

원전에서의 효율적인 세탁방법 도출을 위한 분석 실험

한일원자력(주) 권오일, 송관석, 장동철

1. 서론

원자력발전소 방사선관리구역내에서 작업종사자가 착용하는 작업복에 대한 효율적인 세탁방안을 모색하기 위한 첫번째 과제로서 작업복의 주 오염부위, 방사성 핵종 분포 및 무세제를 이용한 오염제거율을 도출함으로써 방사성폐기물 저감 및 피부오염을 방지하고자 본 실험을 하게 되었다.

2. 본론

가. 오염 작업복 기준치

원전 방사선관리구역내에서 착용하는 작업복과 관련된 기준치는 원자력법에 별도로 명시된 규정은 없고, 원자력발전소 방사선운영 절차서에 의거 다음과 같이 적용하고 있다.

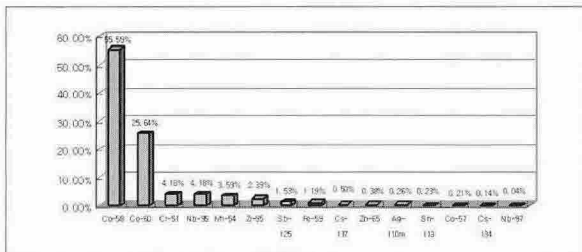
오염도 기준	0.4 Bq/cm ² 미만	0.4 ~ 40 Bq/cm ²	40 Bq/cm ² 이상
처리 방법	재 사용	다단계를 거쳐 세탁	폐 기

주) 작업복 재사용 기준치는 허용표면오염도 기준치와 동일함

나. 실험

1) 작업복 주 오염지점 분포

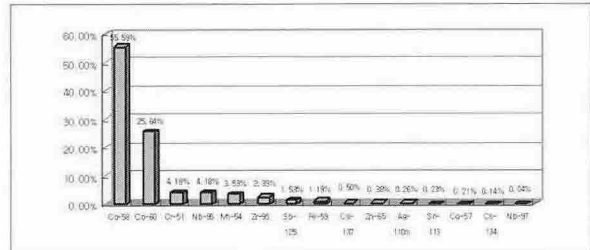
오염된 작업복 300 벌을 대상으로 작업복 부위에 따른 주로 오염되는 지점을 조사하였더니 복부와 소매부위가 약 71%를 점유하고 있었으며, 이는 작업종사자가 작업을 하면서 오염된 물품과 접촉하는 부위가 주로 복부와 소매인 것을 알 수 있다.



2) 오염작업복의 방사성 핵종 분포

오염된 작업복(1 개월이내에 사용했던 작업복)을 대상으로 감마핵종분석기(Ge-Li)를 이용하여 분석하였더니 아래 그림과 같은 데이터를 얻을 수 있었으며 그 특징은 다음과 같다.

- Co-58, Co-60 가 약 81%를 점유함
- Co-60, Cs-134, Cs-137 를 제외하면 대부분의 핵종이 1년 이하의 단반감기 핵종들임
- 핵종별 분포를 고려할 경우, 1년 동안 보관하면 처음 방사능량의 약 72%가 제거됨

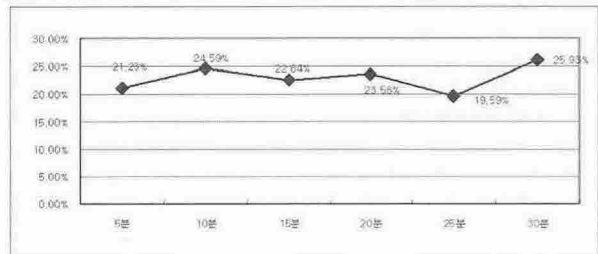


3) 세탁조건별 오염제거율

$$\text{가) 오염제거율} = \left(1 - \frac{\text{세탁 후의 작업복의 방사능량}}{\text{세탁 전의 작업복의 방사능량}} \right) \times 100\%$$

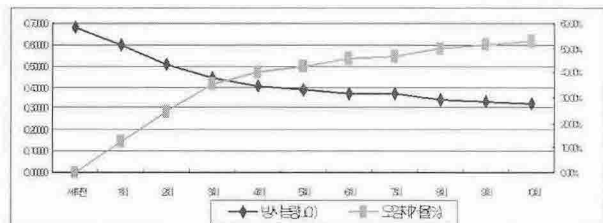
나) 세탁 시간에 따른 오염제거율 변화

세탁시간(5 분, 10 분, 15 분, 20 분, 25 분, 30 분)을 변화시키면서 각각의 세탁시마다 작업복 20 벌을 넣고 각 시간별 5 회에 걸쳐 총방사능량을 비교 실험함(행궁이나 건조는 동일하게 적용)



다) 세탁 회수에 따른 오염제거율 변화

1 회 세탁시 작업복 20 벌을 세탁기에 넣고 총 10 회에 걸쳐 총방사능량을 비교 실험 (세탁시간은 5분으로 함)



라) 위와 같은 실험을 하면서 발견된 특이사항은 세탁전후의 방사능량을 분석하였더니 핵종들이 다른 작업복으로 이동하여 세탁전보다 세탁후 값이 증가하는 것도 있었으며 특이하게 이동성이 큰 핵종은 없었고 평균적으로 비슷한 양상을 보였다. 이것은 작업복 한 벌을 세탁한 것이 아니라 여러 벌을 동시에 세탁함으로써 발생하는 현상이며 원전에서 작업복을

오염도별로 구분하여 세탁하는 것도 이러한 이유에서이다.

3. 결론

이번 실험은 실험조건을 선정하는데 많은 어려운 점도 많았으나 실제 현장에서 수행하는 방법을 토대로 실험을 하고자 하였다. 실험을 통해 얻은 결과는 다음과 같다.

첫째 작업복이 주로 오염되는 부위는 복부와 소매(약 71% 차지)이므로 이 부분에 대한 오염을 저감할 수 있는 방법이 고려되어야 한다.

둘째 작업복의 주 오염 핵종은 Co-58, Co-60(약 81% 차지)이므로 작업복에 흡착되어 있는 코발트를 효과적으로 제거할 수 있는 방법을 모색해야 하며, 1년 동안 작업복을 보관하면 약 72%을 자연적인 붕괴에 의해 여러 번 세탁하지 않고도 오염을 제거할 수 있다는 것을 실험을 통해 알 수 있었다.

셋째 세탁시간에 따른 오염제거는 시간이 증가함에 따라 비례성이 보이지 않고 20%~24% 범위에서 일정한 양상을 보이고 있다. 이것은 세탁시간을 늘린다고 해서 작업복에 흡착되어 있는 핵종들이 제거되는 것이 아니라 작업복 상호간의 흡착되어 있는 핵종들이 서로 이동하고 있다는 것을 의미한다.

넷째 세탁회수별 오염제거율은 3 회 세탁시 까지 증가하다가 그 이상부터는 증가폭이 둔화되는 것을 알 수 있다. 또한 세탁회수가 증가함에 따라 오염세탁수(1 회 세탁시 발생되는 물은 약 510ℓ임) 또한 증가하게 되므로 오염세탁수 처리에 많은 비용이 들게 될 것이다.

차후 실험과제는 시중에 판매되고 있는 각종 세제와 원전에서 사용하는 세제를 이용하여 실험을 할 예정이나 세제가 원자력발전소 1 차 계통에 미치는 영향, 즉 증발기 운전효율 저하 및 세제거품으로 인한 탱크의 레벨 오지시등 여러 가지 문제점을 내포하고 있으므로 세제를 사용하지 않고 작업복에 흡착되어 있는 코발트를 효과적으로 제거하는 방법에 대하여 중점적으로 연구를 수행할 계획이다.