

국내·외 방사성유출물 배출관리 규제 동향

전제근, 송민철, 전인영, 김완태
한국원자력안전기술원, 대전광역시 유성구 구성동 19번지

k393cik@kins.re.kr

1. 서론

원자력시설의 운영시 액체 및 기체방사성물질의 환경배출이 발생하며, 방사성물질의 환경배출은 직·간접적으로 원자력시설 주변주민과 생태계에 영향을 미치게 된다.

국내의 경우 원자력시설로부터의 방사성물질의 환경배출에 따른 영향을 규제하기 위하여, 제한구역경계에서의 핵종별 농도(배출관리기준) 및 피폭선량(환경상의 위해장지를 위한 원자력시설의 설계목표치)을 제한하고 있다. 국외의 경우 미국을 제외한 대부분의 국가에서는 원자력시설로부터의 방사성유출물의 제한은 주로 제한구역경계 또는 결정집단에 대한 선량(선량제약치)으로 제한하고 있어, 국내 관행과는 차이가 있어 이를 살펴보았다.

국내 원전에서 배출되고 있는 방사성유출물의 주 기여분은 삼중수소 및 불활성기체가 되고 있으나, ^{14}C 배출량을 반영하고 있는 유럽국가에서는 ^{14}C 이 유출물의 주 기여분이 되고 있다. 당고찰에서는 유출물관리에 관한 국내의 주요 현안인 ^{14}C 감시에 대한 국내·외 현황에 대해서도 살펴 보았다.

2. 국내·외 유출물관리체계

가. 선량제약치

미국을 포함한 주요 국가들의 방사성유출물에 대한 선량제약치를 운영하고 있으며, 미국, 한국, 영국과 같은 일부국가에서는 원자력시설당 및 시설부지당 선량제약치를 설정하고 있으며, 그 외 대부분의 국가에서는 단일 원자력시설 또는 시설부지당 선량제약치를 운영하고 있다.

1) 한국

국내에서는 유출물관리에 관한 선량제약치가 별도로 설정되어 있지 않으나, 유출물에 대한 설계목표치가 운영중에도 유지되어야 함을 사유로 설계목표치를 선량제약치로 간주하여 운용하고 있다. 유출물에 대한 설계목표치는 원전, 핵주기시설, 폐기시설 등에 적용되며, 교육과학기술부고시 제2008-31호 16조 2항에 제시되어 있으며, 주요 내용은 다음과 같다.

1. 해당시설의 설계에 적용할 기준

가. 기체 방출물 : 1) 감마선 및 베타선에 의한 공기의 흡수선량 : 0.1 mGy, 0.2 mGy.
2) 외부피폭에 의한 유효선량 : 0.05 mSv. 3) 피부등가선량 : 0.15 mSv.

4) 입자상 방사성물질, H-3, C-14 및 방사성 옥소에 의한 인체 장기 등가선량 : 0.15 mSv.
나. 액체 방출물 : 1) 유효선량 : 0.03 mSv. 2) 인체 장기 등가선량 : 0.1 mSv.

2. 동일부지내의 다수의 원자력관계시설을 운영하는 경우에 적용할 기준

가. 제한구역 경계에서의 연간 선량 : 1) 유효선량 : 0.25 mSv. 2) 갑상선 등가선량 : 0.75 mSv.

2) 미국

○ 단일시설에 대한 설계기준(10CFR50 부록 I)

1) 기체 방출물 : 가) 감마선 및 베타선에 의한 공기의 흡수선량 : 0.1 mGy, 0.2 mGy.

다) 외부피폭에 의한 전신선량 : 0.05 mSv. 라) 피부등가선량 : 0.15 mSv.

마) 입자상 방사성물질 및 방사성 옥소에 의한 인체 장기 등가선량 : 0.15 mSv.

2) 액체 방출물 : 가) 전신선량 : 0.03 mSv. 나) 인체 장기 등가선량 : 0.1 mSv.

○ 동일부지내 대한 운영기준(40CFR190)

1) 전신선량 : 0.25 mSv. 2) 갑상선선량 : 0.75 mSv. 3) 기타 장기 선량 : 0.25 mSv.

3) 러시아 : 단일 원자력시설에 대해 연간 0.01mSv, 4) 일본 : 단일 원자력시설에 대해 연간 0.05mSv

5) 영국 : 단일 원자력시설 운영기준 연간 0.3mSv, 부지당 운영기준 연간 0.5mSv

6) 스웨덴 : 단일 원자력시설 운영기준 연간 0.1mSv, 선량제약치 외 매5년마다 target value를 규제기관과 협의·설정하여 운영

7) 독일 : 유효선량 0.3mSv

나. 배출관리기준

유럽 대부분의 국가에서는 방사성유출물의 배출관리를 위하여 선량제약치만을 운용하고 있으나, 한국과 미국의 경우에는 제한구역경계에서(제한구역경계가 없을 경우 배수구 또는 배기구)의

액체 및 기체유출물의 핵종별 배출관리기준을 설정하여 운영하고 있다. 국내 방사성유출물의 배출관리기준은 교육과학기술부고시 제2008-31호 제6조 및 별표3에 규정되어 있다. 미국의 경우에는 10CFR20 Appendix B에 제시되어 있다.

다. 집단선량의 적용

1) IAEA

ICRP 및 IAEA에서 유출물관리 및 방사선방호와 관련하여 발간되는 문서들에는 집단선량을 배출관리 최적화의 기준으로 제시하고 있다. 즉, 집단선량 1 person · Sv/yr를 최적화의 기준으로 제안하고 있다.

2) 적용국가

집단선량을 유출물 배출관리에 적용하고 있는 국가는 아르헨티나가 있으며, 1 person · Sv/yr를 초과할 경우 최적화를 수행하도록 하고 있다. 그 외 국가에서는 NCRP-121에 소개된 바와 같이 작은 선량이라도 큰 인구수에 적용할 경우 과대평가될 소지가 있어 집단선량을 규제목적으로 사용하지 않고 있는 것으로 확인된다.

3. IAEA 관련 동향

IAEA에서는 방사성유출물 배출관리에 관한 회원국들의 규제절차 수립을 돕기 위하여 2000년 방사성유출물의 환경배출관리에 관한 안전지침(IAEA WS-G-2.3, Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment)을 발간하였으며, 방사성유출물 배출의 근간이 되는 방사선방호에 관한 ICRP의 신권고 발간 및 IAEA의 기본안전규정(BSS)-115의 개정 추진으로 WS-G-2.3 지침의 개정을 추진하고 있다. 또한 유출물배출제한치 설정에 관한 TECDOC 보고서(Practical Aspects of Setting Authorized Limits for Radioactive Discharges)를 2008년중 발간할 예정이다. 당 보고서에는 각국의 유출물방출한계치에 대한 현황과 IAEA의 제안 등이 기술된다.

4. 유출물중 ¹⁴C 국내·외 감시 동향

가. ¹⁴C 특성

¹⁴C 배출규제에 대한 근거로는 과기부고시 제2001-2호(현재 제2008-31호 “방사선방호등에 관한 기준 고시”로 변경)에 ¹⁴C에 의한 제한구역 경계에서의 유효선량 한도가 법제화되었다.

원자력발전소에서는 ¹⁷O(n,α)¹⁴C 및 ¹⁴N(n,p)¹⁴C 반응에 의해 ¹⁴C이 주로 생성되며, 1,000MWe급 경수로에서는 년 0.27TBq의 ¹⁴C이 환경으로 배출되는 것으로 평가되고 있다. ¹⁴C은 타 베타핵종에 비해 선량환산인자가 높고 배출량이 많으므로, 주민피폭선량에 기여도가 높아질 가능성이 있다.

나. 국내 동향

국내 원전에서 액체 및 기체유출물중 ¹⁴C의 감시는 중수로 원전의 기체유출물에 대해서만 실시되고 있다. 경수로원전에 대해서는 한수원은 '03년부터 24개월에 걸쳐 ¹⁴C 1차 배출량 평가를 실시하였으며, '06. 1 ~ '08. 12(36개월)에 걸쳐 2차 ¹⁴C 배출량평가를 실시하고 있다.

다. 국외 동향

1) 캐나다

캐나다에서는 1997 ~ 1999년 이후 전 원전을 대상으로 기체 및 액체유출물에 대해 ¹⁴C 감시를 수행하고 있다.

2) 유럽

독일, 영국, 스웨덴 등 유럽 대부분의 국가에서 ¹⁴C 감시를 수행하고 있다.

3) 미국

80년대 일부 원전에서 ¹⁴C 감시를 실시한 적이 있었으나, 환경중에 존재하는 ¹⁴C에 의한 영향이 원전에서 배출되는 ¹⁴C에 비해 크다는 사유 등으로 NRC는 ¹⁴C에 대한 감시를 규제하지 않고 있다. 이는 실질적으로는 정상운영중 주민피폭선량평가를 위한 기준에 ICRP-2를 적용하고 있어, ¹⁴C에 의한 기여도가 상대적으로 작음에 기인하는 것으로 판단된다.

5. 결론

원자력시설의 운영에 따른 방사성유출물의 국내·외 규제관행에 대하여 살펴보았다. 국내 관련 규제관행은 미국의 관행에 근거를 두고 있으며, 유럽의 관행과는 다소 차이가 있다. 또한 ¹⁴C 감시와 관련하여 중수로의 경우에는 기체유출물에 대해 캐나다 관행을 따르고 있다. 경수로의 경우에는 미국의 관행을 따르고 있으나, 유럽국의 관행반영 여부를 결정하기 위한 연구가 진행중이다.