

고준위폐기물 처분장의 운영 안전성 평가 방법론

정종대, 최희주, 최종원

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045 (덕진동 150)

jtjeong@kaeri.re.kr

1. 서론

원자력발전으로 인하여 발생하는 사용후핵연료를 포함한 고준위폐기물의 영구처분은 인간과 자연을 보호하는 유일한 방법으로 간주되고 있다. 우리나라의 경우, 사용후핵연료의 관리정책이 아직 결정되지는 않았지만 한국원자력연구원에서는 원자력중장기연구개발을 통해 사용후핵연료를 포함한 고준위폐기물을 지층처분하기 위한 시스템을 개발하고 있다. 이에 의하면 국내의 처분개념은 지하 500미터 정도의 심지층 결정질 암반에 다중방벽 개념에 기초한 처분시스템을 건설하고 사용후핵연료를 처분하는 것이다. 이러한 처분연구에 있어서 중요한 부분 중의 하나는 안전성을 확보하여 국민의 신뢰를 얻는 것이다. 본 연구의 주된 목적은 처분장의 운영 안전성 평가 방법론을 제안하고자 하는 것이다.

2. 운영 안전성 평가 방법론

아래의 그림 1에 도시된 바와 같이 사용후핵연료를 포함한 고준위폐기물의 영구처분을 위한 처분시스템의 개발은 사회, 경제학적 요소를 반영하고 안전성을 확보할 수 있는 공학적 설계를 통하여 여러 가지 규제요건 및 지침을 준수하여 안전성을 확보하여야 한다. 처분장의 안전성은 처분장의 폐쇄 이후의 안전성을 확보하기 위한 장기안전성(Long-term Safety) 평가와 건설 및 운영 단계 동안에 행해지는 모든 행위에 대해 안전성을 확보하기 위한 운영안전성(Operational Safety) 평가로 구분할 수 있다. 또한, 처분장으로 인한 일반대중의 피폭선량 감소를 위한 시설 및 조치사항도 고려하여야 한다. 그동안 국내에서는 처분장의 폐쇄 이후의 안전성 평가에 관한 연구는 활발하게 진행되어 많은 방법론과 결과가 축적되어있지만 건설 및 운영 단계에서의 안전성 평가는 거의 수행된 적이 없다. 그러나, 건설 및 운영단계에서의 안전성 평가는 처분장의 안전성 확보를 위해서는 운영안전성의 평가 및 확보도 실질적인 의미에서 매우 중요하다.

운영 안전성 평가는 크게 정상운영과 비상운영 상태로 구분하여 평가한다. 정상운영 상황에서는 운영 중에 행해지는 모든 행위에 대한 작업자 및 일반대중의 방사선 방호를 위해 내부 및 외부피폭선량 평가가 선행되어야 하며 지상 및 지하시설의 환기 및 배기시설의 설치 및 운영에 관한 절차와 효율적인 시설물의 설계 및 배치가 이루어져야 한다. 비상운영 상황에서도 비상상황 즉, 사고가 발생할 경우에 대한 피폭선량 평가가 이루어져야 하며 이를 토대로 비상운영 절차가 수립되어야 한다. 또한, 지상 및 지하시설의 운영 중에 발생 가능한 운반, 낙하, 화재, 지진 등과 같은 외부사건 및 예측가능한 사고에 대한 안전성 평가가 수행되어야 한다. 이러한 운영 안전성 평가 결과는 지하시설물로의 공기 공급, 처분용기의 봉인, 방사선량 측정 위치선정, 차폐 등의 의사결정을 위한 자료로써 활용될 수 있다.

운영 안전성 평가를 위한 주요 절차는 그림 2에 도시된 바와 같다. 국내에서 처분장의 건설 및 운영단계에 관한 경험이 전혀 없기 때문에 유사한 다른 산업에서의 운영에 관한 활동목록을 참고하여 발생 가능한 사고를 조사하여 처분장에 적용가능할 경우에는 적용하고 그렇지 않은 경우에는 시스템 분석을 통하여 유추 과정을 통하여 활용할 수 있다. 그러나, 이들 과정을 통하여 필요 정보를 얻기가 어려울 경우에는 전문가 의견수렴 과정을 통하여 잠재사고에 대해 목록화를 수행한다. 그러나, 모든 잠재사고에 대해 안전성 평가를 수행할 필요는 없으며 일정기준(Screening

Criteria)을 마련하여 안전성 평가가 필요한 사고를 추출하여야 한다. 평가가 필요한 사고에 대해서는 안전성 평가 및 예방조치에 대한 분석을 수행하게 된다.

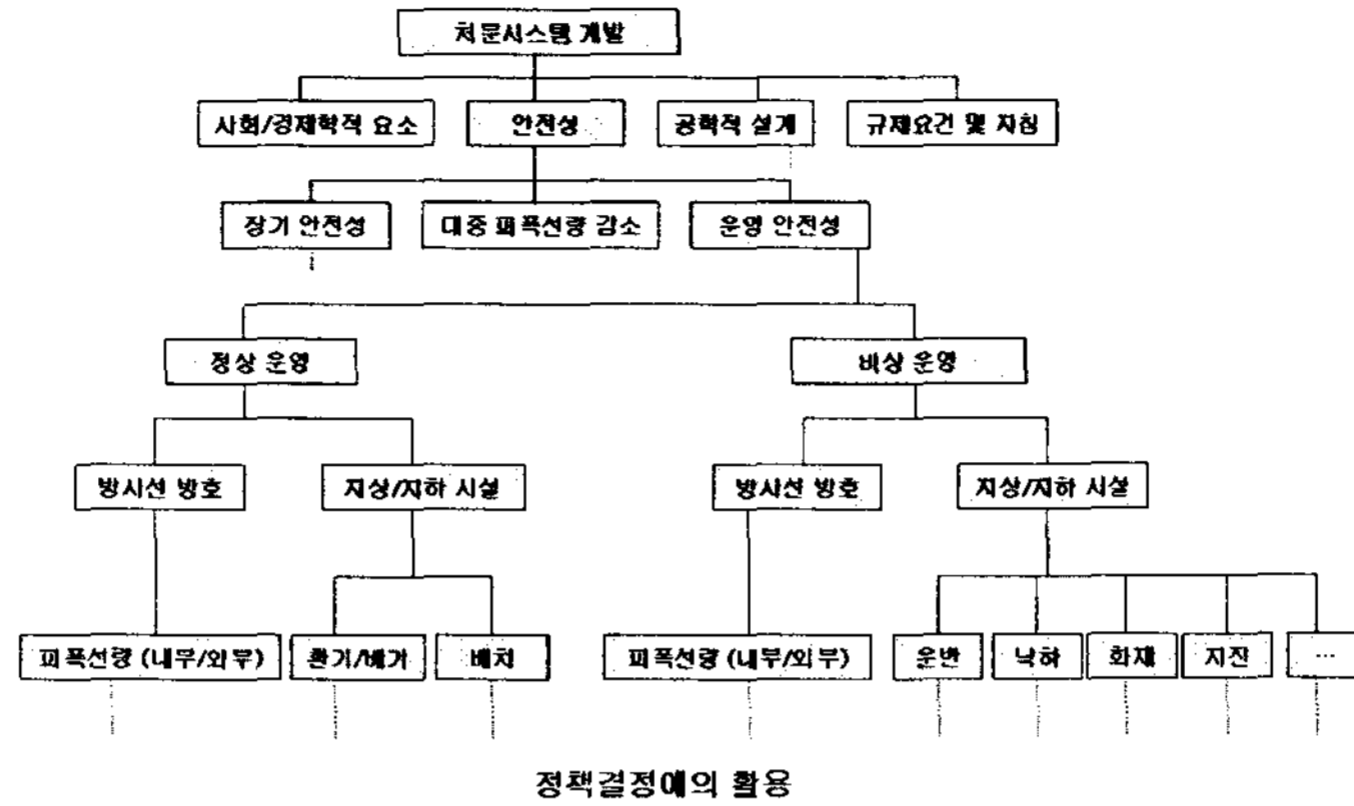


Fig 1. Schematic diagram of requirements of repository project

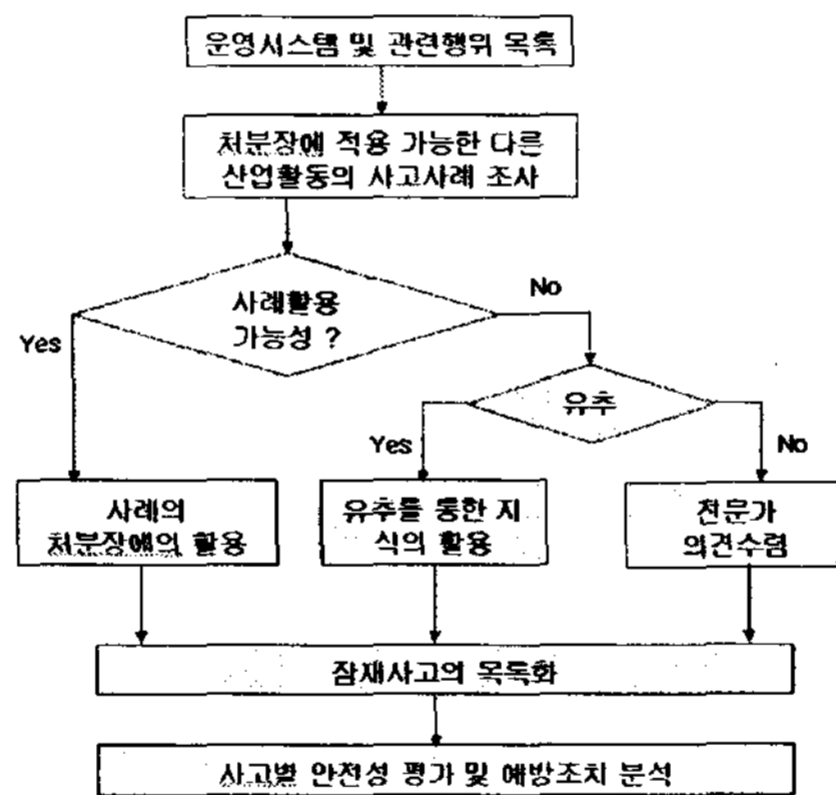


Fig 2. The procedure of operational safety assessment

3. 결론

사용후핵연료를 포함한 고준위폐기물 처분시스템의 운영 안전성 평가는 처분장의 안전성을 확보하고 국민의 신뢰를 얻기 위해 매우 중요한 분야이다. 이전까지 국내에서는 주로 폐쇄 이후의 장기안전성 평가에 주력해 왔지만 이 분야와 병행하여 향후 운영 안전성 평가에 관한 지속적인 연구가 필요하다. 또한, 운영안전성 평가는 처분장 설계의 한 분야로 인식할 필요가 있으며 평가 결과는 운영 및 설계를 위한 의사결정의 주요 도구로써 활용이 가능하다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부가 주관하는 원자력 중장기 연구의 일환으로 수행되었습니다.