

# 사용후핵연료 골격체 시편 제작용 정밀 절단장치 개발

허기수\*, 유병옥, 백승제, 김도식, 안상복, 주용선, 전용범  
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111  
\*heokisoo@kaeri.re.kr

## 1. 서론

핵연료 집합체 골격체의 조사성능 특성을 평가하기 위해서는 지지격자 및 연결부에 대한 조사후시험 자료가 필요하다.[1~2] 이를 위한 각 시험에 적합한 골격체 시편을 제작하기 위해서는 조사 지지격자의 안내관과 계측관을 정밀하게 절단하는 기능과 함께 지지격자를 정밀 절단하여 용접 및 연결부 시편을 제작할 수 있는 기능을 가진 절단 장치가 필요하다.

본 연구에서는 조사 지지격자의 안내관, 계측관 및 조사 지지격자 자체를 정밀 절단하여 골격체 조사시편을 제작할 수 있을 뿐만 아니라 지그 교체를 통하여 조사 캡슐 해체 등 다양한 절단 작업이 가능한 다목적 정밀 절단 장치를 개발하였다.

## 2. 본론

### 2.1 장치 개요

장치는 크게 절단부, 절단 이송부, 공작물 이송부, 스크랩 처리부로 나뉜다. 먼저, 절단부는 장착된 공작물을 절단하는 회전전달기구를 구비한다. 이러한 회전전달기구에는 다이아몬드 휠, 연마 휠(abrasive wheel) 등 다양한 형태의 회전절삭공구가 사용된다. 절단 이송부는 공작물의 절단이 이루어지도록 절단부를 전후 방향으로 이동 시키도록 구성한다. 절단 작업 시 천천히 이동하여 공작물에

가해지는 충격을 최소화 하고, 회전절단기구와 공작물 사이에 끼임 현상이 방지되도록 한다. 공작물 이송부는 공작물 물림 지그를 포함하고 있으며 위치에 맞는 절단을 위해 좌우로 이송한다. 또, 공작물 물림 지그는 다양한 형태의 공작물 가공을 위해 교체가 가능하다. 스크랩 처리부는 베이스 프레임의 하부에 설치되며 회전전달기구에서 낙하하는 스크랩을 절삭유와 분리하도록 분리공이 형성된 스크랩 수집조를 설치한다. 스크랩 수집조는 가이드를 따라 슬라이딩 되어 베이스 프레임으로부터 분리된다.

### 2.2 수행 과정

#### 2.2.1 사용후 핵연료 골격체 핫셀 이송

수중에서 안내관 및 계측관을 절단한 사용후 핵연료 골격체의 지지격자를 핫셀 내부로 이송한다.

#### 2.2.2 지지격자 고정

공작물 지그에 밀착조정부재 및 관통하는 개구가 형성된 지지부재를 사용하여 고정한다. 공작물이 고정된 지그는 크레인이나 원격조종기를 이용하여 공작물 이송부에 장착된다.

#### 2.2.3 절단 위치 조정

공작물 이송부를 절단부 측으로 이송시켜 절단 위치를 조정한다. 이때, 조사 지지격자의 이송 중 절삭칩이 핫셀 내부의 넓은 영역으로 분산되지 않도록 오염방지 덮개부를 덮은 상태에서 수행한다.

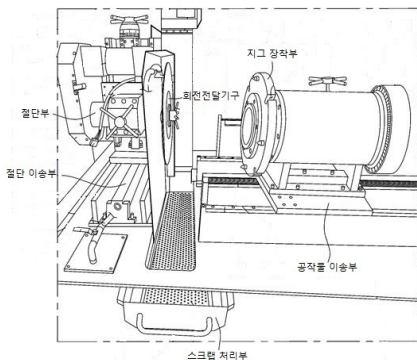


Fig. 1. Drawing of the apparatus.

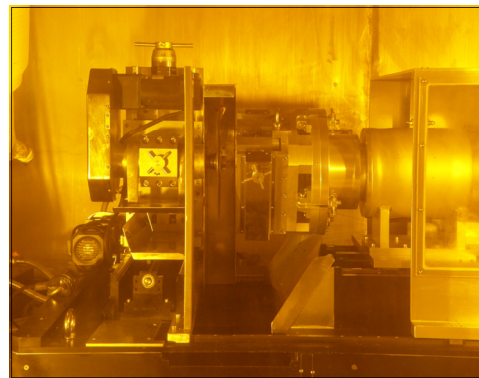


Fig. 2. Installation of apparatus in hotcell.

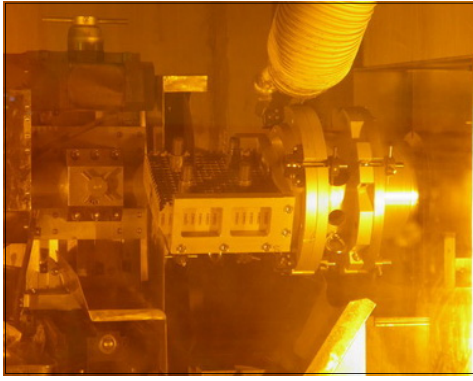


Fig. 3. Cutting of spacer grid.

#### 2.1.4 절단

절단 위치 조정이 완료 되면 핫셀 작업구역의 콘트롤 박스를 사용하여 절단부의 회전절단기구를 구동시킴과 동시에 절단 이송부를 작동시켜 절단부를 조사 지지격자 축으로 서서히 이동시켜 절단 작업을 수행한다. 절단 휠의 속도는 200rpm이며, 휠의 전진속도는 2mm/min로 한다. 절단할 조사 지지격자의 취화 정도에 따라 절단 휠의 회전속도 및 전진속도를 최적 상태로 조정한다.

#### 2.1.5 절단 완료 및 잔여 지지격자 회수

절단 작업이 완료된 시편은 조심스럽게 받아 보관하며 장치에서 공작물 지그를 분리하고 조사 지지격자를 분리한다. 다른 조사 지지격자의 정밀 절단을 위하여 위의 과정을 반복한다.

#### 2.3 수행 결과

본 장치를 통하여 Fig. 4. (a)와 같이 조사 PLUS7 중간 지지격자를 대상으로 4×4 셀 점용접부 시편을 채취하였다. 또, 지그 교체를 통하여 Fig. 4. (b)와 같이 조사 캡슐의 해체 등 다양한 작업을 수행 할 수 있었다.

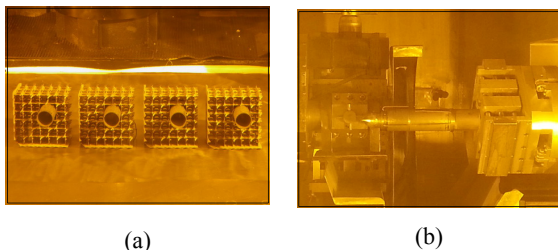


Fig. 4. (a) Irradiated PLUS7 4×4 specimens,  
(b) Dismantlement of Irradiated capsule.

### 3. 결론

핵연료 집합체의 전 수명동안 골격체의 조사성능 특성을 평가하기 위해서는 지지격자에 대한 조사후 시험 자료가 제공되어야 한다. 위와 같은 시험에 적합한 골격체 시편을 제작하기 위해서 안내관/계측관 및 조사 지지격자 자체를 정밀 절단하여 시편을 제작할 수 있는 기능을 가진 사용후 핵연료 골격체 정밀 절단장치를 개발하였다.

이를 통하여 조사 PLUS7 점용접부 시편, 조사 PLUS7 상부 안내관-플랜지 TIG 용접부 & 내부연결관-플랜지 나사연결부 시편 등 다양한 조사후 시험 시편을 제작 할 수 있었다.

본 장치는 장치를 통하여 조사후시험 시편 제작 뿐만 아니라 지그의 교체를 통하여 조사 캡슐 해체 등 다양한 작업 수행이 가능할 것으로 판단된다.

### 4. 참고문헌

- [1] 김도식, 전용범, 류우석, 손영준, 송웅섭, 유병욱, 김기하, 백승제, 권인찬, “핵연료 지지격자의 정적좌굴시험기술 개발”, 2011 한국재료학회 추계학술발표회, (2011).
- [2] Y.G. Jin, S.J. Baik, G.S Kim, D.S. Kim, S.B Ahn, Y.B Chun, “Deformation Behavior of an irradiated Spacer Grid for PWR Fuel Assembly”, HOTLAB 2014, (2014).