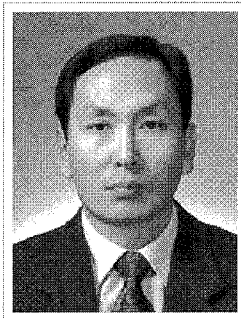




## 원자력 연료 제조 기술 자립 및 연료 서비스 기술 개발

권용복

한전원자력연료(주) 연료서비스실장



**한** 국원자력산업회의에서 수여하는 제13회 원자력기술상 은상을 수상하게 되어 원자력기술인의 일원으로서 매우 기쁘게 생각하며, 저와 함께 원자력연료 기술 자립 및 연료서비스 기술 자립에 함께한 한전원자력연료주식회사(이하 우리 회사)의 모든 분들께 영광을 돌린다.

또한 원자력산업회의 관계자를 비롯하여 본 상을 추천하고 심의하여 주신 분들께도 감사의 말씀을 드린다.

필자가 우리 회사에 1985년 원자력 연료 국산화 초기 단계 공정 기술 경력 사원으로 입사하여 원자력산업 분야를 접하게 된 지 벌써 21년 흘렀다.

초기 경수로 연료 제조·검사 공정을 건설하고 경수로 기술·품질·설계 부서 등에 근무하면서 제조 공정 개발 및 부품국산화 사업에 참여하였고, 현재는 사후 관리 측면에서의 원자력 연료 서비스 분야에 근무하면서 서비스 분야의 기술 개발에 미약하나마 노력하고 있으며, 이를 높이 평가해 부끄럽지만 금번 수상 대상자에 포함된 것 같다.

다시 한번 이런 영광을 주시고 원자력 기술인으로서 큰 자부심을 가지게 하여 주신 주위 모든 분께 감사드립니다.

여기서는 원자력기술상 수상자로서 필자를 있게 한 우리 회사의 원자력연료 제조 기술의 자립과 서비스 기술의 개발 현황을 소개하고자 한다.

### 세계 일류 수준의 원자력 연료 제조 회사로 성장

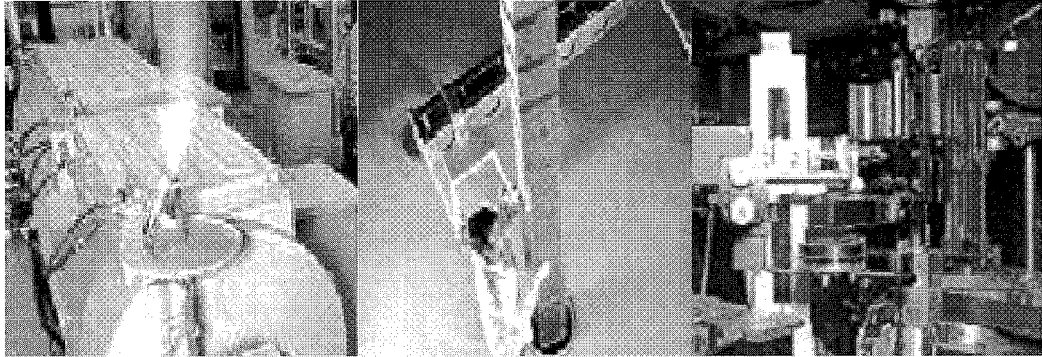
1982년에 설립된 한전원자력연료(주)는 원자력 에너지 자립의 기수로서 국가 에너지 자립의 중요한 한 축을 담당해 왔다.

원자력 연료의 불모지였던 이 땅에 원자력 연료 제조 기술의 자립은 우리의 숙원이었던 시절이 엇그제 같지만 지금은 품질·기술·경제성 등 모든 분야에서 세계 선진 회사와 어깨를 같이 할 정도로 성장하였다.

이렇게 성장하기까지는 우리 회사 전 가족의 헌신적인 노력과 도전 정신은 필수였으며 주위의 많은 지원과 관심의 결과라 할 수 있을 것이다.

우리 회사는 1985년 독일 지메스로부터 기술을 도입하여 원자력 연료 제조 공장을 건설하였고, 1989년부터 WH형 원자력발전소에 사용할 연료를 제조하기 시작하였다.

이 당시 국산화 비율을 높이기 위해 많은 노력을 경주하였으나 주요



원자력 연료 제조 공정

기기와 일부 부품은 수입에 의존할 수밖에 없었다.

그리고 원자력발전소 후속 호기 건설이 당시 CE형(현 한국표준형)으로 결정됨에 따라 우리는 기존 제조 기술을 도입한 연료와 거의 다른 연료도 또한 제조해야만 했다.

그리고 독일 지멘스 개발 원자력 연료 공급 4년 만에 고객의 요구에 의해 다시 개량된 WH형 연료를 공급하여야만 했다.

즉 우리 회사는 원자력 연료 제조 공장 건설 후 3년도 채 지나지 않아 제조 공정이 상이한 2가지 연료를 제조하여야만 했다.

그 당시 우리가 공급하는 연료의 경제성은 국제가를 훨씬 상회하고 있었으므로 더 이상의 원가 상승 요인이 되는 투자는 최대한 자제하여야만 했다. 따라서 우리 회사는 외국 선진사의 기술 도입없이 추가 제조 공정을 개발하고 개선하기로 결정 부단한 노력을 경주하여 우리 손으로 명실상부한 기술 자립과 부품 국

산화에 박차를 가하기 시작하였고 이를 이루었다.

또한 중수로 연료 제조 공장도 건설하여 1998년부터 국내 소요분 전량을 공급하고 있다.

이 결과 우리 회사는 경수로 연료 제조 분야에서는 한 공장에서 3가지 형태의 세계 선진 원자력 연료를 제조할 수 있는 기술력과 국제 경쟁력을 갖추어 일부 제조 공정은 세계 선진 회사에서도 도입을 검토하고 있으며, 기술 용역을 수출할 정도로 성장하였고, 한 회사에서 경수로 및 중수로 연료를 제조 공급하는 세계 유일한 원자력 연료 회사로 우뚝 서게 되었다.

**연료 서비스 기술의 자립**

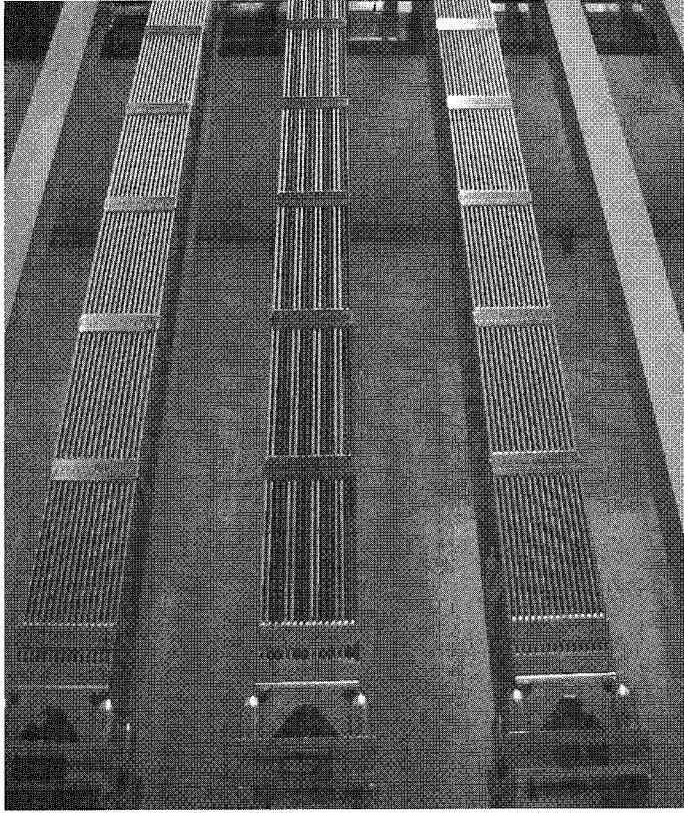
1978년 고리 1호기가 가동되기 시작한 이래 1990년대까지는 원자력발전소 연료의 보수를 전량 해외에 의존하고 있었으며 연료의 보수 기술은 세계 선진 몇몇 회사만 보유

하고 있었다.

우리 회사는 원자력 연료를 설계 제조 공급하는 회사로서 연료의 보수를 우리가 수행하여야 한다고 판단하고 1995년부터 연료 서비스 기술 자립을 위한 팀을 구성하여 기술 개발을 시작하여 2000년부터 자체 개발한 기술로 연료의 보수 작업을 수행하고 있다.

이는 적기 최단 시간 내 보수를 수행함으로써 원전의 적기 운전과 연료 이용률 향상뿐만 아니라 경제적으로도 1회 수행시 해외 용역 대비 약 2억 원 정도의 절감 효과를 거둘 수 있었으며, 무엇보다도 우리가 공급한 연료에 대한 사후 관리까지 가능하게 됨에 따라 고객의 만족을 이룰 수 있었다는 것이다.

이러한 기술 자립의 경험은 향후 선진국으로의 역용역 수출과 중국 및 브라질 등에 기술 수출을 위한 기반이 될 것이다.



한국표준원전용 개량 연료 PLUS7

**사용후연료 노내 성능 검사 기술 개발**

사용후연료 노내 성능 검사란 원자력발전소에서 1,2 및 3주기 연소된 연료가 어떻게 변화하고 있는가를 검사하여 설계 예측한 결과를 비교 분석하고 이러한 자료를 향후 연료 개발에 반영하여 고성능 고효율 연료를 개발하는데 사용하는 자료를 수집하기 위한 검사를 말한다.

이 기술은 세계 선진 회사만이 기술을 보유하고 있고, 확보한 자료 또한 귀중한 제원으로 취급하고 있다.

우리 회사도 원자력 연료뿐만 아니라 부품에 대한 노내 거동 자료의 확보가 공급한 연료의 성능을 검증

하고 향후 개량 연료 개발을 위해 꼭 필요하게 되었다.

이에 우리 회사는 2002년 9월부터 산업자원부 원전 기술 고도화 과제인 '사용후 연료 정밀 검사 기술 개발'을 통해 연료의 노내 성능 검사 기술 개발을 시작하여, 2005년 8월까지 3년 동안 26억원을 투입하여 성공적으로 개발을 완료하였으며, 이 과제에서 사용후연료의 노내 연소 성능 입증에 필요한 연료봉의 산화막 두께 및 마모도 검사, 집합체의 제원 및 조사 성장 등을 검사할 수 있는 사용후연료 정밀 검사 장비를 국내 최초로 개발하였다.

특히, 사용후연료 정밀 검사 장비는 검사 정밀도를 높이기 위하여 전

자식 길이 센서와 외전류 탐상기를 탑재하고, 검사자의 방사선 피폭 저감을 위하여 내방사성 수중 카메라와 공압 장치를 이용한 원격 제어로 작동되게 하였으며, 실시간 자료 분석과 각 시스템간의 제어를 컴퓨터 기반하에 운영되게 함으로써 검사 신뢰도 향상은 물론, 발전소 예방 정비 기간에 영향을 미치지 않기 위하여 검사 시간을 대폭 최소화하는 데 역점을 두고 개발하였다.

이 장비의 성공적인 개발로 인하여 개량 피복관인 Zirlo 피복관의 노내 성능 입증 시험을 해외에 의존하지 않고 우리 기술로써 2002년 10월에 성공적으로 수행할 수 있었으며, 한국표준원전용 개량 연료인 PLUS7 시범 집합체에 대한 노내 성능 검사도 2004년에 이어 2005년에도 완벽하게 수행하였으며, 2006년에는 WH 원전용 개량 연료인 ACE7 시범 집합체도 검사도 성공적으로 수행하여 해외 선진 회사 용역 대비 1건당 약 5억원씩, 현재까지 약 35억원의 절감 효과를 보았다.

향후 보다 많은 데이터 베이스 구축을 위해 그 활용도는 증가할 것이며 해외 용역 수출도 가능하게 될 것으로 기대된다.

이상으로 간략하게 저로 하여금 원자력기술상을 수상하게 한 우리 회사의 원자력 연료 제조 기술 자립 현황과 연료 서비스 분야의 소개를 마치며 다시 한번 이 자리가 있게 하여주신 모든 분들께 감사드립니다. ☺