



중국과 활발한 원전 기술 교류 전망

- 한·중 원전 기술 포럼 개최 -

유승봉

한국수력원자력(주) 해외사업처장



서론

한국과 중국 양국의 원자력계 핵심 인사가 대거 참여한 「한·중 원전 기술 포럼」이 6월 23일 서울 역삼동 르네상스 호텔에서 개최되었다.

이번 포럼은 2004년 12월 이희범 산업자원부 장관이 중국을 방문했을 당시 중국 국방과학기술공업

위원회(이하 국방과공위) 장원촨(張雲川) 주임(장관급)과 양국의 원전 산업 전반에 대한 기술 정보 교류 및 우호적 협력 기반을 구축하기 위해 양국의 원전 전문가로 구성된 원전 기술 포럼을 개최키로 합의한 결과이다.

이번 포럼은 한국 산업자원부와 중국 국방과공위의 공동 주최, 한국전력공사, 한국수력원자력주식회사, 중국핵공업집단공사 및 광동핵전집단공사 공동 주관으로 치러졌으며, 중국에서는 장원촨 국방과공위 주임을 비롯하여 천자보(陳肇博) 국가핵전기술공사 준비위원장, 챈즈민(錢智民) 광동핵전집단공사 회장, 황궈쥔(黃國俊) 중국핵공업집단공사 부사장, 스청량(石成梁) 중국전력투자집단공사 부사장 뿐만 아니라, 국가환경보호총국 핵안전센터, 중국핵동력연구설계원, 핵공업

북경제2연구설계원, 상해핵공정연구설계원, 하얼빈동력설비공사, 중국기계공업연합회, 상해전기집단공사, 중국동방전기집단공사 등 중국의 정부 및 민간의 최고위급 인사 40여명이 참석하였다.

이와 같은 해외 대표단 구성은 중국 원자력계 역사상 전례가 없는 일이다.

한국측은 이희범 산업자원부 장관을 비롯하여 한국전력공사 정태호 부사장, 한국수력원자력(주) 이중재 사장, 두산중공업(주) 김대중 사장, 한국전력기술(주) 임성춘 사장, 한전원자력연료(주) 양창국 사장 뿐만 아니라 한전기공(주), 한국원자력연구소, 한국원자력안전기술원 등의 원자력계 고위 인사 50여 명이 참석하였다.

중국 대표단은 6월 22일 오프닝 리셉션에 참석하는 것을 시작으로,

〈표 1〉 중국측 참석 주요 기관 개요

6월 23일 포럼에 참석하여 원전 건설 및 운영 분야에서의 양국간 경험을 소개하고 기술 협력 방안을 논의 하였다.

이와 병행하여 산업자원부 장관과 국방과공위 주임간 면담, 양국 경영진간 연쇄 회담 등을 통해 양국 간 원전 건설, 기술 인력 교류, 정례적 협력 채널 신설 등 구체적인 협력 방안을 협의하였으며, 이어지는 산업 시찰에서는 영광 원전, 두산중공업 등 한국의 대표적인 원전 및 기자재 업체를 방문하였다.

한·중 원전 기술 포럼 발표 내용

1. 양측 장관 치사

포럼 개회식 치사에서 이희범 산업자원부 장관은 역사적으로 양국은 밀접한 유대 관계를 맺어왔음을 강조했으며, 특히 2003년 7월에는 양국 정상이 원자력을 포함한 전력 분야를 양국 10대 경협 사업의 하나로 중점 추진하기로 하였음을 언급하였다.

덧붙여 1978년 최초의 원전 상업 운전 이후 지속적인 원전 건설과 기술 개발로 원전 기술을 자립하여 현재 발전량 기준 세계 6위의 원자력 발전 국가로 성장한 한국의 기술과 경험이 대규모의 신규 원전 건설을 계획중인 중국에 많은 도움이 되길 기대한다고 밝히면서, 향후 양국이 원전 분야의 지속적인 협력 사업을

기관명	개요
중국 국방과학기술 공업위원회 (COSTIND)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국방 과학 기술과 국방 산업을 총괄 관리 <ul style="list-style-type: none"> - 원자력, 우주, 선박, 군수 산업 및 기술의 발전 계획 수립 - 국방 과학 기술 산업 정책 및 법률 제정, 발전 계획 수립
국가핵전기술공사 (SNPTC) 준비위원회	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신형 원전 입찰서 기술성 평가 및 기술 전수를 위해 설립 추진중인 벌도 회사 <ul style="list-style-type: none"> - 부위원장으로 칭진신 중국핵공업집단공사 총경리(시장), 차엔즈민 광동핵전집단공사 이사장(회장) 등이 활동중 ○ 신형 원전인 산먼(三門), 양강(陽江) 원전 입찰 평가 주관사
중국핵공업집단공사 (CNNC)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 중국의 원자력 발전 및 설계를 총괄 <ul style="list-style-type: none"> - 산하에 원전(秦山 1,2,3단계, 廣東 1,2단계, 田灣 원전, 파키스탄 카시마 원전 등) 및 설계 기관(북경핵설계원, 핵동력연구소, 상해핵공정연구설계원 등) 보유 <ul style="list-style-type: none"> - 기타 핵연료 생산 등 원자력 기술 응용 분야 담당 ○ 산먼(三門), 친산(泰山) 원전 발주처
광동핵전집단공사 (CGNPC)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원자력 발전 및 설계 회사 <ul style="list-style-type: none"> - 大亞灣 원전, 嶺澳 1단계 원전 지분 소유 및 운전중 - 嶺澳 2단계, 陽江 원전 건설 준비중 ○ 링아오(嶺澳), 양강(陽江) 원전 발주처
중국전력투자집단공사 (CPI)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 前 국가전력공사 구조 조정으로 2002년 12월 설립된 2개 전력망 회사 및 5개 발전 회사 중 1개 발전 회사 <ul style="list-style-type: none"> - 발전 설비 투자를 위한 정부 소유 Holding Company - 前 국가전력공사가 보유했던 모든 원전 관련 자산 인수 ○ 시설 용량 : 30,150MW (투자 자본 형태로 보유) <ul style="list-style-type: none"> - 화력 20,880MW, 수력 7,920MW, 원자력 1,350MW ○ 현재 산동성 海陽에 6기, 요녕성 大連에 4기의 건설 부지를 확보하고 중앙 정부에 프로젝트 제안서를 제출

- COSTIND : Commission of Science, Technology and Industry for National Defence
- SNPTC : State Nuclear Power Technology Corporation
- CNNC : China National Nuclear Corporation
- CGNPC : China Guangdong Nuclear Power Group Company
- CPI : China Power Investment Corporation

추진할 수 있도록 한국 정부도 양국 원전 분야 협력 사업을 적극 지원해 나갈 것임을 강조했다.

이어진 중국측 치사에서 장원환 중국 국방과공위 주임은 한·중 양국은 원자력의 평화적 이용에 공통의 목표와 풍부한 실천 경험을 가지

고 있으며 적극적인 원자력 발전 계획을 가지고 있다고 전제하고, 많은 유사성과 상호 보완성을 가지고 있는 양국의 원전 산업체가 보다 광범위한 협력을 전개하는 데 이번 포럼이 좋은 기초를 제공할 것이라고 평가하였다.



〈표 2〉 포럼 발표 주제 및 순서

진행 순서	발표자
1. 개회사	한전 부사장
2. 양측 장관 축사	이희범 장관/장원환 주임
양측 주관 기관 특별 강연	
1. 한국 원전 산업 및 한·중 협력 현황	한수원 사장
2. 중국 원전 산업 및 기술 자립 현황	中핵공업집단공사 부사장
3. 공동 원전 사업 현황	中광동핵전집단공사 사장
주제 Ⅰ : 양측 원전 건설 분야 주제 발표	
1. 한국 원자력 프로그램 개요	한수원
2. CNP-1000 설계 모형	中핵공업집단공사
3. 원전 설계 분야 기술 자립 경험	한전기술
4. 신규 원전 건설 사업 현황	中광동핵전집단공사
5. APR1400 Advanced Digital I&C	한전기술
주제 Ⅰ : 양측 원전 건설 분야 주제 발표(계속)	
1. 원전 기자재 국산화 경험	두산중공업
2. 중국의 기자재 제작 국산화 소개	中기계공업연합회
3. 원전 연료 국산화 경험	한전원자력연료
4. 중국의 원전 연료 사이클 현황 및 전망	中핵공업집단공사
5. 원전 건설 사업 관리 전산 시스템	한수원
주제 Ⅱ : 원전 건설 분야 종합 토론	
주제 Ⅰ : 원전 운영 분야 주제 발표	
1. 한국 원전 운영 현황	한수원
2. 중국의 원전 운영 현황 및 기술 자립화 경험	中광동핵전집단공사
3. 원전 운영의 기술 개발 현황	한전
4. 원전 서비스 및 기술	한전기공
5. 中 전력투자집단공사의 원전 인력 개발 현황	中전력투자집단공사
6. 원자력 연수 시스템	한수원
7. 진산 원전 부지 소개	中핵공업집단공사
8. 원자력연구소의 기술 개발 현황	원자력연구소
주제 Ⅱ : 원전 운영 분야 종합 토론	

또한 양국간 원자력 분야의 협력은 양국 공동 발전에 유익할 뿐 아니라, 현재 회복중에 있는 국제 원자력 산업에도 긍정적인 영향을 미칠 것이라고 화답했다.

2. 한국측 주요 발표 내용

치사 후 본격적인 양국의 주제 발

표가 이어졌다(발표 주제 및 순서는 〈표 2〉 참조).

한국은 한수원을 비롯 한전, 한전기술, 두산중공업, 한전원자력연료, 한전기공, 한국원자력연구소의 최고 경영진 및 해당 분야 전문가들이 원전 기술 국산화 경험을 위주로 OPR1000 및 APR1400의 개발 경

험 및 설계 개요, 원전 설계 분야 기술 자립 경험, 원전기 자재 국산화 경험, 핵연료 제작 국산화 경험, 원자력 R&D 현황, 한국 원전 운영 현황, 원전 정비 기술 현황, 원자력 교육 훈련 체계 등에 대하여 설명하였다.

특히 한국측 발표자들은 원전 기술을 도입한 지 30여년 만에 기술 자립을 이룩하고 나아가 독자 모델을 개발하였으며, 세계 최고 수준의 원전 운영 실적을 가지고 있는 원전 선진국으로서 한국의 기술력을 집중 조명하였다.

3. 중국측 주요 발표 내용

한국측의 발표와 더불어 교대로 진행된 중국측의 발표는 중국핵공업집단공사, 광동핵전집단공사, 국가핵전기술공사, 중국전력투자집단공사의 최고 경영진 및 해당 분야 전문가들에 의해서 진행되었다.

향후 중국 사업 추진에 참고가 됐으면 하는 바람으로 다음에 주요 내용을 정리한다.

가. 중국형 원자로 CNP1000 설계 특징

중국핵공업집단공사(CNNC)는 2000년부터 2세대 원전 기술을 바탕으로 개량 표준화한 1000MW급 CNP1000 개발에 착수하여 2001년 개념 설계를 완료하였으며, 2005년 5월까지 기본 설계를 마치고 인허가 기관의 검토를 위해 안전

성 보고서를 제출하였다.

60년 설계 수명을 목표로 한 CNP1000은 개량형 제2세대 원자로로서 강화된 최신의 안전 규제 요건에 맞춰 안전성 관련 설계를 수행하고, 중대 사고 완화를 위해 소외 전원 상실 사고 대비 대체 교류 전원 확보 등의 요건을 갖추고 있다.

원자로 냉각재 계통은 3루프 방식으로서 가압기와 증기발생기의 용량이 증대되었으며, 안전 주입과 화학체적 제어 계통을 분리시켰다.

격납 용기 내부에 재장전수조를 설치했으며 소외 전원 상실시 10분 이내에 필수 전원에 전원 공급이 가능하도록 대체 교류 전원을 원전 2기 공용으로 사용하며, 계측 제어는 분산 제어 방식을 채택하여 용도별로 구분하였다.

CNP1000의 예정 부지는 절강성의 진산 1단계 원전 부지 인근으로서 2기를 건설할 예정이나 아직 구체적인 일정은 수립되어 있지 않다.

나. 광동핵전집단공사(CGNPC)

신규 원전 건설 사업

CGNPC는 현재 맹아오 2단계 사업과 양장 원전 건설 사업을 추진하고 있다.

링아오 2단계 사업은 맹아오 1단계의 복제 건설 사업으로서 2010년 말 준공을 목표로 진행중인데, 개량형 연료 집합체, 원자로 용기 일체형 주물, 디지털 계측 제어 설비 등

15개 분야를 선정하여 설계 개선을



한·중 원전 기술 포럼 참석 양측 대표 기념 촬영

〈표 3〉 CNP1000의 주요 설계 목표

수명	60년
이용률	>87%
노심 손상 확률	<10E-5
노심 주기	18개월
부하 추증 능력	보유
건설 단가	(1,500USD/kW)

추진중이다.

2005년 3월 정부로부터 타당성 조사 보고서 승인을 받았으며, 현재 설계 단계에서의 환경 영향 보고서와 예비 안전성 분석 보고서를 제출한 상태이다. 2005년 3월에 1차 계통 기자재 계약 및 5월에 2차 계통 기자재 계약이 체결되어 구매가 이루어지고 있는 가운데 2005년 말 1호기 최초 콘크리트 설치를 목표로 부지 작업중이다.

양장 원전 건설 사업은 대아만 원

전 단지에서 400마일 원쪽에 위치한 부지에 1000MW 이상 용량의 개량형 원전 6기를 3단계에 걸쳐 건설하는 것으로서, 2004년 2월에 부지 선정 관련 환경 영향 보고서와 안전성 평가 보고서를 규제 기관에 제출한 상태이며, 금년 2월 1차 계통 국제 입찰을 마감, 현재 평가중으로 금년 하반기 중에업체 선정이 완료될 예정이며, 동시에 2차 계통 입찰을 준비중에 있다.

1단계 사업의 의 부지 정지와 최



sea-China Nuclear Technology

June 22 - 23, 2005

MOCIE & COSTIND



포럼에서 치사를 하고 있는 이희범 산업자원부 장관

초 콘크리트 타설은 각각 2005년 및 2007년 말 예정이며, 정부가 인정한 제3세대 원전 기술 도입을 위한 기술 자립 사업의 일환으로 추진 중이다.

다. 중국 핵주기 산업 현황과 전망
중국은 국내 우라늄 자원이 풍부한 상태로서 최근 북부 지역을 대상으로 대규모 우라늄 정광 탐사 활동이 진행중이다.

2곳의 원심 분리 방식의 농축 공장(1000tSWU/y)을 운영하여 우라늄을 농축하고 있으며, 현재 신규 원전 대비 신축 계획을 수립중이다.

300MW, 600MW, 1000MW용 연료 집합체가 사천성 이빈 공장에서 가공되어 공급 가능하며 강소성 티엔완에 건설중인 VVER1000 운영을 대비하여 생산 라인이 건설 중

이다.

중수로 연료는 내몽골 자치주 바우투 공장에서 제작중인데, 현재 PWR 생산 라인 증설 계획 수립을 완료한 상태이다.

사용후연료 재처리를 위해서는 2007년 이전에 공장을 완공할 계획이며, 신규 원전 건설을 대비하여 2020년경 대용량 공장을 운영할 예정이다.

사용후연료는 현재 소내 저장중이나 중앙 수조 설비(550tHM)를 시범적으로 운영중이며, 북서처분장 및 광동처분장 2곳의 중·저준위 폐기물처분장을 운영하고 있다.

라. 중국전력투자집단공사(CPI)
사업 및 교육 훈련 체계 소개

CPI는 중국이 2002년 전력 산업 구조 개편을 단행한 이후 탄생한 5

대 국영 발전 회사 중 하나로서, 2004년 말 총설비 용량 27,958.9MW 를 보유하고 있으며, 화력 67%, 수력 28% 및 원자력 5%의 설비점유율을 보유하고 있다.

CPI의 원자력 투자지분은 진산 2단계 6%, 진산 3단계 20%, CGNPC 10% 및 장수 티안완 사업 30%로서 총 1350.8MW에 달한다.

산동성 하이양 원전(지분 65%) 및 요녕성 홍anghai 원전(지분 80%) 건설 사업을 위해 산동원자력공사와 요녕원자력공사가 2004년, 2005년에 각각 설립되어 금년 5월에 부지 안전성 분석 보고서와 환경영향 평가 보고서에 대한 안전 심사를 통과하였다.

원전 사업은 CPI 본사, CPI 핵전 유한공사 및 사업 담당 회사(산동원자력공사, 요녕원자력공사 등) 세 개의 조직이 주관하고 있으며, 본사는 전략 개발 및 사업 계획, CPI 핵전 유한공사는 자산 관리, 자금 관리 및 사업 총괄, 사업 담당 회사는 실질적인 사업 추진 업무를 담당하고 있다.

원자력 사업 관리, 운전 및 운영, 기술 지원에 대한 CPI의 경영 방침은 사업주로서 별도의 특수 회사에 위임하는 것으로서 이미 정비 분야에는 10년 넘게 2개 회사를 운영중이다.

CPI의 인력 양성 방침은 원전 건설 및 운영 유경험자를 신규 채용하

고 기준 직원은 대략 5년간 Off-job Training을 실시하는 것이다.

이를 위해 상해시에 훈련센터를 개설하였으며, 상해교통대에 교육 프로그램을 위탁하여 전문가를 초빙하여 강의를 수행하는 방식으로 국내외 인턴 교육을 수행중이다.

상해교통대와는 5년간 원자력 교육 훈련 계약을 체결하였으며, 매년 약 100여명의 인력을 교육시킬 예정이다.

2003년 말 화력발전소 출신으로 구성된 120명 인력을 선발하여 1년에서 1년6개월 동안의 원자력 교육을 마쳤으며, 금년 초 50명의 중급 및 고급 간부를 선발하여 1년간의 교육을 진행중이다.

또한 한국과 프랑스와의 기술 협력 협정에 따라 건설중 및 운영중 원전에 인력을 파견하여 On-the Job Training을 수행할 계획도 가지고 있다.

마. 진산 원전 단지 확장 사업 소개
진산 원전 단지는 중국 최초의 가압경수형 원자로 자주 설계 및 건설을 실현시킨 가압경수형 원전을 비롯하여 국제 기준에 맞춰 외국과의 협력을 통해 건설한 최초의 가압증수형 원전이 혼합되어 있는 특징을 지니고 있다

진산 1단계는 310MW PWR 1기, 2단계는 650MW PWR 2기 그리고 3단계는 720MW PHWR 2기가 운영중으로서, 총 3GWe의 시설 용

량을 보유하고 있다.

중국은 1994년 4월 진산 1단계 310MW PWR을 상업 운전함으로써 미국, 영국, 프랑스, 러시아, 캐나다 및 스웨덴에 이어 원전을 자주 설계·건설·운영할 수 있는 일곱 번째 국가가 되었으며, 진산 2단계는 프랑스에서 공급한 다이완 원전 1,2호기를 참조, 용량을 축소하여 중국이 독자적으로 설계·건설·운영한 최초의 상업용 원전으로서, 1996년 2월에 착수하여 2002년 4월 및 2004년 5월에 각각 상업 운전을 개시하였다.

진산 2단계 건설 단가는 1,330U SD/kW이며 55%의 국산화율을 기록하였는데, 1호기의 경우 3년간 이용률이 약 80% 수준이며, 진산 2단계는 한국의 울진 원전과 프랑스의 크루아 원전과 각각 자매 결연을 맺은 상태이다.

진산 3단계는 캐나다 AECL과 공동으로 사업을 추진하여 2002년 및 2003년에 각각 상업 운전을 개시하였으며 한국의 월성 원전과 긴밀한 협력 관계를 유지하고 있다.

향후 진산 1단계 부지에는 CNP1000 노형 2기를, 2단계 부지에는 새로운 CNP650 노형 2기를 건설할 예정으로, 2단계 확장은 2010년 및 2011년 준공을 목표로 하고 있어 진산 단지는 총 6.2GWe의 설비 용량을 갖추는 중국 최대의 원전 단지가 될 것으로 전망된다.



포럼에서 치사를 하고 있는 장원환 중국 국방과학기술공업위원회 주임

정부 및 산업계 회의 내용

1. 산업자원부 장관과 국방과공위 주임간 회의

6월 22일 이희범 산자부 장관은 장원환 중국 국방과공위 주임 일행을 면담하고, 원자력 분야에 대한 한·중 양국간 협력 확대 방안을 논의하였다.

이 자리에서 중국측은 장기적인 원전 건설 과정에서 한·중 양국의 협력 강화를 희망하였으며, 원전 건설 외에도 원전 관련 연구, 설계, 설비, 운영 노하우, 교육 등 모든 분야에서의 협력 확대와 한국의 기술 자립 관련 경험 전수를 요청하였다.

한국측은 지난해 12월 합의한 바



이희범 장관(右)과 장원환 주임(左)

에 따라 중국에서 대규모 대표단이 방한한 데에 대한 사의를 표하고, 국가 안보와 직결된 원전 분야까지 협력이 확대되고 있는 점에 의미를 부여함과 아울러 한국이 원자로, 중기발생기, 건설 기술 등 모든 분야에서 기술 자립을 이루었음을 설명하고, 협력 확대를 희망하였으며, 발전소 주변 지역 지원 등 원전 건설 추진 과정에서 중요하게 대두되고 있는 원전 행정 분야에 대한 협력을 제안하였다.

양측은 모두 금번 원전 기술 포럼이 한·중간 원전 분야의 협력을 확대하는 시발점이 될 것으로 평가하며, 지속적 교류의 필요성에 인식을 같이 하였다.

2. 한수원과 국가핵전기술공사간 회의

이중재 한수원 사장 등 경영진은

6월 22일과 23일 이틀간에 걸쳐 천자보(陳肇博) 중국 국가핵전기술공사 준비위원장과 면담하고 상호 관심 사항을 협의하였다.

천자보 준비위원장은 이번 방한 목적이 중국의 원전 기술 자립 및 국산화 목표 달성을 위한 한국의 국산화 경험 습득 및 중·한간 협력 가능성 타진이라고 전제하고 ① 한국의 원전 기술 자립 추진 방법, ② 기술 자립 및 국산화 추진시 정부 및 관련 업체간 업무 분장, ③ 기술 전수 비용 및 건설 단가 등에 대해 집중 질의하였다.

국가핵전기술공사 준비위원회(중국식 명칭은籌備組)는 중국 신형 원전 사업 입찰 평가, 기술 전수 및 설계 분야 담당 기관으로서 우리나라의 원전 기술 자립 및 국산화 경험에 관심이 많았으며, 한수원 경영진 및 실무진의 중국 초청 의사를

피력하는 등 양사간의 교류 협력 확대를 희망하였다.

이 회의에서 천자보 준비위원장이 중국은 향후 2세대 원전으로는 링아오(嶺澳) 원전 개량형(프랑스 노형) 또는 친산(秦山) 2단계(중국 자체 노형)을 반복 건설 예정임을 밝힘에 따라, 2세대 원전인 한국표준형원전(OPR1000) 보다 3세대 신형 원전인 APR1400 진출을 추진하는 것이 바람직하다는 의견이 제기되었다.

또한 중국측은 한국이 중국의 3세대 신형 원전 입찰에서 배제된 이유로 APR1400 핵증기공급 계통에 대한 지적 소유권이 WEC 소유이고, 중국이 APR1400 기술에 대해 잘 몰랐기 때문이었음을 설명하였다.

이에 대해 한수원측은 APR1400에 대한 상세 자료를 즉시 제공하고, 2004년 10월 한국이 WEC로부터 기술 전수 협력 의향서를 획득함으로써 기술 전수에 아무 문제점이 없음과 기술 도입국 입장으로서의 기술 자립 및 국산화 경험은 한국만이 보유하고 있음을 강조하였다.

3. 한수원과 중국핵공업집단공사 간 회의

또한 이중재 한수원 사장 등 경영진은 6월 23일 중국핵공업집단공사 황궈쥔(黃國俊) 부사장 일행을 면담하고, 양국의 원전 산업 현황에 대한 소개와 상호 협력 방안을 논의

하였다.

이 자리에서 중국측은 중국형 원전인 CNP1000 및 CNP1500이 개발중인데 현재 개념 설계를 완료했으며, 금년 7~10월경 국가 핵안전국에 인허가를 신청할 예정이며, 2007년에 인허가 발급 및 건설 착수가 예상된다고 설명하였다.

기술 협력과 관련해서 중국측은 과거 한수원의 진산 3단계 시운전 요원 훈련 등 기술 지원을 높이 평가하며 한수원의 우수한 운영 능력을 고려해 원전 운영 분야에 대한 교류 확대 필요성이 우선적으로 인정된다고 언급하였다.

이와 함께 설계, 건설, 핵연료 등 원전 산업 전분야에 걸친 협력 확대를 희망하면서, 이의 일환으로 APR1400 실증 실험에 중국 기술자가 참여하고 CNP1000 실증 실험에 한국 기술자가 참여하는 방식의 신형 원전 개발 분야 협력을 제의하였다.

이외에도 중국측은 중국 원전 요원의 한국내 훈련 및 중수로용 핵연료 분말 (UO_2)의 한국 판매와 한수원 경영진 및 실무자의 중국 방문을 희망하였으며, 이에 대해 한수원은 원자력 교육원 및 훈련센터의 외국 연수생 수용 가능 인원을 조사해서 통보하겠다고 답변하고, 중수로용 핵연료 분말에 관해서는 품질 요건을 만족하고 경쟁력이 있으면 구매를 고려하겠다고 설명하였다.



대담하고 있는 이희범 산업자원부 장관(右)과 장원찬 중국 국방과학기술공업위원회 위원장.

4. 한수원과 중국광동핵전집단공사간 회의

이중재 한수원 사장 등 경영진은 6월 23일 중국광동핵전집단공사 챔즈민(錢智民) 이사장 일행을 면담하고, 중국 광동성 지역 신규 원전 사업 등에 대한 상호 협력 방안을 협의하였다.

이 자리에서 챔즈민 이사장은 광동 원전이 건설중인 릉아오 2단계 노형은 성숙하고 입증된 기술로서 당분간 지속적인 건설이 예상된다고 언급하고, 중국이 개발중인 CNP1000은 현재 입찰 평가중인 3세대 신형 원전이 미입증 기술이므로 이로 인한 사업 수행에 차질이 있을 경우 이를 보완하기 위함임을 설명하였다. 중국측은 향후 한국의 OPR1000 도입 가능성은 거의 없

으며, 정부의 적극적인 노력시 APR1400 도입 가능성은 있음을 피력하였으며, 한국측에게 원전 지분 참여, 교육 훈련, 기자재 공급 등에 대한 적극적인 공략을 권고하였다.

5. 한기와 중국핵공업집단공사간 회의

임성춘 한기 사장 등 경영진도 6월 23일 한기 본사를 방문한 CNNC 황궈쥔 부사장 일행을 만난 자리에서 원전 설계 분야에 대한 기술 자립 경험 및 상호 관심 사항에 대해 논의하였다.

CNNC측은 원전 건설 플랜트종 합설계자(A/E)로서 한기의 역할 등을 문의하고, 각종 인허가 문서, 특히 PSAR, FSAR을 영어로 작성하



이중재 한국수력원자력(주) 사장(右)과 장원환 중국 국방과학기술공업위원회 주임(左)

는지 여부, 인허가 문서 처리 흐름, 한기의 각팀별 인원, 두산중공업과의 차이점, 설계에 사용되는 프로그램을 자체 개발하는지 외국에서 도입하는지 여부 등을 질의하였다.

또한 중국측은 중국의 원전 기술 자립 추진 현황을 소개하였는데, CNP1000은 2000년에 개발을 착수하여, 2007년에 중국 정부 인허가를 취득할 예정이고, CNP1500은 CNP1000과 1년 6개월의 시차를 가지고 추진하고 있으며, 2020년경 600MWe 및 800MWe 고속 증식로의 기본 모델, 2030년경 대형 고속증식로 기본 모델을 개발할 예정이라고 밝혔다.

6. 한기와 국가핵전기술공사간 회의

6월 25일 한기인 한기 전무와 실무진은 국가핵전기술공사 천자보

준비위원장 일행을 면담하였다.

중국측은 한기의 업무 범위 및 역사, 한국원자력연구소와의 초창기 업무 분장 및 업무 이관 관계, 한기와 한수원과의 관계 및 업무 분장 등 한기의 업무에 대한 상세한 설명을 요청하였으며, CE에서 한기, 두산으로의 기술 이전 체계, 미국 S&L사에서 한기로의 A/E 업무 이전 체계 등 한국 기술 자립 초창기에 기술 이전을 어떻게 받았는지에 대해 관심이 많았으며, APR1400 설계 기술을 중국에 이전시 제한사항이 무엇인지에 대해 질문하였다.

천자보 준비위원장은 한국의 기술 자립 선행 경험이 중국에게 많은 도움이 될 것이며, 중국은 원전을 몇 기 건설하였으나 한기와 같은 설계 전문 회사가 없어 설계를 담당하는 회사가 3개나 있어 중국내 원자력 관련 기관의 구조 조정이 필요하

다고 설명하고, 향후 한기와의 교류 협력 확대를 희망하고 한기 실무진의 중국 방문을 희망하였다.

7. 국방과공위 주임 일행의 두산 중공업 방문

6월 24일 장원환 중국 국방과공위 주임 일행은 두산중공업을 방문하여 두산중공업 김대중 사장 등 경영진과 약 1시간 가량 오찬을 가지며 환담하였다. 이 자리에서 장원환 주임은 한국의 원자력 제작사인 두산을 방문하게 되어 기쁘며 한·중 양국간 협조로 양국의 원자력 산업의 발전을 기대한다고 밝혔다.

두산중공업의 현황 청취 후, 장원환 주임 일행은 두산의 단조, 터빈, 원자력 공장을 둘러보았으며, 특히 장주임은 두산의 1만톤 단조 설비와 크랭크 샤프트 생산 설비에 많은 관심을 보였으며, 터빈 공장과 원자력 공장에서 두산이 제작중인 터빈 및 원자력 기기에 대해 자세히 문의하는 등 두산의 설비 및 기자재 제작 공정에 대해 관심을 보였다.

8. 두산중공업과 국가핵전기술공사 간 회의

6월 24일 김태우 두산중공업 부사장 등 경영진은 국가핵전기술공사 천자보 준비위원장 일행을 면담했다.

이 자리에서 두산중공업은 원자로 계통 국산화 경험, 기자재 공급

경험, 설계 개선 및 개발 현황, 중국 신형 원전 사업 AP1000 제의 관련 두산과 WEC간 협력 현황 등 두산의 기자재 공급 능력을 설명하였다.

중국측은 AP1000 중국 제의서 관련 WEC와 두산과의 관계, 두산의 참여 분야, AP1000에서 일본 미쓰비시와 두산 중 누가 더 제작 경험이 풍부한지, AP1000의 두산 공급분에 대한 기술 전수 계획 등에 대해 문의하였으며, 두산의 상세한 설명에 대해 감사의 뜻을 표명하고, 두산이 중국 업체와 많은 협력을 하고 있음을 알고 있으며 앞으로 15년 동안 30기 이상의 원전을 지어야 하기 때문에 향후 지속적인 협조를 당부하였다.

중국의 신규 원전 사업 현황

1. 중국 원전 사업 개요

중국은 현재 9기, 670만kW의 원전을 운영중이며, 2기, 200만kW의 원전을 건설중으로, 최근 극심한 전력난을 극복하기 위해 현재 1%대에 머무르고 있는 원전 비중(설비 용량 기준)을 2020년까지 4%(원전 시설 용량 약 4,000만kW) 대로 끌어올린다는 목표 아래, 향후 15년간 약 30기의 원전을 추가로 건설할 계획하에 우선 기존 원전 복제 건설 및 외국으로부터 신형 원전 도입 등 8기의 신규 원전 건설



이중재 한수원(주) 사장(右)과 면담하고 있는 천자보 중국 국가핵전기술공사 준비 위원장(左)

을 추진하고 있다.

2. 신형 원전 사업

중국이 추진중인 제3세대 신형 원전 사업의 대상 노형은 미국 WEC의 AP1000, 프랑스 프라마톰의 EPR 및 러시아 Atomstroyexport의 개량형 VVER로서, 발주방식은 원자로 계통(Nuclear Island)에 대한 외국 주도 일괄 발주 방식이고, 건설 부지는 절강성 산면(三門) 및 광동성 양장(陽江)이다.

2004년 9월 신형 원전 사업 노형 선정을 위한 입찰 안내서(ITB)가 발급되었으며, 2005년 2월 미국 WEC, 프랑스 프라마톰 및 러시아 Atomstroyexport가 입찰서를 제출하였고, 중국 정부는 2005년 말까지 노형을 선정할 예정이다.

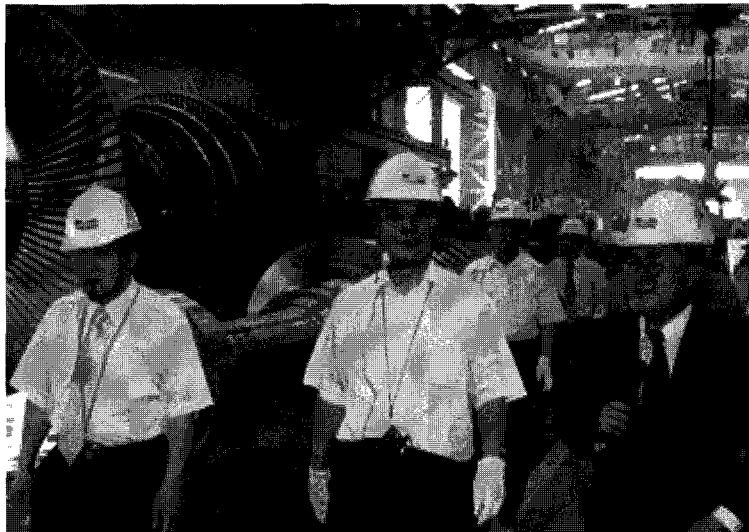
3. 복제 건설 사업

중국은 신형 원전 사업과 병행하여 링아오 1단계 원전(100만kW급 프랑스 노형) 복제 건설로서 링아오(嶺澳) 2단계 사업과 진산 2단계 1,2호기(60만kW급 중국 독자노형) 복제 건설로서 진산 2단계 3,4호기 사업을 추진중이다.

복제 건설 사업의 발주 방식은 중국 주도 분할 발주 방식으로서, 진산 2단계 3,4호기 사업에서는 두산 중공업과 중국 협력사(중국 제1중기창)가 공동으로 원자로 용기 공급자로 선정되었으며, 링아오 2단계 사업에서는 한기가 신형 제어반 및 디지털 계측 제어 설비 설계에 대한 기술 자문을 제공한 바 있다.

4. 후속 신규 원전 사업

중국은 후속 신규 원전 사업으로



두산중공업(주)를 방문하여 시찰하고 있는 장원환 주임과 중국 대표단

〈표 4〉 중국의 원전 현황

원전명	노형	용량(만kWe)	공급자	준공	위 치
大亞灣(#1,#2)	경수로	90	佛 프리마톰	1994. 2, 1994. 5	광동성
秦山 1단계(#1)	경수로	30	中 CNNC	1994. 4	절강성
秦山 2단계(#1,#2)	경수로	60	中 CNNC	2002. 4, 2004. 5	절강성
秦山 3단계(#1,#2)	중수로	70	캐나다 AECL	2002.12, 2003. 7	절강성
嶺澳 1단계(#1,#2)	경수로	100	佛 프리마톰	2002. 5, 2003. 1	광동성
田灣 (#1,#2)	경수로	100	러시아	(2006년)	강소성

산동성 하이양(海陽) 및 요녕성 홍앤허(紅沿河) 원전 사업 등을 중국 국가 제11차 5개년 계획(2006~2010) 사업에 포함하여 추진할 계획이며, 하이양 및 홍앤허 원전 사업은 중국전력투자집단공사(CPI) 주도로 개발하고 있으며 현재 부지 정지 작업중으로 금년 말까지 완료 예정이다.

중국측은 하이양 및 홍앤허 원전의 노형은 신형 원전 사업의 노형 선정 결과에 따라 결정될 전망이나, 신형 원전 입찰 결과가 만족스럽지

않을 경우, 성공적이고 성숙된 기술이라면 100만kW급 2세대 원전 건설도 가능하다는 입장으로, 한국은 한·중 협력 사업으로 OPR1000 또는 APR1400 건설을 희망해 왔다.

5. 한국의 진출 추진 현황

한국은 한·중 정상 회담 등 정부 간 다각적인 협력 채널을 통해 중국 측과 참여 방안을 협의하고 있으며, 중국 전력 기관과의 기술성 및 경제성 공동 조사, 중국 원전 사업 관계 기관에 대한 기술 설명회 개최,

한·중 원전 사업체간 협력 협정을 통한 협력 기반 구축, 북경 및 상해 핵공업전람회 등 중국 원전 전시회 참석을 통한 한국의 원전 기술 홍보, 국내 관련사간 해외 원전 시장 공동 참여 컨소시엄 협정 체결, 경영진 및 실무진의 상호 방문 협의, 국내 관련사 및 WEC와 협의 체제 구성 등을 통해 다각적인 진출 노력 을 경주하여 왔으며, 이런 노력의 일환으로 이번 한·중 원전 기술 포럼이 개최된 것이다.

맺음말

이번 한·중 원전 기술 포럼은 전례 없이 중국의 원전 관련 정부 및 산업체 핵심 인사가 대거 참여함으로써 한국의 원전 기술을 중국 원전 산업 고위층에게 체계적으로 알리는 좋은 기회였으며, 이에 따라 한전, 한수원, 두산, 한기, 원전연료, 한전기공 등 국내 원전 관련 기관은 소요 비용을 분담하고, 상호 긴밀히 협력함으로써 짧은 준비 기간에도 불구하고 행사를 차질 없이 개최할 수 있었다.

급속한 경제 성장에 따른 전력 부족을 해결하기 위해 올 여름 제한 송전을 검토하고 있을 정도로 전력 사정이 열악한 중국은 향후 15년간 원전 30여기를 추가 건설할 계획이다.

이와 같은 세계 최대의 황금 시장

을 놓고 유수의 원자력 회사들은 사운을 걸고 중국 시장 개척에 전력을 기울이고 있다.

원자력 기술이 전무한 상태에서 원자력 기술 도입 후 약 30년 만에 기술 자립을 이루었으며, 원자력 발전 운영 실적이 매년 세계 최상위권을 유지하고 있는 우리나라의 원자력 산업을 가장 모범적으로 정착시키고 운영하는 국가이다.

따라서 원자력 도입을 검토하거나 시작하는 나라들, 특히 원전 기술 자립을 추진하려는 국가들은 우리나라를 최적의 모델로 삼고 있으며 이는 중국도 마찬가지이다.

이번 포럼에서도 중국측은 한국의 원전 기술 자립과 국산화 경험에 큰 관심을 보이고 이 분야에 대한 교류를 희망하였다. 이를 위해 우리 측에서는 단기적으로 인력 훈련, 기술 지원, 자본 투자 분야 등에 대한 상업적 협력을 포함한 기술 교류를 추진하고, 한국의 원전 기술을 지속적으로 홍보하여 중장기적으로는 정부간 협력 사업으로 APR1400 진출을 추진하는 것이 바람직하다는 의견이 제기되었다.

갈수록 치열해지는 해외 원전 시장 개척 경쟁 속에서 원자력 산업의 새로운 부흥을 위해 원전 해외 수출을 모색하고 있는 우리나라로서는 국내 원자력 산업에 대한 적극적인 홍보와 현지의 원전 정책 입안자 및 전문가들과의 휴먼 네트워크 구축



영광 원전을 방문하여 시찰하고 있는 중국 대표단

〈표 5〉 한국 업체의 중국 진출 실적

업체명	수주 금액	수주 내용
한국수력원자력(주)	710만불	秦山 3단계 시운전 훈련 용역 등 (1993.12~2004.6)
두산중공업(주)	1억 2,350만불	秦山 3단계 주요 기자재 공급 등 (1997.1~2001.7)
한국전력기술(주)	150만불	大亞灣 원전 품질 보증 훈련 용역 등 (1992.8~2005.3)
대우건설(주)	370만불	秦山 3단계 기자재 공급 등 (1998.5~1999.11)
한국정수공업(주)	340만불	嶺澳1 단계 물처리설 공급 (1997~2000)
합 계	약 1억 4,000만불	

이 반드시 필요하다.

그런 의미에서 금번 장원환 주임의 방한 및 한·중 원전 기술 포럼 개최는 한·중 양국이 원전 사업의 전반적인 분야에 대한 기술과 정보 교류는 물론 서로에 대한 이해와 신뢰를 증진시킬 수 있었던 좋은 기회였으며, 나아가 중국에 한국 원전 기술의 우수성을 알림으로써 중국의 막대한 신규 원전 건설 시장에 우리 업체 참여의 물꼬를 트는 계기가 될 것으로 기대되고 있다.

이 지면을 빌어 성공적인 포럼 준비를 위해 불철주야 수고한 한수원 해외사업처 직원들과 협조를 아끼지 않았던 국내 관련사 경영진과 실무진에게도 마음으로부터 우리나라에게도 마음으로부터 우러나오는 깊은 감사를 드린다.

이번 포럼을 계기로 구축된 양국 간의 관계를 이용하여 중국의 신규 원전 건설 사업에 우리가 참여할 날이 분명히 올 것이라고 확신하며, 꿈꾸는 자만이 성공을 이룰 수 있다는 굳은 다짐을 해본다. ☽