

조사후 핵연료봉 Tube core drilling machine 개발

서항석, 김도식, 전용범, 이형권, 권형문, 황용화
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
 nhsseo@kaeri.re.kr

1. 서론

한국원자력연구원내 조사후 연료 시험시설은 국내 상용원자력발전소에서 조사된 핵연료를 시험/평가 할 수 있는 국내 유일한 시험시설이다. 국내 원자력발전소에서 연소한 조사후 핵연료의 성능 및 건전성을 평가하고 고방사성 원자력 재료의 특성시험을 수행함으로써 고연소도, 고성능 핵연료의 성능평가 분석과 핵연료 및 원자력재료의 건전성 검증시험 결과를 제공한다. 따라서 고연소도 조사후 핵연료 Assembly에 대한 구조부품 조사 성능기술개발의 일환으로 조사후 핵연료 피복관에 대한 기계적 특성시험을 수행하기 위하여 본 장치를 개발하게 되었다. 본 장치는 핫셀 내부에 설치하여 원격조종기에 의해 운영 되므로 모든 기능을 원격조종기 운전이 적합하게 제작하였다.

2. 본론

핵연료봉 피복관은 중성자 조사를 받으면 피복관의 기계적 성질이 약화 된다. 이런 피복관 기계적 성질의 변화는 피복관의 안전성에 영향을 미치므로 피복관의 기계적 건전성 확인을 위한 시험이 필요하다. 피복관의 기계적 시험을 위해서는 우선 피복관(Cladding)과 소결체(Pellet)를 분리 하여야 하는데 소결체는 원자로에서 조사가 되면서 팽윤현상(swelling)에 의해 피복관과 접촉이 일어나고 고압과 고온에 의한 화학반응에 의해서 피복관과 서로 고착하게 된다. 따라서 피복관 과 소결체가 견고하게 본딩(bonding)되어 있는 상태의 핵연료봉을 피복관 손상을 최소화 하면서 피복관과 소결체를 안전하게 제거할 수 있는 핵연료봉 Tube core drilling machine을 개발하게 되었다. 소결체를 파쇄 하는 구동모터는 출력 900W에 회전속도 400RPM의 구동모터를 사용하였으며 드릴비트는 초경합금, ϕ 6.5mm, 길이 65mm를 사용하였다. 구동모터에 소재를 고정하고 드릴비트는 고

정된 상태에서 피삭재(연료봉)가 회전하면서 천공되는 방식으로 소결체를 파쇄 하였다. 또한 드릴 비트부분에 소결체를 파쇄 할 때 발생하는 드릴 칩이 분산되지 않도록 원형 투명아크릴 하우징을 제작 후 드릴비트를 하우징 속에 고정하여 칩의 비산을 방지 하였다. 장비의 뒷 부분은 스프링을 부착하여 복원력에 의해 feedback 되게 하였으며 핫셀 내부에 설치되어 있는 Incell crane의 성능을 고려하여 50kg이 넘지 않도록 무게의 조정을 위해 알루미늄으로 제작하였다. Fig.1의 왼쪽사진은 제작 완료된 사진이며 가운데 사진은 핫셀 내부에 설치한 후 연료봉을 장비에 장착하고 천공을 시작하기 전 사진이다. 오른쪽 사진은 길이 65mm의 연료봉을 천공을 마친 사진이다.

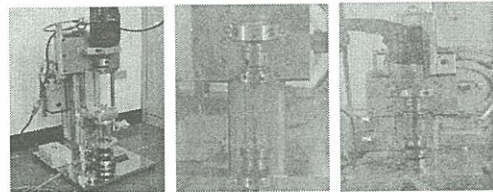


Fig. 1. Tube core drilling machine

3. 결론

고방사성 핵연료인 고리2호기 W93-B06핵연료봉에 대한 피복관의 기계특성시험시편을 제작하기 위하여 제작한 장비를 핫셀 내부에 설치하고 시편 제작을 하였다. 길이 60mm에 직경6.5mm의 연료봉을 천공하는데 약 4시간의 시간이 소요되었으며 천공 방법은 원격조종기로 5초간 시편에 강하게 힘을 가한 후 3초간 정지 하는 방법으로 작업을 수행 하였다. 냉각수로는 물을 사용 하였으며 가열된 드릴비트에 냉각수가 흐르지 않게 조금씩 뿌려주면서 천공을 하였다. 천공을 마친 시편은 피복관 내부에 약 1mm의 두께로 붙어있는 소결체를 제거하기 위하여 온도 90도의 화학

용액(질산1 : 물1)에 시편을 넣어서 피복관 내부에 붙어있는 소결체를 완전히 용해시킨다. 용해시간은 약 10분정도 소요되며 용해된 시편은 물로 깨끗이 세척 후 에탄올 용액으로 다시 세척한다. 세척을 마친 시편은 드라이어로 건조시키면 시편 제작이 완료 된다. Fig2의 왼쪽사진은 천공을 마친 사진이며 가운데 사진은 천공할 때 발생된 파쇄된 칩을 모은 소결체이다. 오른쪽 사진은 천공 후 용해하여 시편제작이 완료된 사진이다.

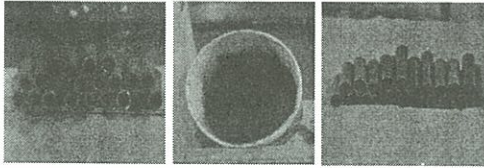


Fig. 2. Photographs after puncture of fuel cladding & dissolution of pellet