

광섬유를 이용한 배관 내부 방사성 오염도 원격측정 기술 개발

박찬희 · 서범경 · 이근우 · 정종헌 · 김계홍
 한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지
chpark80@kaeri.re.kr

현재 연구용 원자로 1,2호기 및 우라늄변환시설의 해체작업으로 인해 발생하는 다양한 폐기물의 오염도 측정과 관리를 위하여 보다 안전한 방사선학적인 측정 및 평가가 필요하다. 특히 배관류와 같은 폐기물을 측정하기 위해서 국내외적으로 다양한 측정기술을 개발하고 있으며, 이미 국내에서는 배관 내부에 직접 적용하여 방사선 오염도를 측정할 수 있는 연구가 이루어진 바 있다[1].

본 연구에서는 광섬유를 이용하여 배관 내부에 방사성 오염도를 보다 안전하고, 간편하게 측정하기 위한 원격 측정기술을 개발하였다. 기존에는 배관 내부에 방사성 오염도를 측정할 때, PMT와 섬광체를 부착시킨 형태로 검출 시스템을 구성하였다. 이는 원거리 측정을 하기에는 측정거리가 짧고 측정장비의 크기가 크며 작업종사자가 방사선에 노출되기 쉬운 단점이 있다. 이러한 점을 보완하기 위해 광섬유를 활용해 측정장치를 개발하였는데, 실제로 PMT와 섬광체를 분리하여 광섬유를 통해 방사성 오염도를 측정하는 연구가 실행된 바 있다[2,3]. 광섬유를 활용한 방사선 계측방법은 센서부분을 매우 소형화할 수 있어서 연료봉집합체 사이와 같이 기존의 방사선 계측기로는 삽입이 곤란한 협소한 곳의 측정을 가능하게 할 수 있으며, 광섬유의 광전도성과 비교적 저렴한 장점을 활용하여 원자력발전소, 가속기, 방사성폐기물 처분장 등에 센서를 분산, 배치하여 여러 곳의 방사능을 한 곳에서 집중하여 감시하는데 유용하게 적용할 수 있다. 이미 광섬유는 방사선 계측방법으로 원자력분야에서 널리 활용되고 있다.

본 연구에서는 상용화되어있는 전송용 광섬유를 활용하여 섬광체와 PMT를 분리하여 검출시스템의 부피를 줄여 장치를 구성하였다. 검출시스템은 그림 1에 나타내었다.

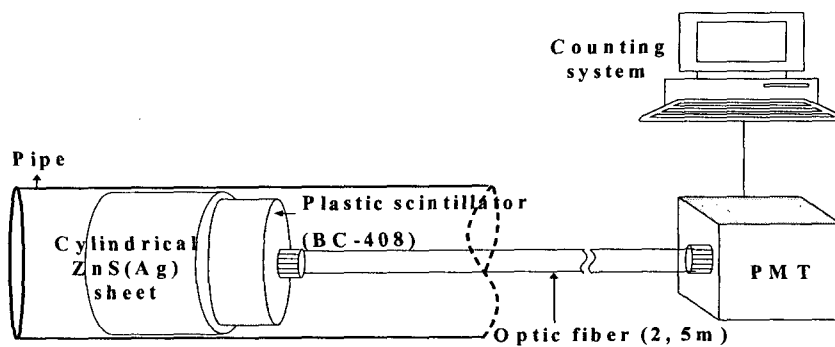


그림 1. 광섬유를 이용한 배관내부 방사능오염도 원격측정 검출시스템

검출 시스템에 성능 평가를 위해 사용된 베타선 검출용 플라스틱 섬광체는 발광파장이 최대 425 nm를 가진 Bicron사의 BC-408을 사용하였고, 알파선 검출용 ZnS(Ag) 무기섬광체는 최대 발광파장이 450 nm인 ELJEN Technology의 EJ-440을 사용하였다. BC-408과 EJ-440의 특성은 표 1에 나타내었다.

표 1. 배관 내부 알파 및 베타선 오염도 측정용 섬광체의 특성

	BC-408	EJ-440
Scintillator	Plastic	ZnS(Ag)
Density	1.32 g/cc	10 mg/cm ²
Light output, % Anthracene	64	300
Decay time, ns	2.1	200
Wavelength of Max. Emission, nm	425	450
Refractive index	1.58	-

원격측정을 위한 광섬유는 core가 silica로 구성된 다중모드 광섬유를 사용하였고, PMT와 섬광체의 광전송에 있어서 빛의 노출과 광손실을 막기 위해서 각각 케이스를 제작하였으며, 광섬유와 효과적으로 연결시키기 위해 SMA connector를 사용하였다. 광섬유의 기하학적 조건에 따른 검출 성능을 평가하였다.

- 참고문헌 -

- [1] 김계홍 외 4, "PSD 방법을 이용한 오염도 측정용 ZnS(Ag)/BC-408 phoswich 검출기의 알파/베타선 분리도 시험 및 성능 평가", 2006년 한국방사성폐기물학회 춘계학술대회 논문요약집, pp. 23~24.
- [2] S. Yamamoto et al. "Development of an Underground Radon Detector Using on Optical Fiber". IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. 50, No. 4, pp. 987-990(2003).
- [3] 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.