

원전 불균일 접촉작업의 피폭방사선장 특성분석과 말단선량 평가

김희근 · 공태영 · 정택민* 이상구* · 안용민*
한전전력연구원, *한국수력원자력(주)
E-mail: hkkim@kepri.re.kr

중심어 (keyword) : 불균일방사선장, TLD 알고리즘, 증기발생기 수실작업, 말단선량계, 피폭방사선장

서론

1990년 ICRP는 방사선방호 체계를 ICRP-60으로 권고하여 발행하였고, 1996년 IAEA는 ICRP-60을 근거로 BSS-96을 개정하였다[1,2]. 국내에서는 2003년 1월부터 국내 원자력 법령에 반영하여 시행중에 있다.

ICRP-60에서 도입된 유효선량은 방사선의 가중치와 신체 조직의 가중치를 고려하여 합산한 진진피폭 방사선량으로, 심부선량(Deep dose)을 이용하여 평가하고 있다. 교육과학기술부 고시 제 2008-48호(판독업무 등록기준 및 검사 규정)에서 심부선량은 ICRU가 정하는 $H_p(10)$ 으로 신체 1 cm 깊이에 있는 인체 조직이 받는 피폭 방사선량으로 정의된다[3].

원전의 계획예방정비(O/H) 기간 증기발생기 수실작업 등은 매우 높은 방사선량을 보이는 지역으로 짧은 시간 동안 높은 피폭을 받을 가능성이 있다. 이러한 작업조건에서는 높은 피폭을 받으며, 특히 접촉작업을 하는 손이 고피폭을 받을 가능성이 있다. 본 논문은 원전 불균일 방사선장이 형성되는 고피폭 접촉작업에서 말단선량을 평가하기 위해 피폭방사선장특성을 분석하였고, 선량평가 방안을 개발하였다.

말단선량 한도 및 기술기준

방사선작업종사자의 선량평가는 대부분 심부선량을 평가하도록 법적으로 요구하고 있다. 수정체나 피부는 선량한도는 설정되어 있으나, 대부분 국가에서 법적으로 선량평가를 요구하고 있지 않다. 또한 손과 발이 받는 말단선량에 대해서 별도 선량한도를 정하고 있

으나, 법적으로 선량평가를 요구하지 않는다. 말단선량에 대해 연간 500mSv 선량한도를 규정하고 있다.

말단선량 평가의 대표적인 기술기준으로 ANSI N 13.32-1995 을 들 수 있다[4]. 이 기준은 말단 개인선량계 평가에 적용되며, 시험범주, 조사시험 범위, 허용준위 등을 제시하고 있다. 말단에 대한 기준 값이는 ICRP와 ICRU의 $7\text{mg}/\text{cm}^2$ 를 기준으로 하고 있다.

말단선량계의 구조 및 형태

Harshaw 말단선량계는 외형에 따라 반지모양 선량계(DXTRAD)와 밴드모양의 선량계(EXTRAD)로 구분된다. 그림-1과 2에 이를 나타내었다[5].

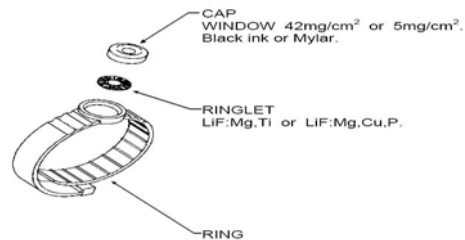


그림-1 Harshaw DXTRAD 말단선량계



그림-2 Harshaw EXTRAD 말단선량계

Panasonic 말단선량계 형광소자는 ${}^6\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7(\text{Cu})$ 이

며, 조그만 원형으로 주로 반지모양의 Ring에 삽입하여 사용하고 있다. 그림-3에 이를 나타내었다[6].



그림-3 Panasonic 말단선량계

불균일 접촉작업의 방사선장 특성분석

증기발생기(S/G) 수실은 대부분 ^{58}Co 과 ^{60}Co 에 의해 방사선량율이 최소 mSv/hr 이상 형성되며[7], 위치에 따라 신체 각 부분 간에 불균일하게 형성된다. 그림-4와 5에 S/G 작업과 Geometry를 나타냈다[8].

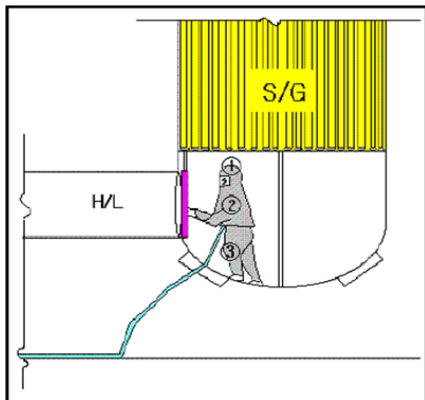


그림-4 증기발생기 수실 작업

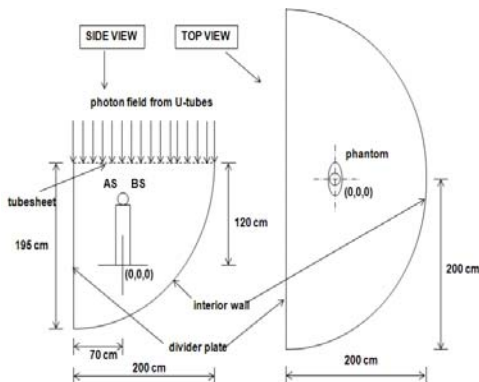


그림-5 증기발생기 수실의 Source Geometry

S/G 수실 내부에서 방사선 피폭원은 위쪽에 있는 U-tube에서 발생하며, 방사선장이 위에서 아래로 형성되고 있다. 2004년 영광4호기 제7차 O/H 기간 복수선량계 알고리즘 적용성 시험의 TLD 판독결과를 근거로 고피폭 접촉작업의 방사선장을 분석하였다[8]. 그 결과 S/G 고피폭작업은 TLD 판독값 A1, A2, A3, A4 값이 대부분 유사하거나 동일하게 나타났다. 이를 근거로 TLD 알고리즘 적용에 따른 표준선량과 심부선량은 동일하게 나타났다. 따라서 이러한 고피폭접촉작업에서 입사 방사선장은 ^{137}Cs 이나 ^{60}Co 과 같은 고에너지 광자에 의한 방사선피폭으로 해석할 수 있다. 이러한 방사선원과 Geometry는 말단선량 평가에도 유사하게 적용될 것으로 판단된다[8].

결론

원전 O/H 기간 고피폭접촉 작업의 입사 방사선은 투과성이 큰 고에너지 광자로 확인되었다. 이에 따라 심부선량 평가만으로 작업종사자 피폭방사선량 평가가 충분하게 이루어질 수 있다고 판단되었다. 또한 접촉 작업 과정에서의 추가적인 말단선량계 지급은 보다 단순화하여 수행할 필요가 있다고 판단되었다. 이러한 사실은 원전 O/H 기간 말단선량계를 패용한 현장 적용시험에서도 다시 확인하였다.

참고 문헌

1. ICRP, Recommendations of the ICRP, 1990.
2. IAEA, Basic Safety Standards, BSS-96, 1996.
3. 교육과학기술부 고시 제 2008-48호(판독업무 등록 기준 및 검사 규정), 2008.
4. American National Standard Institute, ANSI N 13.32-1996, 1996
5. Harshaw Brochure, Extremity Dosimeter, 2008
6. Panasonic Brochure, Extremity Dosimeter, 2008
7. H.Ocken, Techniques for Controlling Radiation Exposure, Nuclear News(Feb.) 43-47, 1993
8. 김희근, 원전 고피폭 접촉작업의 방사선장 분석, 전력연구원 기술간행물, 2009.

감사의 글

이 논문은 한수원(주)와 한전전력연구원의 전력사공동증장기연구개발사업에 의해 수행되었습니다.