

전자빔 피니싱 공정에서의 에너지 흡수율에 관한 연구

Energy Absorptivity in the Electron Beam Finishing Process

**기형선¹

*#Hyungson Ki (hski@unist.ac.kr)¹

¹UNIST 기계신소재공학부

Key words : Energy absorption, electron beam, finishing process

1. 서론

고밀도 전자빔을 사용한 다양한 공정이 연구되어 지고 있는데, 최근에는 일본 연구진에 의해 피니싱 공정에 전자빔을 적용한 사례가 보고되었다⁽¹⁾. 전자빔을 사용한 피니싱 공정은 고출력 전자빔을 사용하여 넓은 면적을 빠른 시간에 처리할 수 있는 장점을 가지고 있다. 전자빔 공정은 레이저 공정과 비교하여 진공 중에서 수행이 되어야 하고 x-ray를 발생시킨다는 단점을 가지고 있지만, 진공에서 수행됨으로 인해서 오염 및 산화의 가능성이 없고 전자빔의 특성상 소재의 표면상태 및 재료의 종류에 매우 둔감하다는 특성을 지니고 있어서 앞으로 다양한 분야에 응용이 가능할 것으로 예측된다.

이러한 전자빔 공정을 정확하게 이해하고 사용하려면 전자빔의 소재 내부로의 에너지 전달과정 및 이에 따른 에너지 흡수율에 관한 정확한 이해가 필요하다. 전자빔은 레이저와는 다르게 소재 표면에서 전자의 산란(scattering)에 의해서 전자의 에너지가 소재 내부로 전달된다. 강하게 가속되어 소재 내로 입사된 전자는 elastic scattering에 의해서 이동방향이 바뀌고 inelastic scattering에 의해서 운동에너지를 잃으며 진행하게 되는데, 그 과정이 매우 복잡하여 이해를 위해서 Monte Carlo simulation 등을 통한 연구가 많이 행해져 왔다.

본 연구에서는 소재의 원자번호 및 입사되는 전자의 에너지에 따른 전자의 에너지 흡수율에 대해서 논의하고자 한다.

2. 전자빔의 에너지 흡수율 계산

소재 내부에서 산란 과정을 겪은 전자들의 일부는 다시 소재 밖으로 나오기도 하는데 이러한 전자를 back scattered electron이라고 한다. 기존의 많은 연구에서 실험을 통하여 back scattered 된 전자들의

에너지 분포를 구하였는데, 이 에너지 분포를 이용하면 전자빔의 에너지 흡수율을 구하는 것이 가능할 수 있다. 넓은 범위의 소재 및 에너지 분포에 대한 에너지 흡수율에 관한 연구를 위해서는 이러한 back-scattering 되는 전자의 에너지 분포에 관한 방대한 실험데이터를 수식으로 표현하는 것이 필요한데 본 연구에서는 Staub의 연구결과를⁽²⁾ 이용하여 연구를 수행하였다.

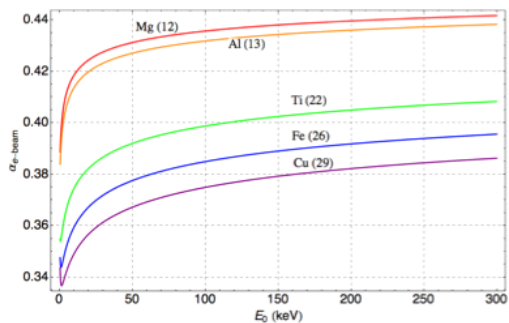


Fig. 1 전자의 에너지 및 원자번호에 따라서 소재의 에너지 흡수율을 계산한 결과

그림 1은 계산 결과를 나타낸다. 그림에서 보여지듯이 원자번호가 12에서 29까지 변하고 전자의 입사 에너지가 0.5 keV에서 300 keV 까지 변할 때 전자빔의 에너지 흡수율은 약 34%에서 44% 사이에서 변함을 알 수 있다. 같은 소재일 경우 전자의 에너지가 증가함에 따라서 에너지 흡수율이 증가함을 알 수 있고, 원자번호가 증가함에 따라서 에너지 흡수율이 감소함을 알 수 있다. 하지만 전자의 에너지와 원자번호가 매우 넓은 범위에서 변함에도 불구하고 에너지 흡수율의 변화는 매우 적은 것을 알 수 있는데, 이는 표면 상태 및 소재의 종류에 따라서 매우 둔감한 것으로 알려져 있는 전자빔의 에너지 흡수율을 잘 설명한다. 더욱이

전자빔 피니싱 공정이 약 30 keV 안쪽에서 수행되는 것을 감안할 때 에너지 흡수율의 변화는 원자번호가 12에서 29까지 변할 때 약 36%에서 42%까지로 6% 차이에 불과함을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 전자빔의 에너지 흡수율에 관해서 간략히 논의하였다. 잘 알려진 것처럼 전자빔의 에너지 흡수율은 소재의 종류와 전자의 에너지의 변화에 매우 둔감한 것을 확인할 수 있었다.

후기

본 연구는 지식경제부 산업원천사업인 정밀기계부품 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. P. Staub, "Bulk target backscattering coefficient and energy distribution of 0.5 - 100 keV electrons: an empirical and synthetic study," *Journal of Physics D: Applied Physics*, 27, 1533-1537, 1994.
3. 바탕체 9pt.