

해체 폐기물의 알파/베타선 오염도 동시 측정을 위한 검출기 특성 평가

김계홍, 서범경, 우주희, 박진호, 오원진, 이근우
 한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

원자력 시설의 해체 시 발생하는 폐기물을 재활용하거나 처분하기 위해서는 정확한 방사선학적 오염 특성의 평가가 선행되어야 한다. 그러나 기존의 측정법인 survey-meter를 이용한 오염도의 직접 측정법은 국소지역의 알파/베타 오염 특성을 정확하게 평가할 수 없으며, 간접법을 이용한 표면오염도 측정의 경우도 시료채취의 어려움뿐만 아니라 시료채취 시 작업자의 오염 가능성이 있기 때문에 적용성에 많은 문제점이 있다. 본 연구에서는 알파/베타선에 의한 오염도를 동시에 측정할 수 있는 검출기를 개발하기 위하여 베타선 측정용 플라스틱 섬광체와 알파선 측정용 ZnS(Ag) 무기섬광체를 이용하여 검출 시스템을 구성하여 검출 특성을 평가하였다.

베타선 측정용 플라스틱 검출기는 Bicorn 사의 플라스틱 섬광체(BC-408)로서 섬광체의 주성분은 polyvinyltoluene이고, 밀도는 1.302 g/cm³이고 굴절률은 1.58이다. 알파선 측정용 섬광체는 polyester 플라스틱 필름 위에 ZnS(Ag) 무기섬광체를 얇게 코팅한 Eljen 사의 EJ-440을 사용하였다. 플라스틱 섬광체는 HAMAMATSU 사의 Head-on type인 R1924A 모델인 PMT와 같은 직경 26 mm, 두께 5.2 mm인 디스크 형태로 제작한 후에 polishing하여 PMT와 연결하였다.

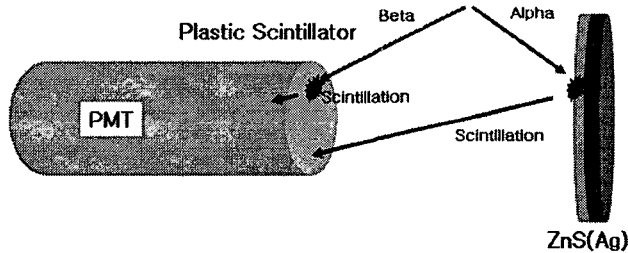


Fig. 1. Monitoring system for detecting alpha/beta-ray

알파 및 베타선의 동시 측정 가능성을 평가하기 위하여 방사선원을 도포한 무기섬광체를 플라스틱 검출기 입사창과 거리가 13 mm인 곳에 배치하였다. 방사선원은 무기섬광체 표면에 Am-241과 Sr/Y-90을 도포하고 1000초 동안 파고스펙트럼을 측정하였고, 그 결과는 Fig. 2에 나타났다. Am-241에서 방출되는 알파선에 의한 신호에서는 알파선 에너지를 반영하는 피크를 채널의 후반부에서 확인할 수 있으며 Sr/Y-90에 의한 신호는 채널의 전반부에 반영됨을 볼 수 있는데, 이 검출 시스템에서 파고스펙트럼 분별법을 이용해 알파와 베타에 의한 신호를 분별할 수 있음을 확인할 수 있다.

측정 시 무기섬광체와 플라스틱섬광체의 거리는 검출 시스템 크기의 제한, 무기섬광체에서 발생해 플라스틱섬광체로 입사되는 섬광의 입사각에 따른 검출 효율, 공기 중에서 거리에 따른 섬광의 손실을 고려해야만 한다. 그래서 무기섬광체와 플라스틱섬광체의 거리에 따른 알파선에 의한 파고스펙트럼을 측정하여 Fig. 3에 나타났다. 검출기 동축을 중심으로 무기섬광체가 플라스틱 섬광체 입사면과 2cm일 때 계수된 최대 채널수가 가장 높음을 볼 수 있는데, 이것은 이 위치에서 무기섬광체에서 발생한 섬광이 플라스틱 섬광체로 전달되는 과정에서 생길 수 있는 손실이 가장 적음을 나타낸다. 그러나, 이 결과에서는 Fig. 2에서와는 달리 알파선 에너지를 반영하는 피크를 확인할 수 없음을 물론 계수된 최대 채널수도 상당히 감소함을 볼 수 있다. 이것은 Fig. 2의 경우 polyester 플라스틱 필름에 코팅된 ZnS(Ag) 층이 플라스틱 섬광체의 입사창과 마주보고 있기 때

문에 polyester 필름을 통과하면서 발생하는 손실이 없는 반면 Fig. 3은 polyester 필름이 검출기 입사창을 바라보고 있어 이 고분자 필름에 의한 손실이 발생하기 때문이다. 또 플라스틱 섬광체 입사면에서 입사각의 차이에 의해 플라스틱 섬광체로 전달되는 효율에도 차이가 있기 때문이다. 그러나 이러한 손실이 발생하더라도 베타선 신호를 반영하는 최대 채널이 알파선에 의한 것보다 상당히 작기 때문에 파고스펙트럼 상에서 분리가 가능할 것으로 판단된다.

또한, 배관 내부와 같은 국소 지역의 오염도를 측정하기 위하여 배관 내부에 검출 시스템을 장착하여 알파/베타선에 의한 검출 특성을 평가하였다. 이 과정에서 기존의 검출기로는 접근이 곤란한 배관 내부표면의 α/β 입자를 검출하기 위해 직경 26 mm의 소형의 플라스틱 섬광체를 광전자 증배관에 적용해 배관 내부의 오염도 측정에 적합한 검출기 성능을 확인하였고, 파이프 내부처럼 국소 지역의 방사선학적 오염 특성 평가를 위한 검출기 개발 가능성을 확인하였다. 또 이 시스템을 자동 이송장비와 결합할 경우 작업자의 안전성 확보 및 작업 시간을 단축할 수 있는 원격장치 개발이 가능할 것으로 판단된다.

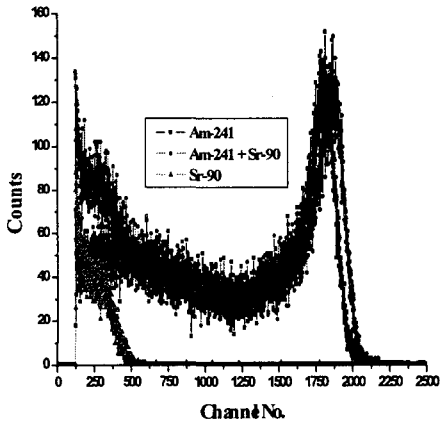


Fig. 2. Pulse height spectrum for Am-241 and Sr/Y-90.

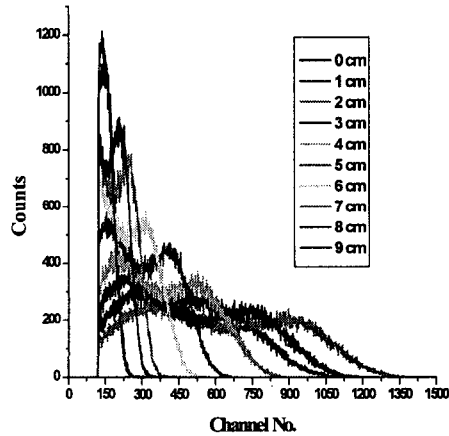


Fig. 3. Pulse height spectrum of Am-241 according to distance.