

원전 O/H 기간 주요 방사선장 측정 및 장기선량 재구성 응용

김정인 · 정형권 · 이병일 · 임영기
한국수력원자력(주) 방사선보건연구원
E-mail: neogen21@khnp.co.kr

중심어 (keyword) : 선량재구성, 계획예방정비, gamma-spectroscopy

서론

방사선 피폭선량을 평가하는 일은 크게 두가지 목적을 가진다. 첫 번째는 방사선방호 측면에서 결정론적인 영향을 방지하고 확률론적인 영향을 최소화하기 위해 방사선작업종사자 및 일반인의 선량을 제한하고자 하는 것이며 두 번째는 발생한 질병이 방사선에 의한 영향인지의 여부를 판단하기 위하여 방사선 피폭선량을 평가하는 것이다.[1]

방사선방호 측면에서 원전의 피폭선량평가 체계는 국제적인 틀을 따르고 있고 관련 연구도 지속적으로 이루어지고 있어 전문성을 확보하고 있으나 방사선과 질병과의 인과확률 산정을 위한 선량재구성에 대해서는 피폭환경에 대한 정보부족 등의 이유로 방사선작업종사자에게 발생한 질병이 방사선에 의한 영향인지의 여부에 대한 합리적이고 객관적인 판단근거를 제시하는 데에 한계가 있다.

본 연구에서는 이러한 방사선작업종사자의 선량재구성 결과에 따른 인과확률적 영향을 평가하기 위한 수단으로서 원전의 주요 방사선피폭이 일어나는 계획예방정비기간(O/H) 동안의 특정지역에서의 방사선장을 측정하여 이 결과를 토대로 장기선량을 산출하여 기존의 평가방법과 비교 분석함으로써 피폭 방사선장의 차이에서 오는 장기선량 재구성 결과의 영향을 평가하고자 하였다.

재료 및 방법

공간 방사선장의 주요 측정지역은 원전 O/H기간동

안 C/V내 작업자의 이동이나 대기지역, 주요 작업이 일어나는 지역을 대상으로 하였으며 측정장비는 휴대용 감마핵종 분석기를 이용하였다.

선량재구성은 측정결과를 토대로 몬테카를로 방법을 이용하여 수행하였다. 작업자의 장기선량을 산정하기 위한 인체모델은 MIRD-V를 근간으로 하는 ORNL 모의피폭체를 사용하였고[2] 방사선수송코드는 MCNPX 2.6을 사용하였다.[3] 방사선작업종사자의 개인선량계에 기록된 선량만으로 장기선량을 재구성 할 경우에 실제 피폭 방사선장에 대한 정보가 없으므로 대표 방사선장에 의해 평가할 수 밖에 없으며 본 연구에서는 이를 662 keV 단일에너지 방사선장으로 평가하였다. 방사선의 조사방향은 정면과 후면, 측면 방향이 대표적으로, 작업 특성에 따라 방사선의 조사방향을 분율로 산정하여 평가해야 하지만 본 연구에서는 대표적으로 정면조사 경우에 한하여 장기선량 재구성 자료를 산출하였다.

결과 및 고찰

그림 1은 C/V내 100ft 지점에서의 공간 방사선장 측정결과를 보여준다. 100ft 지점은 증기발생기 관련작업 시 작업준비나 작업자의 대기지역에 해당하며 작업자의 이동이 잦은 곳이다. 시간에 따른 선량률의 차이는 있지만 전체적으로 유사한 감마선 스펙트럼이 나타났으며 500, 800 keV 부근에서 피크가 형성되었고 산란선의 영향은 저 선량 지역일수록 크게 나타났다.

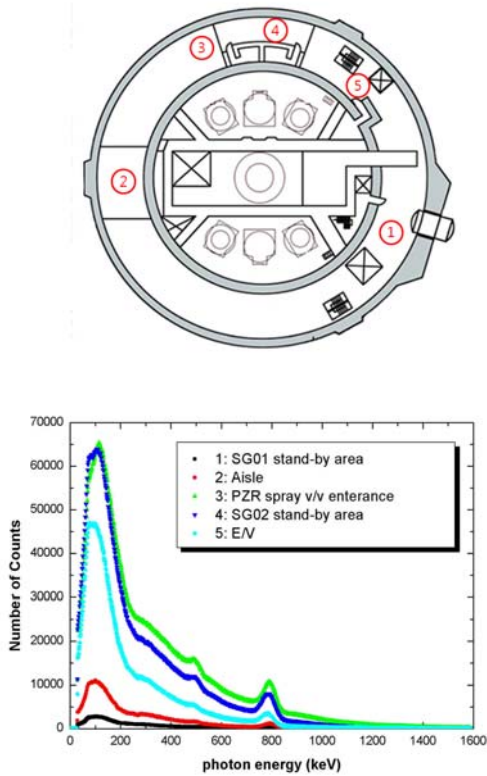


그림 1. C/V 100ft 측정지역별 감마선 에너지 스펙트럼

C/V 내 이동 및 작업대기 지역(100ft)에서의 실제 측정 감마선 스펙트럼을 입력자료로 이용하여 측정자료 대비 기준선장에서 측정선량에 대한 장기선량 재구성 결과를 그림 2에 나타내었다. C/V 내 이동 및 작업대기 지역은 비교적 저 선량지역으로서 실제 작업시 대부분의 시간동안 받게 되는 대표선량이라고 볼 수 있다. 기준선장에 의하면 측정선량 자체가 결국 유효선량이 되기 때문에 장기별 선량으로 환산하여도 결국 모든 장기가 유효선량과 동일한 값을 갖게 되나 여기서는 이를 다시 입력선장으로 평가하여 장기별 선량을 재구성한 뒤 실제 측정값으로 재구성한 값과 비교하였다. 따라서 주어진 실측선량의 경우 동일한 기록선량값을 제공하기 위해서는 환산인자가 필요한데 계산결과 약 30% 수준이었다. 장기별 선량평가 결과는 adrenal을 제외한 대부분의 장기에서 10%미만의 오차를 보였으나 대부분 저평가 되었다. 이는 고 에너지 영역보다는 상대적으로 저 에너지 영역이 차지하는 비율이 높기 때문에 깊이 위치하는 장기의 경우 투과되는 비율이 적기 때문이라고 판단된다.

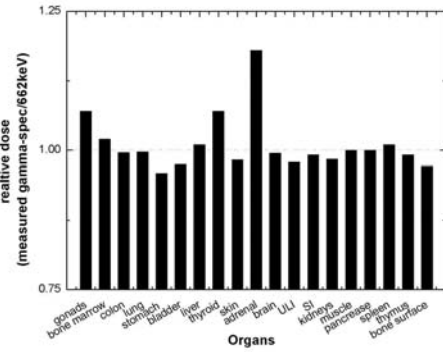


그림 2. C/V 100 ft 공간방사선장 측정값에 의한 기준 방사선장 대비 장기별 선량 재구성 결과

결론

원전 O/H 기간동안의 주요 공간방사선장을 측정하고 측정결과를 이용하여 장기별 선량을 재구성하였다. 재평가된 장기별 선량을 기준방사선장으로부터 산출된 장기별 선량과 비교하였다. 저에너지 분율이 상대적으로 큰 측정 방사선장으로 인해 전체적으로 장기 선량은 낮게 평가 되었으나 정확한 평가를 위해서는 방향성 등이 추가적으로 고려되어야 한다. 원전 내 다양한 작업에 대한 피폭환경 분석과정을 통해 정확한 장기별 선량재구성이 가능할 것이며 이는 방사선과 질병의 인과확률적 평가의 객관적인 판단근거로 활용 가능할 것이라고 판단된다.

참고문헌

1. Office of Compensation Analysis and Support (OCAS), *External Dose Reconstruction Implementation Guideline*, OCAS-IG-001, 2002.
2. M. Cristy and K. F. Eckerman, *Mathematical Phantoms for Use in Reassessment of Radiation Dose to Japanese Atomic-Bomb Survivors*, Oak Ridge National Laboratory Report ORNL/TM-9478 (1985).
3. Denise B. Pelowitz, editor, *MCNPX user's manual.*, LA-CP-07-1473, 2008.