

## 고연소도 조사후 핵연료의 금속조직시험 시편 제작

서항석, 전용범, 이형권, 권형문, 장정남  
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지  
[nhsseo@kaeri.re.kr](mailto:nhsseo@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

조사후시험시설은 국내 상용 원자력발전소에서 조사된 핵연료를 시험/평가할 수 있는 국내 유일의 시험시설이다. 따라서 원자력발전소의 원자로에서 조사한 핵연료 및 원자력재료에 대한 조사후시험 및 관련 시험기술의 개선/개발을 통하여 원자력 연구개발을 적기에 효율적으로 지원하고 핵연료의 성능 및 건전성평가, 핵연료의 개발 및 손상원인 규명 등에 필요한 특성 자료를 생산/제공하는 것이 조사후시험시설의 목적이다. 본 연구에서는 정확한 시편의 정보를 얻기 위한 시편 준비 과정에 대한 연구를 기술 하였다. 시편의 가장 바람직하게 제작된 시편이란 다음과 같다.

- 시험부위를 대표할 수 있는 시편.
- 절단, 연마, 정마 과정에서 기계적인 변형 때문에 생긴 거친 금속표면을 최소한으로 하여 부식에 의해 실제조직이 나타날 수 있도록 잘 마련된 시편.
- 정마 흠, 핏트, 액흔 등이 없는 시편.
- 개체물이 본래대로 보존되도록 정마된 시편.
- 높은 배율에서 검경이 가능하도록 매우 평탄한 시편.

### 2. 본론

- 금속조직검사용 시편을 준비하는데 필요한 주요공정은 다음과 같다.

- 1) Sectioning. 2) Mounting. 3) Grinding.
- 4) Polishing. 5) Etching.

#### 2.1 Sectioning

절단 장비는 Low speed saw에 외경4", 두께 0.3mm Diamond blade를 사용하여 마찰열을 최

소화하고 톱날의 연화(soften)에 따른 조기 마모(premature wear)와 하부조직의 변화를 방지하기 위하여 습식절단을 한다.

#### 2.2 Mounting

Hot mounting press는 열과 압력을 가해서 시편을 제작한다. Mount 재료는 열가소성인 Thermosetting phenolic Premold 수지를 사용하며 압력 2.5bar, 온도 120°C에서 30분간 유지하여 제작한다. 시편 뒷면에 시편번호 및 시험분류번호를 표시한다.

#### 2.3 Grinding

연마는 시편을 준비하는 작업 중 에서 가장 중요한 작업이다. 연마순서 및 연마시간은 다음과 같다. 연마 중에는 충분한 물을 공급하여 금속의 조직에 어떠한 영향도 끼치지 않도록 하며 연마입자들 사이에 금속표면에서 제거된 분말이 끼어들기 전에 씻어내 주어야 한다.

120 grit	320grit	400grit	600grit
30/min	30/min	30/min	20/min

#### 2.4 정마 (Polishing)

정마란 외관상으로 평면을 가지고 흠이 없는 경면을 만드는 마지막 연마과정이다. 정마용 Cloth에 Diamond compound를 발라서 사용한다. 정마순서 및 시간은 다음과 같다.

15 $\mu$ m	9 $\mu$ m	6 $\mu$ m	3 $\mu$ m	1 $\mu$ m	1/4 $\mu$ m
30/min	30/min	30/min	30/min	30/min	20/min

#### 2.5 Etching

핫셀에서는 Chemical etching을 하며 Etching용액 및 시간, 방법은 다음과 같다.

- UO<sub>2</sub>소결체 : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. 1(ml) : H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. 9(ml).

Immersion. 50sec- 120sec.

- 피복관 : Ethanol 20(ml) : H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 50(ml)  
HF 1(ml) : HNO<sub>3</sub> 10(ml).  
Swab. 15ses - 25sec.

다음 사진은 시편준비과정을 마치고 투명한 고연소 핵연료에 대한 거시조직사진 및 피복관, 소결체에 대한 사진이다.

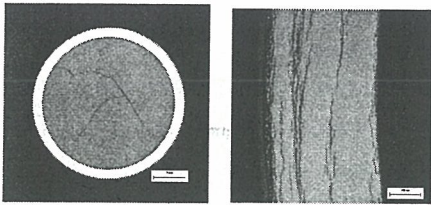


Fig. 1. OM picture of cladding and Macro

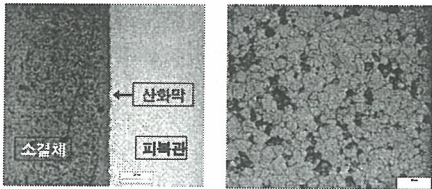


Fig. 2. OM picture of pellet and cladding

### 3. 결론

고연소도 사용후핵연료의 특성시험을 수행함에 있어 만족할만한 결과를 얻기 위해서는 시편 준비과정이 매우 중요하다. 시편 제작 과정 중 Grinding 및 Polishing을 할 때 주의 할점은 순서에 의해 진행하되 한 step이 끝날 때 마다 충분히 Cleaning을 마치고 다음 단계를 수행하여야 한다. 충분한 Cleaning 없이 시편 준비를 하면 이전 단계에서 남아 있던 정마제 및 이물질에 의해 Screech가 발생하여 시편준 비를 처음부터 다시 하여야 한다. 그러므로 시편 준비과정 중 세척이 매우 중요하다는 것을 항상 염두에 두고 시편을 제작 하여야 한다.