

지르칼로이 피복관의 공기중 산화에 NaCl과 불화물의 영향.

Effect of NaCl and Fluoride adsorbates on Zircaloy-4 Oxidation in Air.

박 광현 김 광표, 조 윤철*

경희대학교 원자력공학과

*한전 원전연료 주식회사

요 약

핵연료 피복관은 핵연료에서 방사성 핵분열생성물의 방출을 저지하는 가장 중요한 방어막인데, 현재 지르칼로이-4가 피복관의 재료로 사용되고 있다. 사용후 핵연료는 원자력발전소내 습식 저장조에 저장되고 있으나, 지속적인 관리와 장소확보의 용이성으로 인해 건식 저장조를 사용하는 추세에 있다. 본 연구에선 건식 저장조에 장기간 저장되는 핵연료 피복관에 주변 환경으로부터 오염될 수 있는 소금기나 기름 등이 지르칼로이의 공기중 산화에 미치는 영향의 존재를 밝히려 한다. 현재 고리 원자력발전소에서 사용중인 핵연료 피복관을 1cm정도 높이로 자르고, 피복관 표면을 ASTM-G2-88 방법으로 처리한 후 산화실험을 수행하였다. 산화정도는 간헐적 (intermittent) 방법을 사용하여 시편의 무게를 측정하여 구하였으며, 산화온도는 400-500℃로 하였다. 소금이 흡착이 된 경우, 산화 속도는 흡착이 안된 시편보다 가속되었으며, 거의 이차법칙을 따르고 있다. 산화막 위의 흡착물의 영향을 알아보기 위해, 지르칼로이를 500℃ 수증기에 5g/m² 두께로 산화시킨 후, 다시 산화실험을 수행하였다. 사용한 흡착물은 LiF, NaF, KF, NaCl 이다. 흡착물들은 산화를 대체로 가속시켰으며, NaF, KF, NaCl 순으로 그 영향력이 컸다. 그러나, LiF는 산화에 전혀 영향을 미치지 않았다. SIMS를 사용하여 각 시편의 두께에 따른 흡착물의 분포를 알아보았다. 음이온(Cl, F)과 양이온(Na, Li, K)이 산화막과 금속 경계면까지 관찰되었으며, 음이온과 양이온의 분포는 대개 동일하였다. LiF의 경우 산화막에서 이들의 농도가 급격히 떨어지고 있음을 알 수 있었다. 산화막 내에서 이들 흡착물의 확산이 산화속도 가속의 원인이며, 이들 흡착물중 Cl과 F는 산화막과 금속 경계면에서 새로 생성되는 산화막의 강도에 영향을 미쳐, 일찍 미세균열을 만들기 시작하여 산화를 가속시키는 것으로 판단된다.