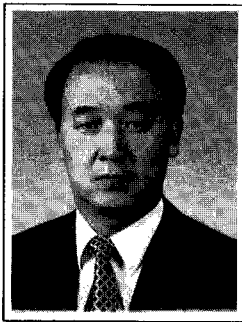


중국 진산 원전 시운전요원 훈련 계약

- 사업 추진 경위 및 훈련 내용 -

이 명 기

한전 해외원자력사업팀 원자력사업 1부장



중국 진산 원전 시운전 요원을 대상으로 한 본격 시운전 교육 훈련이 5월 25일 월성 원자력본부에서 시작되었다.

이번 교육 훈련은 지난 4월 한전과 중국 진산의 원전 시운전에 대한 훈련 계약에 따라 시행되는 것으로, 한전은 훈련 용역비 2백만달러를 받고 중수로 원자력 발전 시운전 기술을 중국에 전수하게 된다. 사업 추진 경위 및 훈련 내용을 소개한다.

한 국전력공사는 지난 4월 1일 중국 진산(秦山) 제3핵전공사와 원전 시운전 요원 훈련 계약을 체결했다.

이 날 김종신 해외사업처장과 진산 제3핵전공사의 첸화(陳樺) 부총경리가 서명한 계약에 따라 한전은 진산 원전의 시운전 요원 64명에 대해 98년 5월부터 99년 6월까지 14개월 동안 7개 그룹으로 나누어 월성 원자력 본부에서 시운전 훈련 용역을 수행하게 된다.

중국의 전력 사업 현황

1. 중국 전력 사업 일반 현황

중국의 총발전 설비는 세계 2위 규모인 약 250,000MW로 한국의 약 6배에 달하나, 개발 및 시장 경제 도입에 따른 경제 개발로 인해 급속히 증가하는 전력 수요와 만성적인 전력 부족 해결을 위해 주로 대규모 수력 및 석탄 화력 발전소 건설을 추진하

고 있으며, 발전 설비 증가율이 91년 이후 연 평균 10% 수준으로 매년 약 1,500만kW를 증설하고 있다(표 1).

2. 중국의 원전 사업 현황

중국의 원자력 개발은 2차 세계 대전 이후 일찍이 착수되었으나 원전 사업은 80년대부터 시작되어 현재는 총발전 설비 중 원전이 차지하는 비중은 약 1% 미만으로 매우 미미한 실정이다.

그러나 급증하는 전력 수요에 대처하고 세계적으로 전개되고 있는 지구 온난화 방지를 위한 화석 연료 사용 규제와 중국의 에너지원 다변화 정책에 따라 원자력발전소의 지속적인 건설은 물론 원전 비중이 점차 증가될 전망이다.

중국의 원자력발전소 건설은 에너지 부존 자원이 상대적으로 부족한 반면에 중국의 경제 발전을 주도하고 있는 해안 지방을 중심으로 추진되고 있으며, 2020년까지 원자력 발전 설

비 용량을 3천만~4천만kW 규모로 증설할 계획으로 있어, 매년 100만 kW급 원전 1기 이상을 계속 발주할 것으로 예상되고 있다.

현재 운전중인 원전으로는 중국 대륙의 동남부 해안 지방에 위치한 절강성(浙江省)의 진산 원전 1호기와 광둥성(廣東省)의 대아만(大亞灣) 원전 1·2호기가 있다.

진산 원전 1호기는 중국이 독자 설계로 개발한 30만kW급 원전으로 94년 4월에 상업 운전을 개시하였으며, 대아만 원전 1·2호기는 프랑스 프라마탐사로부터 기술을 도입하여 건설한 90만kW급 발전소로 94년 2월 및 94년 5월에 각각 상업 운전을 개시하였다.

또한 현재 8기의 원전이 건설되고 있으며, 이중 진산 부지에는 중국이 독자 개발 건설중인 60만kW급 PWR 2기(진산 2단계)와 캐나다 AECL로부터 기술을 도입하여 건설중인 70만kW급 중수로 2기(진산 3단계)가 있고, 광둥 원전 부지에 프랑스 프라마탐으로부터 도입하여 건설중인 90만kW급 PWR 2기(광둥 2단계), 강소성(江蘇省) 연운항(連雲港) 부지에 러시아로부터 도입한 100만kW급 PWR 2기가 있다(표 2).

3. 진산 원전 현황

진산 원전은 중국 상해 남쪽 125km 지점, 상해로부터 승용차로 약 2시간 거리인 절강성(浙江省) 해

(표 1) 중국의 장기 전원 개발 계획

구 분	1997년(실적)	2000년	2010년
설비 규모(MW)	250,000	300,000	500,000
97년 대비 증가율	—	20%	100%

(표 2) 중국의 원전 사업 현황(97말 현재)

구 분	원전명	노 형	용량(만kW)	공급자	준 공
운영중 (3기)	廣東省 大亞灣 #1	경수로	90	프라마탐	'94. 2
	廣東省 大亞灣 #2	"	90	"	'94. 5
	浙江省 秦山 #1-1	"	30	CNNC	'94. 4
건설중 (8기)	浙江省 秦山 #2-1	"	60	"	(2002. 6)
	浙江省 秦山 #2-2	"	60	"	(2002. 6)
	浙江省 秦山 #3-1	중수로	70	AECL	(2002. 3)
	浙江省 秦山 #3-2	"	70	"	(2002. 11)
	廣東省 嶺澳 #1	경수로	90	프라마탐	(2002. 7)
	廣東省 嶺澳 #2	"	90	"	(2002. 3)
	江蘇省 連雲港 #1	"	100	러시아	(2002. 8)
	江蘇省 連雲港 #2	"	100	"	(2002. 8)

주) CNNC : China National Nuclear Corp. 中國核工業總公司

염현(海鹽縣)이라는 조그마한 어촌의 바닷가에 위치하고 있다.

진산 원전 부지에는 앞서 소개한 진산 1단계 및 2단계 사업과 97년 1월 캐나다원자력공사(AECL)와 턴키 계약을 체결하고 2003년 11월 준공을 목표로 공사를 진행중인 진산 원전 3단계 사업(70만kW급 2기)이 진행되고 있다.

98년 6월 최초 콘크리트 타설을 계획하고 있는 3단계 사업은 월성 3·4호기를 참조 발전소로 하는 CANDU형 중수로로서, 한전이 96년 1~2월중 턴키 계약 협상 과정중 사업자인 진산 원전측에 계약 자문 용역을 제공한 바 있고, 또한 국내 한

국중공업(주)가 턴키 계약자인 AECL의 하도급으로 증기발생기, 가압기, 열교환기 등 1차 계통 주요 기기 19개 품목을 공급기로 하고 현재 제작중에 있다.

진산 원전 시운전요원 훈련 계약

1. 추진 배경 및 경위

진산 원전 3단계 사업의 한전 참여 추진은 중국측이 계약 상대방으로 AECL을 지명하면서부터 시작되었다.

94년 11월 한전-AECL간에 체결된 CANDU 제3국 공동 진출 협력 협정에 따라 95년 3월 AECL과 한전



중국 진산 원전 시운전 요원들이 교육받고 있는 모습. 한전은 이번 훈련 계약을 체결함으로써 세계 원전 시장에서 가장 규모가 큰 중국 원전 사업에 본격 진출할 수 있는 계기를 마련하였다.

이 참여 가능 분야를 협의하기 시작하여 월성 3·4호기가 참조 발전소로 채택되었다.

그에 따라 계약자인 AECL은 물론, 사업주인 중국측의 한전의 원전 경험과 기술에 대한 관심이 더욱 커지게 되었다.

그 후 중국 진산 원전측의 고위층과 실무진들이 월성 원전을 수차례 방문하여 한국의 중수로 원전 건설, 운영 기술의 우수성을 확인하고 한전과의 협력을 적극적으로 희망하였다.

이에 따라 96년 1~2월에 AECL과 진산 원전간에 수행된 턴키 계약 협상 과정에서 사업주(진산 원전)의 요청으로 한전의 기술진들이 계약자문 용역을 수행하여 좋은 평가를 받았으며, 이 과정에서 진산측은 한전이 월성 1호기 운영 및 2·3·4호기

건설 과정에서 보유한 우수한 기술과 경험에 대한 지원 필요성을 인식하였다.

96년 5월초 중국의 원전 관련 책임 기관인 핵공업총공사(CNNC) 총경리가 캐나다 AECL과의 진산 원전 턴키 계약 최종 협상을 앞두고 내한하여 한전과 진산 원전과의 협력 관계 강화와 시운전 분야에 대한 한전의 참여를 요청하였다.

한전은 96년 5월 및 7월에 시운전 수행과 시운전 및 운전 요원 훈련에 대한 제의서를 CNNC와 진산 원전측에 각각 제출하고 계약 협상을 추진하였으나, 96년 7월말 AECL과 진산 원전간에 확정된 턴키 계약에서 시운전을 AECL의 책임 및 기술 지원하에 수행하는 것으로 결정함에 따라 한전의 시운전 참여는 보류되었

다.

그러나 97년 11월 월성 4호기가 시운전에 들어감에 따라 진산측과 구체적인 참여 방안을 협의, 사업 일정상 우선 추진이 필요하다고 공감대가 형성된 훈련 분야를 시행하고, 사업관리 등 기타 분야는 현장 공사 착수 후 필요 시점에 추가 협의토록 하였다.

한편 한전은 그동안 계약자인 AECL과도 참여 방안을 꾸준히 협의하여 왔으며, 그 중 양사가 협의한 발전소 정비 요원 훈련도 동시에 추진키로 하고, 98년 1월부터 진산 원전(시운전 요원 훈련)과 AECL(정비 요원 훈련)을 대상으로 각각 계약 협상에 들어가게 되었다

우선 시행이 촉박한 시운전 요원 훈련을 조속히 계약 체결키로 하고 진산 원전측과 계약 협상을 시작하였다.

계약 협상이 진행되는 동안 가격, 훈련 조건 등 세부 조건을 협의하는 과정에서 말로만 듣던 중국인의 상술을 경험하게 되었는데, 내용 하나 하나에 대한 중국측의 끈질긴 협상 전술에 우리 협상팀은 인내와 설득으로 원만하게 계약을 체결하게 되었다

2. 훈련 내용

이번 훈련은 월성 4호기 시운전 공정에 따라 7개 그룹으로 나누어 수행하게 되고, 각 그룹의 교육은 강의실 교육과 현장 OJT로 구성되어 있다.

먼저 현장 OJT 전 발전소 및 통계 구역 출입 절차, 방사선 관리와 중수로 계통 기초 등에 관한 기본 교육, 시운전 절차서 및 관련 계통에 대한 집합 교육 등 강의실 교육이 1.5주간의 일정으로 진행된다.

훈련생들은 이어 월성 4호기 시운전반에 배속되어 원자로, 터빈, 보조 계통 등 담당 분야별로 나누어 시운전 시험에 직접 참관하여 OJT 형태로 시운전 기술을 습득하게 되는데, 주요 시운전 시험 참여 전에 시험 준비 사항, 시험 과정, 시험 결과 허용 기준 등 시험 절차에 대한 내용을 각 분야별로 지정된 트레이너가 훈련생들에게 설명하여 훈련생들의 이해를 돕도록 되어 있다.

훈련 교재로는 영문으로 작성된 강의실 교육 교재와 OJT 교재, 시운전 절차서를 각 훈련생에게 제공한다.

훈련을 위해 훈련생에게 업무 공간 및 비품, 안전 장구 등을 한전이 제공하며, 숙식·교통편·의료·보험 등 국내 체제에 필요한 제반 사항들은 진산 원전측 책임으로 되어 있어, 훈련 이외의 주변적인 문제로 인한 계약적 문제가 발생치 않도록 조치하였다(그림).

3. 훈련 시행 준비

지금까지 세계 원자력 시장에서 한전은 원전 기술 수혜국으로서 주로 외국에 가서 훈련을 받아 왔으며, 영광 원자력 3·4호기 건설과 더불어

구분	훈련 인원		'98										'99					
	명	M/M	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6		
그룹 1	5	67.5																
그룹 2	6	9																
그룹 3	10	25																
그룹 4	12	36																
그룹 5	11	33																
그룹 6	10	30																
그룹 7	10	30																
계	64	230.5	21	21	27	17	17	16	16	16	15	15	15	15	15	15		

(그림) 진산 원전 시운전요원 훈련생 훈련 일정

추진된 원전 기술 자립 계획에 따라 기술을 축적하는 과정에서 IAEA 등의 기관을 통한 원자력 국제 협력 차원에서 외국인 훈련을 소규모로 수행한 경험이 있는 정도로서, 외국인을 상대로 국내에서 정식 계약에 의한 대규모 원전 기술 훈련은 이번이 처음이다

따라서 외국인을 상대로 한 훈련 프로그램은 물론, 준비된 교재가 없는데다가 국내 원전 사업이 국내 업체 중심으로 추진되고 있어 훈련용 참고 자료가 대부분 국문으로 되어 있는 등 전분야에 대해 새로운 준비가 필요했으나, 훈련 참여 예정인 월성 4호기 시운전 공정이 확정된 상태에서 충분한 준비 기간 확보가 불가능한 어려운 여건이었다.

또한 어려움이 가중된 것은 시운전 기술이 원자력발전소 운영의 핵심 기

술로서 기술개발촉진법에 근거한 전략 기술 수출 공고에 따라 전략 기술로 분류되어 이에 따른 정부(과학기술부)의 수출 허가를 받는 문제였다.

전략 기술 수출 공고는 국제 핵비확산 체제에 따라 원자력의 평화적 이용 목적으로 93년에 제정되었으나, 이 법에 의한 기술 수출을 허가한 사례가 없고 허가 취득을 위해 관계 국가들과의 원자력 협력 협정에 따라 국가 차원에서 사전 협의가 필요하였는데, 원전 기술 제공국인 캐나다로부터는 수출 허가 동의서를, 기술 도입 국가인 중국으로부터는 도입 기술을 평화적 목적으로만 사용하겠다는 보증서를 받아야 하는 등 국내의 복잡한 절차를 밟아야 하는 어려움이 있었다.

또 다른 문제는 중국 훈련생의 장기 체류를 위한 입국 비자 문제로서

계약 체결(98. 4. 1) 이후 훈련을 착수기로 한 5월 16일까지 1.5개월 밖에 여유가 없었으나, 필요한 모든 서류를 갖추어 출입국관리사무소에 신청한에도 후 심사에 통상 2개월 이상 소요되고 서류 준비를 위해 중국측에서 우선 훈련생을 선발하고 여권 및 관련 서류를 제출받아야 하는 등 중국과 한국에서 동시에 차질없이 추진해야 하는 등 어려움이 많았다

위에서 설명한 어려웠던 사항들 외에도 짧은 준비 기간 내 차질없이 수행해야 하는 많은 어려움이 있었지만, 작년말부터 불어닥친 국가 경제 위기에 모두가 대처하는 마음의 자세로 우리 한전은 물론 정부 관계 부서의 적극적인 지원 및 협조로 적기에 모두 완료 하였다.

특히 복잡하고 어려웠던 전략 기술 수출 허가가 캐나다 및 중국의 동의를 거쳐 과학기술부로부터 수출 허가 1호로 98년 5월 7일 발급됨으로써 계약이 발효되는 등 훈련 준비가 진행되어 계획대로 훈련을 착수하게 되었다.

한전은 이번 훈련이 중국 원전 사업 진출을 위한 중요한 계기로 보고, 계약 조건에 따라 한전이 수행하여야 할 시운전 시험 훈련의 성실한 수행은 물론, 이 기회를 통하여 한국의 원전 사업과 기술의 우수성을 잘 이해시키기 위하여 월성 원자력본부에 전담 조직을 신설하고 시운전 분야별로 우수한 전담 인력을 코오디네이터로

배정하여 훈련이 차질없이 만족하게 수행될 수 있도록 하였다.

4. 훈련 계약의 의의 및 효과

한전은 금번 훈련 계약을 체결함으로써 중국 전력 사업 진출에 있어서 광동 원전 정비 기술 지원 용역 및 진산 3단계 사업주 계약 자문 용역에 이어 대규모의 원전 요원 훈련 용역을 제공하게 되어, 세계 원전 시장에서 가장 규모가 크고 전망이 밝은 중국 원전 사업에 본격 진출할 수 있는 계기가 마련되었다고 본다.

금년은 우리 나라가 원자력 발전을 시작한 이래 꼭 20년이 되는 시점으로, 그동안 세계 원전 시장에서 기술 수혜국 입장에서 원전 기술을 해외에 수출하게 되는 중요한 전환기를 맞이했다고 할 수 있다.

특히 원전 도입을 준비중인 원전 후발 국가들이 한국의 원전 산업 추진 과정을 좋은 모델로 보고 원자력 협력을 적극 요청하고 있어, 앞으로 원자력 해외 사업에 대한 우리들의 노력 여하에 따라 세계 원전 시장에서의 역할이 좌우될 것으로 보인다.

금번 훈련 용역은 계약 금액이 비록 200만달러에 불과하지만, 국가 경제 위기 상황에서 자본 투자가 수반되지 않는 순수 용역 사업이며, 그동안 국내 사업을 통하여 보유하고 된 경험과 기술을 바탕으로 수행되는 의화 가득률 100% 이상의 사업으로서 수천만달러의 공산품 수출에 상응하

는 효과가 예상된다.

또한 계약 금액 외에도 14개월 동안 국내에 체재하면서 숙식·교통 등에 대한 비용도 훈련생들이 부담하도록 되어 있어 의화 가득 측면에서 많은 긍정적인 효과가 예상된다.

앞으로의 전망

한전은 이번 시운전 요원 훈련 계약에 이어 진산 원전의 정비 요원 훈련도 계약 협상중에 있어, 앞으로 총백여명의 진산 원전 시운전 및 정비 요원이 월성 원자력본부에서 훈련을 받게 될 전망이다.

원전 건설 경험이 부족하고 특히 중수로 운영 경험이 없는 중국 진산 원전은, 국내 월성 3·4호기를 참조 발전소로 하여 건설하게 됨에 따라 한전의 중수로 운영 및 건설 기술에 많은 관심을 보이고 적극적인 협력을 희망하고 있다.

또한 한전은 월성 1호기 운영을 통하여 보유하고 있는 세계 수준의 운영 기술과 월성 2·3·4호기 건설 과정에서 보유하고 된 경험 및 건설 기술을 바탕으로 진산 원전 건설 및 운영 과정에 참여하는 것이 필연적인 것으로 판단하고 있어, 이미 참여 제의서를 제출한 사업 관리 분야 등 사업주 자문 용역을 비롯한 후속 참여에 전망이 밝다고 하겠다. ☞