

중수로 원전 폐수지 혼합물 저장탱크 내 방사성핵종 분석

황재식^{1*}, 오심온¹, 김건호¹, 강병만¹, 최광순¹, 박종민², 최영구³, 안홍주¹

¹한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

²한국수력원자력(주), 경상북도 경주시 양북면 불국로 1655

³(주)선광티엔에스, 서울특별시 구로구 공원로 3

*jaesikhwang@kaeri.re.kr

1. 서론

이온 교환 수지는 원자력발전소 운영 중 계통수질 화학적 조절 및 관리를 위해 사용되며, 운전종료 후 사용후 핵연료 수조수의 세정계통, 방사성폐수 처리계통 등 여러 액체폐기물 처리계통에서 다양한 핵종을 제거하기 위하여 사용된다[1].

국내 월성원전은 국내 두 번째 원전이자, 국내 첫 번째 중수로 원전이다. 중수로 원전은 냉각재 및 감속재로 중수(D₂O)를 사용하기에 중성자 조사에 의해 생성된 H-3의 양은 가압경수로에 비해 많은 양을 차지한다[2]. 또한 감속재 및 냉각재 계통, 환형기체계통, 핵연료 손상 등에 의해 C-14 핵종이 발생된다. 월성원전에서 발생된 폐수지는 방사능 준위나 수지의 성질에 따라 구분하지 않고 발생시 혼합하여 저장하고 있다[3]. 이렇게 혼합된 수지에는 핵분열생성 핵종 또한 포함되어 있을 수 있다. 또한 저장탱크에는 폐수지 뿐만 아니라 활성탄, 제올라이트가 혼합되어 있다.

본 연구에서는 월성 원전 폐수지 저장탱크에서 채취한 폐수지 혼합물의 방사성 핵종 분석을 통해 탱크내 위치별 핵종 및 농도를 분석하였다.

2. 본론

2.1 시료준비

월성 원자력발전소의 폐수지 혼합물 저장탱크의 크기는 가로, 세로, 높이가 각각 7.7 m, 7.2 m, 4.7 m로서 저장용량은 200 m³이다. 상부에는 폐수지 혼합물 투입을 위한 맨홀과 시료채취를 위한 검사구가 위치해 있다. 폐수지혼합물 저장탱크 내 방사성핵종 분석을 위한 시료채취는 상부의 상등액을 채취한 후 수직방향으로 맨홀부위에서 3곳, 검사구 부위에서 4곳을 채취하였다. Table 1은 저장탱크 맨홀에서 채취한 폐수지혼합물 시료에 대한 무게 및 표면선량을 나타내고 있다. 시료위치별 표면선량은 상등액을 제외하고 하부에서 상부로 갈수록 증가하였다.

Table 1. Samples characteristics at manhole part in spent resin storage tank

| | Supernatant | #1 | #2 | #3 |
|---------------------------|-------------|-------|-------|-------|
| * Position(m) | Upper part | 2.7 | 3.2 | 3.5 |
| (A) Surface dose (uSv/hr) | 0.524 | 56.2 | 49.2 | 85 |
| (B) Weight(g) | 507.2 | 852.9 | 862.3 | 659.8 |
| (A/B) (uSv/hr/g) | 0.001 | 0.066 | 0.057 | 0.128 |

2.2 혼합물 분리

앞서 언급한 바와 같이 폐수지 혼합물은 제올라이트, 활성탄, 폐수지가 혼합되어 있기에, 분석을 위해서는 물리적으로 각각 분리해야 한다. 본 연구에서는 폐수지 혼합물에서 제올라이트, 활성탄, 폐수지를 분리하기 위해 850, 710 μm의 체(sieve)를 활용하였다. Fig. 1은 체를 활용한 혼합물의 분리 전후를 보여주고 있다. 혼합물 시료 약 50 g을 체를 이용 분리한 결과 제올라이트, 활성탄, 수지의 무게가 각각 22.71 g, 14.15 g, 13.22 g으로 나타났으며, 수지가 혼합물 시료에서 약 26%를 차지하였다.

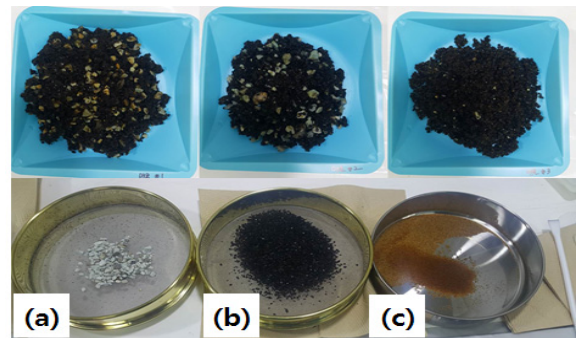


Fig. 1. Before and after separated from mixed spent resin(a: zeolite, b: activated carbon, c: resin).

2.3 시료용해

60°C에서 8 시간 건조 된 시료를 각각 혼합산을 이용하여 방사성 핵종을 용해한 후 감마분광기를 통해 감마방출핵종의 방사능 값을 측정하였다. H-3 과 C-14 핵종분리는 일정량의 시료를 취하여 포집을 통한 추출법으로 시료를 준비하여 Ultima Gold 카테일과 혼합하여 LSC로 측정하였다. Fig. 2는 성상별 방사성 핵종 변화를 나타내고 있다. 폐수지 혼합내 Co-60, Cs-137, H-3, C-14의 방사능 값을 분석한 결과, 전반적으로 폐수지에 포함된 방사능값이 높게 나타났으며, C-14의 경우 맨홀 #1에서 맨홀 #3으로 갈수록 감소하는 경향을 나타내었다.

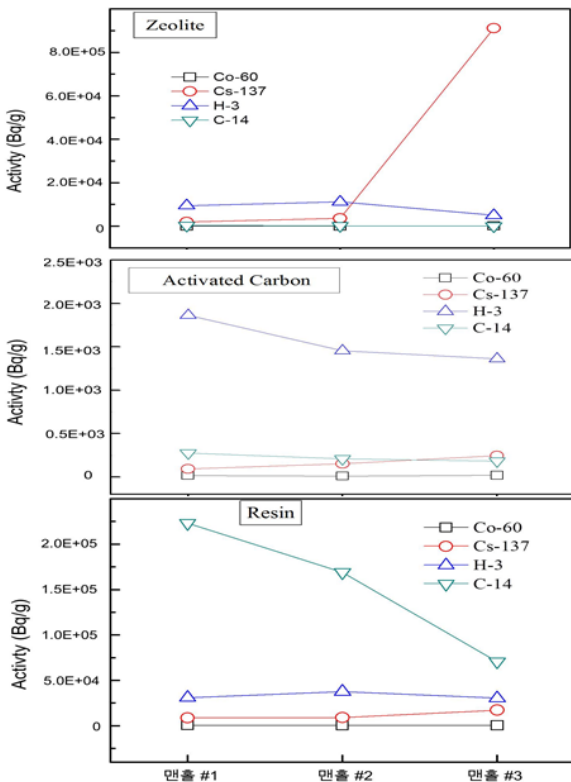


Fig. 2. Before and after separated from mixed spent resin(a: zeolite, b: activated carbon, c: resin).

3. 결론

월성원자력발전소 폐수지혼합물 저장탱크 내 방사성핵종 분석을 수행한 결과, 위치별로 방사성 핵종 농도가 다르게 나타났다. 이는 폐수지혼합물 발생 시 별도의 처리 없이 바로 탱크에 저장하기 때문에 저장탱크내 높이별 발생시기가 다른 것에 기인한 것으로 판단된다. 폐수지 혼합물 성상별 방사성핵종 분석에서 레진에 포함된 방사성핵종의 방사능 값이 높게 나타났으므로 별도의 분리 및 처리기술

적용을 통해 중주준위인 폐수지의 처리가 필요할 것으로 판단된다.

4. 감사의 글

본 연구는 한국원자력연구원 주요사업의 일환으로 진행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] International Atomic Energy Agency, "Application of Ion Exchange Processes for the Treatment of Radioactive Waste and Management of Spent Ion Exchange", Technical Report Series No. 408, IAEA, Vienna, 2002.
- [2] D. L. Moir, K. J. Ross, J. D. Chen and A. W. Tarr, E. L. Bialal, W. A. Boivin, D. C. Doern, D. L. Hoffman, and J. P. M. Ross, "Determination of ¹⁴C in Spent Moderator Ion-Exchange Resin from Bruce Nuclear Generating Station A", J. Radioanal. & Nucl. Chem., 185(1), 69-81, 1994.
- [3] Wolsong Nuclear Power Plant, Final Safety Analysis Report, Wolsong NPP Unit2,3,4, (7), 1995.