

## 원자력시설 바다 및 벽면의 알파/베타선 오염도 원격 측정용 장비 개발

서범경, 문제권, 이근우

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

[bumia@kaeri.re.kr](mailto:bumia@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

원자력시설의 운영 중 또는 해체 과정에는 작업자들의 방사성 피폭과 방사성 물질의 환경으로의 방출 가능성이 있기 때문에 철저한 방사선학적인 측정 및 관리가 필요하다. 특히, 현재 해체가 완료되어 부지 및 시설을 최종 개방하기 위해서는 방사선학적으로 오염되지 않았다는 것을 입증하기 위한 최종 잔류방사능 측정이 수행되어야 한다.

오염도는 표면에 부착된 형태에 따라 고착성 및 유리성 오염으로 나눌 수 있으며, 이들 둘의 합을 총표면오염도라고 정의한다. 표면오염도는 휴대용 서베이미터를 이용하여 대상 표면에 접촉하여 총표면오염도를 측정하는 직접측정법과 스메어(smear) 법을 이용하여 대상 표면의 시료를 채취하여 계측기로 측정하여 유리성 오염도를 측정하는 간접측정법이 있다. 직접측정법은 고착성과 유리성 오염도를 구분할 수 없으며, 주위의 백그라운드가 높은 경우에는 정확한 오염도 측정을 할 수 없는 단점이 있지만, 측정이 쉬우면서 신속한 오염도 평가가 가능하기 때문에 현장에서 주로 이용되고 있는 방법이다.

직접법을 이용한 표면오염도 측정은 일반적으로 기체검출기 또는 섬광검출기를 이용하여 측정하며, 최근에는 알파선과 베타선의 오염도를 동시에 측정할 수 있는 대면적 섬광검출기가 많이 이용되고 있다. 이러한 직접법을 이용한 오염도 측정 시에 알파선과 베타선의 비정교로 인하여 정확한 값을 얻기 위해서는 측정 대상 표면과 검출기 면 사이의 거리를 일정하게 유지해야만 한다.

본 연구에서는 일반적으로 시설의 알파선과 베타선 오염도 측정용으로 주로 이용하고 있는, 알파/베타선 동시 측정용 섬광 검출기를 이용하여 넓은 면적의 오염도를 원격으로 측정하며, 알파선과 베타선의 오염 준위를 시각적으로 나타낼 수 있는 장비를 개발하였다. 개발한 장비를 이용하여 알파선과 베타선에 대한 적용성을 시험하였다.

### 2. 본론

#### 2.1. 오염도 원격 측정 장비 제작

알파선의 경우는 공기 중에서 비정교가 약 3 cm로서 측정 시의 작은 거리 차이에 의해서도 큰 오차가 유발될 수 있다. 그렇기 때문에 측정 대상면과 검출기 사이의 거리를 일정하게 유지하는 것이 가장 중요한 인자 중의 하나이다.

이러한 검출기와 측정 대상면의 거리 차이를 일정하게 유지하기 위하여 Fig. 1과 같이 X-축과 Y-축으로 움직일 수 있는 가이드를 장착한 프레임의 제작하였다. 검출기를 위치를 조정하기 위하여 X-축과 Y-축 각각에 대응하는 전동모터를 장착하였으며, 이들은 모두 원격으로 제어가 가능하도록 하였다.

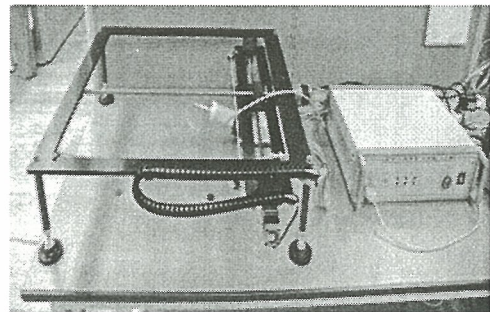


Fig. 1. Automatic alpha/beta contamination monitoring system.

제작한 오염도 측정용 프레임은 오염도 2500 cm<sup>2</sup>의 면적은 한 번에 모니터링 할 수 있도록 제작하였으며, 특히 다양한 형태의 검출기를 장착할 수 있도록 착탈식으로 제작하였다.

#### 2.2. 오염도 측정용 검출기 제어 장치

오염도 측정용 검출기의 위치 제어를 위한 장치는 5상 마이크로 스텝 드라이버를 이용하여 제작하였다. 검출기에서 측정된 알파선과 베타선의 계수값은 RS-232 통신 포트를 사용하여 컴퓨터를 이용하여 측정할 수 있도록 프로그래밍하였다. 또

한, 방사성 오염도가 높은 구역에서 작업 시에 작업자의 안전성을 확보하기 위하여 RF 무선통신을 구현하여 원거리에서 무선으로 오염도를 측정할 수 있도록 제작하였다.

제어장치는 이동 거리와 한 지점에서 측정 시간 등을 사전에 설정할 수 있으며, 모든 과정은 자동으로 진행할 수 있도록 제작하였다. 최종 측정이 끝나면 검출기는 원래의 위치로 복귀하도록 프로그램을 제작하였다.

### 2.3. 오염도 원격 측정장치 성능 시험

알파선과 베타선의 오염도 검출 성능을 평가하기 위하여 알파선원인 Po-210 (0.1  $\mu$ Ci)와 베타선원인 Tl-204(1  $\mu$ Ci) 및 Sr-90 (0.1  $\mu$ Ci)를 바닥에 Fig. 1에서와 같이 바닥에 놓고 원격으로 측정하였다. 측정 결과는 Fig. 2.에서와 같이 알파선과 베타선의 계수값이 각각 한 화면상에 나타나도록 제작하였으며, 알파선과 베타선의 오염도를 시각적으로 표시하기 위하여 위치면 방사선 계수값을 색깔로 나타낼 수 있도록 프로그래밍하였다.

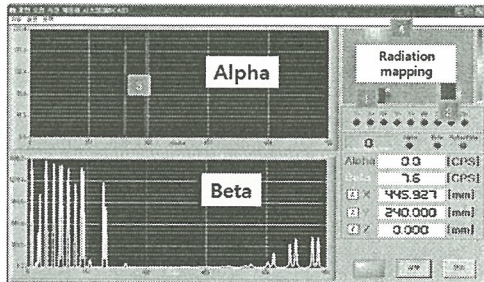


Fig. 2. Output screen of the alph/beta measurement system.

또한, 알파선과 베타선의 오염도 측정 시에 감마선에 의한 영향을 평가하기 위하여 Co-60 (1  $\mu$ Ci)를 측정된 결과 Fig. 2.의 4번과 같은 위치에 검출이 되는 것을 확인하였다. 이는 Co-60에서 방출되는 베타선에 의한 영향으로 Co-60 선원만을 제거하여 측정된 다른 베타선 측정 결과에는 거의 영향을 미치지 않는다는 것을 확인하였다. 이는 감마선에 의한 영향은 측정 시에 거의 무시할 수 있다는 것을 알 수 있다.

### 3. 결론

원자력시설의 바닥이나 벽면과 같은 넓은 지역의 오염도 측정 시에 측정 결과의 정확도를 높일 수 이있고, 작업의 효율을 향상시킬 수 있는 오염도 원격 측정용 장비를 제작하였다. 알파선과 베타

선원을 이용하여 오염도 측정 성능을 평가한 결과, 오염 준위를 색깔로 표시하여 나타냄으로써 작업자가 오염 상황을 쉽게 확인할 수 있었다.

이러한 장치를 이용할 경우에는 기존의 수작업으로 수행한 시설의 오염도 검사를 모두 원격으로 측정할 수 있으며, 이는 작업자의 안전성을 확보할 뿐만 아니라 측정 결과의 신뢰도도 확보할 수 있다.

현재에는 편평한 면에 대해서만 적용할 수 있도록 제작하였지만, 향후 다양한 형상의 측정 대상물에 적용하기 위하여 검출기와 바닥면 사이의 거리도 자동으로 조절이 가능한 장치를 제작하여 부착하여 개발할 예정이다.