

감마선 조사장치의 빔 균질성 측정

조문형* · 원유호

원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 장동 25-1

E-mail: 02190559@khnp.co.kr

중심어 (keyword) : 감마선 조사장치, 빔 균질성, 이온화 전류

서 론

감마선 조사장치는 감마선 서베이미터, 전자개인선량계(ADR) 및 이온전리함 등의 방사선계측장비를 교정하는데 사용하는 표준기이다.

감마선 조사장치를 사용하여 방사선계측장비를 교정할 때에는 교정대상 장비의 검출기가 감마선 조사장치의 균질한 빔 영역에 위치되어야 정확한 교정을 수행할 수 있다.

감마선 조사장치의 빔 균질성을 측정하는 방법은 필름의 감광특성을 이용하는 방법과 소형의 이온전리함을 이동시켜가며 이온화 전류를 측정하는 방법이 있다.

필름의 감광특성을 이용하여 빔 균질성을 측정하는 방법은 짧은 시간에 측정이 가능하다는 장점이 있으나 별도의 판독설비가 필요하며, 이온전리함을 이용하여 측정하는 방법은 측정 시간은 다소 오래 걸리나 별도의 판독 설비 없이 감마선 조사장치의 교정설비로 측정이 가능하며 필름을 사용한 방식에 비해 정확한 이온화 전류를 측정할 수 있다는 장점이 있다.

본 실험에서는 소형 이온전리함을 이용하여 원자력 발전소에서 사용하는 감마선 조사장치의 수직방향 및 수평방향의 빔 균질성을 측정하여 감마선 조사장치의 성능 표준인 빔 균질성 5% 범위를 만족하는지 여부를 확인하였다.

실험방법

이온전리함을 감마선 조사장치로부터 1,000 mm의 거리에 위치시킨 후 수평방향의 빔 균질성을 측정하기 위하여 이온전리함의 중심점을 감마선 조사장치의 레이저와 수직이 되도록 정렬시켜 중심점으로 설정하였다.

조사장치에 내장된 세 개의 선원 중 5.33 TBq의 선원을 인출한 후 다음의 식을 사용하여 이온화 전류를 측정하였다.

$$I = C \times \Delta V / \Delta t$$

C는 캐패시터의 용량으로 충분한 전하가 수집될 수 있도록 일렉트로미터 외부에 554.43 pF의 캐패시터를 설치하였다.

Δt 는 ΔV 를 산출하기 위한 전하의 수집시간으로 60 초를 임의로 설정하였으며, ΔV 는 캐패시터 양단에 걸리는 전압으로 60초 동안 캐패시터에 축적된 전하량에 비례하며 0.54 Volt로 측정되었다.

이 세 가지 변수를 이용하여 이온화 전류를 산출하였으며 중심점에서의 이온화 전류를 5회 측정 후 온도와 압력을 보정하여 평균 5.12 pA의 전류를 얻게 되었다.

중심점에서 이온화 전류의 측정을 완료한 후 이온전리함을 우측으로 10 mm씩 이동시켜가며 100 mm 까지 10개의 지점에 대한 이온화 전류를 측정하였다.

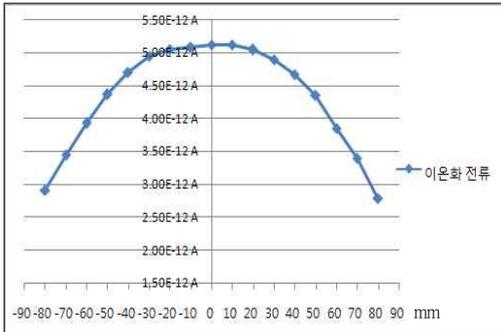
우측 빔 영역에 대한 측정을 완료한 후 동일한 방법으로 좌측 빔 영역에 대하여 10개 지점에 대한 측정을 수행하여 수평방향에 대한 빔 균질성 측정을 완료하였다.

수직방향의 빔 균질성을 측정하기 위하여 이온전리함 옆에 레벨미터(분해능 1mm)를 설치하여 이온전

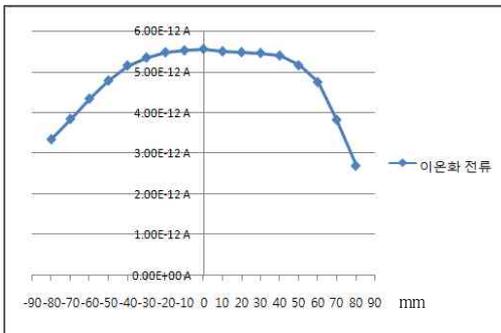
리함의 이동에 따른 위치오차를 최소화하였으며 수평 방향 측정 시와 동일한 선원을 인출한 후 중심점에서 이온전리함을 상·하 각각 10 mm씩 이동시켜가며 이온화 전류를 측정하였다. 측정을 수행한 각 지점에서 이온화 전류값을 그래프로 도식화하였으며 빔 균질성의 변화량을 최대값에 대한 상대량으로 산출하여 조사장치의 성능표준을 만족하는지 확인하였다.

결과 및 고찰

수평 및 수직방향의 이온화 전류를 측정한 결과 아래와 같은 그래프가 산출되었다.



<그림 1> 수평방향 조사 빔 균질성 그래프



<그림 2> 수직방향 조사 빔 균질성 그래프

측정결과 수평방향 및 수직방향에서 5.12 pA, 5.55 pA의 전류가 최대 값으로 산출되었고, 이 값을 기준으로 약 50 mm 범위에서 각각 3.2 %, 3.5 %로 빔 균질 영역이 산출되었다.

이 감마선 조사장치는 1,000 mm ~ 5,000 mm까지의 거리에서 교정이 되어 있어 사용 가능한 최소 거리가 1,000 mm이므로 빔 균질 영역 또한 50 mm가 최소임을 알 수 있었다.

결론

측정결과 수평 및 수직방향 전류의 변화량은 50 mm 범위에서 각각 3.2 %, 3.5 %로 산출 되어 1,000 mm 거리에서 교정을 수행할 경우 교정대상 장비의 검출기가 빔 균질 영역인 50 mm 범위 안에 위치되어야 감마선조사장치의 성능표준인 빔 균질 범위 5 %를 만족할 수 있음을 확인하였다.

본 실험을 통하여 산출된 조사 빔의 균질성에 의한 영향은 해당 감마선 조사장치의 교정시 불확도 요인 중 하나로 평가하였으며, 이를 포함한 확장불확도는 최대 3.9 %로 산출되었다.

참 고 문 헌

1. Standard imaging, Exradin Ionization Chamber User's manual, pp 5-8
2. Glenn F. Knoll, Wiley, 2000, Radiation detection and measurement 3rd, pp 138-140