

진동 테이블을 이용한 효율적인 자기연마 디버링 방법 개발

채종원*(건국대 대학원 기계설계학과), 고성림(건국대 기계설계학과),
Yuri M. Baron (St.Petersburg State Polytech University)

Development of Effective Deburring Method using Vibration Table

J.W.Chae* (M.D.P.E.Dept.KKU Graduate School), S. L. Ko (M.D.P.E.Dept.KKU),
Yuri M. Baron (St.Petersburg State Polytech University)

ABSTRACT

In the previous test, effective MAF conditions for surface finishing are determined using the characteristic curve in each powder. And we found the proper condition for the deburring. The effect of the table vibration is examined in finishing and deburring. We tried to find the optimum condition of the table vibration first. The effectiveness of the table vibration is proved clearly compared with non-vibration condition in the finishing and deburring.

Key Words : magnetic-abrasive finishing (MAF 자기 연마), burr(버), deburring(디버링), magnetic inductor (자기 유도자), abrasive(지립), abrasive effect(지립 효과)

1. 서론

공작물이나 정밀부품 가공 시 발생하는 burr 의 발생은 가공물의 정밀도 및 성능의 저하를 가져오기 때문에 이러한 요인들을 줄이는 deburring 방법들에 관한 많은 연구가 있어왔다. ¹ 기존에는 물리적인 힘을 가하여 이러한 burr 들을 제거하였으나, 점차 부품들이 정밀해져 가는 추세에서 부품자체의 변형을 가져오는 등 많은 문제점들이 있었다. ²

이중 자기 연마법(Magnetic Abrasive Finishing)은 연마제의 연마 특성과 철의 자기화 성질을 이용하여 자기장내에서 자기력선의 응집현상을 이용하여 정밀가공에 적용하는 방법으로서 연구 되어 왔다. ³⁻⁸ 이 방법은 자기유도자에 의해서 형성된 자기장에 의하여 철 분말과 연마제를 섞어서 만든 분말이 정렬하게 되는데, 자기장에 의한 정렬된 분말은 브러쉬의 역할을 하게 되고, 자기장의 힘을 조절 할 수 있기 때문에 이전의 방법보다 유연한 연마를 가능하게 한다. ³

본 연구실에서는 이전까지 이러한 방법을 이용 deburring 에 적합한 자기유도자(magnetic inductor)를

개발하였고 ⁹, Fe-TiC 성분의 분말은 초기 가공이, Polymer-TiC, Fe-NbC 성분의 지립은 가공의 지속성이 뛰어나고, 분말입자의 크기가 클수록 초기가공 성능이 우수하나 가공수명에 미치는 영향은 미약하다는 점, 연마제 입자의 크기가 크고 분말입자 표면에 위치할수록 초기가공능력은 우수하나 가공수명이 떨어진다는 점, 연마제 입자가 분말전체에 골고루 분포할수록 가공수명이 길어진다는 것 등을 밝힌 바 있다. 또한 파우더 특성 곡선과 deburring 과 밀접한 관계가 있음을 밝힌바 있다. ¹⁰

본 연구에서는 기존 연구를 바탕으로 진동 테이블(vibration table)을 이용, finishing 과 deburring 에 대한 최적의 진동테이블 작업조건을 찾고, 진동이 deburring 에 보다 효율적인임을 밝히고자 하였다.

2. 실험

2.1 실험 장치 소개

Fig.1 과 같이 이전에 개발한 자기유도자에 Fig.2 의 진동 테이블로 sample 을 고정시키고 진동을 주어 powder 의 절삭 성능을 증대 시키고자 고안한

장치이다.

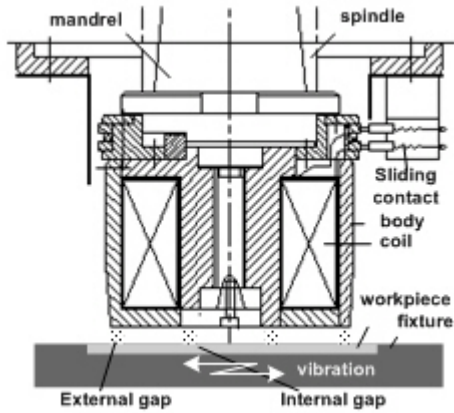


Fig. 1 Schematic illustration of magnetic inductor



Fig.2 Vibration table and controller

가공 시 진동을 주어 powder 가 효과적이게 쉬이게 하고, 운동량을 증가시켜 가공 성능을 증가시킨다. 진동 테이블의 frequency 는 inductor 가 장착되어있는 vertical milling machine 에 무리를 주지 않는 900Hz 까지 가능하고, amplitude 는 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5mm 의 5 가지를 가지고 있다.

2.2 실험 방법

Table 1 Conditions of MAF experiment

Coil current	1.0A	Material of samples	SM45C
Working gap	2mm	Volume of powder	13cm ³
Table feed	187mm/min	Rotational speed	130rpm

이전의 연구 결과를 토대로 ¹⁰ Table 1 에서와 같이 최적의 조건을 선정하였으며, Fig.3 와 같이 실험 오차를 줄이고자 sample 3 개를 진동테이블의 holder 에 고정시켜 일정 시간에 따라 표면연마 가공 후 시편의 무게를 측정함으로써 연마에 의한 제거량의 변화를 관찰하였다.

먼저 최적의 진동테이블 조건을 찾고, 그에 따

라 진동테이블의 진동이 finishing 과 deburring 에 어떠한 영향을 주는지 관찰하였다.

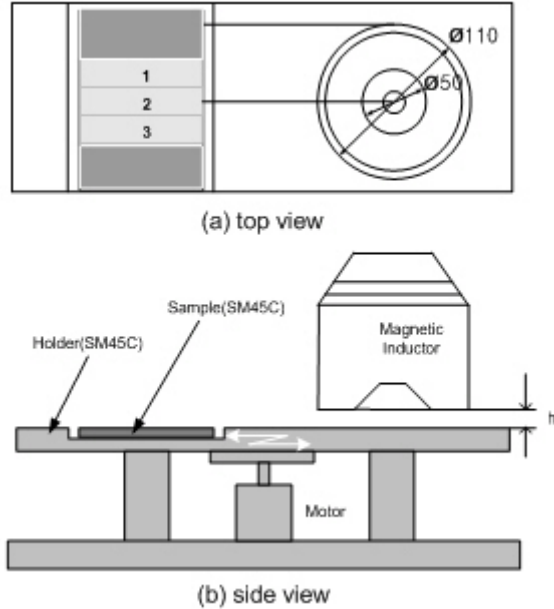


Fig. 3 Arrangement of magnetic inductor and sample in MAF experiment with vibration table

2.3 최적의 진동 테이블 조건

2.3.1 최적의 Frequency 결정

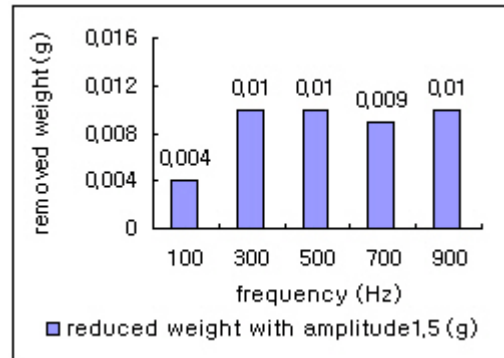


Fig. 4 Comparison of reduced weight according to the frequency

실험조건은 Table1 에서와 같고, 진동테이블의 조건은 먼저 5 가지의 amplitude 중 가장 무난하다고 생각되는 1.5mm 를 기준으로 vertical milling machine 에 무리를 주지 않는 900Hz 이하의 100, 300, 500, 700, 900Hz 의 5 가지를 실험하였다.

그 결과 300Hz 이상에서는 거의 같은 결과를 보였고, 그 미만에서는 효과가 떨어지는 것으로 나타났다. 300Hz 이상의 frequency 증가는 더 이상

powder 의 절삭 성능 향상에 기여하지 않음을 나타낸다고 할 수 있다. 300Hz 미만에서는 powder 가 table 과 함께 움직임으로서 절삭효과가 떨어진다고 사료된다. 이는 table 이 일정 속도 이상으로 움직일 때 극복될 것이다.

2.3.2 최적의 Amplitude 결정

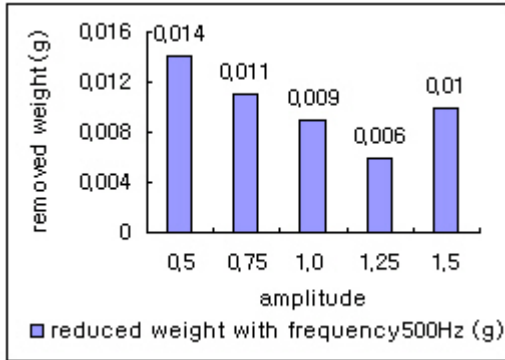


Fig. 5 Comparison of removed weight according to the change of amplitude of table vibration

Frequency 는 Fig. 4 의 결과를 참고하여 가장 무난하다고 여겨지는 500Hz 에 고정하고, amplitude 를 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5mm 의 5 가지로 바꾸어 실험 하였다. 실험 조건은 Table1 과 같다.

실험결과 대체로 Fig.5 와 같이 amplitude 가 작을수록 powder 의 절삭 성능이 증가하는 경향을 보였는데, 이는 작은 amplitude 가 MAF 가공 시 주어진 자력선에 의해서 형성된 powder 의 절삭성능을 향상시킴을 알 수 있다.

2.4 진동 테이블의 재료에 따른 성능 비교

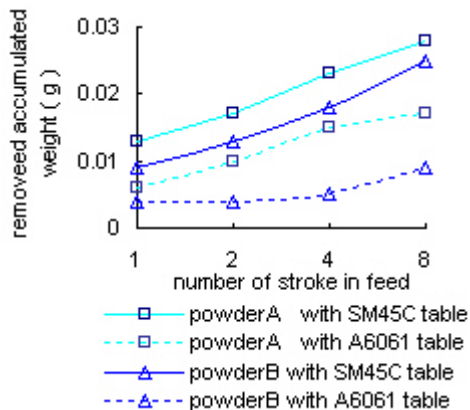


Fig. 6 Graph of reduced accumulated weight comparing SM45C table with A6061 table

powder 는 Table 2 에 나타나있는 A 와 B 를 쓰

고, 진동테이블 조건은 앞의 실험에서 가장 적합하다고 여겨지는 frequency 300Hz 와 amplitude 0.5 로 실험을 하였다. Powder A,B 로 각각 Fig. 3 의 holder 의 재료를 ferromagnetic 의 SM45C 과 non ferromagnetic 의 A6061 두 가지로 바꾸어 실험 하였다. 그 결과 모두 SM45C 재질의 holder 가 보다 뛰어난 성능을 발휘하였는데, 이는 ferromagnetic 재료의 SM45C 가 보다 강력한 자기장 형성에 도움 주어 powder 의 절삭력을 강하게 하기 때문이다.

Fig.6 으로부터 powder B 를 이용하여 SM45C holder 를 사용한 진동 table 에서 가공할 때 가장 효과적임을 알 수 있다.

Table 2 Specification of powder

No.	material	Grain size (μm)	Abrasive size (μm)	Location of abrasive
A	Polymer-TiC	500~400	40~28	On surface
B	Fe-NbC	500~400	20~14	In a body
C	Fe-TiC	400~300	40~28	On surface

2.5 진동에 따른 finishing 성능 비교

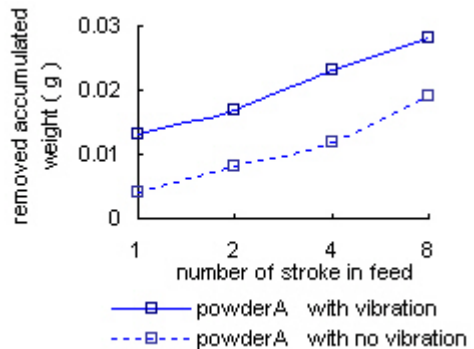


Fig. 7 Comparison of removed accumulated weight in finishing on vibration table with non vibration table

이번엔 가장 주된 관심을 가지게 하는 테이블 진동이 finishing 성능에 어떤 영향을 미치는 지에 관한 실험을 실시 하였다. 진동테이블 조건과 실험 조건은 전과 동일하고, 테이블의 holder 의 재료는 SM45C 이다. 실험 결과 가공 시 진동을 이용하면 주지 않았을 때 보다 약 2 배정도의 절삭성능 향상을 가져왔다. 이는 진동으로 절삭에 관여하는 powder 의 적절한 위치 교환이 이루어지고, 피삭재와 가공공구인 powder 와의 상대속도의 증가로 인한 가공시간의 증가에 기인한 것이다.

2.6 진동에 따른 deburring 성능 비교

앞의 실험으로 진동이 powder 의 finishing 성능 향상에 도움이 되는 것을 보였다. 이번엔 진동이

deburring 에 어느 정도 영향이 있는지 알아보고자 하였다. 실험 조건은 Table1 에서와 같고, frequency 300Hz 와 amplitude 0.5 로 실험을 하였다. powder 는 deburring 성능이 좋은 Table2 에서 A,C 로 선택하였다. 시편은 SM45C 재료의 5mm 관재에 3mm 드릴로 구멍가공을 하여 burr 를 만들었으며, 레이저를 이용 구멍당 4 곳을 측정하여 높이의 평균을 내었다. 각 단계별 버의 평균 높이를 Fig.8 에서 각 powder 에 대하여 나타냄으로서 deburring 효과를 비교하였다. 가공 중 단계별 버의 상태를 Fig.9 에 나타내었는데, 자기유도자의 왕복횟수에 따른 버 제거 효과를 볼 수 있다. Fig.8, 9 에서 볼 수 있듯이 MAF 가공 시 진동을 주면 상당한 deburring 성능 향상을 가져옴을 알 수 있다.

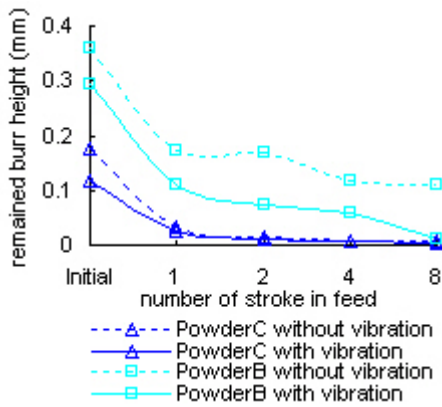


Fig. 8 Deburring effect of vibration table in each powder compared with that of non vibration table

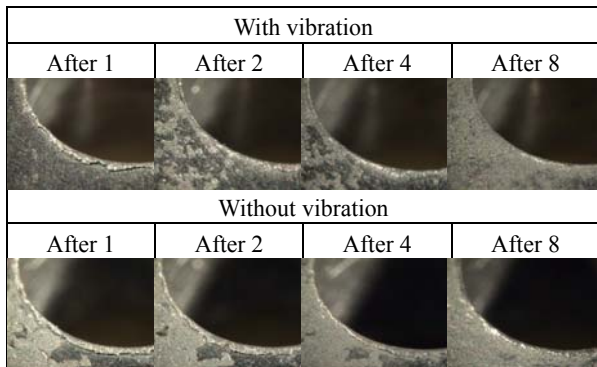


Fig. 9 Deburring process according to different powders and deburring time comparing vibration with non vibration

3. 결론

1. 자기연마에 의한 표면연마 및 디버링을 위한 밀링용 자기유도자와 진동 테이블을 설계 및 제작하였다.
2. 300Hz 이상의 frequency 증가는 더 이상의 powder의 절삭 성능 향상에 기여하지 않고, amplitude 가

작을수록 powder의 절삭 성능이 증가하는 경향을 보였다.

3. 진동테이블의 holder는 SM45C 재질이 보다 뛰어난 성능을 발휘하였다.
4. magnetic abrasive finishing 가공 시 공작물에 진동을 가하면 보다 향상된 finishing 과 deburring 성능을 보인다.

후 기

본 연구는 과학기술부의 2001 국가지정 연구실 사업(NRL) 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. Sung-Lim Ko, Jae-Eun Chang, "Development of Drill Geometry for Burr Minimization in Drilling," CIRP. Vol.52,pp.45-48,2003
2. Sung-Lim Ko, "Measurement and Effective deburring for the micro burrs in piercing operation," Int.J.of KSPE, vol.1 No.1,pp152-159,June 2000
3. Baron Yuri. M, "Technology of abrasive finishing in magnetic field" - Leningrad, Mashinostroenie,.-pp.128, 1975
4. Baron Yuri. M, "Magnetic abrasive and magnetic finishing of products and cutting tools" - Leningrad (Rus),pp.172, 1986
5. Takeo Shimura, Koya Takazawa, Eiju Hatano, Toshio AIZAWA, "Study on Magnetic-abrasive Process - Process Principle and Finishing Finishing Possibility". JSPE Vol19, No1 (March 1985)
6. Takeo Shimura, Koya Takazawa, Eiju Hatano, "Study on Magnetic-abrasive Finishing - Effects of Various Types of Magnetic Abrasive on Finishing Characteristics," JSPE, Vol21, No2 (June 1987)
7. Hitomi Yamaguchi. Takeo Shinmura. "Study of an internal magnetic abrasive finishing using a pole rotation system .Discussion of the characteristic abrasive behavior," Precision Engineering Journal of the International Societies," pp.237-244, 2000
8. Takeo Shimura, Eiju Hatano, Koya Takazawa, "Development of Spindle-Finishing Apparatus and its Finishing Performance Using a Magnetic Abrasive Machining Process," JSPE Vol 20, No2 (June 1986)
9. Baron Yuri. M, Sung-Lim Ko, Elena Repnikova, "Experimental Verification of Deburring by Magnetic Abrasive Finishing method," 2nd Asia Pacific Forum on Precision surface Finishing and Deburring Technology, Seoul, Korea,pp166-178,22-24,July,2002
10. Jong-won Chae, Sung-Lim Ko, Yuri M. Baron, "Magnetic Abrasive Deburring Character Analysis According to the Powders," KSPE, 03s446,June 2003