



고리 1호기 원자로 선정

노윤래¹⁾

원자력 칼럼니스트 · 전 한전원자력연료 사장



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

1968년 3월 10일 5명의 위원으로 구성된 원자력발전추진위원회(위원장 남덕우 경제기획원 장관)는 원자력 발전(원전) 사업을 주관할 기관으로 한국전력공사(한전)를 선정하고 한국원자력연구소(원연)는 기술 지원을 담당하도록 의결했다. 이 결정에 따라 한전은 본사에 원전 사업을 담당할 조직(원자력실)을 신설하고 국제 입찰 안내서를 발급하는 등 국내 최초의 원전인 고리-1 프로젝트를 추진해나갔다.

원자로(핵연료 포함) 공급 업체인 미국의 3개 회사(WH, CE, B&W) 및 영국의 BNX로부터 고리-1 사업에 관한 제안서(가격과 공급 조건, 기술 사양서)를 받은 한전은 1968년 말부터 주계약자 선정을 위한 작업을 본격적으로 시작했다.

“영국의 AGR을 도입하면?”

원자로 공급 업체가 제출한 제안서 평가 작업이 한참 진행되던 어느 날 원자력 담당 이사가 필자를 찾는다라는 연락이 왔다. 당시 평가 작업에 참가한 필자는 작업의 중간 결과를 수시로 실장에게 보고하고 있었을 뿐 이사와 직접적인 접촉은 없었기에 특별한 관심 없이 이사에게 갔다.

지금은 고인이 되었지만 김종주 원자력 담당 이사는 일제 강점기에 일본 도쿄제국대학에서 수학하던 중 해방이 되어 귀국해 서울대 공대를 졸업한 학구

1) 고리 1호기 프로젝트를 추진할 당시 한전의 원자력실은 3개 과로 편성되어 있었는데, 원자력기획과는 원자력에 관한 계획, 원자력기기과는 원전 설비의 기술사양을, 원자력안전과는 원전의 안전 분석과 인허 업무를 담당했다. 필자는 5년 6개월의 원자력안전과장(현재의 3직급 부장) 기간 동안 고리-1, 2와 월성-1, 고리-3, 4 등 초기의 원전 안전 분석(PSAR/FSAR)을 수행했고 정부(과기처)에 대해 인허 업무를 수행했다.



PWR을 선택한 국내 최초의 원전 고리 1호기

적인 엔지니어였다. 평가 작업에 수고가 많다고 필자를 위로하면서 영국의 AGR이 도입된다면 어떤 문제가 있겠느냐는 것이 김 이사의 질문이었다.

AGR은 영국이 개발한 중전의 GCR(일명 MAGNOX 원자로)을 개량한 것이다. GCR은 이산화탄소를 냉각재로, 금속 우라늄을 연료로 사용하는 영국 최초의 원전인 Calder Hall형의 원자로인데 피복재로 MAGNOX를 사용하고 있다.

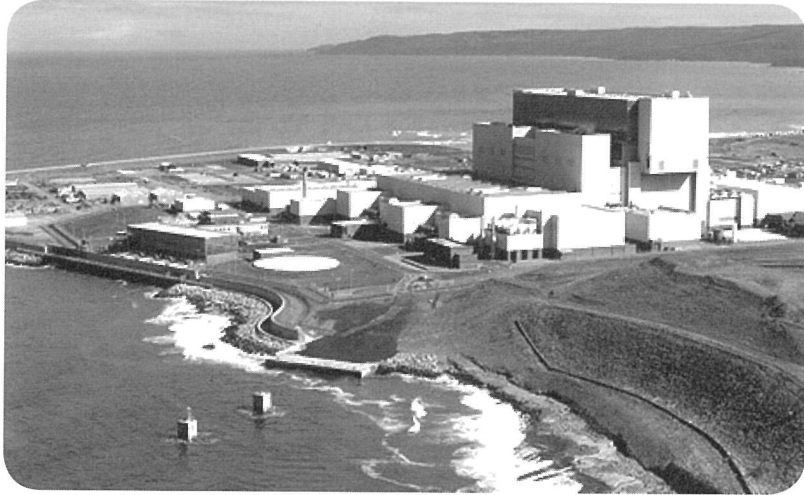
MAGNOX((Magnesium no oxidation)는 비산화 마그네슘 합금으로 베릴륨(0.05%), 칼슘(0.01%), 알루미늄(1%)이 첨가되어 있다. GCR은 흑연을 감속재로 사용하며 냉각재인 이산화탄소는 열중성자 흡수 단면적이 적어 중성자 경제가 비교적 우수하다는 장점이 있으나 고온에서 방사선에 의한 분해(decomposing) 작용으로 산소가 발생해 원자로의 구조 재료를 산화(부식)시키는 단점이 있다. AGR은 천연 우라늄을 사용한 GCR의 연료를 약간 농축(~1.2%)해 연료의 연소도(burnup)를 높였고 냉각재의 분해 작용을 억제하기 위해 이산화탄소에 단원자 기체(He)를 첨가했으며 연료교환기의 기계적 개선으로 핵연료 교환 시간을 단축한 것 등이 중요한 설계 개선이다.

필자는 김 이사의 질문에 대해 AGR이 미국의 PWR

에 비해 기술적으로 문제점이 많다는 점을 자세히 설명했다. 이산화탄소가 원자로 내에서 방사선에 의한 작용으로 생성된 산소로 인해 원자로 구조물의 산화 현상으로 전력회사인 CEGB가 고심하고 있음을 설명했고, 향후 원전의 국산화를 위해서는 AGR이 PWR에 비해 우위에 있다는 점에 대해서는 AGR이 연소도를 높여 발전 원가를 낮추기 위해 농축 우라늄을 사용하기 때문에 미국을 비롯한 국제 사회가 한반도의 비핵화 정책으로 농축 공장을 허용하지 않는 한 의미가 없으며, 원전 가동 중 연료 교환이 가능해 발전소의 이용률을 높일 수 있다고 하지만 발전소는 여차피 보수와 점검을 위해 주기적으로 정지해야 하므로 그 기간에 연료 교환을 할 수 있다는 점도 설명했다.

AGR은 기체를 냉각재로 사용하기 때문에 열전달에 필요한 냉각재의 순환용으로 송풍기(blower)를 사용하게 되는데 이는 경수로의 펌프에 비해 전력 소비가 높아 PWR의 소내 소비가 4% 내외임에 비해 AGR은 무려 9~10%에 달해 경제적 손실이 매우 큰 것이 무엇보다 결점이라는 것도 강조했다. 또한 AGR은 흑연이 화재에 취약한 점도 설명했다.

또한 필자는 일본이 자국의 최초 원전을 GCR로 채택



영국의 Torness 원전. AGR을 장착한 마지막 원전이다.

했으나 많은 문제점이 노출되어 후속 원전을 경수로로 전환한 사실을 지적했다. 즉 1959년 발주되어 1965년 운전을 시작한 Tokai(東海)-1은 일본 최초의 GCR 원전이며 마지막 GCR임을 잊지 말아야 한다고 말씀 드렸다.

미묘했던 '플루토늄 생성' 문제

대화의 마지막에 김 이사는 AGR은 PWR보다 많은 플루토늄을 생산하지 않느냐고 물었다. 그 순간 필자는 김 이사가 2~3일 전에 청와대 경제수석의 부름을 받았다는 이야기가 전광석화처럼 떠올랐다. 소문으로 들던 박정희 대통령의 핵무기 개발 의지가 새롭게 회상되었다.

필자는 1964~66년 오스트리아의 Seibersdorf 원자력연구소와 한국의 원자력연구소에서 원자로물리학을 연구한 경험을 살려 원자로 내에서 플루토늄이 생성되는 과정을 자세히 설명했다.

일반적으로 경수로(PWR)에서는 노심에 장전된 핵연료의 0.7%가 플루토늄으로 전환되며 AGR에서는 0.9%가 되기 때문에 플루토늄 생산은 AGR이 PWR에 비해 다소 높지만 고리-1의 연료 장전량은 48톤으로 이는 핵무기 생산에 필요한 임계 질량(약 6kg)을 고려하면 1년에

도 수십 개의 원폭 생산에 필요한 플루토늄이 생성되기 때문에 핵무기 개발에 AGR이 유리한 것은 결코 아님을 강조했다.

PWR 선정은 탁월한 선택

필자와의 면담 내용을 김 이사가 청와대에 설명했는지 필자는 알 수 없다. 고리-1 원전 평가 작업은 위로부터의 어떤 지시나 압력(?)도 없이 계속되었고 최종적으로 미국의 WH가 공급하는 PWR로 결정되었다.

원전뿐만 아니라 모든 중요한 프로젝트는 처음의 계획 단계부터 실패가 없도록 신중한 검토와 절차를 밟아 진행되어야 한다. 지금 생각해보면 고리-1을 PWR로 선택한 결정은 참으로 훌륭한 판단이었다고 필자는 생각한다.

영국도 AGR의 결함을 스스로 인정해 1978년 발주한 Torness 원전을 끝으로 AGR을 포기했다. 1987년 발주해 1995년 운전을 시작한 Sizewell B(1250Mw) 원전은 미국의 PWR이었다.

만일 국내 최초의 원전인 고리-1이 시행착오로 AGR로 선정되었다면 우리는 오늘의 성공적인 원전 개발을 이루지 못했을 것이다. ☹