

## 해체 대상물 오염도 측정용 광섬유 센서 및 3차원 원격 제어기술 개발

서범경, 최영수, 이근우, 문제권

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

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

### 1. 서론

해체 대상 고방사능 원자력시설의 오염도를 정확하게 측정하기 위해서는 오염도를 원격으로 측정할 수 있는 센서와 측정 대상물과의 거리를 일정하게 유지할 수 있는 제어기술의 개발이 필요하다. 이러한 고방사능 환경에서 오염도를 원격으로 측정하기 위하여 광섬유를 이용한 센서와 오염도 측정 대상의 형상을 3차원으로 인식하여 원격으로 제어할 수 있는 기술의 개발이 활발하게 진행되고 있다.

광섬유는 오염도 측정용 센서 부분을 소형화시킬 수 있어서 직접 측정을 하기 힘든 협소한 곳의 측정을 가능하게 하며, 광전도성과 비교적 저렴하다는 장점을 이용하여 원자력 분야의 방사선 계측방법으로도 널리 이용되고 있다[1]. 또한, 정확한 오염도를 측정하기 위해서는 오염도 측정 센서와 측정 대상물과의 거리를 일정하게 제어해야 정확한 오염도 측정이 가능하다. 측정 대상물은 3차원 공간상의 임의의 위치 및 형상을 하고 있으므로 측정 대상물의 형상뿐만 아니라 주변 대상체의 형상도 인식하고 있어야 간섭없이 대상물의 오염도를 정확히 측정할 수 있다.

본 연구에서는 고방사능 시설과 같이 직접 접근하여 측정이 어려운 지역의 오염도를 원격으로 측정이 가능한 센서를 개발하였으며, 이러한 센서를 원격으로 제어하기 위하여 3차원 형상 분석 기술을 적용하였다.

### 2. 본론

#### 2.1. 오염도 원격 측정용 센서 개발

원자력시설에서 알파선과 베타선의 오염도를 동시에 측정하기 위하여 phoswich 형태의 검출기를 제작하였다[3]. Phoswich 검출기는 서로 다른 방사선에 반응하는 섬광체를 동일한 광전자계수기에 연결한 형태로서 하나의 센서를 이용하여 서로 다른 방사선을 동시에 측정이 가능하다.

베타선 측정용 검출기는 투명한 예폭시 수지에

유기섬광체를 혼합한 후에 신호전송용 플라스틱 광섬유를 적용하여 고휘화함으로써 일체형으로 제조하였다. 지지체용 예폭시는 투명 예폭시 수지를 이용하였고, 베타선 측정용 유기섬광체로 제 1 용질인 2,5-diphenyloxazde (PPO)와 제 2 용질로는 1,4-bis[5-phenyl-2-oxazo]benzene (POPOP)를 사용하였다.

또한, 알파선을 측정하기 위한 섬광체는 무기섬광체인 ZnS(Ag)를 베타선 측정용 예폭시 소재 유기섬광체 위에 얇게 도포하여 제조하였다. 이때, 알파선 측정용 ZnS(Ag) 섬광층의 두께는  $\text{mg}/\text{cm}^2$ 를 적용하였다[2].



Fig. 1. 알파/베타선 오염도 원격 측정용 센서.

#### 2.2. 오염도 측정 3차원 원격 제어기술 개발

오염도 측정 대상의 표면 형상 분석 기술을 이용한 원격제어 기술을 개발하기 위하여 스테레오 카메라를 이용하는 방법을 적용하였다. 스테레오 카메라를 이용하는 방법은 두 대의 카메라와 물체와의 기하학적 관계를 이용하여 거리를 추출하는 방법으로 거리가 멀어질수록 정밀도가 떨어지는 단점이 있지만 시스템 구성이 비교적 간단하고 물체의 반사도에 영향을 적게 받아 가까운 거리에서의 정밀 측정에 활용이 가능하다.

본 연구에서는 랜덤 패턴을 통해 재질감이 없는 영역에서의 정합률을 높이고 서로 중첩되는 영역을 갖는 여러 장의 스테레오 정합 결과를 공간상에서 보간 하는 방법으로 광 포화 영역과 그림자 영역에서 3차원 형상의 품질을 높이는 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 X-Y 이송장치에 스테레오 비전 및 랜덤패턴 투영장치를 장착하여 X, Y 방향으로 이동하면서 3D 영상을 획득하고 합성하는 실험을 통해 검증하였다. 랜덤패턴을 투영하지 않았을 때의 3D 시차맵과 투영했을 때의 3D 시차맵을 비교하여 제안한 방법의 우수성을 입증하였다.

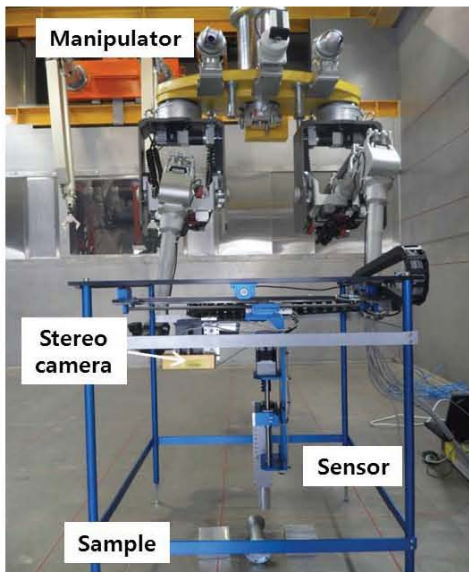


Fig. 2. 오염도 원격 측정용 장치.

### 3. 결론

고방사능 시설의 오염도 측정 시에 측정 결과의 정확도를 높일 수 이있고, 작업의 효율을 향상시킬 수 있는 오염도 원격 측정용 장비를 제작하였다. 알파선과 베타선의 오염도를 동시에 측정할 수 있는 센서와 이러한 센서를 원격으로 제어할 수 있는 기술을 적용하여 오염도 원격 측정이 가능한 장비를 개발하였다. 이러한 장비를 이용하여 모의 핫셀에서 적용성 시험을 수행하였다.

본 연구에서 개발한 오염도 측정장치를 이용할 경우에는 기존의 수작업으로 수행한 시설의 오염도 검사를 모두 원격으로 측정할 수 있으며, 이는 작업자의 안전성을 확보할 뿐만 아니라 측정 결과의 신뢰도도 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

### 4. 참고문헌

- [1] K. Sakasai and M. Katagiri, "In-situ ex-core monitoring using optical fibers with scintillators", IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. 50, No. 4, August (2003).
- [2] 서범경, 이보람, 이근우, "해체 폐기물 오염도 측정용 phoswich 검출기의 기하학적 조건별 검출 특성 모사 및 성능 평가", 한국방사성폐기물학회, 2010 춘계 학술발표회 논문요약집, pp. 47-48, 2010.
- [3] K. Yasuda, S. Usuda, and H. Gunji, "Development of scintillation-light-transmission type phoswich detector for simultaneous alpha- and beta-(gamma) ray counting", IEEE Trans. Nucl. Sci. 47(4), pp. 1337-1340 (2000).