

방사성토양 동전기제염폐액 처리기술개발

손동빈, 김계남, 이승수, 이기원, 정운수, 박진호
 한국원자력연구원, 대전시 유성구 대덕대로 1045
 shondb@kaeri.re.kr

1. 서론

원자력시설 주변 오염부지의 방사성토양을 제염하는 기술인 동전기 개발 실험(김계남, 2008)에서 우라늄을 포함하는 침출수 즉 동전기제염폐액이 발생하며, 방사성이 발생하는 폐액, 폐기물의 경우 처리비용이 고가이므로 침출수부피 감소를 위한 처리기술 개발은 필수불가결한 요소이다.

일반적으로 수처리는 응집과 침전, 탈수여과의 과정이 필요하며, 동전기제염폐액의 경우 응집과 침전 과정을 통하여 일부 동전기제염폐액 상등수는 재사용하고 침전물은 탈수여과과정을 통해 부피를 감량하는 것이 타당하다. 또한 응집과 침전을 용이하게 하고, 동전기 제염 후 폐액의 낮은 pH를 보정하기 위해 적정 응집제의 사용이 필요하다. 특히 우라늄이 포함된 침전물의 탈수를 위해 0.2 μ m의 필터를 사용하는데 부피감소를 위해서는 필터의 사용량을 줄이는 것이 중요하다.

본문에서는 동전기제염폐액을 처리하는 과정에서 적정 응집제를 선정하고, 필터의 표면에 Cake을 형성하여 필터의 사용주기를 짧게 하는 침전물의 문제점을 해결하기 위해 동전기제염폐액의 건조형상을 살펴보았다.

2. 본론

2.1 적정 응집제의 선정

방사성토양 동전기제염폐액 처리기술의 핵심은 부피의 감소에 있으며, 적정 응집제를 선정하여 상등수의 재활용과 침전물의 탈수가 중요한 과정이 된다. 적정 응집제를 선정하기 위하여 다양한 대표적인 응집제를 선정하여 동전기제염폐액에서 침전물을 비교하였다.

응집제에는 pH를 보정하기 위해 Calcium Hydroxide와 Sodium Hydroxide를 사용하였으며 입자크기를 조절하기 위한 응집제로 유기응집제인 Polymer(Poly Acryl Amide)와 무기응집제인 Magnetie와 Ferrite, Sulfuric Aluminum가 사용되었다.

동전기제염폐액의 낮은 pH를 보정하고 응집을 원활하게 하기 위해 Calcium Hydroxide와 Sodium Hydroxide를 사용하였으며 응집제량에 따라 다음과 같은 중화곡선을 얻었다.

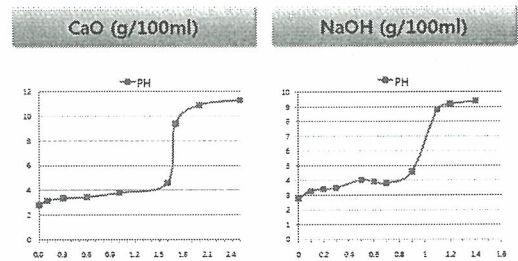


Fig. 1. pH Distribution of Cohesive Agent Quantity

pH에 따른 선행침전실험과 (Sayed M. Badawy, 2005)에 따르면 pH9 정도에서 최적의 응집이 발생하고 탈수여과에 유리하므로 Calcium Hydroxide는 1.75 g/100ml(동전기제염폐액) Sodium Hydroxide의 경우 1.25 g/100ml(동전기제염폐액)이 적정 응집량으로 나타났다.

또한 서로 다른 응집제인 Calcium Hydroxide와 Sodium Hydroxide, Chloric Calcium의 침전실험을 실시하였으나, 전체적으로 응집이 잘 이루어지지 않고 콜로이드상태를 이루어 낮은 침전률을 나타냈으며, Sodium Hydroxide에서 가장 높은 침전률을 나타냈다. 또한 응집제를 넣지 않는 경우는 증발이 거의 발생하지 않는 특성을 나타내었다.

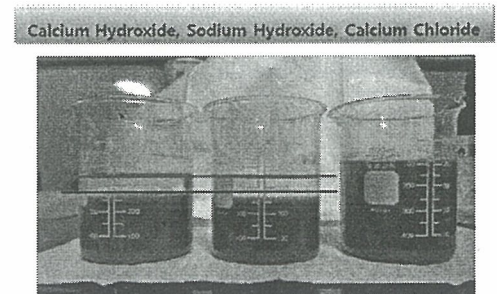


Fig. 2. precipitation rates of Several Cohesive Agents

2.2 동전기체염폐액의 탈수건조형상

동전기체염폐액이 상등액과 침전물로 분리된 후 침전물은 탈수의 과정을 거치게 된다. 탈수과정 중 중요한 것은 필터의 교환주기를 최대한 연장하여 최종 처리할 필터의 부피를 줄이는 것에 있다. 필터의 교환주기는 필터의 폐색정도에 따라 결정되는데 응집된 침전물이 필터 표면에서 Cake을 형성하여 폐색이 발생하므로 Cake의 공극률이 중요한 변수가 된다. 일반적으로 침전물의 입자가 작으면 작을수록 공극률이 작아지고 폐색이 빨리 발생하므로 Cake를 형성하는 입자의 크기가 크면 필요한 필터의 사용량을 줄일 수 있다. 탈수된 Cake의 입자형성크기를 살펴 보기 위해 동전기체염폐액에 응집제를 가하고 건조하여 폐액입자의 형상을 관찰했으며 응집제의 종류와 양에 따라 다음과 같은 결과를 얻었다.

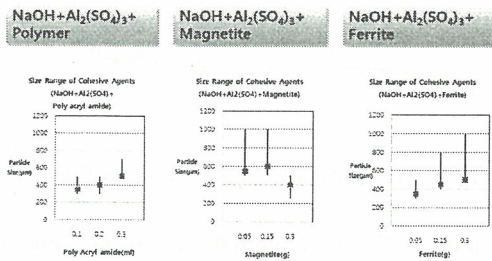


Fig. 3. Particle Size of Cohesive Agent Quantity

일반적으로 응집제의 양을 증가함에 따라 입자의 크기가 증가하는 경향을 보였다. 다만 Magnetite의 경우 일정량 이상의 응집제를 주입할 경우 과과점이 발생하여 입자의 크기가 작아지는 현상이 발생되었다.

Label number	Chemical species	Size range (nm)	Average diameter	Shape	Preparation
1	CaO	none	0.5	Cake	0.75 (low)
2	NaOH	100-200	150	spare shaped and sharp	0.75
3	NaOH+Magnetite0.15	300-500	350	thick	0.75
4	NaOH+Al2(SO4)3+Polymer0.1	300-500	350	polygon	none
5	NaOH+Al2(SO4)3+Magnetite0.1	300-500	400	polygon	none
5	NaOH+Al2(SO4)3+Polymer0.3	500-700	500	polygon	none
7	NaOH+Al2(SO4)3+Magnetite0.05	500-1000	250	sharp and polygon	0.7
8	NaOH+Al2(SO4)3+Magnetite0.15	500-1000	600	sharp and polygon	0.7
9	NaOH+Al2(SO4)3+Magnetite0.3	250-500	400	sharp and polygon	0.7
10	NaOH+Al2(SO4)3+Ferrite0.2	300-500	350	sharp and polygon	0.7
11	NaOH+Al2(SO4)3+Ferrite0.15	500-800	450	sharp and polygon	0.7
12	NaOH+Al2(SO4)3+Ferrite0.3	500-1000	500	sharp and polygon	0.7

Table 1. Particle Size of Various Cohesive Agents

최적의 응집제 선정과정은 pH를 조절하고 침전물의 입자크기를 키우는 응집제선택과 추가적으로 입자의 크기를 키우는 응집제를 넣는 과정이 필요했으

며 응집제를 투입하는 모든 경우의 수에서 선택적으로 12가지 경우를 실험한 결과 Label number 8의 경우에서 입자의 평균크기가 가장 크게 나타났으며 침전이 잘 일어나는 것으로 나타났다.

3. 결론

동전기체염폐액을 낮은 pH에서 pH9로 맞추기 위해, pH를 조정하기 위한 적정응집제량은 Calcium Hydroxide는 1.75 g/100ml(동전기체액) Sodium Hydroxide의 경우 1.25 g/100ml(동전기체액)이 적정응집제량으로 나타났다.

또한 입자의 크기를 키우기 위하여 응집제를 추가하는 경우, 다른 응집제보다 적은 양으로 과과점 직전까지 도달할 수 있으며, 평균입자의 크기가 큰 Magnetite가 포함되는 조합이 최적의 응집제에 선택되었다.

4. 감사의 글

본 연구는 한국정부가 지원하는 한국과학기술재단의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행되었습니다.

5. 참고문헌

- [1] 한국폐기물자원순환학회, 2008년 춘계학술연구회발표논문집, pp.524-526, 2008
- [2] 한국폐기물자원순환학회, 한국폐기물학회지 Vol.25, No.2, pp.146-153, 2008
- [3] Chemical Engineering Journal 80, pp.237-244, 2000
- [4] Radiation Physics and Chemistry 73, pp.125-130, 2005