

고방사능 조사재료의 표면 분석 (Surface Analysis of Irradiated Material)

한국원자력연구소 주준식, 방경식, 서기석, 유길성, 이은표

1. 서론

고방사능 조사재료 및 사용후핵연료등과 같은 방사성물질들의 미세표면 및 재질등을 분석하기 위해서는 일반 실험실에서 사용하는 표면 분석장비로는 측정이 불가능하므로 실험장비들이 방사선의 영향을 받지 않도록 차폐설비를 하여야 하며, 사용자의 방사선 피폭을 방지하기 위하여 원격조작이 가능하여야 한다. 고준위 방사성물질인 사용후핵연료 및 조사재료의 특성을 분석하는 방법으로는 일반적으로 비파괴시험, 파괴시험, 기계적 및 물리적 특성시험등 몇가지 방법이 있으나 정확한 특성분석을 위해서는 미세표면 분석등과 같은 파괴시험을 통한 직접적인 실험방법이 가장 바람직한 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 조사재료에 대한 부식, 손상등 기본구조의 변화 및 결정, 기공, 핵분열기체의 기포등의 분석을 위해 차폐형 주사전자현미경(Shielded Scanning Electron Microscope)을 사용하였다. 실험재료로는 원자력발전소에서 연소된 후에 발생하는 사용후핵연료 및 한국원자력연구소의 다목적연구용원자로인 하나로에서 조사시킨 모의 핵연료재료를 사용하였다.

2. 실험방법

시편 준비는 비전도성 세라믹 물질인 사용후핵연료 시편의 경우 방사선차폐시설인 조사후 시험시설의 핫셀내에서 마운팅을 하여 연마 및 에칭을 수행한 후 시편의 영상분해도를 높이기 위하여 전도성 테이프(tape) 또는 페이스트(paste)로 전도처리를 하였다. 시편을 핫셀에서 원격 조종기를 이용하여 시편 준비 작업을 하므로 전도 처리를 수행하는 데는 일반실험실보다 더 많은 노력이 필요하였다.

준비된 시편들은 방사선차폐운반용기를 이용하여 차폐형 주사전자현미경시설로 이송하였으며, 여기서 미세 표면분석을 수행하였다.

3. 실험결과

시편의 방사선량이 높아질수록 고배율에서 시편의 영상을 관찰하는 것이 어려웠으며, 이는 주사전자현미경이 방사선의 영향을 받고 있기 때문이라 생각된다. 사용후핵연료 시편 모두 산화막이 생성되어 있음을 볼 수 있었으며, 특히 피복관 시료의 경우 산화막내에 수소화물이 생성된 것을 알 수 있었다.

이와 같은 차폐형 주사전자현미경은 조사재료 및 사용후핵연료등과 같은 고방사능 재료들의 기계적, 물리적 성질변화와 미세조직등을 연구하는데 중요한 역할을 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

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