

MAGIC 슷돌 구성요소의 배합율이 연마면 조도에 미치는 영향

김남우(창원대학교 기계공학과)* 백종훈(창원대 기계공학과) 이상태(창원 기능대)
정윤교(창원대)

Influence of Wheel Elements Composition Rate on Polished Surface Roughness

NamWoo Kim*, JongHun Baek, SangTae Lee, YoonGyo Jung

Abstract

Recently, new polishing system which was made by magnetic intelligent compound (MAGIC) was invented and, the study is going on for practical use the analysis of factors, that is, the kind of polishing grain, composition ratio of wheel elements, machining frequency, polishing pressure, which the main influence for polishing efficiency are the first step. In this study, analyzed influence of wheel raw material composition ratio on surface roughness.

Key words : MAGIC polishing tool, surface roughness, polishing machine, dressing

1. 서론

금형 가공에 있어서 정삭가공면의 최종다듬질, 특히 3차원이며 복잡하고 동시에 협소한 영역을 연마하려고 하면, 여전히 수작업에 의존하는 것이 일반적이거나 이 역시 생산성이나 품질의 안정화에 있어서 많은 문제점이 있고, 자동연마의 적용도 종래의 슷돌로는 불가능한 실정에 있으며 이것이 현재 연마의 자동화를 저해하는 가장 큰 요인으로 되어있다. 따라서, 금형 연마에 있어서도 연마효율을 높이기 위해서는 고정입자형의 슷돌개발이 요망되어지고 있는데 이에 부응하여 기 개발되어진 MAGIC(Magnetic Intelligent

Compound)스�돌은 금형의 연마에서의 제 문제점을 해결할 수 있는 우수한 개발품으로서 각광을 받고 있다^(1~8).

MAGIC 슷돌은 그 구성요소가 자성입자, 결합제 및 입자로 이루어져 있으며, 슷돌 그 자체가 새롭기 때문에 구성 요소간의 원료 배합비율에 따른 연마특성에 대하여서는 아직 연구되어진 바가 없다. 따라서 본 연구에서는, 슷돌의 구성요소간의 배합비율의 상이에 따른 연마특성을 연마면 다듬질 조도의 측정으로 파악함으로써 최적의 원료 배합비율을 결정하는 것을 연구의 목적으로 하였다.

2. Magic 연마기의 개발

본 연구에서는 MAGIC 연마를 실용화시키기 위하여 경제성이 있으면서 지금까지 연마하기 곤란했던 형상의 연마를 손쉽게 수행하기 위한 연마장치를 개발하였다. Fig. 1에서 보는 바와같이 MAGIC 연마기는 연마스�돌을 가열 제조하는 Heater와 연마기를 지지하는 Column, 동력을 발생시키는 DC Motor, Motor의 회전운동을 상하 운동으로 바꿔주는 Cam 및 MAGIC wheel을 장착하는 장착부 및 자장의 형성으로 연마스�돌을 제조하고 피삭제를 고정하는 Magnetic Unit으로 구성되어 있다.

MAGIC 연마기는 자성입자, 결합제 및 슷돌 입자로 이루어진 혼합물에 열을 가하여 젤 상태

로 만들고 자장을 이용하여 슷돌입자에 방향성을 부여한 다음 교체화하고, 연마숫돌을 장착하고 연마압력, 진폭, 진동수 등을 컴퓨터로 제어함으로써 기존의 방법으로는 가공이 곤란했던 복잡한 형상의 금형가공에 적합하다. 본 MAGIC 연마기는 완제품의 제작과정에서 개발된 제품으로 앞으로 MAGIC 가공에 있어서 각종 조건들(Polishing pressure, Frequency, stroke)의 표준화 작업의 실험 연마기로 사용될 예정으로 있다.

Table 1 Specification of Polishing Machine

Item	Specification
Size	350×220×500(mm)
Weight	15 kg
Power	100 W
Polishing power	2 W
Polishing pressure	0.1 ~ 5 N
Stroke	0.5 mm ~ 3 mm
Frequency	10 Hz
Option	Heater Function Magnetic Field Making Function

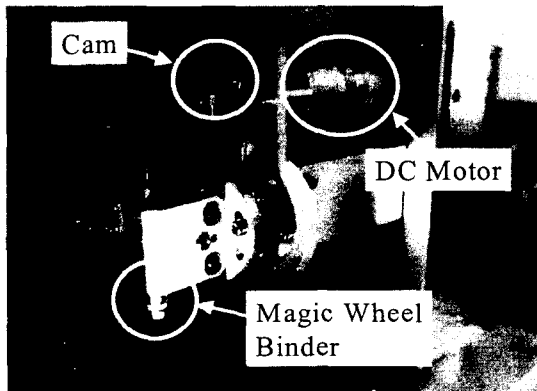
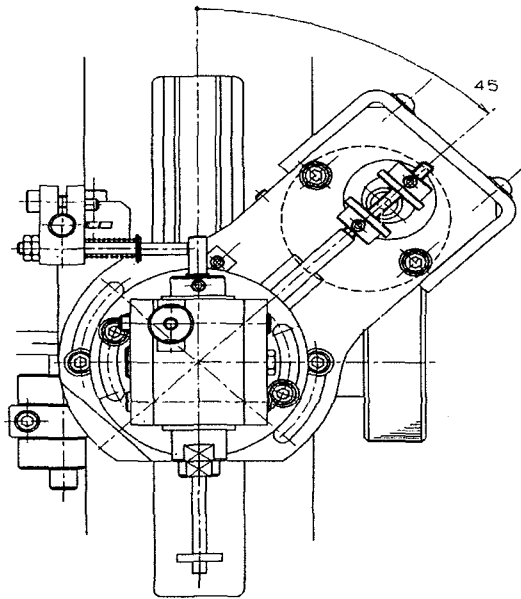


Fig. 1 Photograph of Magic polishing Machine

3. 실험장치 및 실험 방법

본 실험에서 사용한 연마기는 Fig.1에서 보는 바와 같이 2절에서 서술한 연마기를 사용하였으며, 피삭제의 재질은 STD11로서 이를 열처리하여 HRC60으로 만들었고, 초기 표면 조도 15 μ m으로 실험용 피삭제를 제작하였다.

Table 2는 본 실험에서의 실험조건을 나타내고 있는데, 실험의 편의를 위하여 자성입자 및 결합제의 비율을 7:3, frequency를 10Hz로 고정하고, 입자의 크기와 양을 변화시켜가며, 실험을 수행하였다.

실험순서로는 실험수행중 눈막힘 현상이 발생하여 연마능력이 떨어졌을 경우 각각 0.71×10^{-4} , 1.00×10^{-4} , 1.42×10^{-4} , 2.14×10^{-4} (g/mm²) 의 Dressing Oil을 공급하여 다듬질면의 표면거칠기 변화를 5분 간격으로 측정하여 Dressing Oil의 양을 결정하였으며, 입자의 크기, 슷돌원료의 배합율에 따른 Dressing Point를 고찰하였다.

다음으로는 고찰되어진 Dressing Oil의 양과 Dressing Point를 활용하여 MAGIC 슷돌의 배합률에 따른 다듬질면의 표면 거칠기 변화를 5분 간격으로 측정하였다. 표면 거칠기의 측정은 표면 조도 측정기(SURFTEST SV-600, Mitutoyo)를 사용하여 중심선 표면 거칠기(Ra) 및 최대 표면 거칠기(Ry)를 각 3회 측정 후 평균하였다.

Table 2 Experiment Conditions

Workpiece	STD 11
Grain Number	#60,#100,#180,#360
Magnetic Grain : Binder	7:3
Frequency	10 Hz
Composition amount	2g, 4g, 6g, 8g
Kind of Grain	GC, WA

4. Dressing Oil의 양과 Dressing Time의 결정

숫돌구성요소의 배합비율과 표면 조도와와의 관계를 파악하기 위해서 먼저 연마 숫돌의 성능에 가장 큰 영향을 미치는 Dressing 효과를 고찰하였다.

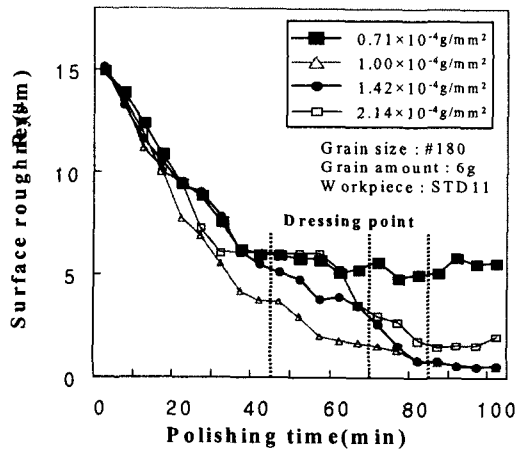


Fig. 2 Determination of Dressing Oil Amount

Fig. 2는 가공입자 크기가 #180이고 입자의 양이 6g으로 제작한 숫돌로 연마하였을때, 연마 시간의 증대에 따른 표면 거칠기의 변화를 나타내고 있다. 45분 정도의 연마를 수행하면 눈막힘 현상에 의해 연마능력은 떨어지게 되며, 이때 Dressing Oil의 양을 조절하여 사용함으로써 최적의 Dressing Oil 량을 판단하였다. 그림에서 보는 바와 같이 최적의 Dressing Oil량은 1.00×10^{-4} (g/mm²)임을 알 수 있다. 또한, 1차 Dressing (Polishing Time: 45분)에 의해 표면 거칠기는 급격한 개선을 보이고 있으나, 2차 Dressing (Polishing Time : 70분)의 효과는 미미하며, 3차

Dressing (Polishing Time : 85분) 이후는 표면조도의 개선에 한계를 보여주고 있음을 알 수 있다.

Fig. 3은 적당량의 Dressing Oil을 사용했을때와 과도한 양을 Dressing Oil을 사용했을때의 연마숫돌과 피삭제의 상태를 보여주고 있다.

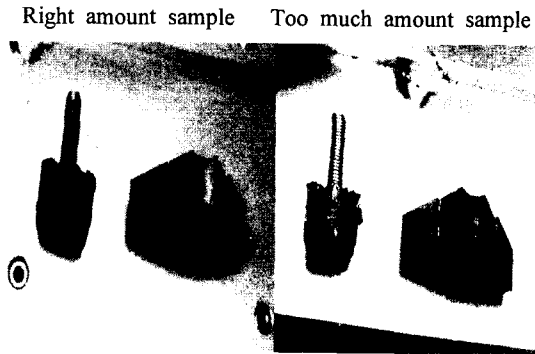


Fig. 3 Shape of workpiece and Magic Wheel

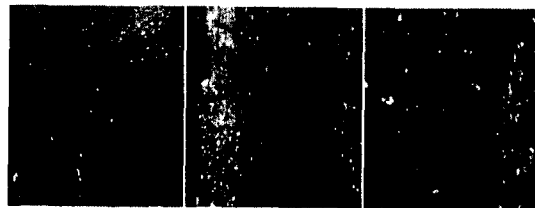


Fig. 4 Magic wheel #100 6g(배율 : ×10)
(최초면, 눈막힘 후, Dressing 후)

Table 3 Dressing Time of Composition amount

Grain Number	#60			#100			#180			#360		
Composition amount(g)	4	6	2	4	6	2	4	6	2	4	6	2
First Dressing Time(min)	35	40	35	40	45	30	35	45	20	25	30	30

5. Magic 숫돌의 배합률과 표면조도와의 관계

Fig. 5와 Fig. 6은 숫돌구성요소의 배합비율의 상이에 따른 표면조도의 변화를 보여주고있는 그림이다. Dressing 시기는 연마능력이 떨어지는 시점을 입자의 배합량과 크기에 따른 각각의

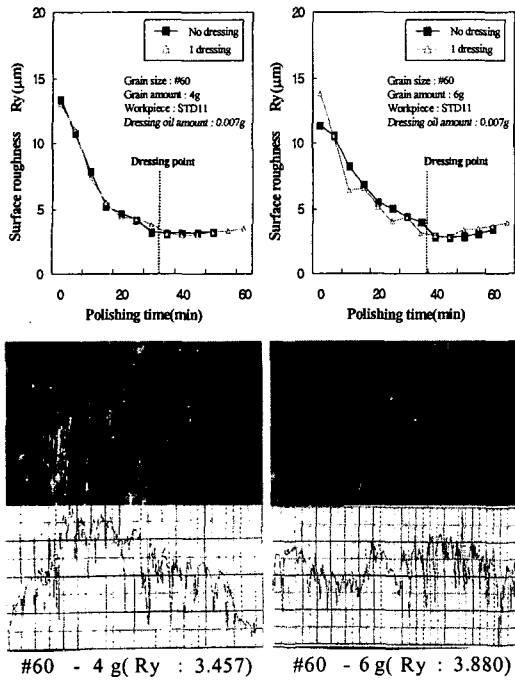


Fig. 5 #60 Dressing Time 변화와 표면조도
(배율 : ×1200)

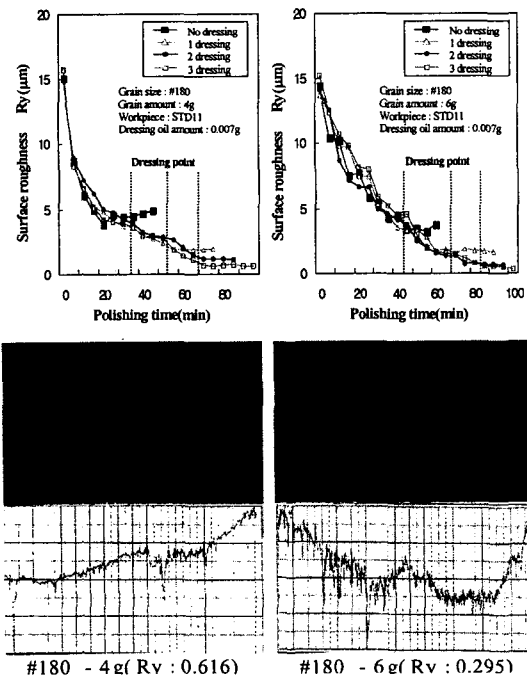


Fig. 6 #180 Dressing Time 변화와 표면 조도
(배율 : ×1200)

에 의하여 측정된 후 결정하였고, Dressing Oil량의 결정실험에서 선택된 $1.00 \times 10^{-4} \text{g/mm}^2$ 의 양으로 Dressing을 실시하였다.

Table 4 Relation between Grain Number and Surface Roughness

A	B	C	D	E	F
60	2	×	×	×	×
60	8	×	×	×	×
100	8	×	×	×	×
100	6	1	45	0.718	5.118
60	4	2	35	0.547	3.457
60	6	2	40	0.492	3.880
100	4	2	40	0.519	3.282
100	2	2	35	0.472	3.253
180	2	3	30	0.0493	0.426
180	4	3	35	0.061	0.616
180	6	3	45	0.049	0.295
360	6	3	30	0.040	0.326
360	4	2	25	0.260	2.624
360	2	0	20	0.4534	4.483
180	8	×	×	×	×
360	8	×	×	×	×

Magnetic Fluid : 6g(Magnetic Grain : Binder = 7 : 3)

A : Grain Number	D : First Dressing Time(min)
B : Composition Amount(g)	E : Final Roughness (Ra, μm)
C : Dressing Number	F : Final Roughness(Ry, μm)

입자의 배합량이 2g인 경우 초기 표면조도의 개선이 뚜렷하나, 결과적으로 배합량이 많은 경우에 비하여 최종연마면 거칠기는 나쁘게 나타나는 경향을 보이고 있으며, 배합량이 8g인 경우, 입자의 결합력이 상대적으로 약하기 때문에 연마

숫들의 형성이 불가하였다. 따라서 본 실험에서는 입자의 크기가 작을수록 양호한 표면 거칠기를 나타내는 경향이 있으나 #180과 #360의 차이는 거의 없었으며 입자의 배합량이 많을수록 Dressing의 효과에 의하여 더 양호한 표면 거칠기를 얻을 수 있었다.

이상의 결과를 종합하여 검토하면 Table4와 같이 정리할 수 있다. 즉 Table4에서 알 수 있는 바와 같이 어떠한 입도의 경우라도 입자의 양이 8g이면 Binder의 양이 부족하여 숫들의 제작이 어려웠고, 또한 입자의 양이 2g일 경우에는 입자의 크기에 따라 다른 결과를 보이고 있지만 전체적으로 표면조도의 개선을 뚜렷하게 보이지는 못했다.

따라서 본 연구에서의 입자 배합율의 범위에서는 #180에서 6g을 배합할 때와 #360에서 6g을 배합할 때가 최종연마면 조도의 관점에서 최적의 배합율이라 사료된다. 단 이 경우는 드레싱 횟수를 빈번하게 가져가야 되므로 연마 능력에 있어서는 문제점을 포함하고 있음을 알 수 있다.

6. 결론

본 연구에서는 자성입자와 결합제의 비율을 7:3으로 하였을 때 입자의 양과 입도를 변화시키기에 따라 다듬질면 거칠기의 변화를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- ① 입자의 크기 및 입자의 양에 따른 최적의 Dressing 량, Dressing Point를 결정할 수 있었다.
- ② 입자의 크기가 작으면 작을수록 First polishing time 이 길어짐을 확인하였고, 최종 표면 거칠기 또한 양호하게 나타났다.
- ③ 입자의 양이 너무 작으면 초기 표면 조도개선은 뚜렷하지만 최종 연마면 거칠기는 나쁘게 나타났고, 입자의 양이 너무 많으면, Binder의 결합력이 부족하여 숫들이 쉽게 파쇄되었다.
- ④ 최종적으로 본 실험에서 입자의 크기가 #180에서는 입자의 양이 6g일 때 가장 좋은 표면 거칠기를 얻을 수 있었으며, #360일 때 또한 입자가 6g 일 때가 가장 좋은 표면 거칠기를 얻을 수 있었다.

향후 계획으로는 본 논문에서 제시한 사항을 고려하여 AI 및 Cu에 대한 절삭조건을 표준화 하고 연마 숫들에 있어서 모서리 부의 무너짐에 대한 문제해결을 위한 연구를 수행할 예정이다.

후기

본 연구는 과학기술부 · 한국과학재단 지정 창원대학교 공작기계기술연구센터의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

1. 梅原 徳次, 砥粒加工學會學術講演會講演論文集 第1報, 2000, 53-58
2. 枝村 一弥, 砥粒加工學會, 學術講演會講演論文集 第2報, 2000, 59-60
3. 萩原 新作, 砥粒加工學會學術講演會講演論文集 第3報, 2000, 61-62
4. 梅原 徳次, 砥粒加工學會學術講演會講演論文集 第5報, 2001, 273-274
5. 枝村 一弥, 砥粒加工學會學術講演會講演論文集 第6報, 2001, 275-276
6. 萩原 新作, 砥粒加工學會學術講演會講演論文集 第7報, 2001, 277-278
7. 芝田 勳, 砥粒加工學會學術講演會講演論文集 第8報, 2001, 279-280
8. 鄭潤教, 砥粒加工學會學術講演會講演論文集 第10報, 2002, 113-114