

## 천이액상법을 이용한 합금공구강의 액상접합에 관한 연구.

### A Study on the Diffusion Bonding of Special Tool Steel by using Transient Liquid phase.

양 훈모\*, 권 병대\*, 김 영선\*, 정 승부\*

\*성균관대학교 금속공학과, \*\*현대전자

#### 1. 서론

액상확산접합법은 모재보다 용점이 낮은 삽입금속을 양 모재 사이에 삽입한 다음 가열하고 이 삽입금속이 용융되면서 용융된 삽입금속과 모재가 반응하여 용점 저하원소가 모재쪽으로 확산하여 등온응고과정을 거치면서 접합을 이루는 방법으로 일반 접합으로 발생할 수 있는 문제점을 감소시킬 수 있다.

일반적인 합금공구강은 상온 및 고온에서 탄화물을 형성하여 큰 경도 및 내마모성을 가지고 있다. 또한 인성이 커서 큰 충격에 견디고, 가공 및 열처리가 용이하여 열처리 변형이 적고 내식성, 내산화성이 우수하다. 이러한 합금공구강을 액상확산접합법으로 접합시키는 목적은 모재를 열화시키는 정도가 작고, 모재를 재용융시킬 필요가 없기 때문이다. 그리고 접합시 탄화물(MC)들을 고루 분포시켜서 경도가 우수한 제품을 얻고자 하는데 있다. 이 접합에서 사용된 삽입금속의 원소는 B, C, Si 등의 첨가로 인해서 용점이 낮아지고 액상폭을 줄일 수 있는 MBF-30 및 MBF-80계를 사용하였다.

본 연구의 목적은 실용합금인 SKD 11 및 SKD 61을 모재로 사용했으며 시판되고 있는 MBF-30 및 MBF-80계의 삽입제를 사용하여 액상확산접합 과정에서 접합성과 기계적 특성에 대해 검토하였다.

#### 2. 실험재료 및 실험방법

본 실험에서 사용된 모재는 합금공구강 중에서 시판되고 있는 SKD11 및 SKD61을 사용하였고, 이것의 화학조성은 Table 1과 같고 삽입제는 현재 상업용으로 시판되고 있는 MBF-30, 및 MBF-80계를 사용하였으며 이것의 화학 조성은 Table 2와 같다.

Table 1 Chemical composition of Base metal ( mass % )

Materials	Cr	Mo	C	Mn	Si	P	S	V	Fe
SKD 11	11.0- 13.0	0.80- 1.20	1.40- 1.60	0.60 이하	0.40 이하	0.03 이하	0.03 이하	0.20- 0.50	Bal.
SKD 61	0.32- 0.42	0.80- 1.20	0.50 이하	0.03 이하	0.03 이하	4.50- 5.50	1.00- 1.50	0.08- 1.20	Bal.

Table 2 Insert metal of Ni base.

Materials	Chemical composition ( mass % )					Melting range( K )
	Ni	B	Si	Co	Cr	
MBF-30	Bal	3.0	4.4	-	-	1253-1313
MBF-80	Bal	3.7	-	-	15.5	1293-1338

접합부 영향인자를 최소화 하기위하여 진공중에서 접합을 실시하였다. 이때의 진공분위기는  $5 \times 10^{-4}$  Torr에서 실시하였으며 각 시편의 온도를 측정하기 위하여 R-type의 열전대를 접합시키고자 하는 시편에 1mm간격에 일정하게 위치 시켰다. 실험에서 사용되는 시편의 접합온도의 결정은 삽입체의 용융온도 (1253K~1338K)보다 35K~70K높은 온도와 모재의 용융점 (1671K) 이하인 온도에서 접합을 실시하였다.

모재와 삽입체의 반응현상을 관찰하기 위하여 광학현미경과 주사전자현미경으로 단면을 관찰하였고 Vickers경도실험을 실시하였으며 접합부의 생성상 분석은 X-ray diffractometer를 이용하여 조사하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 Micro-vickers을 이용하여 접합부 부근에서  $30\mu\text{m}$ 간격으로 경도분포를 나타낸 것이며 온도의 증가와 유지시간의 증가에 따라서 접합부내에 존재하는 액상폭의 변화와 같은 경향을 나타내었다. 공정조직의 폭은 1423K도에서는 시간의 증가와 더불어 감소하고 또한 액상폭이 감소속도는 접합온도가 높을 수록 큰 것을 알 수 있었다. 이 경향은 SKD 11 및 SKD 61에서도 일치 하였으며 SKD 11 및 SKD 61의 경도값은 약 250Hv~300Hv를 나타내었고, 삽입금속을 사용하여 접합한 접합부는 250Hv~420Hv정도이고 접합계면 부근에서는 500Hv~650Hv정도의 높은 경도 분포를 보여주는데 이것은 삽입금속에 의한 접합계면 부근에서 MC 탄화물의 생성으로 인해 경도가 증가한 것이라고 사료된다.

Fig. 2는 1373K조건에서 각각의 삽입금속을 사용하여 접합부의 인장시험 결과를 나타낸 것이다. SKD 11 및 SKD 61에 삽입금속 MBF-30을 쓴 것은 유지시간에 관계없이 모재의 인장값보다 10~20%정도 높은 값을 보여주나, 삽입금속 MBF-80을 사용하여 접합한 경우는 거의 18%~43%정도의 인장값의 저하를 나타내었다.

#### 4. 결 론

SKD 11과 SKD 61을 모재로 사용하고 삽입제 MBF-30과 MBF-80을 사용하여 천이액 상확산법으로 접합한 접합부의 조직변화와 접합강도를 다음과 같이 얻었다.

1. 접합의 과정은 “액상의 생성 - 액상의 증가 - 등온응고- 성분의 균질화” 과정으로 이루어졌다.
2. 접합부의 경도 값의 변화의 폭은 액상폭의 변화와 같이 접합시간이 증가할수록 감소하였고, SKD 61의 경우는 접합부 부근의 경도값은 모재와 동일한 값을 나타내었다.
3. X-ray diffractometer의 조사 결과 접합계면 부근에서 높은 경도 분포를 보여주는데 이것은 삽입금속에 의한 접합계면 부근에서 생성된 반응 생성물은  $Fe_3C_2$ ,  $(Cr,Mo,C)_{23}C_6$ 의 생성물이 조사되었고, 이러한 탄화물계의 영향으로 경도값이 증가 되었다고 사료된다.
3. 1373K조건에서 각각의 삽입금속을 사용하여 접합부의 인장시험 결과에서 SKD 11 및 SKD 61에 삽입금속 MBF-30을 쓴 것은 유지시간에 관계없이 모재의 인장값보다 10~20%정도 높은 값을 보여주나, 삽입금속 MBF-80을 사용하여 접합한 경우는 거의 18%~43%정도의 인장값의 저하를 나타내었고 또한 인장시험의 파면에서 관찰된 반응생성상은  $Fe_3C_2$  인 탄화물계로 조사되었다.

#### 5. 참고문헌

1. R.G.Barker: Philos. Trans. R.soc.A282(1976),p.207
2. H.IKawa: Trans.Japan.weld.soc., 5-1(1974),p.5
3. 양훈영:신금속재료, 문정당,Vol.12-3(1993), p.273
4. D.S.Duvall et al.: Weld.J., No.4,53(1974), p.203
5. 姜晶元.中尾嘉邦:日本溶接學會誌,7-2(1989)36

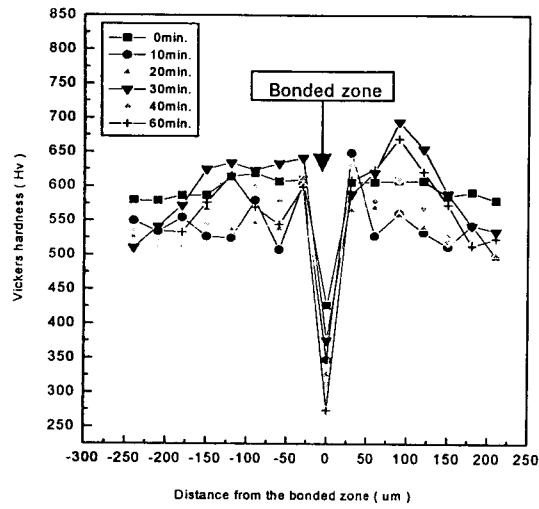
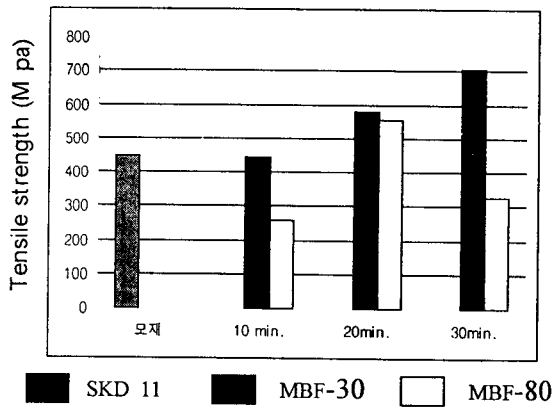
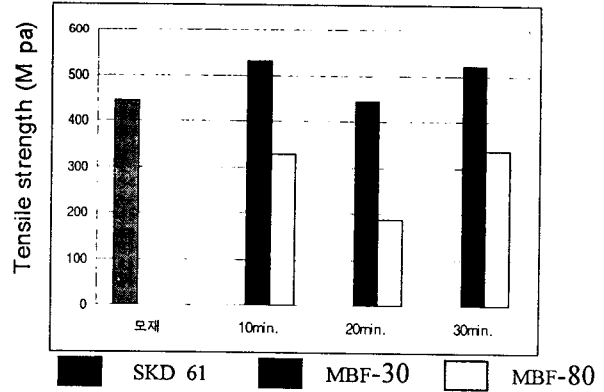


Fig. 1 Micro-vickers hardness at bonded zone.



a) SKD 11



b) SKD 61

Fig. 2 Tensile strength at 1373k for bonding times.