울진부지 액·기체 방사성폐기물 배출량 평가

손중권, 김민철, 강기두
한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, 대전시 유성구 금병로 508
jkson1@khnp.co.kr

1. 서론

원전가동에 따른 방사선 환경영향은 기체, 액체 및 고체 방사성물질의 배출로 인한 영향으로 구분할 수 있다. 고체 방사성폐기물의 경우 발전소 내 저장고에 저장하기 때문에 소외로 배출될 가능성이 거의 없으나 액·기체 방사성폐기물은 그만큼 배출에 의한 환경영향 평가가 중요하다고 할 수 있다. 본 논문에서는 울진부지에서 배출된 액·기체 방사성폐기물 배출량을 분석하였으며, 이를 바탕으로 부지경계에서의 배출 방사성물질의 농도를 평가하여 법적 제한치와 비교하였다.

2. 본론

기체 및 액체 배출물의 소외 배출에 대한 제한치는 교육과학기술부 고시 제2009-37호[1]에서 정하는 부지경계구역에서의 배출관리기준(별표3의 제1란의 당해 방사성핵종에 대한 제5란과 제8란의 농도)이다. 이 기준은 일반인에 대한 선량 제한치로부터 도출된 것으로 전체 부지에 대한 기준이다. 따라서 울진1발전소, 울진2발전소 및 울진3발전소 각각의 방사능 방출량을 분석하고 이를 토대로 울진부지 전체호기의 방사능량을 계산하여 배출관리기준 만족여부를 평가하였다. 평가에 활용된 자료는 2000년 ~ 2009년까지 10년간 발간된 방사선관리연보[2]의 기체 및 액체상 방사성물질의 연도별 배출량 측정기록이다.

부지경계에서의 기체 방사성물질의 농도는 핵종별 연간 기체 방사성물질 배출량과 최대 대기확산인자값을 곱하여 구하며 수식 (1)과 같다.

○ 부지경계의 기체 방사성물질의 농도(TBq/㎥)

$$= \text{기체방사성물질배출량}(TBq/yr) \times \text{대기확산인자}(\sec/m^3) \times \frac{1yr}{(365\times24\times60\times60)\sec} \quad \cdots\cdots (1)$$

부지경계에서의 액체 방사성물질의 농도는 핵종별 연간 액체 방사성물질 배출량에 대해 방사선관리연보에 제시된 희석수량과 울진부지에 맞게 수정된 K-DOSE60[3]에서 제시된 희석인자 2를 적용하여 부지경계에서의 농도를 구하며 수식 (2)와 같다.

○ 부지경계의 액체 방사성물질의 농도(TBq/㎥)

$$= \text{액체방사성물질배출량}(TBq/yr) \times \frac{1}{\text{희석수량}(m^3/\sec)} \times \frac{1yr}{(365\times24\times60\times60)\sec} \times \frac{1}{2} \quad \cdots\cdots (2)$$

방사성물질의 종류를 알고 있는 핵종이 2종 이상일 경우 각 핵종별 농도는 물론 배출되는 핵종별 방사능 농도와 배출관리기준의 비의 합계가 1 이하가 되도록 핵종별 농도 기준치도 준수해야 한다. 핵종별 배출량을 가중치로 하여 계산한 혼합허용농도와 각 핵종별 부지경계농도의 합으로 계산한 혼합농도는 식(3), (4)와 같으며 기체 방사성물질과 액체 방사성물질에 대해 공통으로 적용한다.

○ 혼합허용농도(TBq/㎥)

$$= \sum_{\text{핵종}_i}^{\text{전체핵종}} \left[\text{핵종}_i\text{의 배출관리기준}\,(TBq/m^3) \times \frac{\text{핵종}_i\text{의 배출량}(TBq/yr)}{\sum_{\text{핵종}_i}^{\text{전체핵종}} (\text{핵종}_i\text{의 배출량}(TBq/yr))} \right] \quad \cdots\cdots (3)$$

○ 혼합농도(TBq/㎥)

$$= \sum_{\text{핵종}_i}^{\text{전체핵종}} \left[\text{핵종}_i\text{의 부지경계에서의 농도}\,(TBq/m^3) \right] \cdots (4)$$

평가기간 동안의 울진 1,2,3,4,5,6호기에서 기체형태로 배출된 주요핵종은 H-3, Xe-133, I-133 등이며 평가기간 중의 연간 배출량에 대한 변화추이를 분석한 결과 증가 또는 감소 추세의 경향은 없었다. 각 핵종의 부지경계농도를 배출관리기

준과 비교해 보면 기체 방사성물질 배출에 의한 부지경계에서의 농도가 고시의 배출관리기준을 만족하고 있으며 그 값은 기준치 대비 1% 이하로 낮게 관리되고 있음을 알 수 있었다.

평가기간 동안의 울진 1,2,3,4,5,6호기에서 액체형태로 배출된 주요핵종은 H-3, I-131, Co-60 등이며 배출방사능의 대부분을 H-3이 차지하고 있다. 각 핵종의 부지경계농도를 배출관리기준과 비교해 보면 액체 방사성물질 배출에 의한 부지경계에서의 농도가 고시의 배출관리기준을 만족하고 있으며 그 값은 기준치 대비 1% 이하로 낮게 관리되고 있음을 알 수 있었다.

2000년부터 2009년까지 방출된 핵종들 중 방출량 및 선량기여도가 상대적으로 큰 핵종인 삼중수소에 관한 연도별 방출량을 그림 1과 그림 2에, 기준치 대비 연도별 농도분포를 그림 3과 그림 4에 나타내었다. 그림 3에서 볼 수 있듯이 10년간 기체 삼중수소의 부지 경계농도의 범위는 1.78E-12~1.45E-11 TBq/m^3으로 기준치(3.00E-09 TBq/m^3) 대비 약 0.06~0.48% 수준이다. 10년간 액체 삼중수소의 부지 경계농도의 범위는 9.29E-09~1.14E-07 TBq/m^3으로 기준치(4.00E-05 TBq/m^3) 대비 약 0.02~0.28% 수준임을 그림 4에서 볼 수 있다.

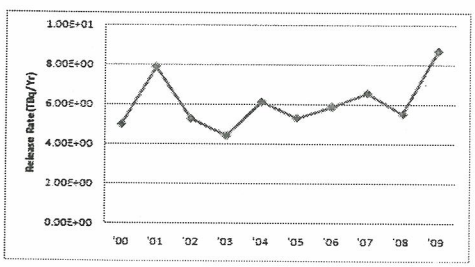

Fig. 1. Gaseous H-3 Release per Year

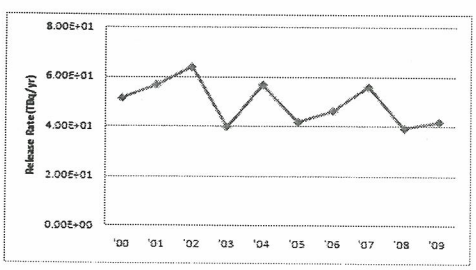

Fig. 2. Liquid H-3 Release per Year

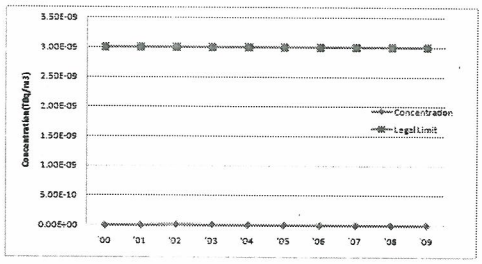

Fig. 3. Legal Limit and Concentration of Gaseous H-3

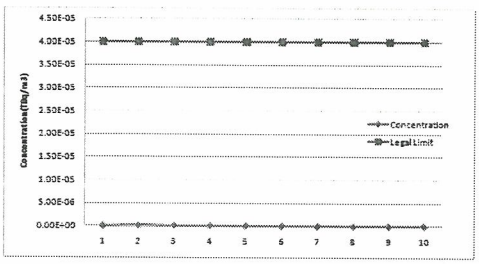

Fig. 4. Legal Limit and Concentration of Liquid H-3

3. 결론

울진부지에서 2000년부터 2009년까지 배출된 기체 및 액체 방사성물질 배출량을 평가하였다. 기체배출물의 주요 핵종은 H-3, Xe-133, I-133 등으로서 부지경계 농도가 교육과학기술부 고시 제2009-37호의 배출관리기준에 비해 1% 이내의 수준으로 관리되고 있었으며, 액체배출물의 주요 핵종은 H-3, I-131, Co-60 등으로서 대부분 H-3였으며 부지경계 농도가 교육과학기술부 고시 제2009-37호의 배출관리기준에 비해 1% 이내의 수준으로 관리되고 있었다. 울진원전은 방사성폐기물 배출관리를 규정에 따라 수행하여 배출량을 최소화하고 법적 기준치를 충족하고 있음을 알 수 있었다.

4. 참고문헌

[1] 교육과학기술부 고시 제2009-37호(방사선방호 등에 관한 기준 고시), 2009.

[2] 한수원(주), 원자력발전소 방사선관리연보, 2000~2009.

[3] 한전전력연구원, 원자력발전소 주변 주민선량 계산지침서 Rev.2, 2003.