

모의금속전환체 U-4wt%Nb 합금의 산화거동 Oxidation Behavior of Simulated Metallic U-4wt%Nb Alloy in Air

방경식, 주준식, 유길성, 조일제, 이은표, 김호동
한국원자력연구소
(njsju@kaeri.re.kr)

1. 서론

한국원자력연구소에서는 사용후핵연료의 안전한 저장관리 및 경제성 확보를 위한 연구의 일환으로 사용후핵연료 차세대관리 종합공정(ACP: Advanced spent fuel conditioning process)연구개발과제를 수행하고 있는데, 이 연구는 기존의 PWR 세라믹형 사용후핵연료를 금속전환하여 부피를 줄이고 고방열성 핵종인 세슘과 스트론튬 등의 분리를 통해 냉각부하를 줄이는 연구이다. 이 공정에서 생산되는 금속전환체의 주성분은 금속우라늄으로 상온의 공기중에서도 산화가 진행되어 산화막을 형성하는 매우 불안정한 상태이므로 고온 산화분위기에서의 열적 안정성의 확보는 이 새로운 공정개발 과제에서 매우 중요하다. 본 연구에서는 금속전환체의 장기 저장 안전성 확보를 위해 금속우라늄의 산화를 억제할 수 있는 안정화 물질로 선정된 Nb을 4wt% 첨가한 U-Nb 이상합금을 제조하여 산화거동에 관한 연구를 수행하였다.

2. 실험방법

시편의 제작은 금속우라늄의 산화특성과 높은 용융점을 가진 첨가원소(Nb) 때문에 고진공 Arc Melting Furnace의 Chamber내에 재료를 넣은 후 10^{-4} Torr 이하까지 충분한 진공을 유지한 상태로 Ar gas 분위기에서 작업을 수행하였다. 시료의 일부를 다이아몬드 절단기로 약 400 mg 정도의 크기로 절단하여 아세톤에 세척한 후 건조작업을 수행하여 시편을 제작하였으며, 실험 장비로는 TA-2050 TGA를 사용하였다. 순도 99.999%의 순수 산소분위기로 200°C ~ 300°C 온도범위에서 각 시편당 48시간 동안 실험을 수행하였으며, 산화율은 시편의 초기 무게에 대한 무게증가율로 정의하였다. 산화시료에 대한 미세구조분석은 광학현미경, SEM, EPMA, XRD등을 이용하였다.

3. 실험결과

금속우라늄에 Nb을 4wt% 첨가한 합금의 200°C ~ 300°C 온도 구간에서의 산화율 및 활성화에너지를 구하였다. 시험결과 200°C ~ 250°C 에서는 시료 표면만 검게 산화가 진행되었고, 300°C 시험에서도 시료 표면에 약간의 산화분말이 생성되는 반응을 보여 순수금속우라늄에 비해 산화저항성이 우수한 것으로 나타났다. 무게증가 측면에서의 산화저항성은 온도별로 약간의 차이는 있으나 약 20배 이상으로 향상되었으며, 시험결과는 사용후핵연료 금속전환체의 저장 안정성 평가를 위한 기초자료로 활용될 것이다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 주관으로 추진중인 원자력중장기연구개발사업의 일환으로 수행되었으며 관계자여러분께 감사드립니다.