

Powder 의 특성에 따른 Magnetic Abrasive Deburring 특성분석

채종원* (건국대학교 기계설계학과), 고성림 (건국대학교 기계설계학과), Yuri M. Baron (St. Petersburg State Polytech University), Vladimir S. Polyshuk (NTC Reaktivelektion NAS of Ukrain)

Magnetic Abrasive Deburring Character Analysis According to the powders

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), Vladimir S. Polyshuk (NTC Reaktivelektion NAS of Ukrain)

ABSTRACT

We were interest in Deburring using MAF(magnetic abrasive finishing) method. So Magnetic inductor was designed and manufactured to generate proper magnetic induction for deburring the burr formed in drilling SM45C.

We experienced according to the Rotational speed, table feed rate, grain size of powder and working gap are changed to investigate the effect on deburring. At this time we experienced in abrasive effect mainly.

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

1. 서론

자기연마법(Magnetic Abrasive Finishing)은 철의 자기화 특성과 지립의 연마 특성을 이용하여 정밀 가공에서 발생한 원하지 않는 버를 제거하는 방법으로 연구 되어 왔다.

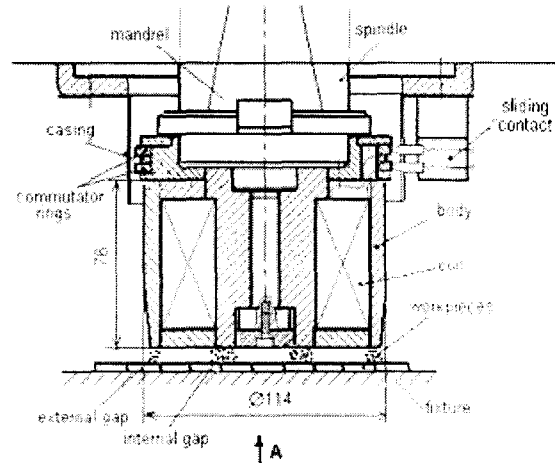
이에 본 연구실에서는 적합한 자기 유도자(magnetic inductor)를 개발하여, 자기장에 의해 정렬된 자기화 지립(magnetic abrasive)이 브리쉬 역할을 하여 최적의 deburring 효과를 발휘할 수 있도록 하였다. 1, 2, 3, 4, 5

이전 까지 SM45C 의 재료에 적용된 연구에 의하면 원심력으로 지립이 흩어지기 전까지, 인덕터의 회전속도를 높일수록, 테이블 이송속도가 낮을수록 deburring 효과가 좋았다. 또한 지립의 크기가 100 μ m 이상에서 디버링 효과가 발생하고, magnetic inductor (자기 유도자)와 시험 시편의 거리가 2mm 일 때 자기 유도자의 안과 바깥쪽에서 고른 효과를 보았다. 이상의 연구에서 인덕터의 최적의 deburring 조건을 선정하였고, 이번 실험에서는 그에 따라 지립에 따른 효과를 알아보려고 하였다.

여러 가지 지립의 효과를 비교하고자, Abrasive

grain 을 TiC(14~20 μ m), TiC(28~40 μ m), NbC(10~40 μ m) 3 가지 성분으로, composite grain 의 크기를 500~400 μ m , 300~400 μ m , 100~180 μ m , 40~100 μ m 등으로, coupler 의 재료를 Fe, polymeric 으로, composite grain 에 대한 abrasive 의 위치를 안팎과 표면에 따라 서로 다른 지립을 개발하여 비교 실험하였다.

2. Inductor 소개



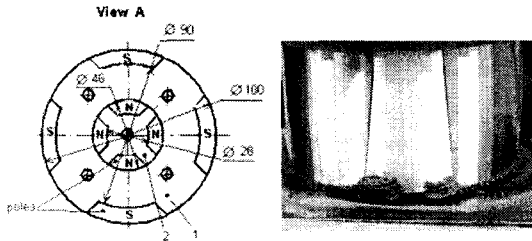


Fig. 1 draft and picture of Magnetic inductor

이 Magnetic inductor 는 수직 밀링 머신에 장착 되어 전류가 흐를 때 Fig. 1 에서와 같이 magnetic inductor 안쪽에 감긴 코일에서 자기장이 형성되도록 설계되었다. 그리하여 magnetic abrasive 들이 inductor 의 밑단의 gap 에서 자기장에 의한 정렬을 하게 되는데 이는 브러쉬와 같은 역할로 deburring 의 효과를 줄 수 있게 된다.^{1,2}

이때 deburring 효과를 높이고자 안팎의 4 곳서 자력이 집중되도록 설계하였으며, 안쪽에는 N 극 바깥쪽에는 S 극이 형성되게 된다.

3. Powder 의 절삭성능에 관한 실험

3.1 실험 방법 및 내용

Table1. Conditions of MAF experiment

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

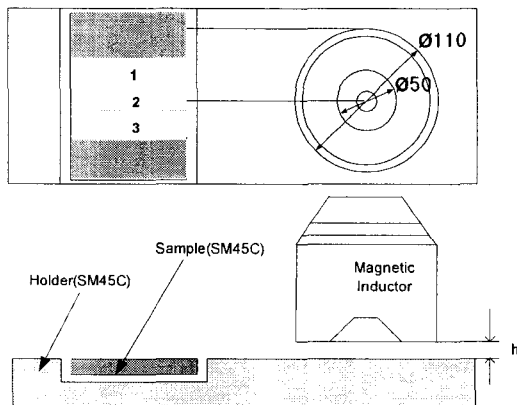


Fig. 2 Arrangement of magnetic inductor and sample in MAF experiment

이번 실험에서는 이전 연구 결과를 바탕으로

Table1 과 같이 최적조건을 선정하였고, SM45C 판재 의 모든 면을 밀링으로 가공한 뒤 모서리를 연삭하여 시편을 제작하였다.

Abrasive Powder 에 따른 finishing 효과의 특성을 알아보기, 시간에 따라 순차적으로 시편의 질량 감소와 표면 조도의 변화를 관찰하여 각 파우더에 따른 특성 곡선을 다음 식에 의하여 파악하고자 하였다.

$$q = q_1 \cdot \tau^m$$

여기서 q 는 단위 면적당 제거된 질량이고, τ 는 finishing 시간, q_1 은 각 파우더의 initial productivity, m 은 파우더의 지속효과를 나타낸다.

3.2 Powder 종류

Table2. Pictures of the powders

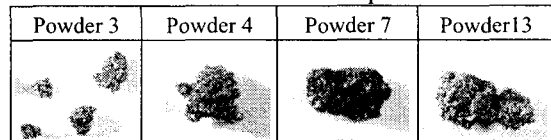


Table3. Informations of the abrasive powder

No.	material	Grain size (μm)	Abrasive size (μm)	Location of abrasive
1	Fe-TiC	500~400	20~14	In a body
2	Fe-TiC	400~300	20~14	In a body
3	Fe-TiC	180~100	20~14	In a body
4	Fe-TiC	500~400	40~28	On surface
5	Fe-TiC	400~300	40~28	On surface
6	Fe-TiC	180~100	40~28	On surface
7	Polymer-TiC	500~400	40~28	On surface
8	Polymer-TiC	400~300	40~28	On surface
9	Polymer-TiC	180~100	40~28	On surface
10	Polymer-TiC	500~400	20~14	In a body
11	Polymer-TiC	400~300	20~14	In a body
13	Fe-NbC	500~400	20~14	In a body
14	Fe-NbC	300~200	40~10	In a body
15	Fe-NbC	200~180	40~10	In a body
16	Fe-NbC	100~40	40~10	In a body

3.3 실험 결과

3.3.1 파우더 특성곡선에 의한 분석

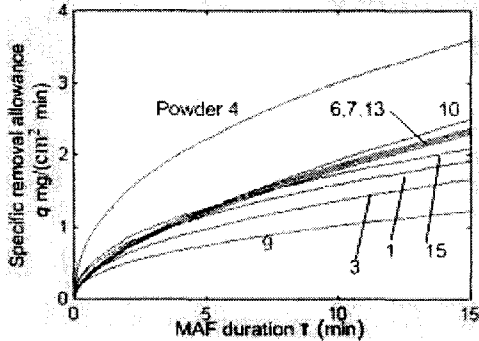


Fig. 3 characteristic curve of the powders ($q = q_i \cdot \tau^m$)

Table4. characteristic value of the powders

No	Initial productivity q_i (mg/cm ² min)	Exponent m			
			8	0.27	0.62
1	0.55	0.46	9	0.36	0.445
2	0.54	0.48	10	0.44	0.64
3	0.44	0.49	11	0.23	0.68
4	1.09	0.44	13	0.45	0.60
5	0.51	0.58	14	0.49	0.28
6	0.47	0.59	15	0.60	0.46
7	0.49	0.58	16	0.31	0.61

실험결과에 의하면 powder 와 Fe-TiC 재료의 abrasive grain 크기가 각각 500~400 μ m, 40~28 μ m 로 비교적 크고, 지립의 위치가 표면에 있는 4번 powder 가 finishing 의 초기 효과와 지속성이 좋은 것으로 나타났다.

3.3.2 Powder 의 재료에 따른 성능 비교

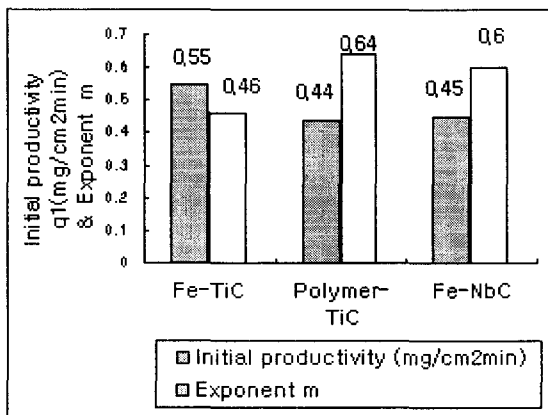


Fig. 4 Graph of initial productivity and exponent according to the powder material

Powder 는 Fe-TiC, Polymer-TiC, Fe-NbC 3 가지 종류를 가지고 비교해 보았다. 그 결과 Fe-TiC 는 초기 연마 효과를 나타내는 q_i 이 다른 재료보다 좋게 나왔으나, 연마 효과의 지속성을 나타내는 m 은 Polymer-TiC 와 Fe-NbC 에 비해 떨어지는 것으로 나타났다.

3.3.3 Powder 의 크기에 따른 성능 비교

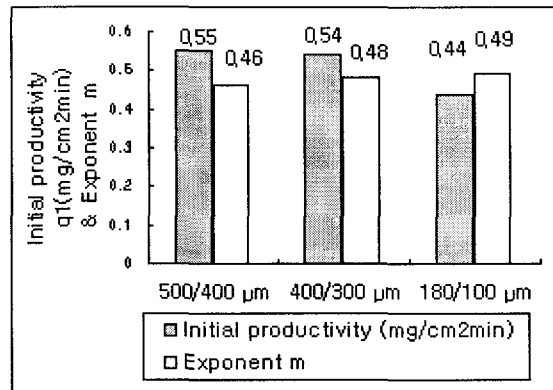


Fig. 5 Graph of initial productivity and exponent according to the powder size

Powder 는 Fe-TiC 재료의 abrasive 가 14~20 μ m 인 것 까지 비교하였다. 실험결과 지립의 크기가 클수록 초기의 성능은 좋았고, finishing 지속성은 거의 차이가 없이 비슷하게 나타났다.

3.3.4 Abrasive 의 위치에 따른 성능 비교

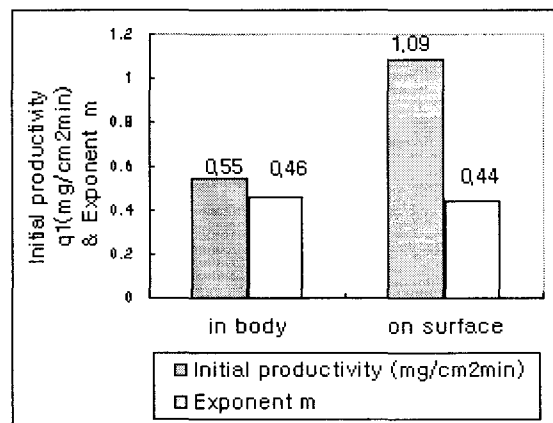


Fig. 6 Graph of initial productivity and exponent according to the situation of abrasive

Abrasive 의 위치가 grain 의 안쪽에 있느냐 겉에 있느냐에 따라 파우더의 지속성엔 별차이가 없었으나, 초기 성능은 거의 두 배의 차이가 났다. 이는

abrasive 가 grain 의 표면에 있을 때 효과적임을 알려주고 있다. 이상의 실험을 바탕으로 대표적인 4,7,13 번 파우더를 선정 deburring 시험을 하였다.

4. Powder 의 deburring 성능에 관한 실험

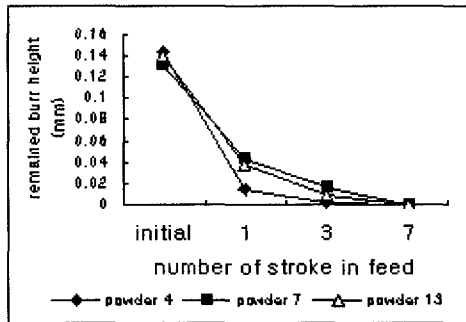


Fig. 7 comparative deburring effect according to the powder and deburring time

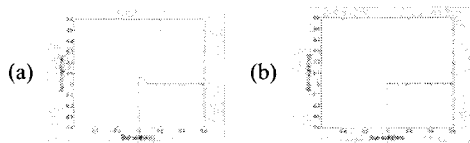


Fig. 8 burr geometry graph (a)initial (b)final

Table5. gradual burr shap according to the powder

	Initial	After 1	After 3	After 7
Sample 4				
#7				
#13				

시편의 질량 감소에 따른 powder 의 초기 성능과 지속성을 비교하여 Fe-TiC, Polymer-TiC, Fe-NbC 로 이루어진 것 중 뛰어난 효과를 발휘한 지립 크기가 큰 4, 7, 13 번 3 가지를 선정하여 deburring 효과를 실험하였다. MAF inductor 의 이송 속도를 187mm/min 로 하여 순차적으로 버의 변화를 관찰하였다. 그 결과 Fig.3 에서 나타내 powder 특성 곡선과 그 성능이 일치 함을 알 수 있었고 Fig.8 의 사진에서도 확인되었다. 이로써 deburring 과 특성 곡선의 밀접한 관계를 발견할 수 있었다.

4. 결론

1. 파우더의 finishing 성능 특성 곡선

$$q = q_1 \cdot \tau^m$$

이 파우더의 초기 성능과 그 지속성의 평가에 적합함을 알게 되었다.

2. Powder 의 성능 특성 곡선 시험결과가 deburring 성능 평가에도 동일하게 적용됨을 알 수 있다.

3. 이를 바탕으로 deurring 성능 평가 및 향후 Powder 개발 및 성능 평가에 중요한 기준이 될 것으로 기대 된다.

후 기

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

참고문헌

1. Baron Yu. M, "Technology of abrasive finishing in magnetic field" - Leningrad, Mashinostroenie,,- pp.128, 1975
2. Yu. M. Baron Magnetic abrasive and magnetic finishing of products and cutting tools. - Leningrad (Rus) ,pp.172, 1986
3. 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
4. K.Kaiho, H. Yamaguchi, K Arai, M. Umeda, M. Yamaguch, T. Kataoka, "A current limiter with superconducting coil for magnetic field shielding," Physica C 354 pp.115-119,2001
5. Takeo Shimura, Koya Takazawa, Eiju Hatano, "Study on Magnetic-abrasive Finishing (1 st Report) -On Process Principal and a Few Finishing Characteristics," JSPE-52-05, 1986