

# Maine Yankee 원전의 초기 방사선학적 특성평가 사례 분석

김중화\*, 이종철, 전호민, 한경호, 서장수

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

\*jhkim4198@sae-an.co.kr

## 1. 서론

한국수력원자력(주)는 2015년 6월 16일 국내 최초 원전인 고리1호기의 2차 계속운전 신청을 하지 않기로 결정하였다. 이와 함께 한국수력원자력(주)는 1차 계속운전 시한인 2017년 6월 18일까지 고리1호기의 안전한 정지와 원활한 해체준비를 위해 다양한 기술개발을 수행하고 있다. 본 논문에서는 원자력안전위원회 고시 제2015-8호 “원자력시설 해체계획서 등의 작성에 관한 규정”에 기술된 방사선학적 특성평가 카테고리과 기술내용을 살펴보고, 미국의 Maine Yankee 원전의 초기 방사선학적 특성평가 사례를 조사 분석하였다.

## 2. 본론

### 2.1 원자력안전위원회 고시 제2015-8호의 방사선학적 특성평가 카테고리 및 평가항목

원자력안전위원회 고시 제2015-8호 “원자력시설 해체계획서 등의 작성에 관한 규정”의 별표 2에 기술된 방사선학적 특성평가 카테고리과 기술내용은 다음과 같다[1].

- 해체대상 시설과 부지에 존재하는 방사성물질의 종류, 양, 분포 등을 조사하기 위한 방법과 절차를 기술한다.
- 해체대상 구조물, 계통 및 기기에 존재하는 방사성물질의 종류, 방사능량, 분포 및 방사성오염의 정도를 제시하고 여기에 사용된 근거, 방법 및 가정사항을 기술한다.
- 해체대상 시설과 부지의 토양과 지하토양에 존재하는 방사성물질의 종류, 방사능량, 분포 및 방사성오염의 정도를 제시하고 여기에 사용된 근거, 방법 및 가정사항을 기술한다.
- 해체대상 시설과 부지의 지표수와 지하수에 존재하는 방사성물질의 종류, 방사능량, 분포 및 방사성오염의 정도를 제시하고 여기에 사용된 근거, 방법 및 가정사항을 기술한다.

### 2.2 Maine Yankee 원전의 초기 방사선학적 특성평가 카테고리

Maine Yankee 원전의 초기 방사선학적 특성평가를 위한 조사 카테고리는 발전소의 오염 가능성을 기반으로 ‘방사선의 영향을 받은 구역’과 ‘방사선의 영향을 받지 않은 구역’의 표면과 구조물, 계통 및 주변지역(토양, 지하토양, 침전물과 지하수)으로 GTS Duratek에 의해 지정되었다. 이와 같은 지정은 자료 비교의 정확성과 용이성을 위해 사용되었다[2,3].

#### 2.2.1 표면과 구조물

이 카테고리는 구조물과 관련된 건물의 내부와 외부 포함하며, 필요한 경우 발전소 계통과 기기의 외부 표면을 포함하였으며, 구조물 재료의 자연방사선 준위에 대한 측정도 이 카테고리에 포함하였다. 전체적으로 조사 카테고리는 ‘방사선의 영향을 받지 않은 구역’에서 약 7,900회의 측정과, ‘방사선의 영향을 받은 구역’에서 약 6,400회의 측정을 포함하였다. ‘방사선의 영향을 받은 구역’의 구조물에 대한 조사는 18개의 콘크리트 코어 시료들을 포함하였다.

#### 2.2.2 계통

이 카테고리는 공정 배관과 기기, 환기 덕트 및 배수관과 배수조의 내부 표면을 포함한다. 본래 발전소 계통과 기기의 내부 표면에서 방사능농도는 공정의 운전이력에 의존한다. 따라서 이 조사 패키지들은 표면 조사 패키지와 구조물 조사 패키지로 세분화하였다. 이 조사 카테고리는 ‘방사선의 영향을 받지 않은 구역’의 계통에 대해 약 3,800회의 측정과, ‘방사선의 측정을 받은 구역’의 계통에 대해 약 1,050회의 측정을 포함하였다.

#### 2.2.3 주변지역

부지 구역은 토양 오염의 본질과 정도를 파악하기 위해서 시료채취와 측정을 수행하였으며, 전체 820에 이커 부지의 약 1/3 정도 감마 스캔을 하였다. 전체 부지에 대한 측정은 조사 지점을 적절히 위치시키기 위해 그리드 시스템을 사용하였다. 이 조사 카테고리는 약 300개의 토양 시료를 수집하였고, 그 중 180개는 ‘방사선의 영향을 받지 않은 구역’에서 수집되었다. 한편, 침전물과 지하수 및 지표수 역시 이 카테고리

리에 포함하였으며, 토양 표면 위의 식물에 존재하는 방사능의 양을 측정하기 위한 연구를 수행하였다.

### 2.3 Maine Yankee 원전의 방사선학적 특성평가 조사 설계

방사선학적 특성평가 조사의 모든 단계는 방사성 오염원의 존재 여부에 대해 발전소의 모든 구조물, 계통 및 주변지역에 대해 시료채취를 하도록 설계하였다. '방사선의 영향을 받지 않은 구역'의 계통, 구조물 및 주변지역에 큰 비중을 두었으며, 2,750건 이상의 조사가 '방사선의 영향을 받지 않은 구역'의 계통에서 수행되었고, 1,500건 이상의 조사가 '방사선의 영향을 받지 않은 구역'의 표면과 구조물에서 수행되었다. 또한, 18건의 조사는 '방사선의 영향을 받지 않은 구역'의 주변지역에서 수행되었고, 7건은 '방사선의 영향을 받은 구역'의 주변지역에서 수행되었다. 이로써 오염의 전체 본질과 정도를 식별하고 특성을 규명하고자 하였다. 초기 방사선학적 특성평가 조사는 5개 그룹, 127개 패키지 중 하나로 구성, 수행 및 기록하였다. 해당 그룹 내 매개체에 대한 오염원 잠재 가능성은 일반적으로 '방사선의 영향을 받는 구역'과 '방사선의 영향을 받지 않는 구역'으로 분류하였다. '방사선의 영향을 받는 구역'은 오염원을 포함할 가능성이 높은 매개체를 갖는데 반해, '방사선의 영향을 받지 않는 구역'은 오염원을 포함할 잠재 가능성이 낮거나 없는 구역이다. '방사선의 영향을 받는 구역' 또는 '방사선의 영향을 받지 않는 구역'의 지정은 최종 조사 분류 상태를 지정하고자 고안된 것이 아니라, 오염원의 잠재 가능성을 전반적으로 기술하고자 고안한 것이다. 각 그룹은 운전이력 또는 구조물, 계통 및 기기의 물리적 위치에 따라 각 발전소 구역에 해당하는 조사 패키지로 더 세분화하였다. 전체 발전소 구역이 조사 그룹/패키지 중 하나에 포함되며, 5개 그룹은 다음과 같다[2,3].

- 그룹 A: '방사선의 영향을 받은 구역'의 표면과 구조물
- 그룹 B: '방사선의 영향을 받지 않은 구역'의 표면과 구조물
- 그룹 C: '방사선의 영향을 받은 구역'의 계통
- 그룹 D: '방사선의 영향을 받지 않은 구역'의 계통
- 그룹 E: '방사선의 영향을 받은 구역' 또는 '방사선의 영향을 받지 않은 구역'의 주변지역

이러한 그룹핑은 조사 패키지 식별을 위해 연속 특성평가 조사 중에도 사용되었다. 한편, 방사화분석 계산은 원자로용기, 원자로 내부 및 원자로 주변 차폐벽 등에 대해 수행하였다.

### 3. 결론

Maine Yankee 원전의 초기 방사선학적 특성평가를 위한 조사 카테고리는 전체 발전소 부지의 오염의 잠재 가능성을 기반으로 '방사선의 영향을 받은 구역'과 '방사선의 영향을 받지 않은 구역'으로 분류한 후, 표면과 구조물, 계통 및 주변지역에 따라 총 5개 그룹으로 나누었다. 그리고 건물별, 물리적 위치 등에 따라 각 구역에 해당하는 조사 패키지로 더 세분화하여 초기 방사선학적 특성평가를 수행하였음을 알 수 있었다.

### 4. 감사의 글

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

### 5. 참고문헌

- [1] 원자력안전위원회 고시 제2015-8호 "원자력시설 해체계획서 등의 작성에 관한 규정", 2015.7.23.
- [2] MYAPC, License Termination Plan(Rev. 4), February 28, 2005.
- [3] GTS DURATEK, Characterization Survey Report for the Maine Yankee Atomic Power Plant, Vol. 1: Characterization Survey Description, June 1998.