

알루미늄 합금 접합부의 부식 특성 연구

윤병현^{*}, 노중석^{**}, 김홍주, 장웅성^{*}

^{*} 포항산업과학연구원(RIST) 용접센터

^{**} 부경대학교 공과대학 소재프로세스공학과

A study on the corrosion characteristics of GMA and FS welded Aluminium alloy

Byoung-Hyun Yoon^{*}, Joong-Suk Noh^{**}, Heung-Ju Kim^{*}, Woong-Seong Chang^{*}

^{*} Welding Research Center, RIST, Pohang 790-330, Korea

^{**} Division of Materials Science and Engineering, PKNU, Pusan 608-739, Korea

Abstract For the evaluation of corrosion resistance, Al 6061-T6 alloy was welded by Friction Stir Welding(FSW) and Gas Metal Arc Welding(GMAW) evaluated by Tafel method and immersion test. The Tafel and immersion test results indicated that GMA weld was severely attacked compared with those of friction stir weld. It may be mainly due to the galvanic corrosion mechanism act on the GMA weld.

Key Words : Corrosion resistance, aluminum alloy, Tafel test, immersion test

1. 서 론

최근 들어 지구환경보호와 에너지절감에 대한 요구가 높아짐에 따라 자동차, 항공기, 철도 차량, 선박 등 각종 수송기기의 경량화를 위한 기술 개발이 활발히 진행되고 있으며 이를 위해 Al, Mg 등 경량합금 부재의 적용이 빠른 속도로 확대되고 있다. 이러한 각종 기기 및 구조물의 조립은 용접 공정에 의해 이루어지는데 Al합금의 용접은 기술적, 경제적 그리고 환경적 측면에서 개선하여야 할 많은 문제점을 지니고 있다. 이러한 Al 합금의 용융용접시 문제를 해결할 수 있는 새로운 기술로서 비용용 고상접합공정인 마찰교반용접기술(friction stir welding)이 전술한 바와 같은 수송기계산업을 중심으로 다양한 산업분야에서 광범위하게 적용이 확대되고 있다.

마찰교반용접기술은 구체적인 접합 인자나

기기의 구성, 그리고 각종 응용기술에 대해서는 지난 10여 년 동안 각종 국제회의를 통해 선진 각국에서 많은 연구결과들이 발표되고 있으며 이 기술의 응용에 대해 산업계의 관심도 점차 높아지고 있는 실정이다. 그러나, 마찰교반용접부의 부식특성에 대한 연구는 상대적으로 미약한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 알루미늄합금의 마찰교반용접부의 부식특성을 평가하고자 하였으며, GMA 용접부와 부식특성을 비교 검토하였다.

2. 실험 방법

본 실험에서 사용된 알루미늄 합금은 대표적 인 석출 경화형 알루미늄 합금인 Al 6061-T6을 사용하였다. 본 합금의 조성과 기계적 특성을 Table 1과 Table 2에 나타내었다.

Table 1. Chemical composition of Al 6061-T6 alloy.

Mg	Si	Sn	Mn	Fe	Cu	Cr	Ti	Al
1.06	0.65	0.02	0.04	0.37	0.25	0.2	0.01	Bal.

상기와 같은 알루미늄합금을 이용하여 마찰교반 용접 및 GMA 용접을 실시하였다. 마찰교반용접조건은 Table 2에 나타낸 바와 같으며, GMA용접조건은 Table 3에 나타낸 바와 같다.

Table 2. Friction stir welding conditions of Al 6061 - T6 alloy.

Al 6061-T6	Rotation speed (rpm)	Welding speed (mm/min)
	1000	200

Table 3. GMA welding conditions of Al 6061 - T6 alloy.

Welding materials	Current (A)	Voltage (V)	Speed (cm/min)	Ar gas (ℓ/min)
4043	175-180	20-22	40	20
5356	160-165	20-22	40	20

본 연구에서의 부식 특성 실험은 부식 평가 방법으로 널리 이용되고 있는 전기화학적 분극실험방법은 Tafel 방법으로 실시하였다.

사용된 분극 실험 장치는 EG&G사의 Model 273A Potentiostat를 이용하였으며, 측정에 사용된 기준전극(reference electrode)은 포화 크로멜전극(KCl)을 사용하였다.

또한, 부식 환경에서의 부식특성을 관찰하기 위해 침지실험(Immersion Test)을 실시하였다. 침지실험은 ASTM G 110을 참고하여 실시하였다.

본 실험에서 설정된 침지 시험 조건은 Table 4에 나타낸 바와 같다.

Table 4. Experimental conditions of immersion test.

Specimen	BM, FSW(SZ), GMAW-4043(WM), GMAW-5356(WM)
Size(mm)	30×10×4
Time(hour)	24, 48, 120
Etching cleaner (1min at 95℃)	945ml reagent water +50ml nitric acid + 5ml hydrofluoric acid
Test solution	57g sodium chloride +10ml hydrogen peroxide + 1.0 ℓ reagent water

3. 실험 결과

3.1 Tafel 분극 거동

각각의 용접에 따른 Al 6061합금의 분극 저항 거동을 Fig. 1에 나타내었다. 전류 밀도는 FSW (마찰교반접합부)가 가장 낮게 측정이 되었고 BM(모재), GMAW(가스메탈아크용접부) 순으로 증가하였다. 즉 FSW의 SZ가 가장 적게 부식이 이루어졌음을 알 수 있다.

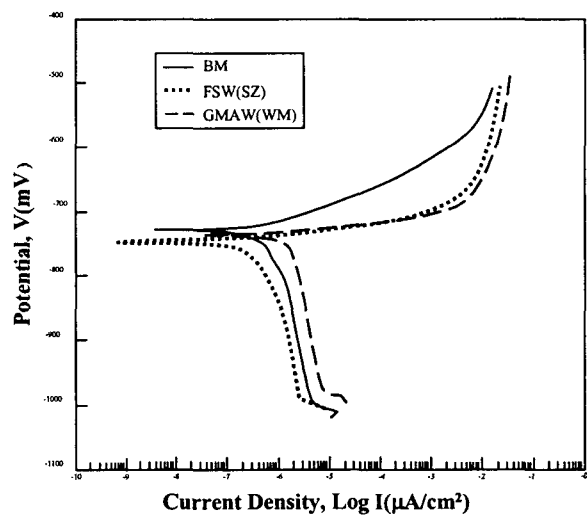


Fig 1. Tafel polarization curves for Al 6061 alloys in 3.5% NaCl solution at various welding method.

3.2 침지 부식시험 결과

각각의 시편을 24h, 48h, 120h의 조건으로 침지부식을 실시하였다. Fig. 2에 침지 부식시험후의 시편의 형상을 나타내었다.

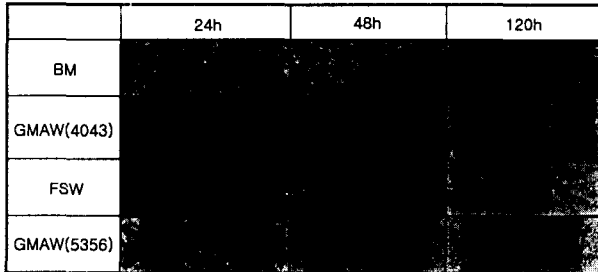


Fig 2. Corrosion appearance after immersion test.

부식시편의 거시적인 관찰결과, 모재가 가장 적은 부식을 나타내었고, FSW 시편은 SZ영역이 좀더 심한 부식이 발생하였으며, GMA용접부 시편은 갈바닉 부식(Galvanic corrosion) 현상을 보이고 있다. 또한, 4000계열의 용접재료를 사용한 GMA 용접부 보다 5000계열 용접재료를 사용한 GMA 용접부가 더 심하게 부식된 것을 알 수 있다.

정밀한 부식면 관찰을 위하여 SEM을 이용하여 부식표면을 관찰하였다(Fig. 3). 사진에서 알 수 있듯이 거의 모든 시편에서 공식(pit)이 관찰되었으며, 5000계열의 용접재료를 사용하여 용접한 GMA 용접부에서는 심한 부식과 함께 균열도 보이고 있다.

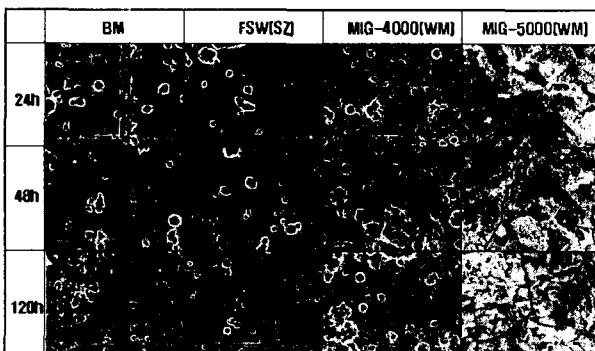


Fig 3. SEM photographs of each specimen after immersion test.

부식 생성물의 XRD 분석 결과, 모든 시편에서 Al(OH)₃로 나타났다.

4. 결 론

알루미늄 합금의 마찰교반용접부와 GMA 용접부의 부식 특성을 평가하기 위해 Tafel 분극 시험과 침지 시험을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) Al합금의 Tafel 분극 시험 결과, 마찰교반용접부가 GMA용접부 보다 더 우수한 부식저항성을 나타내었다.
- 2) Immersion 시험 결과, 5000계열 용접재료를 사용한 GMA용접이 가장 활발한 부식을 나타내었으며, FSW 접합부가 가장 우수한 부식특성을 나타내었다.
- 3) 부식후 생성된 부식 생성물은 Al(OH)₃로 확인되었다.

참 고 문 헌

1. F. Hannour, A.J. Davenport and M. Strangwood: "Corrosion of Friction Stir Welds in High Strangth Aluminium Alloys", 2nd International Symposium on Friction Stir Welding, 26-28 June 2000, Gothenburg, Sweden.
2. A. J. Leonard: "Corrosion resistance of Friction Stir Welds in Aluminium Alloys 2024A-T651 and 7075-T651", 3rd International Symposium on Friction Stir Welding.