

시멘스 電子線量計의 특징(상)

1. 머리말

우리 干代田 보안용품 주식회사는 영국 시멘스프래시 콜트록社와 同社의 전자 개인 선량계(이하 시멘스 전자선량계라 함)에 대해 판매대리계약을 맺어, 시멘스 전자선량계에 의한 개인 선량측정서비스를 실시하게 되었다.

시멘스 전자선량계는 개인선량계로서의 선량, 선량율의 측정 및 경보기능을 가지고 있을 뿐 아니라, 이 선량계는 여러 기능을 가진 기억장치를 갖추고 있기 때문에 방사선 관리상 필요한 자료를 기억할 수 있다. 여기서는 2회로 나누어 개인선량계로서의 시멘스 전자선량계의 성능과 특성을 설명하고, 이어 폐사 大洗 연구소에서의 특성시험 결과에 대해 설명하고자 한다.

시멘스 전자선량계는 X, γ , β 선 측정을 대상으로 하고 있지만, 시멘스 전자선량계의 특성은 영국의 NRPB에 의한 ICRU47의 개인선량당량 Hp(10), 내지 HS(0.07)에 의해 측정되고 있다. 폐사 大洗 연구소에서는 현재 일본에서 채용되고 있는 1cm 선량당량, 70 μ m 선량당량으로 시험하여 특성을 측정하였다. 이하 시멘스프래시 콘트롤社가 발표한 시멘스 전자선량계의 방법과 기능에 관

한 소개와 폐사 大洗 연구소에서 실시한 시험과 특성의 측정결과에 대해 소개하고자 한다.

2. 시멘스 전자선량계의 사용방법

시멘스 전자선량계는 선량, 선량률, 경보설 정치, 선량계 ID 등이 직접으로, 또한 專用리더를 통하여 자료를 읽을 수 있게 되어 있다. 전용리더는 일반적인 개인용 컴퓨터에 의해 제어되며, 자료의 읽고 써 넣기는 광통신을 통해 이루어질 수 있게 되어 있다. 이 시멘스 전자선량계의 특징은 高感度이라는 점, 에너지 의존도가 低에너지에서 매우 넓은 범위에 이르기까지 매우 양호하다는 점, 또한 전지의 수명은 가동상태로 약 1년간 지탱한다는 점, 내부 기억장치도 不揮發性的의 기억장치를 사용하고 있기 때문에 일단 기억된 자료는 전원없이도 약 10년간 保持될 수 있다는 점 등을 들 수 있다. 시멘스 전자선량계의 메이카 사용방법은 다음과 같이 되어 있다.

2-1 선량계 사용방법

측정대상 방사선

X, γ 선 (20keV~)

- * 加藤朗 Akina Katoh 干代田 보안용품주식회사 계측기술고문
- ** 松本進 Susumu Matsumete 상기회사이사 선량계측통활부장
- *** 富澤延之 Nobuyuki TomiZAWA 상기회사 大洗연구소 소장

β선 (평균 250keV~)

검출기

실리콘 다이오드

측정대상 선량

Hp(10), HS(0.07)

표시선량 범위

Hp(10) 1μSv에서 999.9m Sv
(내부에서 기억될 수 있는 선량은 10 Sv까지 가능)

Hs(0.07) 1μSv에서 999.9m Sv
(내부에서 기억될 수 있는 선량은 10 Sv까지 가능)

Hp(10) 1μSv/h에서 999μ Sv/h

Hs(0.07) 0.01m Sv/h에서 99.99Sv/h

직선성

(强透過性 방사선 (¹³⁷Cs)에 대해)

- 1μSv/h~0.5μ Sv/h까지 ±10%
- ~1 Sv/h까지 ±20%
- ~2 Sv/h까지 ±30%
- ~4 Sv/h까지 ±50%

(弱透過性 방사선 (⁹⁰Sr~⁹⁰Y)에 대하여)

- 1μ Sv/h~1Sv/h까지 ±20%
- ~4Sv/h까지 ±50%

精度

선량 ±10% (¹³⁷Cs)

선량률 (强透過性 방사선 ¹³⁷Cs)

- 0.5 Sv/h까지 ±10%
- 1 Sv/h까지 ±20%

에너지 특성

- X, γ선 20keV에서 1.5MeV까지 ±30%
- 1.5keV에서 10MeV까지 ±50%
- 259keV에서 1.5MeV까지 ±30%

방향특성

적용 에너지 범위

0°~60°까지 30%

온도특성

-10°C에서 40°C까지의 규정 精度

이내로 되어 있다.

2-2 기능시험방식

시멘스 전자선량계는 경보가 달린 개인선량계로서 고성능일 뿐 아니라 다양한 방사

성 관리상의 기능을 갖추고 있다.

특징

1. 선량과 선량률의 直讀이 가능하다.
2. 검출선량은 1μ Sv에서
3. 표시선량은 Hp(10)와 HS(0.07)
4. 일반적인 경보달린 선량계의 기능을 갖는다.
5. 電池 교환은 연 1회
6. 재교정 시기 표시기능
7. 측정한계 4 Sv/h
8. 1년간 연속가동

기억장치 기능

1. 선량관리를 위한 단시간의 선량 데이터
2. 加算 가능한 集積 선량
3. 計數 데이터의 補正計數
4. 교정 후부터의 경과시간
5. 시각정보와 함께 검출한 최대선량치
6. 가동 경과시간
7. 선량계의 가동상태
8. ID 코드

이상은 대표적인 것으로 그 밖에 각종 데이터를 保持할 수 있다.

경보기능

동작불량 경보

음향에 의한 것 및 發光 경보

경고 경보

설정선량 및 선량률의 음향에 의한 것 및 發光 정보

경고 설정범위

Hp(10) 선량 0.01m Sv-99.99m Sv
선량률 7μ Sv/h-9999μ Sv/h

Hs(0.07)선량 0.1m Sv-999.9m Sv
선량률 0.1m Sv/h-99.99m Sv/h

선량증가에 의한 경적기능

전지의 소모에 의한 교환시기 표시

교정을 위한 返却 시기표시

2-3 표시기능

1. Hp 선량
2. Hs 선량
3. Hp 集積 선량
4. Hs 集積 선량
5. Hp 선량률
6. Hs 선량률
7. Hp 선량 경고
8. Hs 선량 경고
9. Hp 선량률 경고
10. Hs 선량률 경고
11. 사용자 ID
12. 동작 테스트

이상 12항목에 대해서는 두개의 조작 누름단추에 의해 표시할 수 있다.

2-4 구조·기타

電源

高容量 리튬 전지

케이스

망가닌 스텐

베타線 檢出用窓

알루미늄/카프턴

크립

耐久 플라스틱 교환가능

경보음

30cm의 85dBA

치수

85mm×63mm×35mm(크립 포함)

중량

170g

3. 폐사 大洗 연구소에서의 照射試驗 및 특성의 측정

3-1 시험항목

시멘스 전자선량계에 대해 폐사 大洗 연구소에서는 JIS Z 4511 「X, γ선용 조사선량 측정기 및 선량당량 측정기의 교정방법」에 준하여 성능과 특성의 확인을 실시하고 있다.

이런 성능확인, 특성측정은 폐사 大洗 연구소의 X, γ선 校正裝置, β선 교정장치에 의해 실시했다. 특성시험에 있어서의 기준의 선량, 선량률은 X, γ선의 경우 전자기술 종합연구소의 국가표준에 의해 교정된 일차기준 측정기로 조사선량과 선량률을 측정하여 소정의 환산계수를 곱하여 기준 1cm 선량당량, 선량당량률을 구하였다. 시험은 JIS에 의한 팬텀 상에서 실시되고 있다. β선은 독일의 PTB에서 70μm 선량당량이 정해진 β선이지만, 국가표준과의 트레이서빌리티가 확보되어 있다.

시험, 특성의 측정은 JIS Z 4312 「X선 및 γ선용 개인경보 선량계」에 준하여 실시하고 있다. 여기서는 이런 시험 중의 대표적인 시험항목으로서 지시오차, 에너지 특성, 방향특성, 경보설정오차, 선량률 특성, 자연적산 특성 등에 대해 검토를 실시한 바 있어 소개한다.

3-2 시험의 방법 및 결과

시험의 방법 및 결과를 아래에 소개한다.

시험방법

조사장치

大洗 연구소 콜리메이터 γ선 교정장치, 中硬 X선 교정장치, β선 교정장치
線源

⁶⁰Co, ¹³⁷Cs 및 ⁹⁰Sr-⁹⁰Y

照射 방법

팬텀 부착의 照射, 선량계는 팬텀 표면에 밀착시켰다.

照射거리

線源-팬텀 표면까지의 거리를 기준

照射선량

1cm 선량당량, 70μm 선량당량

1) 지시오차 시험

28대의 시멘스 전자선량계에 대해 1000μSv의 선량을 3회 照射하였다. ¹³⁷Cs 선원의 전 평균 응답은 1,015이며 기준선량과의 차는 1.5%이므로 매우 양호하다. 또한 측정치의 변동계수는 0.25%여서 측정치의 오차가 적다

는 것을 알 수 있다.

^{60}Co 照射의 전평균 응답은 0.914로 좀 낮은 편이지만, 변동계수는 같은 정도의 0.26%이다. ^{137}Cs , ^{60}Co 선원에 의한 결과여서 오차가 적은 안정된 선량계임을 알 수 있다. 이 시멘스 전자선량계는 ^{137}Cs 의 에너지에 있어서의 深部線量으로 감도가 조정되어 있기 때문에 ^{60}Co 의 에너지에서는 낮아지는 경향이 있다. 그러나 그 차는 10% 이내이며 충분한 精度라고 말할 수 있다.

뿐만 아니라 再現性에 있어서도 $100\mu\text{Sv}$ 의 측정시 변동계수가 평균 1.19%, $1000\mu\text{Sv}$ 의 측정시 변동계수는 평균 0.29%이므로 매우 양호한 결과를 나타내고 있다. 동일선량의 반복측정에 있어서도 안정된 계측이 가능한 선량계라 할 수 있다.

2) 에너지 특성

Fig.1에 폐사 大洗 연구소의 교정장치로 실시한 에너지 특성 시험결과와 영국 NRPB에

서 실시한 에너지 특성 시험의 결과가 나타나 있다. 이 시멘스 전자선량계는 1CRU47에 의한 개인선량 Hp(10)가 측정의 대상이 되어 있고 NRPB의 데이터는 이 Hp(10)에 의한 것이다.

폐사 大洗 연구소에서는 ICRU39에 바탕을 둔 1cm 선량당량으로 특성 측정을 실시하였다. 또한 X선 영역의 線質은 개인 모니터임을 고려하여 QI(선질계수)를 약 0.6으로 하였다. 에너지가 20keV~ ^{60}Co 의 범위에 걸쳐 $\pm 20\%$ 이내이며 넓은 에너지 범위로 양호한 반응을 얻을 수 있음을 나타내고 있다.

X선 영역의 반응은 NRPB에서의 데이터와 폐사 大洗 연구소에서의 데이터가 약간 다른 점이 있지만, Hp(10)와 1cm 선량당량과의 차이, 팜텀의 形狀, 線質계수 등의 차이가 이 응답의 차이라고 생각된다.

아무튼 양호한 에너지 특성을 지닌 전자선량계임을 알 수 있다. (계속)

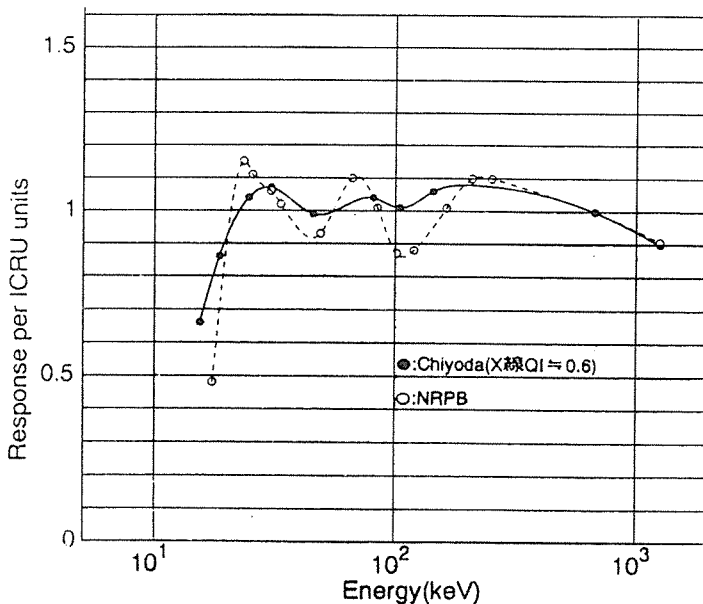


Fig.1 전자선량계 에너지 응답