

MMC와 Al합금의 마찰압접

Friction welding of MMC and Al alloys

연윤모* , 中村 滿**

* 수원과학대학 자동화용접과, ** 岩手大學 材料物性工學科

1. 서론

SiC입자강화 Al복합재료(MMC)는 가벼우면서 강성 및 강도가 높고 내마모성이 우수하여 자동차 및 우주산업에의 응용이 기대된다. 그러나, 이러한 MMC를 종래의 방법으로 용융용접하는 경우, 용접부에는 SiC입자의 편석, 블로 홀 및 취약한 금속간화합물이 발생하기 쉽다는 등의 문제점이 있다. 이러한 복합재료의 특성을 손상시키지 않고 접합할수 있는 고상접합 방법 중에서 마찰압접은 이미 폭 넓은 분야에서 실용화되고 있지만 SiC입자강화 Al복합재료에 관한 연구 및 적용에는 적다. 특히 이종재질과의 마찰압접에 관해서는 거의 조사되어 있지 않다.

따라서, 본 연구에서는 SiC입자강화 Al-Si계 주조용 복합재료와의 압접현상을 조사하는 기초적 연구로서 순Al 및 Al합금을 사용하여 접합강도 및 접합과정을 지배하는 주요인자를 비교,검토하였다.

2. 실험방법

본 실험에 사용된 MMC(Duralcan F3S합금), 1070, 6061합금의 화학조성을 Table 1에 나타낸다.

Table 1 Chemical compositions of MMC and Al alloy used.

	(mass%)									
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	SiC(vol%)	Al
MMC	9.0	0.14	—	—	0.54	—	—	0.10	21.3	Bal.
A1070	0.05	0.20	—	—	—	—	—	0.03	—	Bal.
A6061-T6	0.75	0.16	0.19	0.04	1.04	0.08	0.02	0.02	—	Bal.

MMC의 경우, 주조 잉고트로 부터 환봉 시험편을 만들기 위하여 Ar분위기(6~7 l/min)중, 963K에서 용해하여 내경 10mm의 금형에 주조하였다. 여기서 얻어진 환봉의 MMC는 811K에서 14시간 용체화처리후 350K에서 온수냉한 후, 433K에서 6시간 시효처리를 행하였다. 외경 10mm로 주조된 MMC의 표면을 균일하게 하기 위하여 선반절삭후, 아세톤중에서 초음파 탈지 세정하여 마찰압접용 시험편으로 사용하였다. 접합할 면은 선반으로 표면절삭가공을 행하여 평행도를 확인하고 접합직전에 아세톤으로 접합계면을 세정한후, 마찰압접실험을 행하였다. 마찰압접에는 브레이크식 마찰압접기를 사용하였다. MMC 와 1070 및 6061의 접합계면 및 과단면은 광학현미경 및 SEM으로 SiC입자의 거동을 관찰하고 EPMA에 의해 면분석을 행하였다. 접합부의 기계적성질을 검토하기 위하여 인장시험 및 마이크로 비커스 경도시험(하중:25g)을 행하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.1은 MMC 환봉 주조재의 SEM사진과 EPMA에 의한 각 원소의 분석결과를 나타낸다. 블록 상태로 보이는 것이 SiC입자로, 이 입자는 Al기지중에 거의 균일하게 분포하고 있음을 알 수 있다. Fig.2는 MMC-T6와 A1070 의 마찰시간과 이음부강도 및 총 변형량의 관계를 나타낸다. 인장

시험결과, 마찰시간 $t_f=0.5s$ 까지는 접합계면파단이었지만 마찰시간 1s 이상에서는 A1070측에서 모재파단되었다. Fig.3은 Fig.2의 마찰시간 0.5s 및 2.0s에서 압접한 시료의 접합계면으로부터 A1070측의 경도변화를 나타낸다. $t_f=0.5s$ 의 경우, A1070측 계면으로부터 약1mm정도까지 떨어진 곳까지 중앙부 및 외주부 모두, 경도가 저하되고 있으나 $t_f=2s$ 의 경우는 중앙부에서는 약간의 연화가 보이지만 외주부에서는 거의 연화되지 않았다. 이와 같은 연화역의 감소가 모재파단과 관련된다고 생각된다. Fig.4는 MMC-T6와 6061-T6의 마찰압접재 및 접합후, T6처리한 시험편의 마찰압력변화에 따른 접합강도의 변화를 나타낸다. 그 결과, 압접재를 T6처리에 의해 접합강도를 50~100MPa정도 증가시킬 수 있었다. Fig.5는 Fig.4에 나타낸 마찰압력 $P_1=60MPa$ 에서 압접한 시료와 이를 시효 처리한 시료의 경도변화의 비교를 나타낸다. 시효처리(Mg_2Si 석출) 함으로서 연화역의 경도가 상승하여 거의 연화역이 없어짐을 알 수 있다. 이 때문에 접합강도는 상당히 향상되었다고 생각된다.

4. 참고문헌

- (1) A.P.Divecha, S.G.Fishman and S.D.Karmarkar : J. of Metals, 9(1981)12
- (2) J.S.Ahearn, C.Cooke and S.G.Fishman : Metal Construction, 14(1982)192
- (3) 加藤 數良, 時末 光 : 摩擦壓接, 3(1996)6
- (4) T.J.Lienert, W.A.BaerlackIII, J.Ringnalda and H.L.Fraser : J. of Mat. Sci., 31(1996)2149

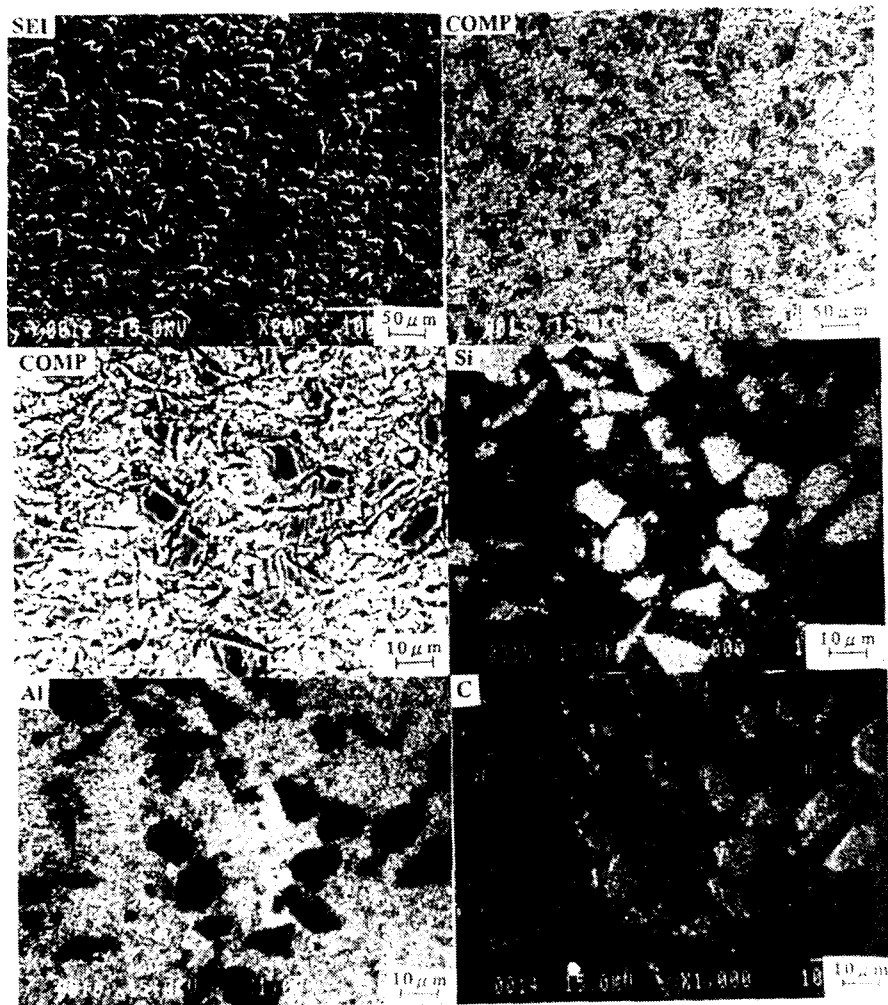


Fig. 1 SEM observation and EPMA analysis of MMC As-cast material.

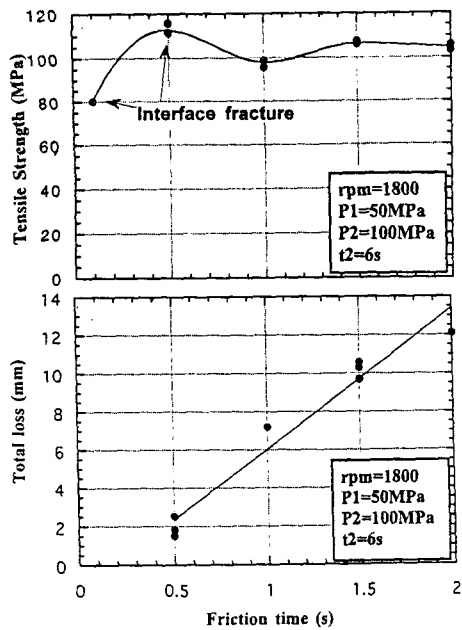


Fig. 2 Relation between friction time and mechanical properties
(a) Tensile strength (b) Total loss

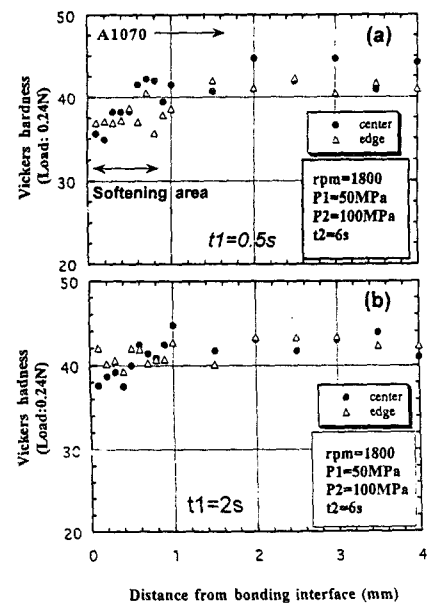


Fig.3 Hardness distribution of bonding interface
(a) $t_1=0.5s$ (b) $t_1=2s$

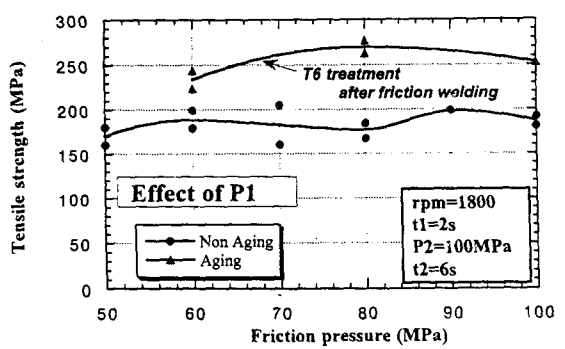


Fig. 4 Effect of T6 treatment on friction welding strength influence by friction pressure

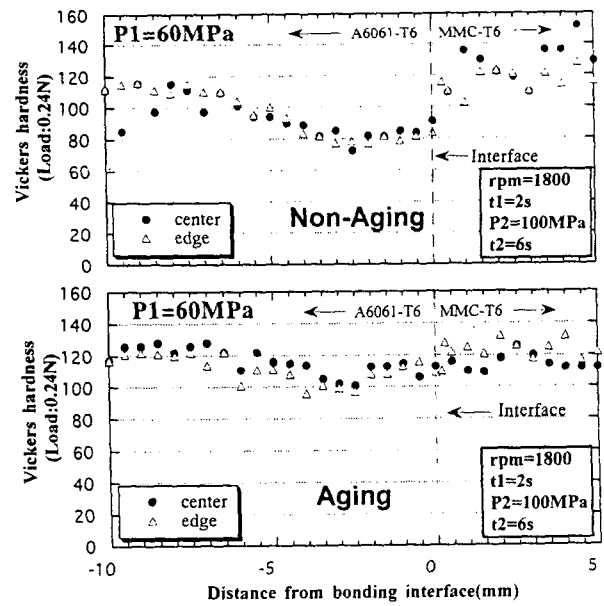


Fig. 5 Hardness distributions of bonding interface