

## 사용후핵연료 심지층 처분시스템 비용요소 구성 및 평가 체계

이종열, 최희주, 김성기, 최종원, 차정훈\*, 황주호\*  
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045번지  
 \* 경희대학교, 경기도 용인시 기흥구 서천 1동  
 nijylee@kaeri.re.kr

### 1. 서론

현재 원자력발전은 국내 전력생산의 약 40 % 정도를 차지하고 있으며, 향후 60 % 정도까지 확대할 계획에 있다. 이러한 확대를 위해서는 전기생산 후 필연적으로 발생하는 사용후핵연료의 안전 관리가 필수적이다. 사용후핵연료 또는 고준위폐기물은 지하 심부지층에 처분하는 것을 가장 안전한 방법으로 고려하고 있다. 우리나라에서도 사용후핵연료를 처분대상으로 한 한국형 고준위 폐기물 처분시스템을 개발하였으며, 이를 바탕으로 사용후핵연료 처분비용 산정에 필요한 공학적 비용 요소를 분석하고 평가 체계를 구축하였다.

### 2. 한국형 사용후핵연료 처분시스템

#### 가. 지상 시스템

사용후핵연료를 처분용기에 포장하는 공정은 지상의 핵심 시스템으로 수백 미터의 환경조건에서 사용후핵연료가 수십만 년 이상 안전성을 유지하는데 필수적인 구조적 건전성과 부식 저항성을 갖는 처분용기에 사용후핵연료를 포장하는 공정이다. 그림 1은 사용후핵연료 포장을 위한 공정 흐름도 및 포장시설의 주요 기능을 나타내는 단면을 보여주고 있다. 따라서, 이들 개념을 바탕으로 처분시스템 지상시설에 소요되는 비용을 평가하기 위한 요소를 도출하고 평가 체계를 구성하였다.

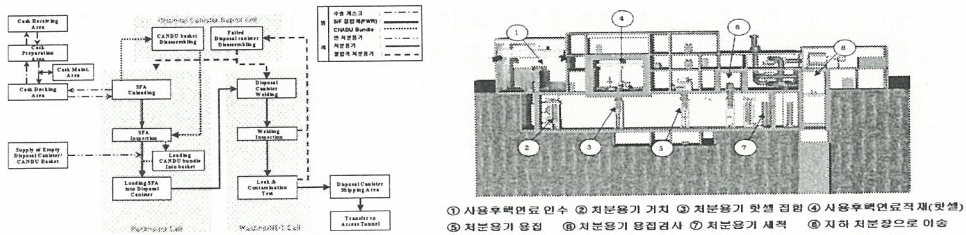


그림 1. 사용후핵연료 포장공정 흐름 및 포장시설 단면

#### 나. 지하 시스템

지하 처분장을 위한 부지는 선정되어있지 않기 때문에, 화강암반을 기반암으로하는 부지를 설정하여 지하시스템 개념을 도출하였다. 처분장의 심도는 약 500 m 로 가정하였으며, 지하 처분장은 크게 통제구역, 비통제구역 및 처분 구역으로 구성하였다(그림 2). 통제구역과 비통제구역에는 지상시설과 연결하는 통로 및 소요 설비시설을, 처분구역에는 처분터널과 처분공으로 구성된 처분패널, 구역간을 연결하는 중앙터널 등으로 구성하여 시설 운영과 건설이 동시에 효율적으로 수행되고 안전성을 유지할 수 있도록 하였다.

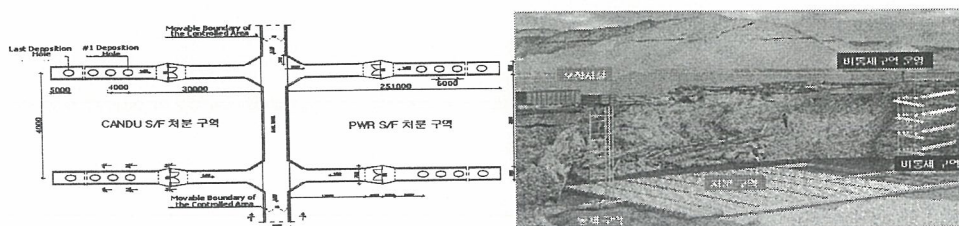


그림 2. 지하 처분시스템 설정 개념

### 3. 처분 시스템 비용요소 및 평가 체계

#### 가. 비용요소

이상의 사용후핵연료 심지층 처분 시스템 공학적 설계를 근거로 한 비용평가요소는 지상시설과 지하시설로 구분하여 구성하였으며, 표 1에 나타난 바와 같은 평가 구조를 가진다. 처분비용의 중요한 부분을 구성하는 처분용기 비용은 지상시설 운영비로, 완충재 비용은 지하시설 운영비에 포함하였으며, 기반 구축 및 사회적 비용 요소는 포함하지 않았다.

표 1. 비용구조

지상시설		지하시설	
투자비	설계 및 프로젝트 관리	투자비	지상 연계 시설
	건설		굴착 및 시설 건설
	사용후핵연료 취급시스템		처분터널/처분공 건설
	공정/자동화/원격통신 시스템		공기조화/파이핑/전기 시스템 등
	전기 및 유틸리티 시스템		공정장비/탐사/조사 시스템
관리비용/예비비	관리비용/예비비		
운영비	인건비	운영비	처분터널 뒷채움
	에너지		벤토나이트 블록
	용수 및 처리시스템		처분터널 플러깅
	유지보수 시스템		인건비
	포장공정/재료		에너지/용수 및 용수처리 비용
	보험 등 간접비		유지보수/조사/탐사비
	운영기간		보험 등 간접비/관리비/예비비
관리비용/예비비	운영기간		
제염/해체비	제염/해체 설계	폐쇄비	구조물 해체
	인건비		터널/샤프트 뒷채움
	해체폐기물 포장/특수 장비		샤프트 및 접근터널 플러깅
	용수 및 에너지 등 유틸리티		샤프트/접근터널 벤토나이트 플러깅
	보험 등 간접비/관리비/예비비		관리비/예비비

#### 나. 비용 체계

사용후핵연료 심지층 처분시스템 설계 개념을 바탕으로 비용 요소를 구성하고 이들로부터 비용평가 체계를 구축하였으며, 평가체계 개념은 그림 3에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 처분기간, 용량, 방벽 정보 등을 바탕으로 지상/지하시설의 구성요소에 따른 비용 산출이 가능하도록 하였다.

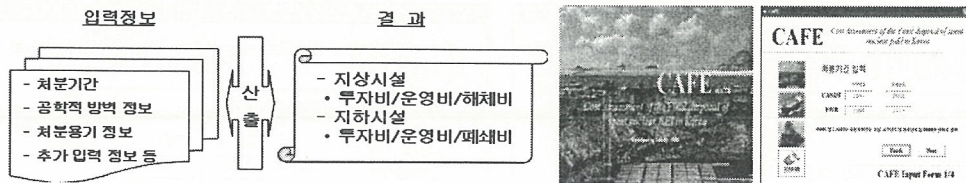


그림 3. 비용평가 체계 개념 및 프로그램

### 4. 결론

현재 원자력발전소를 통해 발생하는 사용후핵연료의 처분을 위하여 발전소 운영기간 동안 원전 사후처리충당금을 징수하고 있다. 이 충당금은 관련 법에 따라 주기적으로 재산정하고 있으며, 본 연구를 통해 개발된 한국형 사용후핵연료 처분시스템을 바탕으로 하는 비용 구조 및 평가체계는 충당금 재 산정 시 공학적 근거에 의한 비용평가 입력자료로 활용할 예정이다.