

## 휴대용 표면오염 측정기의 현장적용에 관한 연구

이 윤 종<sup>(1)\*</sup> · 장 동 규<sup>(2)\*</sup> · 오 영 일<sup>(2)</sup> · 권 민 오<sup>(2)</sup> · 주 선 동<sup>(2)</sup>

(1) 한국원자력연구원 정읍방사선과학연구소, (2) 세안기술주식회사  
E-mail : yjlee@kaeri.re.kr

중심어 : 허용표면오염도, 표면오염도 측정기, 계수시간, 직접법, 백그라운드(B.K.G),LLD, MDA,

### 서 론

일반적으로 작업현장에서 방사성물질의 오염검사를 위해 많이 사용되고 있는 단창형 GM계수기는 측정된 값(CPM)에 계측기의 효율 등을 적용하여 환산하여야 오염도(Bq/cm<sup>2</sup>)를 환산할 수 있다.

이런 방법은 방사선안전관리자의 경우에 쉽게 계산할 수 있다 할지라도 실제 작업자의 경우 작업전 후 오염도 측정과 동시에 측정값을 가지고 오염여부를 판단하기 어렵다.

따라서, 이런 점을 고려하여 GM계수기를 이용하여 오염여부의 판단 및 오염정도를 쉽게 판달 할 수 있는 방법에 대해 연구하였다.

### 재료 및 방법

본 연구에서 대상 장비는 일반적인 표면오염감시기(GM계수기)인 Inspector/R (제조사 : S.E. International)을 대상으로 연구하였다.

계수 효율(β)	면적	시료샘플 시간(t)	BKG 시간(t)	BKG
40.0	20cm <sup>2</sup>	1분	1분	45cpm

표 1 대상 검출기 효율 및 자연방사능량

방사선 계측시스템은 자연방사선 환경속에서 운용되므로 필연적으로 백그라운드의 영향을 받는다.

그런데 시료의 방사능이 극히 미미할 때는 그 신호를 백그라운드와 구분하기 어려워지므로 측정할 수 있는 방사능의 한계 문제가 발생한다.



그림 1 표면 오염감시기 (검출기형식 : GM, Inspector/R, 제조사 : S.E. International)

실제로 얻은 계수가 백그라운드와 구분될 수 있는 한계를 최소검출한계(minimum detection level: MDL) 또는 측정하한(lower limit of detection; LLD)이라 하며, 적용되는 식은 아래 1과 2와 같다.

$$LLD = \frac{2.71}{T_s} + 4.653 \frac{\sqrt{N_b}}{T_b} \quad \text{---- (식 1)}$$

$$MDA = \frac{\frac{2.71}{T_s} + 4.65 \frac{\sqrt{N_b}}{T_b}}{E \times A} \quad \text{---- (식 2)}$$

개봉선원을 사용 하는 기관에서 표면 오염도 산출 시 측정값이 적을 경우 첫째 계측기 효율, 검출기 단면적 등을 적용하여 오염도 값을 환산한다. 둘째 오염도값에 표준편차를 이용하여 자연방사능 준위로 처리할 수도 있다. 셋째 LLD값을 이용하여 오염여부를 판단하는 등의 방법을 사용하고 있다.

즉, 표1의 값을 적용하여 식1에서 계산된 값은 33.9cpm으로 자연방사능량 45+33.9 = 79 cpm이하일 경우 방사능이 없다고 판단할 수 있다.

이렇게 최소 검출한도에 대한 계측기의 특성을 파악하고, 실제 현장에서 오염도를 측정한 값인 cpm 값을 즉시 오염의 단위인 Bq/cm<sup>2</sup>으로 계산하기는 어렵고 복잡할 수 있다.

원자력법 및 관련 규정에서는 허용오염도가 알파선을 방출핵종의 경우 4kBq/m<sup>2</sup>이고, 알파선 이외의 베타,감마 방출핵종의 경우 40kBq/m<sup>2</sup>로 규정되어 있다. 이를 Bq/m<sup>2</sup> 단위로 환산하면 알파선을 방출핵종의 경우 0.4Bq/cm<sup>2</sup>이고, 알파선 이외의 베타,감마 방출핵종의 경우 4 Bq/cm<sup>2</sup>이 된다. 반출 또는 퇴거시 오염도는 허용오염도의 1/10로 규정하고 있다.

따라서 계측기 검·교정을 수행한 이후 계측기의 교정상수 값과 단위 면적을 고려하여 식(3)을 이용하여 오염도를 미리 계산할 수 있다.

이 값을 미리 표로 만들어 환산해 놓으면 작업자는 쉽게 측정값에 대한 환산된 오염도를 찾아 현장에 적용할 수 있게 된다.

$$\text{오염도}(Bq/cm^2) = \frac{\text{검출값}(cpm)}{\text{효율} \times \text{검출기 면적}(cm^2) \times \text{환산계수}} \quad \text{---} \quad \text{식(3)}$$

만약, 베타선 핵종의 경우 측정값이 600cpm일 경우 600cpm 은 10cps로 방사능 값은 10cps/0.4 = 25 Bq/20 cm<sup>2</sup> = 1.25Bq/cm<sup>2</sup> 값이 된다.

$$\frac{600cpm}{40\% \times 20cm^2 \times 60} = 1.25Bq/cm^2 \quad \text{---} \quad \text{식(4)}$$

	계측값(cpm)	오염도(Bq/cm <sup>2</sup> )		계측값(cpm)	오염도(Bq/cm <sup>2</sup> )
1	100	0.208	21	1100	2.292
2	150	0.313	22	1150	2.396
3	200	0.417	23	1200	2.500
4	250	0.521	24	1250	2.604
5	300	0.625	25	1300	2.708
6	350	0.729	26	1350	2.813
7	400	0.833	27	1400	2.917
8	450	0.938	28	1450	3.021
9	500	1.042	29	1500	3.125
10	550	1.146	30	1550	3.229
11	600	1.250	31	1600	3.333
12	650	1.354	32	1650	3.438
13	700	1.458	33	1700	3.542
14	750	1.563	34	1750	3.646
15	800	1.667	35	1800	3.750
16	850	1.771	36	1850	3.854
17	900	1.875	37	1900	3.958
18	950	1.979	38	1920	4.000
19	1000	2.083	39	2400	5.000
20	1050	2.188	40	2880	6.000

표 2 계측값과 오염도 환산표

식(3)을 이용해 표2와 같이 간단한 환산표를 이용한다면 누구나 손쉽게 오염도를 알아 볼 수 있게 되어 오염도 관리가 편리하게 된다.

즉, 측정된 값이 1920cpm인 경우 허용오염도 4 Bq/cm<sup>2</sup>가 됨을 알 수 있고, 192 cpm 이상일 일 경우 반출허용오염도를 넘을 수 있어 손쉽게 계측기의 측정값으로 방사선안전관리가 용이하게 된다.

## 결론

작업현장에서 방사성물질의 오염검사를 위해 많이 사용되고 있는 GM계수기의 측정값과 계측기의 효율을 이용하여 환산된 표를 이용한다면 현장에서 누구나 손쉽게 오염도를 확인할 수 있다.

이러한 방법을 적용시 측정하는 위치 즉, 검출기와 표면의 거리를 일정하게 정하여 측정된 값이 동일하게 적용될 수 있도록 절차서를 준비하는 것이 좋다.

본 연구를 통해 방사능 오염 여부를 손쉽게 판단할 수 있고, 계측장비를 이해함으로써 작업자에게 장비의 신뢰도를 높임과 동시에 방사선안전관리에 만전을 기할 수 있다고 생각된다.

## 참고문헌

1. McGraw-hill, Introduction to Health Physics
2. A study on cesium radioisotope measurement method for environmental soil by ammonium molybdophosphate, 최영훈
3. 원자력법 시행령제2조 제10호, 교육과학기술부 고시 “방사선방호 등에 관한 기준 고시” 제5조.