

WC-Co계 합금과 공구강의 접합 특성에 관한 연구

A study on characteristics of WC-Co alloy/tool steel joints

여 태웅, 김 숙환, 김 영섭

포항산업과학연구원 설비·용접연구팀

1. 서론

재료의 사용환경은 점차적으로 가혹하게 변하게 됨에 따라 재료에 요구되는 제특성도 동시에 엄밀히 증대해져 이제 와서는 단일의 소재로서는 그 요구를 만족시키지 못하게 되었다. 그 요구를 충족시키기 위해서 소재의 복합화가 유력한 수단이 되므로 각 방면에서 재료의 복합화의 연구가 많이 수행되고 있다. 금속과 초경의 접합시키는 복합부재도 넓은 의미에서 그 일종의 하나이고 초경의 장점인 고내열성, 고마모성, 우수한 고온강도 등을 살리고 가공성이 어렵다는 결점들을 보완하기 위해서 금속과의 접합기술에 주목하여 연구개발하고 있다.

본 연구에서는 초경합금(WC-Co alloy)과 공구강의 접합시 재료간의 열팽창 차이에 의해서 발생하는 열응력을 완화하여 건전한 접합부를 얻기 위해 삽입재를 사용한 경우 접합강도에 미치는 삽입재 및 접합부의 금속조직학적 거동에 관한 brazing접합 기술의 기초적인 자료를 얻고자 한다.

2. 실험방법

본 연구에서는 초경합금으로 3 μ m, WC-14%Co인 KD 60, 공구강으로는 SKD 11종을 사용하였으며 이들 소재의 브레이징을 위한 삽입재는 4종의 Ni계 합금을 사용하였다.

브레이징을 위한 시험편의 정렬은 공구강 위에 초경합금을 놓고, 그 사이에 삽입재를 넣어 고진공 하에서 브레이징을 하고 난 후 열처리를 실시하였다.

브레이징 및 열처리 조건에 따른 접합부의 양상이나 석출물의 형상과 조성적 변화를 F.E-SEM, EPMA, XRD, O.M, TEM 장비를 사용하여 정밀하게 조사하고, 또한 최적의 접합 조건이 얻어지는 범위를 조사하고자 경도시험 및 전단시험을 실시하였다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 1과 2는 브레이징 조건에 따른 공구강의 미세조직과 경도와와의 관계를 보여주고 있으며 브레이징 온도가 증가함에 따라서 석출물 입자분포와 경도가 증가하고 있음을 알 수 있다. 이는 석출물 입자분포가 증가함에 의한 경도 상승 효과라고 할 수 있으나 브레이징 온도가 1060 $^{\circ}$ C와 1090 $^{\circ}$ C를 비교해 보면 경도 차이가 거의 나지 않음을 알 수 있다.

공구강의 경도확보를 위한 열처리한 실험결과의 한 예를 보여주고 있는 그림 3에서 Tempering 온도가 525 $^{\circ}$ C의 경우에 tempered martensite와 석출물의 분포가 균일한 것으로 나타났으며 AGS 분석 결과 9이상으로 아주 양호한 미세조직을 확인할 수 있었다. 오스테나이트화 온도에 따른 경도분포의 영향을 검토하기 위하여 여러 가지 tempering 온도를 적용한 결과는 그림 4에서 보여주고 있다.

그림 5는 1000 $^{\circ}$ C에서 공냉한 후 525 $^{\circ}$ C에서 tempering한 미세조직의 SEM사진으로 조대하고 미세한 석출물들이 다량 분포하고 있음을 확인할 수 있었다. EPMA 분석결과 Cr과 Fe이 주성분이 탄화물임을 확인할 수 있었다. 그림 6은 초경합금과 공구강을 1030 $^{\circ}$ C에서 브레이징 한 후 접합계면에 대한 경도분포를 나타낸 것으로 초경합금은 평균 Hv1200 이상 수준으로 원래의 경도를 유지하는 것으로 나타났다. 그러나 공구강은 Hv400으로 punch나 die의 부재 등으로 사용할 때에 경도가 작기 때문에 적정수준이상의 경도를 구비하기 위한 열처리가 필요함을 알 수 있다. 열처리의 충격을 최소화하기 위한 조건으로 브레이징 후 tempering 처리를 실시하여 경도를 측정된 결과는 그림 7과 같다.

그림 7에서 브레이징 후 노냉으로 완전하게 annealing이 되었기 때문에 tempering만으로는 경도 상승효과는 없는 것으로 나타나기 때문에 Q&T 열처리가 필요한 것으로 확인할 수 있었다. 따라서 이미 언급한 바와 같이 적정 열처리조건인 1000℃에서 오스테나이트화 처리를 실시하고 525℃에서 tempering한 브레이징 조건별 경도분포는 그림 8과 같으며 오스테나이트화 처리 후 공냉하고 tempering 처리함으로써 브레이징 조건에 관계없이 대부분 비슷한 경도를 나타내고 있었다. 따라서 충분한 경도를 확보하는 데에는 브레이징 조건이 큰 영향을 주지 못하므로 접합시에 발생하는 열응력을 완화 및 건전한 접합부를 얻을 수 있는 접합조건 중에서 가능한 한 낮은 온도에서 실시하는 것이 바람직함을 알 수 있다.

4. 결론

1. 브레이징 한 후 초경합금의 경도는 원래 경도를 유지하는데 반해 공구강은 punch 및 die용의 복합부재로 사용할 경우에 구비 경도 이하로 나타나므로 경도 확보를 위해 Q&T 열처리를 실시하여야 할 수 있었다.
2. 525℃에서 tempering한 경우에 tempered martensite와 Cr이 주성분인 탄화물의 분포가 균일하고 경도도 가장 높게 나타나므로 최적의 접합조건임을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 米田 理史, 大家 利彦, 勝村 宗英 : 金屬とセラミックスの低温接合技術, 接合技術, Jun.(1994), pp 49~53
2. Kouno Akikomi, Susumu Hioki, Keiji Taguchi, Hideo Nakae : 超硬合金と工具鋼の擴散接合, 日本熔接學會論文集, 3-1(1985), pp 104~109
3. Masako Nakahashi : セラミックス同士および金屬との接合(1), 日本熔接學會誌, 65-3 (1996), pp 6~11
4. You Chul Kim : セラミックス同士および金屬との接合(2), 日本熔接學會誌, 65-4(1996), pp 319~323
5. Jose R.T Branco and George krauss : Heat treating and microstructure of tool steels for molds and dies, Heat Treating, Aug.(1988), pp 19~24
6. Yasuki Miyakoshi, Kohi Takazawa, Kohsuke Tagashia : WC-40mass%Co合金/炭素姜の接合界面における組織と強度, 粉体と粉末冶金, 44-10(1997), pp 958~962
7. Yoichiro Yoneda, Yoshinori Kaname ; 超硬合金と鋼との接合(第3報), 日本熔接學會講演概要, 92-4(1992), pp 388~389
8. Yoichiro Yoneda, Yoshinori Kaname, Eiji Takahashi ; 超硬合金と鋼との接合(第2報), 日本熔接學會講演概要, 91-9(1991), pp 388~389

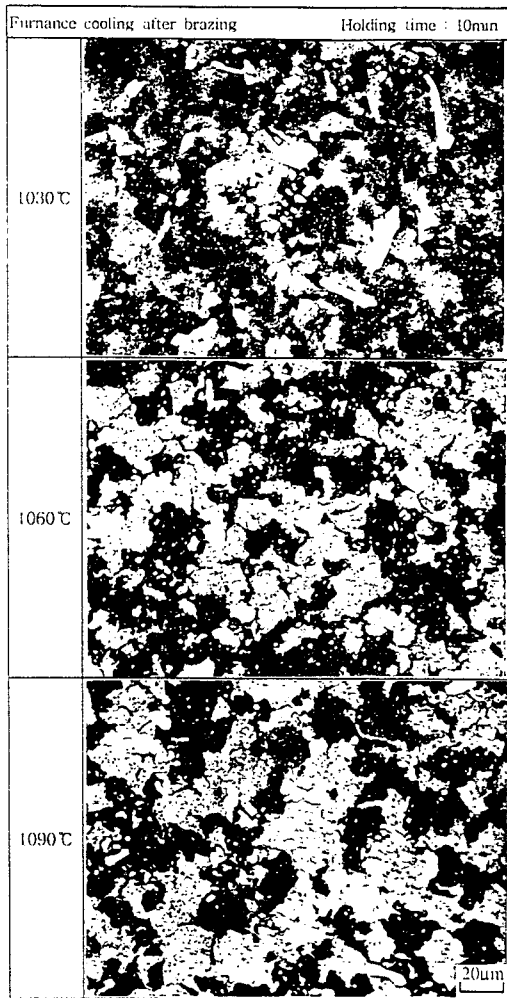


Fig.1 Optical micrographs of SKD11 after brazing at different temperatures.

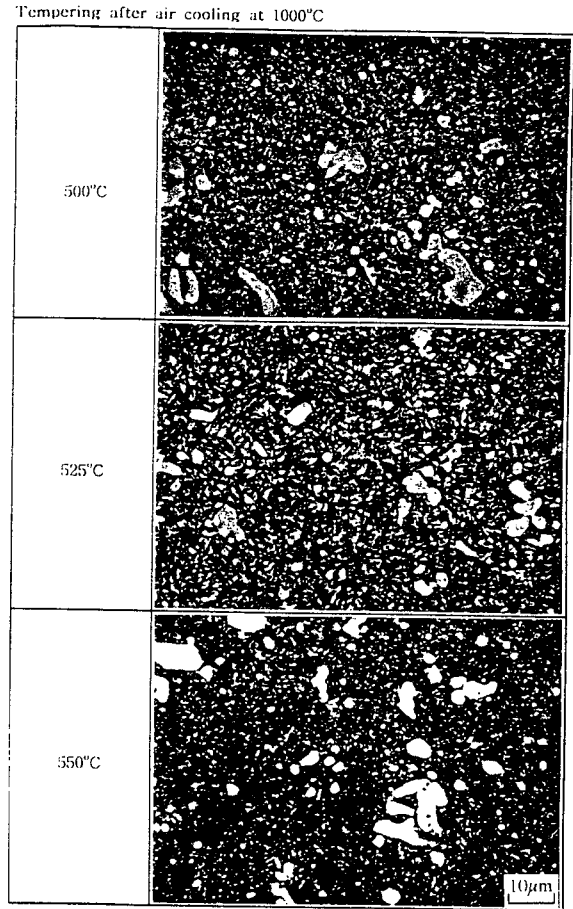


Fig.3 Optical micrographs of SKD11 tempered at different temperatures after austenitizing at 1000°C

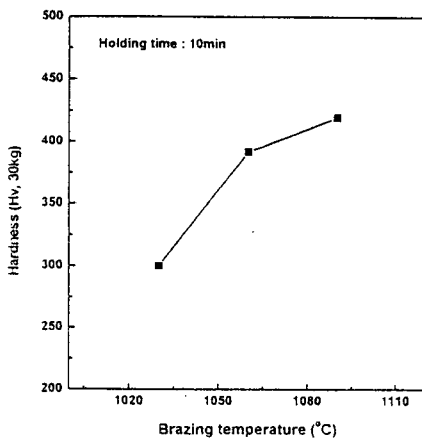


Fig.2 Changes of hardness of SKD11 with brazing temperatures.

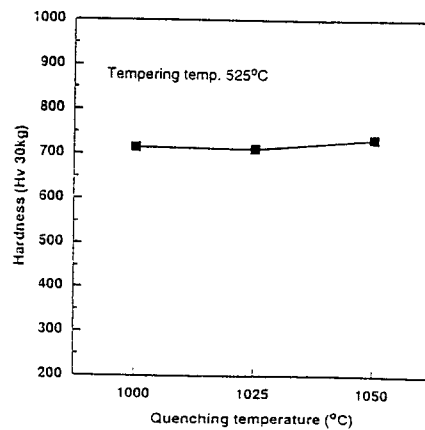


Fig.4 Changes of hardness of SKD11 tempered at 525°C with quenching temperature.

Tempering(525°C) after air cooling at 1000°C

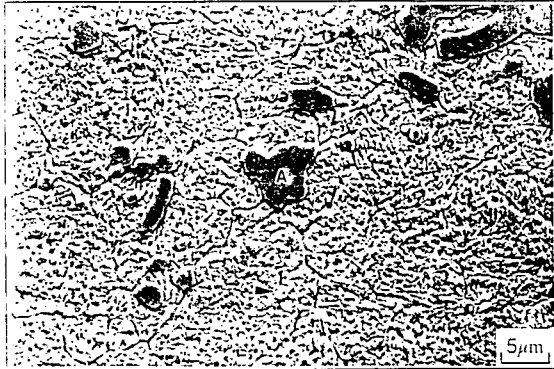


Fig.5 SEM graph showing precipitates in SKD11 tempered at 525°C after austenitizing at 1000°C.

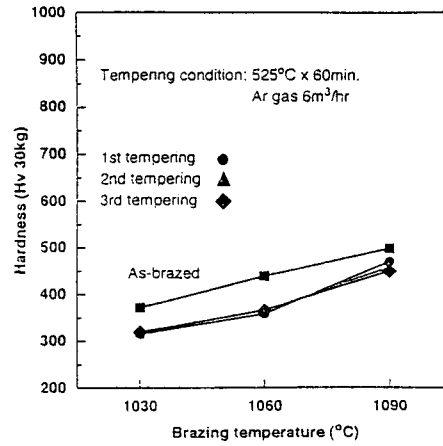


Fig.7 Changes of hardness of SKD11 for different number of tempering conditions with brazing temperatures.

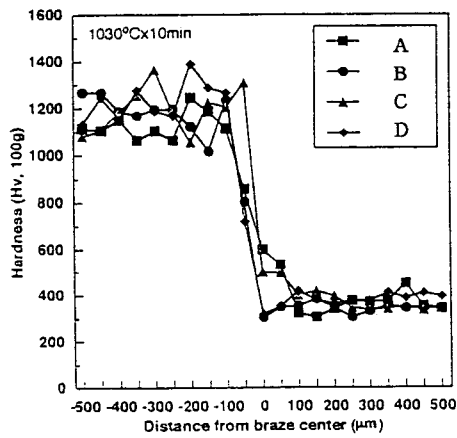


Fig.6 Hardness distributions at the joints brazed with four different filler metals at 1030°C for 10min.

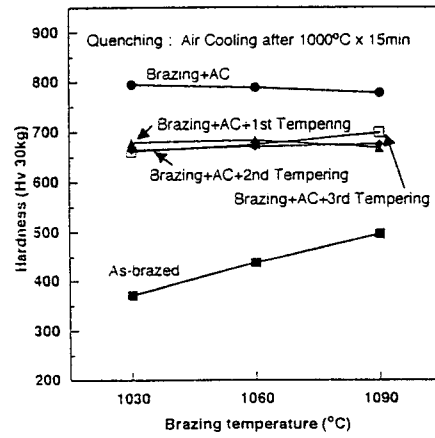


Fig.8 Changes of hardness of SKD11 for different quenching and tempering conditions with brazing temperatures.