

Al₂O₃:C를 이용한 광자극선량계의 성능검사 결과 고찰

권오일 · 김광현 · 고상기 · 장동철 · 홍석모
한일원자력(주), *포항가속기연구소
E-mail: 51kwon@hanilnuclear.com

중심어 (keyword) : 광자극선량계, OSL, OSLN, 개인선량계, Al₂O₃:C

서론

국내 원자력법에는 신체외부에 피폭하는 방사선량을 측정하기 위하여 개인선량계를 착용하도록 규정하고 있다. 과거에는 개인선량계로 사용할 수 있는 선량계는 필름배지와 열형광선량계(TLD)로 두 가지 뿐이었지만, 과학이 발달하고 새로운 기술이 적용되어 성능과 안정성이 우수한 개인선량계가 개발됨에 따라 특정 선량계로 규정한 것을 측정원리에 따라 개인선량계로 사용할 수 있도록 원자력법이 개정되었다. 이에 당사는 추가적으로 알루미늄산화물(Al₂O₃:C)를 이용하는 광자극선량계를 개인선량계로 판독 서비스를 위해 성능검사를 완료하였다. 본 논문에서는 광자극선량계에 대한 측정원리, 각종 실험 및 성능검사결과를 분석하였다.

본론

란다우사의 광자극선량계 판독시스템은 Luxel과 Inlight 시스템으로 나누는데, Luxel은 대량 서비스가 가능하여 주로 미국, 일본 등 종사자 수가 많은 경우에 사용하며, 광원을 레이저로 사용한다. 또한 선량계를 1회 사용 후 폐기하며 재사용하지 않는다. 이에 비해 국내 도입한 Inlight 시스템은 선량계의 재사용이 가능하며, 광원으로 LED를 사용한다. 본 논문에서는 Inlight 시스템에 사용하는 광자극선량계 위주로 기술하였다.

광자극선량계는 OSL(Optical Stimulated Luminescence)와 OSLN(OSL Albedo Neutron Dosimeter)로 구분되는데 OSL은 X, γ 및 β선을 측정할 수 있으며, OSLN은 중성자까지도 측정할 수 있다. OSL은 알루미늄산화물이 함유된 소자 4개가 장착되어 있고 엄격한 테스트 과정을 거

쳐 합격한 소자만을 사용한다. 또한 OSLN은 OSL과 동일하나 4개의 소자중 2번째 소자에 ⁶LiCO₃를 코팅하여 중성자를 측정할 수 있도록 하였다.

측정원리는 방사선에 조사된 알루미늄산화물에 특정 파장의 빛을 자극하면 여기에 반응하여 나오는 또 다른 형광을 광전자증배관로 카운트 하는데, 이 형광의 양은 방사선량과 광자극의 양에 비례하여 증가하는 원리를 이용한다. 이처럼 형광방출을 측정하여 선량을 평가하는 것은 TLD와 비슷하나, 한번 판독시 빛의 자극으로 트랩된 전자 에너지의 0.2% 정도만을 소모하기 때문에 수차례 재판독할 수 있다는 차이점을 갖고 있다. 또한 OSLN의 중성자 측정원리는 ⁶Li 이 중성자(n)를 흡수하여 삼중수소(³H)와 알파(⁴He) 입자를 생성되는데 이 입자들이 쿨롱작용을 거쳐 흡수제인 Al₂O₃:C에 넘겨준다.

광자극선량계의 장점은 기존 TLD 소자보다 화학적, 기계적으로 강도가 좋아 안정적이며, Fading 특성 중 Short Term이 거의 없어 조사 후 즉시 판독 가능하고 Long Term은 1년에 4%이내(TLD는 6개월에 10%)이다. 또한 재현성이 우수하다. 운영자 측면에서 보면 빠른 판독속도, 편리한 교정 및 조건결정, 교정에 따른 표준조사비용 절감, 소자의 Sensitivity 산출 불필요 등 이외에도 많은 장점을 가지고 있다.

그림 1은 KINS에서 실시한 OSL 성능검사 결과이다. 1범주(고선량, 엑스선 M150)는 조사선량보다 낮게 평가되었다. 또한 5범주(베타, Sr/Y)에서는 조사선량보다 높게 평가되고 있는데 실제 2006년 NVLAP HPS N13.11-2001에 의해 테스트한 결과에서도 Sr/Y는 높게 평가되었으나, 다른 베타선장(Sr-90, Kr-85, Tl-204)에서의 편중은 0.003, 표준편차는 0.087이었다.