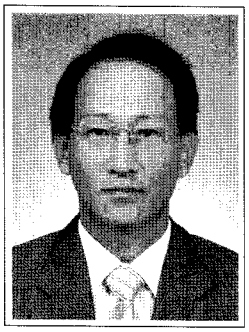
요르단 연구용 원자로 국제 입찰 수주 성공
- "꿈은 이루어진다" -

하 재 주
한국원자력연구원 원자력기초과학연구본부 본부장



서울대 원자핵공학과 학사, 미 오하이오 주립대 원자력공학 석사, 박사

한국원자력연구소 원자력정보기술개발팀 실장, 종합안전평가부 실장, 부장, 원자력안전연구본부 본부장(2007~)
한국원자력학회 안전전문부회 회장, 사업이사
원자력중장기연구개발사업 안전분야 대과제책임자
OECD/NEA CSNI 한국 대표
Gen Ⅳ Risk and Safety Working Group 한국 대표
KAIST 원자력 및 양자공학과 겸임교수 (2008~)

원자력계에서, 아니 국가적으로도 큰 숙원인 원자력 시스템 일괄 수주가 이루어졌다. 요르단의 연구용 원자로를 일괄 수주한 것이다.

비록 상용 원전보다 규모가 작긴 하지만, 땅 파기부터 인허가까지 해야 할 것은 다 있고, 연구용 원자로의 선(先)진출로 그 나라에 한국 시스템이 자리를 잡으면 상용 원전의 교두보가 된다는 점에서도 일괄 수주가 가지는 의미는 매우 크다 하겠다.

본 수주의 실무를 총괄한 사람으로서 그 동안 추진해 온 사항을 회고해 보기로 한다.

요르단 최초의 원자로 건설이 될 이번 사업은 요르단이 원자력 발전 도입을 앞두고 인프라 구축을 위해 추진중인 연구 및 교육용 원자로 건설 프로젝트로, 원자력 요원 교육 훈련 및 방사성동위원소 생산, 중성자 과학 연구 등에 활용할 열출력 5MW(10MW로 성능 향상 가능), 개방수조형 다목적 원자로와 동위원소 생산 시설 등을 2014년까지 건설하는 것이다.

한국원자력연구원(이하 한원(연))에서는 1959년 100kW Triga Mark II를 최초로 도입하고, 1972년 2MW Triga Mark III를 운전 시작했으나, 모두 미국에서 일괄 도입한 것이고, 최초의 국산 연구로인 30MW 하나로는 1985년 캐나다와 공동으로 개발을 시도했으나, 거의 모든 것을 한원(연) 주도로 1995년 완성하여, 오늘까지 다목적으로 세계에서 가장 활발하게 사용되고 있는 연구로 중의 하나이다. 그 후, 한원(연)은 호주와 태국의 연구용 원자로에 AECL의 하청으로 소극적 수주에 참여했으나 모두 탈락했다.

* 요르단 연구로 수주 주요 일지 *

2009. 2. 9 : 요르단 원자력위원회(JAEC)로부터 '연구 및 교육용 원자로의 설계 및 건설에 대한 응찰제안요구서(RFP)' 접수
2009. 4. 19~20 : 컨소시엄 실무자들, RFP 명확화 등을 위해 JAEC 방문
2009. 5. 17 : 기술 제안서 및 사업비 제안서 제출
2009. 7. 27~28 : 설계 설명회 개최 (JAEC, 암만)
2009. 9. 29~30 : 민관 대표단 요르단 방문 (단장: 교과부 원자력국장)
2009. 11. 8 ~12 : 기술 실사단 한국 방문 (단장: Ned Xoubi, JAEC 연구로위원회 위원장)
2009. 12. 3 : 한국 컨소시엄, 우선협상 대상자로 선정 발표

한국원자력연구원/대우건설 컨소시엄은 입찰 일정에 따라 2010년 3월까지 건설 계약을 체결한 뒤, 요르단 수도 암만에서 북쪽으로 70 ㎞ 떨어진 이르비드(Irbid)에 위치한 요르단과학기술대학교(JUST; Jordan University of Science and Technology) 내 부지에서 연구로 건설에 착수할 예정이며, 계약 체결 후 2년 내에 원자로 상세 설계를 완료하고, 계약 후 4년 이내에 원자로 건설을 완료할 예정이다.

PALLAS 개념 설계중 3개월만에 입찰 준비 마쳐

요르단 얘기를 하려면 네덜란드 얘기를 하지 않을 수가 없다. 2007년 4월 VHTR 핵연료의 중성자 조사 시험과 관련한 연구 협력을 계기로 네덜란드의 NRG와 한원(연)의 연구 협정 MOU를 체결하는 자리에서 우연히 80MW급 동위원소생산 및 재료 시험 연구로인 PALLAS 건설 사업을 알게 되었고, 이를 계기로 2007년 9월부터 PALLAS의 국제 공개경쟁 입찰에 참여하게 되었다(그 기간에 몇 개국을 돌며 연구 협력을 맺었는데, 역시 우연히 그리스의 5MW 노후 연구로의 냉각 계통 개선 자문 사업 참여를 요청받아, KOPEC과 공동으로 입찰에 참여하였는데, INVAP을 누르고 그 프로젝트를 수주하여 지금 수행하고 있다).

PALLAS를 접했을 때, 경험이라고는 15년 전에 30MW 하나로 건설한 것 밖에 없었고, 외국에 그것도 일반 건설도 한번 가보지 못한 유럽에 80MW나 되는 대형 연구로를, 핵연료도 해 보지 않은 판형핵연료를(하나로는 봉형이다) 사용하는 연구로를 입찰한다는 것은 무모하다고 주변에서 극심한 반대가 있었다.

그러나 이런 원자로는 어차피 다른 나라도 새로 설계해야 하니, 상용 원전을 20기나 건설 · 운전하는 우리의 탄탄한 산업 능력과 우수한 기술력이 충분히 경쟁력이 있다고 용감한 판단을 했다. 물론 실패해도 소중한 경험이고, 우리가 이런 기회에 국제사회에서 한번 평가를 받아보는 것도 큰 의미가 있다는 생각도 있었다.

어떤 일은 가능성이 5%밖에 없어도, 나머지 95%는 하면서 만드는 경우도 있고 큰 역사는 대게 그렇게 만들어지기도 하지 않는가. 결국 95%를 매우 열심히 하다 보니 나중에는 가능성이 크게 보였고 성공에 대한 욕심이 무척 크게 되었다.

이렇게 시작한 PALLAS를 1년 넘게 개념 설계를 하였고, 2009년 5월 최종입찰서 제출을 앞두고 막바지 피치를 올리고 있던 2009년 2월에 우연히 요르단에 연구용 원자로를 건설한다는 정보를 듣고 요

*연구용 원자로(research reactor)는, 우라늄 핵분열 과정에서 발생하는 열을 이용해서 전력을 생산하는 발전용 원자로(원자력발전소 또는 상용 원전)와 달리, 핵분열시 생성되는 중성자를 활용해서 여러 가지 연구를 수행하는 원자로를 말한다.

연구용 원자로는 중성자 산란장치를 이용한 물질의 구조 연구 및 신물질 개발 등 중성자 과학, 의료용 및 산업용 방사성동위원소 생산, 핵연료와 원자로 구조재 등 재료의 안전성과 건전성을 시험하는 조사 시험 등에 다양하게 활용된다.

요르단에 건설될 연구용 원자로 JRTR 및 동위원소 생산 시설 개념도

르단 관계자를 직접 만나 입찰 안내서를 받았는데, 이때는 다른 곳은 이미 입찰 안내서를 받아 입찰이 진행되고 있는 상태였다. 겨우 막차를 탄 것이다.

그때 우리가 입찰 안내서를 미리 못 받은 것은 우리가 연구로를 공급할 수 있다는 사실을 그들이 모르고 있었기 때문이다. 물론 비슷한 실적이 없으니 당연한 것이지만.

그렇지 않아도 벅찬 PALLAS에 집중해야 하는 때에 요르단까지 동시에 추진한다는 것은 사실 난감했다. 5MW 개념 설계까지 새로 해서 3달만에 입찰서를 제출했으니, 얼마나 호떡집에 불이 났는가는 쉽게 상상이 갈 것이다. PALLAS의 사전 준비와 하나로의 설계 · 운전 경험, 밤샘하면서도 보람으로 생각하고 열심히 해 준 연구원이 없었다면, 이렇게 빠른 시간에 입찰서를 제출할 수 없을 것이다. 결국 PALLAS는 5월 11일, 요르단은 5월 17일에 입찰서를 제출하였다.

연구로 공급자 그룹에 든 한원(연)

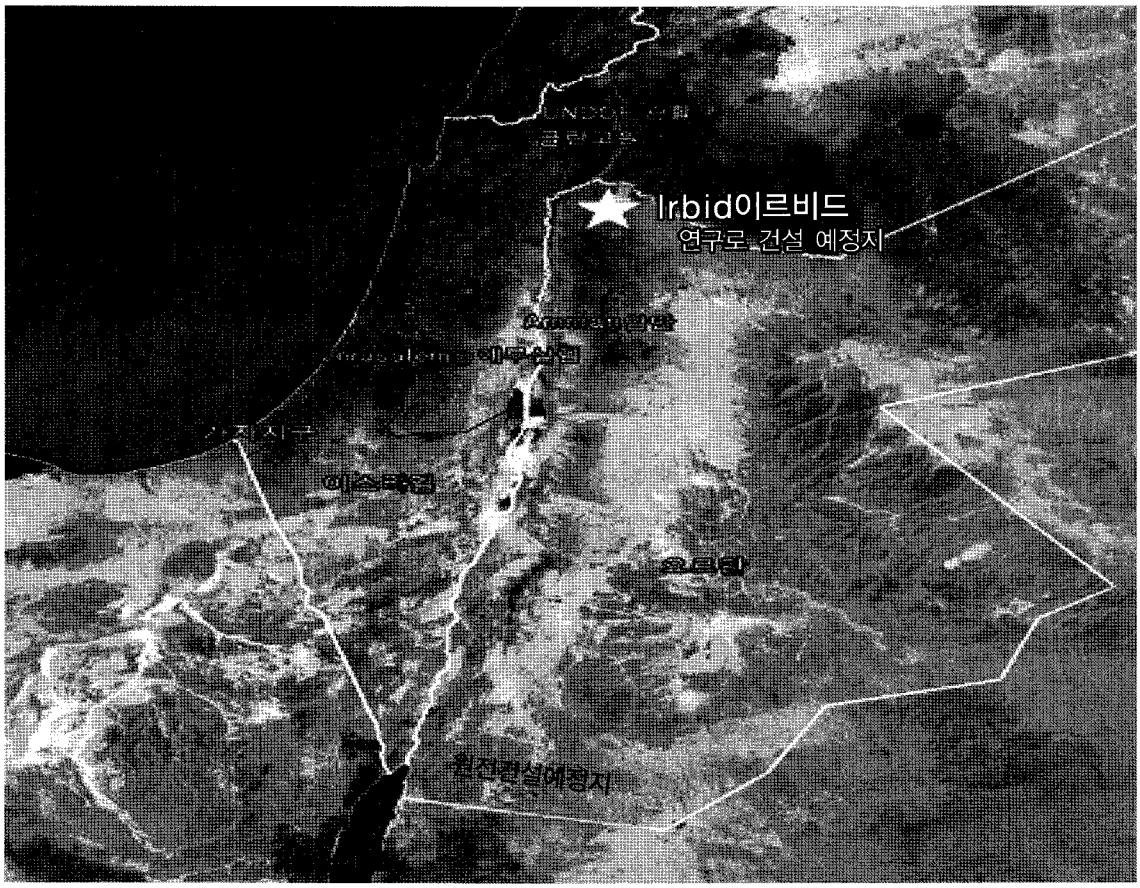
5MW 연구로의 개념 설계를 하면서, 어떤 노형으로 갈 것인가도 상당한 고민이었다. 가장 쉬운 것은 하나로를 축소하는 것이다. 검증과 경험 측면으로는 하나로가 유리하지만, 봉형핵연료는 세계에서 하나로 외에는 쓰지 않으므로, 시장성이 단점이고, 또 AECL과 지적재산권 문제도 생길 수 있는 문제였다.

판형핵연료는 가장 평범하게 전 세계적으로 쓰이는 장점이 있지만, 우리는 직접적인 경험이 없었다. 평가 점수에서 마이너스 요인이다. 하지만 과감히 판형핵연료로 결정했는데, 이는 PALLAS가 판형이어서 사전에 설계한 경험이 있었기 때문이다.

이로써 지적재산권 문제가 없는 명실공히 우리의 기술로 설계를 한 모델이 나오게 되었다. 현재는 판형핵연료 제작 시설이 없어 구매하여 공급하는 것으로 제안하였지만, 향후 국산화가 반드시 필요한 항목이다.

일정상으로 PALLAS가 먼저 결정이 나기로 되어 있었지만, 아르헨티나의 INVAP을 우선협상 대상자로 결정한 후, 여전히 많은 변수가 있어 최종 결정을 못하고 있는 상황에서, 후속을 대비해 준비한 요르단이 먼저 결정이 나 버렸다.

PALLAS는 한원(연), KOPEC, 두중이 컨소시엄으로 참여했고, 대우건설이 시공과 EPC 관리를 맡았다. 4개 기관이 일을 하다 보니 여러 가지 어려운



요르단 연구로 건설 부지 위치

점이 한 두 가지가 아니었다.

요르단은 PALLAS 때의 교훈을 거울삼아 한원(연)과 대우건설만으로 컨소시엄을 단출히 하여 참여하게 된 것도 신속한 의사 결정과 추진에 큰 도움이 되었다.

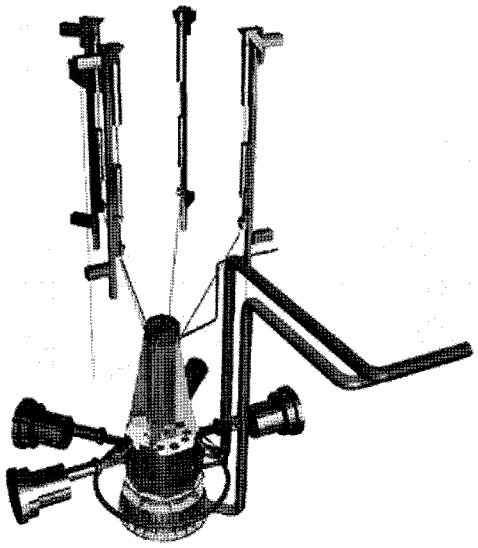
현재 전 세계 50여개 국에서 240여 기의 연구로가 운전되고 있으며, 그 중 80%는 20년 이상, 65%는 30년 이상 된 노후 원자로로 점진적인 대체 수요 발생이 예상된다. 그 중 10~20 MW급 중형 연구로 대체 수요는 110기 정도로 예상되며, 그 중 50여기가 향후 15년 내에 국제 시장 조달에 의해 건설될 것으로 예상된다.

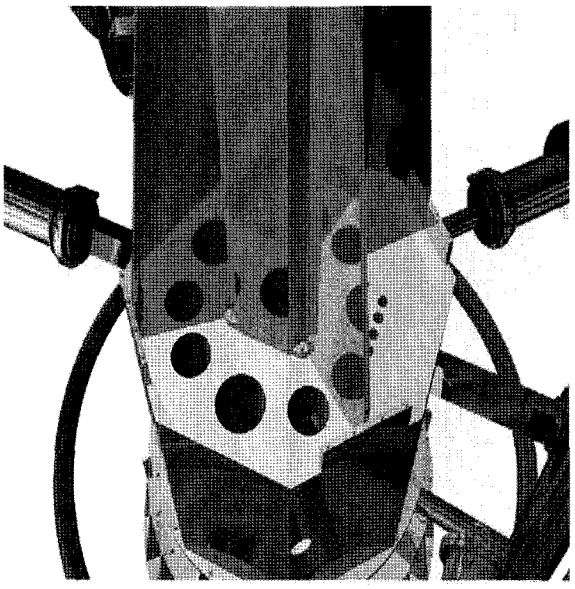
10~20 MW급 연구로 건설비로 1기당 2,000억~4,000억 원이 소요돼 향후 연구용 원자로 세계 시장 규모는 10조~20조 원으로 예상된다.

몇 년 전만 해도 연구로의 공급자는 미국의 GA, 아르헨티나의 INVAP, 프랑스의 AREVA, 독일의 Siemens, 캐나다의 AECL 등이 있었으나, Siemens는 AREVA에 흡수되고, AECL은 MAPLE 문제로 해외 시장에 나서지 못하고, AREVA는 대형 원전에 집중하여, 결국 연구로는 INVAP의 독주 체계로 되고 있는 상황에서 KAERI가 나타났고, 여기에 중국과 러시아가 진출을 했는데, 국제시장에서 전혀 알려져 있지 않은 KAERI가 요르단을 수주해서 지각 변동이 생긴 셈이다.

네덜란드와 요르단에서 우리가 미리 입찰 안내를 받지 못한 것은 한국이 연구로를 공급한다는 인식 자체가 없었기 때문이다. 이제는 세계가 KAERI의 존재를 알게 되어 연구로를 지으려하는데 참여해 줄 수 있겠느냐는 편지가 스스로 오고 있으니, 확실한 공급자로 자리 매김을 한 것 같다.

우리가 주계약자로서 진출을 시도한 것은 PALLAS가 처음이었고, 처음은 매우 힘들었지만 많은 교훈을 얻었고, 요르단은 PALLAS의 교훈과





JRTR 원자로 구조물

준비가 큰 기여를 했다 하겠다.

"한국의 방식을 따라가고 싶다"

요르단 연구로 수주가 성공하게 된 데는 여러 가지 요인이 있었다. 우리는 연구로 건설 경험이 적고 연구로를 포함한 원자력 시스템 해외 수출 경험이 전무한 점 등 경쟁국에 비해 불리한 요인이 있었고, 이것이 상대방에게는 큰 빌미를 주는 약점이었다.

그러나 세계 10위권의 연구용 원자로 하나로(HANARO)를 자력 설계, 건설, 운영하면서 축적한 한국원자력연구원의 풍부한 경험과 높은 기술력 및 인력을 우수하게 평가받았다.

요르단 연구로 책임자는 하나로 방문시 '한국의 방식을 따라가고 싶다' (...pleased to follow on their foot step to build Jordan Nuclear Reactor...")라고 방명록에 적고 갔고, 그 분이 돌아가서 피력한 소감은 '하나로에 들어갔을 때 흡사 미래로 들어가는 듯한(entering future) 느낌'이었다고 한다. 한국을 요르단 미래의 모델로 생각하고, 단지 물건을 사는 국가가 아니라 협력 파트너로 가장 좋은 곳이라고 생각한 것이다.

물론, 우리도 '적기 공급, 수명 기간 지원(supply reactor in time, support operation for lifetime)'이라는 캐치프레이즈를 걸었고, 한원(연)이 R&D를 하는 기관이므로 과학기술 협력 파트너로 가장 적합하다는 점을 강조한 것이 큰 강점이 되었다 생각한다.

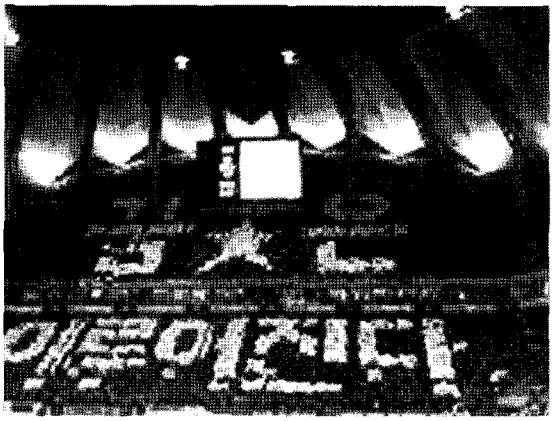
대우건설의 풍부한 해외 사업 경험 및 사업 관리 능력도 강조한 사항이다. 원자력 해외 건설 경험이 없다는 약점을 원자력 국내 건설 경험과 일반 건설 해외 경험을 조합하면 문제없다는 점을 강조하였다.

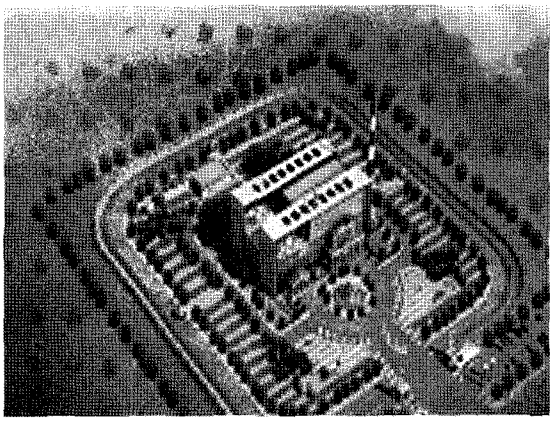
당연히, OPR1000 및 APR1400, SMART 등 풍부한 원전 설계 및 건설 경험, 그리고 튼튼한 국내 원자력 산업 기반이 강점이 된 것은 말할 나위 없다. 사실 우리가 생각하는 것보다 외국은 한국을 훨씬 모른다는 것을 많이 느꼈다. 하지만, 일단 한번 와서 우리의 현장을 보고 나면 생각이 매우 달라진다.

PALLAS 때도 그들이 우리나라를 방문하기 전에는 동양의 작은 나라가 미국 것을 흉내내어 좀 하는 나라, 많이 하지만 기술적인 성숙도는 선진국에 비해 좀 떨어지는 나라 정도로 인식되어 있었는데, 실사팀이 방문한 뒤로는 '대단한 나라다'로 자세가 많이 달라졌다.

정부의 강력한 지원이 수주 성공의 결정적 요인

PALLAS의 일차적인 실패가 반성의 기회가 되어 정부도 직접적이고 강력한 지원을 시작하게 된 것도





요르단 프로젝트 수주는 우리나라가 원자력 연구 개발을 시작한 지 50년 만에 이루어낸 첫 원자력 플랜트 해외 수출로, 한국의 원자력 기술 수준을 국제 사회로부터 명실상부하게 인정받았음을 의미하며, 국가 원자력 브랜드의 신뢰도가 획기적으로 제고되어 대형 상용 원전 진출 기반 확보에도 기여할 것으로 기대된다.

수주에 결정적인 성공 요인이 되었다. PALLAS 실패시 왜 성공하지 못했냐는 반성이 많았고, 사업 총괄자로 질타를 받느라 어려운 시기도 있었지만, 지나서 보니 결국 보람 있는 어려움이 된 것 같다.

교육과학기술부 장관도 지난 9월 IAEA 총회 중에 요르단 원자력위원회 위원장을 만나 한국의 원자력 기술력의 우수성을 강조한 바 있고, 지난 9월 강영철 원자력국장을 단장으로 한 민관 대표단의 요르단 방문 등 여러 기회를 통하여 수주 활동에 힘을 실어 주었다.

특히, 요르단 주재 한국대사관 신봉길 대사도 요르단 원자력 관련 요인들과 수 십 차례에 걸친 면담 등을 통해 한국 원자력 기술의 우수성을 알려 주었고 한국 컨소시엄과 요르단 측의 실무적인 협상에도 큰 역할을 했다. 깊은 신뢰가 장벽을 극복하는 데 매우 중요한 역할을 한 것이다.

그 외에도 많은 정부 부처에서도 도와 주셨다. 대우건설에서 지금까지 사업을 했지만, 정부로부터 이렇게 많은 관심을 받아 보기는 처음이라 했다.

맺음말

요르단 프로젝트 수주는 우리나라가 원자력 연구 개발을 시작한 지 50년 만에 이루어낸 첫 원자력 플랜트 해외 수출로, 한국의 원자력 기술 수준을 국제 사회로부터 명실상부하게 인정받았음을 의미하며, 국가 원자력 브랜드의 신뢰도가 획기적으로 제고되어 대형 상용 원전 진출 기반 확보에도 기여할 것으로 기대된다.

남아공, 태국, 베트남, 아제르바이젠, 터키, 몽골, 나이지리아, 카타르, UAE 등 많은 나라가 직간접적으로 연구로 건설 의사를 타진하고 있는데, 모두 상용 원전에 관심이 있는 나라이므로, 연구로는 곧 상용 원전의 전초라는 사실을 간과하면 안 될 것이다.

수주를 진행하면서, 나는 늘 두 가지를 생각해 왔고 이것이 어려움이 있을 때마다 나를 지탱해 준 것 같다. 2002년 월드컵 때 "꿈은 이루어진다"와 고 정주영 회장의 조선 산업 개척 정신이다. 그래서 PALLAS 시작 때부터 내 핸드폰에는 거북선 사진이 있게 되었다.

나는 요르단에 "우리가 자랑스러워하고 당신도 한국을 선택한 것이 자랑스러운 '명품(Masterpiece)'을 만들어 주겠다"고 약속했다. 지금까지는 수주하느라 바빴지만, 이제는 명품을 만들어 우리의 실력을 검증하는 단계가 남아 있고, 이것이 끝나야 비로소 성공이라는 말을 할 수 있을 것이다.

이 성공은 사업 주체인 한원(연)과 대우건설만으로 되지 않으며, 우리나라 산업계가 모두 힘을 합쳐야 한다. 성공적인 명품의 건설이 더 큰 시장에서 큰 소리 치는 바탕이 될 거라 생각하고, 이를 위해서는 우리 원자력계 전체가 앞으로 많은 협력과 각오와 미래를 대비한 즐거운 희생이 있어야 할 것 같다.