

## 고체 윤활제 첨가에 따른 다이아몬드 블레이드용 Cu/Sn계 결합재의 상온·건식 분위기 마모 특성

### The Characteristics of Wear Behavior of Cu/Sn Binding Materials for Diamond Blades under room and drying Atmosphere by the Addition of Solid Lubricants

문중철\*, 김송희\*

\*강원대학교 신소재공학과(E-mail: songhee@kangwon.ac.kr)

**초 록:** 국내의 다이아몬드 마이크로 블레이드 산업의 경우 충분한 이론적 검증은 거치지 못하고 종전의 경험 및 외산품에 대한 분석을 토대로 제작된 제품에 간단한 물성만을 체크하여 업체에 공급한다 해도 과언이 아니다. 이러한 국내의 실정을 인지하여 본 연구에서는 Cu와 Sn을 주 결합재로 사용한 다이아몬드 마이크로 블레이드에 있어 고체윤활제인 흑연과 MoS<sub>2</sub>의 첨가에 따른 마모 특성을 비교하였다. 마모시험의 분위기는 상온에서 건식 분위기로 진행 되었으며, 그 결과 흑연을 첨가할 경우 가장 높은 마찰감소를 보임을 확인할 수 있었다. 이번 연구는 상온 및 저 회전 속도에서의 사용을 목적으로 한 다이아몬드공구의 연구 자료로 활용될 것이다.

#### 1. 서론

전자 산업에 있어 반도체 칩의 크기는 점점 미세화 되고 있으며, 그에 따라 아주 작은 영향이라도 회로에 큰 손상을 입힐 수 있다. 이러한 미세화 추세에 따라서 초정밀 절단 공정인 효율적인 다이싱(dicing) 공정 개발은 대단히 중요하다. 반도체 장비의 고집적화, 고부가가치화에 따라 수반되는 공구의 다기능화, 고성능화는 반도체 가공분야에 있어서 중요한 위치를 차지하게 된다<sup>1)</sup>. 국산 산업용 마이크로 다이아몬드공구의 비중 확대 및 품질향상은 공구업체와 공구사용업체들 간에 보다 긴밀한 기술 개발 및 공구 활용 체제 구축을 통해 이룩될 수 있다<sup>2)</sup>. 이에 본 연구에서는 우수한 절삭성능을 갖는 다이아몬드 마이크로 블레이드의 개발을 위해 그 결합재에 고체 윤활제 첨가를 하였을 때 저속·건식분위기에서의 마모시험을 통하여 특성을 조사하였다.

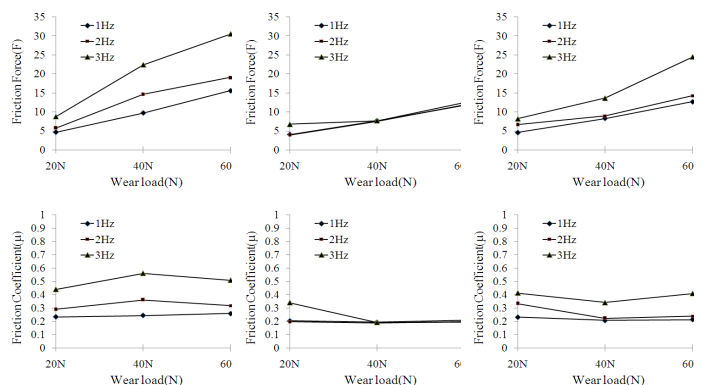
#### 2. 본론

본 연구에서는 pin on disk 방식의 high friction machine을 이용하여 마모시험을 실시하였으며, 상온·건식분위기에서 stroke 13.5mm 하에 각 시편별로 20, 40, 60N의 하중을 가하여 실험을 진행 하였다. 각 시편별로 sliding 속도는 1Hz, 2Hz, 3Hz로 구분, 120초씩 단계적으로 가하여 각 시편들에 대한 마모거동을 분석하였다. 시험편의 마모감량은 시험 전과 후의 무게를 10<sup>-4</sup>gram까지 측정하여 비교하였다. 실험에 사용된 주 시험편은 Table 1에서의 조성처럼 혼합된 분말을 몰드(mold)에 충전 후 1,960~2,940Pa, 680℃의 환경에서 가압소결 과정을 걸쳐 직경 6mm, 길이 12mm의 pin 모양으로 시편을 제조하였다. 실험에 있어 표면 거칠기의 영향을 최소화하기 위해 emery paper의 grade 1000까지 연마 후 알코올로 세척하였다. 상대 시험편으로는 평균 표면조도 0.30Ra의 BK7 유리를 사용하였다.

Fig. 1에서 Cu와 Sn만으로 이루어진 MA2(a)에 비하여 흑연을 윤활제로 첨가한 시편 (b)를 보면, 마모의 진행 및 sliding 속도의 증가에 의해 오히려 마찰력과 마찰계수가 감소하는 경향을 보인다. 이는 시편이 마모됨에 따라 내부로부터 표면으로 노출되는 흑연의 양이 증가하게 되고 접촉면에서 그 흑연이 잔류하게 되어 마찰력의 감소에 기여하게 되는 것이다. MoS<sub>2</sub>를 시편 (b)의 흑연과 동일 부피분율로 첨가한 시편 (c)의 경우 실제 블레이드의 실착절삭성능시험에서 흑연보다 MoS<sub>2</sub>가 더 높은 마찰 감소 특성을 보인다<sup>3)</sup>는 연구와 달리 더 높은 마찰력과 마찰계수 값을 보인다. 기존 연구의 절삭 조건은 10,000rpm의 블레이드의 회전속도로 인해 마찰열이 동반되었으며, 이를 제거하기 위한 습식의 절삭 조건에서 실험이 진행되었는데, 이번 마모시험은 저온의 저회전속도, 건식 분위기에서 마찰, 마모가 진행되었으며, 본 마모시험과 같이 저속, 건식의 분위기에서는 MoS<sub>2</sub>보다 흑연의 첨가가 절삭성능에 있어 더 효과적이라고 생각된다.

Table 1. 실험에 사용된 결합재 재료의

	성분비[Vol.%]			
	Cu	Sn	graphite	MoS <sub>2</sub>
MA2	75.89	24.11	-	-
MB2	69.73	22.15	8.12	-
MV2	69.73	22.15	-	8.12



(a) MA2 (b) MB2 (c) MV2  
Fig. 1. 실험 하중 및 속도에 따른 각 시편의 마찰력과 마찰계수 그래프

### 3. 결론

윤활제가 첨가되지 않은 결합재의 경우 마모 하중 및 속도가 증가될수록 박리현상에 의한 응착마모현상을 보이거나, 적절한 양의 윤활제가 첨가 될 경우 응착현상을 억제하여 절삭용 블레이드에 있어 균일한 마모양상이 나타났다.

기존의 연구와 비교할 때 냉각제를 사용하는 습식 고속절삭시험을 통한 고체 윤활제 비교실험에서 MoS<sub>2</sub>가 흑연보다 마찰력 감소와 절삭성능 향상에 더욱 효과적이었는데 반하여 저속, 건식 분위기에서 행한 마모시험에 있어서는 흑연의 첨가가 MoS<sub>2</sub> 첨가보다 마찰계수 감소와 절삭성능 향상에 효과적이었음을 관찰하였다.

### 참고문헌

1. S. C. Kim, E. S. Lee, J. B. Song, J. Kor. Soc. Mech. Tool Eng., 99 (1999) 502-506.
2. K. Y. Eun, Kor. Cer. Soc., 10 (1995) 536-540.
3. S. H. Kim, J. C. Moon, J. Kor. Inst. Surf. Eng., 41 (2008) 335-340.