

감속기의 틸팅 속도에 의한 주조품질 평가

조춘호, 이운상, 박기민, 박성빈, 김정국
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
ex-kaeri@kaeri.re.kr

1. 서론

사용후 핵연료의 건식처리공정에서는 전해정련 과정을 걸쳐서 생성된 우라늄 전착물을 잉곳 형태로 제조하는 주조공정이 있다.[1],[2] 본 주조공정의 최대 목표는 건전한 주물의 제조에 있기 때문에 주조공정에서의 온도 제어, 틸팅 속도, 주형의 예열 등 많은 변수들의 최적 조합으로 이루어진다. 따라서 본 연구는 건전한 주물을 생산하기 위한 최적의 조건들을 도출하기 위하여 우선 비우라늄의 대체 물질로 구리를 선정하였으며, 또한 잉곳주조 장치의 감속제어 장치를 통하여 틸팅 속도를 제어함으로써 수축공이 적고 건전한 주물이 생산되기 위한 조건들을 도출하는데 중점을 두어 연구를 수행하였다.

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 주조장치는 생산효율의 목적도 갖고 있기 때문에 일단 염증류 장치가 분리 되었을 뿐만 아니라, 원료 컵을 사용한 주입과 틸팅에 의한 용해 도가니의 출탕이 주형도가니를 통해서 반복 조업이 가능토록 제작되었다. 또한 이중 챔버를 사용하여 챔버내 온도 상승에 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.

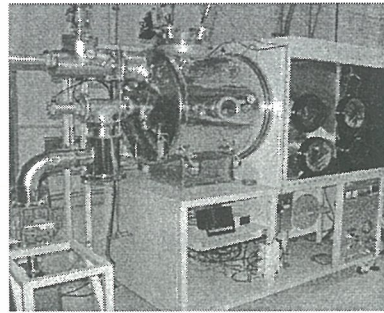


Fig. 1. Photograph of an ingot casting equipment

2.2 감속기 제어 및 틸팅시험

감속기의 출력은 0~10V의 범위를 갖고 있으며 10V에서 4000의 최대출력 값을 갖는다. 따라서 Fig. 2는 초기 30sec에서 가장 높은 틸팅 속도 값을 보여주고 있다. 본 장비는 3.325V에서 가장 낮은 출력에 해당되는 1330의 값을 갖고 있으며 이는 최대 90sec까지 틸팅을 유지할 수가 있다. 한편 틸팅 시험에 사용된 구리 용해는 1300℃까지 승온 시키는데 약 45분 정도가 소요되었으며, 챔버내 분위기를 10⁻²torr의 진공을 유지한 후 10torr의 Ar분위기에서 주조시험이 수행되었다.

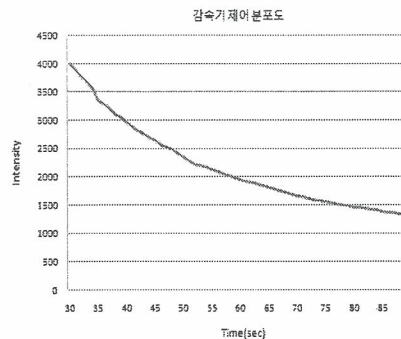


Fig. 2. Time profile with decelerator control

Fig. 3은 틸팅시험을 통해 제조된 3.5kg의 구리 주물로서 비교적 주형 형상대로 잉곳이 잘 만들어졌음을 알 수 있다.

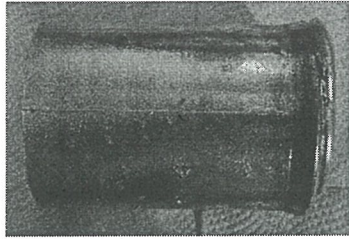


Fig. 3. Cu Ingot cast with ingot casting equipment

3. 결론

이와 같이 본 연구에서는 우라늄 전착물의 용해에 앞서 감속기의 제어 및 Cu용해 틸팅 시험을 수행함으로써 우라늄 전착물의 용해 가능성과 건전한 잉곳 품질의 제조 조건들을 확인할 수 있었다.

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”, 한국방사성폐기물학회지, 5(4), pp. 283-295 (2007).
- [2] 유재형, 홍권표, 이한수, “사용후핵연료 파이로처리공정 실증시설의 개념설계 연구”, 한국방사성폐기물학회지, 6(3), pp. 233-244 (2008).
- [3] 이윤상, 외 “Lab. scale 우라늄 전착물 잉곳제조 장치 제작 및 시운전 경험”, 2009년 한국방사성폐기물학회 춘계학술발표회.