

원자력발전소 해체 폐기물 재활용 위험도평가 방법론 설정

이재민, 양희창, 전중선, 이수홍, 최경우*

(주)에네시스, 대전광역시 유성구 구암동 328번지

*한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 구성동 19-0

imlee@enesvs.co.kr

1. 서론

원자력발전소 해체시 많은 양의 콘크리트와 금속 폐기물이 발생한다. 일반적으로 대부분의 콘크리트와 금속 폐기물은 저준위 폐기물로 분류되며 다량으로 발생되므로 처분에 많은 비용이 소모된다. 대부분의 원전해체 폐기물은 저준위이하 등급의 방사성 물질이기 때문에 재활용의 가능성이 높으며 해체 폐기물 중에서 일부만이 제염 등의 처리가 필요하다. 그러나 다량으로 발생하는 해체 폐기물 재활용을 위해서는 구체적인 시나리오 분석 및 위험도 평가 방법이 정립되어야 한다.

원자력 규제 전반에 걸쳐 위험도 평가 방법과 확률론적 안전성 평가 방법은 다양한 규제현안으로 개발되고 적용되고 있다. 본 연구에서는 해체폐기물 재활용 위험도 평가 방법론을 설정하기 위하여 우선적으로 탄소강과 콘크리트를 평가 대상으로 선정하였다. 여기서 확률론적 방사선 피폭 평가는 재활용 안전성 평가의 중요한 기술적 요소로 적용된다. 본연구에서는 확률론적 접근 방식을 통하여 재활용 단계별 물질 이동 모델과 피폭평가 모델 개발 방안을 수립하였다. 이를 향후 대형 해체 폐기물 관리 평가도구 개발에 활용하고자 한다.

2. 본론

원전 해체 현황

원자력 발전 상용화 이후 설계수명을 다한 원자로의 수가 증가하고 있으며 이에 따라 각국은 원전의 해체 단계를 거치고 있다. 프랑스의 경우 Chinon gas-cooled reactor 및 Bugey & St Laurent 원전 해체 후 금속폐기물 재활용을 위해 Marcoule Recycling Plant 건설하였다. 영국의 경우, 약 25개의 원자로가 해체 및 해체 대기중인 상태이다. 스페인은 Vandellós-1 gas-graphite reactor의 부분 해체가 진행되었고 해체 30년 후 잔류방사능의 95%이상 감쇄시 부지 해체의 기준을 수립하였다. 독일은 Greifswald NPP, Niederaichbach NPP, Gundremmingen-A NPP의 해체가 진행되었고 대부분의 금속은 재활용하는 방향을 수립하였다. 미국 역시 다수의 원자력 시설이 해체 완료되었으며 현재도 다수의 원자력 시설 해체가 진행 중이다. EUROPEAN COMMISSION의 해체폐기물 재활용 방안을 살펴보면 해체폐기물을 선별적으로 원자력시설에 재활용한다는 방침하에 재활용 시나리오 개발 및 재활용 비용 분석을 수행하였다. EUROPEAN COMMISSION의 재활용안을 살펴보면 금속의 경우 폐기물 용기 및 차폐박스로 이용하며 콘크리트의 경우 처분시설 뒷채움재 및 차폐블럭으로의 재활용 등을 제안하고 있다.

위험도 평가 방법론

원자력발전소 해체시 발생하는 다량의 폐기물의 적합한 관리와 재활용은 중요한 문제로 대두되고 있다. 확률론적 안전성 평가 방법론은 다양한 인허가의 의사결정에 적용되고 있다. 확률론적

안전성 평가 방법론 역시 원자력발전소 해체과정에서 발생하는 방사성폐기물의 위험도 평가 방법론 개발에 적용될 수 있으며 다음과 같은 단계에 따라 구성하였다.

- 위험도 정의
- 선원항 평가
- 시나리오, 사고결말 선별 및 정의
- 각 사고별 방사성물질의 방출을 평가
- 선원항과 방출을 등의 기초자료를 활용한 위험도 정량화
- 위험도 등급의 정의
- 폐기물 관리를 위한 제시안 도출

피폭평가 방법론

확률론적 방사선 피폭 평가 방법론 개발은 재활용 위험도 평가의 중요한 기술적인 요소이다. 확률론적 접근법을 기초한 물질 이동 모델(material flow models)과 피폭평가모델을 사용하여 재활용 위험도 평가 방법론을 수립하였다. 피폭 평가는 실현 가능한 시나리오를 고려하여 확률론적 피폭 평가를 수행한다. 시나리오의 확률론적 분석을 위해 확률론적 분포 개발이 중요하다. 실질적인 피폭 시나리오 개발을 위해 고려해야 할 주요 인자로는 향후 활용도,, 방사성 오염의 예상준위 및 시간과 지형을 고려한 예상 방출 분포 등이 있다.

해체폐기물의 재활용에 의한 잠재적인 피폭평가 방법론은 크게 두가지의 주요 항목으로 구성하였다. 첫 번째 항목은 재활용 과정을 통한 폐기물 이동을 분석하는 것이고 두 번째 항목은 피폭시나리오를 개발하고 분석하는 것이다. 피폭평가에는 외부피폭, 흡입 및 섭취로 인한 내부피폭을 고려한다. 도출된 기초 시나리오 중, 콘크리트 파쇄석의 도로 기반석 재활용 시나리오의 경우 물질 이동은 파쇄, 운송, 차도 건설로 크게 설정하였다. 이 때 취급시 피폭 시나리오는 파쇄공정에서의 작업자 및 일반인 피폭, 운송 과정에서의 운전자 및 경로의 일반인 피폭, 차도를 이용하는 일반인의 피폭 시나리오를 설정하였다. 수립된 각각의 피폭시나리오별로 외부피폭, 흡입 및 섭취에 의한 피폭가능성을 고려하여 피폭경로를 결정하여 향후 위험도 평가에 적용한다.

3. 결론

원자력발전소 해체시 발생하는 많은 양의 해체폐기물의 효율적인 관리를 위하여 확률론적 평가 기법을 활용하는 방법론을 제안하였다. 해체 폐기물의 재활용을 위하여 확률론적 평가방법론과 방사선 피폭 평가 방법론이 결합된 위험도 분석 방법론으로 해체폐기물의 관리 도구 개발 방안을 수립하였다. 또한 금속폐기물 및 콘크리트의 재활용 우선적으로 고려하여 기초 시나리오를 수립하였다. 향후 본연구에서는 방사선 안전성 평가 방법론 분석을 위하여 방사선 안전 목표, 위험 요소 및 안전성 평가 방법을 분석하고 위험 요소의 우선 순위설정 및 분석에 수반되는 불확실성 및 민감도 분석을 수행할 예정이다. 최종적으로 대량 발생 해체폐기물의 방사능 준위, 위험도별 관리방안 설정을 위하여 폐기물 특성에 따른 위험도 평가 및 안전성 평가 결과를 통한 처리 방법 개선안 도출하며 시나리오 설정, 분석, 사고 수목 개발 및 분석 방법론 개발하여 국내 현황에 맞는 상세 해체 부지 및 폐기물 관리 시나리오를 작성하며 이를 통하여 대량발생 해체폐기물의 위험도 검증 방법론 개발 및 대안 설정을 통한 검증기준모델을 확립함에 본연구의 목적이 있다.