

상용 유기성 폐액 처리기술의 현장 적용성 평가

박승철, 최진수, 양호연

한수원(주) 중앙연구원, 대전광역시 유성구 유성대로 1312-70

scpark@khnp.co.kr

1. 서론

국내 원자력발전소 2차 계통수의 pH를 조절을 위해 과거에 사용하던 암모니아를 에탄올아민(ETA)으로 대체하여 사용하고 있다. 그리고 2차 계통수의 이온교환수지를 이용하여 정화처리 하며, 이온교환수지는 주기적 재생하여 그 성능을 유지한다. 그런데 이온교환수지 재생과정에서 탈착된 ETA가 포함된 폐액인 복수탈염설비(CPP; Condensate Polishing Plant) 재생폐액이 생성되는데 이 폐액은 화학적산소 요구량(COD) 및 총질소(T-N)가 환경 방류수 수질 기준을 초과하기 때문에 원자력발전소의 일반 폐액 처리장에 유입하여 폐액중 대부분의 물은 회수하여 재활용하고 나머지 폐액은 환경 기준 이내로 분해하여 방류한다. 그러나 현재의 폐액처리설비는 유입수 조건이 까다롭고 추가 약품을 사용하기 때문에 처리 비용 측면에서 어려움이 있다. 이에 대해 한수원(주) 중앙연구원은 원자력발전소의 일반 유기성 폐액 처리방법을 보다 단순화하고, 유기물 분해/제거 효율을 획기적으로 높일 수 있는 방안을 수립하고자 기존 기술을 포함하여 상용화된 다양한 처리기술들을 조사하고 현장 적용성을 평가할 계획이다. 관련하여 본 논문에서는 원자력발전소에서 활용할 수 있는 상용 유기성폐액의 처리기술 조사/분석 및 평가에 관한 사항을 논의하였다.

2. 본론

국내 원자력발전소에서 발생하는 일반폐수는 대부분 회수하여 재활용하고, 일부 방류하는 폐수는 수질환경보전법 기준과 환경영향평가 시에 협의된 유기물 배출허용기준을 만족하는 수준으로 처리하여 방류하고 있다. 원자력발전소에서 발생하는 대표적인 유기성 폐액은 2차계통 화학세정시 발생하는 EDTA폐액, CPP 재생폐액 등이며 이러한 유기성 폐액의 처리를 위해 전기분해, 플라즈마 열에 의한 분해, 생물학적 분해 등 기술개발 활동이 이루어져 왔다[1-5].

그중에서 CPP 재생폐액을 전기분해하는 기술이

국내 원전에 상용화되었다. 이 CPP 재생폐액은 에탄올아민을 포함하고 있으며 COD가 약 120~250ppm 수준으로서 방류수 수질기준을 초과하므로 에탄올아민을 역전기투석(EDR) 방법으로 처리하여 대부분의 폐액을 정화하여 재사용하는 한편 농축된 폐액은 COD를 20ppm 이하로 방류할 수 있도록 전기분해 처리하고 있다. 그림 1은 국내 원자력발전소에서 발생하는 유기폐액인 CPP 재생폐액의 처리공정을 개략적으로 나타내고 있다[6].

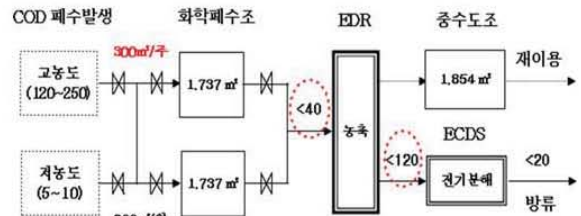


Fig. 1. 원자력발전소 복수탈염설비(CPP) 재생폐액 처리설비 개략도.

위 공정에서 역전기투석기는 중수도(中水道) 설비로서 주로 이온교환막(Ion-exchange Membrane) 제조기술의 발전과 함께 발전해 왔으며, 운영기술 최적화 및 막(membrane) 비용의 저하로 인해 과거에 비해 기술의 경제성을 갖추게 되었다. 이 설비에서 처리하여 회수된 중수는 총이온(음, 양), 총유기탄소(TOC), 탁도, 총용존염(TDS) 등 수질기준을 만족하여야 한다. 그리고 전기분해설비는 실질적인 폐수 중 유기물 파괴설비로서 병렬로 연결된 몇 개의 전해조를 이용하며 여기에 NaCl 등 몇 가지 약품을 투입하여 유기물의 전기분해를 촉진시킨다. 이 설비에서 처리하여 배출되는 폐수는 원자력발전소 환경영향 평가시에 협의된 기준인 COD 20ppm 및 T-N 20ppm을 만족하여야 한다. 이 CPP 재생폐액 처리설비의 운전방법은 공정에 입수된 대량의 CPP 재생폐액을 EDR를 통과시켜 폐액 중 대부분은 물을 회수하여 재활용하고 나머지 ETA가 농축된 폐액은 전기분해 설비로 도입하여 방류기준 이하로 처리하여

환경으로 배출한다. 그러나 농축된 ETA 폐액은 난분해성이기 때문에 COD 및 N을 동시에 처리하기에는 반응시간, 처리비용 등 관점에서 아직도 보다 효율성을 높이는 방향의 기술개발이 필요하다고 판단된다. 관련하여 한수원(주) 중앙연구원은 기존의 [EDR-전기분해] 처리설비의 혁신적 성능개선을 위해 향후 1년간 국내/외 원자력발전소 및 산업체에서 활용중인 상용 유기성폐액 처리기술들을 광범위하게 조사/분석할 예정이다. 이렇게 조사/식별된 상용 처리기술에 대해서는 1단계로 국내 원자력발전소의 CPP 재생폐액 처리 적용성 평가를 위해 모의폐액을 대상으로 실험실적 시험을 수행하고, 그 정량적 결과들을 바탕으로 적용성이 높은 후보 기술을 선별할 계획이다. 그리고 선별된 몇 개의 후보 기술에 대해서는 2단계로 실제 원전의 CPP 폐액을 대상으로 실증시험을 통해 방류수 기준(< COD 20ppm, < T-N 15 ppm) 만족 여부 및 회수된 중수(中水)의 수질기준 만족여부를 평가할 예정이다. 아울러 설비의 운영 용이성, 경제성 등을 함께 평가할 예정이다. 1,2단계에서 그 적용성이 가장 높게 평가된 후보기술은 단계적으로 국내 원자력발전소 CPP 재생폐액 처리기술로서 채택을 고려할 뿐 아니라 중·장기적으로 친환경 원전운영 및 원전기술 수출을 위한 원전기술로 육성하기 위해 지속적 기술개발을 수행하고자 한다.

3. 결 론

CPP 재생폐액을 비롯하여 원자력발전소 운영 중 발생하는 유기성 폐액에 대한 특별한 입수조건 제한이 없고, 약품을 거의 사용하지 않으면서도 처리 효율이 높은 유기성 폐액 처리기술을 확보할 경우 국내 원자력발전소 용수의 재활용을 통한 경제성 향상과 함께 환경배출 기준을 만족할 수 있어서 원전의 그린 이미지를 한층 높일 수 있을 것이다. 또 원전 플랜트 수출국에 걸맞는 원전기술을 확보하여 대외 경쟁력을 높일 수 있다. 이를 위해 한수원(주) 중앙연구원은 향후 1년간 국내외 원전 및 산업체에서 상용화된 유기성 폐액 처리기술을 대상으로 2단계의 후보기술 선정 과정을 거쳐 후보 기술을 선정하여 중점 기술로 개발할 계획이며 세부적인 수행내용 및 성과에 대해서는 차기 학술대회에서 발표하고자 한다.

4. 참고문헌

- [1] KOPEC, 원자력발전소 폐액처리설비COD/T-N 동시제거공정 연구(2005).
- [2] 한성크린텍(주), 원전 오폐액처리시설 개선 기술진단(2006).
- [3] 한국원자력연구원, 고리1발 방사성 유기폐액(EDTA) 산화처리 및 고화 연구(2007).
- [4] 한수원(주) 원자력발전기술원 수용성 작업용품 용해 및 분해 처리기술 실증 보고서(2007).
- [5] 한수원(주)/KOPEC, 발전소 복수탈염설비 폐액 처리시설 기본설계보고서(2009).
- [6] 한수원중앙연구원, '상용 유기성 폐액 처리기술의 현장 적용성 평가' 발표자료(2012).