

CM 247LC 재질에 대한 전해가공(ECM : Electrochemical Machining) 변수 설정 연구

A Study of parameters for ECM(Electrochemical Machining) on CM 247LC Material

*양성호¹, #이택운¹, 김철승¹, 김상훈¹

*S. H. Yang¹, #T.W. Lee(twlee@kps.co.kr)¹, C. S. Kim¹, H. S. Kim¹

¹한전 KPS GT 정비기술센터

Key words : Current Efficiency, CM247LC, ECM, Turbulator hole

1. 서론

전해가공은 전도성 양극의 전해에 의해 재료가 가공되는 고 에너지 밀도가공이며, 전극과 피가공물사이에 전해액을 넣어 전류를 흘려 전식하는 가공방법이다. 가공물의 경도, 절삭성등에 관계없이 가공이 가능하며 복잡한 형상을 가공할 때도 효과적이다.

그러나, 전해가공은 가공재료의 종류와 가공형상에 따라 전해액의 종류, 농도, 유량, 압력, pH 와 온도등 많은 가공변수를 다시 설정하여야 한다. 이러한 변수설정 실험을 실제부품과 전해가공 장비를 이용한 직접적인 실험이 불가능하므로 FCC(Flow Channel Cell)를 이용하여 기본적인 변수설정작업을 완료하고 실제가공부품에 대하여 가공을 실시하게 된다.

본 연구는 FCC 를 통해 산업용 가스터빈 블레이드 재료로 사용되는 CM 247LC 에 대한 전해가공의 전해액 선정에 대한 연구이다. Fig. 1 과 2 는 FCC 부속장비와 사진이다.



Fig. 1 FCC with Peripheral Equipment

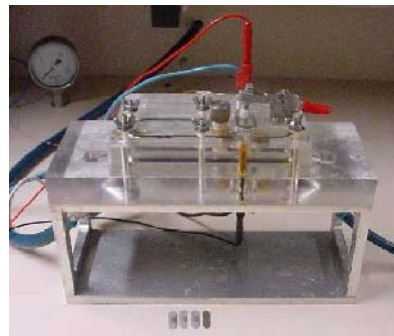


Fig. 2 FCC(Flow Channel Cell)

2. 실험방법

CM247LC FCC 시편의 치수는 Fig. 3 과 같다. FCC 시편을 Fig. 2 의 FCC 장비에 안착을 위치시키고 (+)극과 연결시킨다. (-)극은 티탄늄을 이용하여 제작 하였으며 전극의 치수는 6(W) * 6(L) * 20(H)mm 이다. 실험에 사용한 전해액은 2M NaNO₃, 2M HNO₃, 1M H₂SO₄ 를 사용하였다. 기타 전해액의 조건은 25°C, 1.86 liter/min, 15.5m/s 이며, (-)극과 시편의 간격은 200 μm이다.

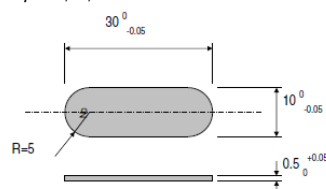


Fig. 3 FCC Specimen Dimension

전류효율(Current Efficiency)은 재료가 분해되는 이론적인 비전하량과 실제 분해되는 양을 서로 비교하여 효율값으로 나타낸 것이다. 아래 formula 1 은 CM 247LC 1 그램 분해에 필요한 비전하량값을 계산하는 식이다.

$$Q_{spec}(C \cdot g^{-1}) = F \cdot \sum(x \cdot n/M_w) \quad \text{formula 1}$$

F : Faraday Constant(96485C/mol)
 x : fraction of element
 n : Valence of dissolution of element
 M_w : Molecular weight(g/mol)

Table 1 Fraction and Valence of dissolution for CM 247LC

Element	Al	Cr	Co	Ni
Fraction(Wt%)	5.46	8.1	9.23	63.11
Valence	+3	+6	+2	+2

Element	W	Mo	Ti	Ta
Fraction(Wt%)	9.42	0.48	0.68	3.39
Valence	+6	+6	+4	+5

$$\eta = \frac{Q_{spec}}{Q} \cdot 100\% \quad \text{Formula 2}$$

Formula 1 과 Table 1 을 이용하여 계산한 Q_{spec} 값은 4335.65C/g 이다. 전류효율은 Formula 1, 2 를 이용하여 계산을 한다. 그리고 Δw 는 전자저울을 이용하여 용해된 재료의 양을 측정한다. Continuous 와 Pulsed 전류를 각각 사용하여 실험을 실시하였다.

실험은 각각의 전해액과 전류종류의 차이에 따른 전류효율을 측정하였다.

3. 실험결과

Fig. 4 는 전해액 종류와 전류에 따른 전류밀도와 전류효율의 관계를 나타내었다. 2M HNO₃ 는 Pulsed 나 Continuous 전류 모두 전류밀도가 100A/Cm² 이상에서 전류 효율이 약 110%로 수렴하는 것을 알 수 있다. 그러나 1M H₂SO₄ 는 전류밀도가 HNO₃ 에 비해서 50%이하로 떨어지는 것을 알 수 있다.

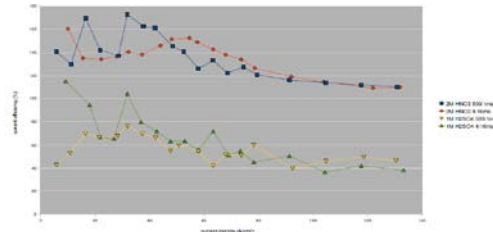


Fig. 4 Current efficiency as a function of the current density in 2M HNO₃ and 1M H₂SO₄

4. 결론

이 실험에서는 CM 247LC 의 블레이드에 냉각공 가공을 위한 것으로, 전해액, 전류밀도, 가공속도등을 결정 할 수 있다.

- 2M 의 질산이 전류효율이 1M 황산보다 2 배 정도 우수함
- NaNO₃ 는 전류효율은 HNO₃ 와 비슷하나 가공후 Hydroxide 가 생성되어 전해액의 공급이 중단됨

후기

본 연구 전력원천기술개발과제의 지원사업으로 진행되었습니다.

참고문헌

1. W. Hoogsteen, S. Kuindersma, B.P.Minks and A.D. Davydov, "High-rate electrochemical dissolution of Ni-Cu alloy in nitrate electrolyte", Journal of Applied Electrochemistry, 32, 1029-1037, 2002.
2. Dayanand S. Bilgi, V.K.Jain, R. Shekhar, Shaifali Mehrotra, "Electrochemical deep hole drilling in super alloy for turbine application", Journal of Materials Processing Technology, 149, 445-452, 2004.
3. J.A. Westley, J. Atkinson, A. Duffield, " Generic aspects of tool design for chemical machining", Journal of materials processing technology, 149, 384-392, 2004.
4. 김보현, 박병진, 주종남, "미세 전해 구멍가공에서의 가공 조건에 따른 가공 전극 변화 특성, 한국정밀공학회지 제 22 권 제 12 호, 163-169, 2005.