

원자력발전소 배기구 방출 C-14의 측정 및 감시를 위한 접근

강덕원, 양양희, 허호*, 박규태*, 이경호*, 강기두* *, 박경록* *

한국전력공사 전력연구원, 대전광역시 유성구 문지동 103-16번지

*(주)엑트, 대전광역시 대덕구 신일동 1688-5번지

**(주)한국수력원자력, 대전광역시 유성구 덕진동 150

dwkang@kepri.re.kr

원자력 발전소의 가동 기수 및 가동 연수의 증가와 더불어 비록 소량이지만 다양한 형태의 방사성 탄소(C-14)가 발전소의 배기구를 통해 환경 중으로 방출되어 지는데 그중에서도 $^{14}\text{CO}_2$ 화학종은 환경 중으로 방출시 이산화탄소의 광합성작용에 의해 탄수화물 형태로 생성되기 때문에 체내에 흡입 시 인체에 미칠 수 있는 영향이 커 매우 관심을 갖는 핵종 중의 하나이다. 이러한 C-14에 의한 영향을 보다 정확히 평가하기 위하여 국내에 운전 중인 경수로 원전 중에서 3가지 유형의 원자로를 선정하여 발전소 배기구를 통해 방출되는 C-14의 방출량 및 화학종을 평가해 오고 있다. 환경방출 C-14의 화학종에 대한 정확한 감시 및 분석은 주변주민의 피폭 및 환경영향 평가와 직결되기 때문에 분석오차를 최소화할 수 있는 방안에 대한 접근법이 심도 있게 검토되어야 한다. 본 논문에서는 추후 실제 분석에 따른 오차를 최소화 시킬 수 있도록 C-14 분석에 따른 오차 유발 가능성에 대해 검토하였다.

첫째 격납건물로부터 방출되는 공기 중에 존재하는 탄소성분이 어떤 화학종 형태로 존재하는지 알기 위해 국내에서 사용 중인 C-14 포집기의 포집 효율에 대한 검토가 선행되어야 한다. C-14의 일반적인 포집법은 두개의 포집병 사용시 CO_2 의 99.8%를 흡수하는 것으로 알려져 있다. 이 곳을 통과한 공기는 촉매가 존재하는 석영관에서 높은 온도 조건하에서 통과시키면 방출 공기 중에 존재하는 C_nH_n 은 CO_2 와 H_2O 로 연소된다. 이렇게 연소된 CO_2 를 NaOH 용액을 함유하고 있는 포집병에 통과 시키면 Na_2CO_3 형태로 포집된다. 이러한 분리, 포집 단계에서 얻어지는 CO_2 와 C_nH_n 의 조성비에 대한 정확한 평가가 요구된다.

둘째, Na_2CO_3 형태로 포집한 CO_2 를 전처리 공정을 통하여 CaCO_3 의 분말 형태로 만드는데 이때 침전된 CaCO_3 를 분리, 처리하기 위해서는 많은 양의 물로 세척하게 되는데, 세척방법에 따라 일부 용해된 C-14가 존재할 경우는 계측 시의 분석오차를 최소화시킬 수 있을 것으로 여겨진다.

셋째, 계측시료의 소광효과를 보정하기 위하여 표준시료를 제조하게 되는데 이때 표준시료를 정확히 만들지 않으면 C-14의 방사능 분석 값에 오차를 유발시킬 수 있다. 소광계수와 계측 효율간의 상관 곡선을 정확하게 작성하면 표준시료 제조에 따른 번거로움은 줄어들지만 소광 정도가 다른 표준 시료를 여러 개 만들어야 하기 때문에 시료 제조과정에서 소광계수와 계측 효율간의 상관곡선 작성 시 오차가 발생할 우려가 있다.

C-14 측정용 액체섬광계측기는 H-3와 에너지 범위가 비슷하기 때문에 C-14의 방사선량을 정확히 분별, 측정하는데 많은 어려움이 상존해 있다. 이러한 여러 가지 이유로 방사선 측정에서 나타날 수 있는 문제를 사전에 면밀히 검토 분석하여, C-14 방사선의 오차를 최소화 할 수 있는 방법을 검토, 분석하고자 한다