

中國原電事業 진출의 추진방향과 과제

박 용 집

한국전력공사 월성원자력본부 본부장



중국은 96년 현재 3기의 원전을 가동하고 있는데, 원전 설비를 가속화하여 원전 총설비 용량을 2010년에 2천만~2천5백만kW, 2020년에는 4천만~5천만kW까지 확충할 계획으로 있다. 따라서 중국 원전 시장은 세계 원전 수출 국가의 각축장이 되고 있으며, 그에 따라 치열한 수주 경쟁이 벌어지고 있다.

본고는 필자가 중국 廣東 원전에서 약 1년간 廣東 원전 1·2호기의 운전·정비 및 운영 전반에 걸친 자문, 廣東 3·4호기 건설 프로젝트의 기획 업무, 廣東 5·6호기의 기술성과 경제성 평가 업무 등에 동참한 경험으로, 중국의 원전 사업 수행과 금후 사업을 전망하면서 한국 원전 사업이 중국에 진출할 수 있는 제반 여건을 기술한 것이다.

O

랜 세월 사회주의의 통체

경제 체제 속에서 잠자던

중국 대륙이 수정주의라는

이름 아래 자본주의 경제 기법을 본격적으로 도입하게 된 것은, 자본주의 시장의 실불인 홍콩과 인접한 중국 광동성(廣東省) 심수시(深圳市)에 경제 특구를 시범적으로 설정한 85년 이후부터라고 할 수 있다.

이때부터 경제 성장에 따른 전력 수요를 충족하기 위한 방편으로 중국은

원전을 도입하게 되었다.

중국의 원전 개발에는 두 개의 기술적 흐름을 생각할 수 있다.

첫째는 외국에서 기개발 운용중에 있는 상업적 노형(프라마톰(Framatome)사 PWR)인 광동(廣東) 원전

1·2호기이고, 둘째는 국내 핵물리 그룹을 주축으로 개발한 웨스팅하우스(Westinghouse)형 가압 경수로 설비 개념에 일본 MHI 기자재를 연결 시킨 소위 중국 국산화 1호인 진산(秦

山) 1호기이다.

현재 중국 내에는 3기의 원전이 운영 중에 있으며, 96년부터 시작되는 중국 경제 개발 제9차 5개년 계획에는 8기의 원전 건설이 반영되어 있다.

이때를 맞추어서 필자는 한국형 원전인 영광 원전 3·4호기 시운전을 마치고, 우리 원전을 중국 진출의 발판으로 만들기 위하여 중국 광동 원전에서 약 1년간 광동 원전 1·2호기

운전·정비 및 운영 전반에 걸친 자문, 광동 3·4호기 건설 프로젝트의 기획 업무 및 광동 5·6호기의 기술 성과 경제성 평가 업무에 동참하였다.

여기에서 경험한 중국의 원전 사업 수행과 금후 사업을 전망하면서, 한국 원전 사업이 중국에 진출할 수 있는 제반 여건에 대한 소고(小考)를 피력하고자 한다.

중국의 원전 현황과 건설 전망

1. 운전중 원전

중국은 현재 3기의 가압 경수로형 원전을 가동하고 있다.

앞서 기술한 바와 같이 광동 대야만(大亞灣, Daya bay) 1·2호기 (Guang Dong Phase I)의 원자로 설비는 프라마톰사의 950MWe Class로 (한국의 울진 1·2호기와 동일형), 터빈/발전기는 영국 GEC사의 3,000RPM(Full Speed)으로, 87년에 착공하여 94년에 양호기 모두 상업 운전에 들어갔다.

진산 1호기(Qinshan Phase I)는 웨스팅하우스사의 600MWe Class를 Down Scale(300MWe Class)하여 국내 기술진에 의한 국산화 설비로 85년에 착공하여 94년에 상업 운전에 진입, 현재 총 2,200MWe 설비 용량을 운영중에 있다.

한편 중국은 진산 1호기를 모델로 한 복제 발전소를 파키스탄에 수출(CHASNUPP Plant)하여 건설중에

있는데, 99년에 상업 운전 예정으로 되어 있다.

중국의 원전 운영은 원전 도입의 초기에 일어나는 어려움과 경영총의 경험 부족으로 좋은 실적을 거두지 못하고 있는 것이 사실이다.

2. 원전 건설 전망

중국은 중장기 원전 개발 계획이 분명하게 설정되어 있지 않은 것이 특징이지만, 원전 설비를 가속화하여 2010년에 원전 총설비 용량을 2천만~2천5백만kW, 그리고 2020년에는 4천만~5천만kW까지 용량을 증가시킬 계획으로, 중국 총발전 용량의 약 6%까지를 원전으로 충당할 예정이다.

중국의 발전 설비는, 전국 10여개의 송전선망(Grid Network)을 통한 출력 가능 설비로 따져 95년 현재 약 2억kW 정도이다.

또한 중국 내에서 비교적 경제 수준이 상위권에 있는 광동성의 경우 95년 현재 전력 설비 용량은 약 1천5백만kW 정도인데, 2000년경에는 2천8

백만kW, 2010년경에는 6천3백만kW 설비에 원전 용량을 1천1백만kW 정도까지 확대시킬 계획이다.

그러나 원전은 막대한 재원과 첨단 기술을 동반해야 하기 때문에 중국 내의 빈약한 재원과 기술로는 원전 건설이 어려우므로 결국 국외 자본과 기술에 의존할 수밖에 없는 실정이다.

3. 경제 발전 계획과 원전

중국 제9차 5개년 계획(1996년~2000년)에는 <표 1>과 같은 8기의 원전 건설이 반영되어 있다.

또한 제9차 5개년 계획 하반기에 가서는 광동 Phase III(Yang Jiang 1·2) 및 산동(山東) Phase I(Hai Yang 1·2)가 반영되어 제10차 5개년 계획이 끝나는 2005년까지는 상업 운전에 들어갈 것으로 예상된다.

중국 원전 사업 현况

1. 경제성장과 원전건설의 팽창

중국의 경제 성장을은 자본주의를 도입한 이래 과거 10년간 연평균 약

<표 1> 중국 제9차 5개년 계획에 반영되어 있는 원전 건설 계획

PHASE	소재지	설비 공기	비고
Guang Dong Phase I (LING AO 1·2)	광동성(廣東省) 대야만(大亞灣)	1996~2003	FRA.PWR 950MWe
Qin Shan Phase II (QIN SHAN 2·3)	질강성(浙江省) 진산(秦山)	1994~2002	중국 PWR 600MWe
Qin Shan Phase III (QIN SHAN 4·5)	질강성(浙江省) 진산(秦山)	1997~2003	CANDU 700MWe
Rio Lung Phase I (Rio Lung 1·2)	오령성(遼寧省)	1998~2005	VVER 600MWe

9%의 고성장을 하였고, 전력 수요 역시 급상승하여 광동성의 경우 95년 현재 전력 설비는 85년 대비 5배로 늘어났으며, 연평균 15%의 추세로 증가하여 왔다.

그러나 같은 고성장에 적절한 전력 수급 정책을 세우는 데는 많은 어려움을 안고 있다.

석탄에 의존한 화력 발전 개발 측면에서 보면, 중국 중서부 지방에는 석탄 매장량이 가늠할 수 조차 없을 정도로 많지만, 산업 기지화되어 있는 중국 동남 해안 지방까지는 수송로가 너무 멀어서 경제성이 없다.

또한 환경 문제 해결을 위한 설비 투자 측면에서도 화력 발전소 건설이 회의적인 것으로 판명되었다.

결국 화력 발전이 원전과의 경제성 우위면에서 경쟁력이 떨어지므로 동남해안에 위치한 모든 성(省)은 원전 건설을 보다 적극적으로 모색하고 있다.

2. 중국 원전 사업 추진의 관례

원전 건설에 필요한 많은 재원 조달과 기술 도입을 어떻게 하느냐 하는 문제에 중국 원전 개발의 성패가 달려 있다고 하겠다.

재원 확보는 국외 계약자가 공급해야 할 기자재, 인력 및 기타 소프트웨어 비용 뿐만 아니고, 내자(內資)에 필요한 재원도 최대한 지원을 요청하고 있는 실정이다

그러나 해결해야 할 문제는 여기에 그치지 않는다. 원전 건설이라는 복잡한 프로젝트를 추진하기 위해서는 국민적 기질과 사업자의 주체 의식이 무엇보다 확고하지 않으면 쉽게 도전할 수 없다.

대륙적이며 보수적인 민족 기질 때문인지 일을 느긋하게 하려는 풍조가 있고, 변화와 개선을 거부하는 경향이 뚜렷하며, 사업 관리의 복잡성을 기피할 뿐만 아니라 문제 해결을 계약자나 정부에 의존하려는 관습이 농후하다.

3. 프랑스 의존성 심화

특히 광동 원전의 경우에는 Pre-Project부터 지금까지 10년 이상을 프라마툼사와 함께 생활하여 온 탓으로, 프랑스 관행과 의존성이 아주 강할 뿐만 아니라, 여타 Technology와 기법은 쉽게 접목시키기 않으려는 분위기가 전반적으로 보편화되어 있다.

발전소 운영 체제는 프랑스 EDF에 관리를 위탁할 정도로 심화되어 있고, 불편 혹은 비능률을 과감하게 개선하려는 의지가 희박하다.

한국의 해외 원전 진출 현안 사항

한국전력공사의 원전 설비 기술 자립 경험을 국내 운전중인 원전 11기와 건설중인 원전 7기의 건설 과정을 통해 살펴보면 <표 2>와 같이 대별할 수 있겠다.

<표 2>처럼 원전 건설을 추진하여 오는 동안 많은 시행착오를 거쳐 오늘의 위치에 서게 되었으나, 국외 프로젝트 수행은 국내 프로젝트와는 그 수행상 난이도면에서 차원이 사뭇 다른 것을 인식하지 않으면 안된다.

국의 원전 사업을 하기 위한 국내 원전 산업이 갖추어야 할 관리 능력 제고와 국제 경쟁력 향상을 위하여 다음과 같은 정리되어야 할 몇 가지 현안 사항을 제시하고자 한다.

1. 조직의 일원화 및 운영 체계

원전 사업은 어떤 건설 업무보다도

(표 2) 한국내 원전의 건설 과정

제1세대 (70년대)	고리 #1 고리 #2 월성 #1	운전중 " " "	외국 업체 의존 단계 -일괄 발주(Turn Key) 계약 -사업주 역할 미미
제2세대 (80년대)	고리 #3·4 영광 #1·2 울진 #1·2	운전중 " " "	기술 습득 단계 -Component Approach와 Island Approach 방식 도입 -주계약자/부계약자 : 외국 업체/국내 업체 -사업 총괄 : 사업주(한전)
제3세대 (90년대)	영광 #3·4 울진 #3·4 월성 #2·3·4 영광 #5·6	운전중 건설중 " " "	기술 자립 단계 -Component Approach 방식 -주계약자/부계약자 : 국내 업체/국외 업체 -사업 총괄 : 사업주(한전)

고도의 사업 관리 능력과 첨단 기술력을 요하는 복잡다난한 사업이므로 조직의 체계화와 일사불란한 행정력이 앞서 나가야 한다.

그러나 국내 원전 산업체를 보면, 사업 관리·설계·제작·시공 및 시운전 측면에서 각각 개별적인 경험과 능력은 있으나, 해외 사업을 위한 분야별 기능을 체계적으로 한데 묶는 종합적인 조직력이 약하다고 할 수 있다.

따라서 원자력 산업체 개별 기능을 현재의 분업적인 특성을 그대로 살리면서 국외 사업을 위한 창구 단일화가 급선무이다.

또한 해외 원전 시장 개척을 위해서 현실적으로 한 목소리를 내지 않으면 해외 시장에서 혼선을 초래할 가능성 이 있을 뿐만 아니라 막대한 재정 지원 문제를 해결하기 어렵다.

해외 사업의 업무 체계화면에서도 현지 법인 설치에서부터 중국내 협력업체와의 계약, 현지에서 기자재의 조달, Document 관리 및 노무 인력 관리에 이르기까지 한국 내 여건과는 모든 환경이 다른 데서 오는 어려움이 있기 때문에 하나하나 체계적이고 면밀한 계획이 수립·시행되지 않으면 안된다.

또한 국외 사업을 단계적으로 접근해 가려는 진입 전략이 미비한 현시점에서, 범원전 산업적인 차원에서 종합적인 계획이 수립되어야 한다.

2. 정부 차원의 지원

중국 내 다른 사업의 진출도 비슷한 사정이긴 하겠지만, 특히 원전의 진출에서는 우선 사업자들의 관행을 여하히 한국화시키느냐 하는 문제가 크다.

그리고 중국 사업자나 정부는 막대한 재원을 자체적으로 조달할 능력이 없으므로, 국외 사업자가 외자는 물론 내자까지도 지원 내지는 알선해 주어야 하는 부담이 있는데 이를 감당할 능력이 있어야 한다.

뿐만 아니라 정부간의 외교력이 어느 요소보다도 중요한 인자가 되어 있다.

이는 사회주의의 통제 경제 체제이므로 더욱 고려해야 할 사항이다.

이같은 정부 차원의 대화 문제에서 볼 때 한국 원전은 미국 기술과 합작을 하지 않으면 안되는 형편이므로, 한국 정부와 중국 정부간의 대화 뿐만 아니고 중국 정부와 미국 정부간의 대화 또한 중요하다.

그러나 미국과 중국간의 대화는, 두 나라 사이의 현안 사항인 인권 문제, NPT 가입 이후 이행 문제 및 대만 문제로 고무줄 외교를 유지하고 있는 상황일 뿐만 아니라, 미국연방법 810조 (10CFR810)에 따른 전략 물자의 대공산권 수출 제한 문제는 미국 원전 기자재의 중국 진출에 있어서 항상 걸림돌이 되고 있는 것이 현실이다.

이같은 관점에서 볼 때 정부 차원에서 원전 산업의 중국 진출을 위한 재정 지원, 기술 지원 및 외교 지원과 아

울리 여타 국가와의 국제 원전 시장에서의 경쟁력을 제고할 수 있는 종합적인 지원에 대한 정책적 배려가 있어야 한다.

3. 한국 원전의 기술 수준

앞에서 기술한 바와 같이 현재 우리나라 11기의 원전이 가동중에 있으며 7기가 건설중이거나 건설 시작 단계에 있으나, 해외 사업에 우리가 뛰어들기 위해서는 한국의 원전 기술 수준을 객관적이며 비판적 시각에서 종합적인 진단을 해 볼 필요가 있다.

첫째, 사업 관리 능력 측면에서 보면, 한국전력공사는 국영 기업체의 우산 속에서 이제까지의 원전 사업 관리를 너무 안이하게 수행하면서 생긴 비능률적인 요소와 비체계적인 관리 행태를 재정립할 필요가 있다.

둘째, 발전 설비 설계 능력과 제작 측면에서 보면, 우선 원자로를 포함한 1차 계통 설계를 담당하고 있는 한국원자력연구소가 기술 능력의 자립도 측면에서 국외(ABB-CE) 의존에서 벗어나지 못하였고, 발전소 종합 설계를 담당하고 있는 한국전력기술(주)의 경우 역시 Architect, Engineering(A/E) 수행의 체계화는 아직도 정리되어야 할 많은 과제를 안고 있다.

셋째, 시공 측면에서 보면, 시공 공법 및 기술은 전근대적이며 노무 관리 또한 비능률과 비효율적인 요소를 그대로 답습하고 있는 실정이다.

넷째, 원자로를 비롯한 1차 계통 주

기기와 터빈/발전기 등 2차 계통 주기 기 제작에서도 주요 부품의 대부분을 국외에 의존하고 있는 형편이다.

다섯째, 해외 사업의 대부분이 그러 하듯 중국에서의 언어 소통은 다른 해 외 사업의 경우보다 더욱 어렵다.

중국에서 영어의 소통이나 Document의 이해는 극히 일부에 국한되어 있으며, 관리자 계층에서는 상층부로 갈수록 커뮤니케이션이 힘들고 현 지 시공사나 혹은 설계 담당 회사 직원들의 어학(영어) 수준 또한 프로젝트를 함께 수행하기 어려운 상황이다.

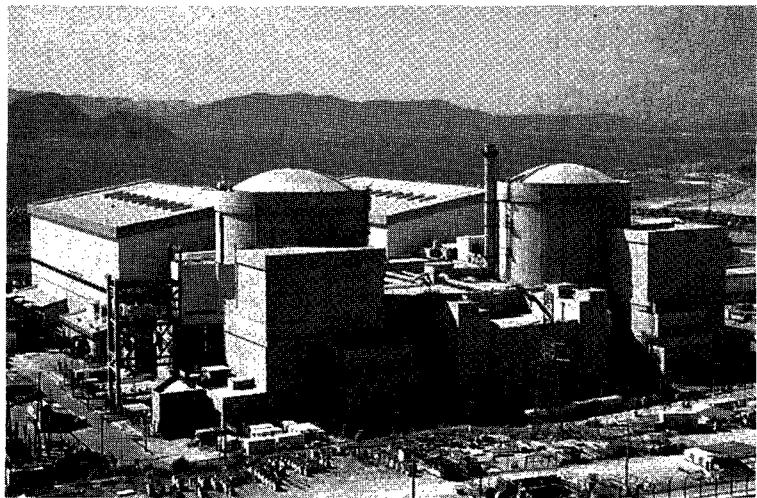
더욱이 프로젝트 수행에 관련된 시 공·시험의 모든 절차서를 영문과 중 문으로 동시에 하지 않으면 업무를 수행할 수가 없다.

이런 관점에서 우리가 한국 내에서 사용하는 모든 Document를 영문과 중문으로 작성 내지는 번역해야 하는 업무 또한 엄청난 분량이다.

여섯째, 해외 사업을 수행할 고급 인력 확보이다.

현재 국내 인적 자원으로는 국내 프로젝트도 감당하기 어려운 실정이며, 북한 경수로 사업이 본격적으로 시작 되는데 따른 인력 확보 정책이 없는 현 상황에서 국외 프로젝트까지 겹쳤 을 때 모든 분야에서 고급 인력을 어 떻게 공급할 것인지 하는 문제는 위에 서 상술한 여타 문제보다 더욱 심각한 것이 사실이다.

무엇보다 서둘러야 할 분야는 바로 원전 건설에 투입될 인력을 지금부터



廣東 원전 1·2호기

차분히 확보할 수 있는 계획의 수립과 인력 확보이다.

이게 시행되지 않으면 국내 원전 사 업 뿐만 아니라 북한·국외 모든 원전 프로젝트 수행 자체가 공허한 꿈일 뿐 이다.

4. 중국의 원전 시장 정보

지피지기(知彼知己)면 백전백승(百戰百勝)이라는 고사를 인용하지 않더라도, 미지의 세계에 뛰어들려면 상대 편의 정황을 정밀 분석함은 물론이고, 나의 처지 또한 객관적인 입장에서 취 약성을 냉철히 분석할 필요가 있는 것 처럼, 우리가 중국 원전 시장에 진출 하기 위해서는 더욱더 그러하다.

중국은 지리적으로 역사적으로 이 웃해 오고 있는 것은 사실이지만, 실제 사업을 전제로 할 때에는 우리가 중국을 너무 모르고 있다 해도 과언이 아니다.

첫째, 전문 분야에 대한 중국의 기 술 수준을 파악하여야만 우리 기술을

접목시킬 수 있다.

한국의 원전 건설의 종합적인 기술과 중국의 현 기술이 상호 보완 관계로 조화를 이루하기 위해서는 프로젝트 관리 능력을 비롯한 설계·시공 및 시운전의 능력 평가가 선행되지 않으면 안된다.

중국 원전 산업이 지금에 이르기까지 진산 원전 건설을 통하여 얻은 국 산화 기술 수준과 광동 원전 건설을 통하여 경험한 외국 원전 기술 습득 과정에서 축적한 기술 능력을 제대로 평가하지 않으면 안된다.

둘째, 중국 원전 기자재 국산화 계 획에 대해서는 정보를 거의 갖고 있지 못하다.

우선 원전 주기기 생산 부문에서 살펴보면, 중국의 3대 중공업 기지인 상 해(上海) 기지는 웨스팅하우스사가 진 출 의사를 표명하여 접촉하고 있으며, 사천(四川) 기지는 GE, MHI, GEC 3개사가 각각 자사의 현지 공장 건립 추진을 시도하고 있으며, 할빈 기지는

한국중공업(주)가 현지 조립 공장을 추진하였던 것으로 알려지고 있다.

그러나 중요한 것은 중국에는 원전 기자재에 대한 국산화 종합 계획이 수립되어 있지 않다는 데 있다.

광동 3·4호기 계약의 경우 국산화 내용을 보면, 주기기 공급자가 공급할 기자재 공급 금액의 1차 계통은 10%, 2차 계통은 15% 범위 내에서 중국 생산업체와 조립 범위를 정한 다음 사업주의 승인을 받는 정도이며, 현장의 모든 조립 품질 관리는 계약자 책임으로 되어 있을 정도이다.

또한 전산 2·3호기는 처음에 국산화율 75%로 계획하였다가 50% 미만으로 재수정하는 단계에 있는 실정이다.

한국의 국산화 정책은 당해(當該) 발전소에서는 국산화로 인한 기자재 가격이 외제보다 비싸지만 후속기에서 Cost Down을 꾀하는 데 있으나, 중국은 당해 발전 설비 Cost Down 자체를 목적으로 하는 국산화 방향이므로, 중장기적인 중국 내 국산화를 지원하기가 매우 어려운 실정이다.

한국은 사업주가 한국전력공사로 국한되어 있어서 표준형 원전 건설에 따른 기자재의 표준화로 쉽게 국산화가 이루어지고 있으나, 중국은 사업주가 단일화되어 있지 않을 뿐만 아니라 원전 건설에 대한 종합 계획이 국가적인 차원에서 설정되어 있지 않고, 사업주의 노형 선택도 상업 차관 조건에 따라서 달라질 수 있으므로 일관성이 있

는 기자재 국산화 정책 수립이 매우 어려울 수밖에 없다.

이같은 환경에 대처해서 원전 기자재의 중국 내의 국산화 문제를 어떻게 추진할 것인지를 조심스럽게 검토·분석하여야 할 것이다.

셋째, 중국 전력 설비의 주파수(周波數)는 50Hz라는 사실이다.

이것은 터빈/발전기 뿐만 아니라 모든 회전체(回轉體)의 한국 내 제작은 60Hz에 적응하도록 설계·제작하여 왔기 때문에, 50Hz에 적응할 수 있는 기자재 제작은 시험 과정을 거쳐야 하므로, 유럽이나 일본의 50Hz 주파수에 익숙한 국가의 설비와는 경쟁 면에서 뒤질 수밖에 없다.

이런 부문에서 50Hz 회전체 공급을 어떤 방법으로 할 것인지 하는 문제 또한 용이하지 않다.

넷째, 미국의 대중국 무역 제재 방향이 불투명하므로 한국형(ABB-CE)과 같은 노형의 중국 진출에서는 핵심 부품의 미국 의존성이 높으므로, 미국 연방법(10CRF810)에 따른 대공산국 전략 물자 수출 제한 규정이 풀어지지 않는 한 불가피하게 핵심 부품을 제3국에서 공급해야 하는 문제를 안고 있다.

이같은 핵심 부품의 제3국 생산은 그렇게 쉬운 일이 아니므로 한국 내에서 생산 여부를 조속히 결정하지 않으면 공급에 차질을 가져올 수밖에 없다.

다섯째, 재원 조달 측면에서 중국

시장 내 여타 국가와의 경쟁에서 유리한 조건을 확보하는 문제는 각국의 재원 조달에 관한 상세한 정보가 입수되어야만 한다.

차관 공급 문제는, 한국도 OECD에 가입하게 되면 EXIM Bank의 금리는 여타 선진국과 동일률로 할 수밖에 없겠지만, 상업 차관에서는 금리를 얼마나 유리하게 할 수 있을 것인지, 또한 차관 구성면에서는 수출입은행 분을 얼마나 확보하느냐가 관건이 되겠다.

재원 조달은 당해 건설에 투입되는 차관 뿐만이 아니다.

사업자가 조달하여야 할 내자 부문에서도 중국은 내자(內資) 확보가 어려우므로 계약자가 외채를 알선하지 않으면 안된다.

그 뿐만이 아니다. 근래 중국 정부에서는 중국 내 모든 외국 투자 업체에서의 지분 참여(Equity Participation)를 적극 권장하고 있는 실정이며, 원전 사업에서도 예외는 아니다.

근래 프랑스 EDF의 경우는 2005년까지는 자국 내 원전 건설 계획이 없으므로 국외 투자를 적극적으로 모색하고 있다.

결국 중국 내 원전을 상륙시키기 위해서 당해 발전 설비의 재원 지원 뿐만 아니라 합자 회사 설립에 참여할 수 있는 재원 조달의 능력을 갖추지 않으면 중국 원전 시장에서의 국제 경쟁에서 우위를 차지할 수 없는 것이 현실이다.

원전 진출 전략

1. 접근 방향

일반 상품도 판매 전략의 초기 단계에서 PR 전략이 우선 앞서야 하는 것처럼, 한국 원전의 수출을 위해서는 한국형 원전의 기술성과 경제성 모두 타 원전보다 경쟁력을 갖추고 있음을 구매자에게 설득하는 것이 무엇보다 중요하다.

첫째, 사업자와 정부 관련 실무자들이 납득할 수 있는 홍보 활동을 전개 하여야 하며, 그 방법으로는 전반적인 설명회에서부터 특수 분야별로 깊이 있는 전문적인 부분까지 심도있는 설명회를 수시로 개최함으로써 그들로 하여금 보다 흥미를 갖도록 유도하고, 결국 보다 필요한 정보를 요청한 후 수시로 면담 및 초청·견학 등을 할 수 있는 기회를 만들어 실무자들을 한 국편으로 끌어들이는 전략이 우선돼야 할 것이다.

둘째, 중국은 사회주의 국가 체제임을 전제해야 하므로 원전 도입과 같은 사업은 정부 고위층의 결정 권한이 절대적임을 인지해야 한다.

중국 정부에서 원전 계획에 권력을 행사하는 기관은 국가기획위원회(SPC), 전력부(DOE), 핵공업총공사(CNNC), 핵안전국(NNSA) 등이며, 이들에 대한 설득 노력은 한국의 전력 그룹 차원에서 뿐만 아니라 정부 차원의 외교, 초청 등 활동을 통한 지원을 모색하여야 한다.

2. 공급 설비의 선정

한국은 현재 웨스팅하우스, 프라마 톰 및 ABB-CE형 등 3유형의 가압경수로 원자로가 모두 가동중에 있으므로, 이들의 기술성과 경제성의 비교 분석은 제3국에서 볼 때 충분한 객관성을 가지고 있다.

이 같은 자료는 홍보만 잘하면 중국 같이 보수성이 매우 강한 나라를 설득 할 수 있는 좋은 무기가 된다.

중국은 실제 신기술에 의한 Advance Technology보다도 이제까지 상업 운전한 경험 위주의 Proven Technology를 선호하고 있다.

광동 원전의 원자로 제어봉 안내관(CRDM Guide Tube)에 의한 제어봉 낙하 시간 문제로 약 6개월 이상 발전 정지를 가져온 것은 원전을 추진하고 있는 중국 내 전력공사를 뿐만 아니라 중국 정부의 빠이픈 경험으로 간주되고 있는 실정이다.

그래서 필자가 중국에 체류하는 동안 그들은 한국형 원전의 모델인 영광 3·4호기의 건설과 시운전의 실적에 많은 관심을 가졌을 뿐만 아니라 상업 운전 상황을 주의깊게 관찰하고 있었다.

이런 관점에서 첫째로 공급되어질 설비는 우선 영광 3·4호기를 모델로 하되, 시운전과 상업 운전 기간의 경험을 반영하여 안전성·운전/보수성·경제성 측면에서 부분적인 개선을 과감히 시도하고, System 80+를 너무 앞세워 Advance Technology를

강조하지 않는 것이 바람직하다고 본다.

둘째, 한국형 노형에 기술적인 조화가 잘 될 수 있는 터빈/발전기는 어느 Maker로 짹지울 것인지 세심한 분석이 뒤따라야 한다.

현재 한국에서는 ABB-CE 노형(1,000MWe Class)에 GE형 터빈/발전기를 연결시켜 운전하고 있으나, 전술한 바와 같이 중국의 전력 주파수 50Hz에 적응할 수 있는 경험있는 Maker를 선정하는 데 보다 깊은 사려가 있어야 하겠다.

셋째, 발전 설비 중에서 중국 국산화 방향과 국산화 부문을 어떻게 제고 시킬 것인지 하는 문제는, 우선 중국 내 산업 설비의 생산 및 제작 능력을 정확히 조사를 한 바탕 위에서 이루어 져야 한다. 그러나 현재까지 이 부문에 대한 정보가 아주 부족한 실정이다.

전술한 바와 같이 중국에서 원전 기자재의 국산화 방향은 우리 한국의 정책과 근본적으로 아주 다르므로, 제조 설비 투자보다는 조립 부문으로 접근하는 것이 쌍방이 모두 납득할 수 있는 최선책일 것이다.

3. 기술 전수와 중국 국산화

가. 기술 전수 방향

개발 도상 국가의 산업화 초기기의 기술 도입 방향의 공통점은, 그것이 하드웨어(hardware) 제작이든 소프트웨어(software)든간에 모방 단계를

거치는 것이 기술 전수 측면에서 가장 쉽고 빠르다고 할 수 있다.

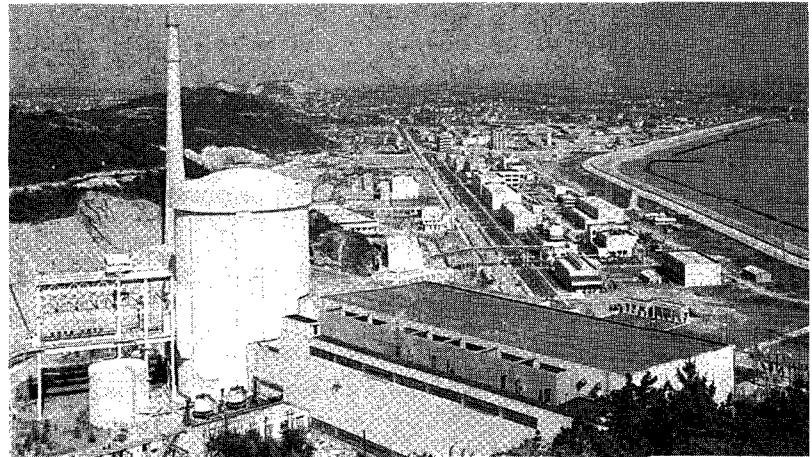
마찬가지로 원전 산업에서도 이같은 법칙이 그대로 적용된다고 가정하였을 때, 원전 사업 관리는 한국전력공사의 경험을 그대로 중국에 적용하는 데는 몇 가지 문제가 뒤따른다.

첫째, 중국에서는 대형 프로젝트를 직접 관리한 경험이 없어 이제까지 Top Management는 주로 관망의 자세로 일관해 왔으며, 중간 간부와 하급 인력은 외국 프로젝트의 Labour Support 형태로써 경험을 갖고 있다.

따라서 중국 원전 사업을 한다면 Turn Key Base와 Component Approach를 적절히 조화시키는 선에서 계약 체결이 이루어지도록 모색하는 것이 그들의 참여 의식을 제고시키게 되어 호응을 쉽게 얻을 것으로 본다.

둘째, 지금 처음 시작하는 원전 사업자라고 하더라도 완전한 Turn Key 방식은 중국인의 자존심과 맞물려 있으므로, 중국인의 참여를 어느 정도 확보하여 줌으로써 프로젝트를 보다 유연성 있게 끌고 나갈 수 있다고 생각된다. 즉 과거 한국의 초창기 원전 사업보다도 더 많은 역할을 그들에게 부여하는 것이 바람직하다고 본다.

셋째, 프로젝트 관리는 업무를 통해서 체계적인 기술 전수를 할 수 있는 프로그램을 수립해야 하는데, 한국이 이제까지 원전을 건설하면서 터득해 왔던 방법으로는 안된다.



秦山 원전 1호기

한국의 기술 터득 과정은 조직 전체의 체계적인 경험 축적이었다기 보다는 개인 중심의 기술 습득이었다고 하겠다.

넷째, 기술 전수 내용과 방법에서 볼 때 Training 내용, Technical Document 및 컴퓨터 프로그램의 이전과 각종 Manual Procedure 이관, 그 밖에 인허가의 지원 내용과 방법 등을 Off-Shore와 On-Shore로 구분하여 지원 방법을 깊이 생각하여야 한다.

나. 중국 국산화 지원

앞서 지적한 바와 같이 한국은 중국의 산업 기반 시설 및 기자재 생산 능력에 관한 정보를 제대로 입수하지 못하고 있다. 특히 원자력 산업 분야는 더욱 모르고 있는 실정이며 다만 유추하고 있을 뿐이다.

중국의 산업 기지 중에서 국외 원전 설비 기자재들의 제작 및 조립에 관심을 끌고 있는 상해(上海), 사천(四川) 및 할빈 등 3개 기지에 미국·일본 및 한국이 답사를 한 적이 있으나 결론을

내린 곳은 하나도 없다.

또한 국산화의 방향은 표준화에 따른 대량 생산 체제로 갈 때 가장 큰 장점이 있으나, 전술한 바와 같이 중국은 원전 건설에 대한 종합 계획이 없을 뿐만 아니라 노형 선정에 대한 정책도 일관성이 없으므로 표준화에 의한 제작은 어렵고, 다만 부분적인 조립 기술 습득쪽으로 국산화 방향이 잡혀가고 있다.

이같은 분위기에 발을 맞추려면 기자재 제작에의 투자는 신중해야 하며, 조립 생산쪽으로 그들의 참여를 확대하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

다시 말해서 한국의 원전 기자재의 국산화는 같은 노형 및 발전 설비의 표준화에 의한 Mass Production이 가능하여 초기 투자에는 부담을 초래, 국산화가 오히려 외자보다 비싸 비경제적이나, 후속기에서부터는 기자재 비 절감 효과로 건설 비용을 낮출 수 있는 경제성 우위를 유지하지만, 중국에서는 원전 표준화 정책이 없으므로

당해 발전 설비의 비용 절감만을 생각 할 수밖에 없음을 염두에 두고 중국 국산화 전략을 펴야 한다.

4. 재정 지원

한국내에서 가압 경수로의 2기 동시 건설에 소요되는 비용은 미화 약 40억달러로 추산된다.

중국은 한국과 여러 가지 여건이 달라서 직접 비교는 어렵지만, 비용 측면에서 볼 때 한국 내의 부정적인 요소가 중국에서는 긍정적인 요소로, 한국 내의 긍정적인 요소는 중국에서 부정적 요소로 서로 상반 작용되는 것이 많다. 즉 원전 부지 · 인건비 · 기자재 · 조립비 등은 중국이 유리하나, 해외 사업의 속성상 한국에서 기자재 및 제작 · 수송비 · 해외 인건비를 포함한 현지에서의 일반관리비와 한국 내에서의 기술 지원비 등을 상당한 부담이 될 수 있다.

이런 점에서 볼 때 중국 내에서의 원전 건설비와 한국 내에서의 건설비를 동일시해도 무난할 것으로 보인다.

실제 이같은 비용 측면에서는 프랑스와 영국이 광동 원전 1 · 2호기 건설 (Turn Key)을 통해서 경험을 했다.

가. 차관 제공 능력

중국에서 원전 사업을 하는 해외 계약자가 갖추어야 할 조건 중에서 차관 공급 능력과 조건은 절대적인 요인이 된다. 차관 공급 능력에서는 Off-Shore에 해당되는 하드웨어 및 소프트웨어는 물론이고, On-Shore 분에

해당되는 비용, 즉 사업자의 사업 관리비, Local Engineering, BOP 기자재 구매, 토목 공사비 등에 소요되는 내자의 상당 부분을 지원할 수 있든가 아니면 외자를 알선할 수 있어야 한다.

계약 내용에 따라서 계약자의 부담금인 외자와 사업자의 부담금인 내자의 비율이 달라지겠지만, 일괄 발주 계약이라면 90% 이상을, Component Base 계약이라면 약 60%의 차관을 부담할 수 있어야 하며, 여기에는 건설이자(IDC) 및 물가 상승분을 포함하는 것이 중국의 일반적인 통례이다.

나. 차관 조건

차관 조건의 첫째 요건은 금리면에서 사업자에게 얼마나 유리한 면을 제시할 수 있는가 하는 문제이다.

이는 한국이 세계무역기구(WTO)에 가입함으로써 수출입은행의 차관이라면 여타국과 동일한 OECD 금리로 제공할 수 있으나, 현실적으로 우리 나라같이 외환 공급 능력이 부족한 상황에서 얼마나 감당할 것인가 하는 것이 문제이다.

상업 차관이라면 한국의 금리가 국제 금융 시장보다 훨씬 높아 경쟁력에 서 뒤떨어질 수밖에 없다.

그렇다면 한국은 원전 기자재의 전량 생산이 어려우므로 외국과 합자할 수밖에 없는데, 외국의 공급분만큼의 차관에 해당하는 국가의 외자를 끌어 들일 수밖에 없다.

재정 지원 문제는 차관 제공의 능력 뿐만 아니라 금리를 인상하기 위한 차관 구성 비율을 어떻게 할 것인가 하는 문제가 있는데 여기에는 국책적인 배려가 있어야 하겠다.

5. 국내 원산의 환경 정비

국외 원전 사업은 국내 사업과 비교 차원을 넘어서 그 수행 난이도에 있어서 엄청난 차이가 있으므로, 우선적으로는 사업 수행의 주체 조직의 능력 배양을 위하여 다음과 같은 사설을 재정립하여야 할 것이다.

가. 조직의 체계화

한국의 원자력 산업을 해외 프로젝트를 위해서는 한데 묶는 작업이 선행되어야 된다.

지금과 같이 일부 원자력 기술 분야가 난립된 상태로 그 목소리를 높여간다면, 해외 사업은 물론이고 국내 사업도 제대로 수행하기 힘들 것이다.

사업 관리 주체를 중심으로 원자로 및 터빈 부문의 주기기 설계업체의 역할과 플랜트 통합 계획 및 주기기 제작, 보조 기기 제작 등 모든 업체의 역할을 체계화하여 일사불란한 조직으로 운영되도록 함으로써 총체적인 사업 수행 능력을 갖추어야 한다.

나. 사업 관리의 표준화 제고

국내 원전 건설의 경험을 바탕으로 업무 수행의 질서는 어느 정도 잡혀 있으나, 아직도 프로젝트를 보다 효율적이고 경제적으로 운용하기 위해서는 미진한 부문이 너무 많은 것이 사

실이다. 해외 사업의 체계를 위해서는 현재의 사업 관리를 좀 더 세분화된 내용까지 표준화함으로써, 현재와 같이 사업 수행중에 궤도 수정하는 일을 최소화하여 사업의 지역 요소를 없애야 하겠다.

다. 해외 진출의 사전 준비

해외 사업 준비를 위해서는 종합적인 계획이 먼저 수립되어야 하겠지만 그중에서 긴급한 것 몇 가지를 제시하고자 한다.

첫째, 인력 확보면에서 볼 때 현재 국내 원전 운전 및 건설에 투입되는 인력도 부족한 실정이다. 더욱이 해외 사업에 투입되는 인력은 지식과 경험에서 고급 인력이 아니면 안된다.

특히 설계 분야의 인력 확보는 일조 일석에 되는 것이 아니므로 지금부터 모든 분야에서 인력 양성을 서두르지 않으면 안된다. 또한 해외 사업. 그것도 중국을 상대로 하는 사업이면, 언어 구사 능력 면에서 영어는 물론이고 중국어 교육까지 갖추지 않으면 중국 내 사업은 어려울 수밖에 없다.

둘째, 각종 시공 및 시운전 시험 관련 Document는 영문과 중문으로 이원화하여야 하며, 특히 현지에서 시공사의 인력을 상대로 하는 대화나 서류는 모두 중문이 아니면 현장에서 의사 소통을 할 수 없다고 보면 된다.

6. 정부의 외교적 지원

지금까지 한국 원전의 중국 진출을 하기 위한 민간 차원의 전략 내지는

갖추어야 할 요건을 주로 기술하였다.

그러나 중국은 사회주의 국가이므로 중앙 정부의 입김이 절대적이다.

그러므로 정부 차원의 대화와 지원 정책이 수행되지 않으면 안된다.

단순히 원전을 수출하기 위한 상업 주의적인 외교 보다는, 중국과 한국의 역사적·지정학적 문화권의 동질성과 상부 상조의 선린 정신에 바탕을 두는 방향에서 외교력을 집중하여야 할 것 같다.

여기서 한가지 더 부언하고 싶은 것은, 중국이 국가 발전의 잠재력을 갖고 있으면서도 역사적·정치적 배경으로 느긋하게 보이는 민족성 때문에 경제적으로 뒤져 있는 것은 사실이나, 이제 가속도가 불기 시작하면 세계 경제의 중심지가 될 것임은 쉽게 짐작할 수 있다.

그래서 지금같이 중국이 어려운 시기에 우리 한국의 힘을 빌리고자 할 때 적극적으로 도움을 펴나감으로써 2000년대 한국 기술의 중국 진출이 더욱 활발할 수 있을 것으로 믿는다.

정부 차원의 또 하나의 필요한 과제는 미국과 중국의 대화이다.

앞서 기술한 바와 같이 미국과 중국의 관계 개선은 반드시 이루어져야 한다. 양국 관계의 정상화 없이 현재와 같이 불확실한 상황에서는 중국의 원전 시장에 한국의 진출이 어려울 뿐 아니라, 특히 전술한 연방법 810조(전략물자 수출)가 해결되지 않고서는 원전의 핵심 부품의 공급을 할 수

없거나 제3국으로부터 생산 공급한다고 가정해도 여러 가지 난관에 봉착할 수밖에 없기 때문이다.

이런 관점에서 한국형 원전의 주요 핵심 부품의 한국내 생산체제를 갖추던가, 아니면 제3국 생산을 지금부터 준비하지 않으면 안된다.

단계별 추진 방향

미지의 세계에 대한 우리 기술의 진출이 그렇게 쉽지 않으리라는 생각은 누구나 할 수 있지만, 막상 원전 기술을 수출한다고 가정했을 때에는 Step by Step의 장기적 방법으로 접근을 시도하는 것이 가장 바람직할 것으로 보인다.

아래에 기술한 바와 같이 광동 1·2호기 및 진산 1호기 운전 및 정비 지원 업무와 광동 3·4호기 및 진산 2·3호기와 같은 건설 프로젝트에의 참여는 한국의 원자력산업이 중국에 진출하는 데 사전에 반드시 밟아야 할 징검다리로 생각해야 할 것이며, 이와 같은 과정을 거쳐야만 중국 원전 건설 업무를 효과적으로 수행할 수 있을 것으로 믿는다.

1. 신뢰도 제고 선행

중국의 보수성은 새로운 문명이나 기술은 물론이고 변화를 받아들이는데에도 매우 소극적인 자세이므로 우선 한국 원전의 기술을 인정받을 수 있는 방법을 모색하여야 한다.

그것은 국내 원전의 건설 능력 뿐만 아니고 운전 성적표를 매우 좋게 운영하는 방법도 있지만 그것은 어디까지나 간접적인 방법이며, 직접 중국의 원전에서 함께 일을 하면서 한국의 기술 능력을 평가받아야 한다.

그러기 위해서는 현재 중국에서 상업 운전중인 광동 1·2호기와 진산 1호기의 운전·보수 및 발전소 운영에 참여하여 지원할 수 있도록 적극적으로 나서야 한다.

이같은 1단계 과정에서는 회사나 국가의 이윤 차원을 떠나서 투자라는 입장은 견지하여야 한다.

현재 광동 1·2호기 및 진산 1호기의 경우는, 조건만 맞으면 얼마든지 외국의 경험과 기술지원을 받아들여야 할 실정에 있다.

2. 건설 관행 습득

중국에서의 원전 사업, 특히 건설 관행은 한국과는 사뭇 다르므로, 중국인의 건설 관행을 사전에 습득하지 않고서는 본 사업에 착수했을 경우 엄청난 시행착오를 겪을 뿐만 아니라 수많은 마찰을 일으킬 것으로 예견된다.

원전 건설같이 복잡한 사업을 일사불란하게 끌고 나가기 위해서는 사전에 중국인의 관습을 익혀서 서로 조화를 모색하는 과정이 필요하다.

현재 중국의 원전 건설 사업이 진행되는 곳은 광동 3·4호기와 진산 2·3호기이므로, 이들의 건설 과정에 우리 인력을 기술 지원 형식으로 참여시

켜 상업성에 목적을 두지 말고 우리 인력이 중국에 적용할 수 있는 경험 과정으로 삼아야 할 것이다.

이렇게 함으로써 본 사업 단계의 프로젝트 관리, 시공 및 시운전 계획과 수행 과정의 어려움을 줄일 수 있을 것이다.

3. 원전사업 선점

국제 무대에서 이기기 위해서는 무한한 경쟁력이 요구되고 있음은 이미 주지의 사실이다.

필자가 중국에 체류하는 동안 세계 각국의 중국의 원전 시장 진출을 위한 매우 치열한 수주 현황을 엿볼 수 있었다. 이같은 환경에서 원전 프로젝트의 선점 전략을 어떻게 수립할 것인가 하는 것이 무엇보다 중요하다고 하겠다.

이것은 어느 한 두 가지 유리한 요건만으로는 안된다.

체계적으로 유리한 제안서의 제시와 성실한 사업 수행만이 그들을 우리 편으로 기울여지게 하는 유일한 방법일 것이다.

특히 건설 및 발전 단기를 낮추기 위한 입력 자료의 구성 요건이 제일의 관건임을 명심해야 한다.

현재 추진중인 중국 경제 개발 9차 5개년 계획에 들어있는 8개의 프로젝트 뿐만 아니라, 10차 5개년 계획(서기 2001~2005년)에는 현재보다 더욱 활발한 원전 건설을 기대할 수 있으므로, 광동 5·6(Yang Jiang 1·2호기 및 산동 1·2(Hai yang 1·

2)호기 건설 참여 기회를 꼭 붙잡아야 한다.

결언

한국은 그간 꾸준히 국력을 신장하여 선진국 경제권에 진입하려 하고 있다.

70년대 이 땅에 원전을 처음 건설한 이래 현재에 이르기까지, 세계 어느 나라 보다 원전에 의한 전력 에너지를 추구하면서 원전 건설 및 운영상의 많은 경험과 기술을 축적해 온 결과, 오늘날 한국형 원전이라는 이름을 붙일 정도까지 성장하였다.

이제는 우리의 원전 기술로 외국에 진출하기 위해서 내적인 결속을 다지고 전문 분야별 업무를 체계화하여 내실을 기해야 할 것이다.

원전의 해외 진출은 다른 산업의 수출보다 기술적 측면에서 그 의의가 매우 크며, 이것은 상업적인 측면 뿐만 아니라 한국민의 긍지를 보다 견고히 할 수 있는 수단이 되기도 한다.

또한 중국에서의 한국 원전 진출은 남북 통일의 외교적 차원에서 중국의 협력을 얻어내는 방편이 될 수 있을 것이며, 현재 추진중인 북한 원전 건설의 촉매제가 될 것이 분명하다.

그러기 위해서 한국 원자력산업계의 우리 모두는 자만하지 말고 보다 겸손하게 미래지향적인 사고(思考)의 중지(衆智)를 모아야 하겠다. ☺