

초경합금과 고속도공구강의 브레이징 접합부의 강도특성에 관한 연구

The Study on Brazing Characteristics for Hard Metal to High Speed Steel Dissimilar Joint

이상욱*, 정호신**

*부경대학교 대학원 재료공학과

**부경대학교 재료공학부

1. 서론

브레이징은 오랜 역사를 가진 접합법중에 하나로써 모재보다 용점이 낮은 금속을 이용하여 젓음과 모세관현상에 의해 접합부를 형성하는 것으로서 최근에는 이종재료의 접합에 많이 이용되고 있다. 장치, 부품이 소형화 정밀화 해 가면서 브레이징의 중요성은 더욱 증대되고 있다. 특히, 최근에는 공학적 환경의 변화와 경제적인 측면에서 이종재 접합의 필요성이 더욱 더 확대되고 있는 실정이다. 이러한 측면에서 본 연구에서는 초경합금과 고속도강의 접합에 브레이징을 채용하였으며, 브레이징으로서 접합을 할 경우에 생성될 수 있는 탄소의 확산으로 인한 η 상(W_3Co_3C , Fe_3Co_3C , W_2Co_4C 등의 M_3Co_3C)과 같은 취약한 금속간 화합물 생성여부의 검토와 아울러 연성이 풍부한 Ni 계 브레이징 삽입금속을 사용하여 브레이징 하였다. 또한 펀치의 재료로 사용될 고속도 공구강의 경우에는 높은 경도를 유지하여야 하지만, 열처리과정 중에 양 재료간의 큰 열팽창계수의 차이에 기인하는 열응력에 의한 강도저하와 집중되게 되어 접합부의 균열발생등의 문제점을 검토하였다.

2. 실험방법

실험에는 초경합금 K30을 사용하였고, 90%WC, 10%Co의 조성이다. 고속도공구강으로는 SKH55를 사용하였다. 두 재료는 직경 10mm의 봉재를 사용하였으며, 굽힘 강도 시험용으로는 길이 25mm, 미시조직 관찰용으로는 길이 5mm의 봉재를 사용하여 접합하였다. 고속도 공구강은 어닐링 처리된 재료를 접합에 사용하였으며, 굽힘 강도 테스트용 시험편과 미시조직 관찰용 시험편을 동시에 접합하여 분석하였다. 삽입금속은 Ni계 브레이징 삽입금속인 MBF20을 사용하였다. 삽입금속과 삽입금속 사이에는 열응력을 충분히 완화시키기 위해 Pure Ni을 삽입하였다. MBF20과 pure Ni의 두께는 각각 $0.38\mu m$, $100\mu m$ 으로 하여 접합하였다. 접합한 시험편을 3점 굽힘 시험하여 접합부의 강도를 평가하였고, 열처리 조건에 따른 강도를 비교하였으며, Ni의 삽입유무에 따른 미시조직과 강도 변화 및 금속간 화합물의 존재 여부를 광학 현미경 및 SEM, EPMA, XRD를 사용하여 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

일반적으로 사용하고 있는 방법인 MBF20만으로 브레이징을 한 경우 비교적 접합강도가 낮았고, Ni을 열응력 완화층으로 삽입한 경우에는 접합강도가 훨씬 높았다. 이것으로 보아서 가열과 냉각시에 생기는 상당량의 열응력이 초경합금에 집중되는 것을 비교적 연성이 풍부한 Ni을 삽입함으로써 충분히 완화시킬 수 있다는 것을 알 수 있다. 그리고 MBF20만으로 브레이징한 시험편 대부분이 열응력에 견디지 못하고 균열이 발생하거나 초경합금에서 파단되었기 때문에 강도가 낮게 나타난 것으로 사려된다.

1200°C에서 접합한 경우, 노냉후 템퍼링 처리한 시험편의 굽힘강도보다 공랭후 템퍼링처리한 시험편의 굽힘강도가 더 높게 나타났다. 이러한 결과가 나타나는 것은 퀴칭에 의해서 고속도강이 마르텐사이트 변태되면서 팽창하여 수축시 생기는 열응력이 충분히 완화되었기 때문으로 생각된다. 그리고, 접합후 노냉한 다음 다시 가열해서 QT처리한 시험편의 경우에는 접합부에 생성된 균열로 인해 작은 하중에도 쉽게 파단되었다. 따라서, 현재 사용되고 있는 열처리방법인 노냉 후 재가열해서 QT처리하는 것은 열팽창계수차이가 큰 이종재료의 열처리 방법으로는 적합하지 않으며, 접합 온도에서 즉시 QT처리하는 것이 바람직한 방법임을 알 수 있었다.

Fig.1은 샌드위치 형태로 접합한 시험편의 접합부의 조직사진이다. (a)는 1025°C에서 접합한 시험편

이고, (b)는 1200℃에서 접합한 시험편이다. 이 그림에서처럼 1025℃에서 접합한 경우에는 MBF20과 Ni의 계면이 뚜렷하게 구분되어 있는 것을 확인할 수 있다. 그러나, 1200℃에서 접합한 경우에는 MBF20에 함유되어 있는 용점저하원소 B이 Ni 쪽으로 확산되면서 Ni의 용점보다 낮은 1200℃에서 용융되어 공정조직을 나타내고 있는 것을 볼 수 있다. 이렇게 MBF20과 Ni의 계면이 소실되면서 강도가 더 높아진 것을 확인할 수 있었다.

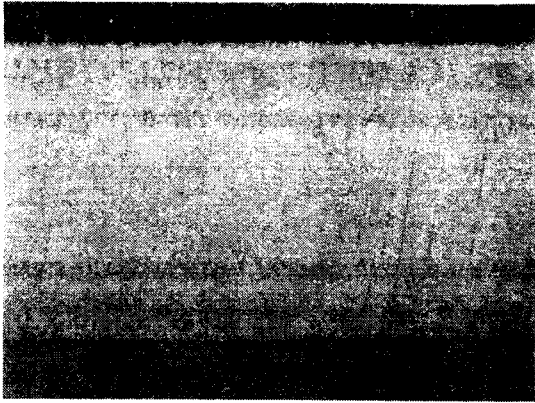
Fig.2와 Fig.3은 브레이징 시험편의 접합부를 XRD 분석한 결과이다. Fig.2의 시험편은 1200℃에서 접합한 후 노냉한 다음 다시 가열에 의해 QT 처리한 시험편이며, Fig.3은 1200℃에서 접합후 공랭한 다음 템퍼링 처리한 시험편이다. Fig.2에서 ○부분은 Fe_3Co_3C , W_3Co_3C 의 피크가 나타난 부분이며, Fig.3의 경우에는 금속간 화합물의 피크가 나타나지 않았다. 그 외 다른 피크들을 Ni, W_3C , WC, W, Cr, 등등의 합금성분들의 피크로 파악되었다. 여기서 1200℃에서 접합 후 즉시 QT처리한 시험편의 경우에는 금속간 화합물이 생성되지 않는다는 것을 알 수 있는데, 이것은 서냉한 공구강의 열처리를 위해서 다시 가열하면 접합부가 재 용융되면서 금속간 화합물을 형성할 가능성이 높다는 것을 알 수 있다.

4. 결론

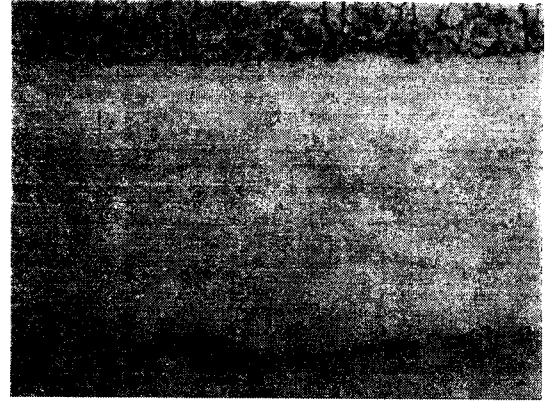
- 1) 브레이징시 MBF20만을 사용할 경우, 공구강의 팽창, 수축에 의한 열응력을 흡수하지 못하고 초경에서 파단이 일어났으며, 샌드위치 구조로서 브레이징을 했을 경우에는 Ni 층의 충분한 열응력 완화로 인해 확산접합에 근사한 접합강도를 나타냈다.
- 2) 접합온도에서 즉시 QT처리한 경우, 시험편에 부가되는 열응력이 최소화 되고, Martensite 변태에 의한 열응력 감소의 효과로 인해 균열이 발생하지 않았으며 높은 경도와 강도값을 얻을 수 있었다.
- 3) XRD 분석 결과 노냉후 QT처리한 시험편의 경우에는 접합후 열처리까지 반복되는 가열과 장시간 가열로 인해 금속간 화합물이 생성된 것을 확인할 수 있었고, 이를 방지하기 위해서는 접합 후 즉시 QT처리할 필요가 있다.

참고문헌

1. M. G. Nicholas : Joining Process (Introduction to brazing and diffusion bonding), 1998
2. A. M. Cottenden, E. A. Almond : Hardmetal interlayered butt-joints made by diffusion bonding and pressure bonding, Metals Technology, June 1981, pp.221~233
3. 岩本信也 : セラミックス接合工學, 1990
4. Katsuaki SUGANUMA : Recent advances in joining technology of ceramics to metals, ISIJ International, Vol. 30 (1990), No. 12, pp.1046~1058
5. American Welding Society : Brazing Handbook, Fourth Edition, 1991, pp.405~422



(a) 1025°C. MBF-Ni-MBF



(b) 1200°C MBF-Ni-MBF

Fig.1 Microstructures of SKH55 with different Brazing temperature

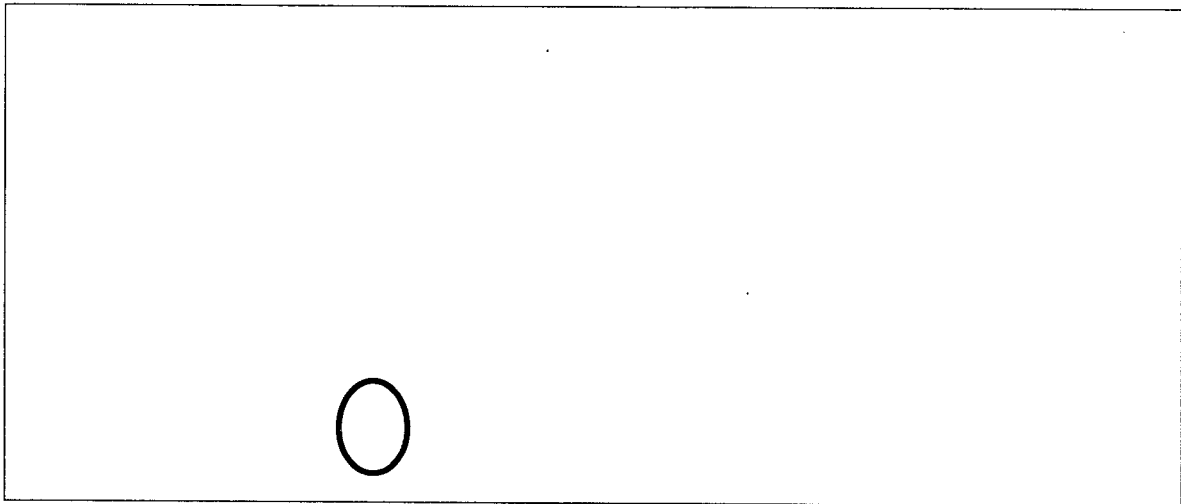


Fig.2 Result of XRD at the interface (1200°C, Furnace cooling/Q.T)

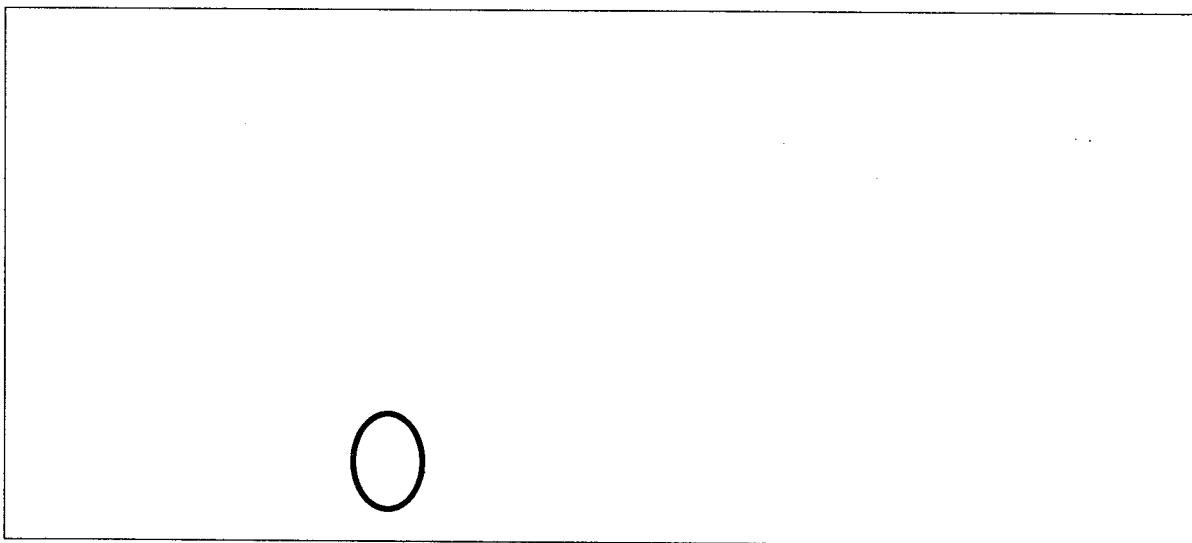


Fig.3 Result of XRD at the interface (1200°C, Air cooling/T)