

## 우라늄 전착물의 잉곳제조 특성

조춘호, 강희석, 김정국

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

[ex-kaeri@kaeri.re.kr](mailto:ex-kaeri@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

건식 사용후핵연료 처리 공정은 경수로 산화물 사용후핵연료의 환원공정 및 전해정련 공정을 걸쳐서 순수한 우라늄과 TRU 등 연료물질을 회수하여 향후 핵연료로 재활용하는 기술이다. 따라서 잉곳제조는 정련공정 가운데 최종적으로 우라늄 전착물을 잉곳으로 제조하는 주조 공정에 해당된다.[1],[2] 본 연구는 염증류된 우라늄 전착물을 용해하기에 앞서 우선 비슷한 용점을 갖고 있는 Cu의 주조를 소개하고 이어서 DU(Depleted Uranium)와 우라늄 전착물을 혼합한 원료의 용해공정에 대한 특성들을 소개하고자 한다.

### 2. 본론

#### 2.1 잉곳주조장치의 특성

Lab-Scale의 장치이지만 우라늄을 녹이기 위해서는 적어도 1300℃ 이상의 온도가 필요하기 때문에 고주파 유도가열 방식이 본 장비에 적용되었다.[3] 미국의 INL에서는 Batch 형태로 전착물을 단일 도가니에 넣고 용해한 후, 도가니의 냉각공정을 걸쳐서 한 번에 우라늄 잉곳이 1개 생산되도록 되었으며, 도가니에 잉곳이 용착되는 단점도 갖고 있다. 그러나 본 잉곳 주조장비는 생산효율의 목적도 갖고 있기 때문에 일단 염증류 장치가 분리 되었을 뿐만 아니라, 원료 컵을 사용한 주입과 탈팅에 의한 용해 도가니의 출탕이 주형도가니를 통해서 반복 조업이 가능토록 제작되었다. 또한 이중 챔버를 사용하여 챔버내 온도에 대비하였으며, 잉곳의 산화 및 오염 방지를 위하여 글로브 박스가 도가니 챔버에 장착되었다.

Fig. 1은 잉곳주조장치의 정면도 사진으로서 제어반, 진공챔버, 글로브박스, Antecamber, 흑연도가니, 진공펌프, 주형도가니 등으로 구성되었다.

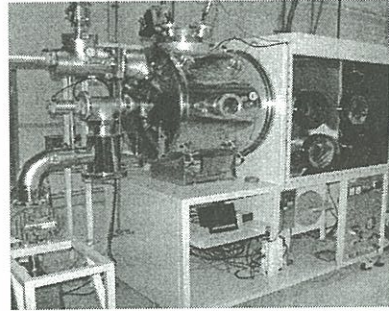


Fig. 1. Photograph of an ingot casting equipment

#### 2.2 우라늄 전착물의 용해

일반적으로는 순수 우라늄 전착물을 갖고 주조를 해야 하지만 전착물의 특성상 감손우라늄과 우라늄 전착물과의 비율을 1:1로 하여 용해 시험을 수행하였다. 또한, 이후 감손우라늄을 전착물의 양 보다 4배 이상 증가시켜 추가 용해 시험도 병행하였다. Fig. 2는 실험에 사용된 우라늄과 전착물의 모습으로 우라늄에 비해 다소 전착물이 공정 중 일부 오염으로 약간 산화된 모습을 볼 수 있다.

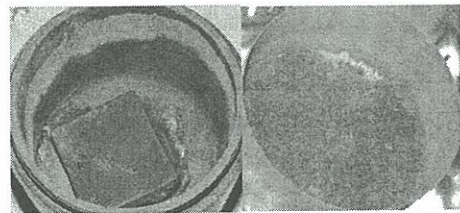


Fig. 2. Photograph of depleted uranium and uranium deposits

한편 실험은 우라늄 전착물을 용해하기 위하여 고주파유도도가 사용되었으며, 사용 출력은 최대 15kW로 1400℃까지 승온 시키는데 약 50min 정

도가 소요되었다. 또한, 용해로의 챔버내 분위기는  $10^{-2}$  torr의 진공을 유지한 후 10torr의 Ar분위기에서 주조시험이 수행되었다.

조 장치 제작 및 시운전 경험”, 2009년 한국방사성폐기물학회 춘계학술발표회.

Fig. 3은 우라늄과 전착물의 용해 실험 후 용해도가니 내부의 모습으로 전착물이 잘 녹지 않고 실험 전 장입된 그대로의 분말 형태로 남아있는 모습을 볼 수 있다.

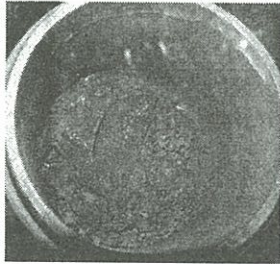


Fig. 3. Photograph of inside crucible after the melting experiment

### 3. 결론

이와 같이 본 연구에서는 우라늄 전착물의 용해 시험에 대한 일부 연구를 수행한 결과로써 공정 중 전착물의 산화 등으로 잉곳이 제조되지는 못했지만 최적의 공정 조건을 현재 확립하는 중이며, 이후 추가적인 연구를 계속 수행함으로써 최종적으로 원하는 잉곳으로 주조하기 위해 노력을 기울이고 있다.

### 4. 감사의 글

본 연구는 교육과학기술부에서 주관하는 원자력 중장기개발 사업의 일환으로 수행하였습니다.

### 5. 참고문헌

- [1] 유재형, 이병직, 이한수, 김응호, “고온전해분리 기술의 개요 및 기존 핵연료주기 대체 기술로서의 적합성 검토”, 한국방사성폐기물 학회지, 5(4), pp. 283-295 (2007).
- [2] 유재형, 홍권표, 이한수, “사용후핵연료 파이로처리공정 실증시설의 개념설계 연구”, 한국방사성폐기물 학회지, 6(3), pp. 233-244 (2008).
- [3] 이윤상, 외 “Lab. scale 우라늄 전착물 잉곳제