

중수로 폐수지혼합물 분리기술 개발

박규태^{1*}, 유정민¹, 최영구¹, 김여진²

¹(주)선광티앤에스, 서울특별시 구로구 공원로 3

²한국수력원자력(주), 경상북도 경주시 양북면 불국로 1655

*paradoxno1@hanmail.net

1. 서론

국내 중수로 원전 운전 중 발생하는 폐수지혼합물은 장반감기 핵종인 C-14 농도가 처분제한치보다 대부분 높아 기존 처리방법으로 처리가 곤란하여 발전소 내 대형 저장탱크에 저장하고 있다. 중수로 폐수지는 중준위 방사성폐기물로 분류되며, 개정된 방사성폐기물 분류기준에 의하여 동굴처분을 해야 하며 처리하지 않고 그대로 처분장에 보낼 경우 약 800억원의 처분 비용이 요구된다. 저장탱크 포화 및 향후 원전해체 계획에 따라 폐수지저장탱크 내 폐수지를 처리할 계획이며, 이를 위해서는 처분요건의 만족 및 처분 부피의 감소를 통한 폐수지의 처분비용 절감이 요구된다.

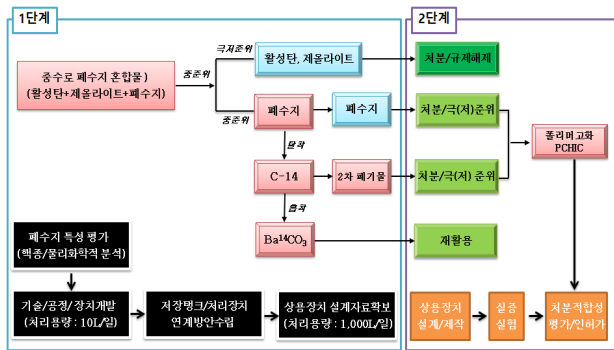


Fig. 1. The disposal scenario for spent resin mixture from heavy water reactors.

중수로 원전 폐수지 혼합물은 활성탄과 제올라이트 혼합물이 약 20%, 혼상수지가 약 80% 비율로 저장되어 있기 때문에 처분물량 저감 및 처분비용 절감을 위해서 혼합물의 분리가 이루어져야 한다.

본 연구는 중수로 폐수지혼합물 처분을 위한 처리 기술 개발의 일환으로 폐수지혼합물 저장탱크에 저장된 폐수지혼합물로부터 활성탄, 제올라이트, 수지를 각각 분리 할 수 있는 폐수지 분리기술을 개발하고자 한다.

2. 본론

2.1 수지혼합물 분리장치

저장탱크에 저장된 폐수지혼합물은 수지, 활성탄, 제올라이트, 저장폐액의 혼합물 형태로 구성되어있다. 분리장치 개발을 위한 선행 실험으로 모의폐수지혼합물 및 분리장치를 제작하여 혼합물로부터 액상을 분리하고, 각각의 입자 크기에 따라 체(Mesh)를 사용하여 수지와 활성탄, 제올라이트를 분리하였다. 수지혼합물 분리실험으로 실제 폐수지혼합물 분리에 가장 적합한 체(Mesh)와 분리조건을 모색하여 월성 1호기 #2 탱크의 폐수지혼합물 분리장치 제작에 적용하고자 한다.



Fig. 2. The image of separation device for resin mixture.

2.2 수지의 입자크기 분석

혼합물로부터 수지를 분리해내기 위해 수지의 입자크기 및 특성을 분석하였다. 현재 원전에서 사용 중인 수지를 확보하여 수지의 수침시간 및 여과시간에 따른 입자크기 변화를 분리장치와 Mesh를 이용하여 살펴보았다.

710 μm sieve를 통과하지 못하는 수지의 양은 0%이고, 300 μm mesh를 통과하는 수지의 양은 0.04% 이하이므로 수지는 300-710 μm 구간의 mesh로 대부분 회수가 가능하였다.

수침시간이 증가할수록 수지의 수분함유량 증가에 따라 입자크기가 증가하며, 액상여과시간이 길어질수록 건조가 많이 되어 수분량이 줄어드는 것을 확인할 수 있었다.

3 시간 정도 물에 담그면 수지의 최대 수분함유

량에 가까워져 그 이상 물에 담긴 경우 입자크기가 크게 변화하지 않는 것으로 확인되었다.

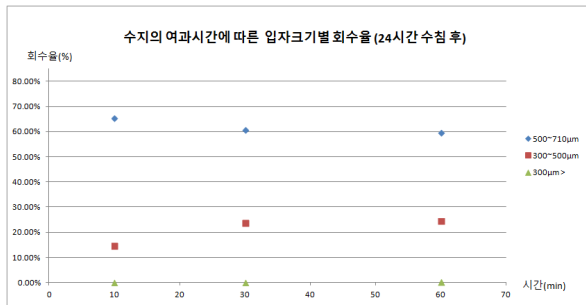
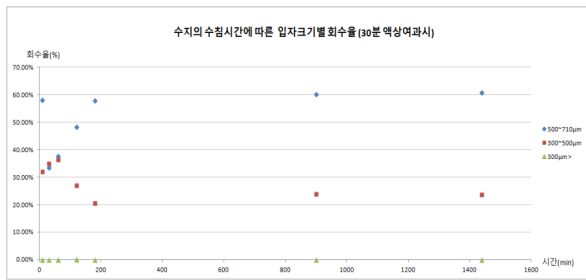


Fig. 3. Recovery rate of resin according to water immersion and filtration time.

2.3 수지혼합물 분리실험

수지 혼합물 분리실험을 위해서 현재 원전에서 사용 중인 활성탄, 제올라이트, 수지를 확보하여 현재 원전의 폐수지 저장탱크에 저장되어 있는 조건과 동일한 조건을 만들기 위해서 수지, 활성탄, 제올라이트를 1 주일 이상 충분히 물에 담가 둔 후 분리 실험을 수행하였다. 향후 분리 공정을 단순화 하기 위해서 분리 과정에서 인위적인 진동이나 특정항을 가하지 않고 단지 충분한 물과 수지혼합물의 자중에 의해서 분리실험을 진행하였다. 수분을 충분히 함유한 수지혼합물의 질량은 초기 질량에 비해서 크게 늘었으며, 초기 각 성분의 질량비와 분리 후 각 성분의 질량비를 측정하여 각 성분의 분리효율을 계산할 수 있다. 분리에 사용된 활성탄과 제올라이트는 대부분 850 µm sieve를 통과하지 못하고 분리되었으며, 수지는 전량 850 µm sieve를 통과하였지만 710-850 µm 및 500-710 µm sieve를 통과하면서 sieve에 많은 양이 끼인 상태로 남아 있었기 때문에 정확한 양을 측정하지 못하였다. 수지의 단독 분리 실험에서는 수지가 710 µm sieve를 모두 통과하였으나 활성탄, 제올라이트와 섞여있는 경우 수분으로 인해 달라붙어서 빠르게 통과하지 못하고 sieve에 많은 양이 남아 있었다. 결과적으로 수지혼합물을 분리하는 경우 수지는 850 µm sieve를 모두 통과하고, 활성탄과 제올라이트는 대부분 850 µm sieve를 통과하지 못하

므로 Mesh 20(0.85 mm)을 이용하여 폐수지저장탱크에 있는 활성탄, 제올라이트와 수지를 효과적으로 분리해 낼 수 있을 것으로 판단된다.



Fig. 4. The image of separation of resin mixture(mesh 850µm/300µm/waste fluid).

Table 1. Separation of resin mixture(mesh 850 µm/300 µm)

구분		초기 질량 (g)	초기 수분량 (g)	수침후 질량 (g)	수침후 수분함유율 (%)	850 µm 이상 (g, %)	300-850 µm (g, %)
1차	활성탄	5.02	0.52	9.15	50.6	18.52g (106.8%)	0.00g (0.00%)
	제올라이트	5.02	0.21	7.88	37.1	0.00g (0.00%)	5.15g (93.76%)
	수지	5.02	2.01	5.50	45.1	0.00g (0.00%)	5.15g (93.76%)
2차	활성탄	5.02	0.52	8.41	46.29	18.92g (121.72%)	0.00g (0.00%)
	제올라이트	5.04	0.20	7.14	32.17	0.00g (0.00%)	5.65g (98.8%)
	수지	5.13	2.05	5.72	46.29	0.00g (0.00%)	5.65g (98.8%)

3. 결론

월성원전 1호기 #2 탱크에 저장된 폐수지혼합물 분리장치 개발을 위한 모의 수지혼합물 분리실험을 수행하였다.

활성탄, 제올라이트, 수지로 구성된 수지혼합물을 분리하기 위해서 실험실 조건에서 다양한 체 (Mesh)를 활용해서 각 성분들을 분리하였다. 그 결과 수지는 850 µm sieve를 모두 통과하였고, 활성탄과 제올라이트는 대부분 850 µm sieve를 통과하지 못하였다.

Mesh 20(0.85 mm)을 이용하여 폐수지저장탱크에 있는 활성탄, 제올라이트와 수지를 효과적으로 분리해 낼 수 있을 것으로 사료되며, 이 결과를 바탕으로 향후 폐수지 혼합물 분리장치를 개발하는데 있어 효과적인 분리 공정을 고려하고자 한다.

4. 감사의 글

본 연구는 산업통산자원부의 2015년 원자력핵심기술개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] 한국수력원자력(주) 원자력환경기술원, 원전 폐수지 처리기술(C-14제거) 개발, 2006.