



核燃料 自立時代 開幕

—國産 輕水爐核燃料 첫 裝填—

한국핵연료주식회사가 '88년 10월 부터 상업 생산을 시작함으로써 국내수요 전량이 국산화 된 바 있는 경수로핵연료가 지난 2월 17일 사상 최초로 고리 2호기에 장전됨으로써 핵연료 자립시대의 새로운 단계에 접어들게 되었다.

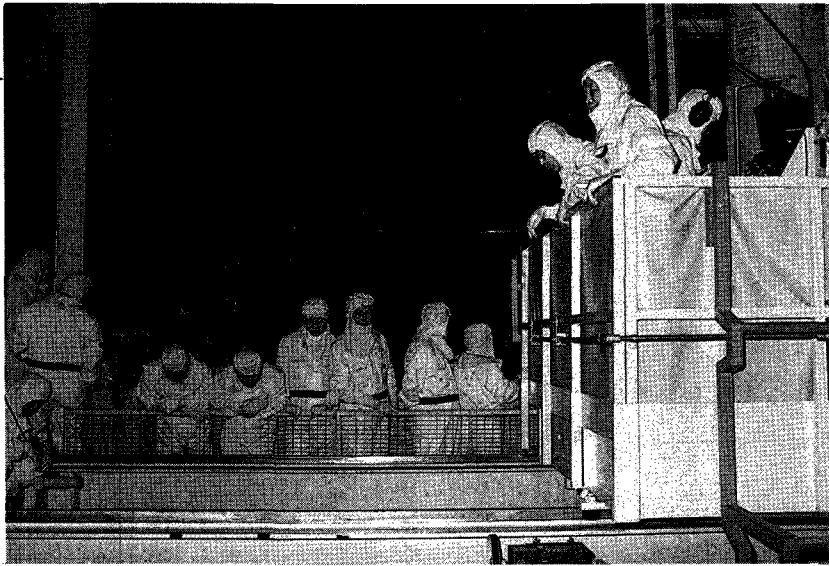
이번에 장전된 경수로핵연료 52다발은 한국 핵연료(주)에 의해 지난 해 7월 25일 최초로 출하되어 한전측에 인도된 것으로, 한전측은 그동안 공급자의 품질보증검사와는 별도의 엄격한 인수검사를 수행, 품질의 적합성을 확인한 바 있다.

자원이 빈약한 우리나라의 형편에서 유일한 대안인 원자력을 통한 에너지자립을 이룩하고자 1981년 7월 30일 제31차 경제장관협의회에서 방침을 확정함에 따라 국가적인 주요 추진과제로 착수된 경수로핵연료 국산화사업은 당초 핵설계, 열수력설계 등 핵심기술을 전적으로 외국에 의존하는 합작투자방식으로 계획되었던 것을 국내주도의 기술도입에 의한 공동설계방식으로 변경, 한국핵연료(주)가 사업의 전 과정을 주도함으로써 국산화 비용을 크게 절감하고 기술자립 기간을 단축할 수 있었다. 핵연료설계는 한국원자력연구소가 기술도입선인 서독의 Siemens /KWU사와 공동으로 수행하였다.

핵연료 성형가공은 원전을 보유한 모든 나라에서 일차적 자립목표로 삼는 두뇌집약적 기술 분야이자, 한다발의 핵연료는 3,700여개의 부품으로 구성되어 고온(320℃)과 고압(150기압) 조건의 원자로안에서 3~5년 동안 연소되는 초정밀 첨단기술분야이며, 원자로 안전운전 및 가동률 향상의 관건인 동시에 여타 원자력발전기술분야에 파급효과가 큰 핵심기술이다. 핵연료기술자립은 세계 26개 원전보유국 중 우리나라가 11번째이다.

한국핵연료(주)는 연산 200MTU규모의 성형가공공장을 가동, 17×17형, 16×16형, 14×14형 등 국내 경수로형 원자로 노형에 따른 세가지 타입의 핵연료를 연 140톤 가량 생산하여 국내수요 전량을 공급하고 있다. 이번에 고리 2호기에 장전되는 핵연료는 16×16형으로서 235개의 핵연봉과 21개의 안내관 및 계측관을 가로, 세로 16줄씩 배열하여 정사각형 기둥모양의 다발로 묶은 형태이며, 가로, 세로 19.7cm, 길이 410cm, 무게 584kg로서 우라늄 392kg이 포함되어 있다.

핵연료봉은 지르칼로이 피복관과 UO₂소결체로 구성되어 있으며, 1개의 핵연료봉에는 365개의 소결체가 장입되어 있다. 직경 0.8cm, 길



原電 核燃料 國産化 意義

- ◎ 原電 核燃料 製造技術 自立으로 에너지 自立 基盤 構築에 寄與
- ◎ 原電 核燃料 國內 製作으로 原電 核燃料 安定供給에 寄與
- ◎ 原電 運營技術의 一部 自立으로 原電의 安全運轉과 經濟的 運轉에 寄與
- ◎ 關聯 産業技術 波及效果 및 輸入 代替 效果
- ◎ 其他
 - 技術水準에 대한 國家威信 高揚
 - 願備 增大

이 1cm, 무게 5g 정도인 담배필터 모양의 소결체는 약 3.5%의 저농축이산화우라늄(UO₂)분말로 만든다. 경수로핵연료 1다발에는 소결체 약 96,000개가 장입되며, 수명기간중 약 1억2천 400만kWh의 전력을 생산할 수 있는데, 이는 8만 가구의 도시 하나가 1년 동안 살 수 있는 전력에 해당한다.

핵연료 제조공정은 육불화우라늄(UF₆)을 UO₂분말로 만드는 재변환공정, UO₂분말을 압분, 소결, 연삭하여 작은 원주형 소결체로 만드는 소결체 제조공정, 소결체를 지르칼로이피복관에 장입시켜 양쪽 끝단을 봉합한 다음 전해연

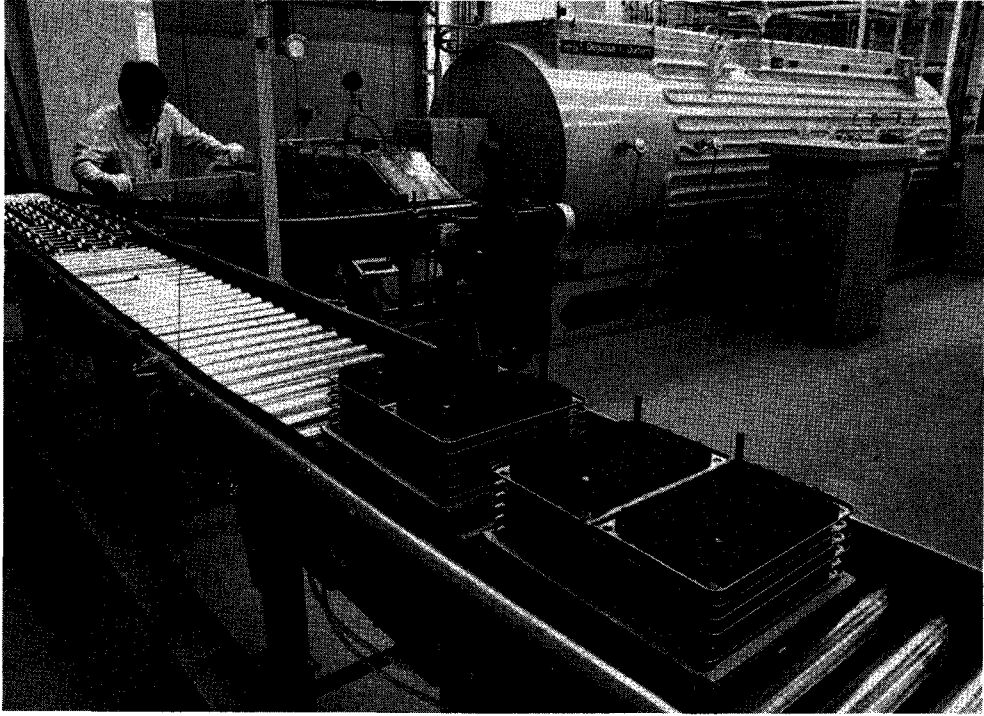
마하는 연료봉 제조공정, 지지격자 등 부품을 제조하는 부품 제조공정, 연료봉 및 각종 부품을 조립하여 완성된 핵연료집합체를 제조하는 핵연료집합체 제조공정 등으로 나뉘어 진다.

소결체 제조공정에서는 재변환공정에서 공급되는 3.5% 저농축이산화우라늄분말을 혼합기로 균질하게 혼합한 다음 회전압분기로 압분하여 만들어진 압분체를 수소분위기의 소결로에서 약 1,700℃로 4시간 정도 소결한 후 무심연마기로 연마하여 완성된 펠렛을 만든다.

연료봉 제조공정에서는 완성된 펠렛을 건조로에서 약 1시간 반 동안 건조시킨 다음 미리 한쪽 끝이 봉단마개와 용접된 지르칼로이피복관에 장입하고, 압축 스프링을 삽입한다. 여기에 헬륨가스를 충전한 후 다른 한쪽 끝과 봉단마개를 저항압력용접으로 밀봉한 다음 전해연마를 한다. 또한 이 공정에서는 제어봉을 삽입하는 안내관 및 계측기를 삽입하는 계측관도 제조한다.

부품 제조공정에서는 연료봉을 지지하는 지지격자 및 상·하단 고정체, 압축스프링, 봉단마개, 지지격자 슬리브 등을 제조한다.

지지격자는 인코넬지지격자 및 지르칼로이 지지격자 두 종류가 있으며, 내·외부 격자반 및 지지격자 모서리를 점용접으로 조립하여 경납땜 또는 TIG용접을 하여 완성한다. 지지격자 이외의 부품은 현재 국내 외주가공에 의하여 조



달하고 있다.

핵연료집합체 제조공정은 골격체 조립공정과 집합체 조립공정으로 나눌 수 있다. 골격체 조립공정은 연료봉 제조공정에서 제조된 안내관과 계측관, 부품 제조공정에서 조립된 지지격자 및 기타 구성부품을 용접 및 조립하며, 집합체 조립공정은 완성된 골격체에 연료봉을 장입하고 상·하단 고정체를 조립하는 공정이다. 연료봉 장입시 연료봉 표면이 긁히는 것을 방지하기 위하여 연료봉에 락커를 도포하는데 도포된 락커는 집합체가 최종 조립되면 제거된다. 이렇게 완성된 핵연료집합체는 최종 검사를 거쳐 핵연료집합체 저장고에 저장된다.

고리 2호기 노심에는 16×16형 핵연료집합체 총 121개가 장전되며, 1년에 한번씩, 한번에 52개씩 교체된다. 이번의 장전은 고리 2호기의 6차 교체에 해당한다.

핵연료의 생명이라 할 수 있는 안전하고 신뢰성있는 핵연료를 생산·공급하기 위해 한국핵

연료(주)는 독립적인 품질보증부서를 설치하여 한국의 원자력법, 미 연방규제법 및 고객의 품질보증요건에 부합하는 품질보증체제를 수립·운영하고 있으며, 또한 국제원자력기구의 안전규정에 따른 세부품질보증절차서, 제조 및 검사절차서 등에 의해 각종 임무를 절차화하여 자재 및 부품의 구매에서부터 제조·출하에 이르기까지의 전 과정을 철저히 관리하고 있다.

국산핵연료와 똑같은 설계의 핵연료가 이미 브라질의 Angra-1 및 유고슬라비아의 Krsko원자력발전소에 사용되어 안전성이 입증된 바 있으며, 국내에서 제작된 모의 핵연료도 '88년 11월 고리 2호기에 시험 사용되어 발전소 현장의 핵연료 취급기기와와의 적합성 시험, 노심내의 장전시험 및 기존의 Westinghouse사 핵연료와의 양립성 시험 등을 성공적으로 마친바 있다.

또한 한국원자력안전기술원에 의한 국산핵연료 안전성보고서 심사 및 이에 따른 과거처의 국산핵연료 사용 인·허가 절차도 거쳤다.