

우라늄의 산화거동에 관한 연구

(Oxidation Study of Uranium)

한국원자력연구소 사용후핵연료기술개발팀 **유길성**, 노성기
한양대학교 원자력공학과 **국동학**, 김용수

1. 서론

원자력발전소를 보유하고 있는 국가들은 이로부터 발생하는 UO_2 세라믹형 사용후핵연료를 최종 처분 또는 재처리전에 중간저장시설에서 보관·관리한다. 현재 원자력연구소는 기존의 사용후핵연료 저장방법과는 달리 부피를 초기대비 1/4로 줄이고, 고 방열성 핵종인 세슘과 스트론튬을 선택적으로 제거하여 냉각부하를 1/2로 줄일 수 있는 사용후핵연료 금속전환공정을 개발중이다. 따라서 이러한 공정을 통해 생산되는 금속 전환체에는 금속 우라늄이 주요성분이며 여기에 핵분열을 통해 발생된 핵분열성 물질들도 섞여있다. 이러한 공정개발과 병행하여 금속전환된 전환체의 저장과정에서의 여러 가지 안전성 문제도 같이 고려되어야 하며, 어떠한 사고조건에서도 기본적인 저장 안정성은 확보될 수 있어야 한다. 안정성에 가장 중요한 인자의 하나인 열적 안정성은 사고시 금속전환체에 일어날 수 있는 산화에 대한 정확한 사고해석을 통해 확보될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 금속 전환체에 대한 열적 안정성의 기본 연구로 순수한 금속 우라늄에 대한 산소분위기에서의 산화거동을 수행하여 금속전환체의 저장중 사고해석의 기본 자료로 활용하고자 하였다.

2. 실험방법

실험에 사용한 우라늄 시편은 산화에 영향을 미칠수 있는 여러물성들을 동일 조건으로 하기 위해 제작시 한 batch에서 얻은 것을 사용하였다. 금속 우라늄 산화에서는 산화과정에서 부피팽창과 분말화 현상이 매우 심하게 일어나 다른 금속의 산화거동 연구에서 흔히 쓰는 면적당 무게이득량(mg/dm^2)의 단위를 쓰기가 어렵다. 따라서 본 실험에서는 원 부피에 대한 상대적 무게증가 단위(wt%)를 택하였다. 산화 및 무게증가 측정장치는 미국 TA instruments사가 제작한 Thermo Gravimetric Analyzer 2050을 사용하였고, Gas Flow Meter를 사용하여 전기로에 분당 100 ml의 순수한 산소를 공급하였다.

3. 결론

사용후핵연료를 금속 우라늄형태로 저장하는데 있어서 열적 안정성 평가의 기준이 되는 산화자료를 서로 다른 온도조건에서 산출하였다. 산소분위기, 150~340 °C 온도영역에서 산화거동을 예측할 수 있는 산화식을 도출하여 7 wt% 무게이득 조건 이하에서 적용할 수 있는 다음과 같은 관계식을 얻었다.

$$k = 2.16 \times 10^5 e^{\left(-\frac{14200}{RT}\right)} \text{ [wt \% / h]}$$

이를 바탕으로 사용후핵연료의 금속전환체 저장시 열적 안정성 평가를 할 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력연구개발사업의 일환으로 수행 되었음.