



월성 1호기(CANDU) 도입

노윤래

원자력 칼럼니스트 · 전 한전원자력연료 사장



- 서울대 전기공학과 졸업
- 한국원자력연구소 연구관
- 한국전력공사 영광원자력본부장
- 한전원자력연료 사장
- 서울대, 한양대 강사 역임

CANDU 원자로 판매 위해 AECL 총재 방한

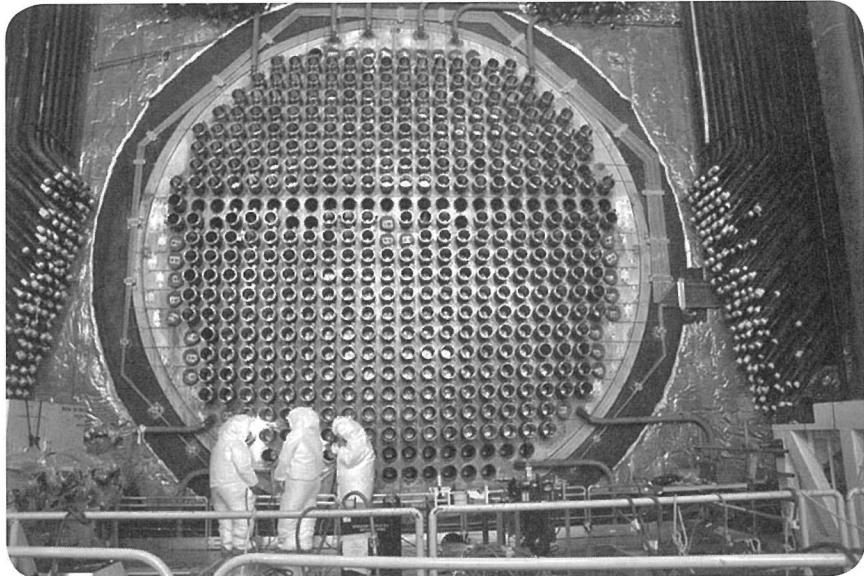
1973년 9월 중순 캐나다원자력공사(AECL) 총재 그레이 박사가 한국을 방문했다. 그는 캐나다가 개발한 CANDU 원자로를 한국에 판매할 목적으로 정부 고위층을 면담하는 한편 한전에서 CANDU에 대한 설명회를 가졌다.

그레이 총재는 CANDU가 천연 우라늄을 연료로 사용하기 때문에 경수로처럼 농축이 필요 없고 원전 가동 중에도 핵연료의 교체 작업이 가능하다는 등 장점을 설명했다.

질의응답 시간에 필자는 천연 우라늄을 사용하므로 연료비는 경수로에 비해 저렴하겠지만 감속재로 고가의 중수를 사용하기 때문에 발전 원가의 득실을 검토해야 하지 않느냐는 질문을 했다. 또한 핵연료 교체를 위해 발전을 정지할 필요가 없는 것이 장점이라고 하지만, 원자로를 포함한 각종 BOP의 보수와 점검을 위해 발전소는 주기적으로 정지해야 되므로 반드시 운전 중 연료 교체(on-load-refueling)가 장점은 아니라는 점도 지적했다.

그레이 총재는 캐나다에는 풍부한 우라늄이 매장되어 있고 또한 풍부한 수력 자원으로 전력이 저렴해 중수 생산에 경제적 부담은 크지 않다고 했다. 그러면서 CANDU의 실상을 직접 보고 파악할 수 있도록 한국의 기술진을 캐나다에 초청하겠다고 말했다.

AECL은 1952년 설립된 캐나다 국영공사(Federal Crown Corporation)



CANDU 원자로의 칼란드리아(Calandria)

로 토론토에 설계와 엔지니어링을 담당하는 프로젝트 본부가 있고 Chalk River Laboratories와 몬태나 주의 작은 마을인 피나와(Pinawa)에 Whiteshell Nuclear Research Establishment의 두 연구소를 두고 있다. CRL은 노심 설계, NSSS 설계, 연료 성형 가공을, Whiteshell 연구소는 폐기물 관리와 사용후핵연료에 대한 연구를 주로 담당하고 있다.

CANDU의 개발 경위

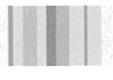
CANDU(Canadian Deuterium Uranium) 원자로는 중수를 감속재로 사용하고 연료는 천연 우라늄을 성형 가공한 연료다발을 압력관 내에 장전한 형태로 설계되어 있다.

캐나다 정부가 CANDU를 개발하게 된 배경을 보면 매우 흥미롭다. 세계 2차 대전 중 나치 공군의 폭격을

피해 영국은 과학자들을 캐나다에 이주시켜 원폭 개발을 서둘렀다. 종전 후에도 대부분의 과학자는 캐나다에 잔류해 CANDU 개발에 종사했는데, 이 사업의 책임자는 영국 캠브리지 출신의 물리학자인 루이스(Wilfred Lewis) 박사였다.

CANDU 개발은 1944년 중수 프로젝트로 시작되었고 1947년 CRL에서 NRX(National Research Experimental)란 연구용 원자로를 건조해 우라늄을 농축하지 않아도 중수를 감속재로 사용하면 핵분열의 연쇄 반응이 가능함을 확인했다. 중수는 보통 물(경수)에 비해 10% 무겁다는 물성의 차이가 있을 뿐이지만 중성자의 흡수가 매우 낮아 감속 효율은 물의 80배가 된다. NRX의 성공으로 1962년 22MW의 NPD(Nuclear Power Demonstration)를 건설해 CANDU 개념에 의한 원전의 상업 가동이 가능함을 실증할 수 있었다.

이어서 1968년 Douglas Point 원전(용량 200MW)



을 운영하게 되었고, 본격적인 상업 운전은 1971년 Pickering(515MW)이, 뒤이어 Bruce 원전(800MW)이 전력계통에 연결되었다.

이와 같은 성공에 자신을 얻게 된 AECL은 CANDU의 표준화 작업에 힘써 CANDU 6과 CANDU 9를 출시하게 되었다.

캐나다 방문, CANDU 실상 조사

CANDU 원자로의 실상을 파악하기 위한 조사단이 5명(필자 포함)으로 구성되었다. 한전과 원자력연구소가 각각 2명, 대표인 단장은 국방과학연구소(국과연)의 현경호 박사가 선정되었다.

조사단에 원연이 포함된 것은 기술 지원 차원에서 이해할 수 있었으나 국과연의 현 박사가 조사단장으로 지명된 이유를 필자는 처음에 납득할 수 없었다. 군의 무기 체계를 현대화하고 새로운 무기 개발의 임무를 가진 국과연의 책임자가 원자력의 평화적 이용이란 원전 프로젝트에 참가한다는 것은 차후에 국내외적으로 비판의 대상이 될 수 있어 다소 의아하게 생각했던 것이다.

그러나 조사단이 출국하기 며칠 전 필자는 비록 확인할 수는 없었으나 다음과 같은 이야기를 듣고 4~5년 전 고리 1호기 원전 공급자 선정 작업과 관련하여 담당이 사와의 대화에서 박정희 대통령의 핵무기 개발에 대한 집념을 새삼 느끼지 않을 수 없었다.

그 이야기란 당시 과학기술처 장관이 현 박사에게 CANDU 조사단의 캐나다 방문에 대해 청와대가 깊은 관심을 갖고 있다는 점을 명심하라는 당부였다는 것이다. 원전 가동 중에도 핵연료를 인출할 수 있고 국산화가 비교적 용이하다는 CANDU의 특성이 대통령의 관심을 자극한 것은 아닐까하는 생각이 문득 일어났기 때문이었다.

국산화가 용이하다는 CANDU의 특성이 대통령 관심 자극(?)

2주간의 캐나다 방문이 끝날 무렵 조사단 5인은 캐나다 출장보고서의 초안을 작성하기 위해 현경호 박사 침실에 모두 모였다. 보고서의 가장 중요한 부분인 대정부 건의사항을 어떻게 기술할 것인가를 의논한 끝에 다음과 같이 결정했다.

CANDU는 PWR에 비해 손색이 없는 원자로임을 모두 인정했다. 그러나 필자는 CANDU를 도입하는 것은 충분한 검토가 필요함을 주장했다. 그 이유는 원자로를 2종(PWR과 CANDU)으로 선정하여 전원 개발을 다원화할 경우 원자로 부품의 교환성이 없어 수많은 예비품 확보에 과다한 지출이 되고 요원 양성과 인력 관리에도 많은 부담이 예상됨을 지적했다.

그러나 현 단장은 원전은 초기 투자비가 많이 필요하므로 원전을 공급하는 국가로부터의 재정 지원(조건이 좋은 차관)이 필수적이기 때문에 CANDU의 기술적 결함이 없는 한 AECL의 제의를 거절할 수가 없는 실정임을 강조해 CANDU 도입을 정부에 건의하기로 보고서를 작성하게 되었다.

국내 최초의 원전도 처음에는 2기로 계획되었으나 미수출입은행의 차관이 여의치 않아 고리 1호기만 성사되었고 그나마 BOP 구매는 영국의 차관으로 이루어질 수 있었던 것이다.

정부가 보고서의 건의사항을 받아들였는지는 알 수 없으나 결과적으로 CANDU 도입은 실현되었고 한전은 그 후에도 많은 어려움을 극복하면서 월성 프로젝트를 추진해 나갔다. ●