

공학규모 우라늄 전착물 잉곳주조장치에 사용되는 비수냉코일 개발

이윤상, 조춘호, 박기민, 김정국, 이한수
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
 yslee@kaeri.re.kr

1. 서론

사용후핵연료의 건식처리 공정은 금속상의 사용후핵연료를 전해 정련하여 순수한 우라늄을 회수하는 공정으로서, 전해 정련 시 음극에 생성되는 우라늄은 수지상 형태이다. 따라서 우라늄의 중간 저장 혹은 재활용을 위해서는 회수된 우라늄 전착물을 잉곳형태로 제조할 필요가 있다. 이러한 우라늄 전착물을 잉곳형태로 제조하기 위해 우라늄 전착물 잉곳주조장치를 사용하게 되는데, 이 논문에서는 공학규모의 잉곳주조 장치에서 열원으로 사용하는 비수냉 고주파 가열코일을 개발한 결과를 소개하고자 한다.

2. 본론

2.1 공학규모 잉곳주조 장치 구성

우라늄잉곳 주조장치는 열 증류장치에서 회수된 금속우라늄 전착물을 녹여 잉곳 형태로 제조하는 장치이다. 우라늄의 융점은 1132 °C로서 유도가열 방식으로 도가니에 장입된 전착물의 온도를 1132 °C 온도보다 높은 약 1300 °C로 승온시켜 용탕이 주형으로 주입 중 충분한 열을 가지고 흐를수 있도록 가열한 후 주형에 주입하여 원하는 형태의 잉곳으로 주조하게 된다.[1] 공학규모의 잉곳주조장치는 하루에 50 kgU의 전착물을 잉곳으로 제조할 수 있는 규모의 크기이다.[2]

그림 1은 공학규모 잉곳주조장치의 개략도로서 원료공급장치는 원료공급 용기에 전착물을 장입한 후 진동을 가하여, 위쪽으로 전착물이 일정한 속도로 이동되어 편벨을 통하여 도가니에 전착물이 공급된다. 용융가열부에는 단열재로 쌓여진 도가니 주위에 비수냉 고주파 유도가열 코일을 설치하고, 도가니를 1300°C 정도까지 가열하여 우라늄 전착물을 용해한다. 주형가열장치 역시 비수냉 코일을 사용하며, 턴테이블에는 8개의 주형을 배치하였다.

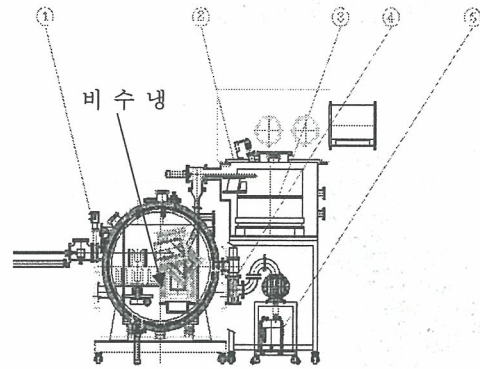


Fig. 1. Schematic diagram of Eng. scale ingot casting equipment

2.2 공학규모 비수냉 코일 실험 및 결과

사용후핵연료의 건식처리 공정은 Hotcell에서 이루어져야 하므로, 일반적으로 사용하는 수냉식 고주파유도가열코일을 사용할 경우, 냉각수 누수에 의한 문제가 발생할 수 있다. 따라서 새로운 개념의 비수냉코일을 개발하게 되었다.[3] 공학규모 전착물 잉곳주조장치에 사용된 비수냉코일은 부피 3.5 리터의 도가니를 가열할 수 있도록 그림 2와 같이 사각 형태의 Cu 관을 사용하고, 관 안에는 Ar 가스를 흘려줄 수 있도록 제작하였다. 비수냉코일의 Feed Through는 냉각수가 흐르도록 하여 진공을 유지하기 위한 O-ring을 보호하도록 설계하였다. 따라서 공학규모 전착물 잉곳주조장치에 사용되는 비수냉코일은 챔버 바깥은 수냉으로, 챔버 내에서만 비수냉이 되도록 구성하였다. 우라늄 50 kg을 처리할 수 있는 용량으로는 부피로 약 2.7리터에 해당한다. Cu의 비중이 8.96이므로 약 24 kg이 된다. 개발한 비수냉코일의 적용가능성을 확인하기 위해 Cu 20kg을 사용하여 용해 실험을 한 결과 그림 3과 같이 용탕온도가 약 1400 °C가 되었을 때, 비수냉코일의 최대 온도는 약 480 °C까지 승온되었다. 따라서 공학규모의 잉곳주조장치에 이러한 비수냉코일의 적용가능성을 확인할 수 있었다.

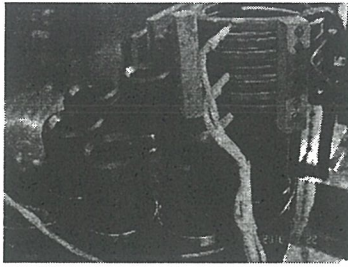


Fig. 2. Non-water cooling coil and 8 molds on the turn table

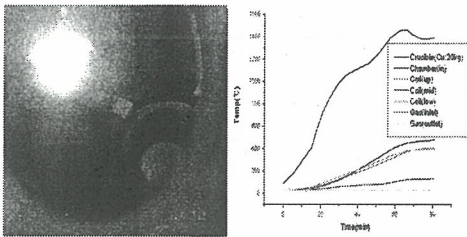


Fig. 3. The photograph of non-water cooling coil experiment and temperature profile

3. 결론

일반적으로 사용되는 수냉 고주파가열코일을 대체할 비수냉가열코일을 개발하였다. 공학규모인 50 kg-HM을 처리할 수 있는 공학규모 전착물 잉곳주조장치에 설치된 Cu로 제작된 사각관형태의 비수냉코일을 사용하여 Cu 20 kg을 용해실험 한 결과, 최대 500 °C까지 승온되었으며, 공학규모 장치에서도 비수냉코일을 안전하게 사용할 수 있음을 입증하였다.

4. 참고문헌

- [1] 이윤상, 외 “Lab. scale 우라늄 전착물 잉곳제조 장치 제작 및 시운전 경험”, 2009년 한국방사성폐기물학회 추계학술발표회.
- [2] 이윤상, 외 “공학규모 우라늄 전착물 잉곳주조장치 개념설계”, 2009년 한국방사성폐기물학회 추계학술발표회.
- [3] 이윤상, 외 “Development of Non-water cooling Induction coil of Ingot Casting Equipment for Uranium Deposits”, 2009년 추계 한국원자력학회 학술대회.