

핫셀용 가변형 표면영상 이미지 분석기법 향상

서항석*, 김도식, 전용범, 이형권, 권형문, 장정남, 권인찬
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111
*nhsseo@kaeri.re.kr

1. 서론

고연소도 핵연료의 안전성시험 및 평가 기술을 습득하고 경제적 이득을 극대화하기 위한 노력의 일환으로 핵연료의 연소도를 높이고 운전기간을 연장하기 위해 연구가 세계적으로 계속 진행되고 있다. 한국원자력연구원내 조사후연료시험시설 핫셀 에는 위 내용을 충족시키기 위하여 시편 표면의 거시조직영상을 투영하는 핫셀용 Dualscope 표면영상 분석 장치가 설치 되어있다. 본 영상 장치는 습기 및 고준위방사선의 환경에 지속적으로 노출되어 시간이 지날수록 렌즈 및 부품이 경화되고 열화 되어 선예도와 해상도가 현격히 저하되었다. 따라서 장비를 교체하는 과정에 기존 장비의 문제점을 Upgrade시켜 해상도 및 선예도가 뛰어난 핫셀 용도의 가변형 표면영상 분석 장치를 개발하였다.

2. 본론

Fig. 1은 핫셀 내부 및 외부에 설치가 완료된 영상장치 사진이다. 고방사선으로 부터 카메라의 방사선 피폭을 방지하고 CCD 센서의 손상을 막기 위해 렌즈부분 및 광원부분을 핫셀 내부에 설치하고 카메라는 핫셀 외부에 설치하였다. 왼쪽 사진이 핫셀 내부에 설치된 표면 영상 분석 장치 본체 사진이다. 본체의 렌즈군은 16군23매로 제작 되었으며 코팅처리를 하여 렌즈를 보호하였다. Surface mirror의 반사율은 99% 이상을 유지시켜 선명한 영상을 얻게 하였으며 렌즈 하단부분은 시편관찰을 위한 LED 특수조명장치로서 시편의 표면 상태에 따라 조명의 밝기를 조절할 수 있다. 또한 빛의 난반사 방지를 위하여 적색 LED를 사용 하였으며 또한 시편 표면의 영상을 color로 얻기 위하여 흑백 LED 조명장치도 같이 부착 하였다. 오른쪽 사진은 핫셀 외부에 설치된 monochrome or color 1/2" Sony ICX285 CCD Camera이며 이에 대한 사양은 Effective Pixels 1,040 × 768, 6.45um square pixel. Frame Rate는 15 fps at 1040 x 768, increased

through bin and ROI. Digital output : 8 and 12bit. Read Noise : 8 e-rms. Full well capacity:>18,000 electron. Shutter speed는 1/18750 to 1/12(sec)이다. 영상 포착 및 이미지 분석을 위해 INNERVIEW-iX Software를 사용 하였으며 주요기능은 Image and Data File Format Support. Auto save. Multi-Focus. Image Tiling 및 Auto calibration. Point, Distance, Circle, Polyline, Measurement 등 이다.

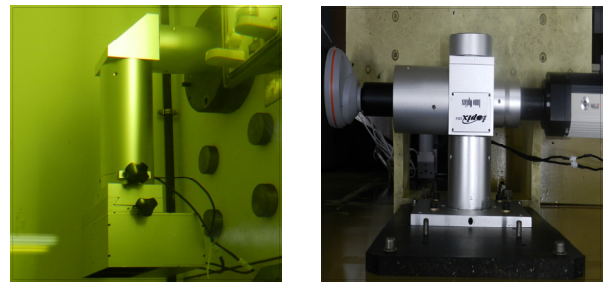


Fig. 1. Macroscopic visual examination system.

- 거시조직 사진 비교 -

Fig. 2 사진은 핫셀용 가변형 표면영상 분석 장치를 이용하여 사용후 핵연료 (울진2호기. K23-B07)와 $\varnothing 16$ mm인 이중냉각환형핵연료의 표면을 투영한 거시조직사진이다. 왼쪽사진은 7X의 배율로 투영된 사용후핵연료 시편의 거시조직사진이고 오른쪽 사진은 이중냉각환형핵연료를 4X의 배율로 투영한 사진이다. 전체적으로 사진에서 보듯 표면의 상태를 잘 보여주고 있으며 미세한 crack까지 선명하게 잘 나타내어 주고 있다.

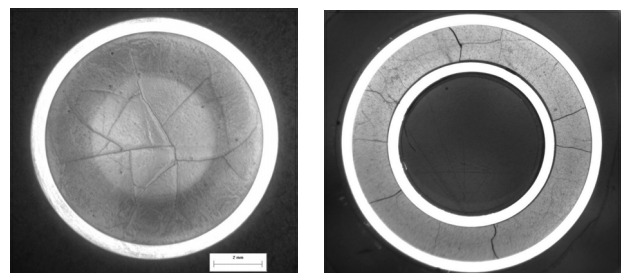


Fig. 2. Macroscopic inspection for PWR fuel sample and fuel cooled annular pellet fuel sample.

3. 결론

기존에 설치 되어있던 거시조직사진 투영장치는 렌즈의 경화로 인한 성능저하로 인해 심도 및 해상도가 떨어져 시편의 파단면 및 결함부위에 대한 분석에 한계가 있었다. 그러나 이번에 개발된 핫셀용 가변형 표면영상 분석 장치는 기존의 거시조직사진 투영장치에 비해 뛰어난 선예도와 해상도를 갖추었다. Fig. 2의 사진에서 보듯 미세한 crack에 대해 선명한 영상을 나타내고 있으며 배율도 7X 및 4X로 변환할 수 있어 직경이 16 mm인 이중냉각환형핵연료를 포함한 피복관 결함부위에 대한 고준위 시편의 표면 거시조직사진 투영이 가능해졌다. 또한 컬러로도 투영이 가능하도록 조명장치 및 컬러 카메라를 설치하여 영상을 흑백 및 컬러로 동시에 얻을 수 있게 하였으며 영상 투영 시 CCD 카메라에 직접 이미지 분석 장치를 연결하여 시편의 제원 및 크기도 측정할 수 있도록 하였다. 본 장치는 사용후 핵연료 단면 및 피복관 결함부위에 대한 거시조직 영상 투영 및 시편 조직 분석에 활용 되고 있다.

4. 참고문헌

- [1] 서항석 외 5인 "핫셀용 거시시편 표면분석을 위한 영상장치 개발" 한국방사성폐기물학회 춘계 학술 발표회 논문집, 2010.
- [2] 서항석 외 5인, "핫셀용 가변형 페리스코프 표면 영상장치 개발", 한국방사성폐기물학회 추계학술 발표회 논문집, 2011.
- [3] 서항석 외 6인, "핫셀용 Dualscope 표면 영상 분석장치 개발", 한국방사성폐기물학회 추계 학술 발표회 논문집, 2013.