第5回

放射線管理

서 두 환
한국원자력연구소
원자로관리실장

5. 使用目的에서 본 放射線測定器의 種類와 특징

지금까지 기술한 바와 같이, 방사선검출기는, 대상으로 하는 방사선의 종류와 에너지에 따라 감응도가 다르며, 여러가지 종류가 있다. 한편, 방사선측정기는 이들 검출기를 사용하여 사용목적에 따라 검출기자체를 가공하거나 특별한 장치를 붙이거나, 또는 계수, 증폭회로, 표시방법 등도 각각으로 고안되어 있다. 여기에서는 사용목적에서 본 측정기의 종류, 특징 및 사용상의 주의에 대하여, 작업자가 직접 장착하거나 사용하는 것에 한하여 간단히 기술한다.

5.1 個人外部被曝線量測定器

개인외부피폭선량측정기에는

(1) 일정기간(예를 들면 1주간, 1개월, 한 작업기간)중의 직접선량측정을 목적으로 한 측정기
(2) 매일의 피폭선량체크를 목적으로 한 측정기
(3) 일정한 선량률이상으로 되었을 때 경보를 내어, 선량률변동의 감시를 목적으로 한 측정기
(4) 계획피폭에 근거를 둔 작업에서, 일정한 집적선량이상으로 되었을 때 경보를 내는 측정기

등이 있다. 측정기중에는 상기의 두가지 이상의 목적을 위해서 사용하는 것도 있기 때문에, 여기서는 측정기별로 그 특징을 기술한다.

1) 필름배지(Film Badge) 線量計

필름배지선량계는 일정기간의 집적선량을 측정하는데 적합하며, 가장 오래전 부터 사용하고 있는 측정기이다. 이 선량계는 한장의 필름으로 X선, γ선, β선, 열중성자선 등의 종류별 선량, 에너지, 입사방향 등 많은 정보를 얻을 수 있고, 성능이 안정하며, 교정이 쉽다 등의 특징을 가지고 있기 때문에, 오늘날도 가장 많이 그리고 주측정기로서 사용하고 있다.

필름배지는 그림 30에 나타낸 것처럼, 감도의 에너지의존성이 크기 때문에, 원자력시설 등에서 사용할 때는 30keV~3MeV의 에너지범위에서 에너지의존성을 평탄화시킨 광범위용 필름배지를 사용한다. 그러나 방사선의 에너지가 한정되어 있는 진단, 치료 등의 병원에서는 연X선용 필름배지를 사용한다.

필름배지선량계의 검출한계선량은 1개월 사용하였을 때 10mrem이며, 통상의 개인피폭관리에는 충분한 감도를 가지고 있다고 볼 수 있다. 이것은 현재의 개인피폭선량 기록방법이 1mrem 자리수는 사사오입시켜 10 mrem 단위로 기록하도록 되어있고, 필름배지는 일정기간의 집적선량을 측정하기 위하여 사용하고 있는 점 등으로도 합리성을 가진다. 최대측정가능 선량은 세장의 필름을 사용하여 1,000rem이다.

필름배지로 선량평가하는데는 현상처리를 위한 암실, 농도측정과 선량환산 등 특별한 시설이나 장치가 필요하고 시간도 걸리기 때문에, 매일의 피폭선량측정에는 부적당하다. 또 포켓선량계처럼 선량값을 직접 눈으로 판

독할 수 없다는 불편함도 있다. 반면에, 현상처리, 선량평가할 때마다 동일유제번호의 표준조사한 필름을 사용하므로써 대량의 측정기를 동시교정할 수 있으며, 측정의 확실성도 높고, 필름이 증거로서 남는다는 장점이 있다. 현재는 현상처리에서 선량의 기록까지 자동화된 장치가 개발되어 있고 집적선량의 주측정기로서 우수한 성능을 갖는 측정기이다.

필름배지선량계를 사용할 때는 배지케이스에서 필름을 끄집어 내지말 것, 오염가능성이 있는 곳에서 사용할 때는 비닐을 덮어서 사용할 것, 물에 잠기지 않도록 할 것, 납으로 된 방호구를 착용하여 작업할 때는 방호구 안쪽에 필름배지를 착용하는 것 등의 주의가 필요하다.

2) 熱螢光線量計

열형광(thermoluminescence)선량계(TLD)는 일정기간의 집적선량을 측정하는데 적합하다. 이전부터 감도가 높다는 것, 감도의 에너지의존성이 적다는 이유로 주목되어 온 측정기였지만, 최근 시설의 출입관리와 병용할 수 있는 시스템이 완성되어, 매일의 선량체크에도 사용할 수 있게 되어 부측정기로서 널리 사용하게 되었다.

TLD는 γ선의 선량을 측정할 때는 γ선용 소자를 사용해야 하는 것처럼, 대상으로 하는 방사선의 수만큼의 소자가 필요하고, 측정도 개발적으로 해야할 번거로움이 있다. 따라서 일반적으로는 γ선용 소자만을 사용하여 매일의 피폭선량을 체크하기 위하여 사용하거나, 복수개의 소자를 장착하지만 γ선용 소자가 일정기준 이상이 되었을 때만 다른 소자에 대해서도 측정하는 등의 방법을 취하고 있다.

TLD의 검출한계선량은 퇴색(fading)이 적기 때문에, 사용기간에 무관하여 거의 0.1 mrem이며, 최대측정가능선량은 1,000rem이다. 이것은 필름배지선량계와 비교하여 검출한계가 한자리수 낮고, 그리고 1개의 소자로 광범위의 선량측정이 가능하다는 다른 선량계에는 없는 큰 특징을 가지고 있다. 선량측정은 가열 또는 광조사에서 선량표시까지 일체로 된 소형측정기로서 단시간내에 측정할 수 있고, 특별한 시설, 방을 필요치 않다.

TLD는 반복사용이 가능하며, 조사선량이 낮을 때는 100회정도 사용해도 특별한 성능변화는 없다. 선량계의 교정은 한개마다 해야 한다. 특히 감도의 오차에는 주의를 해야 한다. 즉, 같은 선량을 조사시켜도 소자에 따라 어떤 것은 열형광량이 많거나 적어도 소자고유의 감도차를 가진다. 형광의 재현성이 좋다 하더라도 이와 같은 감도의 요동은 측정치의 정확도가 나빠지므로 정확한 측정을 할 때는 소자고유의 감도특성을 전산기에 기억시켜 측정할 때마다, 그 값을 이용하여 보정해야 할 필요가 있다.

TLD의 사용상 주의는 필름배지선량계의 경우와 비슷하지만, 소자를 직접 손으로 만지거나 상처를 내면, 트리보(tribo 마찰)형광의라는 이상형광을 내어 측정치에 큰 오차를 초래하므로, 특히 주의해야 한다.

3) 포켓線量計

포켓선량계는 단기간의 집적선량측정에 적합하며, 간단한 충전기로 영점조정할 수 있고, 선량을 눈으로 볼 수 있다는 이점이 있기 때문에, 오래전 부터 사용하고 있고, 현재도 매일의 선량체크 등 부측정기로서 널리 사용되고 있다. 포켓선량계로서 현재 가장 널리 사용되고 있는 것은 벽재로 베이크라이트 또는 플라스틱을 사용한 γ선용이지만, 그 이외에 벽재에 붕소(B)를 바른 열중성자용, 함수소유기질막을 이용한 속중성자용, 벽재의 알루미늄(Al)에 구멍을 낸 β선용 등이 있다.

포켓선량계는 가장 감도가 높은 것으로 최대눈금이 100mrem에서 100rem까지 있으며, 예상피폭선량에 따라 적절히 선량계를 선택하여 사용한다.

포켓선량계는 감도의 에너지의존성이나 방향의존성이 적다는 이점을 갖는 반면에, 충격으로 지시침이 흔들리거나 습도가 높은 환경에서는 리크로 지시침이 흔들리는 결점이

있다. 따라서 사용할 때는 부딪히거나 떨어뜨리지 않도록 주의하는 동시에, 습도가 높은 곳에서 사용할 때는 캡을 덮거나 비닐봉지로 방습해야 한다.

포켓선량계는 기종에 따라 최대측정가능선량이 결정되어 있다. 따라서 예를 들면, 최대눈금이 200mrem인 선량계를 사용하여 지시침이 그 값을 넘어서 정지하면 200mrem이상 어느만큼의 선량을 피폭하였는지를 알 수가 없다. 이런 경우는, 곧바로 주측정기로 선량평가해야 한다. 반대로 이와 같은 경우를 예측하여 필요이상으로 최대눈금이 큰 선량계를 사용하면 저선량영역에서 판독오차가 커지기 때문에 부적당하다.

포켓선량계를 통상적인 방사선작업에 사용할 때는, 지시침의 영점조정을 위한 수고시간을 생략하여, 사용전의 지시눈금과 수용후의 지시눈금의 차이로부터 선량을 구하는 것이 실제적이다. 선량의 자동판독장치와 데이터의 전산기투입은 현재의 기술로서 쉬운 일이지만, 실용화되어 있지 않는 것은 측정정도, 성능면에서 우수한 것이 있기 때문이다.

포켓선량계의 사용상의 주의는 전술한 두가지 선량계와 같지만, 특히 충격에 대해서는 주의해야 하고, 끈으로 목에 걸어서 앞가슴 포켓에 크립으로 꽂아서 사용한다.

4) 警報付着個人被曝線量計

경보부착개인피폭선량계는 단기간의 집적선량을 측정할 수 있는 동시에, 사용전에 집적선량의 경보기준을 설정하여 집적선량이 그 값을 초과하였을 때 경보를 낼 수 있도록 되어있다. 또 경보기준을 선량률로 설정할 수 있고, 집적선량이 다지탈로 표시되어 직접 눈으로 읽을 수 있는 포켓선량계와 같은 특징 이외에 경보설정이 가능한 새로운 기능을 갖추어 있기 때문에, 최근에 널리 사용하게 되었다.

경보부착개인피폭선량계에는 검출기로서 소형의 GM계수관을 사용한 것과, 전리함을 사용한 것 등, 두가지가 있다. 따라서 대상이 되는 방사선은 X/γ선 뿐이다. 선량측정범위는 1mR에서 1R 또는 5R까지 디지탈로 표시되며, 경보설정기준은 기종에 따라 미리 결정되어 있으며 4~9곳이다. 검출기로서 GM계수관을 사용한 것은 필터를 붙여 에너지특성을 평탄화시켜 적도록 되어 있지만, 그래도 30~120keV의 범위에서는 20% 정도의 증대가 생긴다.

경보부착개인피폭선량계는 전원의 ON, OFF 스위치, 경보기준의 설정 등은 특별한 도구를 사용하여 덮개를 열지 않으면 조작할 수 없게 되어 있으며, 사용자는 집적선량의 확인만을 할 수 있도록 측정기의 관리와 사용상의 편리성을 갖추어 있다. 또 선량측정치를 외부로 끄집어내는 단자가 있고, 선량판독, 기록 등을 자동화한 시스템도 실용화되어 있기 때문에, 시설의 출입관리에도 병용이 가능하다. 전원으로서는 충전식건전지를 사용하고, 연속사용가능시간은 10~30시간정도이기 때문에, 충전을 자주 해야 한다.

경보부착개인피폭선량계의 특징은 경보를 내는데 있다. 따라서 통상적인 방사선작업에 대한 매일의 피폭선량체크, 그 외에 계획피폭을 설정한 방사선작업의 피폭관리, 시설의 점검, 순찰 등에 가장 적합한 측정기이다.

사용상의 주의는 전술한 1), 2), 3)과 같지만, 전자부품을 사용하고 있기 때문에, 기계적인 충격에 약하여, 파손되어 사용할 수 없게 되는 경우도 있기 때문에, 특히 주의해야 한다.

5. 2 서베이미터(Survey Meter)

서베이미터는 작업장소나 사람이 출입할 가능성이 있는 구역의 공간선량률, 입자속밀도, 표면오염밀도 등을 측정하는 휴대형 방사선측정기의 통칭이며, 용도, 방사선의 종류와 에너지, 검출방법에 따라 몇가지의 형식이 있다. 어떠한 용도일지라도, 다음과 같은 조건을 만족시켜야 한다.

(1) 소형, 경량(중량 : ~3kg이하, 크기 : 30 × 15 × 15cm 이하)
(2) 취급간단
(3) 보수, 교정이 용이(전지의 교환, 감도

조정 등이 쉽고, 연속사용가능시간이 100시간 이상)

또 특성에 관한 조건으로서 다음과 같은 것이 있다.

(1) 감도의 에너지의존성이 작을 것
(2) 온도변화에 안정할 것(−10℃~40℃)
(3) 습기에 견딜 것
(4) 감도가 높을 것(0.1mrem/hr 이상)

이들 제조건을 모두 만족시키기에는 곤란하기 때문에, 용도나 목적에 따라 적당한 서베이미터를 선택한다. 이하에 대상으로 하는 방사선의 종류별로 서베이미터의 특징과 사용상의 주의에 대하여 기술한다.

1) X/γ선용 서베이미터

X/γ선용 서베이미터는 주로 공간선량률의 측정과 표면선량률의 측정에 사용되며, 서베이미터중에서 가장 널리 사용되고 있다. 검출기로서는 감도가 낮은 쪽부터 열거하면 전리함, GM계수관, 플라스틱신틸레이터, NaI(Tl)신틸레이터이다. 검출기의 종류와 특징의 각항에서 기술한 바와 같이, 이들 검출기는 감도의 에너지의존성을 가지고 있다. 그 모양을 그림 45 (a), (b), (c)에 나타내었다. 그림에서 세로축의 교정정수는 서베이미터의 지시치와 실제 선량치와의 비이며, 감도의 역수에 비례하는 값이다. 이들 그림에서 알 수 있는 바와 같이 선량(률)의 정량적인 측정을 할 때는 감도의 에너지의존성이 작은 전리함형 서베이미터를 사용하고, 방사선의 유무를 알기위한 정성적인 측정에는 GM계수관형 서베이미터를 사용한다. 또 선량(률)이 매우 낮은 경우는 플라스틱 또는 NaI(Tl) 신틸레이션형 서베이미터를 사용한다.

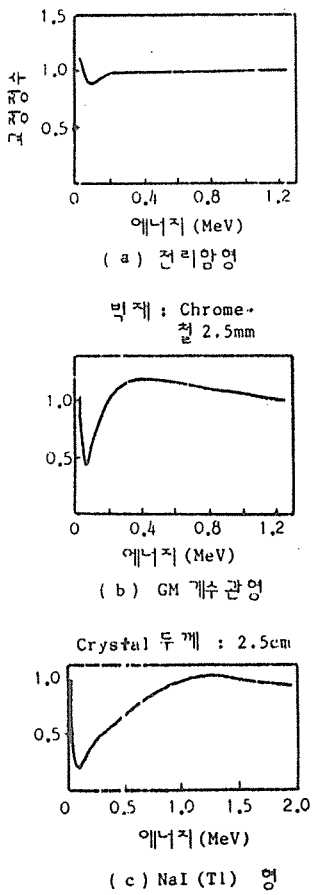

그림 45. 각종 서베이미터의 에너지 의존성(X/γ선)

X/γ선용 서베이미터의 눈금은 mR/h, R/h와 같이 선량률을 직선눈금 또는 대수눈금으로 나타내는 것이 많지만, 최근에는 이것을 적산형선량계로서도 사용할 수 있도록 mR, R로 표시한 것도 있다. 전원은 거의 건전지를 사용하며, AC전원과 병용할 수 있는 것도 있다.

X/γ선용 서베이미터는 감도의 입사방향의 존성을 가지고 있다. 그 예로서 전리함형과 GM계수관형 서베이미터의 모양을 그림 46 (a), (b)에 나타낸다.

X/γ선의 공간선량률분포를 측정할 때는 대부분의 경우, 산란선이기 때문에 방향의존성이 작은 것을 사용해야 한다. 또 표면선량률을 측정할 때는 방사선의 입사방향에 방향성이 있는지, 편집이 있는지에 주의해야 한다.

X/γ선용 서베이미터를 교정할 때는 선속이 일방향인 선원 또는 X선발생장치를 사용하기 때문에, 그 서베이미터에서 감도가 제일 높은 방향에서 조사시킨다.

GM계수관형 및 신틸레이션형 서베이미터는 펄스계수방식의 측정기이므로 가속기와 같이 방사선을 펄스로 방출할 때에는 측정에 주의해야 한다. GM계수관의 분해시간에 대

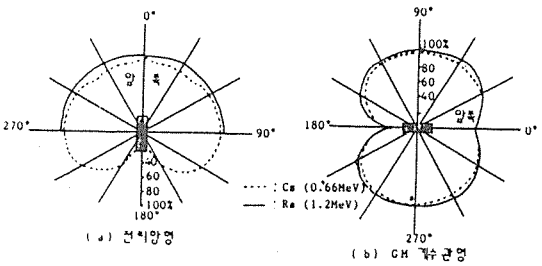

그림 46. 각종 서베이미터의 방향 의존성

하여 기술한 바와 같이, 가속기의 운전펄스폭이 검출기의 분해시간보다 작으면, 동일펄스에서 발생한 방사선이 2개이상 검출기에 들어와도 검출기는 1개만 계수하기 때문에, 실제치보다 적은 값을 나타내어 선량을 다소평가할 위험성이 있다. 특히, GM계수관은 신틸레이션검출기, 비례계수관에 비하여 분해시간이 길기 때문에 주의해야 한다.

2) β線用 서베이미터

β선용 서베이미터는 표면오염밀도의 측정과 β선에 의한 외부피폭선량의 측정에 사용되며, X/γ선서베이미터에 이어 널리 사용되고 있다. 검출기로서는 전리함, GM계수관, 플라스틱신틸레이터 등이 사용되고 X/γ선용과 공통이지만, 입사창이 다르다. 즉, X/γ선용 검출기의 외벽은 녹쇠와 같은 금속 또는 수mm의 베이크라이트를 사용하고 있지만, β선용의 경우는 라이판막, 운모막 등을 사용하여 β선의 벽재속에서의 손실을 줄이고 쉽게 입사하도록 되어있다. 측정기를 X/γ선용과 공통으로 사용하는 경우는 입사창에 알루미늄 또는 베이크라이트의 덮개를 한다. 최근에는 β선에 대한 감도를 높이기 위하여 입사창의 면적을 크게 하고, 박막보호용의 격자상금속망을 붙인 β선전용의 서베이미터를 사용하는 것이 많다. β선용 서베이미터의 지시눈금은 직선 또는 대수이며, 단위는 다음에 기술할 직독식이외는 cpm이다.

β선용 서베이미터로 표면오염밀도를 측정할 때는 검출기를 되도록이면 표면에 접근시켜서 측정한다. 표면오염밀도는 정확하게 측정할 때는 그 핵종을 고정시켜 μCi/cm² 단위로 구하지만, 오염여부를 체크할 때는 간단히 cpm/cm² 단위의 대체적인 측정을 한다. 어느경우일지라도 검출효율에 대해서는 정확히 교정해야 한다. 검출기와 오염면과의 기하학적 배치를 똑같이 해도 검출효율은 오염면적의 크기, β선의 에너지에 따라 다르기 때문에, 각종 면적의 표준선원을 β선의 대표적인 에너지별로 준비해 놓고 교정하는 것이 좋다. 오염체크의 경우는 입사창보다 큰 면적을 갖는 우라늄선원으로 교정하면 된다. 표면오염측정에는 오염상태가 점상오염인지, 전체가 오염된 면상오염인지를 판단하지 않으면 단위면적의 채택방법에 따라 수치가 큰 폭으로 변하기 때문에 주의해야 한다.

β선에 의한 외부피폭선량의 측정은 통상적인 서베이미터인 경우, 인체피부불감층의 두께(손가락 끝은 40mg/cm², 그 외는 7mg/cm²에 해당하는 얇은 흡수재를 입사창에 붙이고, 표준선원으로 교정한 후 측정한다. 그러나 이 방법은 β선의 에너지, 불감층 두께를 고려하지 않으면 안되고 매우 복잡하며 오차도 크다. 최근, 플라스틱신틸레이터를 사용하여 불감층의 두께 40mg/cm²와 7mg/cm²을 스위치로 바꾸어 주는 것 만으로 β선의 에너지에 무관하게 10μrad/h~1rad/h의 흡수선량률을 직접 판독할 수 있는 서베이미터가 시판되고 있기 때문에, 이것을 이용하는 것이 편리하며 정도도 좋다. 이 서베이미터는 스위치 조작만으로 표면오염도 측정할 수 있게 되어있다.

β선용 서베이미터는 β선의 입사창이 고정되어 있기 때문에 X/γ선용의 경우처럼 감도의 방향의존성에 대해서는 특별히 고려할 필요는 없지만, 검출효율의 에너지의존성과 면적의존성에 대해서는 정확한 교정이 필요하다.

3) α線用 서베이미터

α선용 서베이미터는 α선방출핵종에 의한 표면오염밀도의 측정에 사용되는데, 이와 같은 경우는 사용후연료 재처리시설, Pu취급시설에 한정된다. 검출기로서는 β선과의 파고

선별성이 좋은 Zns(Ag)가 사용되고, 차광막으로는 라이판에 알루미늄을 증착시킨 1mg/cm^2 두께 정도의 것이 사용되고 있다. 사용중에 증착시킨 알루미늄의 일부가 벗겨지거나 막이 얇기 때문에 핀홀이 생겨 빛이 새는 일이 있으므로 사용시에는 이에 대하여 주의해야 한다.

α선용 서베이미터에는 가스유입형비례계수관형도 있다. 이것은 α선의 입사창면에 대하여 일정한 감도를 얻을 수 있다는 것, 창면에 다소의 구멍이 생겨도 계수오차가 일어나지 않는다는 이점이 있는 반면에, 가스공급용의 소형봄베를 서베이미터에 내장해야 한다는 결점이 있다.

표면오염밀도의 측정은 β선용 서베이미터의 경우와 거의 같으므로 생략한다.

4) 中性者用 서베이미터

중성자용 서베이미터는 중성자의 공간선량율분포, 표면선량측정에 사용된다. 중성자는 에너지에 따라 반응면적이 다르고 선량당량으로 환산하기 위한 선질계수도 다르기 때문에, 선량당량율 측정은 매우 복잡하다. 열중성의 검출에는 $^{10}B(n, \alpha)^7Li$, $^6Li(n, \alpha)^3H$ 반응에 의한 α선을 이용하고, 속중성자의 검출에는 감속재로 열중성화하여 전술한 반응을 이용하거나 H(n, n)H 반응에 의한 반도양자를 이용한다. 그러나 최근은 열중성자에 대한 감도가 높고, 성능도 안정한 BF_3 계수관을 사용한 것이 대부분이기 때문에 그것에 대하여 기술한다.

BF_3 계수관을 사용한 중성자용 서베이미터에는 두종류가 있다. 그 하나는 전술한 렘카운터인데 여기서는 생략한다. 또 다른 하나는 BF_3계수관에 두께 6cm 정도의 파라핀 또는 플라스틱의 원통형 감속재를 부가한 것이다. 이 서베이미터는 중성자가 누설되고 있는지의 여부를 체크하는 것을 주목적으로한 정성적인 측정을 하기 위한 것으로서 입자속밀도, 선량당량 등의 정확한 측정에는 적합하지 않다.

렘카운터는 크기, 무게 등에서 난점은 있지만 선량당량을 중성자에너지에는 무관하게 직접 측정할 수 있는 이점이 있다는 것, 통상적인 시설에서는 중성자원으로 되는 장치내용의 변경이 없는 한 중성자누설율은 거의 변하지 않는다는 조건이 있기 때문에, 월 1회정도의 정기측정만으로도 충분하므로 널리 사용되고 있다.

중성자용 서베이미터의 교정은 열중성자에서 속중성자까지 넓은 에너지범위에 걸쳐서 중성자원이 필요하기 때문에, 고도의 기술과 설비를 보유하고 있는 기관에 의뢰하는 것이 적절하다.

표 6에 현재 시판되고 있는 서베이미터중에서 주요한 것에 대하여 대상방사선과 측정범위 등을 기록하고 있다.

표 6. 서베이미터의 종류와 성능

종류	대상방사선	측 정 범 위	적산선량
전리함형	γ, 40keV~2MeV	2.5, 25, 250mR/h	100μR
	〃 〃	25, 250, 2, 500mR/h	10mR
	〃 〃	0.25, 2.5, 25 R/h	100mR
	γ, 27~keV~2MeV	1.0, 10, 100mR/h	1,000μR
	γ, 40keV~2MeV	20, 200, 2, 000, 20, 000mR/h	
	〃 〃	0.3, 1.0, 3.0, 10, 30, 100mR/h	
	〃 〃	0.02, 0.2, 2, 20mR/h	
		0.3mR/h~1,000R/h	1,000mR
		12range	
GM계수관형	γ	0.1, 1.0, 10mR/h	
	γ	0.1,1.0, 10, 500mR/h	
	γ	0.1, 1.0, 10mR/h	
	γ	2, 50mR/h, 2, 50, 1,000R/h	
	β	300, 3,000, 30,000cpm	
	β	100, 300, 1K, 3K, 10K, 30K cpm	
NaI(Tl)	γ	0.025, 0.1, 0.25, 1.0, 2.5mR/h	
플라스틱	γ 60keV~	1μR/h~100R/h 대수눈금	
	β	10μrad/h~1rad/h, 1cpm~10^6cpm	
ZnS	α	100, 300, 1K, 3K, 10K, 30K cmp	
BF_3 계수관	열성중자~14MeV	0.1m rem/h~10rem/h	
	열중성자~10MeV	10, 30, 100, 300, 1K, 3K cps	

5. 3 放射性物質의 面密度測定器

방사성물질에 의한 표면오염밀도의 측정은

β선용 서베이미터로도 할 수 있지만, 여기에 말하는 측정기도 대규모의 장치로서 관리구역내에서 방사선작업에 종사한 종사자의 의복, 신발, 손 등의 표면오염이나 관리구역내에서 반출한 물품의 자동표면오염검사계 등을 말한다. 검출기에는 검출효율을 높히고, β선의 검출을 쉽게 하기 위하여 대면적GM계수관, 가스플로우형비례계수관, 플라스틱신틸레이터 등이 사용되고 있다.

1) 핸드풋크로스모니터(Handfoot Cross Monitor)

핸드풋크로스모니터는 관리구역내에서 작업한 종사자의 체표면오염 유무를 체크하는 측정기로서 검출기에는 대면적GM계수관 또는 가스플로우비례관을 사용하고 있다. 손의 안팎 및 신발밑바닥은 고정된 검출기로 측정하고, 의복표면은 휴대형검출기로 측정한다. 이 측정기는 온몸을 단시간내에 측정하는 것이 곤란하다는 것, 측정할 수 없는 부분이 생기는 위험성이 있기 때문에, 대형원자력시설에 있어서 출입시 정기점검할 때의 오염체크에는 부적당하다. 그러나 소규모 시설 또는 관리구역이 분산되어 있는 사무소 등에서는 보수관리가 쉽다는 것, 측정기가 소형이라는 것 등의 이유로 널리 사용되고 있다.

측정결과는 오염유무의 체크뿐이므로 면밀도의 평가는 할 수 없다.

2) 전신표면오염모니터

표면오염은 단시간내에 측정하고 전신을 고르게 측정하는 것을 주목적으로, 대형원자력시설에 출입할 때, 정기점검에 사용할 수 있도록 개발한 것이며, 검출기에는 대면적플라스틱신틸레이터 또는 가스플로우비례계수관이 사용되고 있다. 오염의 검출누설을 적게하도록 검출기의 배치에 대하여 고안되고 있으며 출입문과 연결시켜 오염이 설정기준치 보다도 높을 때는 경보를 발생하여 출구문은 닫게 되어있다. 또 백그라운드의 자동감산 면밀도환산, 데이터의 보관, 기록출력 등도 가능하여 장치로서는 비교적 규모가 커지게 된다.

3) 반출물품 표면오염측정장치

관리구역내에서 사용한 공구, 기기 및 교환부품 등을 반출할 때, 소규모시설에서는 서베이미터로 표면오염을 측정한다. 그러나 대형원자력시설의 정기점검시에는 수량이 많아지고 장부기록 등의 노력도 대단하기 때문에, 이것들을 자동화시킨 것이 이 장치이다.

이 장치는 반출물품의 크기에 따라, 일반적으로 대·소의 두종류가 있고, 관리구역출구에 설치하여 물품반출구문에 사진장치가 있다. 검출기에는 대면적플라스틱신틸레이터 또는 가스플로우계수관이 사용되며, 반출물품의 크기에 따라 검출기가 이동하여 검출효율을 높이도록 되어있다.

측정결과는 기록지에 물품코드와 함께 출력되고, 반출물품이 클때는 검출기로 표면을 scanning하여 최대치를 면밀도로 출력하는 기능을 가진다.

5.4 個人內部被曝測定裝置

개인내부피폭측정장치는 체내에 남아있는 방사성물질의 유무를 확인하거나 그 핵종을 정성, 정량하여 내부피폭선량을 측정, 평가하는 것으로서, 통상 홀보디카운터(whole body counter : 전신방사선측정장치)라 부른다.

홀보디카운터는 체내오염의 유무를 체크하기 위한 screening을 주목적으로 할 경우는 몸뚱이만을 차폐하여, γ선의 검출효율을 높이기 위하여 10cm 두께의 20cm × 40cm 정도의 대형플라스틱신틸레이터를 사용한다. 이 측정으로 이상이 발견되면 전신을 차폐하여 검출기로서는 5″φ × 4″ 정도의 대형 NaI(Tl)신틸레이터를 장비한 정밀형 홀보디카운터를 사용하여 γ선의 펄스파고분포에서 핵종의 정성, 정량을 하는 동시에 필요에 따라 침착부위를 탐사하여 피폭선량의 측정평가를 한다.

홀보디카운터는 피검자를 측정용침대에 눕히고 스위치를 ON한 후는 측정, 해석, 평가,

출력, 기록의 보존 등은 모두 전산기기 자동 제어, 해석을 하도록 되어있다.

홀보디카운터의 차폐재로서, 또 시료측정용 Ge(Li)검출기의 차폐재로서 사용하는 철재에는 ^{60}Co을 함유한 것이 많다. 한편, 체내 오염에는 ^{60}Co에 의한 가능성도 있기 때문에, 철재중의 ^{60}Co은 측정, 평가에 큰 지장을 주므로 선택에 주의해야 한다.

홀보디카운터의 검출한계는 screening을 주목적으로 한 간이형에서 $\sim 2 \times 10^{-2}\mu Ci$, NaI(Tl)를 사용한 정밀형에서 $\sim 10^{-3}\mu Ci$ 정도이다.

이들 홀보디카운터는 γ선만을 검출하기 때문에, β선방출핵종에 의한 오염의 체크는 바이오애세이(bioassay)법을 이용하고, 또 Pu 오염에 대해서는 별도 허파모니터(검출한계는 ^{239}Pu에 대하여 $\sim 10^{-2}\mu Ci$)를 사용해야 한다.

방사성동위원소등 수출입신고 업무 수행실적(총괄)

('90. 04. 01－'90. 06. 30)

구 분	접 수	처 리	보 안	폐 기	합 계	누 계
방사성동위원소등수입신고	395	391	－	4	391	779
방사성동위원소등수출신고	3	3	－	－	3	7
용 도 확 인	51	51	－	－	51	95
반 출 확 인	2	2	－	－	2	5
기 타	6	6	－	－	6	12
합 계	457	453	－	4	453	898
누 계	902	898	－	9	898	898

('90. 07. 01－'90. 09. 30)

구 분	접 수	처 리	보 안	폐 기	합 계	누 계
방사성동위원소등수입신고	391	390	－	1	390	1,169
방사성동위원소등수출신고	5	5	－	－	5	12
용 도 확 인	54	54	－	－	54	149
반 출 확 인	－	－	－	－	－	5
기 타	12	12	－	－	12	24
합 계	462	461	－	1	461	1,359
누 계	1,364	1,359	－	10	1,359	1,359

(주) 기타는 규제대상 확인 품목임