

원전으로 성형가공 국산화

조희봉
(*한국전력공사 원자력연료부장)

1. 개요

우리나라는 원전연료로 사용되는 우라늄의 부존량이 매우 적을 뿐 아니라 품위가 낮아 경제성이 없으므로 정광을 외국에서 도입할 수 밖에 없으며, 원전연료 제조과정중 가장 중요한 단계인 농축 또한 핵무기 비확산에 관한 조약 등 국내외의 정치적 여건상 기술자립에 제약을 받고 있어 외국에 의존할 수 밖에 없는 실정이다. 이에 따라, 정부는 국내 기술자립에 제약을 받지 않는 성형가공 부분의 국산화를 추진하는 한편 해외의 우라늄광산 개발참여 등을 통해 원전연료의 안정적 확보에 힘쓰고 있다.

정부는 '79년 9월 원전연료 국산화 사업추진을 결정하였으며, '80년 12월에는 세부추진계획을 확정하였는데 그 기본방침은 다음과 같다.

첫째, 경수로연료는 외국과의 합작투자 방식으로 국산화하며, 둘째, 중수로연료는 자체기술개발에 의해 국산화를 추진한다는 것이었다.

2. 중수로 원전연료

한국원자력연구소는 '78년 10월 불란서 차관사업으로 년산 10톤 규모의 성형가공 파일로트공장 건설을 완료하였고, '79년 9월 제 26차 경제장관 회의에서 그 타당성이 인정되어 국산화를 추진키로 하였으나, '80년 3월 핵연료개발공단 이사회에서 중수로 1기분에 대한 연료만 생산할 경우 경제성이 불투명하다는 이유로 중수로연료의 국산화를 유보하자는 주장이 제기되는 등 어려움에 봉착하기도 하였다.

그러나, 정부는 기술개발차원에서 정부가 전액 출자하는 방식으로 정부 특정연구 개발과제로 채택하여 추진키로 하였으며, '81년 1월부터 기술개발에 착수하였다.

동 기술개발 사업은 중수로 원전연료의 변환 및 성형가공 공정을 포함하는 것으로서, 1단계 목표로 '83년까지 시제품을 생산하고 2단계로는 '85년까지 실용화 시험을 거쳐 최종 상용화 기술을 확립하는 것으로 설정되었다.

또한, 개발된 연료의 실증시험을 위하여 '82년 10월 한국원자력연구소와 캐나다 원자력공사간에 「국산 원전연료 시제품에 대한 노내 실증시험계약」을 체결하였다.

'83년 3월에는 캐나다 초크리버연구소의 연구소에 장전된 국산 시제품연료가 약 7개월간 연소후 이상없이 방출되어 건전성이 입증되었으며, 이와는 별도로 '82년 12월 노외 실증시험 설

비가 건설되어 노외시험도 가능하게 되었다.

'84년 1월 정부로부터 국산 원전연료에 대한 설계승인을 취득하여 본격적인 양산화 사업이 추진되었고, 그 해 9월에는 시제품 24다발이 월성 1호기에 최초로 장전되었으며, '85년부터 연산 100톤 규모로 생산설비 증설을 추진하여 '87년 12월에 준공하였다.

'85년 5월에는 360다발의 연료공급을 위한 시제품 공급계약이 한국전력공사와 한국원자력연구소간에 체결되었으며, '85년 9월 30일 최초의 국산 원전연료 시제품이 원자로에서 1년간 연소후 이상없이 방출되어 원전연료 성형가공 국산화 시대를 맞이하게 되었다.

이산화우라늄(UO₂) 분말 제조공정도 한국원자력연구소에 의해 개발되었으며, 연간 100톤 규모의 공장을 '87년 12월 준공하여 '88년 9월부터 한전에 공급하였으나, 시설 노후로 인한 유지보수비용의 과다로 경제성이 저하되어 '92년 12월 31일부터 가동을 중지하였다.

한편, 정부의 사업이관 방침에 따라 '98년 이후는 원전연료(주)에서 중수로 원전연료를 공급할 예정이다.

3. 경수로 원전연료

'79년 9월 제26차 경제장관협의회에서 원전연료 국산화 사업에 대하여 국책 사업 추진에 타당성이 인정되어 사업의 경제성 검토와 실수요자인 한국전력공사가 참여하는 방식으로 국산화를 추진키로 결정하였다.

이에 따라 '81년 7월 제31차 경제장관 협의회에서 사업추진 방향을 의결하였는데, 이는

- (1) 연산 200톤 규모로 '88년부터 국내 교체연료 소요분 전량을 공급하고,
- (2) 한국전력공사와 한국원자력연구소와의 투자지분 문제는 별도 협의, 결정하며,
- (3) 국내 회사 설립후 외국 기술합작선 선정한다는 것이었다.

이와 같은 정부방침결정에 따라 국산화를 주관하게 된 한국전력공사는 '82년 11월 11일 한국원전연료주식회사를 설립하고 외국 합작선의 선정준비를 하였다.

그러나, '83년 7월 이후 원전연료 국산화사업은 기술개발과의 병행 추진을 통한 국산화목표의 조기 달성을 위해 설계기술 자립체계를 한국원자력연구소 주관으로 구축하여야 한다는 개념이 대두되어 '84년 7월에는 국산화 방침이 변경되었으며, 그 내용은

- (1) 외국과 자본합작은 지양하고 국내 주도로 추진하며,

- (2) 한국원전연료주식회사가 전담토록 되어있는 제조, 설계업무를 분리하여 설계업무는 한국원자력연구소가 전담하고,
- (3) 재변환공정은 일단 사업계획에서 제외시켜 초기 투자를 경감시키고 국내기술개발 실증후 공장을 건설한다는 것으로, 이에 따라 사업추진 일정이 '87년 말에서 '88년 말로 연기되었다.

상기 국산화 방침에 따라, 웨스팅하우스형 원자로의 연료에 대하여는 '85년 8월 설계 및 제조기술 도입선으로 독일 SIEMENS사(구 KWU사)가 선정되었으며, 설계분야는 한국원자력연구소가 '88년 10월부터 각 해당 원전연료 교체영역에 대한 최종 공동설계를 수행하여 기술을 전수받았다. 한편, CE형 원전연료에 대하여는 한국원자력연구소에서 '87년 4월 CE사와 영광 3,4호기 초기노심 설계계약을 체결, 공동설계를 통하여 설계기술을 전수받아 초기 및 교체노심 설계를 담당하고 있으며, 제조분야는 한국원전연료주식회사가 '89년부터 연산 160톤 용량으로 웨스팅하우스형 및 CE형 원전연료를 공급하고 있다.

한편, 한국원전연료주식회사는 '92년 말에 기술성 및 경제성이 우수한 미국 WH사의 V-5H 연료에 대한 설계 및 제조 기술을 전수받아 '96년부터 국내에 웨스팅하우스형 원전연료를 조달하고 있다.

4. 성형가공공장 증설계획

'95년 확정된 정부의 중·장기 전력수급계획에 따르면 2010년에는 총 27기 (경수로 23기, 중수로 4기)의 원자력 발전소가 운전될 계획으로서 총 원자력설비용량은 26,330MW (총 발전설비 용량대비 33.1%)로 예상되며, 성형가공 소요량 또한 증가될 전망이다.

이에 따라, 에너지의 안정적인 공급을 위한 정부의 장기 전력 수급계획에 의해 건설중인 월성 3, 4호기, 울진 3, 4호기 및 영광 5, 6호기와 추가로 건설될 원자력발전소의 원전연료 수요에 대비하기 위하여 원전연료 성형가공 공장을 증설하여 원전연료 소요량을 전량 국내생산, 공급함으로써 실질적인 에너지 자립과 국제 경쟁력 확보를 위하여 연산 경수로용 200톤U 및 중수로용 400톤U 용량의 원전연료 성형가공 공장을 증설중에 있으며, 기술도입선으로 '94년 7월 불란서 Fragma와 경수로 재변환기기공급계약, 불란서 FBFC와 재변환 기술도입계약, 캐나다 GE Canada와 중수로 기기공급 및 기술도입계약을 각각 체결하여 신규공장을 '97년 12월 준공 목표로 건설중에 있다.

따라서, 신규공장 건설이 완료되면 2010년까지 국내소요 원전연료 전량을 공급할 예정이며, 필요시 생산라인만 증설하면 경·중수로 생산용량을 각각 2배까지 확장 가능하므로 2010년 이후의 소요량도 약간의 시설투자로서 전량 국내공급이 가능할 전망이다.

5. 사업 일원화

앞에서 언급한 바와 같이 원전연료 국산화사업은 국산화 목표의 조기 달성을 위해 기술개발과의 병행 추진하되 설계기술 자립체계를 한국원자력연구소 주관으로 구축하여야 한다는 개념에 따라 설계업무는 한국원자력연구소가, 제조업무는 한국원전연료주식회사가 전담하여 왔다.

그러나, 설계와 제조를 별개회사에서 수행함으로써 업무의 효율성 및 경제성이 저하되어 정부는 '89년 4월 한국원자력연구소에서 수행하던 설계업무를 한국원전연료주식회사로 이진토록 하여 연료설계 및 제조사업을 일원화하기로 결정하였다.

그러나, 양사간 사업 및 이관인력 조건에 합의를 못하여 기존체제대로 역무를 수행하여 오던중 '96년 1월 11일 국가과학기술자문회의 보고서 국가차원의 원자력 추진체계를 마련하여 보고하라는 대통령 지시에 따라 조정방안을 수립하여 '96년 6월 25일 제 245차 원자력위원회에서 원자력사업 추진체제 조정방안(안)을 의결하였고 이에 따라 '96년 12월 31일자로 원전연료 설계사업이 한국원자력연구소에서 한국원전연료주식회사로 이관됨으로써 원전연료 설계·제조사업의 일원화가 달성되어 원가절감을 통한 국제경쟁력 확보가 유리해짐은 물론 경제성이 향상된 원전연료를 안정적으로 확보할 수 있게 되었으며, 향후 추진될 원전연료 개량화작업이 한층 용이해졌다.

저 자 소 개



조희봉(曹喜奉)

1949년 8월 5일생. 1977년 한양대 공대 원자력공학과 졸업. 핵연료기술사. 1984년 중수로, 경수로 핵연료 국산화 업무에 실무자로 참여. 대한전기협회 전력기술기준 핵연료 분과 위원. 현재 한국전력공사 원자력연료부장 재직