

연마필름을 이용한 효율적인 수퍼피니싱 조건의 결정에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Determination of Efficient Superfinishing Conditions Using Polishing Film

정성용¹, 박기범¹, 정윤교^{1,✉}, 정수룡²
Sung Yong Jung¹, Ki Beom Park¹, Yoon Gyo Jung^{1,✉} and Soo Yong Jung²

¹ 창원대학교 기계공학과 (Department of Mechanical Engineering, Changwon Univ.)

² 쉐솔로몬 메카닉스 (SOLOMON MECHANICS CO., LTD)

✉ Corresponding author: yjung@changwon.ac.kr, Tel: 055-213-3604

Manuscript received: 2009.1.9 / Revised: 2009.3.9,4.27 / Accepted: 2009.5.14

Recently, many studies are being conducted to realize high quality polishing technology, but because of high dependence on field experience and insufficient research for ultra-precision polishing technology, it is difficult to establish standardization of polishing conditions. The purpose of this study is to determine high-efficiency superfinishing conditions which are applicable in the field of machining. To achieve this, we have a developed a superfinishing device and conducted a series of polishing experiments for mechanical materials such as SM45C, Brass, Al7075, and Ti, from the perspective of oscillation speed, the rotational speed of the workpiece, contact roller hardness, contact pressure, and feed rate. From the experimental results, it was confirmed that the polishable superfinishing conditions range and efficient feed rate of polishing film can be determined.

Key Words: Superfinishing Device (수퍼 피니싱 장치), Polishing Film (연마필름), Efficient Polishing Time (효율적연마시간), Surface Roughness (표면 거칠기)

기호설명

V_o = Oscillation speed (rpm)

V_w = Workpiece speed (rpm)

V_f = Feed rate (mm/min)

P_a = Contact pressure (kgf/cm²)

R_h = Contact roller hardness (Hs)

MF = Micro-finishing film

LF = Lapping film

DLF = Diamond lapping film

T_{opt} = Optimal polishing time (min)

최근 산업계 전반에 걸쳐 초정밀 가공부품에 대한 수요가 증가함에 따라, 초정밀연마를 위한 연마시스템의 개발로 고품질의 가공을 실현하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 초정밀 연마시스템은 막대한 설비투자뿐만 아니라 운영에 있어서도 높은 기술수준이 요구되고 있으며, 연마의 특성상 피할 수 없는 연마제품의 불 균일 및 작업환경의 열악함과 체계적인 기술 자료구축의 미흡 등으로 연마공정의 자동화가 어려워, 현장에서는 숙련공의 경험에 의존하고 있는 것이 현실이다.

외국에서는 이러한 문제점을 극복하기 위하여 1970년대 말부터 연마필름을 이용한 수퍼피니싱

1. 서론

가 개발되어 다양한 응용기술로 산업 전반에 걸쳐 적용되는 정밀 부품의 연마에 적용되고 있을 뿐만 아니라, 연마특성 및 연마조건에 대해서도 폭넓은 연구가 이루어지고 있다.^{1,5} 그러나 국내에서는 1980년대 말부터 외국기술에 의존하여 산업현장에 적용하기 시작하였고 최근 그 수요가 증가 추세에 있기는 하지만 수퍼피니셔의 개발뿐만 아니라 그 주변 기술에 대한 연구가 미흡한 것이 사실이다. 1997년 김홍배에 의하여 SM45C의 경면 연마가공에 관한 연구를 바탕으로 몇몇의 연구 사례는 있지만, 비철금속에 대해서는 연구된 사례가 전무하여 이에 대한 연구의 필요성이 대두되고 있다.⁶

따라서 본 연구에서는 연마필름을 이용하여 SM45C, A17075, Brass(C3604BD) 및 Ti(Grade2)과 같은 일반적인 기계부품소재재료를 대상으로 수퍼피니싱을 수행할 시, 공작물 회전속도, 오실레이션 속도, 필름이송속도, 롤러접촉압력 및 롤러경도의 관점에서 생산현장에서 실용적이고 경제적으로 활용할 수 있는 효율적인 수퍼피니싱의 조건을 실험적으로 결정하는 것을 연구의 목표로 하였다.

2. 실험장치 및 실험방법

본 연구에서 사용되어진 수퍼피니싱장치는 가늘고 긴 원형 봉의 공작물을 연마하는 장치로서 연마필름의 이송과 오실레이션을 위한 수퍼피니셔(Superfinisher)부와 롤러회전수, 오실레이션속도, 연마필름이송속도 및 공기압제어 등을 할 수 있는 제어장치 부로 나눌 수 있으며, 절삭류 장치는 시스템과 독립적으로 사용할 수 있도록 별도의 장치로 구성되어 있다.

Fig. 1의 개념도에 보여주는 바와 같이 수퍼피니셔부는 본 시스템의 핵심부분으로 연마필름의 공급과 회수를 위한 2개의 롤러와 오실레이션장치로 구성되어있고, 오실레이션장치는 연마필름이 가공물의 표면에 접하도록 지지하는 접촉롤러, 접촉롤러 상하부에 연마필름의 이송경로를 확보하기 위한 상부, 하부롤러 및 요동장치의 전후 이동을 위한 공압실린더로 구성되었다. 접촉롤러는 요동장치 최 선단에 설치되어 공작물의 회전 시 발생하는 진동을 감소하고 표면 거칠기를 향상시키기 위해 외주면을 우레탄으로 제작되어 있고, 오실레이션장치는 캠축을 통하여 편심캠에 전달된 모터의 회전력으로 최소 1mm에서 7mm까지 좌우 오

실레이션 운동을 할 수 있도록 설계되어 있다.

제어장치부의 컨트롤러는 LG PLC K7-DR40S를 서보모터는 Servo drive CSM-08BB1ANT3을 적용하였으며, 작업조건에 따라 수동조작과 자동조작으로 구분할 수 있도록 구성하였다. 또한 연마기의 제어 시스템은 가공물의 표면에 냉각수를 공급하는 냉각공급단계와 필름 연마재가 일정한 장력을 가지도록 조절하는 장력조절단계, 상기 필름 연마재가 좌우 요동하도록 하는 요동단계, 좌우로 요동하는 필름 연마재가 가공물 표면에 접촉되도록 하는 접촉 단계, 상기 필름 연마재에 의해 가공물을 연마하는 연마단계를 포함하는 구성을 가지며, 각 단계는 동시 또는 순차적으로 자동 시행되는 특징이 있다.

Fig. 2에는 본 실험에서 사용되어진 수퍼피니싱 장치의 모습을 보여주고 있으며, Table 1에서는 본 장치의 제원을 나타내었다.

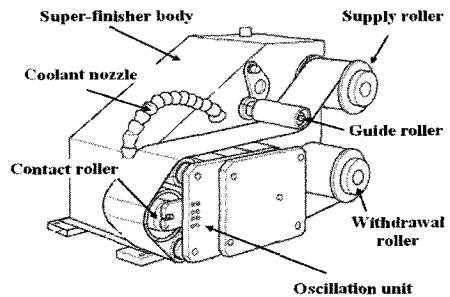


Fig. 1 Photograph of experimental equipment

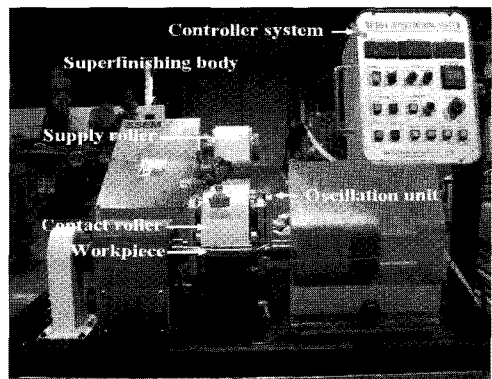


Fig. 2 Schematic diagram of experimental equipment

본 연구에서는 상기의 수퍼피니싱 장치를 이용하여 고능률적인 수퍼피니싱 조건을 결정하기 위한 일련의 실험을 수행하였다. 실험에 사용된 피

삭제는 일반적인 기계부품소재인 SM45C, Al7075, Brass 및 Ti 를 대상으로 하였으며 SM45C 는 선삭, 연삭가공 및 열처리를 거쳐, 그 외 의 피삭제는 선삭 가공만으로 1.5~2.0 μm 의 범위의 초기 표면 거칠기를 가지도록 하였으며, 연마필름은 연마입자가 수직으로 정렬되어 있어 거친 연마에 이용되는 Micro-finishing film(이하 MF 필름)을 사용하였다. 연마입자의 종류는 SM45C 의 경우는 Al_2O_3 입자를, Al7075, Brass 및 Ti 의 경우는 SiC 입자를 가지는 연마필름을 사용하였다.⁷ 연마된 공작물의 표면 거칠기는 Mytutoty 사의 촉침식 표면 조도계(SV-600)로 측정하였으며, 연마면의 관찰은 Olympus 사의 금속현미경(BX51M)을 사용하였다. 본 실험에서 적용한 연마조건은 Table 2 에 나타내었다.

Table 1 Specification of superfinishing device

| Items | Specification |
|-------------------|--|
| Oscillation speed | 0 ~ 1000(rpm) |
| Spindle speed | 0 ~ 1200(rpm) |
| Coolant flow rate | 0 ~ 36(ℓ /min) |
| X, Y axis stroke | X-axis : 0 ~ 600(mm) Y-axis : 0 ~ 200(mm) |
| Contact Pressure | 0 ~ 7kgf/cm ² |

Table 2 Experimental conditions

| Items | Conditions | |
|-----------------------------------|---|---------------------------------|
| Oscillation speed (V_o) | 250, 300, 500, 700, 750, 900, 1000 and 1100(rpm) | |
| Workpiece speed (V_w) | 50, 200, 300, 350, 400, 500, 600 and 800(rpm) | |
| Feed rate (V_f) | 5, 10, 15, 30, 45, 60, 75 105, 120, 135 and 150(mm/min) | |
| Contact pressure (Pa) | 1, 1.5 and 2(kgf/cm ²) | |
| Contact roller hardness (R_h) | 50, 70 and 90 (Hs) | |
| Workpiece | SM45C, Brass(C3604BD), Al(7075) and Ti(Grade2) | |
| Abrasive film | Kind film | Microfinishing film(MF) |
| | Kind of abrasive | Al_2O_3 and SiC |
| | Grain size | 30, 15 and 9(μm) |
| | Film width | 100(mm) |

3. 효율적 연마시간의 결정

Fig. 3 은 SM45C 를 대상으로 공작물속도 $V_w=1000\text{rpm}$, 오실레이션속도 $V_o=800\text{rpm}$, 필름이송속도 $V_f=20\text{mm/min}$, 롤러접촉압력 $Pa=1.5\text{kgf/cm}^2$ 의 조건으로 연마입자의 크기가 15 μm 인 MF 필름(MF-15 μm)을 사용하여 연마시간에 따른 연마면의 표면 거칠기 R_a 의 거동을 나타낸 그림이다. 표면 거칠기 값은 연마시간 3 초 간격으로 측정되었다. 연마표면의 돌출부를 제거하는 초기 연마가 진행되는 동안은 표면 거칠기의 급격한 향상을 보이다가 13 초 부근을 경과한 이후에는 R_a 의 값이 0.05 μm 정도로 안정한 값을 유지하고 있으며, 이때의 표면 거칠기를 최종 표면 거칠기라고 정의하였다. 이후로는 연마를 지속하여도 표면 거칠기의 개선을 기대하기 어려우며, 여기서 본 연구에서는 연마시간 13 초 부근을 이 연마조건에서의 효율적 연마시간(T_{opt})으로 정의 하였다. T_{opt} 가 짧다는 것은 단시간에 목표로 하는 표면 거칠기에 도달 할 수 있다는 것을 의미하며 T_{opt} 를 짧게 하는 연마조건이 효율적인 연마조건이라고 말할 수 있다. 본 연구에서는 다양한 연마조건에서 T_{opt} 값의 경향 비교에 대한 신뢰성을 부여하기 위하여 일련의 과정을 수행하였다. 즉, Fig. 3 에서 얻어진 실험데이터를 대상으로 최소자승법을 적용하여 2 차 함수로 커브피팅한 후 얻어진 곡선의 시간에 대한 표면 거칠기의 미분 값이 제로가 되는 연마시간을 T_{opt} 로 정의하였고, Fig. 3 에서의 T_{opt} 의 값은 12.6 초로 계산되었다. 다양한 조건에서 T_{opt} 를 결정 할 시에 각 조건에서의 초기 표면 거칠기, 데이터의 개수, 실험간격 및 시간을 동일하게 되도록 유의하였다.

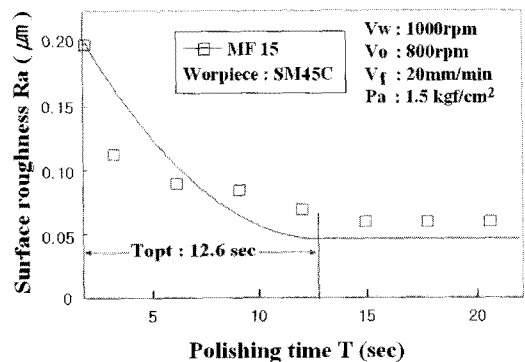


Fig. 3 Behavior of surface roughness according to polishing time

4. 효율적인 슈퍼피니싱 조건

4.1 입자크기의 영향

연마입자의 크기가 9 μm(MF9), 15 μm(MF15) 및 30 μm(MF30)인 연마필름을 사용하여 연마시간에 대한 표면 거칠기의 변화를 나타낸 것이 Fig. 4 이다. Fig. 4 의 결과를 토대로 3 장에서 서술한 Topt 결정방법에 입각하여 Topt 를 계산한 결과 MF30 의 연마필름을 사용한 경우는 Topt 가 10.05 초, MF15 의 경우는 12.6 초 및 MF9 의 경우는 14.85 초로 입자의 크기가 작으면 작을수록 예상하는 바와 같이 Topt 가 크게됨을 알 수 있었으며, 이러한 결과는 본 연구에서의 Topt 결정 방법이 타당함을 뒷받침하고 있다. 그러나 입자의 크기가 크면 클수록 최종연마면 표면 거칠기는 나빠지며, 연마면 거칠기를 더욱 향상시키기 위해서는 연마필름의 입자의 크기를 바꾸어 연마하는 연마필름 적용 단계에 대한 연구가 필요하다고 사료된다.

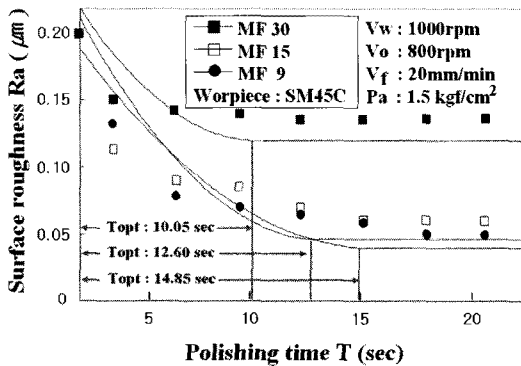


Fig. 4 Comparison of efficient polishing time according to various abrasive size

4.2 오실레이션 속도와 공작물회전속도의 영향

슈퍼피니싱을 수행할 때 가장 기본적 연마조건으로는 공작물회전속도와 오실레이션속도이며, 이 조건들이 가공물 표면조도를 지배한다고 할 수 있다. Fig. 5, Fig. 6 및 Fig. 7은 각각 SM45C 공작물을 대상으로 MF30, MF15 및 MF9 의 연마필름을 사용하였을 때 Vw 와 Vo 의 변화에 대한 최적연마시간 Topt 의 변화를 나타낸 그림이다. 그림에서 보는 바와 같이 어떠한 연마필름을 사용하더라도 공회 Vw 와 Vo 를 크게 하는 연마조건이 단위시간당의 연마 량이 많아지기 때문에 Topt 가 짧아져 효율적인 연마조건이라고 말할 수 있으며, 이러한 결과

는 SM45C 뿐만 아니라 Brass, Al7075 및 Ti 에서도 같은 경향을 나타내었다.

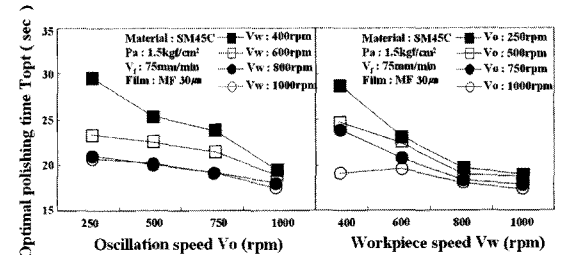


Fig. 5 Behavior of efficient polishing time according to oscillation speed and workpiece speed(at MF 30 μm)

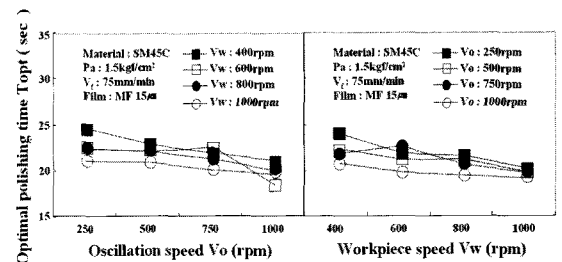


Fig. 6 Behavior of efficient polishing time according to oscillation speed and workpiece speed(at MF 15 μm)

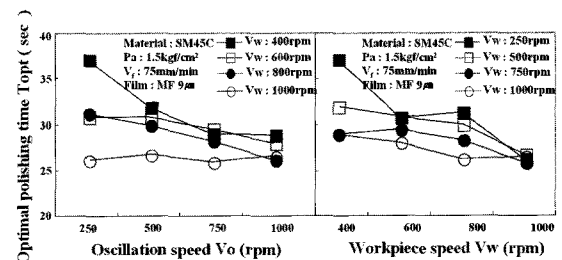


Fig. 7 Behavior of efficient polishing time according to oscillation speed and workpiece speed(at MF 9 μm)

4.3 접촉롤러의 압력 및 경도의 영향

롤러의 접촉압력과 경도(Rh)는 연마를 수행할 때 연마입자와 피삭재 간의 간섭면적을 결정하는 중요한 요소이다.

본 연구에서는 롤러경도는 롤러의 재질이 우레탄으로 되어 있기 때문에 쇼어 경도(Hs)를 사용하였다. Fig. 8은 롤러접촉압력과 경도의 변화에 따른

최종 표면 거칠기의 변화를 보여주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이, SM45C와 Brass의 경우는 접촉압력이 증가함에 따라 양호한 연마면을 생성하나 Al은 재료가 가지는 연성으로 인하여 접촉압력이 높아짐에 따라 역으로 연마면이 나빠짐을 알 수 있다. 또한, Ti은 접촉압력이 1.0kgf/cm² 일 경우는 연마가 가능하였으나, 물러접촉압력이 상대적으로 큰 1.5kgf/cm² 및 2.0kgf/cm²인 경우는 연마가 불가능하였다. 이는 Ti의 낮은 열전도성에 기인하여 연마 열이 입자와 필름의 결합력을 약화시켜 입자의 탈락을 초래하기 때문으로 추정된다.

또한, Fig. 8에서 보는 바와 같이, R_n가 크면 클수록 일반적으로는 입자와 공작물의 간섭면적이 커지기 때문에 공작물의 표면에 나쁜 영향을 주지만, Ti의 경우는 반대의 경향을 보여주고 있으며, 이러한 결과는 Ti의 특수한 기계적, 열적특성 및 일반 공구재료와 상이한 재료 제거 메커니즘에 기인한다고 생각한다.

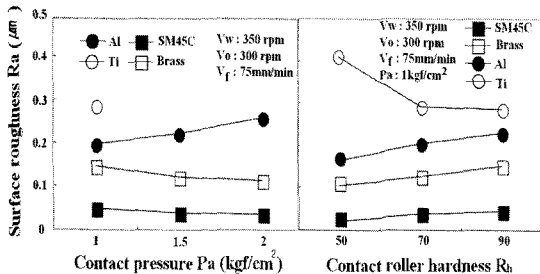


Fig. 8 Behavior of surface roughness according to contact pressure and contact roller hardness

5. 수퍼피니싱 범위의 결정

전술한 바와 같이 Ti을 연마하는 경우 물러접촉압력이 높으면 연마가 불가능한 경우가 발생한다. 이러한 현상은 다른 피삭재의 경우에도 나타나며, Fig. 9에서는 Ti과 Al을 대상으로 연마를 했을 때, 연마가 불가능했을 때(Damaged film)의 연마 필름 훼손상태를 연마가 가능했을 때(Non damaged film)와 비교하여 관찰한 예시를 나타내고 있다. Fig. 9에서 보는 바와 같이, 연마가 불가능한 조건에서 연마를 하면 과도한 연마력에 의해 백킹 필름(Backing film) 위에 붙어 있는 연마입자가 벗겨지는 현상(박리현상)이 나타나 연마불능상태가 되었음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 실험에 선정된 모든 피삭재에 대하여, 수퍼피니싱 장치에

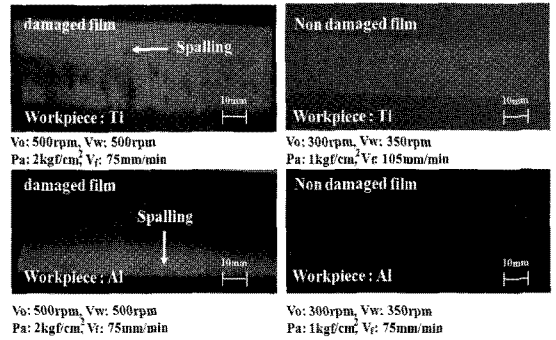


Fig. 9 Photograph of damaged film and non-damaged film

| Vf = 5mm/min | | | | | | | Vf = 50mm/min | | | | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| V _w /V _o | 100 | 300 | 500 | 700 | 900 | 1100 | V _w /V _o | 100 | 300 | 500 | 700 | 900 | 1100 |
| 50 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 200 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 350 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 500 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 650 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 800 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

| Vf = 100mm/min | | | | | | | Vf = 150mm/min | | | | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| V _w /V _o | 100 | 300 | 500 | 700 | 900 | 1100 | V _w /V _o | 100 | 300 | 500 | 700 | 900 | 1100 |
| 50 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 200 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 350 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 500 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 650 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 800 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

Fig. 10 Determination of polishable and non-polishable condition for SM45C (Pa = 1kgf/cm²)

| Vf = 5mm/min | | | | | | | Vf = 50mm/min | | | | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| V _w /V _o | 100 | 300 | 500 | 700 | 900 | 1100 | V _w /V _o | 100 | 300 | 500 | 700 | 900 | 1100 |
| 50 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 200 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 350 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 500 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 650 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 800 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |

| Vf = 100mm/min | | | | | | | Vf = 150mm/min | | | | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| V _w /V _o | 100 | 300 | 500 | 700 | 900 | 1100 | V _w /V _o | 100 | 300 | 500 | 700 | 900 | 1100 |
| 50 | x | x | x | x | x | x | ○ | ○ | x | x | x | x | x |
| 200 | x | x | x | x | x | x | ○ | ○ | x | x | x | x | x |
| 350 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 500 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 650 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| 800 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |

Fig. 11 Determination of polishable and non-polishable condition for Ti (Pa = 1kgf/cm²)

서 설정할 수 있는 모든 범위 내에서의 V_w, V_o 및 V_f의 조건을 변화시켜 연마작업을 수행한 후 연

마필름사진 촬영을 통하여 연마가능 조건과 불가능한 조건을 정리하였다. 여기서 정리한 결과의 일부를 SM45C 와 Ti 를 대상으로 각각 Fig. 10 과 Fig. 11 에 나타내었다. 그림에서 ○는 연마필름이 박리되지 않은 조건 즉, 연마가능조건을, ×는 연마 불가능한 조건을 표시하고 있다.

여기서 Fig. 12 와 Fig. 13 에는 Fig. 10 과 Fig. 11 의 결과를 토대로 각각 연마가능 영역 및 불가능 영역을 도시하고 있다. Ti 의 연마 한계때문에 Pa 를 1kgf/cm²으로 설정한 그림이 Fig. 12 이고, Pa 를 1.5kgf/cm² 및 2kgf/cm² 으로 설정한 그림이 Fig. 13 이다. 그림에서 나타난 바와 같이, SM45C 와 Brass 는 실험에서 사용한 수퍼피니싱 장치에서의 설정할 수 있는 모든 조건에서 연마가 가능하였으며, Ti 과 Al 은 재료의 기계적 성질에 기인하여 연마 가능 범위가 제한적임을 알 수 있다. 그러나 연마 가능 범위 내 조건이라 하더라도, Vw 와 Vo 는 Fig. 5, Fig. 6 및 Fig. 7 에서 제시된 바와 같이 크면 클수록 효율적임을 알고 있으나, V_f 의 경우는 효율성이 불투명하므로 이에 대한 고찰이 필요하다고 본다.

Fig. 14 는 각 피삭재에 대하여 가장 효율적인 Vw, Vo, Pa 및 Rh 의 조건으로 연마작업을 수행하였을 때, V_f 의 변화에 대한 최종표면 거칠기의 변화를 나타낸 그림이다. SM45C 및 Brass 는 V_f 가 30mm/min 부근에서, Al 은 15mm/min 부근에서 표면 거칠기를 가장 양호하게 하는 효율적인 조건임을 알 수 있다. 이는 V_f 를 작게 하면 연마입자가 과도하게 연마에 관여하여 연마표면을 손상시키며, 반대로 너무 빠르면 신생입자가 연마에 관여하므로 오히려 연마결과가 나빠지는 것으로 생각된다. 또한, Ti 의 경우는 가공가능 범위 내에서 가능하면 V_f 를 작게 하는 것이 효율적인 연마조건임이 확인되었다.

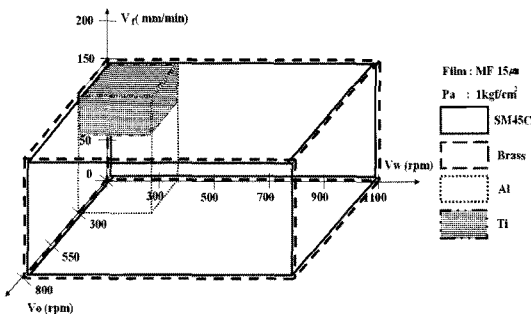


Fig. 12 Range of polishable superfinishing condition at Pa= 1kgf/cm²

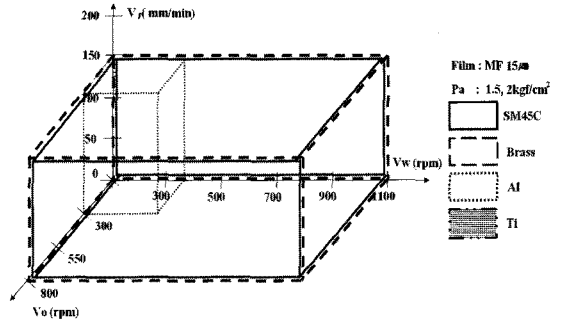


Fig. 13 Range of polishable superfinishing condition at Pa= 1.5 and 2kgf/cm²

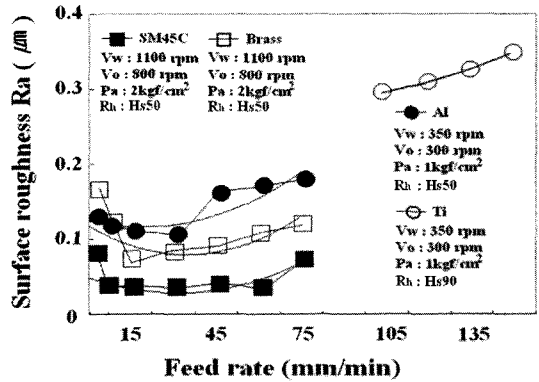


Fig. 14 Behavior of surface roughness according to feed rate of polishing film

6. 결론

본 연구에서는 생산현장에서 실용적이고 경제적으로 활용할 수 있는 효율적인 수퍼피니싱 조건을 결정하기 위한 일련의 실험적 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 공작물 회전속도(Vw) 및 오실레이션 속도(Vo)가 빠를수록 최적연마시간을 짧게 하는 효율적인 연마조건임이 확인되었다.
- 2) SM45C 와 Brass 는 롤러접촉압력 증가가 연마면의 거칠기를 좋게 작용하며, Al 에 대해서는 나쁘게 작용한다. 또한 Ti 은 접촉압력 1kgf/cm² 에서만 연마가 가능하였고, 롤러경도는 크면 클수록 SM45C, Brass 및 Al 에는 나쁜 영향을 주지만, Ti 에서는 긍정적인 영향을 미친다고 사료된다.
- 3) 본 실험에 적용된 모든 피삭재에 대하여 연마가능조건범위를 설정하였고, 효율적인 연마필름 이송속도를 결정할 수 있었다.

후 기

본 연구는 산업자원부 지방기술 혁신 사업(RT-104-01-03)지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Namba, Y. and Tsuwa, H., "Wear Process of Abrasive Belt-Studies on the Belt Grinding(3rd Report)," Japan Society of Precision Engineering, Vol. 38, No. 2, pp. 202-208, 1972.
2. Susuki, K., Uematsu, T., Ohashi, H., Kitajima, K., Suga, T., Imanaka, O. and Kobayashi, A., "Development of a New Mechanochemical Polishing Method with a Polishing Film for Ceramic Round Bars," Annals of the CIRP, Vol. 41, No. 1, pp. 339-342, 1992.
3. Chung, W. J., Kim, J. M., Park, K. B., Ju, J. H. and Sin, O. C., "A Study on Design of Polishing Film Transfer Guide by using TRIZ," Proc. of KSPE Autumn Conference, pp. 387-388, 2006.
4. Hanaoka, T., Sakamiya, K., Kobayashi, A. and Harada, M., "Abrasive Belt Grinding Performance," Annals of the CIRP, Vol. 25, pp. 225-228, 1976.
5. Kuppuswamy, G., "An Investigation of the effect of magnetic Field on Electrolytic Diamond Grinding," Wear, Vol. 54, No. 2, pp. 257-272, 1979.
6. Kim, H. B., Kim, K. S. and Namgung, S., "A Study on the Mirror Surface Finishing of SM45C using Micro Abrasive Film," Journal of the Korean Institute of Industrial Educators, Vol. 22, No. 1, pp. 190-198, 1997.
7. Jung, S. Y., Jung, Y. G. and Sin, O. C., "A Study on the practical Application Conditions of Polishing Film for High-Efficiency Superfinishing," Proc. of KSMPE Autumn Conference, pp. 115-121, 2008.