

## 감마선 측정용 전자개인선량계를 이용한 냉각재 배관 접촉 선량률 간접측정

최진수, 박경록, 황태원

한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, 대전광역시 유성구 장동 25-1

[feliz@khnp.co.kr](mailto:feliz@khnp.co.kr)

### 1. 서론

방사선 방호 등의 목적으로 사용되는 대부분의 감마선량률 측정기는 관심 지점의 선량률을 작업자가 직접 측정하는데 사용되고 있으며, 국내 원전에서는 이를 이용하여 주기적으로 방사선관리구역의 방사선량률을 측정하고 있다. 그러나 선량률이 높은 지역은 작업자의 과 피폭 가능성 때문에 연속적인 측정이 어려우며, 미리 정해진 측정 지점(예: 지역 방사선 감시계통 등) 이외에 작업상 필요에 따라 수시로 측정하는 경우, 동일한 측정기를 사용한다 하더라도 측정자 및 측정 방법 등의 차이에 따라 서로 다른 값을 나타낼 가능성을 가지고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 계통 배관 등에 고정 설치가 가능하고, 측정값을 저장할 수 있는 측정 장치가 필요하며, 본 실험에서는 감마선 측정용 전자개인선량계(DMC 2000S/MGP 사)의 측정값 저장 기능을 사용하여 계통 배관의 접촉 선량률 간접 측정하여 고준위 선량률 측정기(6112MH / Automess 사)의 측정값과 비교함으로써 향후 소형 선량률 측정기를 이용한 측정에 적용할 수 있는 기초 자료를 마련하고자 하였다[1].

### 2. 실험 및 결과

본 실험은 울진 1호기 16차 계획예방정비 중 수행하였으며, 대부분의 원전에서 사용하고 있는 고준위 감마선량률 측정기(6112MH) 및 전자개인선량계(DMC 2000S)를 이용하여 고선량 지역인 원자로냉각재 계통 Hot Leg(HL) 및 Cold Leg(CL) 상의 채널 별 각 1개 지점을 선정하여 동일 지점에서 동시에 선량률 측정을 실시하였다[1],[2].

고준위 감마선량률 측정기를 이용한 선량률 측정 시점은 발전소 산화운전 직전 및 운전 종료 직후이며, 측정위치 및 방법에 대한 일관성을 유지하기 위하여 동일 작업자로 하여금 측정을 수행하도록 하였다[3]. 고준위 감마선량률 측정기를 이용한 선량률 측정결과를 표 1에 나타내었다.

표 1. 고준위 감마선량률 측정기를 이용한 선량률 측정결과

(단위 : mSv/hr)

채널	측정 위치	산화운전 전	산화운전 후
A 채널	Hot Leg(끝단 45cm 지점)	0.64	0.81
	Cold Leg(하부 40cm 지점)	0.27	0.37
B 채널	Hot Leg(끝단 45cm 지점)	0.69	0.81
	Cold Leg(하부 40cm 지점)	0.28	0.42
C 채널	Hot Leg(끝단 45cm 지점)	0.66	1.00
	Cold Leg(하부 40cm 지점)	0.28	0.41

※ 측정시간은 이동시간을 감안한 시간 편차가 있음(±10분)

전자개인선량계는 산화운전 전에 지정된 위치에 설치하여 측정을 시작하였으며 10분 간격으로 측정된 집적 선량률을 저장 하도록 세팅하여 산화 운전이 완전 종료된 후 회수, 총 57시간의 측정 자료를 판독하였다[4]. 표 2의 선량률 값은 고준위 감마선량률 측정기 측정 전·후 각 2개의 데이터 평균값이고, 집적 선량(mSv)을 측정 시간(1/6 h)으로 나누어 선량률(mSv/h)로 환산하였다. 이 때 전자개인선량계 교정 시 적용된 팬텀에 대한 후방산란 영향(7 %)에 대해 보정하여 고준위 감마선량률 측정기를 이용한 측정값과 비교가 가능하도록 하였다[5].

표 2. 전자개인선량계를 이용한 선량률 간접 측정결과

(단위 : mSv/hr)

채널	측정 위치	산화운전 전 (2/24 13:30)	산화운전 후 (2/25, 17:30)
A 채널	Hot Leg(끝단 45cm 지점)	0.60	0.83
	Cold Leg(하부 40cm 지점)	0.25	0.37
B 채널	Hot Leg(끝단 45cm 지점)	0.57	0.76
	Cold Leg(하부 40cm 지점)	0.25	0.39
C 채널	Hot Leg(끝단 45cm 지점)	0.54	0.88
	Cold Leg(하부 40cm 지점)	0.26	0.42

표 1과 2에 나타난 값은 측정 장치 교정시의 불확도(선량률측정기 : 5.0 %, 전자개인선량계 : 5.8 %) 범위 내에서 근사한 결과를 보여주고 있으며, 측정시의 불확도를 감안하지 않더라도, 향후 소형 선량률측정기를 이용한 계통 내 특정 지점의 선량률 연속 측정 방법의 가능성을 보여주고 있다.

그림 1과 2는 전자개인선량계를 이용하여 간접 측정된 HL 및 CL의 시간에 따른 선량률의 변화를 보여주고 있으며, 연속된 측정값을 이용하여 산화운전 시 선량률 증가현상과 CVCS(Cheical and Volume Control System) 탈염기 운전으로 점차 선량이 감소하는 변화를 시간대 별로 파악 할 수 있었다.

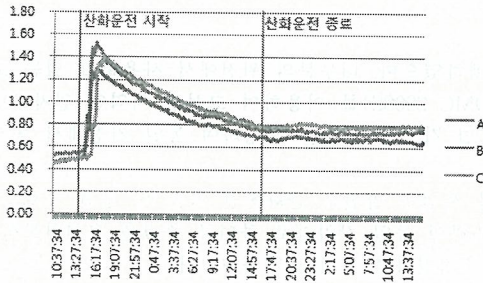


그림 1. Hot Leg 선량률 측정결과

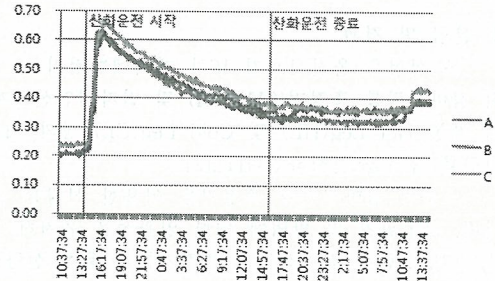


그림 2. Cold Leg 선량률 측정결과

### 3. 결론

본 실험에서는 울진1호기 원자로냉각재 배관의 동일위치에서 고준위 감마선량률 측정기로 직접 측정된 선량률과 전자개인선량계를 이용하여 간접 측정된 선량률을 비교하였다. 고준위 감마선량률 측정기를 이용하여 산화운전 전·후 각 1회 측정을 수행하였고, 전자개인선량계는 배관에 부착, 10분 간격으로 집적선량률 측정하여 선량률로 환산하였다. 고준위 선량률 측정기 및 전자개인선량계를 이용한 측정값을 비교한 결과 불확도 범위 내에서 매우 근사한 값을 나타내었으며, 전자개인선량계의 연속 측정값으로 산화 운전 전·후 등 계통 선량률 변화를 파악하는데 유용하게 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

향후 본 실험과 같이 선량률 측정 시 데이터 저장이 가능한 측정기를 측정위치에 설치하는 방법의 활용으로 연속 및 안정된 선량률 측정값 취득, 측정 소요인력 절감으로 인한 피폭저감 등의 효과를 기대할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

- [1] 한국수력원자력(주), 아연주입 발전정지 방사선량률 측정 방안, (2009).
- [2] EPRI, Application of the EPRI Standard Radiation Monitoring Program for PWR Radiation Field Reduction (TR-1015119), (2007).
- [3] Automess, Operating Manual for Models 6112M and 6112M/H, (2002).
- [4] MGP Instrument, DMC 2000S Electronic Dosimeter User's Manual, (2001).
- [5] 한국계량측정협회, 감마선 직독식 포켓 도시미터의 표준교정절차(KASTO 03-26-4080-035), (2002).