

## Powder Blasting을 이용한 전자부품의 미세버 제거 Micro-Deburring of Electro-Parts by Powder Blasting

김광현, 최영현, 최종순, 박동삼(인천대학교 기계공학과)  
유우식(인천대학교 산업공학과)

### Abstract

Several types of burrs form on the edges of all machined and stamped parts. These burrs must be removed to prevent interference fits or short circuits, to improve fatigue life or to prevent injury. Despite the full or partial automation of FMC or FMS, deburring operations to obtain workpiece with fine surface quality are difficult to be automated since the occurrence and condition of burr are not constant. This study focused on developing micro-deburring technique for small electro-parts produced by press process. The successful performance was demonstrated by deburring experiment using the powder blasting.

**Key Words** : Powder blasting, Micro-deburring,

### 1. 서론

21C 정보화 시대를 맞이하여 정보통신분야와 사무자동화 분야는 제품의 소형화, 경량화, 정밀화 및 자동화 추세에 발맞추어 급속한 발전이 이루어지고 있다. 그러나 이와 같은 제품에 사용되는 미소 정밀 부품을 생산하는데 가장 큰 장애 요소 중의 하나가 최종 부품 가공 후의 버(burr)이다. 버는 특히, 소형 정밀부품의 경우 미소량이 발생하더라도 부품의 조립시 끼워맞춤에 문제가 발생되며, 치수 정밀도나 표면 거칠기의 악화, 디버링(deburring)에 따른 비용과 공정시간소모 등으로 생산 물품의 단가 상승 등 많은 문제점을 일으킬 수 있다.

지금까지의 분사가공(blasting)은 주조품이나 단조품에 대한 비교적 거친 1차 가공에 사용되어 왔으나 미세가공을 목적으로 하는 powder blasting에 있어서는 가공량의 시간적 변화가 직간접적으로 가공품질이나 가공능률에 영향을 미치게 되며 안정된 디버링 특성을 유지하기 위한 적절한 분사조건 선정과 장치의 개발이 요구된다 하겠다.

최근, 국내에서도 버에 관한 연구가 시작되고 있지만, 버제거에 소요되는 경비를 최소화하는 연구가 주를 이루고 있으며, 이와 함께 버형성 원리의 이해, 버의 발생 방식을 위한 기술, 버를 최소화하기 위한 기술, 버제거 공정의 개발 및 한계 파악 등의 연구가 진행되고 있으나 초보적인 단계에 불과하다.

본 연구에서는 powder blasting을 이용하여 프레스 가공시에 발생한 버를 효과적으로 제거할 수 있는지를 규명하고자 한다. 사용된 시편은 국내의 한 전자부품 제조업체에서 프레스 작업으로 생산되고 있는 스위치 제품이며, 이 업체의 경우 생산 기술은 아주 높은 편이나 전 공정인 프레스 공정에서 발생하는 버 때문에 제품의 품질 안정에 큰 애로를 겪고 있는 실정이다. 이는 국내 모든 유사 동종 업체에서도 공통적으로 겪고 있는 기술적 애로사항이나 프레스 공정에서 버 발생은 피할 수 없다는 점과 버의 완전한 제거 또한 불가능하다는 점 때문에 현재는 이의 해결방안 없이 최종 제품을 만들고 있는 실정으로 개선 방안이 절실히 요구되고 있다.

## 2. Powder blasting의 기본원리

Powder blasting은 건식 분사가공중의 하나로 기본적인 구조는 1951년 미국에서 개발되었다. 그 후 미국을 중심으로 하여 여러 업체에서 개발되어 시판되었으나, 고정밀 가공용으로 사용된 것은 아니었다. 그러나 1980년대 후반 Si의 이방성 에칭을 시작으로 마이크로 머시닝에 의한 센서나 미세 기계의 부품에 관한 연구가 시작되었고, 이를 위해 세라믹을 사용한 주변 부품의 미세가공에 대한 수요가 증가함에 따라 그 유용성이 확인되어 고정밀화를 목적으로 하는 장치의 개발 및 연구가 활발하게 일어나게 되었다.

Fig. 1은 powder blasting의 기본원리를 나타낸 것으로 고압 가스 분사에 의해 가속된 수  $\mu\text{m}$ ~수십  $\mu\text{m}$ 의 미립분사재를 분사하여 재료에 고속으로 충돌시킴으로써 가공이 이루어진다. 특정한 패턴을 가공하고자 할 때는 마스크를 이용하게 된다.

가공정밀도나 가공능률에 영향을 미치는 가공조건 변수로는 분사압력, 분사시간, 공기분사속도, 분사재의 사양(재질, 입자크기, 분사밀도), 노즐의 사양(노즐지름, 노즐 스캐닝 속도, 노즐각도), 노즐과 가공면 사이의 거리 등이 있다. 사용되는 피삭재의 재질이나 가공정밀도 등을 고려하여 최적의 가공조건을 찾는 것이 미세가공에서 가장 중요한 요소가 된다.

## 3. 실험장치 및 실험방법

### 3.1 실험장치

시편의 버(burr) 형상을 관찰하기 위해 일본 HIROX사의 정밀 현미경 KH-1000 HI-SCOPE를 사용하였으며 사용된 소프트웨어는 Image-plus pro V4이다.

모든 디버링 실험은 일본의 Sintobator에서 제작된 MICROBLASTER (type MB1)을 사용하여 수행되었다.

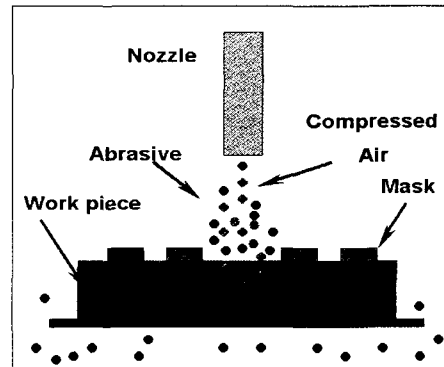


Fig. 1 Basic mechanism of powder blasting

### 3.2 실험방법

#### 3.2.1 실험조건

미세버 제거 실험에는 분사재로 WA#600을 사용하였다. 테이블의 X, Y방향 이송속도는 각각 50mm/s, 100mm/s를 적용하였으며 노즐의 주사 피치는 5mm로 하였다. 노즐의 직경은 8mm로 노즐과 가공물의 거리는 100mm로 일정하게 유지하였다. 분사재는 0.15Mpa의 분사압으로 분당 130g을 분사하였으며 각 시편 당 2회의 노즐 주사로 디버링 실험을 하였다.

#### 3.2.2 실험시편

본 실험에서 사용된 시편은 국내의 한 제조업체에서 프레스 가공으로 성형되고 있는 황동소재의 실제 전자 스위치이며 이를 Fig. 2에 나타내었다. 프레스 가공 후 그 상태에서 버의 형태를 관찰하며 디버링 후 동일 위치에서 버의 크기나 형태를 비교 측정하였다.

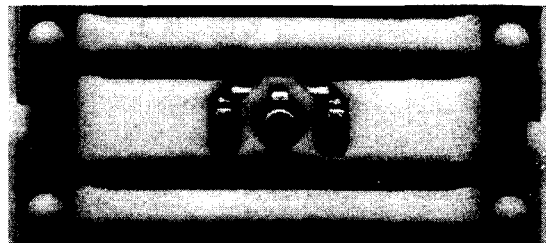


Fig. 2 Photograph of a specimen

#### 4. 실험결과 및 분석

Fig. 2의 실험시편에 대하여 버가 발생한 여러 부분과 powder blasting을 이용한 디버링 실험 후의 동일한 위치에서의 시편 형상을 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 3 (a)의 프레스 가공 후 시편 형상들을 보면 버는 2종류 형태가 발생하고 있음을 알 수 있는데 전단부에서 전반적으로 나타나는 1차 버와 가는 실 형태의 2차 버가 불규칙 적으로 나타나고 있다. 1차 버는 전단가공에서는 상하 다이의 간극에 기인하는 피할 수 없는 버이나 2차 버는 상하 다이의 틈새에서 전단되는 소재의 일부가 완전히 제거되지 않고 일부 전단면에 붙어있는 형태로 나타나는데 후자의 경우 스윗치 제품으로 완성될 때 스윗치 단락의 주요 원인이 되는 것으로 나타났다.

따라서, 2차 버의 제거가 필수적으로 요구된다.

Fig. 3(b)의 디버링 후 시편 형상들을 살펴보면 1차 버는 거의 제거가 불가능 함을 알 수 있는데 이는 powder blasting의 가공특성상 소재 제거율이 일반적 기계가공에 비하여 낮기 때문에 나타나는 현상이다. 그러나, 이 1차 버에 의한 제품의 불량 요인은 거의 무시할 수 있을 정도이기 때문에 제품 생산과정에서는 큰 문제가 되지 않는 것으로 나타났다.

한편, 가는 실 형태로 나타나던 2차 버는 powder blasting 가공 후 완전히 제거되는 것으로 나타났는데 이는 제품의 불량률 감소에 크게 기인할 것으로 판단된다. 이와 같은 디버링 가공 공정은 실제 연속 프레스 공정 중에 쉽게 자동화 할 수 있기 때문에 실용성 또한 아주 큰 것으로 판단된다.

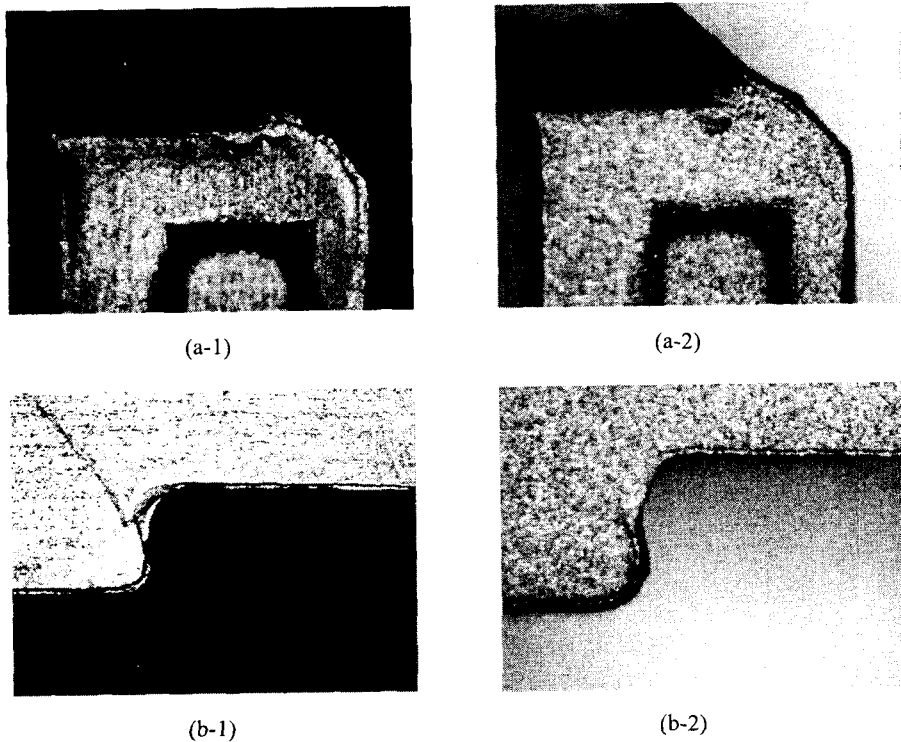
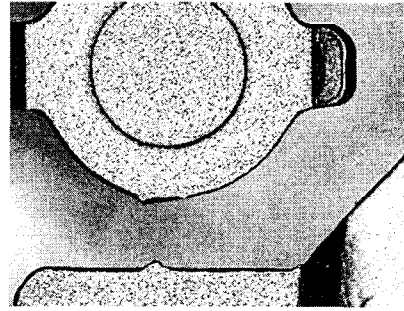


Fig. 3 Photographs of specimen

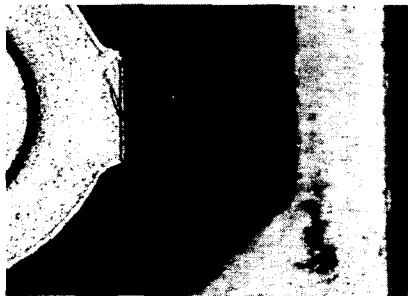
1: Before deburring      2: after deburring



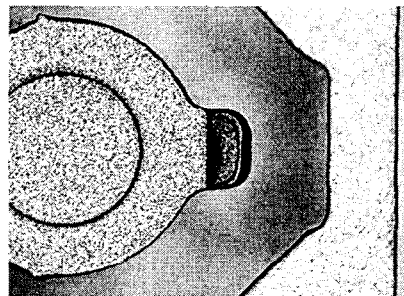
(c-1)



(c-2)



(d-1)



(d-2)

Fig. 3 Photographs of specimen(continuous)

1: Before deburring

2: after deburring

## 5. 결 론

국내의 한 제조업체에서 프레스 가공으로 성형되고 있는 황동소재의 실제 전자 스위치 부품에 대하여 powder blasting 기법을 이용한 디버링 실험을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 프레스 공정을 통하여 생산되는 스위치에는 1차 버외에 미세하고 가는 긴 형태의 2차 버들이 많이 발생하였다.
- (2) 2차 버가 존재할 시 스위치의 최종 생산공정을 거치면서 전기적 단락 등의 주요한 불량요인이 되었다.
- (3) Powder blasting을 통하여 2차 버의 제거가 효율적으로 이루어질 수 있다는 것을 알 수 있었다.

(4) Powder blasting시 노즐의 주사횟수는 2회 정도로도 충분히 디버링이 가능하였다.

(5) 개발된 기법은 실제 생산현장에서 쉽게 자동화 될 수 있어 실용성이 큰 것으로 판단된다.

## References

- [1] Aria, "burr formation of cutting metal", 1979, pp. 45~47.
- [2] L.K.Gillespie, P.T.Blotter, "The formation and properties of machining burrs", ASME journal of engineering for industry, No.1, 1976, pp.66~74
- [3] 박동삼, "Micro Abrasive Jet Machine의 기본원리와 전자제품 가공사례", 제5회 정밀표면가공 및 디버링 기술 워크샵, 2000, pp.105~112
- [4] L.K.Gillespie, "The Battle of burr : New strategies

- and new tricks”, Manufacturing engineering, February 1996, pp. 699~78.
- [5] K.Nakayama, M.Aria, “Burr formation in metal cutting”, annals of the CIRP, Vol. 36, No.1, 1987, pp. 33~36.
- [6] Jose. K. Daniel, Krishna K. Tera R. Reddy, and Zia U. Muhammad, “Application of Abrasive Water-Jet Machining in manufacture of Non-Uniform rational B-spline Surfaces”, Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Annual International Conference on Industrial Engineering Applications and Practice II, Vol.2,1997, pp.1351~1356
- [7] G.L. Chem, D.A. Dornfeld, “Burr/breakout model development and experimental verification”, ASME journal of engineering materials and engineering, Feb. 1999, Vol. 121.
- [8] 홍연찬, “절삭 및 소성가공시 Burr 제거 기술 개발”, 인천대학교 중소기업기술 개발 지원 센터, 1997.
- [9] 박남호, “Micro blasting을 이용한 미소 흠 가공에 관한 연구”, 인천대학교 기계공학과 교육대학원 석사 학위 논문집, 2000
- [10] 이준형, “SM 45C의 엔드밀 가공시 Burr의 형상과 크기에 관한 연구”, 인천대학교 기계공학과 교육대학원 석사 학위 논문집, 1997.
- [11] O.Olvera, G. Barrow, “Influence of exit angle and tool nose geometry on burr formation in gage milling”, Proceeding of the institution of mechanical engineers, Part B : journal of engineering manufacture, Vol. 212, No.1, 1998, pp.59~72