

# 대면적 전자빔 공정시 가공 변수에 따른 온도 분포 연구 Study on the temperature distribution with varying polishing condition for the large electron beam process

김지수<sup>1</sup>, 기형선<sup>1</sup>, 박형욱<sup>1</sup>

J. Kim<sup>1</sup>, H. Ki, H. W. Park(hwpark@unist.ac.kr)<sup>1</sup>

<sup>1</sup>울산과학기술대학교 기계신소재공학부

Key words : Electron beam polishing(EBP), Profile effect, Surface roughness

## 1. 서론

국내의 정밀기계부품 산업의 제품 품질은 생산 공정에서 크게 좌우되면, 특히 제품의 최종 마무리 공정인 폴리싱 공정에 의해서 결정된다. 그러나 현재 폴리싱 공정의 경우 대부분 기계 화학적인 연마 공정에 의존하고 있으며, 작업하는 기술 인력의 경험에만 의존하고 있다. 따라서 새로운 방식의 환경 친화적인 폴리싱 방법론에 대한 필요성이 갈수록 증대되고 있다<sup>(1)</sup>.

따라서 최근에 일본에서 초기 연구 및 개발이 진행되고 있는 전자빔 기반 폴리싱 공정에 관심이 증대되고 있다. 전자빔 기반 폴리싱은 공정의 원리는 대면적의 전자빔을 대상 가공물의 일부에 조사하여 전자빔 조사부의 가열 및 냉각을 통한 폴리싱 공정을 수행한다.

Fig.1은 전자빔 폴리싱에 사용되는 장비에 대한 나타내고 있다. 따라서 같은 표면 조도를 가지는 대상물 가공에 있어서 EDM을 이용한 폴리싱 방법론 보다 100배 이상의 공정속도를 가지며, 전자빔을 이용함으로 EDM과 같은 용액폐기물이 발생하지 않습니다. 또한, 고청정이 필요한 반도체, 의료기기, 정밀기계부품의 폴리싱 공정에 활용가능하다. 그러나 전자빔 기반 폴리싱 공정에 대한 연구는 아직 미미한 편이다. 본 연구에서는 테이블 이동 속도에 대한 온도 분포에 대한 연구를 진행했다.

## 2. 전자빔 공정의 수치 해석 연구

본 연구에서는 전자빔 피니싱 공정의 기초적인 열해석 모델에 대한 해석을 수행했다. 전자빔 피니싱 공정의 열전달 특성을 최대한 이용하여 정확하면서도 빠르게 해석 하는 방법론에 대한 연구를 수행했다. 구체적으로 본 연구에서는 전자빔이 펄스 형태로 작동할 때 표면 및 재료 내부의 온도가 어떻게 변하는지를 해석하였다. 따라서 본 연구에 선 개발된 모델로 시간에 따른 용융 깊이 변화의 예측이 가능하다. 본 연구에서는 중요한 상 변화의 원인인 용융잠열은 현재 고려하지 않았으나 대략적인 온도 및 용융 깊이의 시간에 따른 변화를 예측하는 데에는 충분히 유용한 것으로 사료된다. 본 연구에서 개발된 해석모델을 SUS 304 및 알루미늄 소재에 적용하여 기초적인 전자빔 피니싱 해석을 시도하였으며, 멀티피직스 모델을 통하여 소재

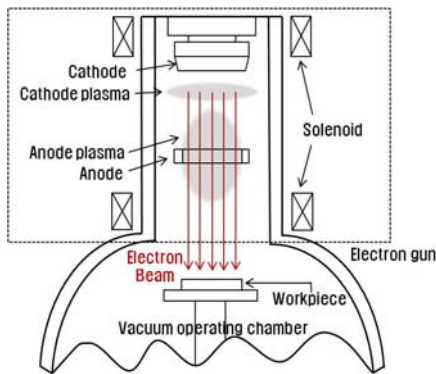


Fig. 1 Illustration of the electron beam polishing

의 물성에 따른 피니싱 공정의 특성 변화 예측이 가능함을 확인하였다. Fig.3는 온도 분포에 대한 해석 결과를 보여주고 있다.

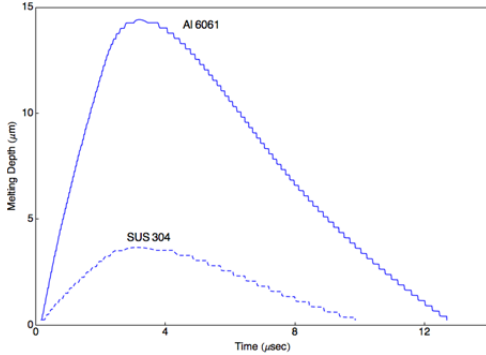


Fig. 2 Change of melting depth according to the time for Al6061 and SUS304<sup>(2)</sup>

### 3. 전자빔 폴리싱 실험

Fig.3는 전자빔 폴리싱 실험에 사용된 소재의 형상을 나타내고 있다. 전자빔 폴리싱 효과를 상대적으로 비교하기 위해서 소재의 절반만 폴리싱을 시행했으면 소재의 재질에 따라서 부가적으로 전자빔의 폴리싱의 횟수를 증가시켰다. 또한, 소재의 대한 가공은 milling 공정으로 준비하였다.

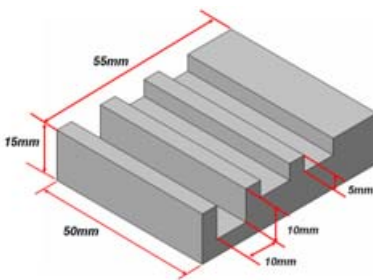


Fig. 3 Patterned Al6061 and SUS304 metal plates<sup>(2)</sup>

### 4. 결론

본 연구에서는 전자빔 피니싱의 공정 특성을 고려한 기초적인 열 해석 모델을 제안하고, 모델을 SUS304, 및 알루미늄 소재에 적용하여 펄스형 에너지 빔에 대한 열 해석을 수행하였다. 또한, 전자빔

공정에 대한 효과를 실험적으로 살펴보았다. 전자빔 폴리싱 소재에 형상을 다양하게 만들어서 각각 경우에 전자빔 폴리싱 효과에 대해서 살펴보았다.

### 후기

본 연구는 지식경제부 산업원천사업인 정밀기계 부품 가공용 고밀도 전자빔의 고속청정 Finishing 공정 기술개발 사업에 일환으로 수행되었다.

### 참고문헌

1. A. Okada, Y. Uno, J.A. McGeough, K. Fujiwara, K. Doi, K. Uemura, S. Sano, "Surface finishing of stainless steels for orthopedic surgical tools by large-area electron beam irradiation," Annals of the CIRP, 57,223-236,2008.
2. D. Kim, J. Kim, S. S. Park, H. W. Park, K. Park, "Surface Modification of the Patterned Al6061/SUS304 Metal Plates using the Large Electron Beam," Applied surface science, 2012