

## 전해연마를 이용한 버 제거에 관한 연구

강대철\* · 전병희\*\* · 오수익\*\*\*

### A Study of Deburring using Electro-Chemical Method

D. C. Kang, B. H. Jeon and S. I. Oh

#### Abstract

In the shearing process the burr or rollover must be minimized in order to improve the quality of product. The burr size can be minimized by control of several process parameters. But removal of all burrs are impossible. Most mechanical type deburring methods (vibrating bowls, rotating barrels, shot blasting, for example.) will remove large burrs, other methods use chemical (electro-chemical deburring) or heat (thermal energy deburring). The electro-chemical deburring process removes burrs by the deplating method. Electro-chemical deburring equipment is requires a small capital investment than other methods(mechanical or thermal methods). Electro-chemical deburring method need to many parameters for control such as a time, voltage and concentration of electrolyte. In this paper shows relations of these parameters by experiment.

**Key Words** : Burr, Deburring, Electro-Chemical Deburring, Etching.

#### 1. 서 론

최근 전자부품의 소형화와 정밀화로 인해 미세 박판 성형에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 미세 부품에서는 부품의 크기가 작아질수록 상대적으로 소재의 결함이 큰 문제로 작용한다. 이러한 현상을 크기효과(size effect)라고 하며, 반도체 리드 프레임과 같이 작은 제품의 가공 시에 더욱 크게 나타난다. 특히 두께 0.5mm 이하의 미세 박판에서는 전단과정에서 발생하는 작은 크기의 버(burr)에도 제품이 작동도중에 치명적인 결함으로 작용하게 된다. 버를 제거하기 위한 방법으로는 미세입자가 사용된 사포를 이용한 제거방법, 자기력을 이용하

여 미세한 자성체를 이용하여 제거하는 방법 등이 있으나 이들의 제거방법은 가공 도중 미세한 먼지가 고착되므로 고주파를 이용하여 이들을 제거하는 후처리 공정이 요구된다. 본 연구에서는 미세 두께의 전단과정에서 발생하는 버를 제거하기 위하여 별도의 후공정이 요구되지 않는 전해연마를 이용한 버제거 방법을(electro-chemical deburring) 적용하였다.

#### 2. 버(burr)의 발생

기계적인 가공을 이용한 전단과정 시 버의 발생은 필연적이다. 이에 따라 전단과정에서 공정변수를 제어하여

\* 강원대학교 대학원

\*\* 인덕대학 컴퓨터응용 기계계열

\*\*\* 서울대학교 기계항공공학부

버의 발생을 최소화하려는 연구가 많이 진행되어왔다. 전단에 관한 연구를 살펴보면 前田禎三<sup>(1)</sup>은 전단 가공에서 나타나는 현상을 규명하기 위해 펀치의 시어각과 블랭킹시 틈새의 영향, 펀치 속도에 따른 제품의 정밀도등 광범위한 기초 조사를 하였다. 또한 Maeda<sup>(2)</sup> 등은 블랭크의 지지력, 누름판의 돌기부 형상등에 대한 영향을 평가하였다. 안기순<sup>(3)</sup> 등은 정밀전단 기구에 관한 폭넓은 실험을 하였다. 그리고 유한요소법을 이용한 연구로는 유요한<sup>(4)</sup> 등은 단일 전단밴드의 발생 및 성장에 대한 특성 규명을 외연적 유한요소법을 적용하여 해석하였고, 정성훈, 오수익<sup>(5)</sup> 등은 강소성 유한요소법을 적용하여 전단과정의 수치 해석 가능성을 평가하였다. 이와 같이 다양한 노력에도 불구하고 기계적인 방법으로는 버의 제거가 불가능하다. 이에 따라 기계적인 방법이 아닌 전해연마를 이용한 연구가 진행되기도 하였다. Miller<sup>(6)</sup> 등은 초정밀 부품의 버 제거에 전해연마가 유효한 방법임을 기술하였고, Hignett<sup>(7)</sup> 은 전해연마와 열에너지를 이용한 연마를 비교하였다. 또한 Zander<sup>(8)</sup> 는 인젝션몰딩 후 전해연마를 이용하여 버를 제거하였다.

Fig. 1 에 전단 후 나타나는 전단면을 나타내었으며, 그림에서 1 부위는 처짐(rollover)영역으로 공구가 재료를 관통할 때 재료가 당겨져서 늘어진 부분이다. 2 부위는 전단면(burnish) 영역으로 소성유동에 의해 생성된 영역이다. 3 부위는 파단면(fracture) 으로 전단변형후 균열에 의해서 파단이 일어난 부분이다. 4 부위는 뒤말림(burr) 영역으로 파단면에 연이어 나타나는 부분으로 없는 것이 제품의 품질 유지에 유리하다.

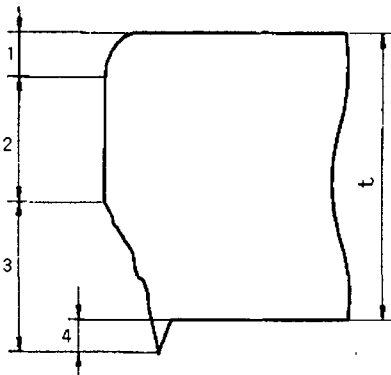


Fig. 1 Shear shape

Fig. 2 는 실제 전단공정 후 발생한 전단면과 버를 나타낸다.

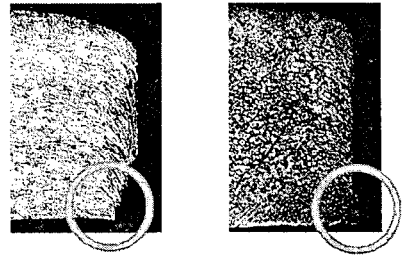


Fig. 2 Shape of after shearing

### 3. 전해연마

전해연마는 전기화학적 방법을 이용하여 가공을 하는 방법이다. 비교적 장비가 간단하고 비용이 적게드는 장점이 있으나 용액의 농도, 전압, 가공시간, 전극과의 거리, 전류, 계면효과 등의 변수에 민감하게 반응을 한다. 이러한 변수들로 인해서 전해연마는 제어가 어려운 가공중의 하나이다. Fig. 3 에 개념도를 나타내었다.

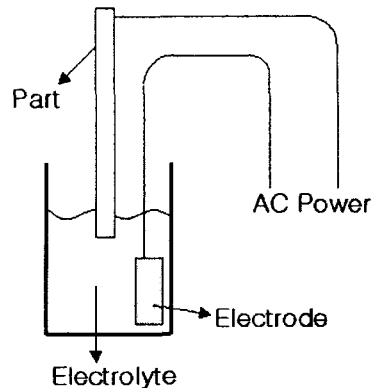


Fig. 3 Concept diagram

#### 3.1 실험장비

Fig. 4 에 실험장비 구성도를 나타내었다. 전원은 활발한 반응을 위해 교류를 사용하였고, 내부수조와 외부수조를 두어 내부수조의 전해액이 오버플로우를 하여 순환하도록 구성하였다. 수조는 화학적인 반응이 일어나지 않도록 폴리프로필렌(polypropylene)을 사용하여 제작하였다. 또한 전해액의 농도를 균일하게 유지하도록 마그네틱 펌프를 이용하여 전해액을 순환시킨다. 전기장비의 용량은 250V / 50A 이고, 교류와 직류를 동시에 출력할 수 있도록 제작하여 전류에 의한 영향도 평가할 수 있도록 하였다. Fig. 5 에 제작된 전해연마 장비를 나타냈다.

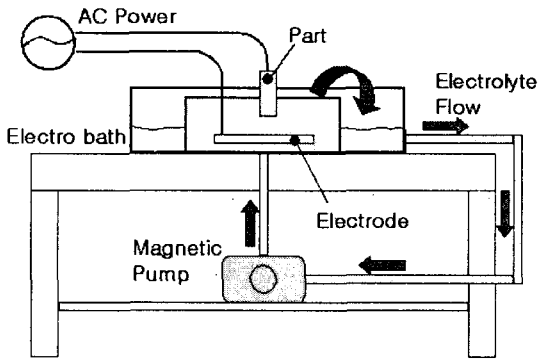


Fig. 4 Schematic diagram of electro-chemical deburring system

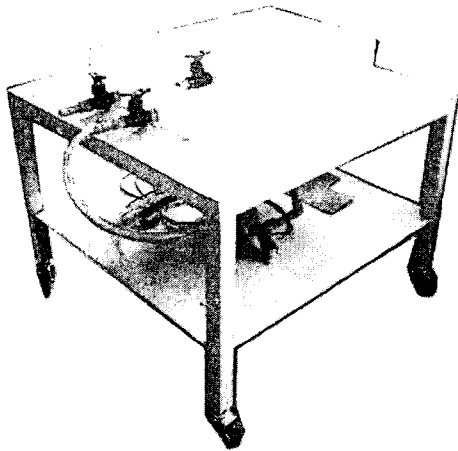


Fig. 5 Electro-chemical deburring system

측정에 사용된 장비는  $1\mu\text{m}$ 의 해상도를 가진 화상 측정장비이다. 여기서 획득된 단면 영상은 컴퓨터를 이용하여 화면에 나타낼 수 있다.

### 3.2 환경변수

전해연마 가공은 다양한 변수가 존재하는데, 본 연구에서는 그 중에 가장 큰 영향을 미치는 가공시간, 전해액 농도, 전압을 변수로 설정하였다. 실험은 각 변수별로 Table 1에 나타낸 것과 같이 3가지씩 모두 29회의 실험을 하게 된다. 전해액은 가성소다(NaOH)에 순수(純水)를 사용해서 1, 3, 5%의 3가지 농도로 희석시켰다. 사용된 소재는 동판이며 크기는  $9 \times 30 \times 0.5\text{mm}$ 이다. 시편은 다이 간극  $10\mu\text{m}$ 의 정밀 프레스에서 가공된 소재이다.

전극은 티타늄을 사용하여 제작하였으며 전극과 시편과의 거리는  $2.0\text{mm}$ 로 고정하였다.

Table 1 Parameters of electro-chemical deburring

No.	Concentration of electrolyte(%)	Voltage(V)	Time(Sec.)
1	1	50	20
2	3	75	40
3	5	100	60

버의 크기를 측정하기 위해 전해연마 가공 전에 시편의 두께를 측정하였다. 측정은 3회 실시하여 산술평균을 구했다. 측정결과 시편의 두께는 평균  $0.466\text{mm}$ 이었다. 이 길이에서 버를 포함한 길이의 차를 구하여 버의 길이를 산출 하였다. 그러나 가공 후 버의 두께를 측정하는데 어려움이 있어 가공 전 두께에 대한 가공 후의 두께비율 ( $t/t_0$ ) 이용하여 가공의 정도를 나타내었다. 가공 후의 두께 역시 3회 측정하여 산술 평균을 취하였다.

측정 결과를 살펴보면 1% 전해액을 사용하였을 때 가공 전 소재의 두께와 비슷한 것을 알 수 있다. 그리고 3, 5%의 전해액을 사용하였을 때는 언더컷이 발생하여 가공 전 소재의 두께보다 얇아진 것을 알 수 있다. 또한 전해 연마량과 가공 시간이 비례하고 있음을 알 수 있다. Fig. 6에 측정 결과를 나타내었다.

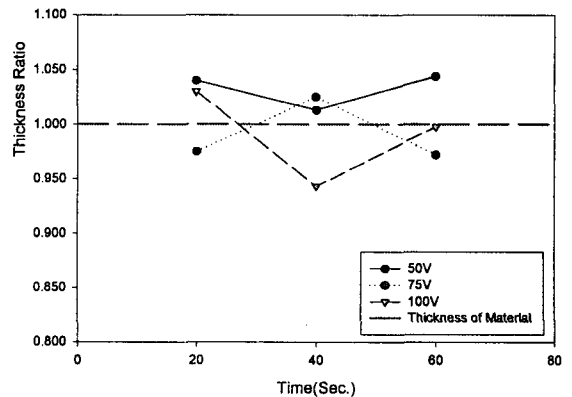


Fig. 6(a) Thickness ratio vs. time graph (Concentration :1%)

#### 4. 결론

전해연마를 이용한 버 제거 실험 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

(1) 저농도의 전해액을 사용했을 때 버가 제품의 두께에 가깝게 연마 된 것을 알 수 있었다.

(2) 고농도(3~5%)의 전해액을 사용했을 때는 가공량이 증가하여 언더컷이 발생된 것을 알 수 있었다.

(3) 고농도의 용액을 사용할 때는 전압을 낮게하고, 가공시간을 짧게 한다.

(4) 전압이 높을수록, 전해시간이 길수록 연마량이 증가함을 알 수 있었다.

#### 후 기

본 연구는 산업자원부가 지원하고 있는 차세대 신기술 개발 사업 중, 한국생산기술연구원이 주관하고 있는 Milli-Structure 생산 기술 개발 사업의 세부과제로서 수행중이며, 이에 관계자 여러분들께 감사의 말씀을 올립니다.

#### 참 고 문 헌

- (1) 前田禎三, 1950, "薄板の剪斷加工の研究(1)" 精密機械, Vol.16, No.3, pp.70~77.
- (2) Maeda T. and Nakagawa T., 1968, "Experimental Investigation on Fine Blanking", Sci. Papers I.P.C.R., Vol.62, No.2, pp.65~80.
- (3) 안기순, 1998, "테일러 접합 블랭크를 위한 정밀 전단기구에 관한 연구", 단국대 박사학위논문.
- (4) 유요한, 정동택, 1992, "단열 전단 밴드의 유한요소 해석", 대한 기계학회 논문집 제16권 제8호, pp.1519~1529.
- (5) Jeong S.H., Kang J.J. and Oh S.I., 1996, "A Study on Shearing Mechanism by FEM Simulation", Advanced Technology of Plasticity, Vol.2.
- (6) Miller, Jerome E. 1983, "Electro-Chemical Deburring of High Technology Machine Parts", Technical Paper - Society of Manufacturing Engineers, MR83-197.
- (7) Hignett, J. Bernard, 1982, "Advances in Deburring", Production Engineering(Cleveland), Vol.29, pp.44~46.
- (8) Zander, 1995, "Niet-Conventionele bewerkingen II", MB Produktietechnik, Vol.61, pp.339~357.

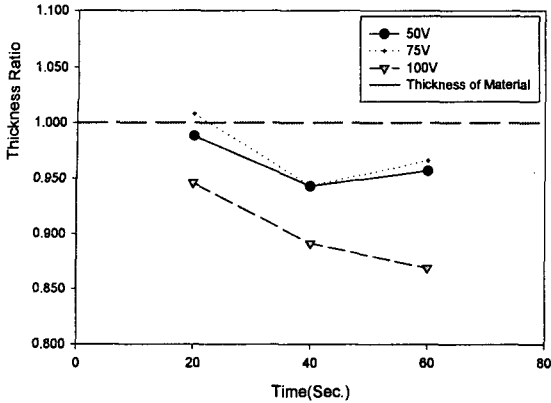


Fig. 6(b) Thickness ratio vs. time graph  
(Concentration : 3%)

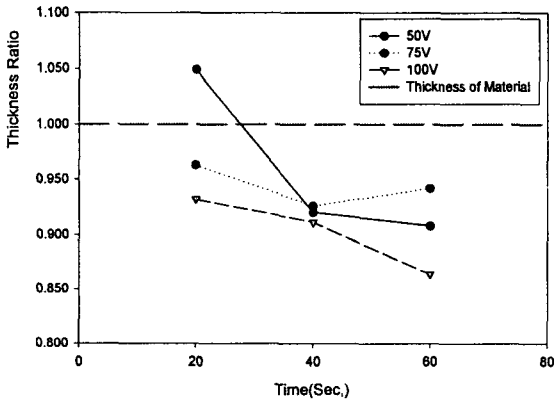


Fig. 6(c) Thickness ratio vs. time graph  
(Concentration : 5%)

Fig. 7 에 전해액의 농도가 5% 일 때 가공 전과 가공 후의 전단면을 나타내었다.



Fig. 7(a) Cross section of before electro-chemical deburring (Concentration : 5%)



Fig. 7(b) Cross section of after electro-chemical deburring (Concentration : 5%)