

MCNP 차폐계산에서 Geometry의 Voxel 설정에 의한 영향평가

이상철, 이상헌, 진종선, 장미숙, 한병섭
 (주)에네시스, 대전광역시 유성구 박산로 140번길 100
 sclee@enesys.co.kr

1. 서론

방사선원에 의한 차폐성능 평가를 위해, MCNP 코드는 일반적으로 많이 사용되고 있으며, MCNP 코드 결과의 정확성에 대해서는 여러 논문을 통해 검증되었다.

본 연구에서 MCNP 코드의 geometry 설정 시, voxel에 의해 설정하였을 때, 차폐계산에 미치는 영향을 평가하였다.

2. 본론

MCNP 코드에 의해 차폐성능 평가를 위해서는 평가대상 사물에 대한 geometry의 구성이 필요하다. 일반적으로 MCNP에서는 면, 구, 실린더 등의 기본 도형으로 surface를 형성하고, surface를 조합하여, cell이 형성되며, cell의 조합을 통해, 평가대상 사물의 geometry를 형성하게 된다. 따라서 평가대상의 사물이 판형이나, 실린더형의 단순한 기하형태 모양일 때는 쉽게 geometry를 형성할 수 있지만, 단순 기하형태가 아닌 복잡한 모양일 경우, geometry의 형성하기가 쉽지 않다.

이를 보완하기 위해서 MCNP에서는 MCNP4B 이후부터 voxel을 사용하여 geometry를 형성할 수 있게 되었다[1]. Voxel은 직육면체 모양의 작은 cell로서, 디지털 사진을 확대하면, pixel이라는 작은 사각형 모양의 점으로 구성되어 있듯이, 대상물을 x축, y축, z축 방향과 평행으로 일정한 크기로 자르게 되었을 때, 잘라진 직육면체 조각을 voxel이라고 할 수 있다. 그림 1은 의료용 스캔 이미지를 voxel로 설정한 MCNP geometry의 예이다.

Voxel을 통한 MCNP geometry 형성은 인체 등의 복잡한 형태의 사물에 적용에 용이하며, 특히 3차원 스캐너를 통한 스캔데이터를 이용할 경우, 손쉽게 MCNP geometry를 형성할 수 있다 [2].

본 연구에서는 다양한 형태의 사물이 기존의 cell 형태로 MCNP geometry로 구성했을 때와

voxel 형태로 geometry를 구성했을 때의 차폐계산에 미치는 영향을 평가하였다.

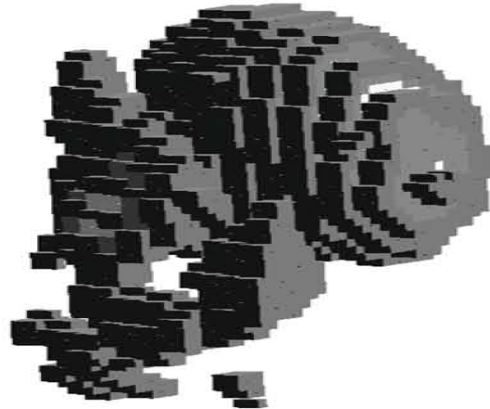


Fig 1. MCNP geometry of medical scan by voxel.

2.1 평가대상

평가대상 모양으로는 일반적으로 차폐평가에 많이 사용되고 있는 판형, 실린더형, 구형으로 가정하였다.

재질은 steel과 콘크리트로 가정하였으며, 두께는 1, 2, 5cm에 대하여 평가하였다.

그림 2은 판형에 대한 MCNP 모델링을 나타낸다.

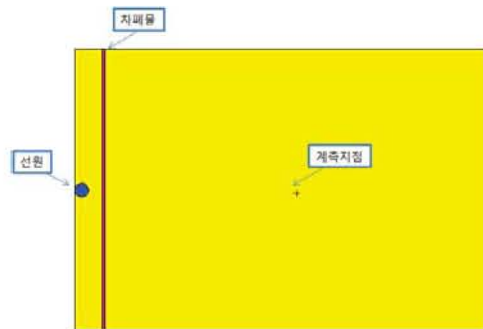


Fig 2. MCNP modeling of plate shape.

2.2 Voxel 형성방법

평가대상 차폐체를 x축, y축, z축 방향으로 일정

한 비율로 나누어서 voxel을 형성하는 방법과 voxel은 정육면체로 일정한 크기를 가진다고 가정하여, 평가대상 차폐체를 조합하는 방법으로 voxel을 형성하였다. 그림 3는 판형을 1cm의 직육면체 voxel로 나눈 MCNP modeling을 나타낸다.



Fig 3. MCNP modeling of plate shape using voxel.

2.3 평가방법

방사성폐기물에서 일반적으로 나타나는 선원인 Co-60과 Cs-137에 의한 차폐체 표면에서의 표면선량률과 1m 선량률을 비교하여, 차폐계산의 영향에 대하여 평가하였다.

2.4 평가결과

판형의 차폐체에 대한 차폐결과는 다음의 표 1과 같다. 선원은 Co-60 1Ci를 사용하였다. Voxel을 통한 model이 차폐결과에 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있다.

Table 1. Comparison of MCNP shielding calculation by general and voxel modeling.

판의 두께	표면선량률(R/hr)		1m 선량률(R/hr)	
	일반	voxel	일반	voxel
1cm	9.42E+1	9.86E+1	6.08E-1	6.07E-1
2cm	7.18E+1	5.85E+1	4.74E-1	4.70E-1
5cm	1.54E+1	1.52E+1	1.91E-1	1.90E-1

3. 결론

본 연구에서는 MCNP 차폐계산 시, geometry의 voxel 설정에 의한 영향을 살펴보았다. 특정 상황에서 조금씩 달라졌지만, Voxel 설정이 MCNP차폐계산에 큰 영향을 주지는 않았다. Voxel을 통한 MCNP modeling은 3D 스캐너를 활용한다면 유용성이 증가할 것으로 판단된다.

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.
- [2] M.Sasaki, T.Hattori, "Development of a New Radioactivity Measuring System Using Laser Shape Measurement and Monte Carlo Calculation Techniques", 11th International Congress of the International Radiation Protection Association, May 2004.