

Analysis of Counting Rate according to Presence or Absence of Detector's Protector in Beta-rays Measurement using Geiger-Muller Counter

Ji-Yong Jang,^{1,2} Moon-Taeg Jeong,² Jong-Nam Song,² Jae-Jun Ha,³ Jae-Bok Han^{2,*}

¹Orbitech Co.,Ltd.

²Department of Radiological Science, Dongshin University

³Envirokorea Co.,Ltd.

Received: January 09, 2018, Revised: February 20, 2018. Accepted: February 28, 2018

ABSTRACT

In the surface contamination test using the end-window Geiger-Muller type counter, the wrap is used as a method for protecting the detector exposed to the outside in order to measure the beta-rays. We analyze the effect of this method on the measurement rate and the correction factor, and wanted to make it clear to radiation workers that excessive use of the wrap can affect the measured value of the beta-rays. The experimental method was to compare and analyze the change of the beta-rays measurement counting rate and the calibration factor according to the wrap thickness using the beta-rays with different energy of 3 KBq, 1.5 KBq and 0.3 KBq. The subjects of this study were the end-window Geiger-Muller type counter which were held at the calibration center certified by Korea Laboratory Accreditation Scheme (KOLAS) in March 2012, Cl-36 (Chlorine) and Sr-90 (Strontium) were used as the source of beta radiation. The measurement counting rate decreased with increasing wrap thickness, and the calibration factor increased with increasing wrap thickness. Since the changes of the measurement counting rate and the calibration factors can reduce the accuracy of the instrument readings, but also have a significant impact on detector contamination and damage, so there is a need to find out what thickness of wrap is most effective. If we using a wraps with thickness that show a low rate of change of the measurement counting rate and the calibration factor, it will protect the detector and minimize the effect on the measured value of the beta-rays.

Keywords: Geiger-Muller counter, Surface contamination, Beta-rays, Wrap

I. INTRODUCTION

방사선을 이용한 기술은 현대 사회에서 매우 중요한 역할을 차지하며 방사선에 대한 안전대책이 중요시되고 있다. 방사선작업종사자들은 방사선에 특성과 올바른 방사선 측정방법을 숙지하여야 한다. 방사선을 측정하기 위한 기기로는 이온전리함, Geiger-Muller 계수관, NaI 또는 CsI 신틸레이션 등이 있으며 이러한 휴대 가능한 방사선 측정기기를 방사선계측기라고 한다.^[1] 그 중 베타선으로 인한 표면오

염을 측정하기 위해서 단창형의 Geiger-Muller 계수관이 구조나 취급방법이 간단하고 가격이 저렴하기 때문에 베타선용의 계측기, 베타선용 가스모니터, 먼지모니터, 배수모니터로 널리 사용되고 있다.

표면이 오염된 베타선을 측정하기 위해서는 계측기의 디텍터 즉, 방사선을 직접적으로 받아들이는 부분이 외부로 노출되어 있어야만 한다. 베타선 측정 외에는 디텍터의 오염 및 손상을 방지하기 위하여 플라스틱 덮개로 차단되어 있지만 베타선 측정 시에는 덮개를 제거하고 사용을 해야 한다. 그

* Corresponding Author: Jae-Bok Han E-mail: way2call@naver.com Tel: +82-61-330-3574

Address: Dongshin University, 185 Keonjae-ro, Hayang-eup, Naju-si, Jeonlanamdo, Korea.

이유는 베타선 차폐 시에는 제동복사선이 발생하게 되는데 이를 방지하기 위해서 플라스틱, 아크릴 또는 원자번호가 낮은 물질을 주로 사용하고 있으며 제동복사선의 발생을 최소화 한 뒤에 베타선을 차폐하게 된다.^[2] 그러므로 디텍터가 플라스틱 덮개로 차단된 상태로 사용하게 된다면 베타선을 차폐하게 되어 베타선 측정에 영향을 주기 때문에 사용 시에는 항상 덮개를 제거하고 사용하여야 한다. 하지만 디텍터가 덮개 없이 외부로 직접 노출되어 진다면 오염 및 손상이 불가피할 수밖에 없다. 이를 방지하기 위하여 일부 사용기관에서는 고가의 디텍터를 보호하고자 하여 얇은 랩으로 디텍터를 감싸서 사용하고 있다. 랩의 사용은 디텍터의 오염과 손상을 방지하는데 도움이 될 수 있지만 비정기적인 짧은 베타선의 측정계수율과 교정인자에 영향을 줄 것으로 예상된다.^[3]

교정인자는 값이 1에 가까울수록 정확도를 높게 평가할 수 있으며, 교정인자의 값이 1과 멀어질수록 계측기기의 정확도가 떨어져 기기에 표시된 지시값을 신뢰할 수 없게 된다.^[4] 그러므로 디텍터의 오염 및 손상을 방지하면서 측정계수율과 교정인자에 영향을 최소화 할 수 있는 합리적인 랩 두께에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

이에 본 연구는 디텍터를 랩으로 보호하지 않은 단창형의 Geiger-Muller 계수관과 랩으로 보호한 계수관의 베타선 검출효율을 에너지가 다른 베타선 방출선원 Cl-36(Chlorine)과 Sr-90(Strontium)을 이용하여 계수율을 비교·분석해보고자 하였다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 실험기기 및 대상

실험기기로는 상하 이동범위 0~70 mm, 분해능 0.001 mm, 정밀도 $\pm(5+L/200)$ μm 의 성능을 가진 표면오염감시기 교정용 기준장치 (EV-SDC01, Envirokorea Co.,Ltd, Republic of Korea)을 이용해 검사를 시행하였다. 베타선 방출선원으로는 Cl-36 (Chlorine), Sr-90 (Strontium)을 이용하여 베타선 측정계수율과 교정인자 데이터를 획득하였으며, 디텍터 보호를 위하여 랩 (Clean Ace, Everap Co.,Ltd,

Republic of Korea)을 사용하여 두께를 변화시키며 검사하였다.

실험에 사용한 계측기는 2012년 3월에 한국인정기구(KOLAS) 인증을 받은 E 교정센터에서 보유하고 있는 표면오염계측기 중 단창형의 Geiger-Muller 계수관 (Inspector USB, S.E INTERNATIONAL. INC, USA)을 사용하였고 Fig. 1과 같다.

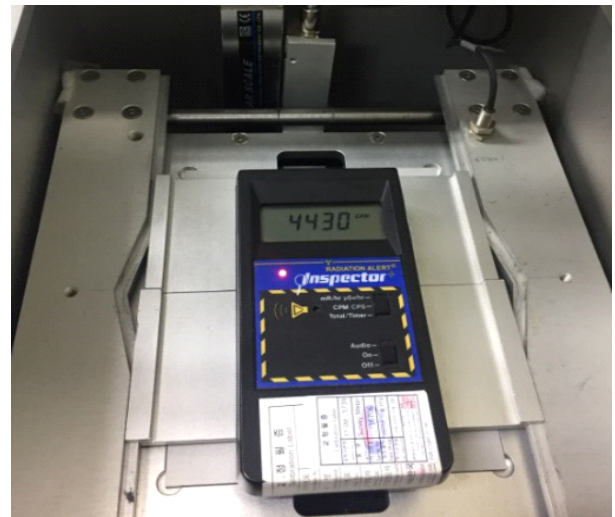


Fig. 1. Inspector USB, S.E INTERNATIONAL. INC, USA.

2. 실험방법 및 분석방법

단창형의 Geiger-Muller 계수관을 이용한 베타선 측정 실험에서 실험장비로 표면오염계측기 교정용 기준장치(EV-SDC01, Envirokorea Co.,Ltd, Republic of Korea)을 이용하였으며, 실험방법으로는 먼저 3 KBq의 베타선 방출선원을 기준선원지지대에 고정하고 이송지지대에 부착하여야 한다. 그리고 검출기 고정용 핸들을 돌려 고주파근접센서가 감지될 수 있는 지점에 검출기 지지대를 위치시킨다. 상하 이송용 핸들을 경광등이 들어오는 순간까지 천천히 돌리고 경광등이 들어오면 거리측정용 scaler의 zero버튼을 눌러 0점 세팅을 하였다. 기준지점으로 이송지지대를 이송시키는데 이때 알파교정은 5 mm, 베타교정은 10 mm로 위치시킨다. 본 실험은 베타선원을 이용하므로 10 mm로 위치시켜 실험하였다. 그 다음 검출기 지지대에 랩으로 디텍터를 보호하지 않은 단창형의 Geiger-Muller 계수관을 고정하고

3 KBq의 베타선 방출선원을 이용하여 10회 측정된 후 데이터를 분석하였다. 같은 방법으로 계수관의 디텍터를 랩 1장 (0.02 mm)로 감싸 보호하고 3 KBq의 베타선 방출선원으로 10회 측정된 다음 랩 두께를 2장 (0.04 mm)과 4장 (0.08 mm)으로 변경하면서 10회 측정된 계수율의 변화를 비교하였다. 에너지에 따라 베타선의 투과력이 달라지기 때문에 이를 비교하고자 위 실험과 동일한 방법으로 에너지를 1.5 KBq, 0.3 KBq로 변화를 주어 측정하였다.

계수관의 측정지시값에 영향을 미치는 교정인자를 알아보기 위한 실험도 실시하였다. 표면오염계측기 교정용 기준장치(EV-SDC01, Envirokorea Co.,Ltd, Republic of Korea)에 베타선원 Cl-36(Chlorine)과 Sr-90(Strontium)을 이용하였으며, 위 실험과 같이 랩 두께를 4장(0.08 mm)까지 변화를 주며 교정인자를 측정하였다.

3. 통계 처리 방법

통계처리는 SPSS-PC 20.0(Statistical Package for Social Science. SPSS Inc. Chicago. IL. USA)을 이용하였고 통상 연구문제 검증을 위해서 일원배치분산분석(One-way Anova)를 이용하였다. 표본의 수가 10개로 모수 통계를 위해서는 표본의 정규성 검정에 대해 확인할 필요가 있다. 이에 본 연구는 Shapiro-Wilk test를 통해 정규성 검정을 수행하였다. 검정결과 연구에 사용된 3 KBq, 1.5 KBq, 0.3 KBq의 변수 모두 $p > 0.05$ 로 정규분포를 따르고 있는 것으로 확인되었으며, 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 일 때 유의하다고 판정하였다.

III. RESULT

1. 방사능 3 KBq에서 측정계수율 변화 분석결과

3 KBq의 에너지를 방출하는 방사선원의 랩 두께에 따라 측정계수율의 차이가 있을 것이라는 문제를 검증하기 위하여 일원배치분산분석(One-way Anova)을 실시하였다. 분석결과를 살펴보면, 3 KBq의 에너지에서 랩 두께에 따른 측정계수율의 차이가 있는 것으로 확인되었다. 구체적으로 네 집단 간 평균 차이에 대한 $F=54.946$, $p=0.000$ 으로 유의수준 0.001 수준에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고 Table 1과 같다. 이러

한 차이를 보다 구체적으로 살펴보기 위하여 Tukey의 사후검정을 실시한 결과, 랩 없음($M=426.20$, $SD=8.89$) > 랩 1장($M=408.70$, $SD=16.49$) > 랩 2장($M=394.10$, $SD=9.94$) > 랩 4장($M=364.60$, $SD=6.68$)이라는 4개의 유의미한 동일집단군으로 나타났으며, 랩 두께가 증가할수록 측정계수율이 감소되는 것으로 확인되었다.

Table 1. Change in radiation count rate to 3 KBq of beta-rays.

랩 두께	측정계수율	F
랩 없음 (10)	426.2 ± 8.9	54.946*
랩 1장 (10)	408.7 ± 16.5	
랩 2장 (10)	394.1 ± 9.9	
랩 4장 (10)	364.6 ± 6.7	

** $p < 0.001$, 1군=랩 없음, 2군=랩 1장, 3군=랩 2장, 4군=랩 4장

2. 방사능 1.5 KBq에서 측정계수율 변화 분석결과

1.5 KBq의 에너지를 방출하는 방사선원의 랩 두께에 따라 측정계수율의 차이가 있을 것이라는 문제를 검증하기 위한 분석결과를 살펴보면, 1.5 KBq의 에너지에서 랩 두께에 따른 측정계수율의 차이가 있는 것으로 확인되었다. 구체적으로 네 집단 간 평균 차이에 대한 $F=14.525$, $p=0.000$ 으로 유의수준 0.001 수준에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고 Table 2와 같다. 이러한 차이를 보다 구체적으로 살펴보기 위하여 Tukey의 사후검정을 실시한 결과, 랩 없음($M=202.90$, $SD=7.70$) > 랩 1장($M=187.90$, $SD=10.76$) = 랩 2장($M=188.50$, $SD=9.09$) > 랩 4장($M=175.10$, $SD=9.87$)이라는 3개의 유의미한 동일집단군으로 나타났으며, 랩 두께가 증가할수록 측정계수율이 감소되는 것으로 확인되었다.

Table 2. Change in radiation count rate to 1.5 KBq of beta-rays.

랩 두께	측정계수율	F
랩 없음 (10)	202.9 ± 7.7	14.525*
랩 1장 (10)	187.9 ± 10.8	
랩 2장 (10)	188.5 ± 9.1	
랩 4장 (10)	175.1 ± 9.9	

** $p < 0.001$, 1군=랩 없음, 2군=랩 1장, 3군=랩 2장, 4군=랩 4장

3. 방사능 0.3 KBq에서 측정계수율 변화 분석결과

0.3 KBq의 에너지를 방출하는 방사선원의 랩 두께에 따라 측정계수율의 차이가 있을 것이라는 문제를 검증하기 위한 분석결과를 살펴보면, 0.3 KBq의 에너지에서 랩 두께에 따른 측정계수율의 차이가 있는 것으로 확인되었다. 구체적으로 네 집단 간 평균 차이에 대한 $F=31.837$, $p=0.000$ 으로 유의수준 0.001 수준에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났고 Table 3과 같다. 이러한 차이를 보다 구체적으로 살펴보기 위하여 Tukey의 사후검정을 실시한 결과, 랩 없음($M=41.90$, $SD=1.79$) = 랩 1장($M=41.40$, $SD=1.17$) > 랩 2장($M=38.70$, $SD=.94$) > 랩 4장($M=37.10$, $SD=.99$)이라는 3개의 유의미한 동일집단군으로 나타났으며, 랩 두께가 증가할수록 측정계수율이 감소되는 것으로 확인되었다.

Table 3. Change in radiation count rate to 0.3 KBq of beta-rays.

랩 두께	측정계수율	F
랩 없음 (10)	41.9 ± 1.8	31.837*
랩 1장 (10)	41.4 ± 1.2	
랩 2장 (10)	38.7 ± 0.9	
랩 4장 (10)	37.1 ± 1.0	

** $p<0.001$, 1군=랩 없음, 2군=랩 1장, 3군=랩 2장, 4군=랩 4장

4. 교정인자 변화량 분석

Table 4에 의하면, 베타선 방사선원인 Sr-90 (Strontium)과 Cl-36 (Chlorine)을 이용하여 교정인자를 분석하였을 때 랩 두께가 증가하게 되면 교정인자 수치가 증가하는 것으로 나타났고 Fig. 2와 같다.

Table 4. Calibration factor variation analysis.

랩 두께	방사선원	교정인자
랩 없음	Sr-90	1.931
랩 1장	Sr-90	2.012
랩 2장	Sr-90	2.167
랩 4장	Sr-90	2.301
랩 없음	Cl-36	2.155
랩 1장	Cl-36	2.302
랩 2장	Cl-36	2.368
랩 4장	Cl-36	2.579

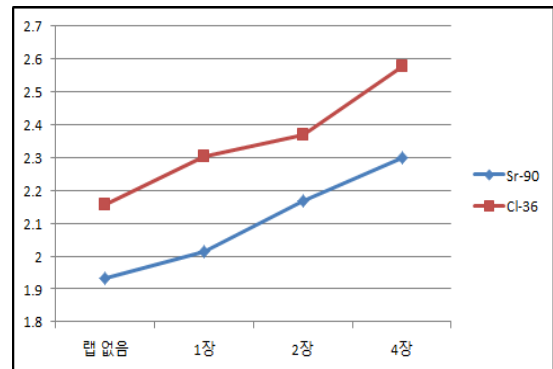


Fig. 2. Comparison of wrap thickness and calibration factor.

IV. DISCUSSION

방사선을 측정하는 계측기는 대표적으로 공간선량을 측정하는 서베이미터와 알파선과 베타선처럼 비정이 짧은 방사선을 측정하는 표면오염계측기로 구분할 수 있다. 방사선 관리현장 또는 병원에서 가장 보편적으로 사용하는 표면오염계측기는 단창형의 Geiger-Muller 계수관이다. 알파선은 종이로도 차폐가 가능할 만큼 매질에서의 비정이 매우 짧기 때문에 피부각질만으로도 차폐가 가능하다.^[5] 그러므로 내부피폭만 주의하면 외부피폭은 크게 고려하지 않아도 되지만 베타선은 인체의 표피에 흡수가 가능하고 차폐 시 제동복사선이 발생하기 때문에 내부피폭은 물론 외부피폭에도 주의하여야 하는 방사선이다.^[6] 그렇기 때문에 제동복사선의 발생을 줄이기 위하여 베타선측정시에는 디텍터의 덮개를 사용하지 않고 측정을 하는 것이 원칙이다. 일부 관리현장 또는 병원에서 단창형의 Geiger-Muller 계수관을 이용하여 베타선을 측정할 때 덮개 없이 외부로 노출된 고가의 디텍터를 오염 및 손상으로부터 보호하기 위하여 랩으로 디텍터를 감싸서 사용하고 있다. 하지만 베타선은 플라스틱이나 아크릴과 같은 원자번호가 낮은 재질로 제동복사선을 방지하여 발생선량을 감소시킬 수 있고 비정이 짧기 때문에 얇은 매질로도 차폐가 가능하다. 랩을 두껍게 사용하여 디텍터를 보호한다면 제동복사선의 발생선량도 차이가 생기며 매질을 통한 감쇠가 일어나 베타선측정값에 영향을 줄 것으로 예상되어진다. 하지만 디텍터 또한 한번 오염

되거나 손상이 되면 복구가 거의 불가능하기 때문에 보호하지 않고 외부로 노출시켜야 하는 측정법은 사용자에게 부담을 주게 될 것이다.

상기와 같은 근거 및 이유로 본 연구에서는 단창형의 Geiger-Muller 계수관을 이용한 베타선 측정에서 디텍터의 오염 및 손상을 방지하기 위하여 랩으로 보호하는 방법이 방사선량 측정에 어떠한 영향을 주는지 알아보려고 하였다. 랩 두께와 방사능에 따른 베타선 측정 실험을 하였으며, 실험방법으로는 랩으로 보호하지 않은 디텍터를 1군으로 구분하고 랩 두께 1장 (0.02 mm)으로 디텍터를 보호한 실험을 2군으로, 랩 두께 2장 (0.04 mm)을 3군, 4장 (0.08 mm)을 4군으로 선정하여 실험하였다. 그리고 3 KBq, 1.5 KBq, 0.3 KBq의 각각 다른 방사능에서 1군 ~ 4군에 해당하는 랩 두께로 디텍터를 보호하였을 때 측정계수율의 변화량을 측정하였다. 1군 ~ 4군에 해당하는 실험 모두 통계학적으로 $p < 0.001$ 으로 유의하다는 결과를 얻으므로 랩을 이용한 디텍터의 보호는 베타선차폐에 영향을 미치게 되어 측정계수율을 감소시키기 때문에 과도한 랩의 사용은 과피폭의 위험이 있음을 방사선작업종사자들에게 인지 시켜줄 필요성이 있다.^[7]

방사선계측기를 사용함에 있어 교정인자의 변화 또한 기기지시값에 영향을 주는 중요한 변수이다. 교정인자의 값이 1에서 멀어질수록 기기지시값의 정확도가 낮아지게 되어 계측기를 신뢰할 수 없게 된다.^[8] 랩의 사용이 교정인자에도 영향을 미치는지 확인하기 위하여 측정계수율 분석과 같은 방법으로 랩 두께를 1군 ~ 4군으로 구분하여 베타선에 대한 교정인자의 변화를 측정하였다. 베타선원으로는 Sr-90(Strontium)과 Cl-36(Chlorine)을 사용하였고 각각의 에너지는 0.546 MeV, 1.14 MeV이다.^[9]

측정계수율의 실험을 통하여 알 수 있듯이 랩 두께가 증가함에 따라 감소하게 되는 측정계수율의 변화는 디텍터에 검출되어야 하는 베타선량보다 랩에 의한 차폐로 실제보다 낮은 베타선량만 디텍터에 검출됨을 의미한다. 랩 4장 (0.08 mm)을 사용하게 된다면 10% ~ 15%의 측정계수율이 감소하게 되지만 랩 1장 (0.02 mm)만 사용하여 디텍터를 보호하면 측정계수율의 감소가 8% 미만의 작은 변화량

을 확인할 수 있었다. 교정인자의 변화는 랩의 두께가 증가함에 따라 교정인자도 같이 증가하는 것으로 확인되었다. 이러한 교정인자의 증가는 계측기가 낮은 정확도로 신뢰할 수 없는 기기지시값을 표시함을 의미한다. 랩 4장 (0.08 mm)을 사용하였을 때 교정인자는 약 19%증가하였고 랩 1장 (0.02 mm)만 사용하여 측정된 결과 4% ~ 7%정도의 작은 변화를 보여주었다.

이번 실험에서는 한국인정기구(KOLAS)에서 인증을 받은 교정기관의 데이터에 의존하였고, 방사선 관리현장이나 병원에서 사용하는 랩의 다양성과 실험기관과 실제 사용기관의 백그라운드는 정확히 일치할 수 없기 때문에 측정계수율과 교정인자의 변화량에 조금의 차이가 발생할 수 있다는 제한점이 있다.

디텍터를 보호하기 위하여 랩의 두께를 고려하지 않고 무분별하게 작업을 수행한다면 방사선을 측정함에 있어 측정값의 오류를 범할 수 있으므로 디텍터를 보호할 때 최소한의 랩 1장 (0.02 mm)을 사용할 것을 권장한다. 앞으로 빠른 시일 내 국내에 단창형의 Geiger-Muller 계수관을 이용한 작업에서 베타선의 차폐 없이 디텍터를 보호할 수 있는 장비가 도입되어야 할 것이다.

V. CONCLUSION

측정계수율과 교정인자는 랩 1장 (0.02 mm)의 사용에서 4% ~ 8%미만의 작은 변화를 보였으며 이는 일반적으로 백그라운드나 다른 보정인자에 의해서도 쉽게 변동이 가능한 정도이다. 랩4장 (0.08 mm) 이상의 사용에서는 10% ~ 20%정도의 상당한 감소변화를 보여 방사선작업종사자에게 과피폭의 위험을 줄 수 있지만 디텍터를 오염 및 손상으로부터 보호하는 것 또한 베타선측정에서 중요하게 고려되어야 하는 요소이다. 그러므로 디텍터를 보호하기 위하여 랩 1장 (0.02 mm)을 사용하는 것을 권장하고 주기적으로 교체하여 준다면 디텍터의 직접적인 오염 및 손상을 방지하는데 도움을 줄 수 있으면서 측정계수율과 교정인자에 영향을 최소화할 수 있을 것으로 사료된다.

Reference

- [1] Nuclear Training & Education Center, Radiation obstruction and protection, Korea Atomic Energy Research Institute, pp. 131-135, 2009.
- [2] S.S. Kang, *RISRI Summary Book*, NUCLEARACADEMY, pp. 70-74, 2010.
- [3] H.G. Kim, *Radiation Theory and Practice*, Korean Association for Radiation Application, pp. 52-55, 2012.
- [4] Y.J. Lee, G.B. Seong, "Comparison of calibration factors of beta survey meter (surface contamination monitor) according to beta source," Korean Association For Radiation Protection, pp. 136-137, 2009.
- [5] K.M. Lee, "Construction and dose delivery characterization of an alpha-particle irradiator for research of internal exposure," Diss. The Graduate School Seoul National University, 2015.
- [6] J.G. Lee, *Principles of radiation protection*, Korean Association for Radiation Application, pp. 8-11, 2016.
- [7] H.G. Kim, T.Y. Kong, K.R. Dong, E.J. Choi. "A Review of Radiation Field Characteristics and Field Tests for Estimating on the Extremity Dose under Contact Tasks with Radioactive Materials," The journal of the Korean society of radiation industry, Vol. 11, No. 3, pp. 123-130, 2017.
- [8] K. T. Kim, J. H. Kim, M. J. Han, Y.J. Heo, K.J. Ahn, S.K. Park, "The Study on Design of Semiconductor Detector for Checking the Position of a Radioactive Source in an NDT," The Journal of the Korean Society of Radiology, Vol. 11, No. 3, pp. 171-175, 2017.
- [9] I.S. Lim, K.Y. Kim, G.H. Roh, "A New Model to Calculate an Absorbed Dose for the Gamma Irradiation Facility," The Journal of the Korean Society of Radiation Industry, Vol. 3, No. 2, pp. 115-120, 2009.

Geiger-Muller 계수관을 이용한 베타선측정에서 디텍터 보호유무에 따른 계수율 분석

장지용,^{1,2} 정문택,² 송종남,² 하재준,³ 한재복^{2,*}

¹(주)오르비텍

²동신대학교 방사선학과

³(주)엔바이로코리아

요 약

단창형의 Geiger-Muller 계수관을 이용한 표면오염검사에서 베타선을 측정하기 위해 외부로 노출된 디텍터를 보호하는 방법으로 랩을 사용하고 있는데 이 방법이 측정계수율과 교정인자에 미치는 영향을 분석하고 방사선작업종사자에게 과도한 랩의 사용은 베타선의 측정값에 영향을 줄 수 있음을 인지시켜주고자 하였다. 실험방법은 3 KBq, 1.5 KBq, 0.3 KBq의 에너지가 다른 베타선을 이용하여 랩 두께에 따른 베타선 측정계수율과 교정인자의 변화를 비교·분석하였다. 실험 대상으로는 2012년 3월 한국인정기구 (KOLAS) 인증을 받은 교정센터에서 보유한 단창형의 Geiger-Muller 계수관을 대상으로 하였으며, Cl-36(Chlorine)과 Sr-90(Strontium)을 베타선 방사선원으로 사용하였다. 측정계수율은 랩 두께가 증가할수록 감소함을 확인 할 수 있었고 교정인자는 랩 두께가 증가할수록 증가하는 것을 알 수 있었다. 측정계수율의 감소와 교정인자의 변화는 기기지시값의 정확도를 감소시킬 수 있지만 디텍터의 오염 및 손상 또한 베타선 측정에서 중요한 영향을 주기 때문에 어느 정도 두께의 랩을 사용함이 가장 효과적인지 알아볼 필요성이 있다. 측정계수율과 교정인자의 낮은 변화율을 보여주는 두께의 랩을 사용한다면 디텍터를 보호하면서 베타선의 측정값에도 영향을 최소한으로 줄 수 있을 것으로 사료된다.

중심단어: Geiger-Muller 계수관, 표면오염검사, 베타선, 랩