

원자력시설의 수명주기 동안 방사선학적 특성평가 체계 분석

김중화*, 이종철, 전호민, 한경호, 서장수

세안기술(주), 서울특별시 금천구 가산디지털2로 184 (가산동), 벽산디지털밸리2차 910호

*jhkim4198@sae-an.co.kr

1. 서론

방사선학적 특성평가는 정보 수집, 현장 측정, 시료채취와 분석 그리고 이론적 계산 및 입증된 코드를 통해 해당 원자력시설의 해체 시 방사성물질의 종류, 분포, 방사능량 및 방사성오염의 정도를 결정하는 것이다. 이는 해체 수행 옵션과 작업자들의 방사선방호 방법을 결정하는 데에 이용되며, 해체 완료 이후에는 부지개방 결정을 위해 이용된다. 방사선학적 특성평가는 해체 전체 과정에 대해 수행되어야 하고, 해체 옵션 결정부터 수행 완료 시까지 방사선학적 특성평가는 합리적으로 수행되어야 한다. 본 논문에서는 원자력시설의 수명주기 동안 방사선학적 특성평가를 효과적이고 체계적으로 관리하기 위한 전략으로 국내외 해체와 관련한 방사선학적 특성평가 체계를 설명하고자 한다.

2. 본론

2.1 원자력안전법령의 해체계획서

원자력안전법 제10조(건설허가), 제20조(운영허가) 및 제28조(발전용원자로 및 관계시설의 해체)에 발전용원자로 및 관계시설을 건설, 운영, 해체를 할 경우 각 단계별로 해체계획서와 해체완료보고서 등을 원자력안전위원회에 제출하도록 규정하고 있다. 또한 제92조의2(해체계획서의 주기적 갱신)에 발전용원자로운영자는 해체계획서를 주기적으로 갱신하여 원자력안전위원회에 보고하도록 규정하고 있다. 한편, 부칙 제2조(해체계획서의 승인에 관한 조치)에 발전용원자로 및 관계시설을 건설 또는 운영 중에 있는 사업자는 2018년 1월 20일까지 원자력안전위원회에 해체계획서를 제출하여 승인을 받아야 한다[1].

2.2 원자력시설 수명주기의 다양한 단계에서 방사선학적 특성평가의 적용

원자력시설의 수명주기(life cycle)는 계획수립, 건설단계, 운영단계, 전환단계, 해체단계 및 부지복원으로 이어지는 다양한 단계로 구성된다. 방사선

학적 특성평가는 특별히 전환단계와 해체를 수행하는 단계만 해당되는 것이 아니라, 이들 모든 단계에 걸쳐 서로 다른 목적과 다양한 기법을 필요로 한다. 이는 Fig. 1에 개략적으로 도시되어 있다[2].

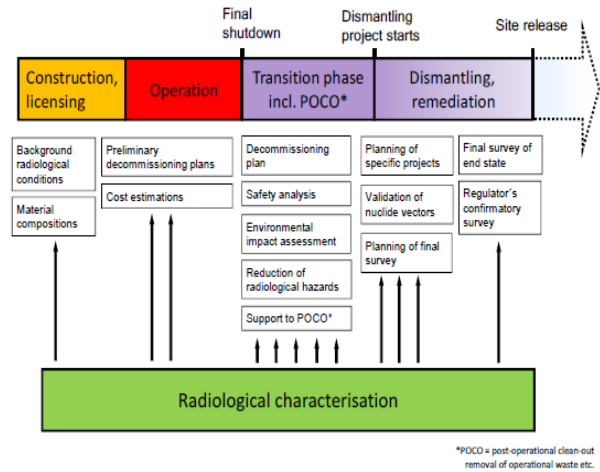


Fig. 1. Radiological characterisation efforts as needed during all stages of a nuclear facility's life cycle, in order to plan and perform decommissioning in a safe and efficient manner[2].

2.3 원자력시설의 다양한 단계에서 방사선학적 특성평가 사이의 연결과 시너지 효과

Fig. 2는 원자력시설의 다양한 단계에서 방사선학적 특성평가 사이의 연결 고리와 시너지 효과를 나타낸다. 안전과 시기, 비용을 고려한 효율적인 해체를 목표로 하는 특성평가 활동을 위한 계획은 원자력시설의 수명주기 초기에 초안이 작성되어야 한다. 이 계획은 각 단계에서 무엇을 하고, 어떻게 하는지 뿐만 아니라 이전 단계에서 얻은 정보가 이후 단계에서 사용될 수 있도록 다양한 측면에서 연결되고 시너지 효과를 포함해야 한다. 예를 들어, 운영단계의 방사선학적 특성평가는 주기적인 방사선방호 관리 활동에서 얻은 정보와 정상 운영 데이터(예, 환경모니터링 데이터와 운영허가 조건에 따라 규정된 정상적인 배출) 뿐만 아니라 유출이나 비정상적 누설과 같은 사건의 정보를 제공하는데 주로 초점을 맞추어야 한다. 영구정지 전 운영 기간의 후반부 단계에서 해체 관점에서 볼 때 보다

정확한 정보는 특별한 계획수립 목적을 위해 필요할 것이다. 방사선학적 특성평가 단계와 원자력시설 수명주기 단계 사이에 고유의 시너지 효과가 있다는 점은 분명하다. 원자력시설의 전체 수명주기에 많은 양의 정보를 원자력시설 수명주기 전체에 걸쳐 수집해야 하며, 해체 특성평가 체계를 뒷받침하기 위해 적절한 기록 유지를 통해 가능하다는 점이 일반적으로 인식되고 있다. 이러한 정보는 합리적으로 분석되고 철저하게 관리되어야 한다[2].

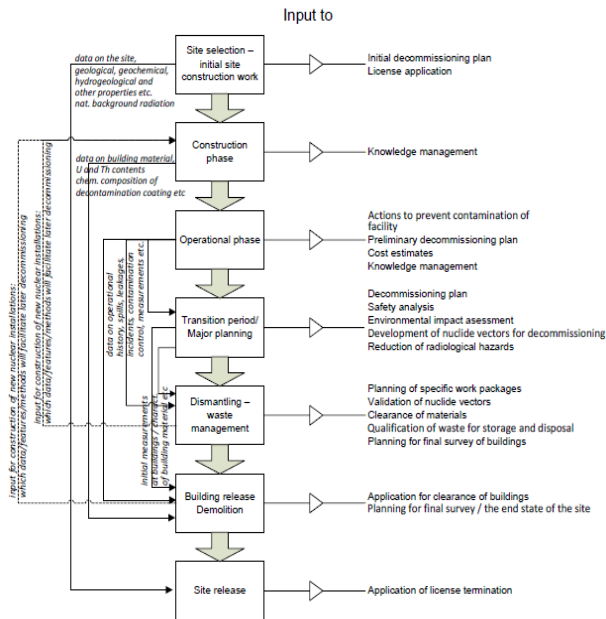


Fig. 2. Radiological Characterisation - phases in a plant life cycle perspective[2].

성공적인 해체 프로젝트는 초기 단계에서 어느 정도의 중요한 결정을 필요로 한다. 이들은 해체 옵션의 평가, 기술의 선정과 평가(제염과 해체, 방사화물질의 조절 등), 건물과 방사성물질 그리고 부지개방에 대한 규제해제 조건의 확립, 방사성폐기물 처리 옵션의 탐구, 전환단계(운영과 해체 사이의 중간 단계)를 위한 계획, 개념적인 비용 평가와 일정 수립, 방사성폐기물의 발생과 처분 평가, 작업자와 일반인의 선량평가를 포함하여야 한다[2].

3. 결론

원자력시설의 수명주기 동안 방사선학적 특성평가는 반드시 합리적인 방법과 절차를 따라야 한다. 방사선학적 특성평가 프로그램은 다음과 같이 과거 정보의 수집 및 검토, 방사성핵종 재고량 평가, 현장 측정 수행, 시료채취와 분석, 수집된 데이터의 검토 및 평가, 계산 결과와 측정 데이터 간의 비교

를 포함함으로써 최종적으로 신뢰성이 있는 결과가 도출된다[2,3]

- 과거정보의 수집 및 검토: 원자로 운전과 사고 처리에 대한 문서는 오염의 확산 범위와 사고 중에 발생한 작업자의 방사선피폭을 평가하는데 사용된다.
- 방사성핵종 재고량 평가: 건설 자재의 종류와 질량에 대한 수집자료에 근거하여 인증된 최신의 코드 또는 다른 이론적 방법으로 방사성핵종 재고량을 평가하여 작업자의 피폭선량을 계산한다.
- 현장 측정 수행: 최신의 측정장비를 사용하여 'hot spots'을 발견하고 시료채취 지역을 설정하기 위하여 방사성핵종 및 방사능 분포도를 파악하는 철저한 모니터링을 수행하여야 한다.
- 시료채취와 분석: 특성평가에서 시간과 비용을 절감하고 작업자 피폭을 줄이기 위하여 철저한 모니터링을 통해 최적의 장소에서 최소량의 시료를 채취하여야 한다. 시료채취와 분석은 특성평가를 위한 최선의 방법이다.
- 수집된 데이터의 검토 및 평가: 특성평가의 과정에서 데이터는 가능한 한 빨리 평가되고 분석되어야 한다.
- 계산 결과와 측정 데이터의 비교: 계산의 정확성을 입증하고 추가적인 해체 프로젝트에서 인증 코드 적용의 신뢰도를 높이기 위하여, 계산 결과는 측정 데이터와 비교되어야 한다.

4. 감사의 글

본 연구는 산업통상자원부의 「원전해체 설계를 위한 냉각재계통 및 기기 재활용 제염 상용기술 개발」 과제의 일환으로 수행 중에 있습니다.

5. 참고문헌

[1] 원자력안전법, 법률 제13078호, 2015.1.20.
 [2] OECD/NEA, Radiological Characterisation for Decommissioning of Nuclear Installations, NEA/RWM/WPDD(2013)2, OECD/NEA, Paris (2013).
 [3] IAEA, Radiological characterization of shut down nuclear reactor for decommissioning purposes, Technical Report Series No. 389, Vienna, 1998.