

U-Nd의 합금제조 및 산화거동에 관한 연구 (Alloying and Oxidation Study of U-Nd)

한국원자력연구소 사용후핵연료기술개발팀 주준식, 유길성, 노성기

1. 서론

UO₂ 세라믹형 사용후핵연료를 금속전환하면 기존의 사용후핵연료 부피를 1/4로 줄일 수 있으며, 여기에 섞여 있는 여러 가지 핵분열물질중 고 방열성 핵종인 세슘과 스트론튬을 제거하면 냉각부하를 1/2로 줄일 수 있다. 핵분열물질중 란타나이드 계열 원소에는 Nd가 가장 많이 포함되며, 이 원소는 란타나이드 계열원소의 화학적 특성을 대표한다고 가정할 수 있다. 사용후핵연료로부터 금속전환된 금속전환체는 비교적 고온에서의 저장중에도 공기유입과 같은 사고시에 심각한 손상을 방지할 수 있어야 하며, 이러한 열적 안정성은 사고해석 뿐 아니라 이 전환체의 적정 저장온도 결정과 같은 중요한 인자로 쓰인다. 그러나 이러한 금속 전환체의 열적 안정성의 실험은 전환체 자체가 고 방사성 물질인 관계로 직접적인 실험은 상당히 어려우며, 따라서 일반 순수한 금속 우라늄에 Nd를 섞어 U-Nd 이상 합금을 제조한 후 이 제조된 합금에 대해 산화실험을 수행하여 여기서 나온 결과를 이용해 금속전환체의 산화거동을 평가하였다.

2. 실험방법

먼저 U-Nd 합금시료를 제작하기 위하여 ORIGEN-2.1 computer code를 사용하여 사용후핵연료가 최고 연소도를 가졌을 때 란타나이드 계열 원소의 전체량을 Nd로 가정하고 이 Nd의 량과 U의 비를 결정하였다. 여기서 결정된 Nd/U의 비와 진공 인덕션 전기로를 사용하여 ingot를 만든 다음, 다이아몬드 절단기를 사용하여 절단한 후 세척 및 건조 작업을 수행하여 산화시편으로 제작하였다. Ingot의 일부는 절단되어 미세구조 및 성분을 분석하기 위해 EPMA 및 화학분석 실험을 수행하였으며, 산화실험은 미국 TA instruments사의 Thermo Gravimetric Analyzer 2050을 사용하여 수행하였다.

3. 결 론

- 사용후핵연료를 금속 우라늄형태로 저장하는데 있어서 열적 안정성 평가의 기준이 되는 산화자료 얻기위해 U-Nd 시료를 제작하였으며, 제조 후 Nd의 최대 고용도는 0.1%인 것으로 나타났다.
- 산소분위기와 여러온도 조건에서의 산화실험 결과 Nd가 섞인 재료가 Nd가 섞이지 않은 재료보다 산화 억제력이 더 좋은 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 금속전환체의 저장에 보다 많은 이득을 가져올 수 있는 것으로 평가되었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행 되었음.