

해양 방사선 탐지를 위한 하우징 분석

박강택* · 김종열* · 정현규* · 이남호* · 황영관*

*한국원자력연구원

Housing Analysis for Ocean Radiation Detection

Gang-teak Park* · Jong-Yeol Kim* · Hyun-kyu Jung* · Nam-ho Lee* · Young-gwan Hwang*

*Korea Atomic Energy Research Institute(KAERI)

E-mail : larrypeck@naver.com

요 약

일본 후쿠시마 원전 사고로 해양에 많은 방사능이 누출되면서 해양 방사선 탐지에 대한 많은 관심이 고조되었다. 본 논문에서는 해양에서 방사선 탐지를 위한 MCNP 시뮬레이션을 하였다. 공기 중과 달리 해양환경은 수심, 온도, 압력, 염분 등으로부터 센서의 안정성을 확보해야한다. 또한, 해양 환경에서는 방사선이 많이 차폐된다. 따라서 방사선 차폐율이 낮은 하우징을 선택하는 것이 목적이다.

ABSTRACT

Much of the interest in ocean radiation detection has been heightened as a lot of radioactivity has leaked to the ocean due to the accident at the Fukushima nuclear power plant in Japan. In the study, MCNP simulation for radiation detection in the ocean was performed. Unlike in the air, the marine environment must ensure the stability of the sensor from water depth, temperature, pressure, and salinity. In the marine environment, too much radiation is shielded. Therefore, it is an object to select a housing with a low radiation shielding ratio.

키워드

해양, 하우징, 방사선, MCNP

1. 서 론

1993년 4월, 러시아는 '해양의 원자력폐기물 투기에 관한 백서'를 발표하였다. 무려 1966년부터 1992년까지 26년이나 되는 기간 동안 동해 및 캄차카해지역에 노후 원자로 등 엄청난 양의 원자력폐기물을 버려온 것이 밝혀졌다. 우리나라는 해양방사능에 많은 관심을 가지게 되었고, 1994년부터 해양환경방사능 조사를 실시하여 자료를 남기기 시작하였다.

2011년 3월 11일 후쿠시마 사고는 전 세계에 큰 충격을 주었다. 후쿠시마 사고 이전에는 21개 정점에서 6개월마다 실시한 해수 방사능 분석이 후쿠시마 사고 후 27개 정점에서 3개월마다 실시하는 것으로 변경되었다. 현재까지 우리나라 해역에서는 후쿠시마 사고 피해가 발견되지 않았다. 하지만 국제환경단체 그린피스에서 조사한 결과에 따르면, 2016년 2월 21부터 3월 11일까지 후쿠

시마원전 인근 하천과 해저를 세습의 오염도가 사고 이전보다 400배 이상의 수준으로 밝혀졌으며 여전히 위험한 상태로 알려져 있다.

우리나라에서도 현재 23기의 원전이 가동 중이고 8기의 원전이 시운전 및 건설 계획 중에 있다. 고리 1호기는 영구정지 하였고, 25년 이상 된 원전이 8기에 달한다. 미국, 영국 등은 영구정지된 원전들을 해체 하고 있으며, 국내에서도 원전폐로에 대비하여 제염해체기술을 개발하고 있다.

향후에는 원전 해체와 원전 사고 등을 대비하여 해양 방사능에 대한 정확한 분석을 할 필요가 있다. 해양환경에서의 방사능을 분석하려면 방사능을 측정할 수 있는 센서와 센서부를 보호할 수 있는 하우징이 필요하다.

본 논문에서는 수중 방사능 센서의 하우징 재료를 정하기 위해 MCNP 모델링을 수행하여 방사선 감쇠계수를 분석하였다.

II. 방사선 감쇠계수

고농도 방사성물질이 인체와 환경에 미치는 영향을 파악하기 위한 종합적인 환경방사능 평가기술 개발이 요구된다. 환경방사능 평가기술은 방사선사고 시 오염지역과 오염물질의 차단을 통한 국민의 내/외부 피폭을 최소화하기 위한 필연적 기술이다.

특히, 해양환경 방사능 분석을 위해서는 미량 핵종분석을 할 수 있는 고감도의 수중 방사선 센서가 필요하며, 방사선 차폐율이 낮은 방사선 센서 하우징 재료를 선정하여야 한다. 모델링을 통한 물질별 방사선 감쇠계수를 분석하면 적절한 하우징 재료를 선정하는데 큰 도움이 된다.

감쇠계수(attenuation coefficient)는 물질이 특정 방사선의 평행 beam이 입사할 경우, 그 물질의 두께 Δx 의 얇은 층을 통과하는 동안에 감쇠에 의해서 제거되는 방사선의 비율을 $\mu\Delta x$ 로 할 때 μ 를 그 물질의 감쇠계수라 한다. 감쇠계수를 활용하면 방사선이 물질을 통과하였을 때 선량이 감쇠되는 정도를 확인할 수 있다[1].

III. MCNP 시뮬레이션

세슘(Cs-137)은 원전 해체나 원전 사고 시 가장 많이 배출되는 방사선 동위원소이다. 세슘을 포함하면서 높은 에너지 대역(0.5MeV ~ 3MeV)까지 시뮬레이션을 진행하였다[2].

감쇠계수를 구하기 위해 MCNP를 이용 3가지 재료(아세탈, 알루미늄, 철)에 대하여 각각 두께가 1cm로 두고 시뮬레이션 한 결과를 그림 1에서 보여주고 있다.

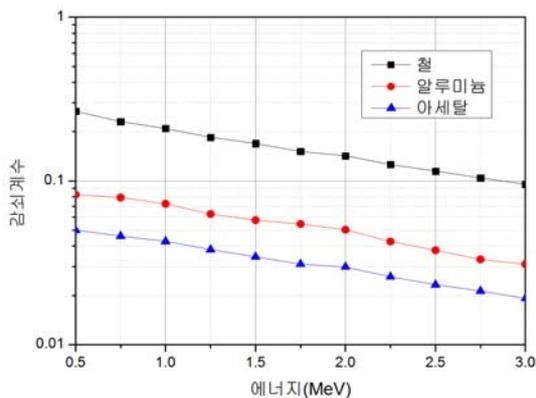


그림 1. MCNP 시뮬레이션을 통한 감쇠계수

바닷물에서 폐기물이나 선원 등에서 나오는 감마선은 공기 중보다 투과율이 낮기 때문에 방수하는 재료의 감쇠계수가 낮아야 한다. 위 3가지 재료 중에는 아세탈이 가장 적합함을 알 수 있다.

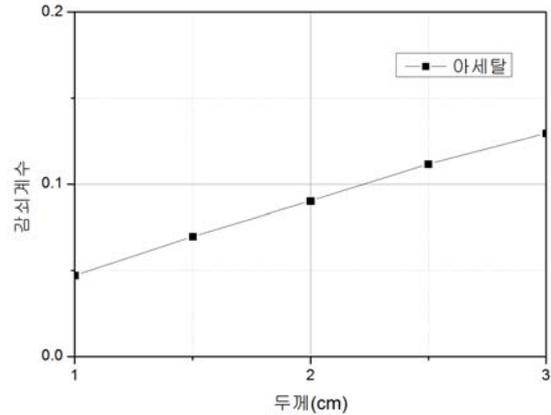


그림 2. 아세탈 두께에 따른 감쇠계수

아세탈 두께에 따른 감쇠계수를 그림 2에서 보여주고 있다. 세슘선원에 대해 시뮬레이션 하였고, 두께가 두꺼워 질수록 감쇠계수가 증가하는걸 알 수 있다. 해양 환경(수심, 압력, 염분, 온도 등)에서 안정성은 확보하되 무게, 부피, 차폐율 등을 생각하여 너무 두꺼워지지 않도록 해야 한다.

IV. 결론

본 논문에서는 해양환경에서 방사선 탐지장치에 적용할 하우징 재료와 적합한 재료의 두께별 감쇠계수에 관한 연구를 수행하였다. 철, 알루미늄, 아세탈에 대해 기존 감쇠계수 그래프와 비슷한 경향을 가진 그래프를 MCNP를 통해 구현하였고, 적합한 물질(아세탈)에 대한 두께별 감쇠계수도 구해보았다. 본 논문의 결과는 향후 해양 방사선 탐지장치의 하우징을 결정하는데 활용할 계획이다.

이 논문은 2017년 해양수산부 재원으로 한국 해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(수중 방사선 센서 개발)

참고문헌

- [1] R. Vlastou, I. Th. Ntziou, M. Kokkoris, C. T. Papadopoulos, C. Tsabaris, "Monte Carlo simulation of γ -ray spectra from natural radionuclides recorded by a NaI detector in the marine environment" Applied Radiation and Isotopes 64, pp.116-123, 2006.
- [2] J. Briesmeister (Ed.), MCNP, "A General Purpose Monte Carlo N-Particle Transport Code. Version 4C", LA-12625-M, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, 2000.