

# 감마선 탐지장치를 위한 Collimator 구조 최적화 연구

황영관\* · 이남호\*

\*한국원자력연구원

The study of the optimized collimator structure for gamma-ray detector

Young-Gwan Hwang\* · Nam-Ho Lee\*\*

\*Korea Atomic Energy Research Institute

E-mail : yghwang@kaeri.re.kr

## 요 약

감마선원의 정확한 위치탐지를 위해서 스테레오 감마선 탐지장치는 두 대의 탐지기를 이용하여 방사선 신호를 측정하고, 획득된 신호를 영상화 하여 선원에 대한 거리정보를 추출을 수행한다. 영상 획득 시 영상의 분해능을 개선하기 위해서는 스테레오 탐지장치를 구성하는 Collimator에 대한 구조 분석이 필요하다. 본 논문에서는 Collimator와 차폐체에 대한 연구자료를 바탕으로 입사각이 다른 Collimator를 제작하여 입사각도에 따른 선량별 영향을 분석하고 감마선 조사시험을 통한 결과 데이터를 이용하여 Collimator의 최적 구조에 대한 연구를 진행하였다. 수행 결과 입사각도를 약 2°영역에서 최적의 결과를 나타내었다. 논문의 결과는 방사선 탐지를 위한 효율적인 검출기 구조를 설계를 위한 기초자료로 활용될 것이다.

## ABSTRACT

In this paper, we have designed the collimator of different sizes structure for the development of stereo radiation detector. And we conducted a study of the optimal structure of collimator using the results of the Gamma-ray irradiation test associated with the change of the incident angle. According to the results of the performance analysis, and showed the results of the optimal incident angle 2. Results of the paper are used as basic data for designing the structure of the detector efficiency for radiation detection.

## 키워드

Collimator, Radiation detector, Gamma Detection, Stereo Gamma detector

## I. 서 론

후쿠시마 원전사고, 체르노빌 원전사고와 같은 대규모의 방사선 누출 사고뿐만 아니라 핵 미사일에 의한 핵폭발 시 발생하는 방사선 오염물질 등은 해당 지역 및 주변지역의 사람들에게 치명적인 위험을 초래한다. 이러한 오염 물질을 제거하기 위해서는 방사선원을 탐지하여 위험 물질의 위치, 세기등을 정확히 알아야 하고 신속한 제거가 필요하다. 스테레오 방사선 검출기는 원격에서 오염지역의 방사선원을 탐지하고 스테레오 정합을 통한 거리정보를 추출하여 선원의 방향, 위치 정보를 제공함으로써 문제가 되는 오염물질을 빠르고 효율적으로 제거할 수 있다. 스테레오 방사선 검출기는 검출기 헤드와 탐지를 위한 팬틸트 및 장치 제어부로 구성된다.[1-3]

본 논문에서는 Collimator와 차폐체에 대한 연구자료를 바탕으로 입사각이 다른 Collimator를 제작하여 입사각도에 따른 선량별 영향을 분석하고 감마선 조사시험을 통한 결과 데이터를 이용하여 Collimator의 최적 구조에 대한 연구를 진행하였다.

## II. 감마선 검출기용 Collimator

그림 1은 스테레오 감마선 탐지장치의 감마선 탐지를 위한 Collimator의 다양한 구조를 보여준다. Collimator의 입사각도가 클 경우 탐지장치의 감도를 높일 수 있다는 장점이 있지만, 선원의 위치를 탐지하여 영상화 할 경우 위치 정밀도(공간 분해능)의 감소하게 된다. 공간분해능을 높이기 위해 입사각을 줄이기 될 경우 탐지 감도가 떨어

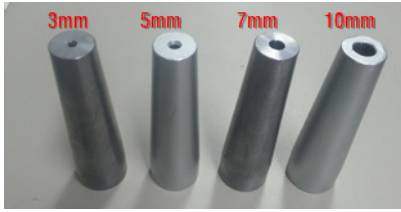


그림 1. 감마선 탐지를 위한 Collimator

지게 된다. Collimator의 구조를 정하기 위해 길이 고정 후 입사구의 크기를 달리하여 구조를 결정하였다.

### III. 감마선 조사시험을 통한 구조분석

Collimator의 구조별 성능 분석을 위하여 그림 2와 같이 조사시험을 위한 장치를 구성하고 Cs-137 감마선 조사시험을 이용하여 조사선량 및 탐지 각도를 변화시키며 실험을 수행하였다. 그림 3은 5mm Collimator를 적용하여 조사선량 및 각도 변화에 대한 측정 결과를 나타낸다. 결과를 보면 조사선량 증가에 따라 FWHM(Full Width Half Maximum)에 대한 변화를 확인할 수 있으며, 입사각도 변화시에 더 FWHM에 대한 변화를 확인할 수 있었다. 그림 4는 Collimator의 구조 변화에 따른 조사선량에 대한 FWHM의 변화를 나타내고 있으며, 결과를 보면 5mm의 직경크기에서 조사선량 변화에서의 가장 적은 영향이 나타남을 확인할 수 있다.

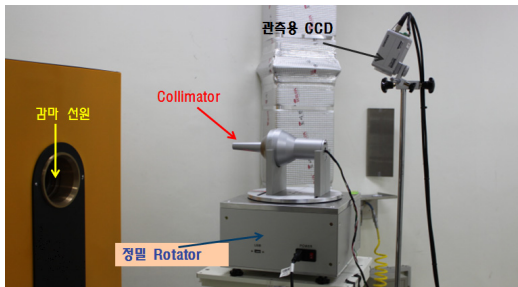


그림 2. 공간분해능 분석을 위한 조사시험 구성

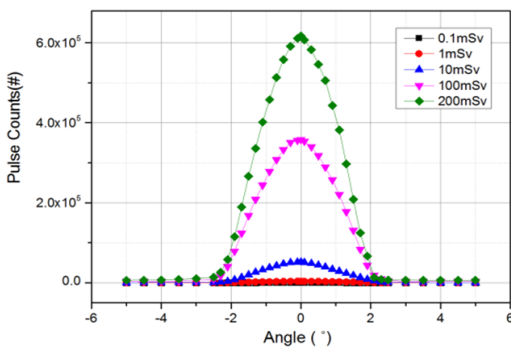


그림 3. 공간 분해능 탐지결과 - collimator 5mm

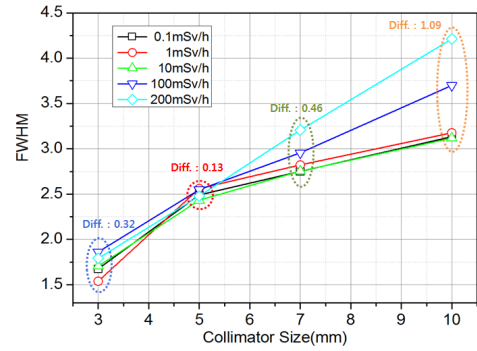


그림 4. Collimator 구조별 공간 분해능

### IV. 결 론

본 논문에서는 스테레오 감마선 탐지장치 개발을 위하여 감마선 탐지장치에 적용할 Collimator를 제작하고 감마선 조사시험을 통해 성능 분석을 수행하였다. 그 결과 Collimator 조사선량 및 입사구 크기 증가 시 공간분해능이 낮아지며, 각 조사구 크기에서 탐지선량 변화에 따라 공간분해능에 대한 편차가 발생하고, 5mm에서 0.13의 최저 편차를 확인하였다. 탐지구간에서 안정적인 신호 측정을 위해서는 5mm에 해당하는 입사각도가 적정하며 최적 구조에 대한 검증 실험을 위해 향후 추가적인 실험 및 전산 모사를 수행할 예정이다.

### 감사의 글

본 연구는 국방과학연구소의 민군기술협력센터의 지원으로 수행되었음.

### 참고문헌

- [1] M. Woodring, D. Souza, S. Tipnis, P. Waer, M. Squillante, G. Entine, and K. P. Ziock, "Advanced radiation imaging of low-intensity gamma-ray sources," Nucl. Instrum. Meth.A, vol. 422, pp. 709 - 712, Feb. 1999.
- [2] K. A. Hughes and J. A. Lightfoot, "Radscan 600 - A portable instrument for the remote imaging of gamma contamination: Its design and use in aiding decommissioning strategy," in Proc. IEEE Nucl. Sci.Symp. Conf. Rec., vol. 2, pp. 930 - 933, 1996.
- [3] K. A. Hughes, G. Mottershead, D. J. Thornley, and A. P. Comrie, "Use of gamma ray imaging instrumentation in support of TRU waste characterization challenges," in Proc. WM'04 Conf. Rec., 2004.