

UO₂ 소결펠렛의 건/습식 산화반응 연구

김익수, 이원경, 신희성, 신영준, 노성기
한국원자력연구소

요 약

핵연료저장시설의 화재 등 극단적인 사고조건하에서 UO₂ 소결펠렛의 습식산화와 건식산화에 대한 연구를 수행하였다. 손상된 지르칼로이 피복관 속의 UO₂ 소결펠렛을 산성분위기의 습윤조건하에서 산화시킬 때의 UO₂ 펠렛의 산화속도는 $IDR(mg/cm^2 \cdot min) = 1.55 [H^+]^{1.21}$ 로 나타났다. 또한 습윤조건하에서 UO₂ 분말에 알카리 및 알카리 토금속 산화물, 그리고 백금족 및 희토류 산화물 등과 같은 불순물들이 존재할 때의 산화속도를 조사하였으며 이들에 대한 영향도 관찰하였다. 핵연료저장시설의 가상화재를 바탕으로 한 400~700℃의 온도범위에서, 피복관이 썩어진 UO₂ 소결펠렛의 건식산화반응을 조사한 바 UO₂ 소결펠렛은 산화초기에 U₄O₉ 또는 U₃O₇ 등의 중간상 형성에 따른 3-4%의 부피축소에 의해 결정립계 균열이 일어나고, 600℃ 이하에서는 온도증가에 따라 중간상에서 U₃O₈상으로의 상변화에 의한 부피팽창으로 피복관의 변형과 함께 산화속도의 가속을 발견할 수 있었고, 600℃ 이상에서는 핵연료소자의 소성변형으로 인한 산화속도의 지연을 발견할 수 있었다. 또한 UO₂ 펠렛의 건식산화거동은 기체-고체 반응시의 전형적인 형태인 shrinking core model 에 잘 적용될 것으로 판단되었다.