

모의 금속전환체 NU의 공기중 산화거동 Oxidation Behavior of Simulated Metallic Natural Uranium in Air

주준식[†], 유길성, 조일제, 국동학, 이은표, 김호동
한국원자력연구소
(njsu@kaeri.re.kr[†])

1 서론

원자력발전소에서 발생하는 사용후핵연료를 좀 더 효율적으로 안전하게 저장 관리하기 위하여 UO₂ 세라믹형 사용후핵연료를 U₃O₈ 으로 분말화 시킨 후 리튬용융염에 환원시켜 금속전환하는 과정에서 고방열성 핵종인 세슘과 스트론튬 등을 분리하여 냉각부하를 줄이고 금속전환체의 부피를 줄이는 방법을 연구하기 위해 사용후핵연료 차세대관리 종합공정(ACP Advanced spent fuel conditioning process)을 수행하고 있다 이 과정에서 생산되는 금속전환체는 금속우라늄과 핵분열생성물과의 혼합체로서 특히 그 구성 성분의 거의 대부분이 금속우라늄으로 이루어져 있다 금속우라늄은 상온의 공기중에서도 표면이 산화되어 산화막을 형성하는 등 매우 불안정한 화합물로서 금속전환체를 안전하게 장기 저장관리하는 것은 금속우라늄의 특성상 어려움이 많으므로, 금속우라늄에 대한 정확한 물성파악이나 금속전환체의 저장시 안정성을 위해하는 요인등을 분석하여 대비하는 것이 매우 중요하다

본 연구에서는 실증시험의 전단계인 Mockup 공정에서 NU(Natural Uranium) 분말을 리튬용융염에 의해 금속전환시켜 발생된 NU metal powder 를 Arc 용해로에서 Ingot 으로 제조하여 금속전환체의 장기 저장 안전성 확보를 위한 산화거동 시험을 수행하였다.

2 실험방법

NU metal powder 의 Ingot 제작은 고진공 Arc Melting Furnace 내에서 10⁻⁴ Torr 이하의 충분한 진공상태에서 Ar gas 분위기로 수행하였다 실험 장비는 TA-2050 TGA 를 사용하였고 시편은 다이아몬드 절단기로 약 500 mg 정도의 크기로 절단하여 아세톤에 세척한 후 건조하여 준비하였다 순도 99.999 %의 순수 산소분위기로 200 °C ~ 300 °C 온도범위에서 각 시편당 48 시간 동안 실험을 수행하였으며, 산화율은 시편의 초기 무게에 대한 무게증가율로 정의하였다 산화시료에 대한 미세구조분석은 SEM, EPMA, XRD 등을 이용하였다

3 실험결과

NU Ingot 의 200 °C ~ 300 °C 온도 구간에서 무게증가 측면에서의 산화저항성은 온도별로 약간의 차이는 있으나 금속전환체의 열적 안정성을 평가할 수 있는 다음과 같은 산화율 및 산화속도식을 도출하였다

$$K = 3.5 \times 10^{-4} e^{(19,000/RT)} \text{ [wt\%/h]}$$

감사의 글

본 연구는 과학기술부 원자력중장기연구개발사업의 일환으로 수행되었음