

우라늄 전착물 잉곳주조 장치의 성능평가

조춘호, 이성호, 이윤상, 이한수

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

ex-kaeri@kaeri.re.kr

1. 서론

사용후 핵연료의 건식처리공정은 산화물 핵연료의 금속화 및 전해정련 공정을 걸쳐 2mm 정도의 순수한 수지상 형태로 만들어 진다. 이러한 전착물은 전해정련 과정에서 염이 함유되어 있어 증류장치에서 염을 휘발 시키고 남은 우라늄 전착물은 잉곳주조 장치에서 괴 형태로 제조를 한다. 따라서 본 연구에서는 우라늄 잉곳을 만들기에 앞서 설계된 장치의 성능 및 개선의 목적으로 진공 및 Ar 분위기에서 blank test와 실제 우라늄 보다 열용량이 약 3배정도 큰 Cu 용해 시험을 통해서 잉곳주조 장치의 성능평가에 대한 내용을 소개하고자 한다.

2. 진공 및 Ar 분위기에서 blank test

Fig.1은 진공 분위기에서 잉곳주조장치 챔버 내의 최대 1500°C까지의 blank test 결과를 나타내고 있다. (a)와(b)에서 보듯이 흑연도가니를 제외한 주변의 TC 온도들은 200°C미만의 온도를 유지하고 있다. 이는 챔버 이중벽의 수냉에 의한 온도 저감 효과를 보이고 있기 때문이다. 따라서 온도 승온에 따른 장치의 안정성을 확인할 수 있다.

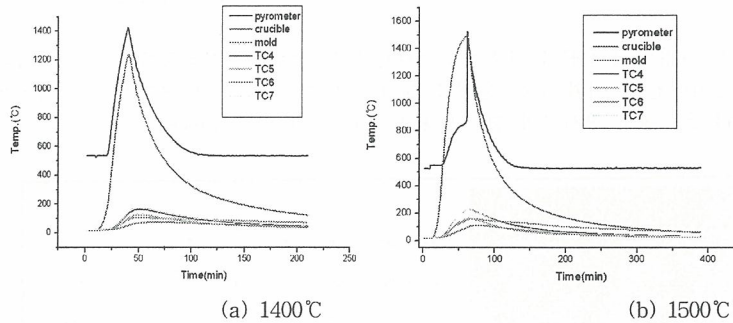


Fig.1. Temperature profile of 1400°C and 1500°C in a vacuum

Fig.2는 10²torr에서 Ar을 10 torr까지 챔버 내로 주입 후 흑연도가니를 1400°C까지 승온 테스트한 결과를 나타내고 있다. 온도 상승에 따른 압력 증가를 우려하여 처음에 Ar을 10 torr까지 주입 후 온도를 1400°C까지 승온 테스트를 수행했지만 펌프를 가동하지 않은 상태에서도 챔버 내의 압력은 최대 32 torr 이상을 넘지 않았다. 따라서 온도 상승에 의한 챔버 내 압력의 위험은 없었다.

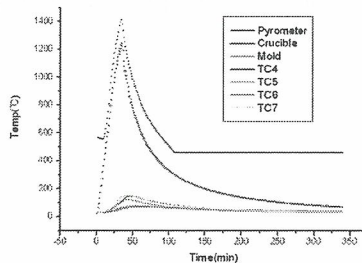
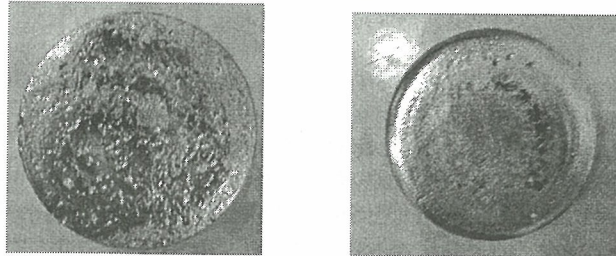


Fig.2. Temperature profile of blank test in the range of 10~30torr

3. Cu 및 Cu 분말을 사용한 용해 시험

우라늄의 열용량이 Cu의 1/3정도 되기 때문에 Cu 3kg의 장입은 우라늄 약 9kg의 용해 효과를 나타낼 수 있다. Fig.3의 (a)는 주형을 200℃ 예열 후 흑연도가니를 1200℃까지 승온한 후 Cu 3kg을 주조한 것이다. 따라서 본 장비에서 우라늄을 주조할 경우 어느 정도 건전한 주물을 확보할 수 있을 것으로 본다.



(a) Cu (b) Cu powder
Fig. 3. Cu ingot cast with ingot casting equipment

또한, Cu 덩어리를 용해하여 주물을 만들었지만, 본 연구에서 최종적으로 사용되는 우라늄은 dendrite 구조의 우라늄 전착물이기 때문에 Cu 분말을 사용한 용해 시험도 수행하였는데 Fig.3의 (b)는 Cu powder 500g을 가지고 1200℃에서 용해하여 만든 Cu 주물로서 장차 우라늄 전착물을 보다 건전하게 주조할 수 있다는 가능성을 확인 할 수 있다.

4. 결론

이와 같이 본 연구에서는 Blank test 및 Cu 용해 시험뿐만 아니라 주형가열시험, 제어반의 온도 PID 조건시험, 도가니의 틸팅시험 등 다양한 성능평가 조건들을 수행하였으며, 일부 조건 및 테스트에서 생긴 문제점들은 보완 및 개선을 통한 성능 향상에 기여토록 하였다.