

벤토나이트/지하수에서 구리, 철, 스텐레스 강의 부식

김승수, 전관식, 김성기, 최종원

방사성폐기물처분연구부

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

사용후핵연료 혹은 고준위방사성폐기물을 담은 처분용기는 방사성핵종이 생태계로부터 영구히 격리되도록 지하 수백미터에 위치한 처분공에 처분될 것이다. 이 처분용기는 각 국의 처분개념에 따라 500년에서 100,000년까지 용기수명을 달리하고 있는데, 처분공의 주위조건과 처분용기의 재질 및 두께에 따라 용기수명이 달라진다. 일반적인 고준위폐기물 처분용기는 지하수의 흐름뿐 아니라 핵종의 이동을 지연시키기 위하여 벤토나이트와 같은 팽윤성 점토로 둘러싸이는데, 본 연구는 벤토나이트에 모의 지하수 혹은 실제 유성지하수를 첨가하여 겔 상태로 만든 모의 처분환경에서 처분용기 후보재질인 구리, 철, 스텐레스 강의 부식실험을 실시하였다. 실험과정은 스텐레스 강 내부를 테프론으로 코팅한 부식실험용기에 겔 상태의 국산 벤토나이트를 넣은 다음, 이 벤토나이트 속에 금속 시편들을 격리시켜 넣었다. 부식실험용기내 산소를 제거하기 위하여 알곤을 흘려주었으며, 70℃ 혹은 상온에서 장기간 보관하였다. 일정기간이 경과한 후 용기를 해체하여 시편의 무게를 측정하였으며, 표면 상태를 전자현미경으로 조사하였다. 또한, 시편 표면에 생성된 부식생성물을 확인하기 위하여 XRD를 측정하였다.

실험 후 철의 표면에는 검은 녹색 혹은 검정색의 표면층이 나타났으나, 초음파로 세척하거나 건조시켰을 경우 쉽게 시편으로부터 이탈되었다. 구리의 경우는 노란색의 Cu_2O 가 표면에 나타났으며(그림 1), 초음파 세척에도 일부는 쉽게 제거되지 않았다. 316L 스텐레스 강의 경우는 실험 전 연마한 표면의 광택이 거의 변하지 않고 유지되었다. 시편의 질량변화에 따른 실험결과로부터 표 1을 얻었는데, 이 표에서 부식속도는 부식기간에 따른 시편의 무게 변화를 표면적으로 나누어 균일부식으로 계산하였다. 그 결과 얻어진 철과 구리의 부식속도는 각각 10, 0.3 $\mu m/y$ 로서 외국의 연구결과들과 매우 유사하였으며[1], 스텐레스 강의 부식속도는 구리와 유사하였다.

참고문헌

1. 김승수, 전관식, 강철형, 최종원, 한경원, “처분환경에서 고준위폐기물 처분용기의 후보재질별 예상 부식두께“ TR-2172/02, 한국원자력연구소, 2002.

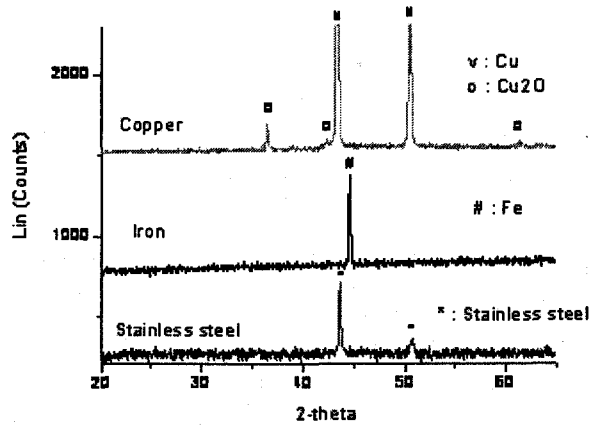


그림 1. 530일 부식실험후 시편의 XRD 스펙트럼

표 1. 부식기간에 따른 시편의 부식률 변화

| 부식기간 (일) | 재질 | 부식속도 ($\mu\text{m}/\text{y}$) | 실험조건 |
|-------------|---------|------------------------------------|--------------|
| 170 | 구리 | 0.00-0.07 | 실제 지하수, 상온 |
| | 철 | 14 | |
| | 스테인레스 강 | 0.00-0.16 | |
| 530 | 구리 | 0.35 | 모의 지하수, 70°C |
| | 철 | 9.2 | |
| | 스테인레스 강 | 0.35 | |
| 844 | 구리 | 0.24 | |
| | 철 | 12 | |
| | 스테인레스 강 | 0.19 | |