

시멘스 電子線量計의 특성(하)

加藤 朗*
 松本 進**
 富澤延之***

2) 에너지 특성

^{90}Sr - ^{90}Y 선원에 의한 $70\mu\text{m}$ 선량당량의 照射시험도 실시했다. 결과를 Table. 5에 제시한다. $1001\mu\text{Sv}$ 의 照射에 대해 Hs(0.07) 선량표시로 $896\mu\text{Sv}$ 를 계측하여 0.894의 반응을 보였다. $\pm 20\%$ 의 精度로는 충분히 계측이 가능하다는 것을 알 수 있다.

Table 5. β 선 반응시험

시험일 1993. 7. 30
 선량 ^{90}Sr - ^{90}Y
 조사방법 On Phantom at 30cm 패턴 표면밀착
 조사선량 $1001.5\mu\text{Sv}$
 조사시간 100sec

선량계 No	조사량 μSv	HP지시치 μSv	HS지시치 μSv
5134	1001.5	46	890
5427	↓	40	889
5101	↓	43	925
4952	↓	46	838
5073	↓	40	923
4963	1001.5	45	909
	AVG	43.3	895.7
	σ	2.805	32.210
	C.V%	6.47	3.60
	Response	0.043	0.894

3) 방향특성

Table 6, Fig 2, 3에 시멘스 전자선량계의 방향의존성이 나타나 있다.

선원 ^{137}Cs 에 있어서는 좌우, 상하 모두 $30^\circ \sim 60^\circ$ 까지의 반응이 0.98~0.91라는 양호한 결과를 나타냈다.

X선 에너지 30KeV에 있어서도 좌우, 상하에 있어 $30^\circ \sim 60^\circ$ 의 반응이 0.95~0.70이여서 低에너지 영역에 있어서도 $\pm 30\%$ 이내의 반응을 가진 전자선량계임을 알 수 있다.

4) 경보설정오차

시멘스 전자선량계는 아래에 제시한 선량 및 선량율에 대해 경보치를 설정할 수가 있다. 경보는 음향, 빛 및 표시에 의해 이루어진다. 설정치는 디지털치이며 표시치와는 잘 일치하기 때문에 경보설정의 오차는 지시오차와 동일하다.

- Hp 선량 경보
0.01mSv-99.99mSv
- Hs 선량 경보
0.1mSv-999.9mSv
- Hp 선량율 경보
7 $\mu\text{Sv/h}$ -999 $\mu\text{Sv/h}$
- Hs 선량율 경보
0.1mSv/h 99.99mSv/h

* Akira Katoh 千代田 보안용품 주식회사 계측기술 고문

** Susumu Matsumoto 동 선량계측 통괄부장

*** Novuyuki Tomizawa 동 大洗연구소 소장

Table 6. 방향특성시험(γ 선)

시 험 일 1993. 8. 29
 선 원 ^{137}Cs
 조사방법 On Phantom at 2m 패턴 표면밀착
 조사선량 $1000.5\mu\text{Sv}$
 조사시간 193sec
 기온·기압 25.4°C 1.009kPa

지시치 μSv

선량계 No	정면 0	우 측		좌 측		상 측		하 측	
		30	60	30	60	30	60	30	60
4952	1019	1006	936	999	930	1007	939	995	929
6368	1031	1013	941	1003	946	1000	941	1007	935
5073	1017	1001	937	995	945	1005	942	1000	925
4997	1026	1006	930	1002	956	994	926	1002	940
AVG	1023.3	1006.5	936.0	999.8	944.3	1001.5	937.0	1001.0	932.3
정면비	1	0.98	0.91	0.98	0.92	0.98	0.92	0.98	0.91

방향특성시험(X선)

시 험 일 1993. 2. 31
 선 원 X선 30keV
 조사방법 On Phantom at 5m 패턴 표면밀착
 조사선량 $1010.4\mu\text{Sv}$
 조사시간 31sec
 기온·기압 15.2°C 1.000kPa

지시치 μSv

선량계 No	정면 0	우 측		좌 측		상 측		하 측	
		30	60	30	60	30	60	60	30
6677	535	513	403	509	460	507	379	497	378
10264	559	522	404	527	462	529	407	526	383
AVG	547.0	517.5	403.5	518.0	461.0	518.0	393.0	511.5	380.5
CV%	3.10	1.23	0.18	2.46	0.31	3.00	5.04	4.01	0.93
반 응	1.09	1.04	0.81	1.04	0.92	1.04	0.79	1.02	0.76
정면비	1	0.95	0.74	0.95	0.84	0.95	0.72	0.94	0.70

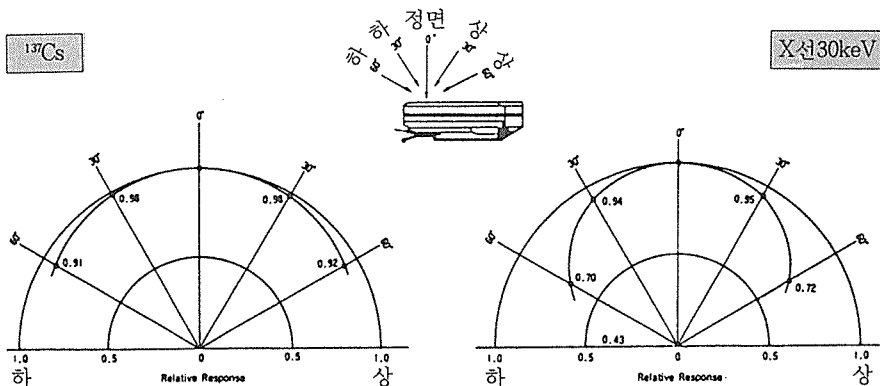


Fig. 2 방향특성(상하감도)

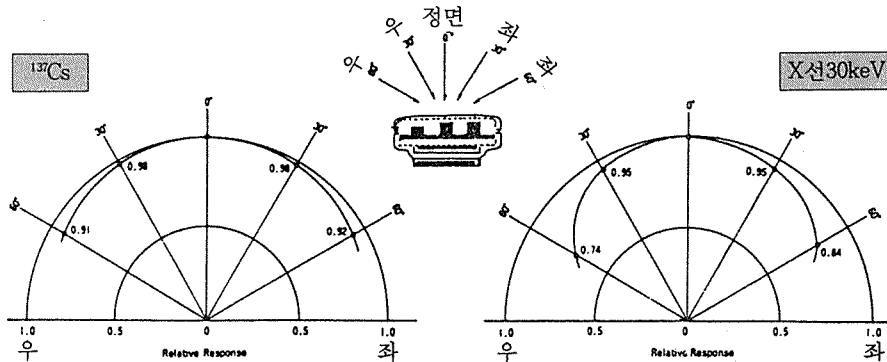


Fig. 3 방향특성(좌우감도)

Table 7. 선량을 직선성(Cs)

시험일 1993. 11. 1
 선원 ^{137}Cs

조사방법 Free Air
 기온·기압 22.1°C 1018hpa
 거리 0.7~4m

EPD ID	선량율	조사선량	관독치1	관독치2	관독치3	전평균	정규화 Re
6530	mSv/h 153.6	μSv 1030	949	921	947	947.5	0.98
6616			947	926	952		
6368			937	924	1011		
6465			953	946	920		
6398			952	961	965		
평균치			947.8	935.6	959		
표준편차	5.97	17.27	33.37				
6369	mSv/h 75.0	μSv 1035	967	973	966	968.5	1.00
6349			953	963	957		
6356			983	979	974		
6178			969	965	971		
5073			966	965	977		
평균치			967.6	969	969		
표준편차	10.67	6.78	7.84				
5101	mSv/h 33.2	μSv 1019	937	936	934	941.3	0.98
4963			945	939	943		
5891			935	930	932		
6060			942	942	938		
5458			955	957	955		
평균치			942.8	940.8	940.4		
표준편차	7.89	10.08	9.18				
5614	mSv/h 18.6	μSv 1013	932	933	933	942.8	0.99
5747			933	927	935		
4997			940	944	939		
5615			960	962	959		
5481			948	947	950		
평균치			942.6	942.6	943.2		
표준편차	11.65	13.54	11.01				
5459	mSv/h 8.2	μSv 1012	944	943	946	946.8	1.00
5480			952	960	954		
5134			945	943	941		
5427			944	945	944		
4952			947	946	948		
평균치			946.4	947.4	946.6		
표준편차	3.36	7.16	4.88				
6846	mSv/h 4.6	μSv 1008	943	947	945	946.6	1.00
6845			955	949	946		
6590			946	946	942		
평균치			948	947.3	944.3		
표준편차			6.24	1.53	2.08		

정규화 Re는 4.6mSv/h를 기준으로 한다.

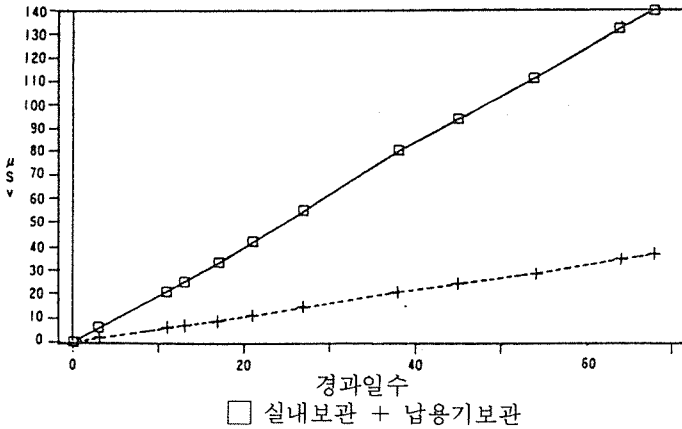


Fig. 4 전자선량계에 의한 BG측정 실내보관과 납용기내 보관의 비교

Table 8. BG측정

경과일수	단위 μSv	
	실 내	납차폐
0	0	0
3	6	2
11	21	6
13	25	7
17	33	9
21	42	12
27	55	15
38	80	21
45	94	25
54	111	29
64	132	35
68	140	37

납차폐는 5cm두께의 납용기내에 보관

5) 선량을 특성

1cm 선량당량율이 시멘스 전자선량계의 적산치에 끼친 영향에 대해 조사했다. 선량율을 4.6mSv/h~153mSv/h까지 변화시켜 조사선량을 거의 동일하게 했을 경우의 반응을 보았다. 결과는 Table 7과 같다.

4.6mSv/h일 때의 반응을 1로 했을 경우의 각선량을 반응은 0.98~1.00과 거의 동일하다. 따라서 이 선량을 범위에서 선량을 의존성은 없다고 말할 수 있다.

6) 자연적산 특성

시멘스 전자선량계에 의한 자연적산 결과는 Table 8, Fig 4와 같다.

결과는 철근 콘크리트 건물내와 5cm 두께의 납용기 내에서 나타난 것이다. 선량은 경과일수와 더불어 직선적으로 증가하며, 저선량율의 장소에서도 안정된 계측을 하고 있음을 알 수 있다.

계측치는 68일의 경과일수로 140 μSv 이며, 하루마다 약 2 μSv 가 증가한다.

납용기 내의 선량은 68일의 경과로 37 μSv 이며, 선량율 환산으로 0.023 $\mu\text{Sv/h}$ 가 되어, 통상의 환경레벨 선량율은 물론 이와 같은 極低레벨의 선량율 영역에서도 충분한 계측능력을 가진 전자선량계임을 알 수 있다.

4. Hp(10)와 1cm 선량당량에 의한 측정결과

시멘스 전자선량계는 NRPB에 의해 ICRU 47의 개인선량당량 Hp(10)을, Hs(0.07)에 의해 교정과 특성측정을 실시하고 있다. 당사 大洗연구소에서의 교정과 특성측정은 X, γ 선의 경우 현재 일본서 채용되고 있는 1cm 선량당량으로, β 선의 경우 70 μm 선량당량으로 실시되고 있다. 1cm 선량당량에 의한 에너지 특성의 측정결과는 Fig. 1(전호 참조)에 볼 수 있듯이 NRPB의 Hp(10)에 의한 측정결과와 거의 일치하고 있다. 그러므로 시멘스 전자선량계의 경우 1cm 선량당량에 적용시키거나 Hp(10)에 적용시키거나 문제가 없다고 할 수 있다.

5. 맺는 말

현재 당 회사는 시멘스 전자선량계에 의한 개인선량 측정 서비스를 실시하는 계획으로 선량계의 특성확인, 시스템의 구축등을 주의 깊게 진행하고 있는 바, 그 일환으로 시멘스 전자선량계의 특성을 기술했다. 계속해서 시멘스 전자선량계에 의한 서비스 시스템 등에 대해 발표할 예정에 있다.

본사에서 취급하는 시멘스 전자선량계는 품질보증의 일환으로 본사 大洗연구소에서 JIS에 의거한 校正을 실시하기로 되어 있다.