

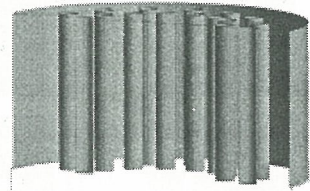
전해정련장치 전기장 2D/3D 해석 비교 연구

김승현, 류홍열, 이종현, 박성빈*, 김정국*, 이한수*
 충남대학교 녹색에너지기술전문대학원, 대전광역시 유성구 대학로79
 *한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045번지
 ksh@pyroprocessing.net

1. 서론

최근 사용후핵연료(spent fuel)에 포함되어 있는 우라늄을 회수하기 위한 방법으로 전해정련법을 통해 다량의 우라늄을 회수하기 위한 방법으로 많은 연구가 진행되어지고 있다. 전해정련기(electrorefiner)는 일반적으로 회전하는 양극 바스켓과 다중채널(multi-channel)의 음극으로 구성된다. 금속 우라늄을 분리하여 많은 양을 회수하기 위해서는 무엇보다 전해정련기의 효율성을 높이는 것이 필요한데 이를 위해 음극의 면적을 증가시키고 양극과의 간격을 좁힘으로 발생하는 물리적 저항을 줄이며 음극의 배열을 달리하여 최적의 전기장을 발생시켜 효율성을 높이는 방법이 있다. 이러한 효율성 향상을 위해 과거 Mark-IV와 Mark-V, 평면형의 전극 전해정련 반응기(Planar electrode electrorefiner, PEER)가 개발되었지만 상용화를 위해서는 많은 부분 개선이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 상업적 유동해석 코드인 ANSYS CFX를(그림 1.) 이용하여 양극과 음극의 크기와 배열에 따른 전기장 비교 분석을 통해 음극의 우라늄 전착에 관한 최적화(optimization)에 대하여 알아보고자 하였다.

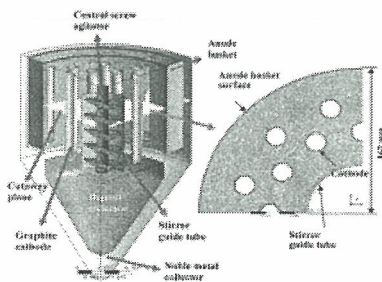


(c)

Fig. 1. (a)전해정련반응기 모델 (b)전기장 해석을 위한 2차원 모델 (c)전기장 해석을 위한 3차원 모델

2. 본론

전해정련반응기에서의 전기장 분포를 알알보기 위해 2차원, 3차원 모델로 나누어 비교분석하였다. 표1.에서와 같이 여러 변수를 고려하여 4가지 샘플에 대한 해석이 이루어졌다.



(a)

(b)

	anode	cathode	
		1열	2열
case1	26cm	15.5cm	20.5cm
case2	28cm	15.5cm	20.5cm
case3	30cm	15.5cm	20.5cm
case4	24.5cm	12cm	17cm

Table 1. 실험에 사용된 양극과 음극의 제원

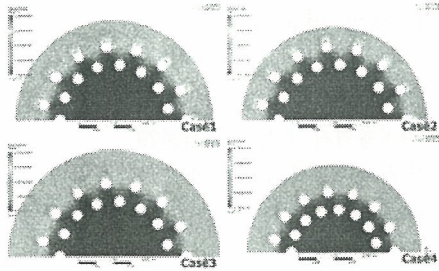
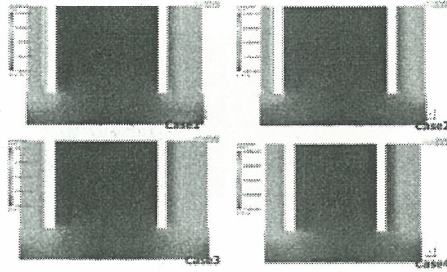


Fig. 2. (a) 2차원 해석모델



(b) 3차원 해석 모델

양극(-0.5V)과 음극에 (-1.5V) 전압을 가해 주었을 때 그림 2. 와 같은 전기장 분포를 나타내었다.

2열 음극의 경우 벽을 따라 높은 밀도의 전기장이 나타났고 끝부분에도 높은 수치의 전기장 분포를 보였다. 1열 음극은 2열에 비하여 벽 방향 보다는 끝 부분에 높은 전류밀도가 관찰되었다.

3. 결론

기존의 2차원 해석과 달리 3차원 해석을 병행하여 전해정련기의 음극에 대한 전기장 분포를 확보하였다. 음극의 경우 대부분의 전기장이 한쪽 면에서만 발생하여 뒤쪽에서의 우라늄 포집량은 극히 적을 것으로 예상되었다. 현재의 전해정련 공정은 상업화로는 어려운 배치 모드에서 공정만이 가능하기 때문에 사용후핵연료의 처리량을 늘리기 위하여 보다 심층적인 연구를 통해 금속우라늄의 전해정련 효율을 높이고 극의 배치를 최적화 한다면 반응기의 크기 또한 줄일 수 있을 것이라 기대한다.

4. 참고문헌

[1] Assessment of a high throughput electrorefining concept for a spent metallic nuclear fuel(I.Computational fluid dynamic analysis), Nuclear Technology, 162 (2008)

107-116.

[2] Electrorefining Characteristics of Uranium by Using a Graphite Cathode, J. of Korean Radioactive Waste Society, 5(1)(2007) 1-7