

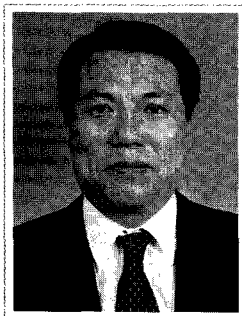


월성 원자력 3·4호기 준공

건설 경위와 의의

이 중 재

한전 대외사업단장 · 전 원자력건설처장



70년대 초 제1차 석유 파동으로 인하여 당시 석유를 발전용 주연료로 사용하고 있던 우리 나라는 다른 나라보다 훨씬 많은 어려움을 겪게 되었다. 이후 이를 극복하고자 편중된 전원 구성 체계를 개선, 석유 발전소의 건설을 가급적 억제하고 석탄 및 원자력발전소를 전원 개발 계획에 상당한 비중으로 반영 추진하여 발전 연료의 다원화 정책을 시행

하게 되었고, 이러한 탈유 전원 정책에 따른 노력의 결과로서 제2차 석유 파동시에 국가 전력 에너지 위기를 슬기롭게 극복할 수 있었다. 게다가 대용량 발전에 안정적 연료 수급이 가능한 원자력 발전에 대한 필요성이 점차 증대되어 원전 건설 추진에 박차를 가하게 되었다.

우리 나라의 원자력은 에너지 정책 선구자들이 국가 주요 에너지원으로서의 원자력 필요성을 일찍이 인식하고 원자력 도입을 위한 꾸준한 노력을 경주하였으며, 그 결과 국내 최초 상업용 원자로인 고리 1호기 원전을 1978년 4월 29일에 준공, 세계 22번째로 원자력 발전을 개시함으로써 우리 나라에서도 '제 3의 불'인 원자력 시대가 본격 도래하게 되었다.

그 후 현재까지 원자력발전소 16기가 건설되었고 4기가 건설중으로, 그 가운데 월성 원자력 3·4호기는 발전 에너지원의 다원화와 유

연탄 발전 대비 경제성 확보 및 90년대 후반의 안정적 전력 공급을 위해 1991년 11월에 건설 기본 계획을 확정하였고, 1993년 8월에 착공하여 3호기는 1998년 7월 1일에, 4호기는 1999년 10월 1일에 상업 운전에 들어갔다.

이로써 우리 나라는 총16기의 원자력발전소가 가동되게 되었으며, 원자력 발전의 설비 용량은 1,371만6천kW로 총발전 설비 용량 4,697만8천kW(1999.12. 말 기준)의 29.2%를 점유하게 되었고, 발전량은 40% 이상을 차지하고 있어 원자력에 의한 발전 비중은 계속 높게 유지되고 있으며, 앞으로도 원자력 발전은 전기 에너지의 안정된 공급을 위해서 중추적 역할을 담당하게 될 것으로 전망되고 있다.

또한 월성 3·4호기의 성공적 건설로 원자력 설비 규모 측면에서 세계 32개 원전 보유국 중 7번째라는 양적인 성장과 함께 월성 1·2·



3·4호기 중수로 건설 및 운영 기술 능력의 우수성이 원전 개발국인 캐나다 및 해외에서 인정받아 이미 중국에 건설 및 운영 기술을 수출한 바 있으며, 앞으로 터키 등 해외 원전 사업에 진출할 수 있는 전망을 밝게 하고 있다.

경수로 원전 또한 건설 기술 자립을 성공적으로 달성하여 이제는 순수 우리 기술로 직접 원전을 건설할 수 있는 능력을 보유하게 되었고, 이를 북한 경수로 건설 사업에도 적용 추진하게 됨으로써 이제는 명실공히 원자력 기술의 수입국에서 수출국으로 완전히 탈바꿈하여 원전 기술 선진국 위치를 확고히 다지고 있다.

보완 노형으로서의 중수로 특성

월성 3·4호기는 각각 70만kW 급 가압 중수로형(PHWR) 원전으로 국내 원자력 발전의 주종 노형인 가압경수로형(PWR) 원전의 보완 노형으로 채택되었다.

중수로형 원전이 경수로형 원전의 보완 노형이라는 의미는 경수로 원전과 중수로 원전이 기술이나 운전 특성에서 상호 보완적인 측면을 갖는다는 의미로 해석될 수 있다.

첫째로, 주종 노형인 경수로와 더불어 원전 기술 및 원전 연료 공급선의 다원화로 에너지 공급의 안정성을 높일 수 있고, 둘째로, 두 가지 다른 기술이 상호 공존함으로

써 기술 발전의 상승 효과를 기대할 수 있으며, 셋째로, 부하 추종 운전 능력, 가동중 연료 교체로 인한 정기 보수 시기 조정 등 운영의 탄력성으로 경수로 원전의 경직성을 보완하고, 넷째로는, 경수로 원전에서 사용한 원전 연료를 중수로 원전의 연료로 사용하는 방법이 개발중에 있어, 실용화될 경우 원전 연료의 자원 이용을 최대화 할 수 있고 경수로 원전 연료 폐기물의 양을 줄일 수 있는 등으로 원전 건설 및 운영에 일대 혁신을 가져올 것으로 예상된다.

중수로로는 천연 상태의 우라늄을 성형 가공하여 연료로 사용함으로써 농축 가공된 연료를 사용하는 경수로에 비해 상대적으로 연료비가 적게 드는 이점이 있다.

특히 중수로형 원전 연료에 대한 성형 가공 기술이 이미 국산화되어 월성 1호기에 사용하고 있으며, 향후 기술이 진보됨에 따라 경수로의 사용 연료를 중수로에 직접 사용할 수 있는 가능성도 있어 에너지 자립 및 다원화와 원전 운영의 유연성에 크게 이바지 할 것으로 기대된다.

월성 3·4호기 건설 사업 추진

월성 3·4호기는 1991년 11월에 건설 기본 계획을 확정하여 3호기는 1998년 6월 30일에, 4호기는 1999년 9월 30일에 각각 준공을

하였다.

월성 3·4호기는 원전 개발 계획 수립 단계에서 90년대 후반의 안정적인 전력 공급을 목표로 한 전원 확보의 시급성을 감안하여 추진됨에 따라, 월성 1·2호기와 동일한 설계 개념 적용 및 선행 호기 원전 건설 경험을 최대 활용함으로써 원전의 안전성과 품질을 완벽하게 확보한 상태에서 사업 준비 기간과 건설 공기의 합리적 단축 조정을 가능하게 하였다.

3호기는 1993년 8월 본관 기초

〈표 1〉 월성 3·4호기 사업추진 경위

1991. 11. 22	건설 기본 계획 확정
1991. 12. 7	사업 추진 세부 계획 확정
1992. 2. 20	주상비 시공 계약 체결(대우)
1992. 3. 30	부지 사전 승인 취득(과기부)
1993. 8. 12	본관 기초 굴착 착수
1994. 2. 26	건설 허가 취득(과기부)
1995. 10. 10	3호기 원자로 설치 착수
1996. 5. 14	4호기 원자로 설치 착수
1996. 7. 19	3호기 시운전 전원 가압 착수
1997. 5. 20	4호기 시운전 전원 가압 착수
1997. 9. 5	3호기 고온 기능 시험 착수
1997. 12. 30	3호기 운영 허가 취득(과기부) 및 연료 장전
1998. 6. 30	3호기 준공
1998. 10. 14	4호기 고온 기능 시험 착수
1999. 2. 8	4호기 운영 허가 취득 및 연료 장전
1999. 5. 21	4호기 최초 발전 개시
1999. 9. 30	4호기 준공

굴착을 시작으로 현장 공사에 들어간 이후 1995년 10월에 원자로를 설치하고 11월에는 터빈 발전기를 설치하였다.

1997년 12월 연료 장전에 이어 각종 시운전 시험을 통해 안전성을 확인한 후 최종 성능 시험을 거쳐 착공 52개월만인 98년 6월 성공적으로 준공하고 상업 운전을 개시하였다.

4호기 건설은 3호기와 1년 시차를 두고 병행하여 추진한 결과, 1999년 2월에 연료를 장전하고 각종 시운전 시험을 통해 안전성을 최종 확인했으며, 지난 1999년 9월 준공한 이후 3호기와 함께 성공적인 상업 운전을 계속하고 있다.

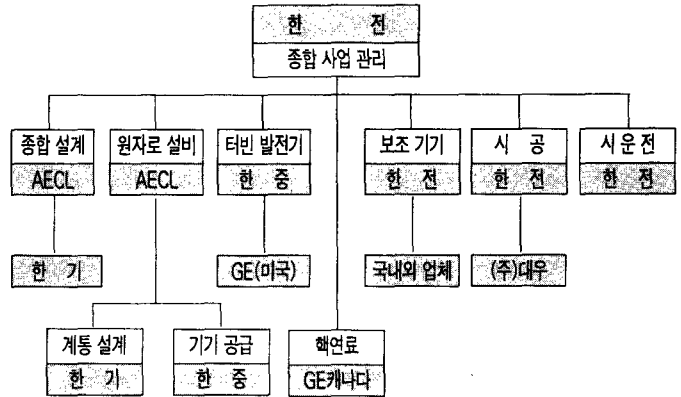
월성 3·4 호기 건설 사업 운영

한전의 종합 사업 관리하에 플랜트 종합 설계 및 원자로 설비 공급은 AECL(캐나다원자력공사)이 주계약자로, 터빈 발전기 공급은 한국중공업(주)가 주계약자로 참여하였으며, (주)대우가 시공을 담당하여 전원 개발 사업을 차질없이 성공적으로 수행하여 안정적 전력 공급에 크게 기여하였다.

월성 3·4 호기 건설 사업 의의

1. 원전의 안전성 및 신뢰성을 최우선으로 건설

월성 3·4호기는 선행 호기에서



한전의 종합 사업 관리하에 분야별로 국내외 업체에 발주

- 터빈 발전기 공급 분야는 한중(주)를 주계약자로 하고 일부는 GE(미)사에 하도급 발주
- 플랜트 종합 설계, 원자로 설비 공급 분야는 외국 업체인 AECL사를 주계약자로 하고 한기·한중 등 국내 계약자에게 하도급 발주
- 보조 기기는 한전이 국내외 업체에 분할 구매
- 시공은 한전의 건설 관리하에 대우가 수행
- 시운전은 한전이 직접 수행

〈그림 1〉 월성 3·4호기 사업 운영 체제

의 설비 개선 사항과 최신 기술 기준 및 인허가 요건을 적용하여 안전성 및 신뢰성을 한층 높였으며, 원자로 등 각종 안전 설비에 대해서는 원자력 안전 전문 기관인 한국원자력안전기술원의 엄격한 사용전 검사를 받아 안전성을 입증 확인하였다.

또한 건설 과정에서 발전소 건설 품질 및 신뢰성을 최종적으로 확인한 후 사소한 결함도 허용하지 않는

완벽한 시운전을 위하여 시운전 요원의 훈련과 약 1,200건에 달하는 시험 절차서 개발 등 시운전에 대비한 사전 준비를 철저히 하였다.

2. 세계 기록 보유

월성 원전은 국내의 원자력사(原子力史)에 있어 기념할만한 주요한 많은 기록을 가지고 있다.

국내적으로는 월성 1호기 준공으로 우리나라 전력 설비 용량이 1천



〈표 2〉 월성 원전 건설 실적 공정

호기	주요 추진 공정				건설기간
1	최초 콘크리트	원자로 설치	연료 장전	준공	62 개월
	◇	○	★	○	
	1978.2.16	1979.11.15	1982.8.20	1983.4.22	
2	◇	○	★	○	57 개월
		19	49	57개월	
	1992.9.25	1994.4.14	1996.11.6	1997.6.30	
3	◇	○	★	○	52 개월
		19	46	52개월	
	1994.3.17	1995.10.10	1997.12.30	1998.6.30	

만kW에 도달하였으며 월성 2호기 준공으로 원전 설비 1천만kW를 돌파했다.

국외적으로는 월성 1호기가 1983년 4월 상업 운전 이후 이용률 세계 1위를 4회, 2위를 3회를 달성했는가 하면, 1999년 2월에는 332일간의 한 주기 무고장 안전 운전을 달성하기도 했다.

또한 최초 콘크리트 타설부터 상업 운전까지 건설 기간이 월성 1호기는 62개월, 월성 2호기는 57개월이 소요된 데 비해, 월성 3호기는 52개월이란 국내의 원전 건설 사상 최단 기간의 기록을 수립하면서 건설비를 크게 절약함은 물론, 상대적으로 취약한 국내 중수로 원전 건설 기술을 한 단계 끌어올리는 중요한 결실을 맺게 되었으며, 이로 인해 운영중인 원전로형에 관계없이 완벽한 건설을 수행할 수 있는 자신감

을 갖게 하여 원전 건설의 미래를 한층 밝게 하였다.

이러한 기록은 국내 중수로 운영 및 건설 사업에 참여한 기술진 모두가 선행 호기의 경험과 최신의 건설 기법을 월성 3·4호기에 반영하는 등 월성 원전에 쏟은 헌신적인 노력의 결과로 일구어낸 값진 기록이며, 중수로 건설 및 운영 기술을 세계적으로 입증한 자랑스러운 결과라 할 수 있다.

3. 환경 친화 및 경제성있는

전력 공급으로 국가 경제난 극복

월성 4호기 상업 운전을 계기로 국내 원자력 발전 설비는 16기 1,371만 6천kW로 우리 나라 총발전 설비의 29.2%를 차지하게 되었으며(1999. 12. 31. 상업 운전에 들어간 올진 4호기 포함), 월성 3·4호기는 연간 총 100억kWh의 전력

생산으로 약 1,600만 배럴의 석유 대체 효과가 기대될 뿐 아니라 연인원 800만명의 고용 효과를 창출하여 지역 경제의 활성화와 지역 개발은 물론, 국내 관련 산업 활성화 및 IMF 관리 체제하의 국가 경제난 극복에도 크게 이바지하게 되었다.

또한 다수 국내 업체의 원전 사업 참여로 국내 산업 기술 수준 향상 및 국가 경쟁력 제고(한중(주)는 월성 3·4호기와 동일 형식의 증기발생기 등을 중국에 수출)에 많은 기여를 하게 되었다.

게다가 99년 말까지 원자력 발전을 통한 이산화탄소 저감량은 약 3억 1천만톤이며, 월성 3·4호기 준공으로 연간 약 310만톤의 이산화탄소 발생량이 저감될 것으로 전망되고 있어 원자력은 가장 환경 친화적 에너지라 할 수 있겠다.

4. 국내 중수로 원전 기술 축적 및 해외 진출 기반 구축

월성 3·4호기 건설을 통하여 중수로 원전 개발국인 캐나다원자력공사와 협력 관계를 더욱 긴밀히 유지하였으며, 중수로 원전 설계 및 제작 등 핵심 분야에 국내 업체가 직접 참여하여 해당 기술을 전수받음으로써 발전소 유지 보수 및 향후 중수로 원전 건설시 국내 업체가 건설을 주도할 수 있는 자립 기반을 구축하게 되었다.

특히 월성 3·4호기 사업을 통하

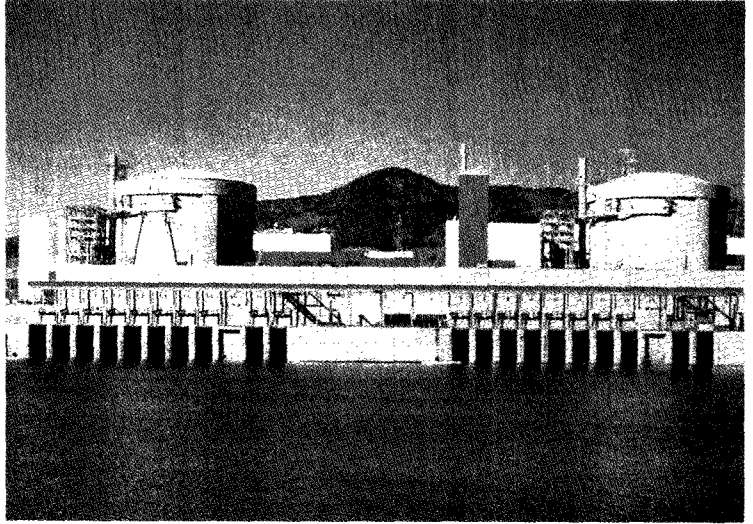
여 이를 참조형 원전으로 하는 중국 진산 원전과 시운전에 관한 기술자 훈련 계약을 1998년 4월에 체결하여 1999년 6월까지 진산 원전 직원 60여명을 7개조로 나누어 시운전 교육을 성공적으로 실시한 바 있으며, 진산 원전 주계약자인 캐나다원자력공사와 1997년 1월 건설 기술 지원 계약을 체결함으로써 한전 6명 및 한기 1명의 기술진이 진산 원전 건설 현장에서 시공 관리, 품질 검사 및 설계 엔지니어링 분야에서 건설 지원 업무를 직접 수행하는 등 중수로 원전 기술의 해외 수출을 본격화했다.

한전은 이를 통해 그 동안 축적된 원전 기술을 최대한 활용하고 경험 있는 기술진을 중국 원전 건설 현장에 직접 참여케 하여 우리나라 원전 기술의 우수성을 홍보하고 향후 중국의 신규 원전 사업에 참여할 수 있는 가능성을 높이는 효과를 가져올 수 있을 것으로 기대하고 있다.

이는 중수로 원전의 운영 및 건설 기술이 선진 외국 기술에 의존 또는 답습하는 단계를 지나 다른 나라에 기술을 전수해 줄 수 있는 정도로 성장했음을 보여주는 것이라 하겠다.

맺음말

우리 나라는 소모 에너지의 97%



월성 3·4호기. 월성 원자력 3·4호기는 발전 에너지원의 다원화와 유연탄 발전 대비 경제성 확보 및 90년대 후반의 안정적 전력 공급을 위해 1991년 11월에 건설 기본 계획을 확정하였고, 1993년 8월에 착공하여 3호기는 1998년 7월 1일에, 4호기는 1999년 10월 1일에 상업 운전전에 들어갔다.

이상을 수입에 의존하고 있으며 전력 수요도 연간 10~15% 증가하기 때문에 이를 감당하기 위해서는 매년 2백만kW 용량의 발전소 설비를 추가 건설하여야 하며, 한편으로는 지구 온난화의 주범인 화석 연료의 사용을 억제하여 이산화탄소 생성량을 점차 줄여나가야 하는 절박한 상황에 처해 있다.

이러한 과제를 근본적으로 해결해 줄 수 있는 청정 에너지원으로는 원자력이 선택될 수밖에 없으며 원자력은 앞으로 수세기에 걸쳐 가장 경제적이고 공해 요인이 적은 에너지로서의 소임을 맡게 될 것이다.

한편 이러한 원자력에 대해 해결하여야 할 당면 과제는 방사선

에 대한 완벽한 취급 대책을 수립하고 원자력의 위험도에 대한 일반 대중의 막연히 불안한 안전 인식을 원자력 산업계가 생각하는 안전 수준까지 접근시킴으로써 원자력에 대한 국민적 공감대를 형성하는 것이다.

이제 우리 원전 종사자 모두는 성숙한 원전 건설 및 운영 능력을 보유하고 원자력 산업의 안정적 발전 기반 구축을 위해 원전의 안전성과 신뢰성 확보를 최우선으로 하는 인식 전환과 국민적 신뢰감 조성에 더욱 힘써야 하겠으며, 현시점을 경제성 제고와 함께 독자적인 기술 역량을 강화해 나가는 일대 전환점으로 활용해야 하겠다. ☉