

Ti-15wt%Cu-20wt%Ni 삽입금속을 이용한 CP Ti접합에 관한 연구

- A Study on Joining of CP Ti to CP Ti using Ti-15wt%Cu-20wt%Ni insert metal

부산대학교 우인수 김경미 강정윤

1. 서론

본 연구는 액상확산접합법을 이용한 Ti기 금속복합재료 제조법을 개발하기 위한 선행 연구로서 CP Ti의 접합에 대한 연구이다. 삽입금속으로는 Ti-Cu-Ni 3원계를 선택하였다. 삽입금속의 최적 조성을 선정하기 위하여 DTA로 용점을 측정하였다. 그 결과, Ti-15wt-20wt%Ni이었다. 이 조성을 삽입금속으로 사용한 경우에 광학현미경, SEM, EDX, X-ray등을 이용하여 접합조건에 따른 접합부의 조직변화 관찰 및 생성상에 대한 동정을 행하고 접합현상을 파악하였다. 또한, 접합이음부의 인장성질을 검토하였다.

2. 실험방법

접합에 사용된 모재 CP Ti의 화학조성은 표 1과 같고, $\phi=10\text{mm}$ 인 봉상이다. 삽입금속은 진공Arc 용해로에서 모합금을 제조한 후, 고주파 유도 가열 접합장치에서 $\phi=10\text{mm}$ 인 석영관을 이용하여 채용해하였다. 채용해한 삽입금속을 절단한 후, $130\mu\text{m}$ 까지 연마하였다.

준비된 모재와 삽입금속은 그림 1에 나타난 바와 같이 접합부의 폭을 일정하게 유지하기 위해서 $110\mu\text{m}$ 의 텅스텐spacer를 모재사이와 삽입금속사이에 장착한 뒤 Jig를 사용하여 시험편을 고정하였다. 하중은 10 kg/cm^2 의 Cu봉을 사용하였다. 이렇게 준비된 시험편을 10^{-4}torr 이상의 '진공도를 가진 고주파 유도 가열 접합장치'에 장입시켰다.

접합온도는 1213, 1243, 1273K에서 각각의 접합시간 0, 60, 120, 240, 360, 480, 600, 900, 1200s로 변화시켜 접합하였다.

접합부의 조직은 시험편을 접합면에 수직하게 절단하여 연마한 후, Dist. water(100ml)+Hydro-fluoric(40%, 1-3ml)+Nitric acid(1.40, 2-6ml)용액으로 부식하여 광학현미경(OM)과 주사현미경(SEM)으로 관찰하였다.

접합부의 현미경 조직 관찰에 사용된 시험편을 EDX를 이용하여 접합부에 존재하는 생성상의 성분 조성을 확인하였다. 생성상의 동정은 원통형의 접합된 시험편을 평행하게 절단한 후 원하는 생성상이 나타날 때까지 단계적으로 연마와 부식을 반복하면서 행하였다. 이때, X-ray분석에 사용된 target는 Cu-K α 이며, scann speed는 $2^\circ/\text{min}$, 가속전압과 전류는 40KV, 30mA이었다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 Ti-15wt%Cu-20wt%Ni 삽입금속을 사용한 CP Ti 접합부의 조직

Ti-15wt%Cu-20wt%Ni 삽입금속의 냉각시 액상선 온도는 약 1193K이었다. 그래서 최저 접합온도를 액상선 온도보다 20K 높은 1213K로 정하고, 이 온도에서 30K, 60K 높은 1243K, 1273K로 변화시켜 보았다.

사진 1의 (a), (b), (c)는 접합온도 1213K에서 각각 0, 300, 1200s동안 유지하여 접합한 접합부 근방의 조직이다. 접합시간이 증가함에 따라서 접합부에 존재하는 백색상이 감소하고 1200s에서는 완전히 소멸됨을 알 수 있다. 이러한 현상은 접합온도가 높을수록 소멸속도는 증가한다. 또한, 접합근방의 모재에서는 침상조직이 존재하고, 접합시간이 증가함에 따라서 존재하는 영역의 폭은 증가하고 있다. 결국, 접합조건 1213K x 1200s, 1243K x 900s, 1273K x 900s에서 접합이 완료됨을 알 수 있다.

접합부 근방에 존재하는 상들이 고상과 고상 반응에 의해서 생긴 상인지, 등온응고 후 냉각 중에 생긴 상인지, 잔류액상이 냉각시 생긴 상인지를 검토하기 위하여, SEM 및 EDX을 이용하여 미세조직과 각 상의 성분을 조사하였다. 사진 2는 1273K x 60s로 접합한 SEM조직이다. 표 2는 사진 2의 A, B,

C, D를 각각 확대한 SEM조직과 EDX, X-ray 분석한 것을 표시한다. A부분인 백색부는 아주 가는 lamellar형태의 공정 혹은 공석조직으로 보이는 조직과 긴 봉상의 조직이 존재하는 것으로 나타났다. B부분인 흑색부에서는 기지조직, 조대한 생성물과 아주 미세한 lamellar조직이 존재하는 것이 특징이다. C부분은 모재와 액상삼입금속과의 용융반응에 의해 모재가 용융한 부분이라고 생각된다. D부분은 모재부의 침상 조직으로 가는 lamellar형상의 조직과 기지조직으로 구성되어 있다. 삼입금속 및 접합부위 단면에 대한 X-ray분석 결과, 생성상들은 α Ti 및 Ti_2Ni 및 Ti_2Cu 임을 알 수 있다.

이상의 EDX 및 X-ray분석 결과와 Ti-Cu, Ti-Ni 2원계 상태도를 참고하여 각 상에 대한 생성원인을 고찰하면 다음과 같다. 표 3의 A, C, D조직은 접합온도에서 이미 등온응고하여 공석변태한 lamellar조직으로 생각된다. B조직은 잔류액상이 냉각되면서 초정 및 Ti_2Ni , Ti_2Cu 가 공정반응에 의해서 생긴조직과 β 가 냉각되면서 공석변태하여 생긴 lamellar조직이 혼재한 것으로 추정된다.

3.2 Ti기 복합재료 제조에 대한 예비실험 및 검토

사진 3의 (a), (b), (c)는 각각 SiC 장섬유, 휘스카, 분말을 사용하여 접합조건 1243K x 180s으로 접합한 접합부 근방의 조직이다. 장섬유로 프리폼을 만든 경우는 거시적으로 void가 없는 접합체를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 휘스카를 사용한 경우는 약간 void가 존재하지만 분말을 사용한 경우는 void가 거의 없는 것으로 나타났다.

Table1. Chemical Composition of Base Metal and Insert Metal

Materials	Ti	Cu	Ni	Fe	C	S	O ₂	N ₂
CP Ti	Bal.	-	-	0.027	0.0028	-	0.0016	0.0004
Ti-15Cu-20Ni	Bal.	14.45	19.52	-	0.007	0.008	-	-

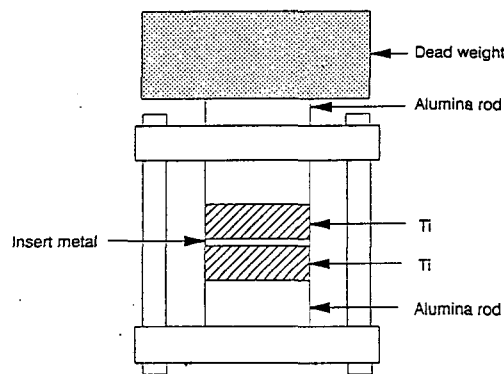


Fig. 1 Configuration of the specimen and insert metal in bong

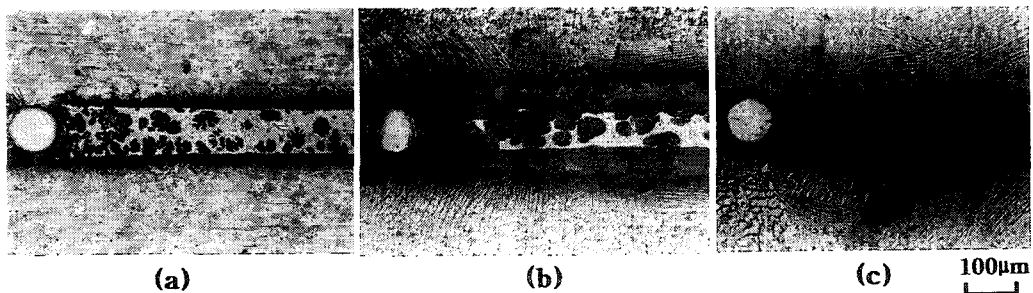


Photo. 1 Microstructures of the joint with variations of bonding time at 1213K
: (a) 0s, (b) 300s, (c) 1200s

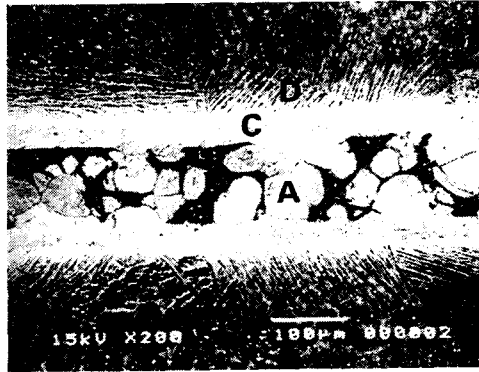


Photo. 2 SEM structure of the joint at 1273K for 60s

Table 2 The result of EDX and X-ray of the joint at 1273K for 60s

	A	B	C	D
SEM Structure				
EDX	Ti, Cu, Ni	Ti, Cu, Ni	Ti, Cu, Ni	Ti, Ni
X-ray	α Ti, Ti ₂ Cu, Ti ₂ Ni	α Ti, Ti ₂ Cu, Ti ₂ Ni	α Ti, Ti ₂ Cu, Ti ₂ Ni	α Ti, Ti ₂ Ni

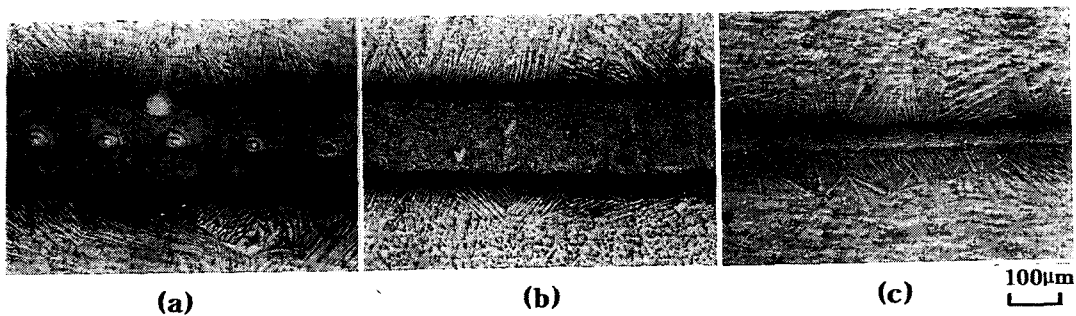


Photo. 3 Microstructures of the joint at 1243K for 180s
: (a) Long fiber (b) Whisker (c) Power