

超硬合金과 鋼의 Brazing特性에 미치는 熱處理의 影響

Influence of Heat Treatment on Brazing Characteristics between Cemented Carbides and Steel

Ha-Young Kim*, Mitsuru Nakamura**, Sang-Hak Lee**

* Division of Applied materials Eng., HANBAT National Univ., Daejeon 305-719, Korea

** Faculty of Eng., IWATE Univ., Morioka Iwate 020-8551, Japan

ABSTRACT Brazing between cemented carbides and steel for tool investigated by copper alloy brazing filler. Copper alloy filler was high liquidus temperature(990℃), therefor the shank(steel) occurred softening. Because brazing sample was necessary to heat treatment after brazing process. This experiment, influence of austenite time and purge temperature on heat treatment were investigated. As a result, these treatments obtained to high deflective strength in case of austenite time was short and purge temperature was low. Especially, nitride precipitated brazing layers was strongly influenced by the deflective strength.

1. 서 론

초경합금을 공구에 사용할 경우, 그대로 사용하기도 하지만 주로 지지금속(shank)에 접합하여 사용한다. 초경합금과 shank의 접합방법으로는 두 소재의 물리적, 기계적 성질의 차이 때문에 용접에 어려움이 있어 기계적인 접합도 이용되고 있으나, 현재 주로 사용되는 방법은 액-고반응 접합법인 경납땜(hard brazing)이 대표적이다.

브레이징은 모재보다 낮은 용점을 가진 filler를 모재 사이에서 용융 · 용고시켜서 접합을 하는 기술이다. Filler는 모재보다 용점이 낮고 모재와 젖음성이 좋은 합금 또는 순금속을 이용한다. 본 연구는 brazing한 초경공구강을 열처리할 때 접합부에서의 조직과 물성변화 그리고 실제 공구로 사용할 경우, 고온조건(100-300℃부근)에서 접합부의 전단강도변화를 검토하였다.

2. 실험 방법

2.1 시편 제작

시편제작에 사용한 동합금 용가재의 화학조성과 용융온도 등은 Table 1과 같으며 Fig.1은 초경합금과 강재 시료의 형상 및 크기, Table 2와 3은 그 들 시료의 화학성분을 각각 나타내었다.

2.2 접합 및 열처리조건

Fig.2의 접합 및 열처리사이클은 우선 산화물 층을 제거, 표면을 활성화 시키고 젖음성을 좋게 하기 위하여 flux를 첨가, 고주파 가열장치에서 단 1회에 filler를 용융 · 접합한다. 모재 사이의 기본 이음간격은 30 μ m로 하였으며 1050℃에서 약 20s 동안 유지 · 접합하였다.

접합한 시료는 실온까지 냉각 후 700℃로 가열, 질소분위기에서 10분간, 600℃의 예열로에서 30분간 유지하였다. 또 870℃에서 충분히 γ 화 시킨 다음 담금, 뜨임을 실시하여 시료의 조직변화에 따르는 각각의 특성평가에 이용하였다.

2.3 물성 평가

접합강도의 평가는 Fig.3과 같은 전단지그를 이용한 전단시험에서 0.5 mm/min의 변형속도를 적용, 접합부가 파단 될 때까지의 전단하중을 단면적으로 나누어 항절력(deflective strength)을 구하였다.

전단파면의 관찰, EPMA에 의한 접합부의 미세조직 및 각 원소의 확산상태, 퍼지(purge) 온도, 이음 간격(clearance) 및 냉각조건의 차이가 항절력에 미치는 영향에 대하여 각각 검토하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig.4는 γ -영역에서의 유지온도를 10분, 30분 및 60분으로 하였을 때, 항절력(N/mm²)과 열처리후의 접합부 폭의 변화 관계를 나타내었다. 접합부 폭이 가장 좁은 유지온도 10분의 시료는 300N/mm² 이상의 강도를 나타내어 공구로서 사용가능한 유효한 값을 보였지만 30분, 60분으로 유지시간이 길어짐에 따라 접합부 폭이 넓어지면서 항절력이 저하하였다. 또, 열처리를 하지 않은 시료는 350 N/mm² 의 높은 값을 나타내어 열처리가 접합강도 저하의 원인임을 알 수 있다.

EPMA로부터 Co 및 Ni의 면분석 결과(Fig.5)에서 Co와 Ni은 초경합금 및 강(Shank)의 모재계면에서 편석·분포하는 것을 알 수 있으며, Co와 Ni에 의한 접합계면의 강도개선을 예측할 수 있다

Fig.6은 시료를 접합한 후 또는 열처리 후에 냉각조건을 수냉(WQ), 유냉(OQ) 및 공냉(AC)으로 변화시켰을 때, 항절력과 접합부 폭의 관계를 나타내었다. 접합부의 폭은 냉각속도가 늦을수록 넓게 되며 따라서 모든 시료(열처리 하지 않은 시료와 열처리 한 시료)는 냉각속도가 늦을수록 항절력이 낮게 되는데, 이는 유지시간이 길어지면 초경합금측 계면에서 발생하는 결합도 그 원인이 되지만 접합부의 강도를 향상시키는 Ni 및 Co 성분의 회석효과 때문이라고 사료된다.

강도 값이 큰 차이를 보이는 600℃ purge처리한 두 시료에 대한 전단파면의 SEM사진(Fig.7)에서 두 시료 모두 dimple pattern의 파단 양상을 보이고 있으나 높은 강도를 보이는 시료에서는 석출물이 확인되며 이 석출물이 전단변형을 저지, 접합강도의 증가를 가져 왔다고 보여진다.

600℃ purge처리한 시료의 연성파면 SEM사진(Fig.8)에서도 알 수 있듯이 Ni과 Cu는 고르게 분포되어 있으나 둥근 반점의 Co 및 Fe 석출물에 Fe-nitride 및 Co-nitride를 형성 가능케 하는 N가 편석되어 있어 질화물의 균일석출에 의한 강도증가를 확인할 수 있다.

실온에서 질소치환처리 한 후 γ 영역에서 10분간 유지한 시료의 접합부 폭을 단계적으로 달리 하여(30-100 μ m) 열처리 한 시료의 경우, 모든 clearance에서 300N/mm² 이상의 높은 값을 나타내어 접합부 폭이 넓어지면서 강도가 저하하는 비열처리 시료에 비해 우수한 특성을 보였다.

또한, 3가지 filler(Cu 합금계, Ag 합금계,

Cu-Zn 합금계)에 대한 접합부의 고온접합강도를 알아보기 위한 100℃, 200℃ 및 300℃의 전단시험에서는 상온에서 최고강도를 보이지만 온도가 증가할수록 강도가 저하하였으며, Ag계와 Cu계 filler의 경우 100 - 200℃의 온도에서 250 - 300N/mm² 정도의 안정된 강도 값을 보였다.

4. 결 론

초경합금과 강(shank)재를 동합금 용가재로 brazing한 재료를 열처리 하여 공구강으로 사용하고자 할 때, 접합부와 모재의 조직 및 물성변화를 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 열처리 후 강도가 저하하는 이유는 열에 의한 접합층의 팽창과 접합층에서의 Ni편석 분해와 회석효과가 그 원인인 것으로 사료된다.
- 2) 질소치환한 시료에서 접합층 및 초경합금계면에 Fe와 Co의 질화물이 균일하게 석출하여 고온에서도 접합강도를 유지할 수 있었다.
- 3) 접합부 계면에 생성되는 질화물의 정밀분석으로부터 강도변화의 예측이 가능할 수 있다.
- 4) Cu계, Ag계 및 Cu-Zn계 filler를 각각 사용하여 납접 한 시료의 고온강도는 Ag계 및 Cu계 접합이 100-200℃의 전단시험에서 가장 안정된 강도를 보였으며, Cu-Zn계 filler는 고온이 될수록 접합강도가 급격히 저하하였다.

참고문헌

1. 柏木, 田 : 貴金屬ろうの特徴と選び方, 溶接技術, No5(1997), 76-84
2. 超硬合金と鋼のろう接強度について, 東芝タンガロイ技術報告, 1980

Table.1 Chemical compositions of copper brazing filler

	Cu	Mn	Ni	固相線溫度(℃)	液相線溫度(℃)	直徑(mm)
Degussa 21/90	98.0	12.0	2.0	970	990	1.2

Table.2 Chemical compositions of Cemented carbide used

	W	Co	C	WC
G-2	87~90	5~7	5~7	93~95

Table.3 Chemical compositions of steel used

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
SCM435	0.23~0.28	0.15~0.25	0.60~0.85	0.03以下	0.03以下	0.90~1.20	0.15~0.30

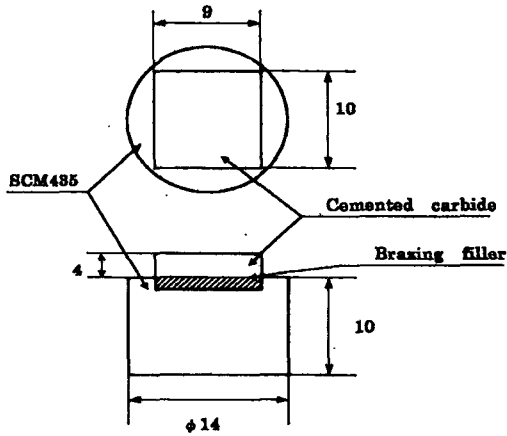


Fig.1 Shapes and dimension of brazing condition

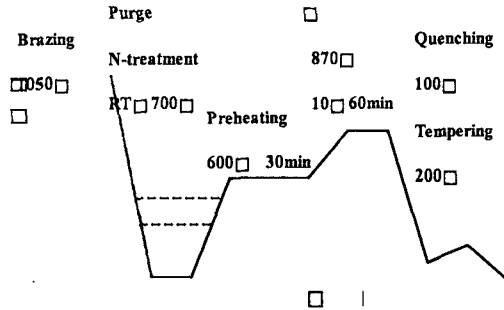


Fig.2 Heat treatment condition

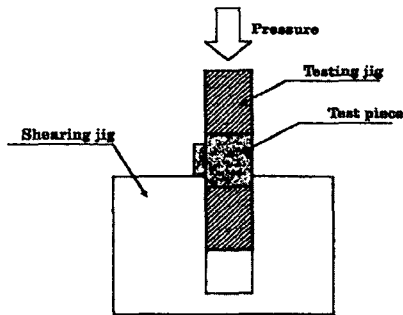


Fig.3 Schematic diagram of shearing jig

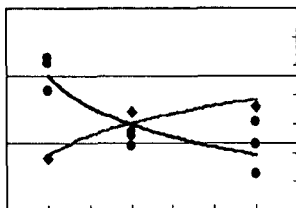


Fig.4 Relation between defective strength and clearance obtained by γ -treatment holding time

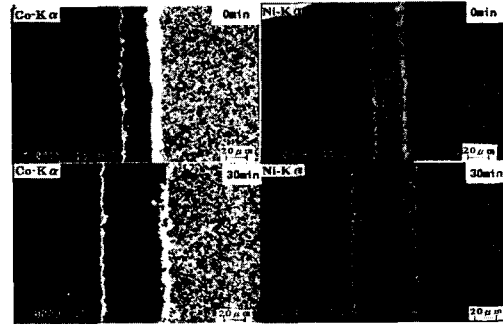


Fig.5 EPMA analysis of Ni and Co elements on change of γ -treatment holding time

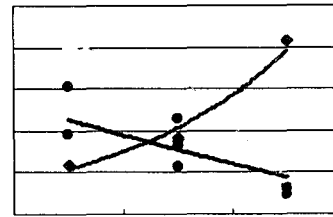


Fig.6 Relation between defective strength and clearance obtained by purge treatment temperature

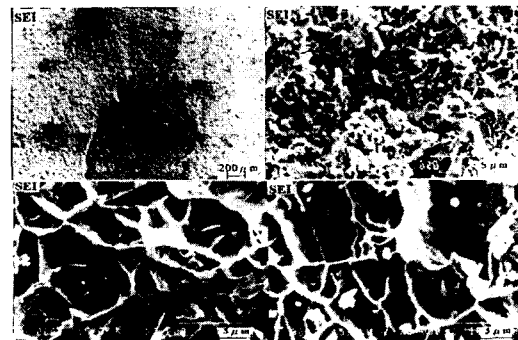


Fig.7 Microfractography of purge treatment at 600

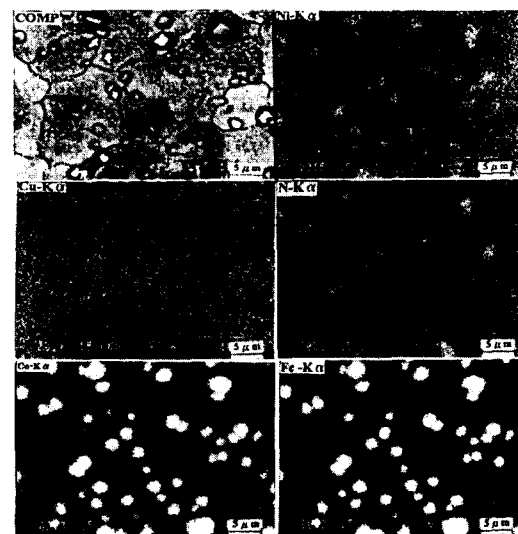


Fig.8 EPMA analysis of Ni, Cu, N, Co and Fe elements obtained by purge treatment at 600