

국내 난 처리성 산업용 방사성폐기물의 부피감용 최적 처리공정 개발

홍용호*, 박형민, 최은석

(주)액트, 대전광역시 유성구 테크노 9로 35

*hyh@actbest.com

1. 서론

국내 난 처리성 산업용 방사성폐기물의 처리를 위하여 그동안 국내에서 연구 및 개발한 종래기술로는, 산업용 방사성폐기물의 주성분인 지지체를 용해하기 위하여 알칼리용액에 산업용 방사성폐기물을 투입하고 고온(1,000°C 이상)에서 반응시켜 규산나트륨 형태의 고체상을 분리하는 방법이 제시된 바 있으나, 산업용 방사성폐기물의 용해와 2차 폐기물 처리에 대한 방안 등이 제시되지 않았다.

또한 산업용 방사성폐기물을 직접 1200°C 이상으로 가온하여 산화안티몬, 산화몰리브덴 또는 이들의 혼합물인 휘발성 물질을 분리하고, 휘발성 물질이 분리 제거된 잔여 폐기물을 유리화시키는 방법으로 산업용 방사성폐기물을 처리하는 방법이 제안된 바 있으나, 이 기술은 고온으로 처리해야하는 처리공정의 위험도에 비하여 부피 감용율이 크지 않고, 고온 열처리 공정으로 인한 고비용의 비용문제가 존재하여 사업화의 어려움이 대두되었다.

한편, 한국원자력연구원에서 보유하고 있는 특허 기술은 처분대상 산업용 방사성폐기물의 부피감용을 위하여 처분대상인 폐기물 대부분의 부피를 차지하는 지지체 성분만을 분리하고, 처분대상인 산업용 방사성폐기물의 부피를 현저하게 감소시켜 처분대상 산업용 방사성폐기물의 방사능 농도를 방사성 폐기물 처분장 인수조건을 만족함을 입증하는 동시에 부피감용중에 분리된 나머지 산업용 방사성폐기물을 정제하여 자체처분이 가능한 수준 이하로 처리하며, 이 과정에서 발생된 폐액도 배출허용기준치 이하로 처리하여 환경으로 배출하는 방법을 제공한다[1]. 따라서 본 연구에서 다루고자하는 산업용 방사성폐기물은 열처리된 복합 산화물로 감용 대상 핵종의 선택적 분리가 어려운 대표적 난 처리성 산업용 방사성폐기물이다. 이러한 문제점들을 원자력 기술개발 사업 과제를 통해 해결하고자 하며, 앞서 열거한 한국원자력연구원의 특허기술에서 제시된 산업용 방사성폐기물 처리 공정을 보다 효율적으로 개선하여 향후 상업화를 위해 보다 효율적이며 저비용의 최적화된 처리공정을 개발하고자 한다.

2. 본론

2.1 산업용 방사성폐기물 부피감용 처리 특허기술

한국원자력연구원에서 보유한 산업용 방사성폐기물 부피감용 처리 특허기술은 산업용 방사성폐기물의 처리를 위한 국내특허로 고온의 가온 또는 고온 반응에서 예상되는 안전상의 문제를 해결하고, 알칼리 분위기에서 비교적 낮은 온도 조건 및 간편한 조작에 의한 산업용 방사성폐기물의 효과적인 용해 방법을 제시함으로써 그동안 국내에서 연구 및 개발한 종래기술들의 낮은 조업 안정성과 낮은 부피감용 효과들의 문제점들을 해결하기 위한 기술이다.

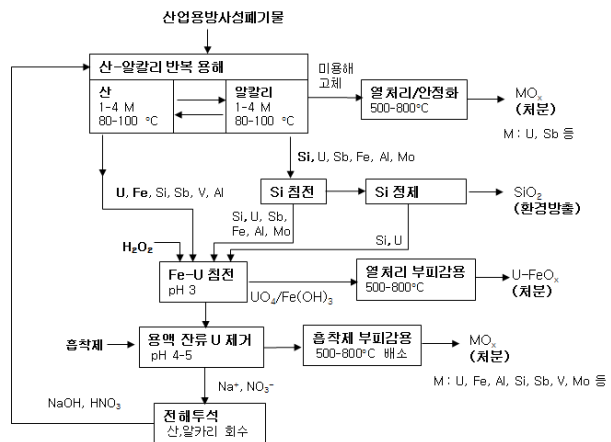


Fig. 1. Process flow diagram of Industrial Radioactive waste.

특허기술인 부피감용 기술의 주요공정은 난 처리성 산업용 방사성폐기물을 알칼리성 용액에 침지시켜서 용해하고, 이어서 용해되지 않은 고체를 산성 용액에 침지시켜 용해하는 단계(단계 1)와, 여기에서 발생하는 알칼리성 용액에 필요한 화학물질들을 첨가하고 적정량의 pH를 조절하여 폐촉매의 지지체 물질을 침전시켜, 단계 1에서 얻어진 산성 용액과 산업용 방사성폐기물의 지지체 물질이 침전된 후의 알칼리성 용액 상등액의 혼합 용액에 pH를 조절하면서 화학첨가제를 첨가하여 산업용 방사성폐기물의 금속물질을 침전시키는 단계(단계 2) 및 이때 금속 물질이 침전된 후의 혼합 용액 상등액에

서 산업용 방사성폐기물의 특정 난 처리성 물질을 제거하는 단계(단계 3)를 포함하고 있으며[1] 이에 대한 공정 흐름도는 Fig. 1과 같다.

2.2 산업용 방사성폐기물 부피감용 처리 최적공정

상기 2.1에 제시된 국내 난 처리성 산업용 방사성폐기물 부피감용 처리기술의 최적 처리공정 개발을 위해 한국원자력연구원의 벤치규모(Bench scale)의 연구결과를 토대로 최적 처리공정의 개발을 진행하였다. 최적 처리공정 개발을 위한 주요 착안점으로는 상용화 가능성을 도출하는 것이며, 상용화의 가능성을 도출하기 위해서는 첫째 처리공정의 안정성, 둘째 처리공정에 따른 경제적 효과의 극대화, 셋째 처분장의 처분대상 산업용방사성폐기물의 방사능이 인수조건을 만족할 수 있음을 입증하는 것이다. 이러한 착안점들을 만족시키기 위한 최적 처리공정의 주요내용은 처리공정의 안정성 및 경제적인 효과 도출을 위해 침전 및 흡착공정의 선택적 활용으로 인한 공정의 단순화, 그리고 정제와 흡착공정에 투입되는 화학첨가제의 종류와 수량변경 및 공정에서 사용되는 공정수를 세척수로의 재활용 등이며, 제시된 공정으로 부피감용 처리 시 연구목표인 50%이상의 부피감용 효과를 얻을 수 있으므로 산업용 방사성폐기물의 함유한 방사능량은 부피감용 이후 고형화 할 경우 처분장의 인수조건을 만족할 수 있는 공정이며, 이에 따른 최적 처리공정 개발의 개념도는 Fig. 2와 같다.

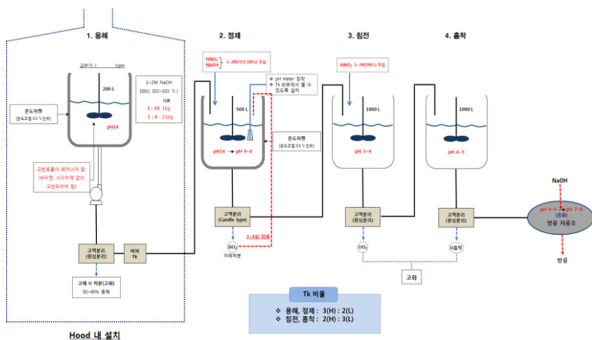


Fig. 2. Optimized process flow diagram of Industrial Radioactive waste.

산업용 방사성폐기물의 부피감용대상인 지지체 성분을 용해하기 위하여 용해 시 pH조정을 통해 적정량의 알칼리 pH양을 도출하여 그 결과 알칼리 분위기에서 1회 정도의 용해로도 본 연구의 목표인 산업용 방사성폐기물의 지지체의 성분의 50% 이상을 용해시키는 효과가 있음을 확인함으로써 산업

용 방사성폐기물 부피감용을 위한 공정 단순화에 따른 화학첨가제 소모량의 최소화 및 이에 따른 경제적인 효과의 극대화를 확인하였다. 따라서 처리공정의 단순화를 위해 산업용 방사성폐기물 부피감용 공정에서 산업용 방사성폐기물 용해를 알칼리분위기에서 1회 정도의 용해로도 충분히 연구목표를 달성할 수 있음을 확인 하였다.

또한 산업용 방사성폐기물 부피감용 처리공정 내 사용되는 공정수를 세척수로의 재활용 가능성을 확인하였고, 이에 따른 경제적인 효과 창출이 가능함을 확인 하였다[2].

3. 결론

본 연구에서는 국내 난 처리성 산업용 방사성폐기물의 부피감용 처리를 위한 최적 처리공정에 대한 개발 결과는 산업용 방사성폐기물 부피감용을 위한 공정의 화학첨가제 소모량의 최소화 및 공정의 단순화를 위해 침전 및 흡착공정의 선택적 활용으로 인한 공정의 단순화와 정제와 흡착공정에서 투입되는 화학첨가제의 종류와 수량변경 및 공정에서 사용되는 공정수를 세척수로의 재활용 가능성, 그리고 처분장의 인수조건을 만족할 수 있는 공정임을 확인함으로써 향후 국내 난 처리성 산업용 방사성폐기물 처리공정의 상용화를 통한 처리시설 운영 시 안전한 처리공정과 공정수의 재활용 및 공정운영 시 소모되는 첨가제인 화학물질의 양을 획기적으로 줄일 수 있어 국내 난 처리성 산업용 방사성폐기물처리시설 운영에 따른 경제성 향상이 기대된다.

4. 감사의 글

본 연구는 미래창조과학부의 원자력연구개발사업 과제로 수행된 연구결과입니다.

5. 참고문헌

- [1] 한국원자력연구원. (2013). 특허공보.
- [2] (주)액트. (2016). 원자력기술개발사업사업 과제 연차보고서, pp.19-21.