

## 전해정련 과정 중 우라늄 용해에 관한 속도론적 연구

이성재, 박성빈, 황성찬, 성기찬, 정정환, 이한수, 김정국  
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045  
 leesunigai@kaeri.re.kr

### 1. 서론

건식 파이로 프로세스는 사용후 핵연료에 포함되어 있는 순수한 우라늄 및 TRU 등 유용한 원소를 회수하여 재활용하기 위해 오랫동안 연구되어 왔다. 특히 파이로 프로세스의 핵심 공정인 전해정련은 사용후 핵연료 내에 포함된 다량의 우라늄을 회수하는 공정으로, 우라늄의 회수율 및 순도를 높이기 위하여 꾸준히 연구되어 왔다 [1]. 특히 최근 연구에서 전해정련 반응의 속도는 애노드의 우라늄 용해에 의해 결정되고, 그 중에서 우라늄 내의 이동 (internal diffusion)이 우라늄 용해의 속도 결정 단계 (rate-determining step; RDS)라고 하였다 [2]. 그러나 이 결과에 대한 정량적인 분석이나 전기화학적 분석은 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 전해정련 공정 중 율속 단계라고 알려진 애노드에서의 우라늄 용해에 대한 속도론적 연구를 다양한 전기화학 방법을 사용하여 수행하였다.

### 2. 실험방법

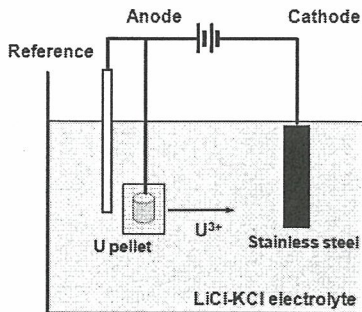


Fig. 1. Experimental apparatus used in this work.

본 실험에서는 Fig. 1에 도시된 바와 같이 3전극 셀을 이용하여 실험하였다. 모든 실험 및 시약의 취급은 공기 및 수분의 접촉을 피하기 위하여 공기 및 수분이 약 10 ppm으로 유지되는 glove

box 내에서 수행하였다. 전해실험 중 전해질은 500 °C가 유지되도록 하였다 [3].

특히 애노드에서의 우라늄 용해에 대한 정확한 값을 측정하기 위하여, 1개의 우라늄 펠렛을 사용하여 실험하였다. 이때 사용된 우라늄 펠렛은 직경 8 mm, 높이 10 mm로 활성면적은 약 5 cm<sup>2</sup>이다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 용해 속도 상수

Fig. 2는 -1.4 V(Ag/AgCl)에서부터 애노딕한 방향으로 측정된 분극곡선을 나타내고 있다. 우라늄 용해에 대한 주요 변수인 개회로 전위 (Open-circuit Potential; OCP), 교환전류밀도  $i_0$  (exchange current density) 및 Tafel 기울기는 외삽법으로 결정하였다.

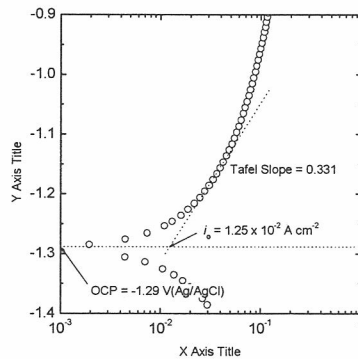


Fig. 2. Polarization curve measured on the U pellet in LiCl-KCl electrolyte at a scan rate of 10 mV s<sup>-1</sup>.

#### 3.2 우라늄 용해 특성

Fig. 3은 정전류 215 mA (15 mA g<sup>-1</sup>) 조건에서 시간에 따른 전위 변화를 측정된 값이다. 그림에서 보이는 바와 같이 시간에 따라 전위가 점차적으로 증가함을 알 수 있다. 이는 시간이 지남에

따라 전극 면적이 감소하여, 용해에 대한 과전압이 증가하기 때문이다.

국공업화학회지, Vol.15, No.5, pp.513-517, 2004.

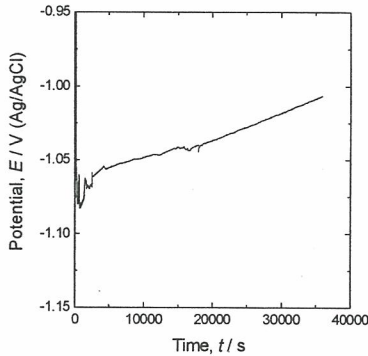


Fig. 3. Plot of electrode potential with respect to time.

### 3.3 용해 속도에 영향을 미치는 인자

우라늄 용해속도에 영향을 미치는 조건을 확인하기 위하여, 용해 온도 및 전해질 중 우라늄 농도를 변화시켜 실험을 수행하였다. 또한 전해질 교반 속도에 따른 용해 특성 변화를 확인하였다.

## 4. 결론

본 연구는 다양한 전기화학적 방법을 이용하여 전해정련 중 애노드에서의 우라늄 용해에 대한 속도론적 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 용해에 관한 기초적인 속도론적 결과를 제시하였고, 용해에 미치는 여러 가지 인자들에 대한 정량적인 분석을 수행하였다.

## 5. 감사의 글

본 연구는 과학고과학기술부에서 주관하는 원자력중장기계획사업의 일환으로 수행하였습니다.

## 6. 참고문헌

- [1] 강영호, 양역석, 황성찬, 이흥기, Applied Chemistry, Vol.2, No.1, pp.508-511, 1998.
- [2] S. X. Li, Proceeding of ICOM-8, ASME, Baltimore, MD, 2000.
- [3] 강영호, 황성찬, 안병길, 김응호, 유재형, 한