

방사성 금속폐기물 선원항 평가 오차저감 방법 개발

이상철, 이상현, 전종선, 장미숙, 한병섭

(주)에네시스, 대전광역시 유성구 박산로 140번길 100

sclee@enesys.co.kr

1. 서론

가동 원전수의 증가와 원전 운전 이력 증가에 따른 노후설비 교체 등에 의해 금속 방사성 폐기물 발생량은 증가현황을 나타내고 있다. 발생하는 방사성 금속폐기물은 현재 최종처분장 건설지연으로 인해 소내 임시저장고에 보관 중에 있다. 방사성 금속폐기물의 경우, 중·저준위 방사성폐기물로서 처분될 경우, 드럼당 약 600만원 이상의 처분 비용을 가지지만, 자체처분 대상으로 되어 일반 산업폐기물로서 처분될 경우, 약 50만원 정도로서 처분 비용을 가지게 될 뿐 아니라, 계열과정 등을 거칠 경우에는 자원으로서 재활용을 할 수 있다. 방사성 금속폐기물을 자체처분 하기 위해서는 해당 폐기물의 선원항을 평가하여, 방사성 핵종 농도가 규제기준 이하임을 규명하여야 한다. 방사성 금속폐기물의 경우, 선원의 위치가 불명확하고, 금속자체의 차폐현상 등으로 인해 정확한 선원항 평가가 어렵다. 본 연구에서는 계측위치 보정 및 계측현상 보정 등을 통해, 방사성 금속폐기물 선원항 평가 오차를 저감방법을 제시하였다.

2. 본론

본 연구는 방사능 계측기로 방사성 금속폐기물을 계측했을 때, 얻은 계측치를 실제의 핵종 농도와 유사하게 평가할 수 방법을 제시하는 것이다. 따라서 계측치에 대한 참값을 알고 있어야 하는데 그러기 위해서는 방사성 금속폐기물의 핵종농도 및 오염부위를 정확히 알고 있어야 한다. 하지만 실제 원전에서 발생하는 금속폐기물은 이를 알기 힘들뿐더러, 원전 밖으로의 이동이 제한되므로, 본 연구에서는 금속폐기물 모형을 만드는 방법과 MCNP 코드를 이용하는 방법으로 실시하였다[1]. 실험방법은 크게 형상에 따른 계측 count 비교와 선원 위치에 따른 계측 count 비교에 의해 이루어졌다.

2.1 금속폐기물 모형에 의한 방법

금속폐기물 모형은 오염되지 않은 절단된 plate

와 cylinder를 사용하였다. 모형에 사용된 금속원 폐기물로서 plate와 cylinder를 사용한 이유는 원전 발생 금속폐기물은 대부분 파이프와 금속구조재가 대부분인데, 드럼 보관을 위해 절단될 경우, 그 모양이 plate와 cylinder 모양을 가지기 때문이다. 절단된 plate와 cylinder가 계측시스템의 1batch 크기인 100cm × 100cm에 고르게 분포되어 있다고 가정하고 표준선원(0.1 μCi ⁶⁰Co, 5개)을 금속폐기물 모형에 배치시켰었다.

표준선원의 위치는 계측기 중심으로부터 0cm, 10cm, 20cm, 30cm, 40cm로 변화시켰었으며, 금속폐기물의 형상은 16mm plate, 32mm plate, 100mm 직경 cylinder, 50mm 직경 cylinder, 25mm 직경 cylinder로 변화시켰었다. 실험방법은 형상 및 선원위치에 따른 계측 count 수를 비교하였다.

그림 1은 표준선원인 ⁶⁰Co를 나타내며, 그림 2는 계측기 중심으로부터 20cm 떨어진 plate에서의 선원 배치를 나타내며, 그림 3은 계측기 중심으로부터 20cm 떨어진 cylinder에서의 선원 배치를 나타낸다.

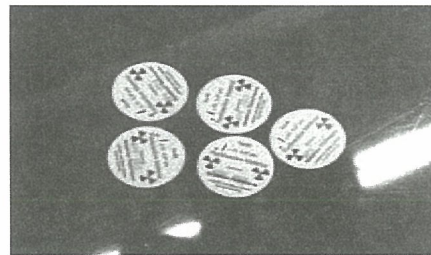


Fig. 1. Reference ⁶⁰Co Source

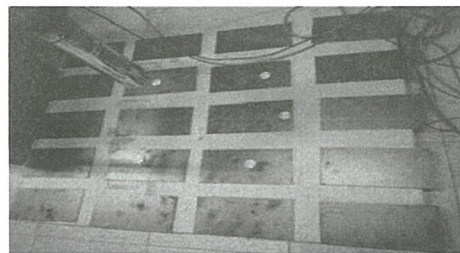


Fig. 2. Position of ⁶⁰Co Source for plate ther metal model.

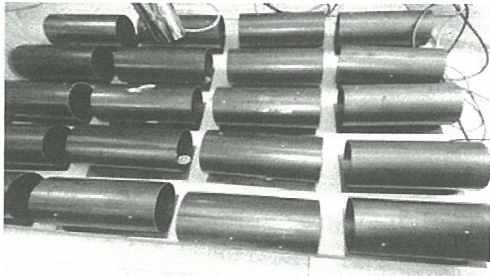


Fig. 3. Position of ⁶⁰Co Source for the cylinder (D100mm) metal model.

2.2 MCNP에 의한 방법

실험에 의한 방법과 동일하게 MCNP로 모델링을 하여 결과를 살펴보았다. 계측기 위치와 동일하게 tally를 위치시키어 계측 count 수를 비교하였다. 실험에 의한 방법과 다르게 background는 고려하지 않았다. 그림 4는 MCNP로 금속 plate를 모델링한 geometry를 나타낸다.

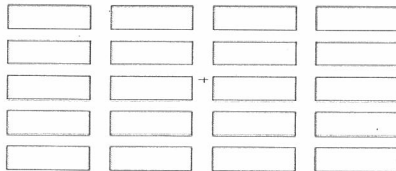


Fig. 4. MCNP modeling of the metal plate.

2.3 평가결과

실험과 MCNP에 의해 금속형상에 따른 중앙위치 카운트 수에 대한 나머지 위치에서의 계측카운트 수의 비는 Table 1과 Table 2에 있다.

Table 1. Comparison of net count depending on the position and the metal shape by the experiment.

선원 위치	선원단	16mm 철판	32mm 철판	100mm 철판	50mm 철판	25mm 철판
10cm	55.5%	63.1%	90.3%	68.7%	61.7%	79.8%
20cm	32.5%	40.2%	54.9%	52.2%	39.1%	51.2%
30cm	17.2%	25.8%	30.7%	32.9%	27.8%	33.1%
40cm	11.4%	15.1%	14.5%	13.1%	16.0%	17.5%

Table 2. Comparison of net count depending on the position and the metal shape by MCNP modeling.

선원 위치	선원단	16mm 철판	32mm 철판	100mm 철판	50mm 철판	25mm 철판
10cm	83.2%	86.9%	78.6%	93.6%	91.9%	86.4%
20cm	55.4%	57.0%	57.7%	61.2%	64.9%	62.7%
30cm	35.4%	32.3%	29.1%	38.8%	43.4%	42.9%
40cm	23.5%	15.7%	11.9%	22.8%	23.3%	26.6%

3. 결론

실험결과에서 볼 수 있듯이 계측 count 수는 금속형상에 대해 영향을 미치며, 계측기에서 선원의 위치가 멀어질수록 감소하는데 이에 대한 회귀식을 도출할 수 있다. 이를 이용하여 선원이 계측기 중앙에서 멀어질수록 실제 선원보다 과소평가되는 것을 보정할 수 있다

4. 감사의 글

본 연구는 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.

5. 참고문헌

[1] LA-UR-04-6972, Performance Enhancements of MCNP4B, MCNP5, and MCNPX for Monte Carlo Radiotherapy Planning Calculations in Lattice Geometries, Oct. 2000.