

Al 5052 합금의 마찰교반 접치기 접합 소성유동 특성

The plastic flow characteristics of lapping Friction Stir Welded Al 5052 alloy

고영봉*, 박경채*, 김종배*, 최준웅*

* 경북대학교 금속신소재공학과

1. 서 론

Al 및 Mg 등의 경량합금은 종래의 용융 접합 방법으로는 양호한 접합부를 얻기가 힘들었다. 그러나 마찰교반접합법(friction stir welding, 이하 FSW)이라는 소성유동을 이용한 고상 접합법의 개발로 이러한 금속의 접합이 가능해졌을 뿐만 아니라, 접합부의 성능이 비약적으로 향상되었다. 주로 자동차 산업, 항공 우주 산업 등의 분야에서 수송기기의 경량화 및 신뢰성의 향상을 목적으로 구조용 재료에 Al 합금의 FSW 적용이 활발히 진행되고 있지만, 대부분 연구가 맞대기 접합으로만 되어왔다. 따라서 겹치기 접합에 관한 연구는 많이 부족한 실정이다. 겹치기 접합의 개발은 여러 산업분야와 기술적인 측면에서 이로운 점을 가지고 있어 그 효과가 기대된다.

본 연구에서는 겹치기 접합의 적용을 고려하여 Al 5052 합금 판재의 겹치기 접합을 실시하고, 하판에 Cu를 Plasma Coating하여 소성유동과 접합면의 영향을 조사하고자한다.

2. 실험방법

본 연구에서는 자체 제작한 FSW 기기를 이용하여 접합을 실시하였으며, 실험재료는 Al 5052 합금을 사용하였다. 합금 조성은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Chemical composition of Al 6061 alloy

	Mg	Fe	Cr	Si	Cu	Mn	Zn	Others	Al
wt%	2.2 ~ 2.8	0.4	0.15 ~ 0.35	0.25	0.1	0.1	0.1	0.15	rem

시험편 제작은 100mm^L×100mm^W×2mm^T의 두 판재를 50mm씩 겹치도록 접합을 실시하였다. 접합 Tool의 특성은 다음과 같다.

Table 2. Designated parameters of welding tool

Tool of Material	Shoulder diameter	Pin diameter	Pin length
WC	15	5	2.1

접합부의 미세조직 및 상 분석을 위해 광학 현미경(OM, Optical Microscopy)과 주사전자현미경(SEM, Scanning Electron Microscope)을 사용하였다. 또한 접합부의 기계적 특성을 평가하기 위해 인장시험 및 경도 시험을 실시하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 접합부의 미세조직

Fig. 1은 접합부의 Macro조직을 나타낸 것이다. 접합부는 FSW의 전형적인 welding nugget이 존재하는 형태를 보였으며, stir zone과 접하는 부

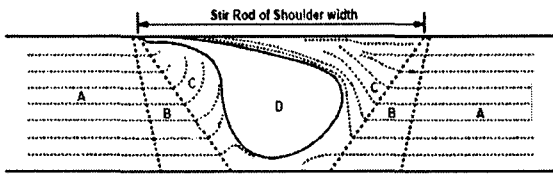


Fig1. Macrostructure of FSW

본에는 wave line과 상·하부 판의 interface가 관찰되었다. 접합부의 미세조직은 SZ의 경우 동적재결정으로 조직이 미세화 되었고, TMAZ에서는 소성유동 및 입열의 영향으로 변형 및 약간의 미세화가 이루어진 것이 확인되었다. HAZ의 경우 모재의 조직과 큰 차이는 보이지 않았다.

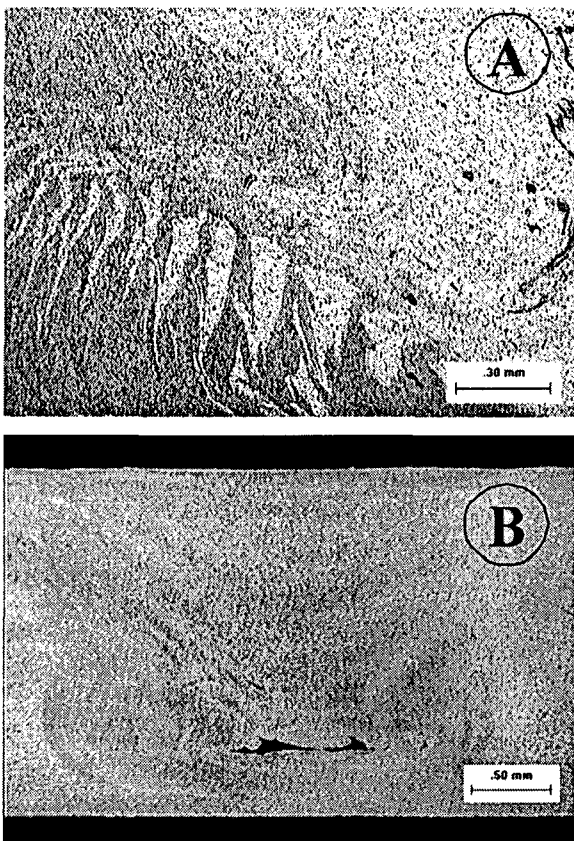


Fig 2. Optical Microstructure of a) Wave line and b) nugget

그림 2는 THAZ와 nugget zone를 관찰한 것이다. 소용돌이의 모양과 물결무늬를 확인할 수 있다. 그림 3은 AS부위를 관찰한 것이다. 급격히 상승 후 하강하는 경향을 확인할 수 있다. 이 부위를 더 자세히 관찰하기 위해 하판 위에 Cu를 Plasma thermal spray를 사용하여 코팅한 후 FSW를 실시 하였다.

그림 4는 Cu를 코팅한 단면을 관찰한 것이다. 회전속도의 변화에 따라 급격하게 올라가는 모습을

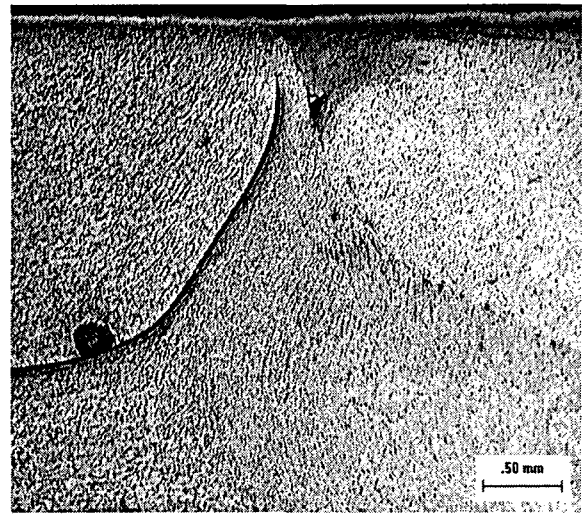


Fig 3. Macrostructure of Advancing side

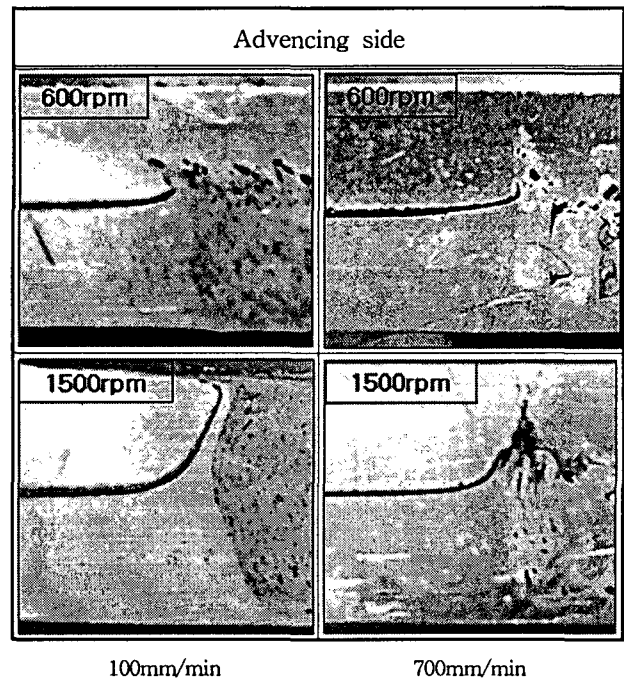


Fig 4 Macro image of typical interface 확인할 수 있다. 이러한 소성유동의 변화는 맞대기 접합에서의 기계적 특성에 영향을 줄 것이다.

4. 결 론

Al 6061 합금과 Cu를 코팅한 Al판을 이용하여 접치기 마찰교반접합을 실시하고, 조직을 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 접치기 접합의 경우 interface의 형상이 AS

측은 상승 후 급격히 감소하는 모양을 보였다.

2) 겹치기 접합의 경우 인장강도는 interface의 위치에 따른 AS 및 RS 측의 두께에 큰 영향을 받을 것이다.

3) 겹치기 접합의 경우 interface의 변형이 적은 RS측에 응력이 주어지는 접합 형태가 더 효율적이다.

참 고 문 헌

1. Shinoda Takeshi, Kuwano Marsaru : Lap joint of Friction Stir Welding, 2004
2. Ling Cui, Hidetoshi Fujii, Masakatsu Meada, Kiyoshi Nogi : Effect of tool geometry on mechanical properties of friction stir welded joints, 2005
3. ASM Specialty Handbook : Aluminum and aluminum alloys, ASM international, (1998), 22-72
4. R.S. Mishraa, Z.Y. Mab : Friction stir welding and processing, 2005