

첨가된 다이아몬드 abrasive와 윤활제의 함량이 마이크로블레이드의 내구성과 기계적 특성에 미치는 영향
Effects of diamond abrasive and lubricants on mechanical properties and wearing resistance of microblades

김송희, 문중철, 김상우
 강원대학교 신소재공학과

초 록 : Graphite and MoS₂ were added respectiyel as a lubricant to improye the cutting efficienc of micro blades which contains diamond abrasiye. Strength, fracture toughness, and life span of micro-blades were obseryed to decrease with the increase in diamond abrasiye and lubricant content. Wearing mode of micro-blades and the cutting efficienc were also found to be affected b the content of diamond abrasiye and the addition of lubricants.

표 2 실험에 사용된 Diamond Blade(다이아몬드 첨가) 시편의 화학조성 [단위: vol.%]

시편 명	금속 Bond 첨가량		다이아몬드 첨가량
MB2-0	MB2: 100 vol.%	MB2 100vol.%, Cu(76.44 wt.%) +Sn(71.56 wt.%) +Gr(2.0 wt.%)	0 vol.%
MB2-25	MB2: 93.75 vol.%		6.25 vol.%
MB2-50	MB2: 87.5 vol.%		12.5 vol.%
MB2-100	MB2: 75vol.%		25 vol.%
MBM2-0	MBM2: 100 vol.%	MBM2 100vol.%, Cu(76.44 wt.%) +Sn(71.56 wt.%) +MoS ₂ (2.0 wt.%)	0 vol.%
MBM2-25	MBM2: 93.75 vol.%		6.25 vol.%
MBM2-50	MBM2: 87.5vol.%		12.5 vol.%
MBM2-100	MBM2: 75 vol.%		25 vol.%

1. 서 론

공구 산업은 첨단 기술 산업으로 초정밀도가 요구되며, 따라서 국내 Diamond Blade 제조업체의 제품의 품질의 향상을 위한 연구는 필수적이다. 따라서 이번 연구목표로는 반도체 및 전자산업에 이용되는 Micro Blade에 첨가되는 다이아몬드입자의 부피 분율과 굽힘 강도, 경도, 및 파괴인성과의 관계를 규명하고, 흑연(이하 Gr로 칭함)과 MoS₂를 윤활제로 첨가하였을 때 Micro-Blade의 기계적 특성에 미치는 효과를 규명함으로써 Micro Blade의 절삭성과 Binder의 적정 굽힘 강도 사이의 관계규명을 통한 신제품 개발을 위한 기초연구자료제공 및 제품성능향상으로 정하였다.

시편은 Cu 분말 78 wt.%, Sn 분말 22wt.%(MA2 100wt.%) 조성에 윤활제로서 Gr의 첨가효과를 알아보기 위해서 표 1에 나타난 화학조성에서처럼 Gr와 MoS₂를 첨가하였고, Diamond를 첨가한 MB2, MBM2 Micro-blde 소결체는 표 1의 MB2, MBM2 조성에 Diamond를 각각 0vol.%, 6.25vol.%, 12.5vol.%, 25vol.% 첨가하였다.

2. 본 론

2.1 시편 제조

Micro Blade에 적합한 Bond재료를 개발하기 위하여 다양한 금속 분말 조성을 이용하였으며 표1에 그 조성을 나타내었다. Turbo Ball Mixer를 이용하여 금속 분말을 혼합한 후 시편을 진공저항가압소결기(HP)에서 600~800℃에서 분말의 조성에 따라 각각 2~20분씩 Holding time을 주어 가압소결을 하였고 이후 로냉과 공냉을 하였다.

2.2 기계적 특성 평가

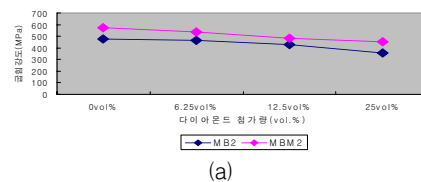
표 3 MB계와 MBM계열 Bond 재료의 첨가량 변화에 따른 경도(a), 굽힘 강도(b), 파괴인성(c)의 변화 비교 표

표 1 실험에 사용된 Diamond Blade Bond 용 시편의 화학 조성 [단위: wt.%]

Bond	Cu(해동)	Sn	CuSn33	Fe	Co	Ni	Gr	MoS ₂	Ag
MA2	78	22							
MB1	MA2:99						1		
MB2	MA2:98						2		
MB3	MA2:97						3		
MB4	MA2:96						4		
MB5	MA2:95						5		
MBM1	MA2:99							1	
MBM2	MA2:98							2	
MBM3	MA2:97							3	
MBM4	MA2:96							4	
MBM5	MA2:95							5	

		1wt%	2wt%	3wt%	4wt%	5wt%
경도 (HV)	MB계열	182	179	174	167	158
	MBM계열	211	208	204	201	197
굽힘강도 (Mpa)	MB계열	552.6	479.2	434.1	359.2	360.5
	MBM계열	628.6	575.9	517.2	473.9	447
파괴인성 (MPa√m)	MB계열	24	23.1	21.5	20.5	19.4
	MBM계열	24.8	24.3	24.1	23.9	23.7

MB계와 MBM계열 Bond 재료의 첨가량 변화에 따른 경도(a, b), 굽힘 강도(c), 파괴인성(d)의 시험 결과를 표 3에 나타내었으며 윤활 첨가제 Gr와 MoS₂의 첨가량이 증가 할수록 경도와 굽힘 강도, 파괴인성과 같은 기계적 특성이 감소하였음을 알 수 있다.



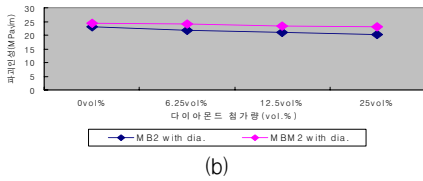
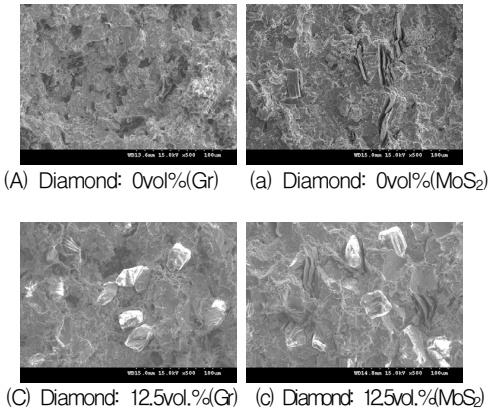


그림 1 Diamond 첨가량 변화에 따른 MB2와 MBM2 소결체의 굽힘 강도(a), 파괴인성(b) 변화 비교 그래프

그림 1은 MB2와 MBM2 Bond 재료에 있어 Diamond 첨가량에 대한 굽힘 강도(a), 파괴인성(b)의 실험 결과로 두 실험군 모두 Diamond 첨가 시 굽힘 강도와 파괴인성 값이 상대적으로 감소함을 알 수 있다.



(A) Diamond: 0vol%(Gr) (a) Diamond: 0vol%(MoS₂)

(C) Diamond: 12.5vol%(Gr) (c) Diamond: 12.5vol%(MoS₂)

그림 2 Diamond 첨가량 변화에 따른 MB2와 MBM2 Bond 소결체의 파면 비교(A~D: MB2 with Diamond, a~d: MBM2 with Diamond, x500)

그림 2의 파면조사 결과 금속 Bond의 파단형태가 Gr를 첨가한 경우와 MoS₂를 첨가한 경우 둘 다 비슷한 정도의 취성 파괴형태를 보이고 있으나, MB2 Bond에 Diamond를 첨가한 경우를 보면 Gr의 불규칙한 입자형태로 인해 미세공극이 MoS₂를 첨가한 경우보다 훨씬 많음을 알 수 있다. 이러한 영향으로 MBM2 bond에 Diamond를 첨가한 경우보다 MB2 Bond에 Diamond를 첨가한 경우의 강도가 더 약하다는 것을 위의 그림 1에서처럼 굽힘 강도 실험과 파괴인성 실험의 결과를 통해 직접 확인하였다.

표 4 Gr와 MoS₂, Diamond 첨가에 따른 Porosity

MA2	MB2	MBM2	MB2-25	MBM2-25
0.015%	0.073%	0.039%	0.522%	0.354%

표 4의 결과를 보면 첫째 Gr가 MoS₂보다 더 많은 미세공극을 유발한다는 것과 둘째, Diamond 첨가 시 Gr가 MoS₂보다 미세공극의 발생률을 더욱 증폭 시킨다는 알 수 있었으며, 따라서 Gr를 첨가 하였을 때 MoS₂를 첨가한 경우보다 기계적 특성이 크게 감소하였다.

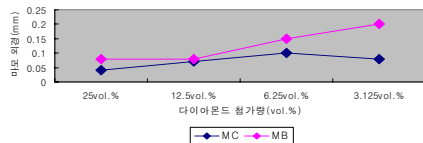


그림 3 Diamond 첨가량에 대한 MC와 MB 계열 Micro Blade의 마모도 비교 그래프

그림 3은 각 시편에 있어 절삭되는 유리의 부피는 약 12.4cc로, MB계열과 MC계열에 있어 다이아몬드 첨가량에 따른 유리 12.4cc를 절삭하는데 사용된 외경의 길이를 나타낸 그래프이다.

위 그래프를 보면 두 계열의 시편 모두 다이아몬드의 첨가량이 감소함에 따라 외경의 마모도가 심해짐을 알 수 있다. 이는 강한 정도의 다이아몬드 첨가량 증가가 전체 Micro Blade의 경도 증가로 이어져서 절삭 시 마모량이 감소한 것이다. 즉, 다이아몬드의 첨가량이 증가할수록 Micro Blade의 수명은 증가한다고 봐도 된다.

3. 결 론

Micro-balde용 Bond 소결체에 다이아몬드 abrasive 량의 증가에 따라 굽힘 강도, 경도, 파괴인성과 같은 기계적 특성이 감소하였다. 이는 금속결합제와 다이아몬드의 결합력이 약해 계면 결합으로 작용하기 때문으로 사료된다. Gr와 MoS₂를 첨가한 경우에 충전 윤활제 함량이 증가함에 따라서 기계적 특성이 감소하였다. 이는 윤활제의 낮은 전단 강도와 금속결합제와 윤활제의 약한 계면결합력에 기인하여 초기 균열의 조기성장 촉진에 의해 조장된 벽개파괴가 증가하기 때문으로 사료되었다.

감사의 글

본 연구는 2006년도 NURI 강원신소재사업단의 산업체 필요기술개발 사업을 통하여 지원되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 김송희, 누리사업 2차년도 연구개발 보고서, 2006.04
2. IDR(Industrial Diamond Review) 2003.3 pp.34-38
3. Journal of Ceramic Processing Research Vol.4, NO.2(2004) pp.92-111