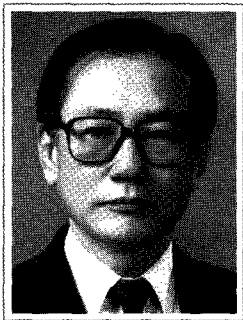




## 국내 업계 최초의 원자력 기술 수출

김 방 태

(주)대우건설 원자력사업단 부사장



**일** 성 원자력 3호기의 준공을 눈앞에 두고 막바지 구슬땀을 흘리던 1998년 2월 대우건설 상해 지사로부터 한 장의 팩스가 날아왔다.

“당사가 지난 1월 중국 진산 원전 1차 계통 토건 공사 수행 업체인 현지 시공 회사에 제출한 원자로 건물 매입 철물(Embedded Parts) 제작 납품 Offer를 그대로 수락했음. 현지에서 계약 서명을 할 예정인 바 당사의 원전 수행 역량을 보여줄 절호의 기회임. 분

야별 전문가로 구성된 출장팀 급파 요망”

3월 2일 본인을 비롯한 6명의 분야별 담당자는 중국 진산 원전 현장으로 가기 위해 상해로 가는 비행기에 몸을 실었다.

계약 내용은 원자로 건물에 매입되는 철물을 제작 납품하는 것으로 ASME Section III Code를 적용 받음에 따라 경험이 없는 중국 시공 회사가 동일한 노형(CANDU 6)의 원전을 시공하고 있는 당사에 긴급 제작 요청을 하게 되어 대우건설 월성 현장에서 제작 납품하게 된 것이었다.

비록 계약 금액은 미화 45,000불로 소액이지만 이것은 참으로 큰 의미를 갖는 계약으로 볼 수 있다. 국내 시공 업체로는 최초로 해외 원전 공사에 직접 참여하는 것으로 우리 나라의 원전 시공 기술을 해외로 수출하는 획기적인 사건이 되는 것이기 때문이다.

중국 진산 원전은 3단계로 구성

되어 있다. 1단계는 중국 자체 기술로 건설하여 운전중에 있는 300MW급 원전이고, 2단계는 PWR 600MW급 2기로 현재 건설중에 있으며, 당사가 참여하게 된 3단계는 CANDU 6형 600MW급 2기로 월성 3·4호기가 Reference Plant로 되어있는 원전으로 1996년 11월 26일 캐나다 원자력공사(AECL)가 Turn-key로 계약하여 현재 건설중인 원전이다.

출장자 7명은 상해에 도착하는 즉시 상해 지사 회의실에 모여 각자의 담당 분야에 대한 Presentation 자료를 검토하며 5일간의 짧은 일정을 최대한 활용하기 위하여 진산 원전 발주자(TQNPC)와 AECL, 그리고 시공을 담당하는 중국 현지 업체들에 대한 당사의 Presentation 일정을 재확인하는 등 성공적으로 진행되기 위해 만전을 기했다.

빠박한 일정에 비록 몸은 피곤

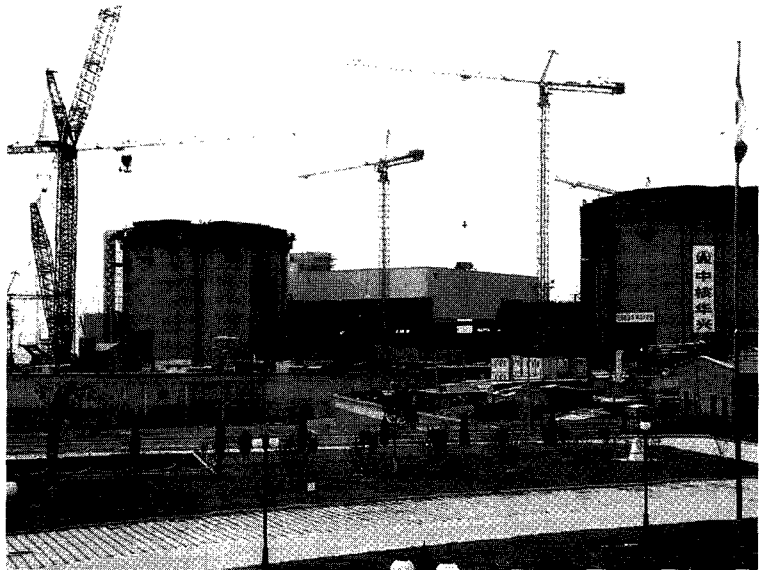
했지만 대우건설의 원전 시공 기술과 공사 수행 능력을 알리는 중요한 역할을 수행한다는 자긍심으로 피곤한 줄도 모르고 철저히 반복 연습을 하였다.

다음날부터 진산 원전 현장에서 각계 각층의 원전 관계자들을 대상으로 실시한 Presentation과 질의 응답 시간에 느낄 수 있었던 열기는 우리들의 자긍심과 어우러져 우리도 뭔가를 해낼 수 있다는 자신감을 심기에 충분하였다.

**원자력 기술의 해외 진출**

결과적으로 대우건설은 2차 매입 철물 제작 납품에 이어 미화 250만불 상당의 내방사선 도로 제작 납품 계약을 체결하는 성과를 달성하게 된다. 이는 단순한 도로 납품이 아니고 전문 기술자를 현장에 파견하여 도장 작업자들에 대한 교육/훈련 등을 포함하며 도로 물량 산정 및 Loss율 계산 등 기술 자문을 함께 제공하는 계약이다. 현재까지 16회에 걸쳐 납품을 차질없이 진행중에 있다.

이와 같이 긴급 소요 또는 특수 자재에 대한 적기 납품으로 신뢰감 구축에 성공한 후 1999년도에는 공정 관리 및 철골 설계 분야에 전문 기술자를 파견하는 고부가가치의 용역 계약을 3건을 연이어 체결하였다.



중국의 진산 원전

당사의 이러한 경험과 월성 3·4호기의 수행시 구축한 AECL과의 유대 관계에 힘입어 진산 원전의 기자재 납품을 수행 중인 AECL 자회사인 CANATOM NPM INC.사로부터 한국에서 공급가능한 기자재 납품을 제의 받아 보온 자재, 공작 기계, 전기/계측 장비를 차례로 납품하였다. 이 중 미화 100만불 규모의 보온 자재는 당사에서 소요 물량을 산출하고 작업에 필요한 도면과 기술 사양서도 현지 작업 여건에 부합되도록 새로이 작성 또한 전면 개정하는 일도 함께 수행하였으며 약 2년간에 걸쳐 6회에 걸쳐 한치의 오차도 없이 성공리에 납품 완

료하였다.

중국의 원전 시장 진출과는 별개로 당사는 1998년 10월 대만전력공사(TPC)가 발주한 1,350MW 용량의 개량비동형경수로(ABWR) 2기를 건설하는 용문 원전 공사에 참여 하였다.

여타 나라와 마찬가지로 원전의 시공은 여러 가지 이유로 주로 현지 시공 업체가 수행한다. 용문 원전의 경우 대만 국내 여건상 다수의 계약으로 분할 발주하였는데, 이 중 원자로 건물과 보조 건물의 토건 공사 입찰에 대만 현지 업체인 신아건설과 함께 참가하여 치열한 경쟁 끝에 수주하였다. 당사는 현지업체와 맺은 기술 자문 계



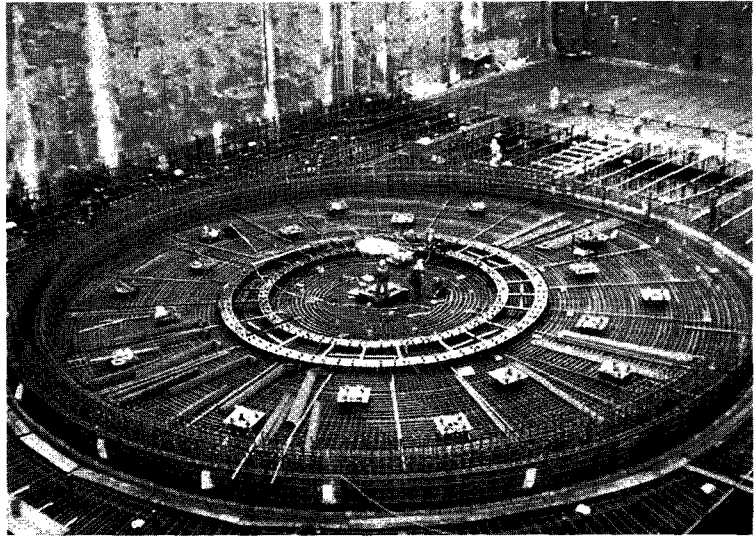
약(TCA)에 의거 사업 관리, 시공 관리, 품질 관리 분야에 대한 기술 자문을 신아건설에 제공하고 있다.

원전 시공 실적 제공 대가로만 미화 400만불 정도를 받은 고부가 가치의 용역 계약으로서 발주자 및 현지 시공 업체가 당사의 기술력을 인정하지 않았다면 도저히 이루어질 수 없었다는 점에서 대우건설이 그동안 투자해 온 기술 개발에 대한 노력의 결과라고 감히 말할 수 있다.

이어서 2000년 4월에는 1차 계통 기계/배관 설치 공사에 대만 현지 시공 업체인 CTCI와 J/V로 공동 입찰 참여하여 역시 치열한 경쟁을 뚫고 수주함으로써 대우건설의 위상을 다시 한번 널리 알리게 되었다.

이 계약 역시 당사는 TCA에 의거해 CTCI에 약 530만불 상당의 기술 자문 용역을 제공하는데, 특기할 사항은 계약 성립 요건인 ASME 인증서 취득을 위해 당사의 기술자 10명이 현지에 파견되어 CTCI의 기술자들과 한 팀을 이루어 4개월만에 대우/CTCI 공동 명의의 ASME NA & NPT 인증서를 성공리에 취득한 점이다.

이것은 국내 시공 업체로서는 최초로 해외 원전 공사 수행을 위해 해외에서 ASME 인증서를 취득했다는 점에서 큰 의의를 갖는



대만의 용문 원전

다. 기계/배관 설치 공사가 활발하게 진행되는 경우 총 4명의 기술자가 시공 기술과 품질 관리 분야에서 기술 자문을 수행하게 된다.

### 원자력 시공 기술 축적

이러한 해외 원전 시장 진출은 하루아침에 이루어진 일은 결코 아니다. 원전 시공 후발 업체인 대우건설이 월성 3·4호기 수주 당시 발주자인 한전 측에서는 원전 건설 경험이 전무한 대우건설이 과연 공사를 문제없이 수행할 수 있을지에 대해 강한 의구심을 가졌다고 한다.

그러나 시간이 지날수록 그러한 걱정은 기우에 불과했다는 것을

발주자를 포함한 국내의 원전 관계자들이 공감하게 되었다.

효율적인 조직 운영, 선형 호기 문제점 개선, 전 임직원들의 총체적인 품질 경영 활동, 무엇보다도 지속적인 기술 개선과 신공법 개발 등을 통하여 '4호기 원자로 건물 외벽 축조 세계 최단 기록', '4호기 원자로자관 설치 세계 최단 기록', '3호기 SIT/ILRT 세계 최단 기록 및 최저 누설률 달성' 등 중수로 원전 건설 초유의 세계 기록들을 연속적으로 달성함으로써 당사보다 30년 이상의 경험이 있는 경쟁 회사와 차별화에 성공했다는 긍정적인 평가를 받게 된 것이다.

대우건설이 월성 3·4호기를 수행하면서 기술 개선과 신공법

개발에 과감한 투자를 할수 있었던 것은 당장 눈앞의 이익을 추구하기보다는 원자력 시공 기술의 축적을 통해 해외 시장으로의 진출이라는 장기적인 비전을 가지고 있었기 때문에 가능했던 것이다.

이러한 배경하에 대우건설이 월성 3·4호기에 도입 또는 적용한 기술 개선 및 시공법 개발 사례는 아래와 같이 열거할 수 있다.

- Slipform 공법 도입 적용
- Epoxy Liner System 개발 적용
- 개량형 거푸집 적용
- 진공 배수 공법 적용
- 터빈 건물 Raft Foundation Con'c 타설 전산화
- Harvard Graphics를 이용한 공정 관리
- 3-D CAD Model 구축

이러한 기술 개선 및 공법들은 각 분야의 담당 기술자들이 모든 공사 수행시 확보한 노하우를 집대성하여 기술 리포트를 작성하여 향후 원전 시공에 대비한 참고 자료로서 활용하고 있다.

지금까지 작성된 기술 리포트는 약 70건에 달하는 방대한 분량으로 현장에서의 경험이 그대로 녹아있는 귀중한 자료로서 그 가치는 여기서 재삼 강조할 필요도 없다.

### 3-D MODEL 구축 및 활용

대우건설이 이룩한 여러 가지 팔목할 성과 중에서 대표적인 것을 꼽는다면 1994년 10월부터 약 4년 동안 AECL과 공동으로 구축하여 월성 3·4호기에 효과적으로 활용한 바 있는 3-D Model을 들 수 있다. 3-D Model은 컴퓨터를 이용한 3차원 입체 설계로 실물과 같은 모형을 개발한 것으로 기존 2차원 설계에서는 표현할 수 없는 각종 정보를 제공하는 획기적인 Tool이다.

주로 선박 및 항공 설계 분야에 적용되고 있었으나 최근에는 일반 석유 화학 플랜트, 화력 발전소뿐만 아니라 원자력발전소에서도 3-D Model을 구축하여 시공과 O & M에 활용하는 것이 일반화 되어 가고 있는 추세이다.

대우건설이 처음 시도했던 당시에는 국내 시공사 중 어느 누구도 생각지 못했던 것이었다. 당시 3-D Model 공동 구축을 위해 AECL과 계약을 체결할 때만해도 회사 외부는 물론 내부에서조차도 부정적인 시각도 적지 않았다. 그만큼 기술 자문비 및 전산 장비 구입비 등 초기 투입 비용도 많았고 완성 후 활용도에 대한 의문점도 있었기 때문이었다.

하지만 수많은 인력과 경비를 투입하여 약 4년간 걸쳐 완성된

CANDU 6 3-D Model은 월성 3·4호기 시공시 시공 간섭 Check, 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 최적 공법 검토, ISO 도면 생산, 각종 그래픽 자료 생산 등 다양한 분야에 활용하였으며, 무엇보다도 3-D Model 구축에 대한 노하우와 우수한 인력 등 무형의 자산을 확보할 수 있었다는 것이 가장 큰 결실이라고 볼 수 있다.

또한 3-D Model은 월성 3·4호기 시공에 활용했을 뿐 아니라 발주자인 한전으로부터 Model 개발에 대한 신뢰를 얻음으로써 월성 원자력발전소의 운전 및 보수(O & M)에도 활용할 수 있도록 한전과 계약을 체결하여 3-D Model을 이용한 프로그램을 개발 완료한 바 있고 발전소의 지하 배설물도 3-D로 구현하여 발전소 운영에 활용할 수 있게 하였다.

앞으로 3-D Model의 활용 범위는 더욱 넓어질 전망이다. 각종 기기나 배관에 대한 Engineering Data를 연결하여 원자력발전소 건설, 운전 및 보수 분야에 총체적으로 활용될 수 있는 관리 Tool로서 자리매김할 것이다.

### 차세대 원전 구조물 및 계통 모듈화 공법 시공성 검토

대우건설은 원전 건설 경험이



있는 국내 시공 업체 중에서 유일하게 신형경수로(APR-1400) 노형 원전 구조물 및 계통 모듈화 공법 시공성 검토에 참여 하고 있다.

그간의 우리 나라 원전 건설의 공기는 51개월에서 68개월 사이에 이루어져 왔으며 시설 용량이 증가하거나 새로운 노형으로 건설되는 경우에는 공기가 늘어나고 동일 노형을 반복 건설시에는 공기가 단축되곤 하였다.

공기의 증감은 곧 공사비의 증감과 비례한다고 할 수 있는데 공기를 줄일 수 있는 획기적인 해결책으로 모듈화를 들 수 있다고 본다. 그러나 현시점에서 모듈화는 국내 외에서 완벽하게 실증된 적이 없는 원전 건설 개념이라 할 수 있다.

복잡하고 간섭이 많은 부분에 대해 일부 적용된 경우는 있으나 그것은 본격적인 모듈화라기보다는 일종의 실험적 성격이 강하였다. 더구나 까다로운 인허가 절차가 요구되는 원전 시공에 있어서 모듈화 성공 여부를 의문시하는 것은 부정할 수 없는 현실이다.

이러한 여건 가운데 대우건설은 한국전력기술주식회사가 수행하는 용역(원자력발전소 구조물과 계통 설비에 모듈화 공법에 대한 타당성 연구) 중에서 건설 부문에 대한 기술 자문 제공 용역을 의뢰받아 2001년 8월부터 2002년 4월까지 1차로 기술 자문을 완료하

였으며 그 후속 사업에 참여를 모색중에 있다.

이러한 용역 수행은 앞서 연구한 원전 시공 기술 축적이 없이는 불가능한 일이므로 대우건설의 참여는 많은 것을 시사한다고 볼 수 있다.

모듈화 공법에 대한 충분한 자료가 부족한 여건 가운데 기술 자문을 제공한다는 점에서 다소 부담감은 없지 않으나 국가적인 차원에서 원전 건설 기술의 획기적인 Level-up을 위한 중요한 사업이라는 점을 감안하여 장기적인 비전을 가지고 적극적으로 참여하고 있다.

### 수상 소감

대우건설은 원자력 사업의 효율적인 추진을 목적으로 2000년 1월 플랜트사업본부에서 독립하여 원자력사업단을 신설하였다. 산하에는 현재 원자력사업팀, KEDO 원전팀, 원자력준비반 3개팀이 있으며 KEDO 원전 현장, 대만 용문 원전 현장 등 국내외 사업장이 운영중에 있다.

원자력사업단 구성원은 대부분 월성 3·4호기를 성공적으로 준공하는 데 일익을 담당했던 임직원들로서 각 분야별로 우수한 능력과 다양한 경험을 보유한 중요한 인적 자원이랄 수 있다.

이들을 중심으로 현재 신고리 1·2호기 와 신월성 1·2호기 등 국내의 신규 원전의 수주를 위해 노력하고 있으며, 중국·대만 진출에 이어 한수원과 공동으로 KSNP+(한국 표준형 원전)의 수출을 위해 베트남 원전 시장의 문을 두드리고 있다.

또한 KEDO 원전 현장의 성공적 수행을 위한 사업 관리와 중국 진산 원전과 대만 용문 원전 현장에서 수행중인 기자재 납품과 기술 자문 제공에 대한 본사 차원의 지원 업무를 수행중에 있다.

금번 대우건설 원자력사업단 제9회 한국원자력기술상 금상을 수상하게 된 영광은 단기간에 이룩한 성과에 대한 평가라기보다는 약 10년간 대우건설이 원자력사업을 꾸준히 추진하면서 축적한 경험과 노하우를 바탕으로 고부가가치의 원자력 기술 수출을 이룩한 공로에 대한 평가 결과라고 생각한다.

짧지 않은 기간 동안 원자력 시공 분야에서 맡은 바 책임을 다한 대우건설 원자력사업단 소속 임직원 모두에게 이 영광을 돌리며, 오늘의 영광이 있기까지 적극적인 지원을 아끼지 않은 회사 경영진과 대우건설의 모든 관계자들에게 이 기회를 빌어 감사의 말씀을 드리면서 수상 소감을 대신한다.

