

황무지에 심은 꿈, 원전 종합 설계 회사 한국전력기술(주)

천근영

<에너지경제신문> 부국장 / 원자력 · 전력 전문가



국내 최초의 가동 원전 출력 증강 기술을 개발해 안전성과 경제성을 동시에 충족한 것을 인정받은 것이다.

원전 아키텍처 전문 회사 KOPEC의 설계 역사는 한국의 원전 역사와 궤를 같이하고 있다. 원전 황무지에서 도면 하나로, 세계 6위 원전 대국의 꿈을 일궈낸 것이다.

황무지에 심은 꿈, 도면 9만장으로 짓는 역사

3년 전인 2005년 10월, KOPEC 원자력사업단은 흥분에 휩싸였다. 회사 설립 이래 처음으로, 경수로 원전 원천 기술 보유국인 미국으로부터 기술 수출 제의를 받은 것이다.

미국의 대표적인 원전 회사 WEC(Westinghouse Electric Co)가 발주한 신형 원전 AP1000 건설 프로젝트인 뉴스타트

(NuStart) 사업에 KOPEC이 원자로와 터빈·발전기 등 구조물과 배관 설계 사업을 맡아달라는 것이었다. 대가는 1600만 달러.(WEC는 현재 일본의 도시바가 소유하고 있다)

비록 대가는 1600만 달러에 불과했지만 KOPEC이 고무된 것은 발주자가 20여 년 전 한국에 가압경수로를 턴키(Turn-key)로 판매한 회사였기 때문이다.

KOPEC은 2년 동안 원전 설계 기술자 80여 명을 미국에 보내 원자로 계통설계는 물론 종합 설계를 완벽히 수행했다. KOPEC은 31년 설계 역사상 처음으로 원전 중주국인 미국에서 신설되는 원전 설계 프로젝트를 깔끔하게 소화했다.

이듬해인 2006년 8월, KOPEC은 미국의 발전 플랜트 종합 설계 회사인 벡텔(Bechtel)로부터 또한 건의 요청을 받았다. 원전 설계 기술자를 파견해 달라는 것이었다.

2008년 10월 9일, 한국프로젝트경영협회(KPMA)는 국내 유일의 발전소 설계 전문 회사 한국전력기술(주)(이하 KOPEC)에게 의미 있는 상을 수여했다. 2008 올해의 프로젝트 대상이 그것이다.

KOPEC의 수상 이유는 가동 원전 출력 증강 기술 개발(II)(Power Uprate Technology Development Program II for Operating Nuclear Power Plants in Korea). 연구 개발 부문 최고상이다.



KOPEC은 15년 이상의 원전 설계 경험 기술자 1000여 명을 보유하고 있는 세계 최고의 설계 회사 가운데 하나다. 원전 원전 기술을 보유한 국가가 미국과 프랑스 영국 정도이고, 원전 종합 설계를 할 수 있는 회사는 10개 이내라고 볼 때 KOPEC의 경쟁력은 자타 공인 세계 톱 클래스에 올라 있다.

마다할 이유가 없었다. 회사를 홍보하면서 달려가지 벌어들일 수 있는 기회였기 때문이었다.

KOPEC은 80여 명의 설계 기술자를 백텔 본사에 파견해 신규 원전 설계와 가동 원전의 설비 개선을 위한 프로젝트에 참여하고 있다. 이들이 벌어들일 달리는 2010년까지 4년 동안 총 700만 달러. 원전 중주국에서 파견한 슈퍼바이저 한 사람에게 수십만 달러를 줄 수밖에 없었던 상황에서 완벽히 역전한 것이다.

103기(基)의 원전을 보유해, 세계 최대 원전국이자 원전 중주국인 미국이 예전에 원전 기술을 전수해 준 한국 설계 회사의 기술자를 급히 불러들이는 까닭은 무엇일까. 한마디로 상업용 원전 설계 기술자가 부족했기 때문이었다.

1979년 3월 미국 펜실베이니아

주 스리마일 섬 원전에서 대량의 방사능 물질이 누출되는 사고가 발생한 후 미국은 신규 원전 건설을 전면 중단했다. 그리고 30년 가까이 새 원전을 짓지 않았으니 상업용 원전 설계 기술자를 구하기가 어려워진 것이다.

반면 KOPEC은 한국의 첫 원전인 고리 1호기부터 20기가 넘는 상업용 원전 설계에 참여해 현장 경험과 실전 기술을 축적하고 있다.

한국수력원자력(주) 노대중 사업처장은 “원전 반복 건설에 따른 한국의 경험과 노하우는 세계 최고 수준이고 경수로 원전 설계 능력은 미국도 능가할 정도”라고 말했다.

세계에서 독자적으로 원자력발전소를 설계할 수 있는 국가와 기업은 열 손가락이면 충분하다. 10개 미만이라는 얘기가.

원전 기술 선도국인 미국에서는

백텔과 S·L, S·W 3개 사가 있다. 그리고 프랑스의 아레바(Areva), 영국의 AMEC, 러시아의 AEP, 캐나다의 AECL, 일본의 미쓰비시와 히타치, 도시바 정도다.

토종 아키텍처 엔지니어링 전문가

일본, 캐나다, 프랑스의 회사들은 원자로와 터빈·발전기 같은 기자재 제작과 종합 설계를 함께 한다. 따라서 순수 설계 전문 회사는 KOPEC을 포함해 6~7개사뿐이다.

KOPEC은 원전 기술 자립 정책 덕분에 30여년도 안 되어 원전 종합 설계 기술을 확보할 수 있었다.

KOPEC의 출범은 지난 1975년 10월 「Korea Atomic Burns & Roe」였다. 이듬해 Burns & Roe가 경영난에 빠져 떨어져 나가면서 사명이 현재의 한국전력기술로 바뀌



KOPEC은 '노심 및 원자로 계통 분야 설계 계산 전산 프로그램' 10여 개를 제외한 모든 분야에서 국산화를 완료했다. 설계 자립도는 약 96%. KOPEC은 지난 20년간 국내에서 건설된 10여 기 원전의 설계를 전담했으므로 현장 설계 능력은 가히 세계 최고 수준이다.

었다.

KOPEC은 미국 벡텔과 고리 원전 3·4호기, 영광 원전 1·2호기 설계를 함께 하면서 기술을 전수받았다.

KOPEC 한기인 전 원자력사업 단장은 "설계를 자립하지 않고서는 원자력발전소 건설은 불가능하다는 판단에 따라 설계 인력을 정책적으로 육성하는 정책을 편 것이 주효했다"고 말했다.

KOPEC은 1983년 한국전력의 자회사가 되고 이어 영광 3·4호기의 주계약자가 되면서 지금과 같은 설계 전문 회사로 발돋움할 수 있었다.

KOPEC은 고리 3·4호기, 울진 1호기 설계에 연 800명의 인력을 투입해 설계 경험을 축적했다. 그

리고 고급 인력을 확보하기 위한 교육 훈련과 기술 개발에 총매출액의 20% 이상을 쏟아 부었다.

그 결과 1995년 영광 3호기가 상업 운전 에 성공 함으로써 KOPEC은 경수로형 원전 설계 기술의 자립도를 95%까지 끌어올렸다.

KOPEC은 1996년 12월 정부의 원전 산업 구조 개편에 따라 원전 설계의 핵심인 원자로 계통 설계 사업을 원자력연구소로부터 이관 받아 원전 종합설계사로 발전하게 되었다. 원전 아키텍처 엔지니어링 회사로 인정받게 된 것이다.

이 조치를 계기로 KOPEC은 원전의 핵심이자 1차 계통인 핵증기 공급 계통, 즉 원자로 계통 설계(NSSS·Nuclear Steam Supply

System)와 2차 계통인 터빈·발전기 계통 설계, 그리고 보조 설비 계통(BOP·Balance of Plant)을 아우르는 종합 설계사로 명함을 내밀 수 있게 됐다.

KOPEC이 원전 종합 설계 사업자로서 수행한 프로젝트는 월성 2호기, 영광 3·4·5·6호기, 울진 3·4·5·6호기 등 총 10여기. 현재 신고리 1·2호기와 신월성 1·2호기를 설계 중이다. 또 한국에서 처음 짓는 140만kW급 차세대 원전 신고리 3·4호기도 설계하고 있다.

원전 1기를 설계하기 위해 제작되는 도면과 자료는 A4 용지로 무려 9만장. 이렇게 많은 설계도와 자료가 유기적으로 연결돼 하나의 원전이 만들어진다.

KOPEC이 설계한 영광 3호기는 1995년 미국의 <파워 엔지니어링>지(誌)가 선정한 세계 최우수 프로젝트상을 받았고, 월성 2~4호기는 2000년 캐나다의 CNS가 수여하는 존 S. 휴위트 팀 어치브먼트상(John S. Hewitt Team Achievement Award)을 수상했다.

세계적으로 기술력을 인정받은 KOPEC은 한국 원전의 간판 격이라 할 한국표준형원전인 울진 3호기를 탄생시켰다. 울진 3·4호기는 결실을 보지 못하고 종료된 KEDO의 대북 지원 원전으로 선정되기도 했다.

원자력연구소 장인순 고문은 "한국표준형원전은 국내 원전 건설 사상 처음으로 국내 설계진과 기관



이 성능 보증과 책임을 포함한 전체 관리를 주도한 원전이다. 이로써 한국은 미국·프랑스·일본·독일·러시아 등 선진국만이 보유하고 있는 원자로 계통 설계 능력을 확보하게 되었다. 이는 한국 원전 역사의 새 장을 연 중대 사건이다”라고 평가했다.

반드시 이뤄야 할 꿈 원전 터키 수출

KOPEC은 원전 설계 기술자 1100여 명, 연구 인력 100여 명 등 1200여 명의 설계 전문가를 보유하고 있다.

이 회사는 연 매출액의 10%가 넘는 370여억원을 연구 개발비에 투입하고 있는데 앞으로의 목표는 해외 원전 종합 설계 시장 진출이다.

가능성? 크지도 작지도 않다. 설계 기술과 시공 능력만으로 불가능한 일이기 때문이다.

KOPEC은 한국표준형원자로를 토대로 한 100만kW 원자로인 OPR-1000(Optimized Power Reactor-1000)을 설계한 경험과 기술력을 갖고 있다. 하지만 이를 터키 방식으로 수출하는 데는 한계가 있다.

KOPEC은 원전 플랜트 설계의 핵심인 노심 및 원자로 계통 분야 설계 계산을 위한 전산 프로그램을 완전 국산화했다. 그러나 원전 기술은 미국에서 도입한 것이다.

따라서 이 기술을 전수한 WEC는 결국 공동 진출이라는 단서 조항을 달아 제3국 기술 이전을 허가했다. 터키 방식으로는 해외에 수출할 수 있는 길이 생겼다.

물론 아픔은 있었다. 지난 2005년 중국이 광둥(廣東) 원전 공사를 발주하면서 한국을 원전 기술 미보유국으로 분류해 입찰 참가 자격을 주지 않은 것이다. 아니 한국이 참여할 수 없는 조건, 즉 원전 기술 이전 가능한 기업이라는 독소 조항을 발주서에 명기한 것이다.

당시에는 독자 개발한 노형과 컴퓨터 프로그램이 없으면 제3국 기술을 이전할 수 없었기 때문에 KOPEC은 반론을 내놓지 못했다.

우여곡절 끝에 터키 수출의 길은 열렸지만 설계 기술 완전 국산화는 여전히 한국의 원전 사업에 있어서 아킬레스건이다.

KOPEC이 원전 설계 기술 선진화 방침에 따라 국산화한 기술은 110여 개. 원전 설계의 2/3 정도다. 그리고 40여 개의 기술은



KOPEC은 80여 명의 설계 기술자를 벡텔 본사에 파견해 신규 원전 설계와 가동 원전의 설비 개선을 위한 프로젝트에 참여하고 있다.

2012년까지 국산화한다는 게 목표다.

아울러 원전의 열수력 계통과 안전 규제, 중대 사고와 기자재의 재질, 인간공학, 대형로(爐)인 차세대 원전과 소형 중심의 미래 원전 개발을 위한 7개 국제 프로그램에 참여해, 원전 종합 설계사로서의 발언권을 강화해 나가고 있다.

물론 원전 터키 수출은 기술력만으로 이뤄지는 것이 아니다. 원전을 지으려고 하는 나라에 자금을 끌어다줄 자금 조달 능력과 외교력이 뒷받침돼야 한다.

현재 정부가 베트남과 인도네시아, 중국의 원전 기술 인력을 한국으로 불러들이며 적극적으로 교육 훈련하는 것은 원전 수출을 위한 외교력 확보 전략의 일환이다.

뚫어야 산다, 원전 기술 수출 시장

원전 터키 수출은 시간이 필요하지만, 부문별 수출은 이미 이뤄지고 있다.

KOPEC 허영석 원자력사업단장은 “대만 룽먼 원전의 기술 인력 지원 용역을 시작으로 미국의 벡텔과 팔로버디 스톤 앤 웹스터, 중국의 링둥 원전, 중국의 링야오 원전 등 기술 지원만 10여 건”이라고 말했다.

허 단장은 “미국이 원전 신설을 검토하면서 가동 중인 원전의 성능 개선 수요가 많아졌다. 가동 중인 원전의 성능을 개량하는 기술 수출 전망도 밝은 편”이라고 덧붙였다.

기술 수출 횟수가 늘어나고 있는 것도 좋은 징조다. 2000년 이전까

지 단 2건에 600여만 달러이던 KOPEC의 해외 수주 실적은 2000년 이후 8건에 2700여만 달러로 급증했다.

물론 기술 수출 대상국이 미국과 중국, 대만 등 일부 국가에 제한돼 있긴 하지만 수출액이 증가 추세에 있다는 것은 대단히 고무적이다.

베트남 루마니아? 현재로선 어디가 될지 모르는 상황이나 터키 수출의 가능성은 충분하다.

터키 수출의 최일선에 설 수밖에 없는 게 KOPEC이다. 설계 없이는 원전 건설은 불가능하기 때문이다.

KOPEC A to Z

KOPEC은 15년 이상의 원전 설계 경험 기술자 1000여 명을 보유하고 있는 세계 최고의 설계 회사 가운데 하나다.

원전 원전 기술을 보유한 국가가 미국과 프랑스 영국 정도이고, 원전 종합 설계를 할 수 있는 회사는 10개 이내라고 볼 때 KOPEC의 경쟁력은 자타 공인 세계 톱 클래스에 올라 있다.

KOPEC은 ‘노심 및 원자로 계통 분야 설계 계산 전산 프로그램’ 10여 개를 제외한 모든 분야에서 국산화를 완료했다. 설계 자립도는 약 96%.

KOPEC은 지난 20년간 국내에서 건설된 10여 기 원전의 설계를 전담했으므로 현장 설계 능력은 가히 세계 최고 수준이다.

KOPEC 역시 최종 목표는 원전



KOPEC은 원전 설계 기술자 1100여 명, 연구 인력 100여 명 등 1200여 명의 설계 전문가를 보유하고 있다. KOPEC은 연 매출액의 10%가 넘는 370여억원을 연구 개발비에 투입하고 있는데 앞으로의 목표는 해외 원전 종합 설계 시장 진출이다.

턴키(Turn-key) 수출이다. 즉 100만kW급인 OPR-1000 원전을 통째로 수주해 시운전까지 한 상태에서 발주자에게 키를 넘겨주는 것이 목표이다.

이를 위해선 원전의 종합 설계 능력을 갖춰야 한다. 수출 경쟁력을 가진 노형(爐型), 즉 한국표준 원전을 비롯 제4세대 원전 개발로 독자 설계 기술력 확보가 관건이다.

원자로와 터빈·발전기 그리고 2만여 개에 달하는 보조 기기 제작에 기준이 되는 재질과 규격을 설계하고 주설비 건설 공사와 시공 설계, 그리고 이를 사이트에 조화롭게 디자인하는 것이 KOPEC의 과제다.

아키텍처 엔지니어링을 실현하는 것인데 여기에는 구매 기기의 검사 업무도 포함된다. 원전 시공 3년 전부터 시운전까지의 8년여 동안 설계 작업을 계속해 원전 구조물을 완전히 이해하지 못하면 확보할 수 없는 것이 원전 종합 설계 능력이다. 원전 턴키 수출의 필요 조건인 셈이다.

KOPEC의 강점. 최우선으로 꼽을 수 있는 것이 지난 30년 동안 쉽없이 원전을 설계해 실전 경험이 세계 최고라는 사실이다. 특히 동일 노형, 즉 한국표준원전을 8기나 반복 설계해 숙련도가 최상급이다.

원전 설계에 투입되는 인력은 5년 이상의 실전 경험을 쌓아야 하는데, KOPEC은 원자로 노심과 계

통, 원전 연료, 기자재 등 전 분야에서 15년 이상의 경험을 가진 설계 전문 인력만 1000여 명이다.

KOPEC의 설계 완전 자립은 2012년으로 잡고 있다. 1995년 일부 프로그램을 제외한 전 부문의 설계를 적용한 원전이 영광 3·4 호기. 이로부터 십여년이 지난 현재 KOPEC은 10여 개 프로그램을 제외한 기술은 거의 국산화한 상태다.

한국 원자력계의 숙원이자 목표인 턴키 수출. 황무지에서 꿈을 심어온 아키텍처 전문회사 KOPEC의 꿈을 향한 도전은 현재 진행형이다. ☺