

용착법을 이용한 다이아몬드 공구 제조 시 BNi₂ 합금분말의 거동

Behavior of the BNi₂ Alloy powder at the Diamond Tool made using Brazing Process

㈜신한다이아몬드공업 안상재*, 송민석, 지원호

1. 서론

다이아몬드공구는 다이아몬드가 갖는 높은 경도와 내마모성을 이용하여 각종 경질난삭재를 연삭하고 절삭하거나 정밀도 높게 가공하는데 사용된다. 다이아몬드공구를 사용하면 공구의 수명이 크게 증대되므로 공구의 교환빈도가 적어짐에 따른 고능율화와 자동화를 가능하게 하고 이에 따라 다이아몬드 공구의 수요가 더욱 증대되어가고 있다.

본 실험은 다이아몬드공구 제조 방법 중 하나인 용착법을 BNi₂ metal bond를 이용하여 제조하였을 시 다이아몬드와 상크(공구의 몸체로서 주로 탄소강으로 이루어져 있음.)에서의 거동에 관해 연구하였다.

2. 실험방법

시편제작에 사용된 BNi₂ metal bond의 화학조성은 table 1과 같으며 table 2는 상크에 사용된 강종의 조성을 나타내었다.

용착조건은 2×10^{-5} Torr 진공분위기에서 1000°C, 1050°C 두 온도범위에서 10분간 유지 후 노냉을 하여 용착 하였으며, 접합강도의 평가는 압축시험기를 이용하여 단면적 100mm² (φ10)를 갖는 시편을 Fig.1과 같은 전단지그 이용한 전단시험에서 5mm/min의 변형속도를 적용, 접합부가 파단 될 때까지의 전단하중을 단면적으로 나누어 항질력(N/mm²)을 구하였다. 또한 지립과 BNi₂ 용착층 및 BNi₂ 용착층과 상크의 계면을 SEM과 EDS, EPMA를 이용하여 분석하였다.

[table. 1] BNi₂ 합금조성 및 사용온도

name	Ni	Cr	Fe	Si	B	사용온도(°C)
BNi-2	85.5	7	3	4.5	3.1	1010~1175

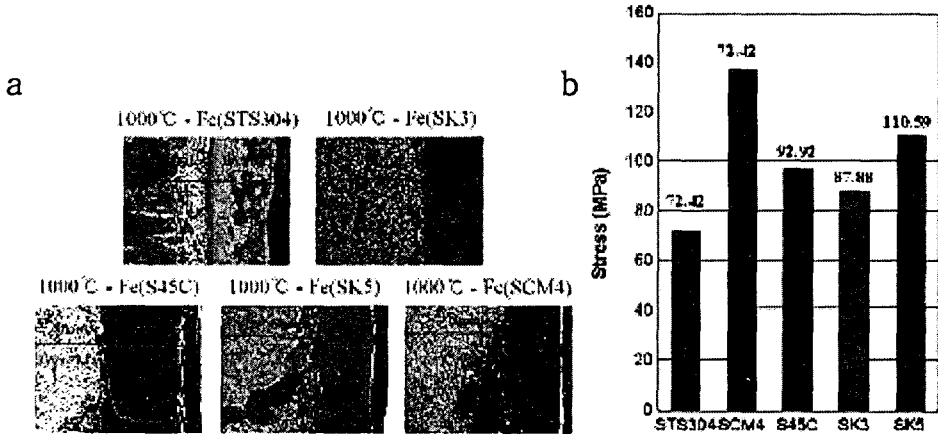
[table. 2] shank로 사용되는 강종의 합금조성

강종	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	기타
STS304	<0.08	<1	<2	<0.045	<0.03	18~20	-	8~10.5Ni
SCM4	0.38~0.43	0.15~0.35	0.60~0.85	<0.03	<0.03	0.9~1.2	0.15~0.3	<0.3Cu
SK5	0.80~0.90	0.35max.	<0.50	<0.03	<0.03	<0.30	-	<0.25Ni
SK3	1.00~1.10	0.35max.	<0.50	<0.03	<0.03	<0.30	-	<0.25Ni
S45C	0.42~0.48	0.15~0.35	0.60~0.90	<0.03	<0.035	-	-	<0.2Ni

3. 결과 및 고찰

Line scanning 결과를 보면 shank의 종류에 관계없이 계면에서는 Fe원자가 shank → bond(paste) 방향으로 확산해 들어감을 확인할 수 있었으며, STS304의 경우는 shank내의 격자상수가 큰 영향으로 paste에 존재하는 Cr원자가 bond(paste) → shank 방향으로 함께 확산해 들어간다는 것을 알 수 있다.

이러한 원자의 확산은 그 접합강도에 영향을 끼치므로 이에 따라 압축전단시험을 통해 BNi2 용착 시 강종에 따른 접합강도를 측정하였으며 그 결과는 Fig. 1과 같다.

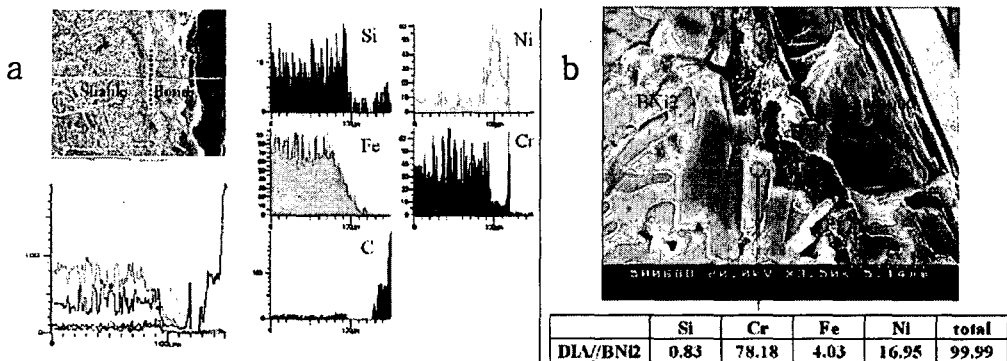


[Fig. 1] a. SEM line scanning image : Fe element of the shank is diffusing into the bond

b. The bonding strength between shank and bond

위 그림을 보면 알 수 있듯이 Fe 원자의 확산 깊이에 따라 접합강도가 높게 나타남을 확인할 수 있었다. 또한 탄소강에서 확인해 보면 접합강도는 탄소함량이 적은 강종일수록, Mn 첨가강보다 Cr 첨가강이 높게 나타남을 알 수 있다. 그러나 STS304의 경우 접합강도가 예상과 반대로 나온 이유는 용착시에 계면에 존재하던 Cr₂O₃ 부동태층이 잔류하여 전체적으로 결합이 발생하지 않고 기공을 형성함으로써 결합으로 작용한 것으로 판단된다.

BNi2와 diamond와의 용착 시 지립을 잡아주는 역할을 하는 주된 요인이 무엇인지 알기 위해 지립과 본드, 샹크 간의 계면을 SEM을 이용하여 그 결과를 Fig. 2에 나타내었다



[Fig. 2]a. SEM line scanning image of shank//BNi2 paste//diamond interface

b. SEM EDS image of BNi2 paste//diamond interface

Fig. 2에서 확인 할 수 있듯이 다이아몬드와의 용착 시 탄화물을 형성하여 결합을 이루게 하는 원자는 Cr임을 확인 할 수 있었다

4. 결론

BNi2 합금분말의 상크와의 접합강도는 Fe 원자의 확산깊이에 따라 결정되며 Fe원자의 확산은 탄소함량이 적은 강종일수록(SK5>SK3), Mn 첨가강보다 Cr 첨가강에서(SCM4>S45C) 잘 이동함으로써 높게 나타났다. 그러나 STS304 경우는 Cr과 Fe원자의 상호 확산이 발생하나 접합강도는 가장 낮는데 이는 STS304 표면에 있는 Cr 부동태층이 용착 시 완전히 제거되지 못하고 접합면에 기공으로 남아 접합강도를 저하시키기 때문이다. 또한 용착 시 BNi2 합금분말에서 다이아몬드와 반응하여 탄화물을 형성하는 성분은 Cr이다.