

핵연료시험시편 제작기술 및 시험평가 Preparation of Nuclear Fuel Specimen and Evaluation

양승열, 서항석, 이형권, 권형문, 전용범, 홍권표
한국원자력연구소
(nsyyang@kaeri.re.kr)

1. 서론

원자로의 핵연료는 연소중 고밀화와 스웰링 현상이 일어나는데 고밀화는 연소초기에 핵연료내의 기공들이 소멸 또는 수축하여 부피가 감소하는 현상인 반면에 스웰링은 핵분열생성물의 생성, 핵분열기체 기포의 성장 및 합성에 의하여 부피가 증가하는 현상이다. 피복관에 대해서는 사용후핵연료와 화학적 상호작용으로 발생하는 산화층, 방사선에 의한 조사손상 및 결합형성 등이 중요하다. 원자로 핵연료의 거동 및 핵연료의 건전성을 평가하기 위하여 조사후시험을 수행하였다. 조사 핵연료봉을 미세 절단하고 금속조직시험을 수행하여 조사핵연료의 피복관 산화층 두께 및 조직을 관찰하고 분석하였다. 본 실험에서는 미조사 핵연료시편, 고리1호기 및 고리2호기 조사핵연료시편을 미세 절단하여 Hot Mounting 하였다. Hot Mounting한 시편에 대하여 연마/연삭 시간에 대한 연마제 크기 및 연삭천의 입자크기에 따른 연마 및 연삭되는 정도를 분석하였으며, 이 조사시편 제작기술은 핵연료조직시험 및 SEM, EPMA, 현미경 피복관 조직사진 등에 매우 중요한 기술이다.

2. 실험방법

시편을 절단할 때 열과 마찰을 최소한으로 줄이기 위하여 습식방법으로 절단하고 세척을 편리하게 하기 위하여 물을 윤활제로 사용하고 있으며, 핵연료봉을 미세 절단하여 시편취급이 용이하도록 Hot Mounting을 한다. 마운팅을 한 시편을 Grinding 및 Polishing을 실시하여 절단작업에서 발생한 표면손상과 흠집을 제거한다. 본 시험에서는 연마제로 Diamond compound를 사용하였으며, 연마는 15 μ m, 9 μ m, 6 μ m, 3 μ m, 1 μ m, 및 1/4 μ m 순으로 수행하였다.

3. 실험결과

연마지 120, 240, 및 320 Grit를 각각 사용하고 Grinding Machine의 속도 150rpm, 하중 600g중의 조건으로 시편을 연마하였을 때 1mm 두께의 시편을 연마하는데 소요시간은 1시간 이내였다. 400 Grit를 사용하고 시편을 연마하였을 때 1mm 두께의 시편을 연마하는데 소요시간은 1시간 이상이었으며, 연마지 600 Grit를 사용하여 15분 동안 연마하였을 때 연마두께는 80-130 μ m 정도였고 15분 이상 연마하였을 때 시편은 더 이상 연마되지 않았다. Polishing Cloths 위에 Diamond Paste 15 μ m를 바른 후 10분 연삭 하였을 때 연삭 두께는 20 μ m 정도였다.