

판형 핵연료 조사후 시험편 제작을 위한 블랭킹 장치 개발

허기수*, 유병옥, 백승제, 진영관

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111

*heokisoo@kaeri.re.kr

1. 서론

판형 핵연료(U-7Mo/Al-5Si)는 동위원소 생산용 수출형 연구로인 기장 연구용 원자로(KJRR)에 적용될 목적으로 개발되고 있다. 판형 핵연료의 기장 원자로 적용은 RERTR(Reduced Enrichment for Research and Test Reactor)의 가장 유력한 후보로서 그 성능이 검증되면 우리나라 핵연료 제조 기술의 큰 성과가 될 수 있다. 이러한 핵연료의 성능 검증 과정으로 조사후 시험을 수행한다. 그 중 EPMA(Electrone Probe Microscope Analysis)를 활용한 성분분석, OM(Optical Microscope)을 활용한 조직시험, 화학분석을 실시한다. 시험편 제작 시, 시험원의 피폭을 최소화하기 위하여 시험이 가능한 최소한의 크기로 시험편을 제작하여야 하며 원하는 위치에서 시험편 채취가 가능하도록 판형 핵연료의 절단 작업이 필수적으로 진행되어야 한다.

본문에서는, 기존의 미세 절단기를 활용하는 절단 공정을 개선하기 위해 블랭킹 장치를 개발하여 조사후 시험편을 효율적으로 제작하는 과정에 대해 기술하였다.

2. 본론

2.1 장치 개요

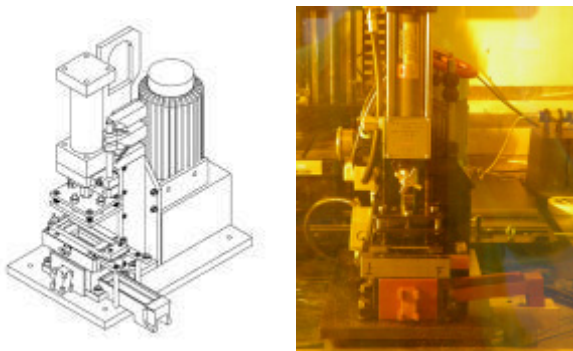


Fig. 1. Drawing and picture of blanking machine.

판형 핵연료 블랭킹 장치는 Fig. 1과 같으며 크게 구동부, 블랭킹부, 블랭킹 다이스부로 나뉜다. 구동부는 액츄에이터와 전동기로 구성되어 있으며 전동기에 의해 동력을 전달받아 액츄에이터에 의해 상하운동을 하게 된다. 블랭킹부는 판형 핵연료를 가압하는 역할을 하며 블랭킹 다이스부에는 판형 핵연료 장착부 및 핵연료 수거부를 포함하고 있다. 장치는 방사선을 차폐할 수 있는 공간인 핫셀(Hotcell) 내부에 설치되며 구동 전 준비사항은 원격조종기를 이용해 수행하였다.

2.2 장치 활용

2.2.1 판형 핵연료 블랭킹

시험편을 제작할 판형 핵연료를 선정한 후 Fig. 2(a)와 같이 시험의 종류와 시험이 채취될 위치에 맞게 표시 하였다. Fig. 2(b)와 같이 원격조종기를 이용하여 핵연료를 블랭킹 장치의 핵연료 장착부에 설치하고 블랭킹 될 위치를 확인한 후 작업구역에서 컨트롤 패널을 통해 블랭킹 작업을 실시하였다. 블랭킹이 끝난 후 Fig. 2(d)와 같이 수거부에서 핵연료를 안전하게 회수하였다.

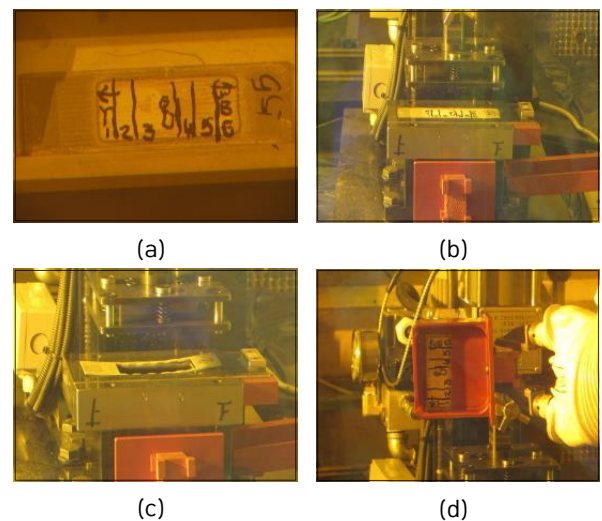


Fig. 2. Blanking process (a) marking, (b) positioning (c) blanking and (d) collection.

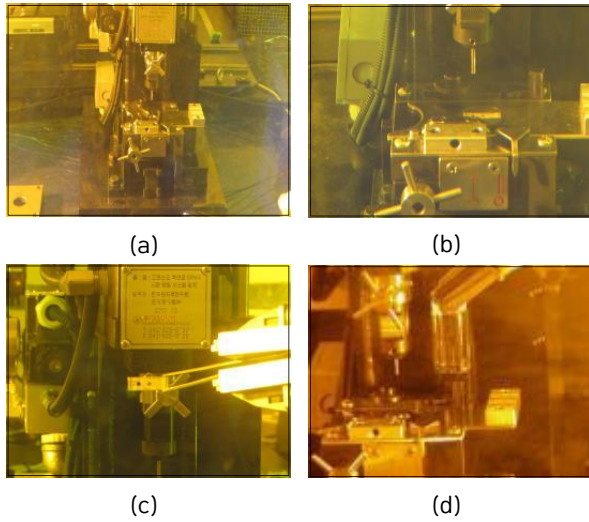


Fig. 3. Punching process (a) preparation, (b) punching (c) punched miniplate and (d) EPMA specimens.

2.2.2 핵연료 시편 제작

피복관과 분리된 핵연료를 미세절단기를 이용하여 표시된 위치에 맞게 절단하였다. OM시편은 절편의 단면 방향으로 마운팅 하여 시편을 제작하였으며 EPMA 및 화학분석 시편을 제작하기 위해서 블랭킹 장치의 블랭킹 툴과 블랭킹 다이스부를 해체하고 Fig. 3(a)와 같이 펀칭툴과 펀칭 다이스로 교체하였다. EPMA 시편은 $\phi 1.5$ 크기의 펀칭 툴, 화학분석 시편은 $\phi 3$ 크기의 펀칭 툴을 사용하여 시편을 제작하였다.

2.3 결과

제작된 시편을 활용하여 EPMA 성분분석 및 조직 시험을 수행하였다.

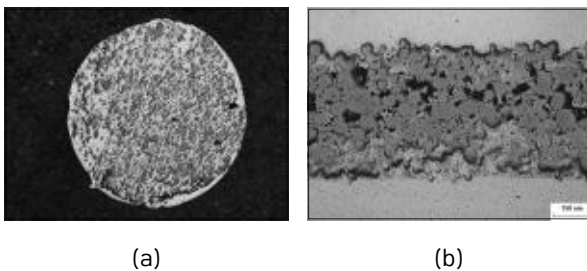


Fig. 4. (a) EPMA image and (b) OM image.

3. 결론

동위원소 생산용 수출형 연구로인 기장 연구로 (KJRR)에 적용될 목적으로 개발 진행중인 판형 핵연료는 우리나라의 독자적인 핵연료 제조 기술인

원심분무 기술로 제조된 핵연료일 뿐만 아니라 RERTR의 후보로써 그 성능이 검증이 된다면 매우 큰 성과가 될 것이다. 이러한 성능 검증에 있어서 조사후 시험이 필수적으로 수행되어야 하며 시험 과정에서 시편 제작은 가장 중요한 요소 중 하나이다. 시편 제작 시, 기존 보유 중인 미세 절단기를 이용하여 핵연료와 피복관을 분리하는 과정은 4면을 절단해야 하므로 그 방법이 번거로울 뿐 아니라 많은 시간을 소요한다. 또, 보유 중인 미세절단기의 지그로는 핵연료의 고정어 어려워 핵연료와 피복관을 효율적으로 분리하는 방법을 고안해야 했다. 따라서, 펀칭 머신의 구동장치를 활용, 부품 교체를 통하여 핵연료 부분만을 블랭킹 하는 장치를 개발하였으며 해당 장치를 활용하여 조사후 시험편을 효율적으로 제작하였다.

4. 참고문헌

- [1] 양성우, 박승재, 신윤택, 김성렬, 주기남, 조만순, "축소 판형 핵연료 1차(HAMP-1) 조사시험 보고서", KAERI/TR-5932, 2015.
- [2] 허기수, 유병옥, 정양홍, 김길수, 백승제, 진영관, 안상복, 박종만, 이규홍, "금속핵연료 EPMA 시편제작용 펀칭 장치 개발", 2014 방사성폐기물학회 추계학술발표회, 2014.