

중국 원자력시장을 둘러싼 세계 중전기 메이커의 경쟁

700

MWe급 CANDU6형 원자력발전소 2기에 대한 계약이 체결됨으

로써(96. 11. 26) Qinshan 3단계 공사에 착수한 중국은 주요 원자력 발전 국가가 되기 위한 또 한 걸음을 내딛었다.

이 공사는 97년에 착수되어 2002년과 2003년에 준공될 예정이다.

최근 베이징에서 개최된 중국과 유럽연합(EU)간의 협력회의에서 중국 핵공업총공사(CNNC) Zhu Xuhui는 중국의 원전 설비 용량을 현재의 2.1GWe에서 2010년에는 20GWe, 2020년에는 40GWe로 증가시킬 것이라고 말하였다.

단 한 건의 원전 발주가 중요한 뉴스거리가 되고 있는 현 상황에서 볼 때 그러한 숫자는 엄청나게 큰 것으로 평가되고 있으나, 이는 중국의 전력 수요를 고려해 볼 때 그다지 큰 것도 아니다.

현재 중국은 매년 8% 정도의 경제 성장을 유지하고 있으며, 에너지 수요는 큰 폭으로 증가하고 있다.

95년의 발전량은 94년에 비해 8.6% 증가한 1,006.948TWh를 기록하였으며, 총설비 용량은 217GWe

로서 이 중 75%(163GWe)는 화력 발전이며, 24%(52GWe)는 수력 발전이고, 원자력은 1%에도 못미치고 있다.

중국전력청은 2000년까지는 설비 용량을 300GWe로 증가시킬 계획으로 있으며, 2010년에는 600GWe, 2020년에는 800GWe로 증가될 것으로 전망하고 있다.

이 수치는 국민 1인당 설비 용량이 세계 평균에 훨씬 못 미치는 0.5kWe에 해당하는 것이다.

중국에서는 현재 7,000만명 이상이 전력 공급의 혜택을 누리지 못하고 있다.

현재 가동중인 원전의 설비 용량은 2.1GWe인데, 중국의 독자 설계인 300MWe급 1기(Qinshan 1단계)와 프라마툼/GEC-알스툼에서 공급한 3-Loop 900MWe급 2기(Daya Bay)이다.

중국핵공업총공사에서 소유하고 운영하고 있는 Qinshan 1단계는 주요 기기가 서방으로부터 공급된 것이기는 하지만, 중국이 독자적으로 설계하고 건설한 최초의 원전으로서 약간의 문제점을 가지고 있다.

이 원전은 85년에 건설이 시작되

어 91년 12월에 준공되었다.

공사 지연의 한 요인은 국가원자력 안전국(NNSA National Nuclear Safety Authority)의 요구에 따른 안전성 및 품질 관리에 대한 전면적인 재평가 때문이었는데, 국가원자력안전국은 Qinshan 1단계가 이미 건설 단계에 돌입한 직후에 발족되었다.

이러한 사정에도 불구하고 이 원전은 소기의 성능을 발휘하고 있는 것으로 보여지는데, 95년도의 가동률은 84%였다.

또한 동 원전 부지에는 중국에서 독자적으로 설계·제작한 실제 규모의 시뮬레이터가 운영되고 있는데, 동 원전의 운전원 및 중국이 파키스탄에 수출한 300MWe급 원전의 운전원을 훈련시키는 데 활용되고 있다.

프랑스와의 합작

94년 2월과 5월에 각각 상업 운전을 시작한 Daya Bay 1·2호기의 경우 제어봉 낙하 시간이 기준을 초과하는 문제점이 초기에 발견되었다.

이 문제는 제어봉 교체 후 해소되었으며, 현재 80%의 가동률을 보이

고 있다.

그러나 이 지역에서의 전력 수급상의 이유로 발전량에 제한이 두어지고 있다.

Daya Bay 1·2호기의 소유주는 GNPJVC(Guangdong Nuclear Power Joint Venture Co.)이다.

또한 91년에 프라마툼사와 중국핵공업총공사 및 Yibin 핵연료회사간에 체결된 기술 이전 계약에 따라서, 중국에서 독자적으로 제작한 AFA2G 연료 집합체가 Daya Bay 2호기의 제2주기부터 사용되고 있다.

97년 5월에는 국가원자력안전국의 승인에 따라서 Ling Ao 지역에 2기의 원전 건설이 착공될 예정이다.

이 원전은 900MWe급 M310형으로서 프라마툼/GEC-알스툼에서 주기기 공급을 맡고, 프랑스전력공사(EDF)의 기술 지원하에 건설될 예정이다.

상업 운전은 2002년 7월과 2003년 3월로 계획되어 있다.

새로 건설될 원전에서는 계속 제어 분야와 폐기물 처리 분야에서 많은 개선이 이루어질 전망이다.

또한 중국에서의 기기 제작 물량도 증가할 전망이다. 96년 7월 프라마툼사와 Dong Fang Electric사와의 협정에 의하여 장기적인 협력 관계가 계획되어 있으며, 증기 발생기, 가압기, 축압 탱크, 붕소 주입 탱크 등의 기기 제작도 이루어질 계획이다.

Ling Ao 원전의 소유주는 Ling

〈표 1〉 중국의 가동중 원전 현황

구 분	착 공	준 공	상업 운전
Qinshan 1단계	85. 3	91. 12	93. 5
Daya Bay 1	87. 8	93. 8	94. 2
Daya Bay 2	88. 4	94. 2	94. 5

〈표 2〉 중국의 건설중·계획중 원전 현황

구 분	착 공	상업 운전(예정)
Qinshan 2단계(600MWe급 2기 PWR)	96. 6	2001, 2002
Qinshan 3단계(700MWe급 2기 CANDU)	97	2002, 2003
Ling Ao(900MWe급 2기, 프라마툼 PWR)	97	2002, 2003
Lianyungang(VVER-1000 2기)	미정	미정

〈표 3〉 핵연료 주기 및 개선된 설계

<ul style="list-style-type: none"> • 중국은 충분한 우라늄 자원을 확보하고 있으며, 우라늄 농축을 포함한 핵연료 주기를 완성하였다. • 또한 2000년까지는 실험적인 재처리 설비(50ton 사용후 연료/年)를 갖출 예정이며 2010년까지는 재처리 시설을 상용화할 계획이다. • 개선된 PWR 외에도 중국은 HTGR 기술을 개발중에 있으며, 난방용 원자로를 계획하고 있다.
--

Ao 원자력사(LANPC)이다.

LANPC는 China Guangdong Nuclear Power Holding Corporation의 자회사의 성격을 갖고 있다.

LANPC의 지분은 중국핵공업총공사가 45%, 광둥성 정부가 45%, 중국전력청이 10%를 보유하고 있다.

프라마툼사와 LANPC는 Ling Ao 원전에 대한 1차 계통 기기 공급 계약을 95년 10월에 체결하였으며, 핵연료 및 발전소 설계에 관한 기술 전수 계약도 체결하였다(이 계약은 91년과 92년에 프라마툼사와 중국핵공업총공사 사이에 체결한 계약의 내용과 유사하다).

또한 이 기술 전수 계약은 중국이 프라마툼사의 4-Loop 1,300MWe급

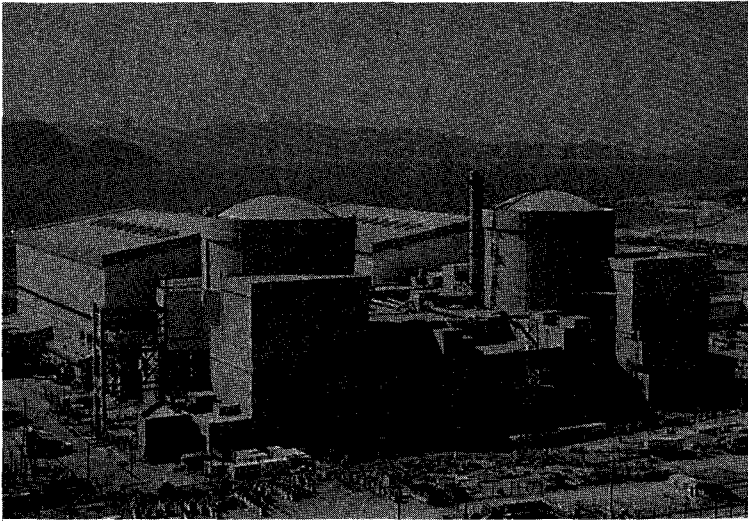
원전(P4/P'4) 및 1,450MWe급 원전(N4)에 대한 기술도 포함하고 있다.

중국핵공업총공사의 Qinshan 2단계 사업에 프랑스는 이미 상당한 부분을 참여하고 있다.

이 사업은 600MWe급 원전 2기로 구성되며 2001년과 2002년에 준공 예정이다.

이 두 호기는 중국의 소위 '기술 자립'의 원칙에 입각하여 건설되고 있다.

이 원전들은 Daya Bay에서 구체화된 프랑스의 기술을 활용하기는 하였지만, 기본적으로는 BINE(Beijing Institute of Nuclear Technology)와 중국핵공업총공사의 Nuclear Power Institute in Chengdu에 의



대아만 원전

Ling Ao 및 Qinshan 2·3단계 공사는 핀란드의 기술 지원하에 2기의 러시아 VVER-1000형 원전으로 제9차 5개년 계획 기간중 Liaoning 지방의 Wentuozi에 건설 착수될 예정이다.

이 계획은 상하이 북쪽 250km 떨어진 해안의 신규 건설 부지인 Lianyungang에 변경되어 추진될 예정인데, 이 지역은 Liaoning 지방보다 재정 상태가 양호하다.

현재 타당성 검토가 수행중이며, VVER-1000형으로 추진될 수 있을지는 확실치 않다.

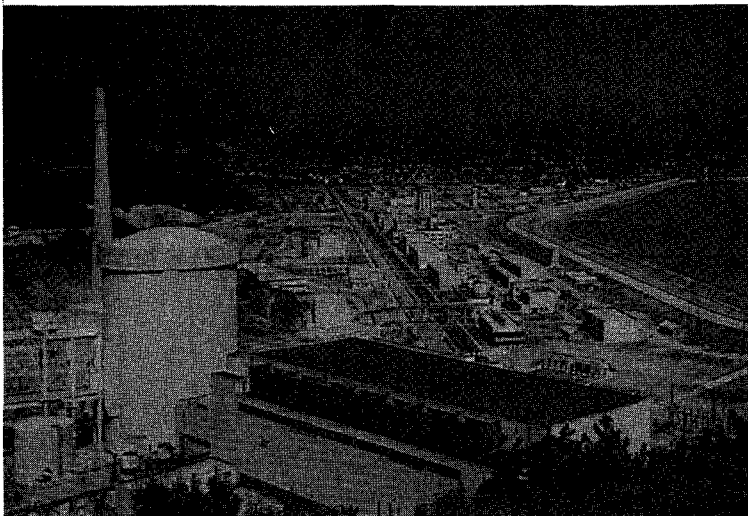
러시아는 중국에 우리나라 농축 기술을 이미 공급하였으며, Lanzhou 농축 공장의 1단계 공사가 최근에 완공된 바 있다.

외국의 설비 공급 업체 중 프라마톰사는 현재까지 Daya Bay, Ling Ao, Qinshan 2단계에 참여해 왔으며, 중국 내에서 가장 강력한 거점을 확보하고 있다.

프라마톰사는 베이징 및 상하이 사무소 외에도 최근에 Sichuan 지방의 Chengdu에도 사무소를 개설하였는데, 기기 제작 센터로 확대시킬 것을 목표로 하고 있다.

현재까지는 미국의 대 중국 무역 제재에 의해서 원자력 분야에서의 미국의 대 중국 진출은 상당히 제한되어 왔다.

그러나 클린턴 행정부가 중국과의 관계 개선을 주로 정책 우선 순위로



진산 원전

해서 설계되었다.

Qinshan 2단계와 관련된 프라마톰사와의 계약에는 원자로 내장품 및 노내 핵계측 계통(95), 핵연료 집합체 구성품 등 설계 기술 지원(92)을 주내용으로 하는 'Work Order No. 1' 과 2차 설계 기술 지원을 주내용

로 하는 'Work Order No. 2(96)' 등이 포함된다.

Qinshan 2단계 사업의 여타 주요 설비 공급사로는 미쓰비시중공업(압력 용기), 웨스팅하우스사(터빈 발전기), 스페인의 ENSA(1차 계통 구성품) 등이 있다.

정함에 따라서 이러한 상황은 변화될 것이다.

600MWe급 원전에 거는 기대

중국의 화력 발전 설비 공급에 많은 실적을 쌓아온 웨스팅하우스사가 어쩌면 세계 최대의 원자력 시장이 될 수도 있는 중국에 원자력 설비 공급에 많은 관심을 기울이는 것은 지극히 당연한 일이다.

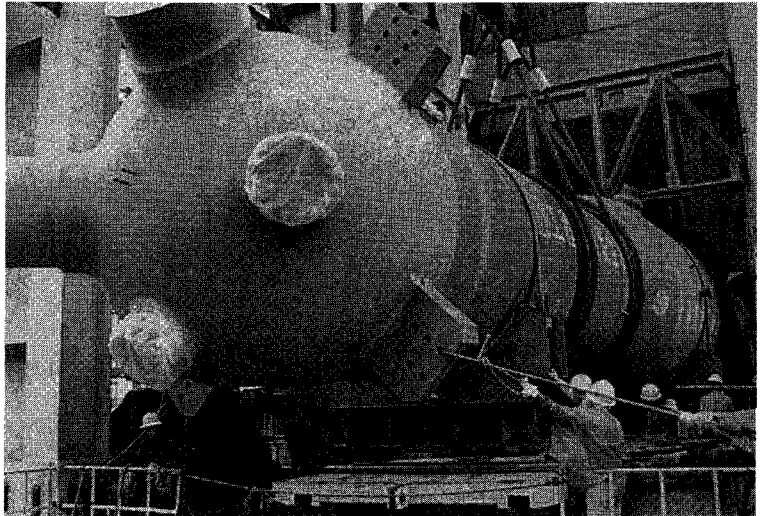
중국은 개선된 600MWe급 원전인 웨스팅하우스사의 AP600의 중국형 모델인 AC600의 개발에 웨스팅하우스사를 참여시키고 있다.

이와 관련하여 96년 10월에 Chengdu에서 열린 한 세미나에는 중국핵공업총공사의 고위 간부 및 지방 자치 단체의 장과 웨스팅하우스사, 백텔사, 미국 에너지부 등의 주요 인사가 다수 참여한 바 있다.

중국과 같은 큰 나라가 소형 원전에 관심을 갖는 것은 다소 이상하게 느껴질 수도 있으나, 웨스팅하우스사는 이 600MWe급 원전을 한 쌍으로 건설하는 개념을 제시하고 있다.

이 경우 단순성과 안전성이라는 매력 외에도 경제성을 높일 수 있다.

예를 들면 한 쌍의 원전 중 첫번째 호기는 기존의 대형 원전에 비해 상대적으로 신속하게 건설될 수 있기 때문에(약 36개월), 사업자는 기존 원전에 비해 전력 판매를 통해 수익을 조기에 실현할 수 있다.



진산 원전의 증기발생기 설치 장면

또한 동일한 노형의 원전을 쌍으로 건설하는 데 따르는 이득이 있으며, 설계 단순화에 따른 건설 비용의 절감을 기대할 수도 있다.

웨스팅하우스사는 600MWe급 2기가 개량형 1,200MWe급 1기보다 유리하다고 결론짓고 있다.

웨스팅하우스사는 중국의 송전 계통이 잘 발달되어 있지 않기 때문에 소형 원전이 적합하다고 주장하고 있다.

향후 전망

중국핵공업총공사의 Qinshan 4단계 건설 부지는 Zhejiang 지방에 600MWe급 원전 2기의 건설을 위해서 확보되어 있다.

Zhejiang 지방은 중국의 남동부 해안에 위치하고 있으며, 비교적 경

계 활동이 활발하고 수화력 발전에 어려움이 있기 때문에 원자력 발전의 유력한 후보지가 되고 있다.

기타 지역으로는 Guangdong, Shandong 및 Fujian 등이 거론되고 있으며, Hunan, Hebei 및 Guangxi 등도 가능성이 있는 것으로 확인되었다.

Ling Ao는 1,000MWe급 2기를 더 건설할 수 있는 부지를 확보하고 있다.

현재 중국은 충분한 원전 건설 부지가 확보되어 있고, 정치적인 뒷받침이 있고, 기술도 활발하게 개발되고 있으며, 설비 공급자들은 기회를 엿보고 있다.

자금력만 확보될 수 있다면 중국의 원자력 발전 사업은 만개할 것으로 전망된다.