부터 22일까지 초기 연료로 4,560개의 연료 다발을 장전하였으며, 이어 97년 1월 27일에 원자로가 초기 임계에 도달하였고, 저출력 노물리 시험 등 제반 시험을 거쳐 마침내 계통 병입을 하게 되었다.

**원전 설비 1,000만kW 돌파**

오는 6월 월성 2호기가 준공되면 운전중인 원자력 발전 설비는 12기에 1,000만kW를 돌파하게 된다.



원자로 설치

이는 83년 월성 1호기 준공과 함께 국내 발전 설비가 1,000만kW를 돌파한 이래 원전 설비만으로 1,000만kW를 돌파하게 되는 것으로, 짧은 기간에 이룩한 원자력 발전의 성장사를 보여주는 흥미로운 기록이 되고 있다.

**월성 원전 계통 특성**

월성 2호기를 포함한 월성 원전은 캐나다형 가압 중수로(CANDU-PHWR)로서, 경수로 원전과 달리 원자로의 감속재 및 냉각재로 중수(D<sub>2</sub>O)를 사용하며, 연료는 다발 형태로 제작된 천연 우라늄을 사용하여 출력 운전중에 교환이 가능하여 경수로에 비해 운전중 연료비가 적게 들고 가동률을 높일 수 있는 장점이

있다.

**높은 안전성과 신뢰성 확보**

월성 2호기는 1호기의 기본 설계를 복제 설계하되 89년 12월말 기술 기준을 적용함에 따라, 월성 1호기 이후의 강화된 인허가 기준 및 신기술 등을 두루 적용하여 설계 개선을 도모하였다.

〈표 1〉에서와 같이 모두 116개 항

(표 1) 월성 2호기 설계 개선 사항

구 분	항목
인허가 요건 충족을 위한 설계 변경 사항	21항목
기술 기준 변경에 의한 설계 변경 사항	10항목
1호기 운전 경험에 의한 설계 개선 사항	41항목
공용 설비의 효율적 운영을 위한 설계 개선 사항	32항목
최신 설비 채택을 위한 설계 개선 사항	12항목

목을 계약서에 명기하여 설계 변경토록 하였다.

또한 건설중에도 안전성 증진을 위하여 필요한 설계 개선 사항은 최대한 반영하여, 높은 안전성과 신뢰성을 확보할 수 있도록 하였다.

### 월성 3·4호기와 동시 건설

91년에 수립된 장기전력수급계획에 따라 월성 2호기와 동일 용량, 동일 노형의 원전으로 월성 3·4호기 건설 기본 계획이 확정되었으며, (주)대우를 주설비 공사 계약자로 선정할 것 외에는 대부분 2호기 계약자와 3·4호기 공급 계약을 체결하고 사업을 착수하였다.

2개 프로젝트, 3기의 발전소를 동시에 건설하게 됨에 따라 대폭 증가된 사업 관리 업무를 효율적으로 추진하기 위하여 2호기와 3·4호기를 통합하여 단일 사업 관리 체제로 운영하였으며, 별도의 조직 확대 없이 약간의 추가 인력으로 2개 프로젝트를 관리할 수 있었다.

### 부지 협소로 공사에 어려움

월성 원전은 영광·울진 등 다른 원전에 비해 부지가 다소 협소한 실정인데, 3기를 동시에 건설함에 따라 자재 창고, 자재 야적장, 기자재 가공장, 현장 사무소, 주차장 등 부지 배치가 많은 어려움이 있었으나, 월성

원전의 가용한 부지를 최대한 활용하여 대처하였다.

또한 건설 피크시 1일 9,000여명에 달하는 노무 인력 투입으로 출퇴근 때나 점심 시간 등에는 엄청난 교통 체증으로 공사에 차질을 줄 상황에 직면하였으나, 차량 2부제 시행 등 건설에 참여한 모든 인력이 불편을 감내하는 협조로 위기를 극복할 수 있었다.

### 중수로 원전 기술 자립 목표

국내 원전 건설 기술 자립의 기본 방향을 경수로로 하고 있으나, 중수로 원전 건설 역시 조속한 기술 자립을 위해 AECL과 원자로 계통 및 기기 설계 분야의 중수로 원전 기술전수협약을 체결하였다.

이에 따라 약 2,000건이 넘는 기술 자료와 전산 코드를 도입하여 한국전력공사·한국전력기술(주) 및 한국중공업(주)가 발전소 건설시 설계에 활용토록 하고, 이를 바탕으로 기술 자립을 촉진할 수 있도록 추진하였다.

또한 지금까지의 중수로 원전 운영 및 건설 경험을 살려 중국·터키 등 세계 시장에 진출하기 위하여 꾸준히

노력하고 있다.

### 지역 사회와 함께 발전

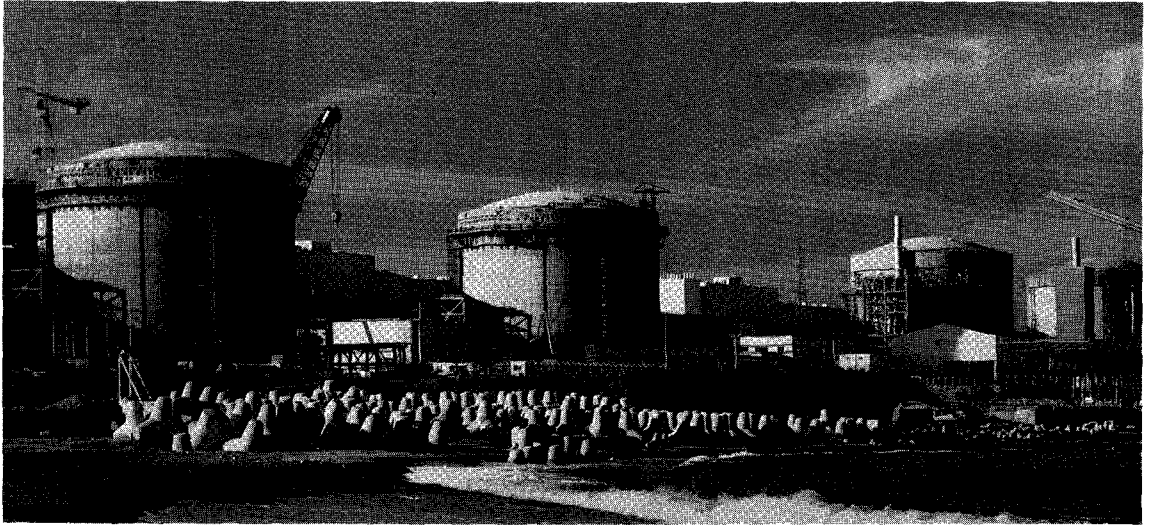
월성 원전은 신라 천년의 고도인 경주시를 행정 구역으로 하고, 대왕암·감은사지 등 귀중한 사적지를 지적에 두고 있을 뿐 아니라, 산업과 인구가 밀집된 공업 도시인 울산시와도 가까운 거리에 있다.

따라서 월성 원전의 안전성과 신뢰성에 대한 지역 사회의 관심과 반응은 어느 지역보다 높고 민감할 수밖에 없는 실정이지만, 지금까지 지역 사회의 깊은 이해와 협조로 성공적으로 건설을 추진할 수 있었으며, 한국전력공사 역시 지역 사회와 함께 발전하는 원자력발전소를 만들기 위해 끊임없이 관심과 노력을 기울이고 있다.

〈표 2〉에서 보는 바와 같이 지역 사회에 대한 지원 규모는 점차 증대되고 있으며, 특히 97년 이후부터는 특별 지원 사업 등으로 지원금이 대폭 증가될 뿐 아니라 지역 사회의 소득 증대와 숙원 사업 위주의 사업을 추진하게 됨에 따라, 월성 원전 지역은 앞으로 더욱 발전할 수 있을 것으로 전망된다.

〈표 2〉 월성 원전 지역 사회 지원금 내역

연 도	90	91	92	93	94	95	96
지원금 (백만원)	618	1,031	1,041	2,066	2,066	2,496	4,015



월성 원자력 1~4호기의 모습. 오른쪽에서 두번째가 월성 원자력 2호기

또한 한국전력공사 및 건설 관련사가 지역 주민 채용을 적극적으로 추진하여 건설 노무 인력의 약 40%에 달하는 많은 지역 주민이 건설 현장에 취업하고 있어 지역 주민의 소득 수준 향상에 많은 보탬이 되고 있으며, 능력 있는 지역 업체는 하도급 업체로 건설에 직접 참여시킬 뿐만 아니라, 잡자재들은 가급적 지역 사회에서 구매하고 있어 지역 경제 활성화에도 크게 기여하고 있다.

〈표 3〉 월성 2호기 사업 개요

구 분	내 용
위 치	경북 경주시 양남면 나아리 (월성원자력본부 단지내)
시 설 용 량	700MW×1기
건 설 공 기	91. 10~97. 6
공 사 비	1,330,927백만원
국 산 화 율	58.0%

### 향후 계획

월성 2호기는 앞으로 단계별 출력

〈표 4〉 월성 2호기 주요 건설 추진 경위

일 자	내 용
89. 4. 24	정기전원개발계획 확정
89. 5. 2	건설 기본 계획 확정
90. 12. 28	플랜트 종합 설계 및 원자로 설비 공급 계약 체결
91. 5. 6	월성건설소 발족
91. 10. 9	본관 기초 굴착 착수
92. 8. 28	건설 허가 취득
92. 9. 25	원자로 건물 기초 콘크리트 타설 착수
94. 4. 14	원자로 설치 착수
95. 10. 31	시운전 전원 가압
96. 9. 18	고온 기능 시험 완료
96. 11. 2	운영 허가 취득
96. 11. 6	연료 장전
97. 1. 27	초기 임계
97. 6. 30	상업 운전(예정)

시험을 거쳐 6월에 최종 성능 시험을 마치고 상업 운전에 들어가게 되는데, 값싸고 안정적인 기저 부하용 설비로서 97년 하계 전력 수급에 일익을 담당하게 될 것이다.

한편 월성 2호기와 함께 건설중에 있는 월성 3·4호기는 97년 2월 현재 종합 공정률 83.26%로 계획대로 건설이 진행되고 있다.

3호기는 금년 11월에 초기 연료 장전을 목표로, 오는 7월 상온 수압 시험, 9월 고온 기능 시험 등 주요 공정을 앞두고 막바지 시공 작업과 시운전에 피치를 올리고 있다.

4호기는 금년 5월 시운전 전원을 가압하여 시운전 업무에 착수하게 되는데, 3·4호기는 2호기와 1년씩 시차를 두고, 98년 6월과 99년 6월에 각각 준공할 계획이다.