

팬텀 부착 위치에 따른 개인선량계 영향 평가

고종현, 원유호, 맹성준

한국수력원자력(주) 한수원중앙연구원, 대전광역시 유성구 유성대로 1312번길 70

ihko@khnp.co.kr

1. 서론

국내 원자력발전소에서는 작업종사자의 방사선 피폭관리를 위해 주선량계로는 열형광선량계(TLD)를, 보조선량계로는 자동선량계(ADR)를 사용하고 있다. 이러한 개인선량계 착용에 따른 인체의 후방산란 값을 모사하기 위하여 교정 시 선량계를 팬텀에 부착하여 조사(照射)한다.

감마선 측정용 ADR은 Fig. 1과 같이 PMMA(PolyMethyl Methacrylate) 팬텀(30 cm × 30 cm × 15 cm)에 부착하고 감마선 조사장치를 이용해 일정량의 감마선을 조사하여 교정을 하고 있다.

본 논문에서는 ADR 교정 시 팬텀에 부착하는 위치에 따라 ADR 선량 값의 영향 정도를 실험을 통해 평가하였다.

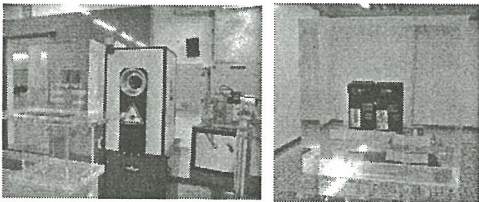


Fig. 1. Photos of Calibration Equipment.

2. 본론

실험에 사용한 조사 조건은 Table 1과 같다. 팬텀에 ADR을 부착하는 위치는 표준교정절차[1][2]에서 지정한 직경 15 cm 이내인 팬텀 정중앙부 1곳(C2)과 4곳(C4, C5, C6, C7) 그리고 직경 15 cm 바깥의 8곳 등 총 13개 지점을 Fig. 2와 같이 선정하였다.

Table 1. Irradiation Conditions.

Irradiation Value	10 mSv
Irradiation Time	250 seconds
Radiation Source	Cs-137, 3.7 TBq

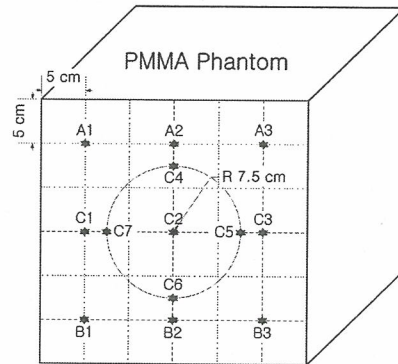


Fig. 2. Position of ADRs attached to Phantom.

2.1 빔 균질도 확인

본 실험에 앞서 감마선 조사장치의 빔 균질도를 확인하기 위하여 Fig. 3과 같은 하이트 미터(Height Meter)를 사용하여 13개 지점 중 한 곳에 ADR을 위치시키고 Table 1에서 정한 선량을 조사하여 선량 값을 측정 후 다른 지점에 ADR을 위치시키고 동일 선량을 조사하여 선량 값을 측정하는 반복적인 작업을 수행하였다. Table 2에는 각 지점에서의 측정된 선량 값과 각 지점과 정중앙부(C2)와의 상대편차 비율 산출 결과를 기술하였다. 정중앙부(C2)의 선량 값과 다른 지점 선량 값의 상대편차의 최대 값은 -1.90%이며 이 값은 표준교정절차[1][2]에서 언급한 빔 균질도 $\pm 2.5\%$ 이내임을 확인하였다.



Fig. 3. ADR attached to Height Meter for the Experiments.

Table 2. Reading Values without Phantom.

Position	Reading Value (mSv)	Relative Deviation to 'C2' (%)
A1	9.12	-1.19
A2	9.18	-0.54
A3	9.11	-1.30
B1	9.09	-1.52
B2	9.15	-0.87
B3	9.05	-1.95
C1	9.18	-0.54
C2	9.23	0.00
C3	9.16	-0.76
C4	9.21	-0.22
C5	9.19	-0.43
C6	9.17	-0.65
C7	9.21	-0.22

2.2 ADR 팬텀부착 위치에 따른 선량 평가

개인선량계 교정을 위한 표준교정절차[1][2]에서는 직경 15 cm 이내에 해당하는 조사평면에 최대 2대의 ADR을 부착하도록 되어있다. 표준교정절차에서 지정한 조사평면 내부와 외부의 위치별 선량 값의 영향 평가를 위하여 다음과 같은 절차에 따라 실험을 수행하였다. ADR 1개를 Fig. 2와 같은 팬텀의 한 지점에 부착하고 Table 1에서 정한 선량을 조사한 후 측정된 값을 기록하였다. 동일한 ADR을 다른 한 지점에 부착 후 같은 선량을 조사하여 측정된 값을 기록하는 작업을 반복하였다. 팬텀 각 지점에서 측정된 선량 값과, 각 지점과 팬텀 정중앙부와의 선량 값의 상대편차를 Table 3에 기술하였다.

Table 3. Reading Values with Phantom.

Position	Reading Value (mSv)	Relative Deviation to 'C2' (%)
A1	9.65	-4.46
A2	9.88	-2.18
A3	9.68	-4.16
B1	9.74	-3.56
B2	10.03	-0.69
B3	9.88	-2.18
C1	9.83	-2.67
C2	10.10	0.00
C3	9.91	-1.88
C4	9.95	-1.49
C5	9.98	-1.19
C6	10.04	-0.59
C7	9.92	-1.78

2.3 실험결과

ADR을 이용하여 팬텀 위 직경 15 cm 이내 지점(C4, C5, C6, C7)에서 측정된 선량 값과 정중앙

부(C2)에서 측정된 선량 값의 상대편차는 -0.59 % ~ -1.78 %의 값을 나타내었다. 또한, 직경 15 cm 바깥 지점에서의 선량 값은 정중앙부에 비해 -0.69 % ~ -4.46 %까지 상대편차가 발생하였으며 이것은 인체의 후방산란을 모사하기 위해 사용하는 팬텀의 가장자리로 갈수록 산란의 영향이 적어지기 때문이다. 또한, Table 3에서 보듯이 A 그룹(A1, A2, A3)보다는 B그룹(B1, B2, B3)에서 다소 높은 측정값을 갖는 것을 알 수 있는데 팬텀 하부에 위치한 조사선반 등의 산란 영향으로 판단된다. ADR을 팬텀에 부착 후 조사한 선량 값은 부착하기 전의 선량 값보다 5.81 % ~ 9.62 % 증가함을 보였다.

3. 결론

ADR에 대해 팬텀 부착 위치에 따라 선량 값 영향 정도를 실험으로 평가하였다.

실험결과 팬텀 직경 15 cm 이내 지점에서의 선량 값의 상대편차 최대 값은 -1.78 %를 나타내었으며 직경 15 cm 바깥 지점에서의 상대편차 최대 값은 -4.46 %를 나타내었다. ADR 조사 시 팬텀으로 인한 선량 값의 최대 변화 값은 9.62 % 임을 확인하였다.

향후 MCNP 코드를 이용하여 산란효과에 대한 정량적 분석 결과와 본 논문의 실험결과를 상호 비교·평가하는 연구가 필요하다.

4. 참고문헌

- [1] KASTO 04-26-2000-326, 엑스선 및 감마선 측정용 전자 개인선량계의 표준교정절차.
- [2] KHNP-CRI-CP-D07, 장비교정 절차서:감마선 측정용 전자개인선량계.