

와전류 및 파괴 방법에 의한 조사후핵연료 피복관의 산화층 두께 측정 Oxide Thickness Measurement of Irradiated Fuel Cladding by Eddy Current and Destructive Methods

이은표, 김은가, 전용범, 민덕기, 이형권, 서항석, 김길수, 권형문, 주용선, 홍권표, 유길성, 조일제,
주준식
한국원자력연구소
(neplee@kaeri.re.kr)

1. 서론

조사후핵연료 피복관 산화층의 와전류탐상 비파괴 측정방법은 특수하게 제작된 측정 장치가 필요하다. 조사후핵연료 피복관은 길이가 약 4m에 달하고 연소도에 따라 직경의 변화가 일어날 뿐만 아니라 길이방향으로 약간의 휨 변형을 일으켜 직진도가 유지되지 않는 특성이 있다. 이러한 형상의 조사후핵연료 피복관의 산화층 두께를 비파괴적인 방법으로 측정하기 위해서는 산화층 두께 측정 펜슬 타입 와전류탐상 프로브가 조사후핵연료 피복관의 법선방향으로 항상 유지되어야만 정확한 산화층 두께를 측정할 수 있다. 본 연구에서는 시험 정확도에 영향을 주는 요인들을 제거하고 정확한 산화층과 재현성이 높은 결과를 산출할 수 있는 와전류탐상 프로브 장치를 개발 완료하고 개발된 장치를 핫셀 내의 비파괴시험 벤치에 설치하여 실제 원자로에서 조사된 조사후핵연료 피복관의 산화층 두께를 측정하였으며, 자료의 정확도를 확인하기 위해 같은 조사후핵연료 피복관에 대한 파괴시험을 수행하여 그 결과치와 비교분석 하였다.

2. 시험방법

제작된 조사후핵연료 피복관의 산화층 두께 측정 장치를 원자력연구소 핫셀 시설 내의 비파괴 시험 벤치에 설치하여 조사후핵연료 피복관에 대한 산화층 측정시험을 실시하였다. 기 제작된 20 μm , 42 μm , 64 μm 두께의 표준 산화시험 피복관을 조사후핵연료 피복관 하단에 연결하여 측정 장비를 교정한 후 조사후핵연료 피복관 하단 20mm의 위치부터 연속측정을 수행한 후 시작위치에서 재현성을 확인하고, 90° 간격으로 4 방향을 측정한 후 표준 산화시험 피복관으로 재현성을 확인하였다. 와전류탐상 방법을 통한 조사후핵연료 피복관의 산화층 두께 데이터를 검증하기 위하여 임의의 위치에서 취한 가공시편을 방사선 차폐형 광학현미경을 이용하여 조사후핵연료 피복관 단면에 대한 투영 사진을 촬영하여 산화층 두께를 측정된 값을 얻었으며 이 값을 앞에서 측정된 비파괴 결과와 비교분석하였다.

3. 결과 및 고찰

직경의 변화가 있는 조사후핵연료 피복관의 산화층 두께를 와전류탐상방법을 사용하여 정밀하게 측정할 수 있는 장치를 설계 제작하여 실제 조사후핵연료 피복관에 대한 와전류탐상 시험을 수행하였다. 비파괴적으로 산화층 두께를 측정된 측정치와 파괴시험을 수행하여 얻은 결과치를 비교분석한 결과 최대오차는 $\pm 1.8 \mu\text{m}$ 이내로 양호한 결과를 얻었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 주관으로 추진 중인 기관고유사업의 일환으로 수행 되었으며 관계자여러 분께 감사드립니다.