

연소도에 따른 모의금속전환체의 공기중 산화특성 (Oxidation Kinetics of the Metallic Fuel Simulated by Burn-up)

한국원자력연구소 주준식, 유길성, 신영준

1. 서론

원자력발전소에서는 필연적으로 사용후핵연료가 발생되며 발생된 사용후핵연료는 대단히 높은 고준위 방사성폐기물로서 안전한 저장관리가 필요하다. 이의 일환으로 한국원자력연구소에서는 기존의 UO_2 세라믹형 사용후핵연료의 부피와 냉각부하를 줄이기 위한 사용후핵연료 차세대관리 공정개발 과제를 수행하고 있다. 이 공정을 통해 생산된 금속전환체는 주성분이 금속우라늄이며 여기에 여러 가지 핵분열생성물이 포함된다. 주성분인 금속우라늄의 경우 상온의 공기중에서도 산화가 진행되어 산화막을 형성하므로 고온 산화분위기에서의 열적 안정성의 확보는 이 새로운 공정개발 과제에서 매우 중요하다. 이를 위해서는 다양한 분위기와 온도조건에서의 전환체에 대한 산화자료가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 금속전환체의 장기 저장 안전성 확보를 위해 금속 우라늄과 핵분열생성물을 각 연소도별로 분류하여 다성분계 모의금속전환체를 제작하여 산화거동에 관한 연구를 수행하였다.

2. 실험방법

모의금속전환체 시편을 제작하기 위하여 ORIGEN-2.1 code를 사용하여 각 연소도별 핵분열 생성물량을 도출하였으며 란타나이드 계열 원소들로는 Ce, Nd 을 대표 원소로 선정하였고 그 밖에 천이 금속원소들로는 Zr, Mo, Ru, Pd, La 등을 선정하였고, 알카리토금속 중에서는 Ba, Sr을 선정하였다. 시료의 준비작업은 글로브박스내에 충분한 진공을 유지한 상태로 수행하였고 시료의 산화방지를 위하여 아르곤 개스 분위기에서 작업을 수행하였다. 잉곳의 제작은 높은 용융점을 가진 원소들 때문에 아르곤 용융로를 사용하였으며, 용융시 분위기에 의한 산화를 방지하기 위하여 고순도의 아르곤 개스를 사용하였다. 제작된 잉곳은 다이아몬드 절단기로 약 800~1,200 mg 정도의 크기로 절단하여 세척후 건조작업을 수행하여 시편을 제작하였으며, 산화 및 무게증가 측정실험은 박스형 전기로에서 일정시간 간격으로 산화시험을 수행한 뒤 각 시편의 무게이득을 측정하는 간헐적 무게측정 방법을 사용하였다.

3. 실험결과

- 모의금속전환체에 대한 산화거동 시험결과 33GWd/tU 시료가 전 온도구간에서 산화속도가 빠른 경향을 보여주었으며 50GWd/tU 시료는 순수 금속우라늄에 비해 낮은 온도에서는 산화속도가 빨라지고 높은 온도에서는 산화속도가 느려지는 경향을 보였다.

- 모의금속전환체의 산화 경향은 순수금속우라늄에 비해 비교적 높은 온도에서는 산화억제 현상이 크게 나타났으나, 온도가 낮아짐에 따라 산화억제 효과가 감소하였다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 주관으로 추진중인 원자력중장기연구개발사업의 일환으로 수행 되었으며 관계자께 감사드립니다.