

# 이종재료 접합체 WC-Co alloy/MBF-80+Cu/SKD11의 미세조직과 접합강도에 관한 연구

## A study on microstructure and bond strenght in WC-Co alloy/MBF-80+Cu/SKD11 joint

정 우 주 성균관대학교 대학원 신소재공학과

정 승 부 성균관대학교 금속재료공학부

### 1. 서론

과학기술이 고도로 발달함에 따라 각종 산업분야 에서는 다기능화, 고성능, 고효율화가 요구되고 있는데 이러한 요구에 부응하기 위해서는 보다 가혹한 환경에서도 사용될 수 있는 고강도, 내식 및 내열성이 우수한 재료의 개발이 요구되고 있다. 재료의 실용화를 도모하기 위해서는 재료의 개발과 동시에 가공기술도 중요하다. 그 중에서도 접합기술이 아주 중요하다. 세라믹스와 금속간의 이종 접합기술은 과거의 동종 접합방식보다 응용범위가 넓어 최근 관심이 급증하고 있다. WC-Co계의 초경합금은 다른 초경합금과 달리 기계적 성질이 우수하고 물리적 성질이 안정하여 널리 사용되고 있으나 심한 충격을 받으면 인성이 낮아 취약해지는 단점이 있다. 또한 접합시 접합계면에서 발생하는 결함과 냉각시 접합계면에서는 모재의 열팽창계수로 인한 잔류응력이 발생한다. 이러한 것들을 최소화시키기 위해 모재의 성분원소에 따른 적절한 삽입금속 및 냉각속도, 냉각형태 등을 고려하여야 한다. 한편 SKD11은 내마모성과 강도가 높기 때문에 게이시, 트리밍다이, 나사전조, 다이스용으로 쓰이는 냉간금형용 합금공구강이다. 또한 이 SKD11은 금형강으로서 인성이 좋기 때문에 초경합금과의 접합시 서로의 단점을 보완하고 장점을 극대화시키면 향후 고강도, 내식 및 내열성뿐만 아니라 높은 인성을 요구하는 재료에 적절하므로 본 실험에서는 SKD11과 WC-Co계 초경합금의 접합강도 및 접합부의 미세조직에 대해 검토 하였다.

### 2. 실험방법

본 실험에서 사용된 모재는 초경합금 중에서 Co를 함유한 것으로 WC-4%Co, WC-8%Co, WC-13%Co와 SKD11을 선택하였고, 사용하는 시편의  $\phi$  및 길이는  $\phi 10 \times 10 \text{mm}$ 과 같이 제작하였다. 본 실험에서 사용된 시편의 조성을 Table 1 에 나타내었다. 또한 삽입금속은 현재 시판되고 있는 MBF-80과 냉각시 발생하는 열팽창계수로 인한 잔류응력을 최소화하기 위해 Copper(98.3%)를 사용하였다. 또한 접합할 모재의 표면에 산화피막 등 불순물의 영향을 최소화하기 위하여 표면을 #1200 SiC paper로 연마한 다음에  $\text{Al}_2\text{O}_3$  Power( $0.03 \mu\text{m}$ )로 buffer 연마하였고, 또한 기계적인 성질을 실험하기 위하여 전단 시험용 시편은 조직관찰용과 같은 크기인  $\phi 10 \times 10 \text{mm}$ 로 제작하였다. 또한 대기 중에서 접합할 경우 산화물의 영향으로 기계적 성질을 변화시키기 때문에 진공을  $5 \times 10^{-4} \text{Torr}$ 로 만든 후 Ar분위기에서 접합을 행하였다. 접합시 모재의 기계적인 성질변화를 최소화하기 위해 고주파 유도로를 사용하였다. 그리고 실험에서 사용되는 시편의 접합온도의 결정은 모재의 용융점이하인 온도에서 접합을 실시하였다. 한편 접합계면의 경도는 Micro vickers 경도기를 사용해 접합부에서  $30 \mu\text{m}$ 단위로 측정

하였다. 미세조직을 관찰하기 위하여 광학현미경(Optical scopy)으로 관찰한 후 SEM(Scanning electron microscopy)으로 EDX(Energy dispersive X-ray spectroscopy)분석을 하였고, 접합부의 생성물을 조사하기 위하여 X-ray diffractometer를 이용하였다.

Table 1. Chemical compositions of base metal and insert metal.

| Matrix       | Chemical composition<br>( wt % )   |              |              |           |           |           |                    |              |     |    |    |                                |
|--------------|------------------------------------|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------|--------------------|--------------|-----|----|----|--------------------------------|
|              | C                                  | Cr           | Mo           | Si        | Mn        | P         | S                  | V            | Fe  | WC | Co | Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub> |
| WC-4%Co      | -                                  | -            | -            | -         | -         | -         | -                  | -            | -   | 96 | 4  | -                              |
| WC-8%Co      | -                                  | -            | -            | -         | -         | -         | -                  | -            | -   | 92 | 8  | -                              |
| WC-13%Co     | -                                  | -            | -            | -         | -         | -         | -                  | -            | -   | 87 | 13 | -                              |
| SKD11        | 1.40<br>1.60                       | 11.0<br>13.0 | 0.80<br>1.20 | 0<br>0.40 | 0<br>0.60 | 0<br>0.03 | 0<br>0.03          | 0.20<br>0.50 | Bal | -  | -  | -                              |
| Insert metal | Chemical composition<br>( mass % ) |              |              |           |           |           | Melting range( K ) |              |     |    |    |                                |
|              | Ni                                 | B            | Si           | Cu        | Cr        | Zn        |                    |              |     |    |    |                                |
| MBF 80       | Bal                                | 3.7          | -            | -         | 15.5      |           | 1293-1338          |              |     |    |    |                                |
| Copper       | -                                  | -            | 0.7          | 98.3      | -         | 1.0       |                    |              |     |    |    |                                |

### 3. 실험결과 및 고찰

#### ①접합시간에 따른 액상폭의 변화

Fig.1은 WC-13%Co/SKD11에 MBF-80, Copper를 삽입금속으로 하여 접합온도가 1323K에서 유지시간(0.6Ks~3.6Ks)에 따른 접합 계면 조직의 변화를 나타낸 것이다. 접합유지시간이 증가함에 따라서 액상폭이 증가함을 알 수 있었으며, 이것은 모재와 삽입금속 사이에서 상호확산에 의해 계면층이 증가한 것과 삽입금속중에 포함된 성분원소의 농도와 모재의 성분원소와의 확산계수에 영향을 받는다고 사료되어진다.

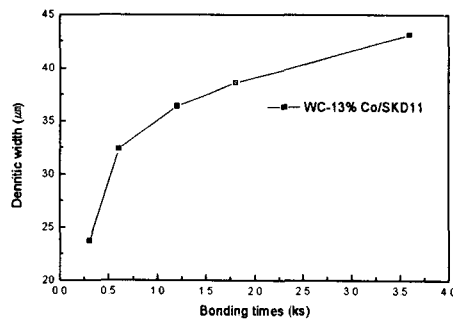


Fig.1 Dendritic width variations of interface jointed at 1323K for variations bonding times

#### ②접합시간에 따른 접합강도 변화

Fig.2는 WC와 SKD11을 접합하여 접합시간에 따른 접합강도의 변화를 나타낸 것이다.

Fig.2를 보면 접합시간 0.6ks에서 WC-13%Co/SKD11이 242MPa로 가장 높은 강도값을 나타내었으나 WC-4%Co의 강도값과 WC-8%Co의 강도값은 상대적으로 낮은 접합강도값을 나타내었다. 이것은 WC중의 Co원소가 삽입금속에 있는 Cu, Ni원소와 고용합금화 되면서 접합강도가 증가된 것으로 사료된다. 또한 접합시간이 증가할수록 접합강도는 감소하는데 그 이유는 접합시간이 증가할수록 액상폭은 증가되며 접합계면에서 결정립의 조대화가 일어나 접합강도에 나쁜 영향을 준다고 사료된다.

③모재와 접합계면에서의 경도 측정

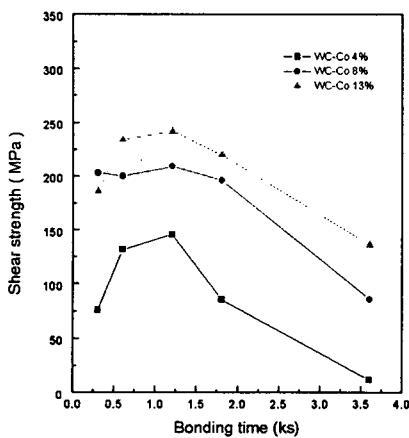


Fig.2 The shear strenght of WC-Co/skd11 jointed at 1323K for various bonding times

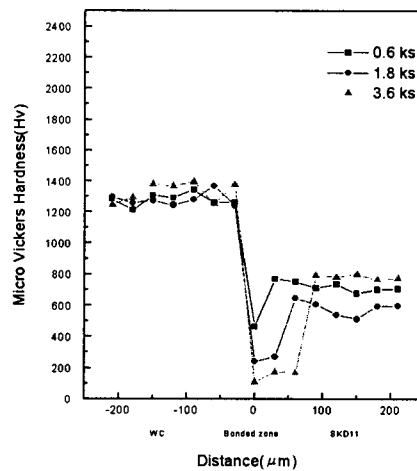


Fig.3 Hardness variation on bonded zone in WC-13%Co/SKD11 jointed at 1323K

Fig.3은 1323K에서 WC-13%Co/SKD11를 접합한 후 접합계면을 중심으로 경도값을 측정한 결과를 나타낸 것이다. 초경합금이나 합금공구강 쪽에서의 경도보다 접합계면에서의 경도가 상당히 낮은 것을 알 수 있다. 이것은 접합시 접합계면이 열을 받아 접합부에 존재하는 선결합과 점결합의 감소로 인해 연화 되었기 때문이라고 사료되어진다.

4. 결론

- ㉑액상폭은 유지시간이 증가함에 따라 삽입금속의 성분원소와 모재의 성분원소가 반응을 해서 계면층이 증가한다.
- ㉒Co의 함량이 많아질수록 접합강도는 증가하였으며 접합유지시간이 증가할수록 접합강도는 감소하였다.
- ㉓접합부를 제외한 양 모재 쪽에서의 경도는 높았으나 접합부에서의 경도는 상당히 낮았다.

5. 참고문헌

1. 姜 晶 允, 金 雨 烈 : Brazing기술의 기초와 실제 (I), J. KWS., Vol. 10, No.2, (1994)

2. 대한금속학회 : 분말야금기술 , 1987
3. Greg Geiger : Advanced in Mechanical Testing of Advanced Ceramics, Bulletin  
Vol. 69, No.11, 1990, p.1794-1800