

내부 오염 방사능 측정을 위한 전신계측기 성능비교

이 지 은 · 김 태 진 · 이 병 일 · 임 영 기

한국수력원자력(주) 방사선보건연구원

E-mail: 33000571@khnp.co.kr

중심어 : 전신계측기(WBC), FWHM, MDA, 분해능

서 론

국내원전에서는 방사선관리구역 출입 시 정밀한 피폭선량평가를 수행하고 있으며, 내부 오염 방사능은 직접측정법인 전신계측기를 이용하여 평가를 수행한다. 원전 내에서 구축하고 있는 전신계측기 NaI(Tl)검출기(Stand Type)와 HPGe 검출기(Bed type)를 운영하고 있으며, 방사성 핵종의 정확한 분석을 위해서는 장비의 정확한 교정을 통하여 그 신뢰성을 보증하고 있다. 그러나 내부 방사능을 측정하는 자 또는 계측기의 교정, 성능 상태 등에 따라 방사능 측정값이 달라진다면 사업소간 평가된 내부피폭선량의 호환성에 대한 신뢰성에 문제가 있다고 볼 수 있다. 따라서 전신계측기 운영능력 및 유지관리 상태의 신뢰성 확보를 통하여 측정기술의 향상과 계측기의 효율성을 제고하기 위하여 전신계측기의 성능 시험이 정기적으로 수행된다.[1]

재료 및 방법

발전소 및 방사선보건연구원에서 운영중인 전신계측기는 Stand Type(NaI(Tl)) 11대와 Bed type(HP(Ge)) 6대로 총 17대가 있다. 전신계측기의 성능 비교 항목은 다음과 같다.

- 최소검출방사능(MDA: Minimum Detectable Activity)
- 에너지 분해능(Resolution)
- FWHM(Full Wide at Half Maximum)

- 계측효율

이러한 비교 항목을 최근 4년간의 전신계측기의 성능 자료를 토대로 비교하여 평가하고자 한다.

○ 최소검출방사능(MDA)는 방사능계측기, 시료량, 계측시간 등의 계측조건에 따라 정해지는 검출 가능한 최소 방사능 준위를 말하며, 펜텀(RMC-II)에 선원을 삽입하지 않은 상태에서 전신계측기의 MDA를 측정하며, Stand Type 전신계측기의 계측시간은 1분 및 3분, Bed Type 전신계측기는 20분을 계측하였으며, 사업소간 MDA의 절대 값 비교 및 측정시간에 따른 MDA의 상대적인 변화 값을 평가하였다.[2]

○ FWHM는 검출기 에너지 분해능의 척도이며, 교정 시 Co-57(122keV) 및 Cs-137(662keV)의 비교 평가 하였다.

○ 에너지 분해능(Energy Resolution)은 분광기(spectrometer)의 성능을 평가하는데 있어 가장 중요한 인자로서 에너지 분해능과 반치폭과의 관계는 아래와 같다.

$$R(\%) = \frac{FWHM}{E_{\gamma}} \times 100$$

○ 계측효율 검출기(NaI(Tl), 은HPGe)의 특성에 따른 효율교정 Curve의 형태를 비교하였으며, 동일 에너지대(Cs-137, 662keV)에서 나타내는 효율의 절대 값 및 사업소간 상대적인 효율 값을 비교하여 평가하였다.

결과 및 고찰

- 최소검출방사능(MDA)

최근 4년간 Co-60(1332keV)에서 1분으로 계측한 Stand Type의 MDA값(그림1)과 20분으로 계측한 Bed Type의 MDA값(그림2)의 변화를 보여주고 있다. MDA값은 그림에서 보듯이 거의 일정한 수준을 유지하고 있어 검출기 성능의 안정성을 확인할 수 있었다.

그림 1. Stand Type MDA(측정시간 1분)

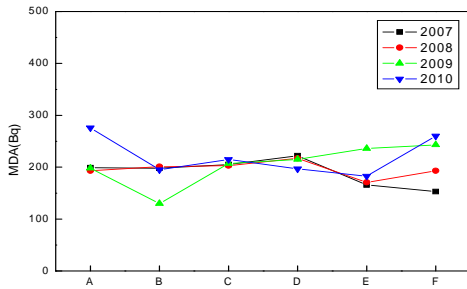
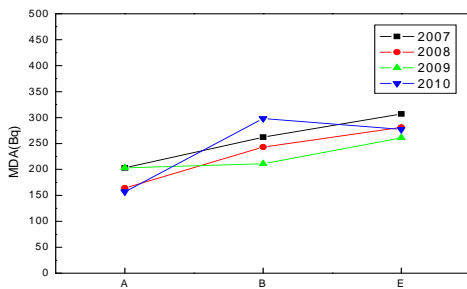


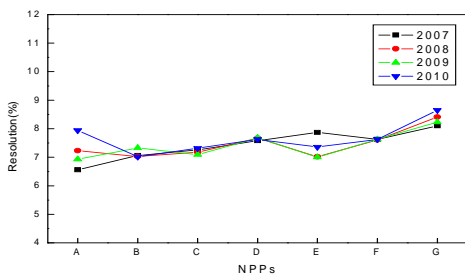
그림 2. Bed Type MDA(측정시간 20분)



○ 에너지 분해능 & FWHM

NaI(Tl)검출기인 Stand Type 전신계측기의 최근4년간 교정된 FWHM과 실제 계측시 측정된 FWHM을 분해능으로 비교하였다. 대부분의 사업소가 Cs-137 기준으로 약 7~8%내외의 분해능을 일정하게 보여주고 있어 검출기의 성능이 양호하게 유지되고 있음을 확인할 수 있으며, 사업소간의 검출기 분해능은 유사하게 나타났다(그림3).

그림 3. 에너지 분해능(Stand Type)



○ 효율

그림 4와 그림 5는 Stand Type의 전신계측기의 계측 효율은 동일 에너지 대 Cs-137(661.6keV)과 Bed type의 계측 효율을 보여주고 있다. 거의 매년 일정한 수준을 유지하고 있다.

그림 4. Stand Type 계측효율

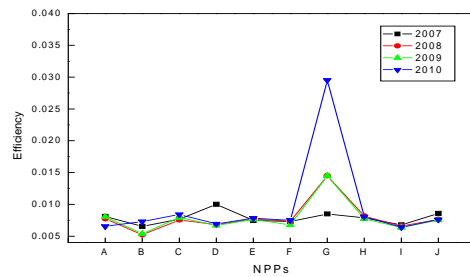
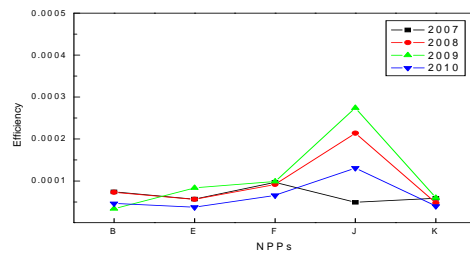


그림 5. Bed type 계측효율



결론

전신계측에 대한 성능 시험 결과, 최소검출방사능, FWHM, 에너지 분해능은 용인한도 이내였다. 기 교정 및 운영 기술 수준은 우수한 것으로 평가되어진다. 앞으로도 내부 방사능을 측정함에 있어 기기의 지속적인 비교 시험을 통해 기기의 신뢰성을 보증하도록 하겠다.

참고 문헌

1. 한국수력원자력, 표준기행 방사선-06 “내부피폭 방사선량 측정 및 평가” 절차서
2. ANSI N13.30-1996 “Performance Criteria for Radiobioassay”