

연마 필름을 이용한 고능률 슈퍼 피니싱 조건의 결정

The Developmant of High-Efficiency Superfinishing Conditions Using Abrasive Film

*정성용¹, #정윤교², 오지영³, 정수룡⁴, 신오철⁵

*S. Y. Jung¹, #Y. G. Jung(ygjung@changwonl.ac.kr)², J. Y. Oh³, S. Y. Jung⁴, O. C. Sin⁵

¹창원대학교 기계공학과, ²창원대학교 기계공학과, ³창원대학교 기계공학과, ⁴(주)솔로몬 메카닉스, ⁵(주)솔로몬 메카닉스

Key words : Superfinishing, Abrasive film, Optimal polishing time, Microfinishing film

1. 서론

최근 산업계전반에 걸쳐 초정밀 가공 부품에 대한 수요가 증가 함에 따라, 초정밀연마를 위한 연마시스템의 개발로 고품질의 가공을 실현하고자 하는 연구가 활발히 진행되어 지고 있다. 그러나 국내에서는 외국기술에 의존하여 산업현장에 적용하기 시작하였고, 최근에 그 수요가 증가 추세에 있기는 하지만 슈퍼 피니싱 개발 뿐만 아니라 그 주변 기술에 대한 연구가 미흡한것이 현실이다.⁽¹⁾ 따라서 본 연구에서는 연마필름을 이용한 슈퍼 피니싱 시스템을 개발하고 개발 되어진 시스템을 적용하여 오실레이션 속도, 피삭재 속도 및 연마 필름의 적용조건에 관점에서 고능률 슈퍼 피니싱의 조건을 결정하는 것을 연구 목표로 하였다.

2. 슈퍼 피니싱 장치의 개발

본 연구에서는 양 센터가 있는 환봉을 대상으로 원통의 외면을 정면으로 연마를 수행 할 수 있는 슈퍼피니싱 장치를 개발하였다. 시스템의 주요 기본 구성요소는 연마 필름의 이송과 오실레이션을 위한 슈퍼 피니셔(Superfinisher)부, 연마 필름을 공급 및 회수하는 롤러(Roller)부, 오실레이션속도, 연마필름이송 속도 및 공기압제어 등을 할 수 있는 제어 장치부로 나누어 진다. 또한 절삭유 장치는 시스템과 독립적으로 사용 할 수 있도록 별도의 장치로 구성하였다.

슈퍼 피니셔부는 본 시스템의 핵심부분으로 연마필름의 공급과 회수를 위한 2개의 롤러와 요동 장치로 구성 되어있다. 요동장치는 연마필름의 이송경로를 확보 하기 상부 및 하부롤러 및 요동장치의 전후 이동을 위한 공압 실린더로 구성 되었다. 접촉롤러는 요동장치 최전단에 설치되어, 공작물의 회전시 발생하는 진동을 감소하고 표면 거칠기를 향상시키기 위해 외주면을 우레탄으로 제작하였다. 요동장치는 캠(Cam)축을 통하여 편심캠에 전달되어진 모터의 회전력으로 최소 1mm에서 7mm까지 좌우 요동운동을 할 수 있도록 설계되었다. Fig. 1에는 본 연구에서 개발 되어진 슈퍼피니싱 장치를 나타내고 있다.



Fig. 1 Photograph of experimental equipment

3. 실험 장치 및 실험 방법

Fig. 2는 본 연구에서 사용 되어진 슈퍼 피니싱 장치에서 핵심이 되는 부분인 슈퍼 피니셔부의 모식도를 나타낸 그림으로서 슈퍼 피니셔의 몸체와 롤러부, 오실레이션부가 각

위치한 것을 알 수 있다.

본 연구에서는 개발 된 슈퍼 피니싱시스템을 사용하여 고능률적인 슈퍼 피니싱 조건을 결정하기 위해 일련의 연마 실험을 수행하였다. 실험에 사용되어진 피삭재는 기계구조용강으로 길이 100mm, 직경 Φ 30인 SM45C를 사용하였으며, 연마 필름은 알루미늄입자로 구성되어진 마이크로피니싱필름(MF)을 사용하였고, 오실레이션 속도는 장비가 가지는 고유의 공진 속도를 제외한 회전수의 조합으로 정의를 하였다. 그리고 피삭재의 속도는 일반구조용강을 연마하는 경우 현장에서 일반적으로 적용하는 속도로 선정하였다. 연마 되어진 피삭재의 표면 거칠기는 Mytutoyo사의 촉침식표면조도계로 측정 하여 연마특성에 관한 실험을 하였고, 실험에 선정된 실험 조건은 Table 1에서 나타내었다.

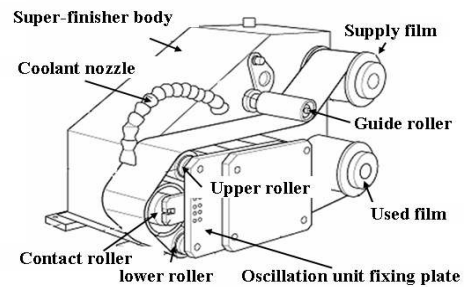


Fig. 2 Schematic diagram of experimental equipment

Table 1 Experimental condition

Items	Conditions
Oscillation speed (Vo)	250, 500, 750, 1000(rpm)
Workpiece speed (Vw)	400, 600, 800, 1000(rpm)
Contact pressure (Pa)	1.5(kgf/cm ²)
Contact roller hardness (Crh)	90
Abrasive film feeding speed (Vf)	20(mm/min)
Polishing time (Tps)	10(sec)
Width of cut (w)	0.2, 0.5 (mm)
Workpiece	S45C
Abrasive film	Material MF : Microfinishing film (Al2O3)
	Grain size 30, 15, 9 (μm)
	Film size Width : 100mm, Length : 45m

4. 슈퍼피니싱의 최적연마시간의 결정

연마 조건에 따른 SM45C의 슈퍼 피니싱의 연마 특성을 파악하기 위하여 선정된 연삭조건에 따른 일정한 연마 시간대별 표면 거칠기를 측정하고, 측정 된 표면 거칠기 데이터를 최소자승법을 이용하여 커브 피팅(Curve fitting)후 곡선의 미분 값이 제로(Zero)가 되는 시간을 최적연마시간(Optimal polishing Time : Top)으로 결정 함으로서, 연마조건 및 연마 필름의 종류에 따른 SM45C의 연마특성을 파악하였다.

Fig. 3은 최적연마시간을 산출하는 한 예시로 연마필름 MF 15μm, 피삭재 속도 1000rpm, 오실레이션 속도 1000rpm에서 매 회10초씩 연마 후 측정된 표면거칠기 데이터를 이용하여 최적연마시간을 나타낸 것이다. 나타난 바에 의하면 MF 15 μm에서는 연마시간 약 17초에서 최적연마 시간이 나타났으며, 35초 이후의 연마 시간에서는 표면 거칠기가 거의 동일한 것으로 보아 일정시간 이후에는 표면거칠기 향상에 영향

이 미치지 못하다는 것으로 나타났다.

Fig. 4는 연마 필름의 종류에 따른 표면거칠기 변화를 나타낸 그림으로서 Fig. 4로부터 입자가 큰 MF30 μm 에서는 빠른 최적연마시간이 나타나는데 반해 표면 거칠기는 입자가 작은 9 μm 보다 나쁜 것으로 나타났다.

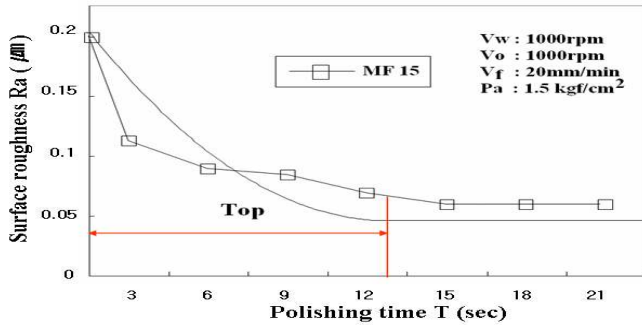


Fig. 3 Behavior of surface roughness with polishing time in various abrasive film type. (at MF 15 μm)

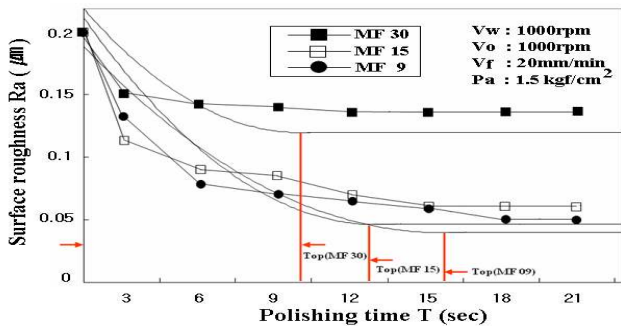


Fig. 4 Behavior of surface roughness with polishing time in various abrasive film type.

5. 연마조건에 따른 연마특성

본 절에서는 선정된 연마조건에 따른 최적연마시간을 비교 검토하는 것으로 하였다. 먼저 피삭재는 산업현장에서 흔히 사용하는 기계구조용강으로 길이 100mm, 직경 ϕ 30인 SM-45C를 사용하였으며, 연마 필름은 마이크로피니싱 필름 (Microfinishing film) MF 30 μm , 접촉 압력은 1.5kgf/cm²로 동일하게 하여 연마실험을 하였다. 그리고 앞 서 나타낸 Table 1에서의 오실레이션 속도(Vo), 피삭재 속도(Vw)의 조합에 따른 최적연마시간을 산출한 결과가 Fig. 5이다. 그림에서 보는 바와 같이 선정된 각 피삭재 속도가 가장 빠른 1000rpm과 오실레이션속도가 1000rpm에서의 연마조건에서 최적연마시간이 가장 짧은 것을 알 수 있다. 즉 다시 말해 최적연마시간이 짧아 진다는 의미는 연마필름의 종류 및 연마조건에 대해서 빠른 시간내에 최고의 표면 거칠기를 얻을 수 있다는 것이다. Fig. 5와 동일한 실험 방법으로 연마필름 MF15 μm 와 9 μm 에 대하여 연마 실험을 한 결과가 Fig. 6과 Fig. 7이다. 이 결과 또한 마찬가지로 피삭재의 속도가 빠르고 오실레이션 속도가 빠른 상태의 연마 조건에서 최적연마 시간이 짧다는 것을 알 수 있었다.

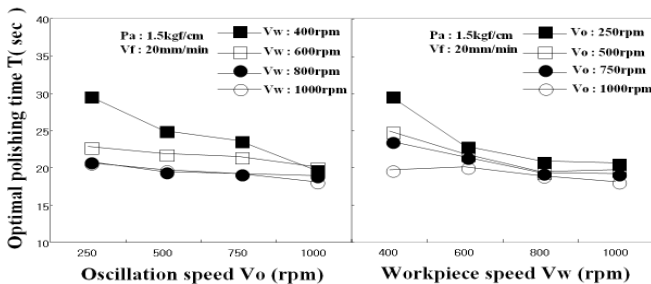


Fig. 5 Behavior of optimal polishing time with various oscillation speed and workpiece speed in various polishing conditions. (at MF 30 μm)

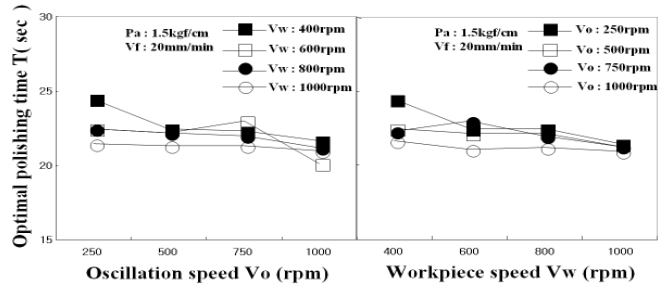


Fig. 6 Behavior of optimal polishing time with various oscillation speed and workpiece speed in various polishing conditions. (at MF 15 μm)

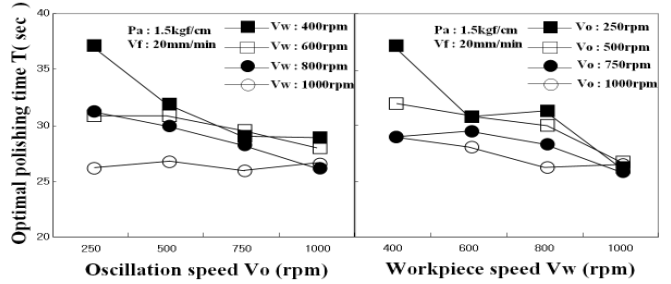


Fig. 7 Behavior of optimal polishing time with various oscillation speed and workpiece speed in various polishing conditions. (at MF 9 μm)

6. 결론

본 연구에서는 연마필름을 적용한 슈퍼피니싱 장비를 이용하여 연마 특성 및 최적의 연마조건에 대한 기초 연구를 하고져, S45C를 이용한 오실레이션 속도와 피삭재 속도에 따른 최적 연마시간의 측정을 통하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- (1) 연마 입자의 크기에 따른 특정한 연마효과는 발생하지 않았으며, 빠른 피삭재 속도와 슈퍼피니싱 장비의 오실레이션 속도가 증가함에 따라 최적의 연마 시간이 짧아진다는 것을 알 수 있었다.
- (2) 본 연구의 결론을 통하여 향후의 비철금속 및 다양한 재료에 대한 연마 필름을 적용한 슈퍼 피니싱 장비의 최적 연마조건 표준화 연구에서 오실레이션 속도와 피삭재 속도의 변화가 영향이 있다고 판단 된다.
- (3) 연마필름 종류 및 절삭속도에 따른 최적연마시간의 산출은 생산원가 절감을 위하여 연마 시 값 비싼 연마필름을 효과적으로 적용하는데 중요한 데이터라고 사료 된다.

후 기

본 연구는 산업자원부 지방기술 혁신 사업(RT104-01-03) 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Cho, J. R., Yang, S. C., Jung, Y. G., "Development of Centerless Superfinishing System Using Abrasive film," Journal of KSMTE, pp, 88-92, 2005.
2. Yuzo, M., Himba, T., Kazuhsa, S., "EEM-concept of EEM and Its Feasibility", Japan Society for Precision Engineering, Vol. 43, No. 5, pp. 542-548, 1997.
3. Hanaoka, T., Sakamiya, K., Kobatashi, A., Harada, M., "Abrasive Belt Grinding Performance", Annals of CIRP, Vol. 25, pp. 225-228, 1976.