

# 연속전해드레싱을 적용한 머신어블 세라믹의 가공특성연구 A study on machining characteristics in ultra-precision lapping of machinable ceramic applying IED(In-process Electrolytic Dressing)

\*황성철<sup>1</sup>, 김백겸<sup>1</sup>, 원종구<sup>1</sup>, #이은상<sup>2</sup>

\*S. C. Hwang<sup>1</sup>, B.K.Kim, K.J. Won<sup>1</sup>, #E. S. Lee(leees@inha.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 인하대학교 기계공학과, <sup>2</sup> 인하대학교 기계공학과

Key words : IED(In-process Electrolytic Dressing), Machinable ceramic, Ultra-precision Lapping,

## 1. 서론

내식성 내마멸성의 특성을 갖고 있는 세라믹은 전자기기, 생체, 광학 등 첨단산업에 그 사용범위가 증가 하고 있다. 하지만 가공이 어렵다는 단점을 갖고 있어 제품의 가공비용이 제작비의 대부분을 차지한다는 비효율적인 면을 보여 공작기계와 고속도강, 초경합금을 이용하여 절삭가공이 가능한 머신어블 세라믹을 개발하였다. 머신어블 세라믹은 질화붕소(BN) 또는 운모 결정의 벽계성 등을 이용한 복합제이며 질화붕소(BN)-세라믹(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, AlN)계의 복합재료는 운모계 결정화 유리에 비하여 내열성, 강도 및 열전도성 등이 우수하다. 질화붕소(BN)-세라믹(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, AlN)계의 머신어블 세라믹은 BN의 함량에 따라 가공특성이 다르게 나타난다.<sup>1,2</sup>

고품질의 연삭 가공성능을 위해서 효과적인 드레싱방법 적용으로 가공 시에 슛들의 입자마멸 또는 절삭칩의 응착 등에 의한 가공 방해인자를 제거하여 슛들의 날 끝에 대한 연삭 성능을 유지하는 것이 필요하다.

연속전해드레싱은 연삭스�들의 가공면(음극)과 마주보는 전극(양극)사이에서 전도성 수용액을 통과 시켜 전해작용을 발생하도록 하여 가공 중에도 연삭스�들의 드레싱이 계속해서 이루어질 수 있게 한다. 이에 연속전해드레싱은 이 같은 문제를 해결할 수 있는 새로운 드레싱기법이다.<sup>3,4</sup>

별도의 공작물의 절입 깊이가 조절장치가 없는 Lapping공정에서 가압의 변화는 Grinding공정에서 절삭 깊이를 조절하는 것과 같다.

본 논문은 연속전해드레싱 기법을 적용하여 머신어블 세라믹에 대한 가압조건에 따른 표면 거칠기 변화를 연구하였다.

## 2. 실험장치구성

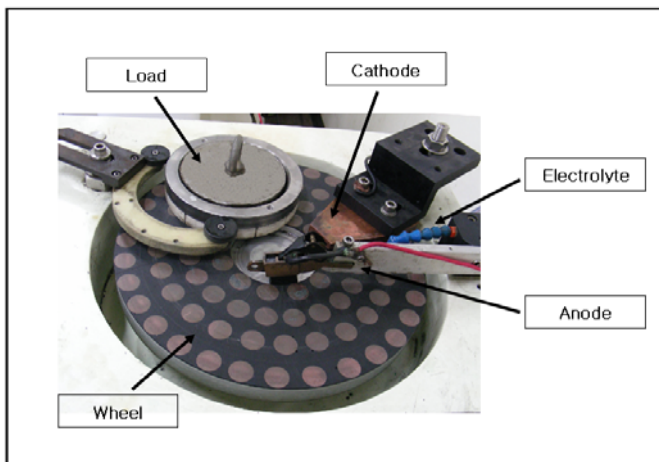


Fig.1 IED Lapping Machine

Fig.1과 같이 통전이 가능한 초지립 메탈 본드 슛들에 흑연 브러쉬를 사용하여 양극을 연결하고, 순동으로 제작된 전극에 음극을 장착하였다. 슛들과 전극사이 전도성 전해액(수용성)을 통과 시키고 드레싱 량과 부도체 피막 두께의 제어성을 높이기

위해 고주파 직류 펄스를 공급하였다. 공작물을 고정하기 위해 리테이너와 텀플릿을 사용하고 가압조건을 주었다. 가공시간이 경과 하면서 전해액의 불순물로 인하여 원활한 전해작용이 저하되는 것을 방지하기 위해 필터를 설치하였다.

## 3. 실험 방법

Table 1 Specifications of the In-process Electrolytic Dressing lapping system

Lapping Machine	In-process Electrolytic Dressing lapping machine
Lapping Wheel	Cast-iron metal-bonded diamond lapping wheel(CIB-D) (∅ 380×W25 mm #2000 conc.100)
Power Supply	IEDS power supply τ on/off 0 - 999 us voltage 0 - 90 V Ip 0 - 30 A
Electrolytic Fluid	Solution type
Workpiece	Machinable ceramic (Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> , BN: 0, 10, 20, 30%)

본 실험에서는 전해 수용성 절삭액을 사용하고 피크전류(Ip)를 25A, 펄스유지, 휴지시간(T<sub>on-off</sub>)을 각각 20μs 와 10μs의 상태로 초기 전해드레싱을 실시하였고 초기 전해 드레싱 종료 후 BN의 함유량이 0%, 10%, 20%, 30%인 4가지 머신어블 세라믹을 사용하여 가압조건을 2.5kg, 5kg, 10kg 15kg으로 변화하며 각 10분 동안 가공하였다. Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 세라믹의 래핑 공정 후 Taylor-Hobson 표면 조도 측정기를 이용하여 시편의 표면 거칠기를 측정하여 표면 거칠기에 대한 가압조건의 영향을 살펴보았다.

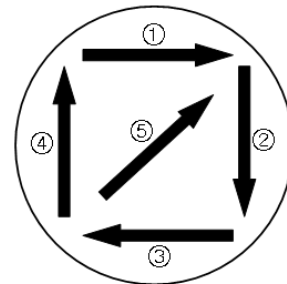


Fig. 2 Measurement of surface roughness

측정은 Fig.2의 화살표와 같이 한 시편 당 5회 Ra 값 측정을 실시하였다.

## 4. 실험결과

### 4.1 가압에 따른 표면 거칠기 변화

Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 머신어블 세라믹 시편을 실험방법에서 제시한 조건 하에 래핑가공을 하였으며, 질화붕소(BN) 함유량은 0%, 10%, 20%, 30% 이었고, 가압조건을 2.5kg, 5kg, 10kg, 15kg 으로 변화하며

10분 동안 래핑가공 후 표면 거칠기를 측정하였다.

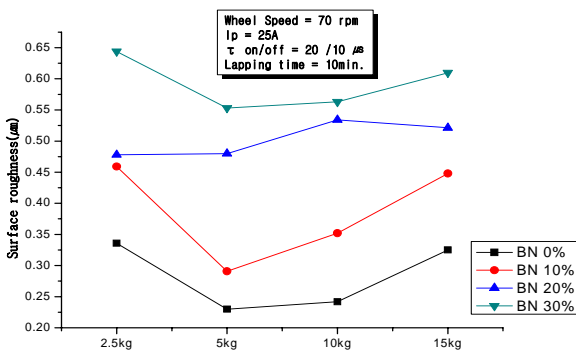


Fig.3 Surface roughness of Machinable Ceramic(Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>)

Fig.3은 측정지점 5곳의 표면 거칠기 평균값을 나타내는 그래프이다.

전반적으로 분석하여 보면 가압조건이 5kg 일 때에 머신어블 세라믹의 표면 거칠기가 가장 좋게 나타났다.

또한 가압조건이 2.5kg에서 5kg으로 변화했을 때 표면 거칠기가 감소하였으나 5kg에서 15kg으로 변화를 주었을 때에는 표면 거칠기가 증가하였다. 이는 2.5kg 일 때에는 충분한 가압이 되지 않았기에 표면 거칠기가 증가 하였고, 10kg 이상으로 했을 때에는 머신어블 세라믹 시편과 Wheel 사이의 접촉 압력 증가 때문인 것으로 추측되어 진다.

질화붕소(BN)의 함유량에 따라서는 질화붕소가 0% 함유된 세라믹(BN 0%)이 모든 가압 조건 하에서 가장 좋은 표면 거칠기 값을 나타내었다. 질화붕소가 함유된 세라믹에서는 10% 함유한 세라믹에서 가장 좋은 표면 거칠기 값을 나타냈다.

#### 4.2 가압에 따른 측정 포인트 별 표면 거칠기

Fig.2에서 나타낸 머신어블 세라믹 시편의 측정 포인트 별 표면 거칠기를 질화붕소의 함유량에 따라 Fig.4에 나타내었다.

질화붕소가 0% 함유된 세라믹 시편이 전반적으로 고른 표면 거칠기를 나타내었고 질화붕소가 함유된 세라믹 시편에서는 측정 포인트 마다 편차가 발생했다.

가압조건이 5kg 과 10kg 일 때에 모든 머신어블 세라믹 시편에서 대체적으로 균등한 표면 거칠기를 나타내었다.

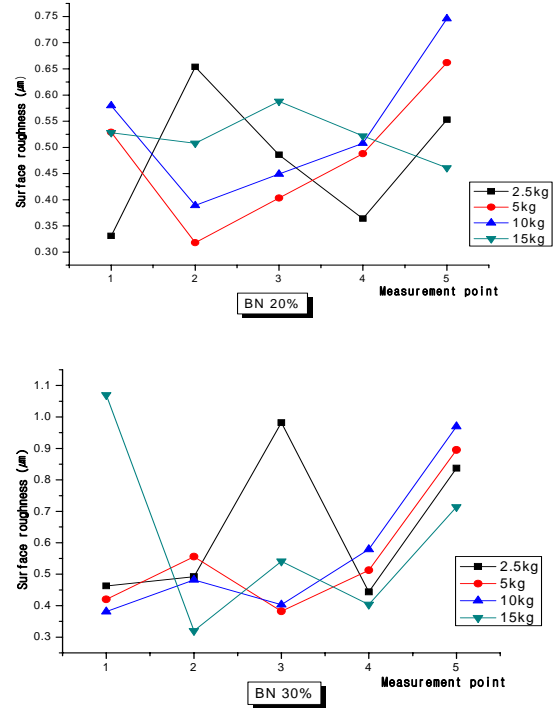
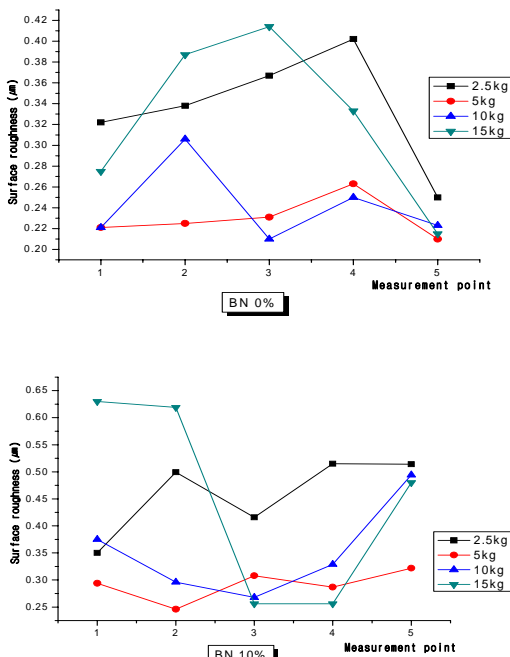


Fig. 4 Surface roughness at each measurement points

#### 4. 결론

질화붕소가 함유되어 있지 않은 머신어블 세라믹 시편이 모든 가압조건에서 가장 좋은 표면 거칠기를 나타내었고, 질화붕소가 함유된 재료에서는 질화붕소가 10% 함유된 시편이 가장 좋은 표면 거칠기를 나타내었다.

가압조건이 2.5kg 에서는 충분한 가압이 이루어 지지 않아 표면 거칠기가 증가하였고, 10kg 이상의 가압조건에서는 세라믹 시편과 Wheel 사이의 접촉 압력 증가 때문에 표면 거칠기가 증가된 것으로 여겨진다.

측정 포인트 별 표면 거칠기 측정에서는 질화붕소가 함유되지 않은 세라믹 시편이 고른 표면 거칠기를 나타냈고 가압조건이 5kg 과 10kg 일 때에 모든 머신어블 세라믹 시편에서 전반적으로 고른 표면 거칠기를 나타냈다.

#### 후기

본 연구는 산업자원부, 인천광역시, 인천시남동구, 지명대우가 후원하는 인하대학교 자동차동력계부품지역혁신센터의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

1. E. S. Lee, J. K. Won, Y. J. Chun, M. W. Cho, W. S. Cho, J. H. Lee.. "Ultra-precision lapping of machinable ceramic Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-BN by in-process electrolytic dressing," Int J Manuf Technol, 31:1101-1108, 2007.
2. E. S. Lee, 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 37(12) 1673~1681, 1997.
3. 윤영식, 이재형, 조원승, 조명우, 이은상, "머신어블 세라믹스의 기계적 특성 및 가공성," 세라미스트, 제 6권 제 3호, pp. 12~18, 2003. 9
4. Seung-Hyun Kim, Won-seung Cho, Myeong-Woo Cho, Eun-Sang Lee and Jae-hyung Lee, "Mechanical Properties of Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-BN based Ceramics Fabricated By Hot-pressed Sintering," Spring meeting of The Korean Ceramic Society, 193, 2002.