

사용후핵연료 수송비용 평가를 위한 선결 조건 결정

최희주, 차정훈, 이종열, 최종원

한국원자력연구원, 대전 유성구 대덕대로 1045

hjchoi@kaeri.re.kr

원자력 발전을 통해 발생한 사용후핵연료의 관리를 위한 재원을 확보하기 위하여 한국수력원자력(주)가 원전사후처리충당금을 적립하고 있다. 재원 마련을 위한 비용은 전기사업법에 근거하여 평가하고 있으며, 산업자원부령 제279호에 의해 기존의 충당금 산식을 개정하였으며, 이 산식은 주기적으로 검토되고 있다.

산업자원부에서는 원전사후처리충당금의 적정성을 평가하기 위한 평가체계를 개발 중이다. 사용후핵연료 관리비용은 사용후핵연료 중간저장, 영구처분 및 수송과 관련된 제반 비용을 포함한다. 본 논문에서는 사용후핵연료 수송과 관련된 비용을 결정하기 위한 선결 조건을 검토하였다. 사용후핵연료 수송비용 평가에 있어 핵심 기술은 사용후핵연료 발생량과 처분율을 고려한 수송 로지스틱스 분석 결과의 적절성과 합리적인 단위 비용을 확보하는 것이다[1, 2]. 사용후핵연료 수송 경험이 부족한 국내 실정을 고려하여, 이와 관련하여 수송비용 평가에 필요한 최소한의 선결 사항을 국내 실정에 맞추어 결정하였다.

사용후핵연료 수송비용을 평가하기 위해서는 여러 가지 가정과 시나리오를 고려하여야 한다. 특히 우리나라와 같이 사용후핵연료 관리 정책이 결정되지 않은 상태에서, 수송비용을 평가한다는 것은 매우 어려운 일이다. 사용후핵연료 예상 발생량 및 연간 수송량, 수송 방법, 해상수송 시 경로 분석, 수송시스템 개념 등을 결정하여 제안하였다. 국내에는 고리, 월성, 울진 및 영광, 4곳의 원자력발전소 부지가 있다. 이들 모두를 대상으로 평가를 수행하여야 하나 비용평가 기술 확보를 위하여 우선 영광발전소만을 고려하였으며, 영광발전소에서 운전 중인 6기의 발전소 수명 동안 발생할 것으로 예상되는 사용후핵연료를 중간저장 및 영구처분을 위해 동해안의 가상 부지로 해상 및 육로 수송을 가정하였다.

수송 대상 사용후핵연료 특성을 결정하기 위하여 영광에서 이용되는 핵연료 특성을 비교하고, 이로부터 수송 캐스크 특성을 결정하였다. 사용후핵연료 발생량 추정에 이용된 핵연료 농축도와 방출량 등의 특성을 표 1에 나타내었다. 영광 부지에는 1990년 사용후핵연료가 방출된 이래 약 1,320톤의 사용후핵연료가 저장되어 있으며, 원자로 수명을 60년으로 가정할 경우, 그림 1에 나타난 바와 같이 약 7,200톤의 사용후핵연료가 원자로 수명동안 발생될 것으로 추정되었다. 사용후핵연료의 수송은 영광발전소로부터 중간저장시설로는 선박을 이용한 해상 수송을 가정하였으며, 수송선박 특성은 각국에서 이용하고 있는 선박들의 특성을 비교하여 결정하였다. 해상 수송을 통한 해로 분석을 위하여 국립해양조사원에서 제공하는 해상거리 프로그램을 이용하였다. 사용후핵연료 수송선박을 '위험물 운반선박'을 가정하여 해상거리 분석 프로그램을 이용하여 결정한 해로를 따라 선박의 운항시간을 분석한 결과 서해안에서 동해안으로의 항해 시간은 대략 30시간 정도로 추정되었다. 즉, 사용후핵연료를 해상 수송할 경우 국내 근해 항로를 따를 경우 2일이면 충분한 것으로 판단되었다.

연간 수송물량 결정을 위하여 중간저장 기간은 50년이며, 2016년부터 운영을 시작하여 영광발전소로부터 사용후핵연료를 25년간에 나누어 5,000톤을 수송하며, 2066년부터 영구처분시설로 30년에 걸쳐 운반하는 것으로 가정하였다. 수송 선박은 물량 분석 및 수송 단가 분석을 위하여 INF-2급과 INF-3급을 모두 고려하였다. 중간저장 시설로부터 영구처분시설로의 수송은 육로수송을 가정하였으며, 차량에 1개의 수송 캐스크를 운반하는 것으로 가정하였다. 이를 바탕으로 사

용후핵연료 수송비용 평가에 필요한 수송 시스템 개념을 설정하였으며, 설정된 수송시스템을 바탕으로 향후 수송비용 평가가 이루어질 계획이다.

표 1. 사용후핵연료 발생량 예측에 이용된 원자로 조건

Reactor name	Start of operation	Discharge rate (tU/yr)	Number of discharged assemblies (Ass/yr)	Maximum burnup (MWd/tHM)	U-235 enrichment (%)
YG-1	1986	18.7	43.6	60,000	4.5
YG-2	1987	18.7	43.6	60,000	4.5
YG-3	1995	18.5	44	60,000	4.5
YG-4	1996	18.5	44	60,000	4.5
YG-5	2002	18.5	44	60,000	4.5
YG-6	2002	18.5	44	60,000	4.5

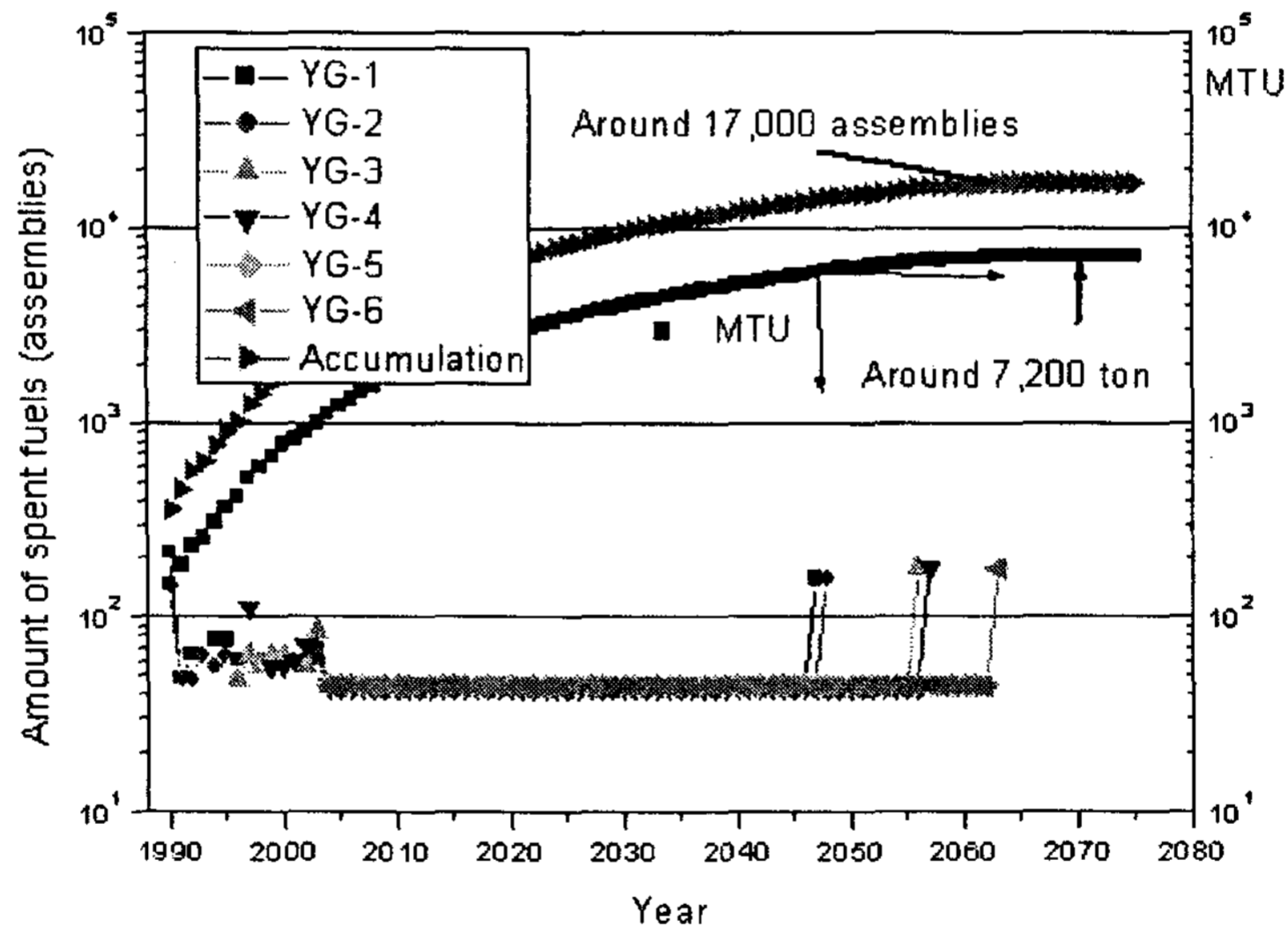


그림 1. 영광발전소에서 예상되는 사용후핵연료 발생량.

참고문헌

1. Cogema Logistics, Conceptual Designs for Transportation of Used Fuel to a Centralized Facility, Cogema Logistics (2003).
2. Cogema Logistics, Logistics of Transportation of Used Fuel to a Centralized Facility, Cogema Logistics (2003).