

# 감마선 분포탐지를 위한 조사구 및 차폐체에 관한 연구

황영관 · 이남호

한국원자력연구원

## The study of collimator and radiation shield for the detection of the gamma-ray distribution

Young-gwan Hwang · Nam-ho Lee

Korea Atomic Energy Research Institute

E-mail : yghwang@kaeri.re.kr

### 요 약

감마선 영상화 장치에서 감마선을 탐지하는 검출부는 선원을 바라보는 Collimator와 Collimator 이외의 방향에서 입사되는 감마선을 차폐하기 위한 차폐체로 구성되며 검출센서는 해당 차폐체 내부에 위치하게 된다. 감마선에 대한 분포는 Collimator의 입사구를 통해 들어오는 신호와 검출부가 바라보는 방향에 대한 정보를 통해 분포를 나타낼 수 있다. 때문에 입사구에서 들어오는 신호 외에는 잡음으로 처리해야 하므로 차폐체의 역할이 중요하다. 본 논문에서는 상용 감마선 탐지장치의 보다 축소된 납 기반의 콜리메이터 및 차폐체에 대하여 구조와 물성을 변경하여 소형, 경량화 된 Collimator 및 차폐체를 제작하였다. 또한 감마선 조사시험시설을 이용하여 감마선 입사구의 측정된 신호값을 기준으로 차폐 효율을 분석하였다. 분석결과 제작된 Collimator 및 차폐체가 영상화 장치 구현하는데 보다 효율적임을 확인하였다.

### ABSTRACT

Gamma-ray Detector for gamma-ray imaging device is composed of a shielding body for shielding gamma-rays incident from the radiation source. Distribution of the gamma ray can be represented by the distribution information on the direction in which the detecting section and the signal through the incident hole of collimator. The role of the shield is important because all signals should be treated as noise except for the signal from the incident hole. In this paper, we have produced a compact, lightweight and Collimator shield by changing the structure and physical properties with respect to the collimator and shielding of lead-based gamma-ray detectors. And we analyzed the shielding effectiveness relative to the incident gamma ray sphere measured signal value through the gamma irradiation test facility. The results confirmed that the production and Collimator shielding the imaging device Implementing more efficient to implement.

### 키워드

Radiation Shield, Gamma Camera, Gamma-ray Imaging, Collimator

## I. 서 론

스테레오 감마선 영상화 장치는 오염된 감마선 물질에 대한 거리정보와 분포정보를 영상화하여 제공하기 때문에 감마선원의 제염과 같은 작업 시 매우 유용하게 활용될 수 있다. 감마선원의 분포를 측정하기 위해서는 탐지하는 방향에 대하여 원하는 방향에서 입사되는 감마선만을 측정하고 그 외의 각도에서 입사되는 감마선은 차폐해야 정확한 선원의 분포탐지가 가능하다. 이를 위해 감마선 영상화 장치는 차폐체 및 콜리메이터를 장착하고 있다.[1]

본 논문에서는 상용 감마선 탐지장치보다 소형

경량화 되며 차폐성능이 우수한 차폐체를 만들기 위하여 비중이 높은 텅스텐을 기반으로 하는 차폐체를 설계하고, KOLAS인증을 받은 감마선 조사시설을 통해 차폐체에 대한 감마선 차폐율을 확인하였다.

## II. 텅스텐 기반 소형 차폐체 제작

스테레오 감마선 탐지장치는 스캔하며 영상을 획득하기 때문에 모션 제어장치를 통해 검출기가 회전하며 감마선 영상을 취득하는 구조이다. 그러기 때문에 조사구와 일치하는 공간에서만 방

사선이 측정되고, 그 외 영역에서는 감마선이 차폐되어야만 한다. 감마선 탐지장치의 소형화, 경량화 및 기구적인 안정성을 높이기 위해서는 검출기 차폐체의 차폐효율을 넓은 각도범위에 대해 고르게 유지하며, 차폐체의 전체 체적(크기)을 작게 하여 기구부의 회전 반경을 줄임으로써 장치의 안정성을 향상시킬 수 있다. 이를 위해 차폐체의 재질을 텅스텐으로 선정하고, 선행연구를 통해 개발한 기존의 납 차폐체와 동일한 성능을 유지할 수 있도록 전산모사를 통해 구조를 재설계하였다. 그림 1은 텅스텐 기반의 소형 경량화된 차폐체의 실제 제작된 모습을 나타낸다.



그림 1. 텅스텐 차폐체

기존 납 차폐체의 크기는 길이 305mm, 가장 굵은 몸통의 직경은 70mm의 크기를 갖으며 무게는 5.2kg이다. 개선된 텅스텐 차폐체는 길이가 194mm이며, 최대 직경은 6.1mm이고, 무게는 3.81kg로 무게에서 27% 경량화 하였고, 총 길이에서는 37%, 체적에서는 50%를 축소하였다.

제작된 차폐체의 형상은 재질을 텅스텐으로 변경하여 MCNP를 통해 전산모사하였고, 이때 설정한 조건은 입사구의 최대선량을 기준으로 0° ~ 30° 영역에서 80% 이상의 차폐율을 유지하고, 30° ~ 50°에서는 차폐율 60% 이상을 유지하며 그이외의 각도에서는 50%의 차폐율을 유지하도록 형상을 설계 후 제작하였다.

### III. 텅스텐 차폐체 감마선 조사시험

제작된 차폐체의 형상을 통한 감마선 조사시험을 진행하여 기존에 제작된 차폐체와의 성능을 비교하며 그 성능을 확인하였다. 감마선 조사시험은 KOLAS 인증된 감마선 조사시설을 통해 Cs-137 감마선원을 대상으로 실험을 수행하였으며, 차폐체의 설계조건을 고려할 때, 선량은 200mSv/h의 선량조건으로 실험을 진행하였다. 먼저 차폐체의 입사구와 감마선의 위치를 정렬시킨 후 200mSv/h에 해당하는 위치로 옮겨서 정밀 Rotator를 이용하여 0.1도 간격으로 회전시키며 측정되는 선량을 측정하였다.

탐지신호 측정은 텅스텐 차폐체 내부에 구성된 섬광검출기를 통해 감마선을 탐지하였으며, 섬광검출기의 신호를 측정하기 위하여 고정밀 신호 측정 모듈을 사용하였다. 섬광검출기와 측정모듈의

조건을 보면 섬광검출기는 NaI(Tl) 섬광체와 PMT를 사용하였고, PMT는 25,000배 폭하여 신호를 출력하도록 설정하였다. 신호측정모듈은 각 각도마다 문턱전압 0.03V를 기준으로 1초동안 측정되는 펄스를 계수하도록 구성하였다.

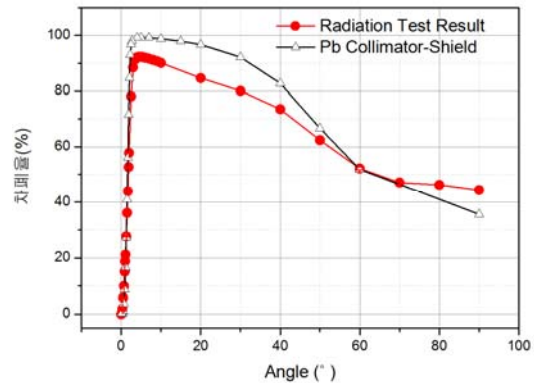


그림 2. 텅스텐 차폐체 감마선 조사시험결과

그림 2의 결과는 기존에 제작한 납 기반의 감마선 차폐체와 새로 제작된 텅스텐 기반의 감마선 차폐율을 비교한 결과 그래프이다.

동일한 조건으로 하기 위해 입사구 5mm의 측정값을 기준으로 전 구간에 대한 차폐율을 나타낸 것이다. 결과를 보면 텅스텐 기반의 검출기의 경우 50°이내에서 60% 이상의 차폐율을 보이며 측면차폐율이 개선됨을 확인할 수 있었다.

### IV. 결 론

본 논문에서는 감마선 탐지장치에 적용할 차폐체의 경량, 소형화 연구를 수행하였다. 상용 차폐체보다 개선된 납 기반의 차폐체의 성능을 기준으로 재질을 텅스텐으로 변경하고 차폐율을 고려하여 구조를 변경하였다. 고안된 차폐체의 차폐성능은 기존과 유사하며, 특히 측면에서의 차폐율 개선을 이루었으며, 무엇보다 중량에 있어서 약 27% 경량화 하였고, 50%의 체적감소를 나타내었다. 본 논문이 결과는 향후 소형, 경량화된 감마선 탐지장치 개발을 위해 활용될 것이다.

### 감사의 글

본 연구는 국방과학연구소의 민군협력진흥원(민군기술협력센터)의 지원을 받아 수행된 연구임

### 참고문헌

[1] Y. G. Hwang, N. H. Lee, S. H. Park, S. H. Jeong, J. R. Kim, "The Analysis of the Collimator & Radiation Shield for Radiation sensor for the 3Dimension Radiation Detection" in Conference of KIICE, Vol 18, No 1, 2014.