

## 지하수 흐름에 의한 벤토나이트의 침식과 콜로이드의 발생 특성 : 지화학 변수의 영향

백민훈, 조원진, 한필수

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

[mhbaik@kaeri.re.kr](mailto:mhbaik@kaeri.re.kr)

벤토나이트는 낮은 침투성, 높은 수축성, 자기밀봉특성, 내구성 등으로 인해 고준위 방사성폐기물 처분을 위한 지하처분장에서 완충재 후보물질로 고려되어져 왔다. 원계와 근계의 경계(즉, 벤토나이트가 지하수와 접촉하는 지역)에서 지하수의 침식현상에 의해 벤토나이트 콜로이드가 발생된다면 대부분의 방사성핵종들이 이들 벤토나이트 콜로이드에 강하게 수착되어 균열을 통해 빠르게 이동하기 때문에 방사성핵종의 이동에 있어 매우 중요하다 하겠다. 최근에 이러한 처분장의 완충재와 주변 암반 사이의 경계에서 완충재로부터 벤토나이트 콜로이드가 발생되어 암반 균열을 따라 이동하고 악탄축 핵종의 이동에 큰 영향을 미친다는 연구 보고가 있었다[1]

점토성 콜로이드가 방사성폐기물 처분장으로부터 오염물질을 얼마나 유출시킬 수 있는가 하는 문제를 해결하기 위해서는 콜로이드의 발생, 안정성, 그리고 유동경로를 따른 이동 특성 등에 연구를 필요로 한다. 지금까지 오염물질이 콜로이드와 결합하였을 때 더 긴 거리를 이동한다는 보고들이 많이 있었다[2]. 생태계로의 콜로이드의 이러한 가속화된 이동의 관점에서 보면 안정된 콜로이드 부유물, 가역적 회합을 나타내는 콜로이드 부유물, 그리고 이류 이동과 비교할만한 시간대에서 회합의 성장을 보이는 콜로이드 부유물들만이 주요한 관심이 된다고 하겠다[3]. 왜냐하면 불안정한 콜로이드들은 결국 회합물을 형성하여 침전되거나 여과되어 이동될 수 없기 때문이다. 실제로 침식된 입자들이 평면형태 몬모릴로나이트(montmorillonite) 입자들의 구형 회합에 의한 것이라는 연구결과가 제시되었다[4]. 따라서 입자들의 안정성과 침식 현상이 서로 관련되어 있음을 알 수 있다. 회합된 입자들의 안정성은 용액의 이온강도 및 pH 등 화학적 조건 등에 의존하게 된다.

따라서 본 연구에서는 타당한 처분장 조건에서 국내 Ca-벤토나이트를 이용하여 이온강도, pH 등의 지화학적 조건 변화에 따른 압축 벤토나이트 블록의 침식 특성을 관측함으로써 지하수 침식에 의한 벤토나이트 블록의 입자발생 가능성과 발생된 벤토나이트 입자들의 안정성에 대한 실험적 연구가 수행되었다. 아울러 이러한 발생된 칼슘벤토나이트 콜로이드의 안정성에 대한 연구를 동적광산란 방법을 이용하여 이온강도 및 pH 등의 지화학적 조건 변화에 따른 크기 변화를 관측하여 수행하였다. 이러한 안정성에 대한 연구 결과를 벤토나이트의 침식 메카니즘 및 지화학적 변수 영향을 규명하는데 적용하였다.

실험결과, 용액의 용출시간이 증가함에 따라 벤토나이트 입자들의 유출량도 지화학적 조건(pH 및 이온강도) 변화에 따라 변화함을 보여주고 있다. 벤토나이트 입자들의 유출량은 시간이 지날수록 점점 감소하여 200mL의 용액이 용출된 뒤(약 1.4일)에는 일정하게 유지되고 있다. 용액의 이온강도가 큰 경우에 벤토나이트 입자의 유출량은 증가할 것이지만 유출된 벤토나이트의 안정성은 감소하여 서로 회합하거나 침전하여 이동성은 감소하게 될 것으로 예상된다. 반대로 이온강도

가 낮은 경우엔 유출량은 크지 않지만 일정하게 유지될 것이고 유출된 벤토나이트 입자들이 안정하므로 지하수를 따라 균열을 통한 이동성은 커지게 될 것이다. 그리고 고려된 pH 범위, 즉 pH 7-10, 범위 내에서는 벤토나이트의 유출량에 미치는 영향이 크지 않음을 알 수 있었다. 이는 고려된 pH 범위 내에서 벤토나이트 입자들의 안정성이 크게 영향 받지 않는다는 것을 간접적으로 보여주는 것이라 하겠다.

참고문헌

- [1] A. Möri, W.R. Alexander, H. Geckeis, W. Hauser, T. Schäfer, J. Eikenberg, Th. Fierz, C. Degueldre and T. Missana, Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 217, 33-47, 2003.
- [2] A.B. Kersting, D.W. Efurt, D.L. Finnegan, D.J. Rokop, D.K. Smith and J.L. Thompson, Nature 397, 56-59, 1999.
- [3] R. Kretzschmar, H. Holthoff and H. Sticher, H. J. Coll. Interf. Sci., 202, 95-103, 1998.
- [4] R. Pusch, SKBF/KBS Technical Report TR 83-04, 1983.