

# 고준위방사성폐기물 처분 Safety Case 개발을 통한 처분 안전성 신뢰도 향상

백민훈\*, 고낙열, 정종태, 김경수

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

\*mhbaik@kaeri.re.kr

## 1. 서론

고준위방사성폐기물 심층 처분의 안전성 확보를 위해서는 수만에서 수십만 년의 장기간 동안 처분 시스템의 성능과 안전성을 확보하는 것이 가장 중요하다. 최근에 처분 안전성 확보를 위해 처분장 개발의 전 단계(개념 설정부터 폐쇄 후 관리까지)에 걸친 처분 안전성을 입증할 수 있는 다중의 증거, 해석 및 논의들의 총합인 safety case 개념이 개발되어 적용되고 있다[1]. 본 연구에서는 고준위 방사성폐기물 처분 안전성을 safety case의 다양한 측면에서 고찰한다. 아울러 고준위방사성폐기물 처분 안전성의 신뢰도 향상을 위해 safety case 기반 하에 어떤 노력들이 필요한지를 살펴보고 몇 가지 실행 방안을 제안하고 논의하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 처분 안전성과 Safety Case 개발

일반적으로 safety case는 처분장 개발의 여러 단계(즉, 개념 개발 단계, 부지 조사 및 부지 선정 단계, 설계 개발 및 건설 단계, 운영 및 폐쇄 단계, 폐쇄 후 관리기간)를 따라 진화하며, 각 단계에서 safety case의 수준은 시설의 형태와 사용된 기술들 외에 여러 다른 인자들에 의존한다. Safety case는 safety case 배경(context), 안전전략, 시스템 서술, 안전성 평가, 반복 및 설계최적화, 불확실성 관리, 제약, 통제와 조건들, 안전성 논거들의 통합 등의 요소들로 구성되어 있다.

방사성폐기물 처분에서 있어 safety case의 역할은 다음과 같은 기능들을 제공하는 것이다[2].

- 처분장 폐쇄 후에 처분시스템의 거동과 성능을 입증하는 구조화된 추적 가능한 투명한 방법으로 타당한 정보들을 통합하는 것
- 처분시스템의 거동과 성능의 불확실성을 확인하고, 불확실성의 중요도를 해석하고, 중요한 불확실성들의 관리방법 등을 확인하는 것
- 처분시설이 인간의 건강과 환경을 보호하는 성능을 잘 수행할 것이라는 타당한 확신을 제공

함으로써 장기 안전성을 입증하는 것

- 처분시설 개발의 각 단계에 필요한 의사결정들을 지원하는 것
- 처분시설과 관련된 이슈들에 관한 여러 이해당사자들 사이의 의사소통을 돕는 것

NEA(Nuclear Energy Agency)에서 제시한 safety case의 일반적인 개발방법을 Fig. 1에 제시하였다[1].

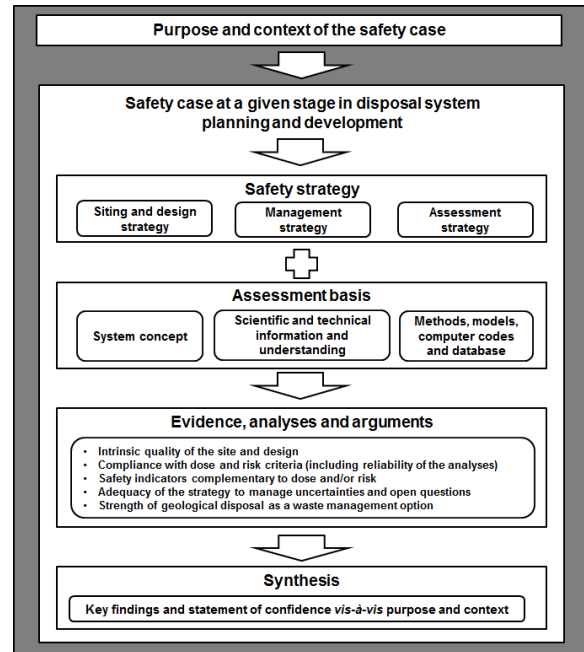


Fig. 1. Methodology for the development of a safety case proposed by NEA.

고준위방사성폐기물 심층 처분장의 계획, 건설, 운영 또는 폐쇄 등의 특정 개발 단계에서 제공되는 safety case는 처분장 개발 과정에 지침이 되는 중요한 결정들의 한 부분이라 할 수 있다. Safety case를 만드는 과정은 처분장 프로그램들 사이에서 그리고 프로그램 내에서 변화하게 된다. Safety case가 개발되고 나면 개발된 safety case의 신뢰성 증진을 위해 처분장 개발의 각 단계들에서 개발된 safety case를 반복적으로 수정해야 할 필요가 있다. 이러한 반복적인 safety case 개발 과정에서 가장 중요한 요소는 개발된 safety case의 수정

여부를 판단하는 결정요인들이며, safety case의 신뢰도를 증진할 수 있는지 여부가 이들 결정요인들의 주요 판단근거가 된다. 이러한 반복적 과정을 Fig. 2에 도식적으로 나타내었다[2]. Safety case의 성공적인 개발에 중요한 결정요인들(decision points)은 다음과 같다:

- 안전성 평가에 따라 safety case를 구성하고 제시하는 사업자에 의한 결정으로 신뢰도 평가에 기초를 두고 있다.
- 제안된 safety case의 수용성을 고려한 규제자와 다른 이익집단들의 결정으로 safety case 내 신뢰도 진술을 제공한다.

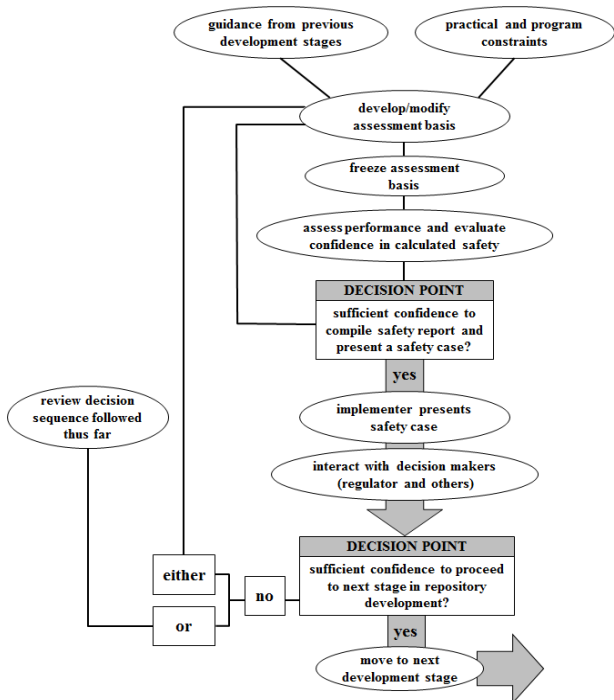


Fig. 2. The iterative steps in the development of a safety case within a repository development stage.

## 2.2 Safety Case 신뢰도 향상

Safety case는 신뢰를 구축하기 위해 도입된 원칙들과 방법들을 명확히 해야 한다. 안전성 평가에서 신뢰를 구축하는 방법들은 처분장 개발 과정에서 행해진 결정들이 충분한 근거를 가지도록 해야 한다. Safety case의 신뢰도 향상을 위한 방안들은 다음과 같다.

- Safety case는 신뢰도 구축을 위한 방법들을 명확히 해야 한다.
- 신뢰도 구축을 위해 평가근거 요소들의 신뢰도가 평가되어야 한다.
- 신뢰도 평가와 증진은 safety case의 개발 과정에서 반복적으로 수행되어야 한다.

- 불확실성의 존재 하에서도 처분안전성의 신뢰도를 평가하기 위한 방법들이 존재하며, 많은 경우에 민감도 분석을 통해 수행된다.
- 안전성 평가의 신뢰도 향상을 통해 처분 안전성의 신뢰도는 증진될 수 있다.
- 자연유사물들은 처분 안전성의 정성적인 평가와 신뢰도 향상에서 중요한 역할을 한다.
- 전체 처분 안전성에서 신뢰성 진술(statement)은 safety case의 한 부분이고, 주요 결정들에 관한 논의들이 평가되어야 한다.

## 2.3 처분 안전성 신뢰도 향상 방안

처분 안전성 신뢰도를 향상하기 위해서는 매우 다양한 노력들이 필요할 것이다. 그러나 여기에서는 국내의 고준위폐기물 처분사업 현황과 처분 safety case 개발에 근거하여 처분안전성의 신뢰도 향상에 필요한 요소들을 다음과 같이 제시한다.

- 신뢰할 수 있는 정보자료의 구축
- 안전성 관련 과정들의 이해
- 안전성 평가의 불확실성 저감
- 이해당사자와의 의사소통
- 공정성과 투명성 확보

## 3. 결론

본 연구결과는 고준위방사성폐기물 심층처분을 위한 safety case 개발에 필요한 정보와 고려해야할 주요 원칙들을 제공하며, safety case를 통한 처분 안전성의 신뢰도 향상에 기여할 것이다.

## 4. 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었음(원자력연구개발사업, No. 2012M2A8A5025589).

## 5. 참고문헌

- [1] Nuclear Energy Agency, Post-Closure Safety Case for Geological Repositories - Nature and Purpose, NEA Report, NEA-3679 (2004).
- [2] Nuclear Energy Agency (NEA), Confidence in the Long-Term Safety of Deep Geological Repositories - Its Development and Communication, NEA, Paris (1999).