

연마필름을 이용한 티타늄의 수퍼피니싱 특성에 관한 연구

A Study on Superfinishing Characteristics of Titanium Using Polishing Film

*김진섭¹, 박기범², 신오철³, 정윤교⁴

*J. S. Kim¹, G. B. Park², O. C. Shin³, Y. G. Jung⁴ (ygjung@changwon.ac.kr)

¹ 창원대학교 기계공학과, ² 창원대학교 기계공학과 대학원, ³ 솔로몬메카닉스, ⁴ 창원대학교 기계공학과

Key words : Superfinishing device, Polishing film, Surface roughness, Titanium

1. 서론

최근 티타늄은 자동차, 가전, 전자 제품 등의 첨단산업분야에서 그 적용범위를 넓히고 있다. 그러나 티타늄은 열전도율이 매우 작아 가공 중에 발생한 열이 방출되지 않고 축적되는 특징이 있어 가공의 손상과 마멸을 촉진하는 난삭재에 속하는 재료이다.

따라서, 본 연구는 기 개발된 연마필름을 이용한 수퍼피니싱 장치⁽¹⁾를 이용하여 티타늄을 경면에 가까운 최종 표면 거칠기를 얻기 위하여 티타늄의 재종, 연마필름의 종류, 필름의 이송속도, 연마입자의 크기에 따른 티타늄의 수퍼피니싱 특성 파악을 하는데 그 목적이 있다.

2. 실험장치 및 실험방법

본 연구에서 사용되어진 수퍼피니싱 장치는 가늘고 긴 원형봉의 수퍼피니싱을 위한 장치로 연마필름의 이송과 오시레이션속도의 변화가 가능하도록 설계되었다. 수퍼피니싱시에는 오실레이션속도, 공작물의 속도, 롤러접촉압력, 롤러경도는 일정하게 유지하여 연마하였으며, 연마필름의 이송속도는 다양하게 변화시켰다. 연마필름은 입자의 종류가 다이아몬드인 랩핑필름(DLF)과 입자의 종류가 SiC 인 마이크로 피니싱필름(MF)을 사용하였다. Fig. 1은 본 연구에서 사용 되어진 실험 장치를, Table 1에서는 본 실험에서의 실험 조건을 나타내고 있다.

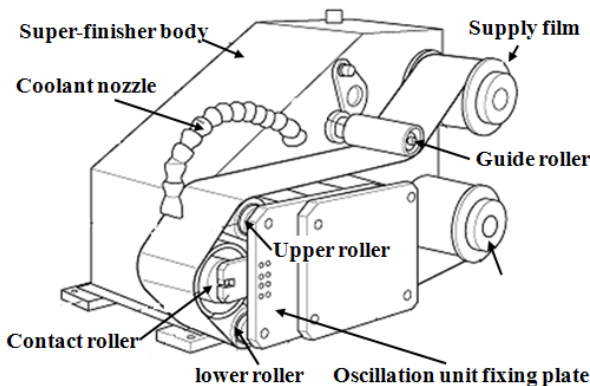


Fig. 1 Photograph of experimental equipment

Table 1 Experimental conditions

Items	Conditions
Oscillation speed (V_o)	50 (rpm)
Workpiece speed (V_w)	100 (rpm)
Feed rate (V_f)	50, 100, 150, 200, 300 (mm/min)
Contact pressure (P_a)	1 (kgf/cm ²)
Contact roller hardness (R_h)	90 (Hs)
Workpiece	Pure Titanium (G2) Titanium alloys (G5)
Polishing film	Micro-finishing film (SiC) (15 μ m, 9 μ m) Diamond lapping film (15 μ m, 9 μ m, 6 μ m, 3 μ m)

피삭재는 Fe가 0.2% 포함되어진 순수티타늄(G2)와 Fe0.4%, Al이 약 0.6%정도, V가 약 4.0%함유되어진 티타늄합금(G5)을 사용하였다. Table 2는 G2와 G5의 화학적 성분을 나타내고 있으며, Table 3는 G2와 G5의 기계적성질을 보여주고 있으며, 비교를 위하여 SM45C의 기계적성질도 같이 나타내었다. 표에서 보는바와 같이 순수티타늄은 연신율을 제외한 모든 항목의 기계적성질에서 타 재료에 비하여 낮게 나타남을 알 수 있고 이러한 성질이 연마특성에 크게 영향을 미칠 것으로 사료된다.

Table 2 Chemical composition of Titanium (G2, G5)

	O (%)	N (%)	C (%)	H (%)	Fe (%)	Al (%)	V (%)
Pure Titanium (G2)	0.25	0.03	0.08	0.015	0.2		
Titanium alloys (G5)	0.2	0.05	0.08	0.015	0.4	5.5~6.75	3.5~4.5

Table 3 Mechanical properties of Titanium (G2, G5) and SM45C

	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)	Hardness (Hv)
SM45C	343	569	20	167~229
Pure Titanium (G2)	275	345	20	160~200
Titanium alloys (G5)	795	860	10	310~350

3. 실험결과 및 고찰

Fig.2는 입자의 크기를 15 μ m, 6 μ m 및 3 μ m인 DLF 필름을 사용하여 G2(Fig.2(a))와 G5(Fig.2(b))공작물을 대상으로 연마시간에 따른 표면거칠기의 거동을 나타낸 그림이다. 그림에서 보는바와 같이 G5를 연마한 경우는 입자의 크기에 관계없이 연마시간에 따라 거칠기의 변화가 거의 같은 경향을 보이는 반면, G2를 연마한 경우는 15 μ m의 연마필름을 사용한경우가 3 μ m의 경우보다 연마시간에 따른 거칠기의 변화가 더욱 좋아짐을 알 수 있다. 이는 기존의 SM45C⁽²⁾의 연마결과와는 상반되며, 이러한 결과는 순수티타늄의 기계적성질에 기인하여 입자가 작을수록 피삭재의 표면에 소성적 손상을 발생시킨 결과로 추측된다.

Fig.3은 연마필름의 이송속도를 V_f 를 50mm/min, 100mm/min 및 200mm/min DLF필름을 사용하여 G2(Fig.3(a))와 G5(Fig.3(b)) 공작물을 대상으로 연마시간에 따른 표면거칠기의 거동을 나타낸 그림이다. 그림에서 G5의 경우는 연마필름의 이송속도의 변화와 무관하게 연마시간의 증가에 대한 거칠기의 거동이 같은 경향을 보이지만 G2의 경우는 같은 크기의 입자의 경우라면 V_f 를 크게 하는 것이 거칠기의 개선에 유리 할 것으로 사료된다.

다음으로 Fig.4는 Fig.3의 조건에서 입자의 종류를 MF로 바꾸어서 연마한 결과를 보여주고 있다. Fig.4에서 보는 바와 같이 G5의 경우는 V_f 를 낮추면 표면거칠기의 개선을 기대 할 수 있으나 G2의 경우는 반대로 V_f 를 크게 하는 것이 표면거칠기의 개선에 도움이 됨을 알 수 있다.

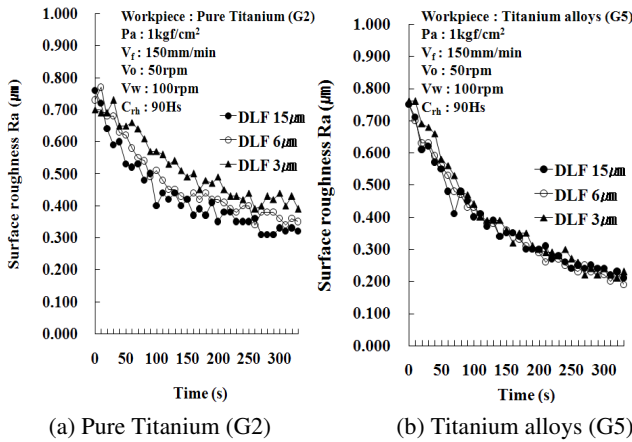
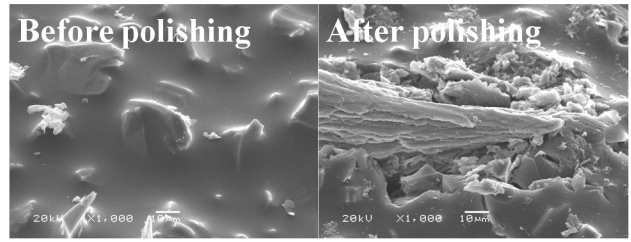
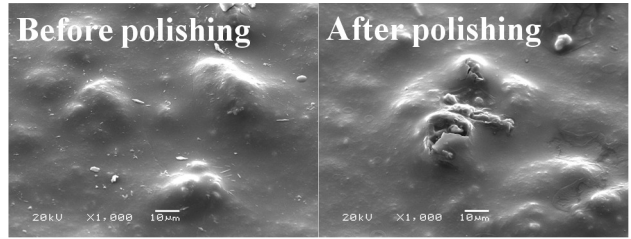


Fig. 2 Comparison of the behavior of surface roughness according to the time when change the size of the abrasive grain



(a) MF 15μm film



(a) DLF 15μm film

Fig.5 Photograph of abrasive grain using SEM

순수티타늄은 그 변형기구가 일반금속과는 다르게 쌍정에 의하여 변형되어지기 때문에 이것이 순수티타늄의 연마특성에 관여 될 수 있으며 이에 대한 연구도 필요하다고 본다.

또한, Fig.3과 Fig.4의 결과에서 알수 있는바와 같이, DLF와 MF 필름을 G2 및 G5에 적용하여 그 결과를 비교하여 보면 표면거칠기의 개선효과 뿐만 아니라 최적연마시간⁽¹⁾의 측면에서도 별다른 차이를 보이지 않은 것으로 보아 G2 와 G5의 연마에는 경제적인 문제를 고려하면 MF 필름이 유리할 것으로 판단된다.

4. 결론

본 연구에서는 순수티타늄과 티타늄합금을 대상으로 경면에 가까운 최종 표면 거칠기를 얻기 위하여 연마필름의 종류, 필름의 이송속도, 연마입자의 크기에 따른 티타늄의 수퍼피니싱 특성 파악하기 위하여 일련의 실험을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 순수티타늄을 다이아몬드입자로 연마한 경우 티타늄합금과는 다르게 입자의 크기가 작으면 표면거칠기를 악화시킴이 확인되었다
- (2) 순수티타늄의 연마에 다이아몬드입자를 사용한 경우는 같은 크기의 입자라면 연마필름이송속도를 크게 하는 것이 거칠기의 개선에 유리할 것으로 사료된다.
- (3) SiC입자를 티타늄합금연마에 사용한 경우는 연마필름이송속도를 낮추면 표면거칠기의 개선을 기대할 수 있으나 순수티타늄의 경우는 반대로 연마필름이송속도를 크게 하는 것이 표면거칠기의 개선에 도움이 됨을 알 수 있다.
- (4) 경제적측면에서 SiC 입자가 다이아몬드 입자 보다 티타늄의 연마에 유리함이 확인되었다.

후기

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI04-01-03)지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. S. Y. Jung, K. B. Park, Y. G. Jung, and S. Y. Jung, "An Experimental Study on the Dermination of Efficient Superfinishing Conditions Using Polishing Film", Journal of the Korean Society for Precision Engineering Vol. 26, No. 8, pp. 55-61, 2009.
2. O. C. Shin, "A Study on High-efficiency Centerless Superfinishing Conditions using Abrasive film", pp. 8-11, 2007.

Fig. 3 Comparison of the behavior of surface roughness according to the time when change the feed rate (DLF 15μm)

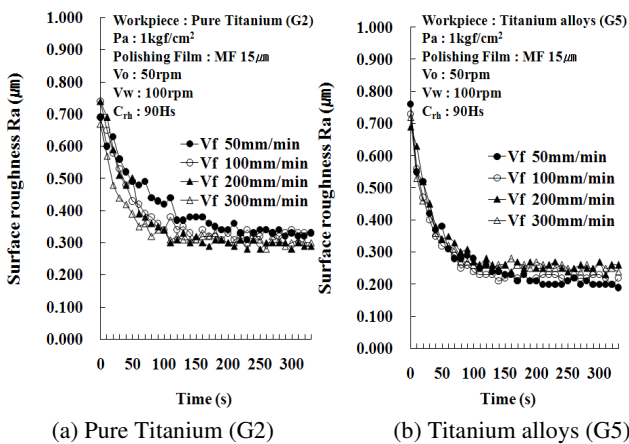


Fig. 4 Comparison of the behavior of surface roughness according to the time when change the feed rate (MF 15μm)

이는 합금티타늄인 G5는 경도 등의 기계적성질이 우수하므로 V_r를 작게 하면 상대적으로 무디어진 입자가 강한 피삭재의 연마에 관여하므로 표면거칠기가 향상되는 것으로 생각되며, G2의 경우는 피삭재의 경도가 약하기 때문에 G5의 경우와는 다르게 무딘 입자가 오히려 연마표면을 크게 손상시키는 것으로 추측된다. Fig.5에는 MF 필름(Fig.5(a))과 DLF 필름(Fig.5(a))의 연마 전과 연마후의 전자현미경사진을 나타내었다.