

전해 드레싱용 래핑지석의 개발 및 성능평가

송지복(부산대), 이은상(세종대), 최재영*(부산대 대학원)

Development of lapping wheel for Electrolytic Dressing and evaluation of performance

J. B. Song(Pusan Univ.), E. S. Lee(Sejong Univ.) , J. Y. Choi*(Pusan Univ. Grad)

ABSTRACT

Application of ceramics, carbide, ferrite has grown considerably due to significant improvement in their mechanical properties such as light weight, chemical stability, super wear resistance and electrical. Despite these character, the use of hi-tech material has not increased because of poor machinability. The method of using of metal bond wheel was proposed. But it is difficult that metal bond wheel can be dressed. Recently, the technology of in-process electrolytic dressing is developed to solve this problem. This method need wheel for electrolytic dressing, power supply and electrolyte. But development of wheel for electrolytic dressing is the most need. The aim of this study is development of wheel for electrolytic and appraisalment of CIB-diamond lapping wheel

Key Words : hi-tech material(첨단 재료), In-process Electrolytic(연속 전해 드레싱), CIB-diamond lapping wheel(주철본드 다이아몬드 래핑 스톨)

1. 서론

전기 전자 우주 관련 산업이 발달됨에 따라 보다 극한적인 환경 조건하에서도 뛰어난 내열성, 내식성, 기계적 강도, 전자기적 특성을 가지며 치수의 정밀도가 좋은 재료가 각광을 받고 있다.

이러한 재료에는 세라믹스를 비롯하여 초경합금, 페라이트체가 있으며 재료의 특성은 난삭성과 취성이 높다는 것이다. 그러므로 이러한 첨단 난삭재를 효율적으로 가공하기 위한 공구가 필요하게 되었고 그 중에서도 메탈 본드 스톨의 이용이 필수 불가결하게 되었다.⁽¹⁾

메탈 본드 스톨은 레진, 비트리파이즈 결합제로 제작된 휠에 비해 고강성, 자기 윤활성을 가지며 연삭비가 현저히 높지만 이러한 메탈 본드 스톨의 이용에 있어서 가장 큰 문제는 드레싱의 어려움이다. 따라서 최근에는 이러한 문제를 해결하기 위해서 연속 전해 드레싱 기술이 개발 되었다.⁽²⁾⁻⁽³⁾

그리고 이러한 연속 전해 드레싱을 안정적으로 적용하기 위해서는 크게 3가지 요소가 필요하다.

첫째, 전해 드레싱용 스톨이 필요하다.

전해 드레싱시 안정적으로 산화막이 생성 될 수 있는 스톨이 필요하다.

둘째, 전해 드레싱용 파워 서플라이가 필요하다.

전해 드레싱시 안정적으로 전류를 공급해 주어야 한다. 일반적으로 고주파 직류 펄스 전압을 사용하는 전용 전원 장치를 사용한다.

셋째, 전해액이 필요하다.

전해액은 메탈 본드 스톨(+)과 전극(-) 사이를 흐르면서 전류를 흐르게 하며 절삭유제의 역할도 한다. 이상과 같이 세 가지의 주 요소 중 현재 우리나라에서 가장 개발이 필요한 부분이 메탈 본드 스톨 부분이다.

본 연구에서는 전해드레싱용 메탈 본드 래핑 스톨을 적절 개발 제작하여 제작되어진 메탈 본드 래핑 스톨을 래핑 머신에 장착하여 연속 전해 드레싱 기법을 적용하여 세라믹재를 가공하여 그 성능을 평가 하였다

2. 전해 드레싱용 메탈본드 슷돌의 개발

전해 드레싱용 메탈 본드 지석을 제작하기 위해서는 우선 금형을 제작하여 결합제와 다이아몬드 입자 그리고 기계-화학적 작용의 입자를 함께 섞은 후 금형에 충전 시킨 후 750°C, 2 ton/cm² 로 가압 성형 하여 소결 시켰다.

지석을 전도성 본드를 이용하여 부착 시킨 후 드레싱을 하여 완성하였다 Fig. 1은 래핑 슷돌 제작 과정을 나타 내었다.

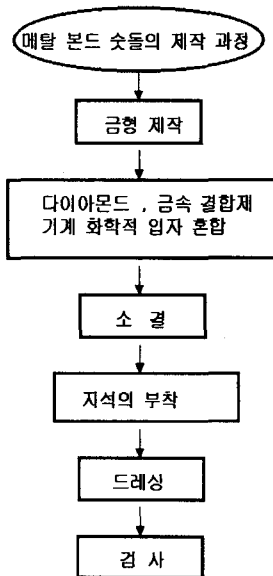


Fig. 1 Processor metal bonded diamond wheel

3. 연속 전해 드레싱 래핑의 원리

약전도성 전해액에 의한 전해 드레싱에 연속성을 부여함으로써 초지립 지석을 안정적으로 가공에 이용할 수 있는 드레싱 방법을 연속 전해 드레싱(In-Process Electrolytic Dressing)이라고 한다.

Fig.2는 연속 전해 드레싱 래핑법의 메카니즘을 나타낸 것으로서 미세한 다이아몬드 연마재를 가진 메탈본드 슷돌은 트루잉 작업 후에는 연마재와 결합제는 평탄화 되며(①)연마성이 저하 된다.

그래서 초기 전해 드레싱을 통하여 결합제를 용출하여 연마재를 들출시킨다(②)

이 전해현상에서는 래핑 슷돌의 결합제가 수 μm 용출한 후 빠르게 부도체 피막(수산화철, 산화철 등)에 의한 절연층이 래핑 슷돌 표면에 형성되고 과도한 용출은 방지된다.(③)

그리고 래핑을 시작하면 공작물이 이 부도체 피막과 접촉하여 연마재가 마멸된 분량만큼 피막이 벗겨진다(④). 이렇게 되면 피막에 의한 절연이 저하 되고 또다시 결합제가 필요한 양만큼 용출되어 연마재의 들출이 유지된다.(⑤)

이 천이 상태(연속 전해 드레싱 사이클)에 의해 다시 새로운 연마재가 들출 되어져 안정된 가공이 진행된다. 이러한 연속 전해 드레싱 래핑의 자율적인 제어 기능에 의해 초정밀의 가공이 유지된다.

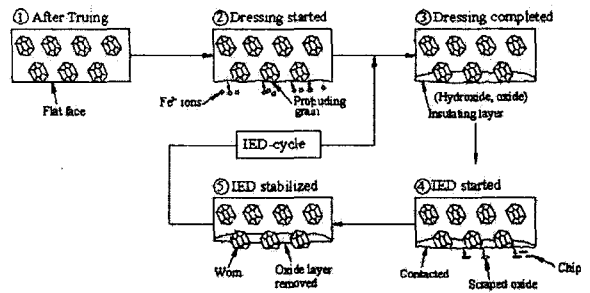


Fig. 2 Mechanism of IED lapping

4. 실험 장치 및 방법

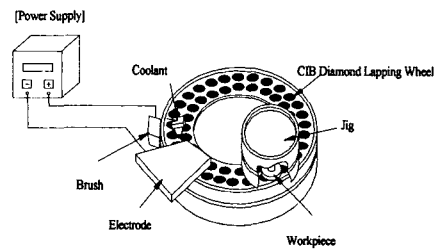


Fig. 3 Schematic drawing of In-Process Dressing lapping experimental setup

Fig.3는 본 실험장치의 구성도를 나타낸 것이다.

제작 되어진 메탈 본드 다이아몬드 래핑 슷돌을 일반 래핑기에 장착을 한다.

전원 공급 장치의 양극은 흑연 브러쉬를 사용하여 래핑 슷돌에 장착하고, 음극은 전극에 장착하고

래핑숫돌 표면과 전극사이를 0.4mm로 유지하고 이 사이로 전해액을 공급하여 전해현상을 발생시켰다.

또한 공작물을 고정시키기 위해 주철로 된 리테이너(retainer)와 일정한 가압력을 가할 수 있는 지그(Jig)로 구성 하였다.

정압을 가하는 방법은 공작물의 표면거칠기와 평탄도를 쉽게 얻을 수 있는 가공 방법이다.⁽⁴⁾

Table 1 Specifications of In-Process Electrolytic Dressing Lapping System

Lapping Machine	Single-sided Lapping Machine [Alpha precision IND.CO.]
Lapping Wheel	Cast Iron Bonded Diamond Lapping Wheel(CIB-D) (Ø 180 X W25 mm #3000 conc.100) (Ø 180 X W25 mm #600 conc.100)
Power Supply	IEDS Power Supply
Workpiece	Ceramics (Al_2O_3 , Ø 31 mm)
Electrolytic fluid	Solution type(20:1)
Measuring Instrument	Taylor-Hobson

Table 1은 본 실험 전체에 사용된 시스템의 사양을 나타낸 것이다. 이 실험에서 사용된 전극은 래핑숫돌 크기의 1/8크기로 구리로 제작되었고, 연속 전해 드레싱을 위한 전원은 펄스 유지, 휴지 시간($\tau_{on/off}$)을 10 μ s로 하고 전압은 최대 90V 까지이며 I_p 값은 0-19A사이에 조절이 가능하다. 전극과 숫돌의 간격은 간극게이지(Gap Gage)를 사용하여 0.4mm를 유지시켰으며 트루잉을 시킨 후 물로 희석시킨 전해액을 사용하여 피크전류(I_p)를 10A 펄스 유지, 휴지 시간($\tau_{on/off}$)을 10 μ s로 초기 드레싱을 20분 동안 실시하였다. 시편은 #325 래핑숫돌을 사용하여 초기 가공을 실시하였다.

실험은 우선 #3000 래핑 숫돌을 사용하여 전해 드레싱을 적용시키지 않고 가공 시간에 따른 표면 거칠기 값과 전해 드레싱을 적용한 후 가공시간에 따른 표면 거칠기 값을 비교분석 하였다.

표면거칠기 값은 시편의 4 부위를 지정하여 측정하여 최대값과 최소값의 범위와 평균값을 표시하였다.

또한 #600 래핑 숫돌을 이용하여 전해 드레싱을 적용하지 않고 가공 시간에 따른 제거량과 전해드레싱을 적용한 후 가공시간에 따른 제거량을 비교하였다.

5. 전해 드레싱 래핑 숫돌의 성능평가 실험 결과 및 고찰

5.1 초기 드레싱시의 전해 특성

연삭 작업에 들어가기 전에 모든 숫돌은 트루잉과 초기드레싱 과정을 거치게 된다.

실험에 앞서 먼저 래핑 숫돌을 트루잉 하였다.

Fig.4는 초기 전해 드레싱시 시간에 지남에 따라 전압과 전류의 거동을 표시한 것이다.

초기 전해드레싱을 시작한지 15분이 지남에 따라 전류값은 급격히 감소 하고 전압값은 증가 하고 있다. 40분이 경과 하면 거의 일정한 전류값과 전압값을 유지하게 된다.

이렇게 전류값과 전압값이 변화하는 것은 초기 전해드레싱이 진행됨에 따라 금속이온이 용출 되고 산화철 등의 생성물로 숫돌 표면에 쌓이게 된다. 이 절연 피막의 증가로 인하여 숫돌과 전극간의 전도성의 저하로 연결되고 드레싱 전류는 저하 되는 반면에 전압은 상승하게 된다.

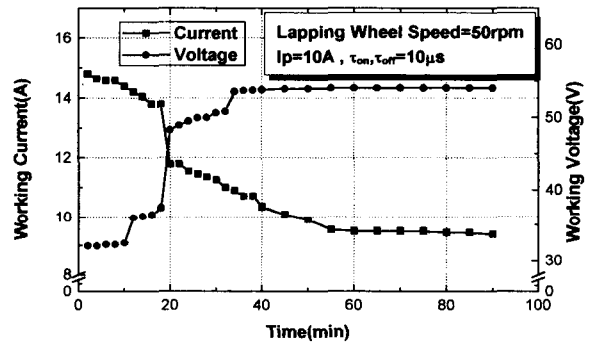


Fig. 4 Electrical behavior of pre-dressing

5.2 가공 시간에 따른 표면 거칠기

Fig. 5와 Fig .6은 #3000의 초지립 메탈 본드 래핑 숫돌에 연속 전해 드레싱을 적용한 경우와 적용하지 않은 경우에 가공 시간에 따른 표면 거칠기 변화를 나타낸 것이다.

Fig. 5와 Fig. 6을 비교해 보면 서로 상반되는 현상임을 알 수 있는데, 이는 연속 전해 드레싱을 적용한 경우는 래핑 가공 중에 일정하게 연속적으로 드레싱이 되므로, 눈막힘, 날무덤 과 같이 공작물의 표면 거칠기 값에 좋지 못한 영향을 주는 현상이 발생 되지 않아 표면 거칠기가 향상 된다.

연속 전해 드레싱을 적용하지 않은 경우는 가공 중 눈막힘, 날무덤 현상으로 가공시간이 증가함에 따라 표면 거칠기가 나빠짐을 알 수 있다.

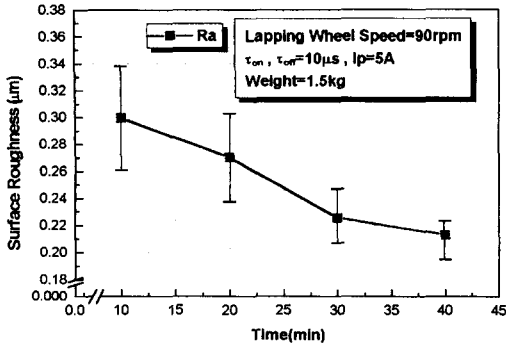


Fig. 5 Relationship between surface roughness and lapping time (with IED)

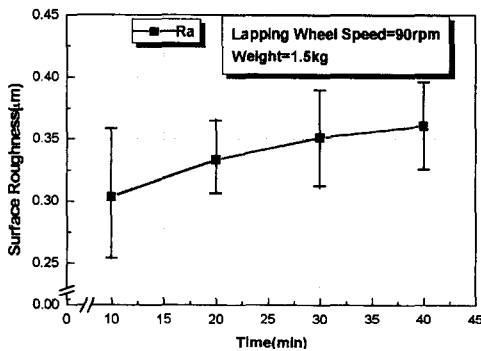


Fig. 6 Relationship between surface roughness and lapping time (without IED)

5.3 가공시간에 따른 제거량

Fig. 7은 #600의 메탈 본드 래핑 스톨을 사용하여 전해드레싱을 적용한 경우와 전해드레싱을 적용하지 않은 경우를 보여 준다.

Fig. 7와 같이 가공 후 시간이 지남에 따라 전해드레싱을 적용한 경우에는 가공량이 일정하게 유지되지만 전해드레싱을 적용하지 않은 경우에는 시간이 지남에 따라 가공량이 감소한다.

이것은 시간이 지남에 따라 눈매움, 날부딪 현상이 발생하여 다이아몬드 입자가 래핑 작용을 하지 못하기 때문에 발생하는 것이다.

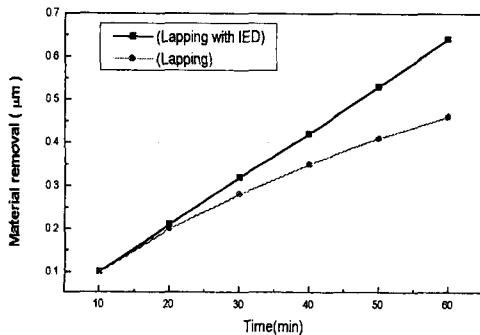


Fig. 7 Comparison of material removal between lapping(with IED) and lapping

6. 결론

본 연구에서는 초정밀 가공을 위한 초지립 메탈 본드 래핑 스톨과 고능률 가공을 위한 메탈 본드 래핑 스톨을 제작하여 연속 전해 드레싱을 적용한 세라믹재(Al_2O_3)의 래핑 가공에서 가공시간에 따른 표면거칠기 값과 가공 능력의 고찰을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 제작 되어진 메탈 본드 스톨은 전해시 안정적으로 산화막이 형성되었다.
- (2) 연속 전해드레싱을 적용한 래핑에서 가공시간이 지남에 따라 표면 거칠기 값이 일정시간 까지 향상되다가 안정화되었다.
- (3) 일반 래핑 스톨 가공시 시간이 지남에 따라 표면 거칠기 값은 증가한다.
- (4) 연속 전해 드레싱을 적용한 래핑에서 가공 시간이 지남에 따라 세라믹재의 제거량은 일정하게 유지 된다.
- (5) 연속 전해 드레싱을 적용시 세라믹재를 $10 \mu\text{m}/\text{min}$ 의 고능률 가공을 달성 하였다.

7. 참고 문헌

- (1) Matsuo, T and Okamura, "Wear Characteristic of General and Superhard Abrasive Grain against Various Hard Materials" Annals of the CIRP, Vol.30,1981,pp.233 ~ 237.
- (2) E.S.LEE and J.D.Kim "A Study on the Analysis of Grinding Mechanism and Development of Dressing System by using Optimum In-Process electrolytic Dressing" Int.J.Mach. Tools. Manufact.Vol .37,No.12,1997,pp.1673 ~ 1681.
- (3) N.Itoh and H.Ohmori "Finishing Characteristic of ELID-lap grinding Using Ultra Fine Grain Lapping Wheel "International Journal of JSPE, Vol.30,1997,pp.305 ~ 308.
- (4) N.itoh and H.Ohmori "Mirror Surfaces Finishing on Double Sided Lapping Machine with Elid"International conf. and general meeting of the european society for precision engineering and nano-technology 1999,pp.266 ~ 269.