

## 방사선관리 종사자들의 스메어 패턴 관찰

이우인, 최영재, 박세정, 김정환

(주)코스코텍 부설연구소

E-mail:lwooin@hanmail.net

중심어(keyword) : 스메어, 표면오염도, 전이량, 전이율, Printed pattern, kgf (killogram force)

### 서론

방사선 관리구역의 시설이나, 바다, 벽체등 표면 오염도의 평가는 작업자의 피폭선량에 미치는 직접적인 원인 정도를 평가하기 보다는 작업환경 적부의 판단 및 오염에 대응하는 적절한 방사선방호 수준을 평가하기 위한 수단으로 사용되어 진다. 또한 방사선 관리구역으로부터 반출하고자 하는 공구, 기기, 설비 등의 반출허용 적부판정을 위하여 방사선관리 종사자들은 직·간접법으로 표면 오염도를 측정한다. “방사선 안전관리등의 기술기준에 관한 규칙 제91조” 등의 법령과 발전소 내 규정 절차서에 따라 약 면적 100 cm<sup>2</sup> (반출 대상 물질은 300cm<sup>2</sup> 면적)을 스메어 하도록 대상 면적이나 방사선 허용값은 규정이 있으나, 스메어 전이량에 영향을 줄 수 있는 실 접지면적, 적용 힘의 크기 등의 규정이 없어, 이들 요소에 의한 측정값 오차는 종사자의 개인 스메어 습관에 크게 의존되며, 측정결과 또한 편차가 크게 발생할 수 있다. 이러한 원인은 스메어 지점의 표면오염도 농도, 오염물질과 스메어 용지사이의 흡착특성, 사용된 스메어 용지의 특성 등의 결정적인 요소들도 있지만, 본 실험에서는 측정자의 개인의 습관에 따라 스메어 측정시 가해진 힘을 측정하고, 스메어 용지의 접지면적 변화를 위주로 관찰하였다.

### 재료 및 방법

실험 특성상 방사선관리구역 외의 장소에서 실제

측정과 동일한 방법으로 실험을 수행하였다. 총 29명의 종사자를 대상으로 전자저울 측정판 위에 고정된 비닐시트 표면을 참가자 각 개인이 평상시 가하는 힘으로 나선형 스메어 방법으로 약 1분이상 스메어 하면서 작용하는 힘을 관찰하였다. 일부 종사자를 대상으로 카본용지위에서 스메어 측정을 실시하여 힘의 문형(printed pattern)이 나타난 스메어 용지로 부터 전이된 카본량을 측정하고 문형을 관찰하였다.

또한 약 19.6 cm<sup>2</sup>단면적을 갖는 금속 판위에 3 kgf 의 균일한 힘을 가하도록 설계한 도구를 이용하여 카본용지위에서 스메어 측정을 수행하여, 종사자들의 스메어 패턴과 비교 관찰하였다.

### 결과 및 고찰

smear force range(kgf)	no. of applicants
>0.5	13
0.5-1.0	8
1.0-1.5	6
1.5-2.0	2

Table 1. Smear force range of applicants

비닐시트 위에서 진행된 모의실험에서 종사자들의 스메어 측정시 가하는 힘은 [표 1] 과 같이 나타났다. 방사선관리구역은 바다, 벽체, 시설 등이 흠뻑하고 매끄러운 표면을 갖도록 설계된다. 따라서 측정에 사용된 비닐시트위에 가하는 힘은 방사선 종사자들이 스메어 측정시 작용하는 힘과 유사할것으로 판단되며, 따라서 통상적으로 약 1.5 kgf 이하에서 스메어 하는

것을 알수있다.

0.018 g	0.010 g	0.010 g	0.009 g
5.13 cm <sup>2</sup>	3.88 cm <sup>2</sup>	4.03 cm <sup>2</sup>	3.25 cm <sup>2</sup>
2.46 kgf	2.46 kgf	3.14 kgf	1.86 kgf
(a) printed pattern of applicant 16		(b) printed pattern of applicant 10	

Table 2. Printed pattern on carbon paper

스메어 용지에 전이된 카본량(g)은 종사자들의 습관에 따라서 매우 큰 편차가 나타났다. 상대적 비교시 그 값은 약 4-5 배의 질량차가 나타났다. 또한 동일 측정자의 시료에서도 접지면적의 차이에 따라 큰 편차가 나타났다. [표.2]의 (a)에서 16번 종사자의 경우, 3-finger 와 2-finger 를 사용한 스메어 패턴이 나타났다. 그 힘의 크기는 동일했지만 약 22% 와 29%의 접지면적의 차이를 보이며, 전이량에서도 큰 차이가 나타났다. 또한 단면적(cm<sup>2</sup>) 증가로 실제 압력(kgf/cm<sup>2</sup>)은 오히려 낮아졌으며, 10 번 종사자는 힘이 증가율이 전이량, 접지면적 등의 증가율에 크게 영향을 미치지 못하는 것으로 관찰되었다.[그림.1]참조.

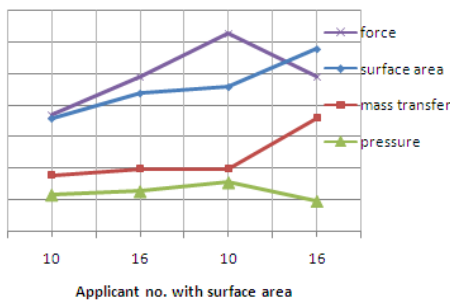


Fig.1. Physical changes rate of applicants 10, 16

[그림 2]는 균일하고 고정된 압력을 가하도록 고안된 도구를 이용하여 카본 용지 100 cm<sup>2</sup>위를 10 회전 스메어한 결과이다. 스메어 문형은 4회 모두 유사한 패턴을 보여주었다. 하지만 전이량은 다소 차이가

나타나는 것으로 관찰되었다. 이는 측정 시 카본 용

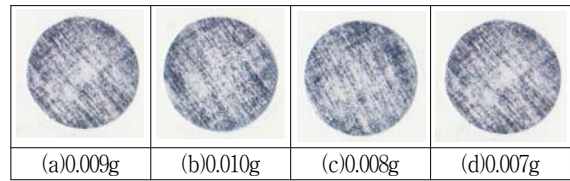


Fig.2. Printed patterns of fixed smear force with 3 kgf. smear force

지위의 면적을 일정하게 스메어 하지 못한 것으로 판단된다. 하지만 그 편차는 종사자들의 스메어 측정편차에 비하여 매우 작은 것으로 관찰되었다.

## 결론

관리구역 종사자들의 스메어 패턴을 관찰한 결과 스메어 용지와 카본용지 사이의 접지면적의 변화율이 스메어 용지로 이동하는 카본 전이량 변화율에 큰 영향을 미치며, 또한 개개인의 스메어 접지면적은 측정시 적용하는 힘과 손가락 단면적의 형태에 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 이러한 결과로 볼때, 종사자 개인의 스메어 습관과 물리적 특성이 표면 오염원 간접 측정값에 크게 영향을 줄 것으로 판단된다.. 현재 방사선관리구역의 표면오염도 간접 측정값은 오염물질의 전이율을 0.1로 적용하여 기기 선량값을 보상한다. 실험에서는 전이율을 분석하지는 않았지만, 상기 보상 전이율 결정에 종사자의 스메어 습관과 물리적 특성이 미치는 영향에 대해서는 향후 지속적인 연구 분석이 필요로 할 것으로 사료된다. 또한 연구결과를 바탕으로 종사자 개인적인 스메어 특성을 배제할 수 있는 간접측정 방법이 고려되어야 할 것이다.

## 참고 문헌

- 1.정규환, "표면오염도측정과표면오염도한도"동위원소회보 제15권제1호pp39-53
- 2.방사선안전관리등의 기술기준에 관한 규칙 제91조
- 3.신규설, "방사성옥소온반응기의표면오염에관한연구" 핵의학기술제8권제1호pp20-36,2003
- 4.임병찬"제거성표면오염측정시전이율에관한실험"대한방사선학회2000춘계학술pp117-123