

AA6061/AZ31이종마찰교반접합부의 특성 Properties of Dissimilar Friction Stir Welded Zone using AA6061/AZ31 이광진¹, 김상혁^{1,2}, 우기도²

K.J. Lee¹(kjlee@kitech.re.kr), S. H. Kim^{1,2}, K.D.Woo²
¹한국생산기술연구원 친환경부품소재센터, ²전북대학교 금속공학과
Key words : FSW(Friction Stir Welding), microstructure, AA6061, AZ31

1. 서론

차츰 고갈되어가고 있는 석유와 같은 화석연료의 절약 및 사용 효율을 증대시켜 연비를 향상시키고 화석연료를 사용할 때 배출되는 이산화탄소를 감소하여 자연 환경을 보호하기 위하여 전세계적으로 자동차, 선박 및 기차 등의 경량화가 주목을 받고 있다. 이러한 경량화를 위하여 구조의 개선을 통한 구조물의 중량을 감소 시키는 연구와 마그네슘, 알루미늄을 비롯하여 많은 경금속으로 대체하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이러한 경량화를 위한 방법 중 경금속을 이용하여 방법이 각광받고 있다. 많은 경금속 중에서도 Al, Mg, Ti등이 각광을 받고 있다. 하지만 이러한 재료의 경우 용접을 실시하였을 경우 기계적 성질이 저하되는 문제점을 가지고 있는 실정이다.[1]

그리하여 본 연구에서는 이종재료 혹은 Al합금의 접합에 우수한 특성을 나타내는 마찰교반접합을 실시하였다.[2] 접합재료로써 경량화 재료로 각광받고 있는 AA6061 과 AZ31 합금의 이종 마찰교반접합을 실시하였으며 제작된 시편에 대하여 강도, 경도 및 충격시험 등을 통하여 기계적 성질을 조사하였으며 광학현미경, SEM 등을 통하여 미세조직을 관찰하여 마찰교반접합에 의한 접합성을 평가하였다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 (주)원젠이 제작한 2D Precision Friction Stir Welding System 장비를 사용하였다. 이 마찰교반접합용 장비는 강재의 접합도 충분

히 가능하도록 설계/제작된 켄츄리 형식의 고강성 장비이로 접합에 사용된 tool은 SKD 61합금으로 제작된 마찰교반접합용 툴로써 그 형상과 크기 및 접합조건을 Table 1에서 나타내었다. 또한 AZ31 합금에 입열량을 증가시키기 위해 AZ31합금에 틀의 삽입위치를 probe의 약 10% 이동하여 삽입하여 접합을 실시하였다.



마찰교반접합을 실시한 시험편의 비드 형상 및 미세조직의 관찰에는 광학현미경(OM, Nikon Epiphot 200)을 사용하였다, 미세조직의 관찰을 위해 경면연마를 실시한 후, AA6061의 조직을 관찰하기 위하여 불산=2ml, 질산=5ml, 염산 3ml, 증류수 190ml을 이용하여 부식처리 하였으며 AZ31의 경우 에탄올=140ml, 증류수=20ml, 아세트산=20ml, 피크릭산= 8.4g을 이용하여 부식처리 하였다.

접합부 경도 측정에는 마이크로비커스 경도계(Mithutoyo, AAV-502)를 사용하였으며, 100g의 하중을 10초 간 적용하였고, 인접한 압흔의 영향을 피하기 위하여 측정점 간 거리를 200 μ m로 유지하였다. 또한 접합부 충격특성을 평가하기 위하여 Charpy Impact Test를 실시하였다. 사용된 장비는 Instron사의 Charpy Ceast 9050이며, 최대하중 270kg, 각도 15 $^{\circ}$ 로 설정하였다.

3. 결과

Fig. 1는 1200RPM, 100mm/min 공정 조건의 모재와 SZ(Stir Zone)의 광학현미경사진을 나타내고 있다. 모재의 경우 각각의 시편에 따라 결정립의 크

Table 1. Friction stir welding conditions

	Rotation speed(RPM)	1200
	Traveling speed(mm/min)	100
	Tilt angle(°)	2
	Material	SKD61
	Probe diameter(mm)	5/4
	Probe length(mm)	1.8
	Shoulder diameter(mm)	10

기차이를 나타내고 있을 뿐 각각 모재에서 특별한 상은 발견되지 않았으며 TMAZ의 조직에서 두 합금이 틀의 회전운동에 의하여 교반이 이루어졌으며 결함이 없는 건전한 접합면을 생성하였다는 것을 확인할 수 있다.

Fig. 2는 1200RPM, 100mm/min조건에서 모재중앙에 틀을 삽입한 condition I과 AZ31합금에 probe의 약 10%정도 이동하여 삽입한 condition II의 모재 및 용접부의 경도의 의 분포를 나타낸 것이다. Condition I의 경우 SZ의 경도분포가 낮은 부위(AZ31부위)와 높은 부위(AA6061부위)으로 나뉘어서 나타나는 것을 확인할 수 있다. 반면에 condition II의 경우 AZ 31합금과 AA 6061합금이 교반이 원활히 일어나게 되어 경도의 분포가 중심부에서는 균일하게 유지되는 것을 확인할 수 있다.

Table 2는 충격실험에 대한 결과를 나타내고 있다. 충격실험의 결과 접합체의 충격에 따른

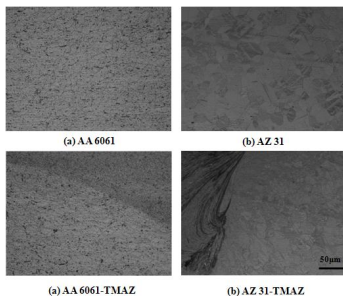


Fig. 1 optical microscope image of BM and weld region

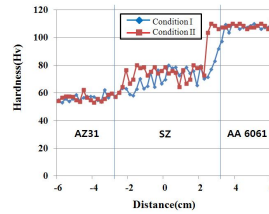


Fig. 2 Hardness profile of the weld region.

Table 2. Impact absorption energy of the joints and BM unit: [J]

	E_T	E_i	E_p
AA 6061-T6	1.427	1.293	0.134
AZ 31	0.605	0.566	0.045
Condition I	1.097	0.782	0.315
Condition II	1.186	0.827	0.359

최대 힘과 흡수에너지가 AZ31 합금보다 높은 결과를 보여주고 있다. 이러한 결과를 보이는 이유는 용접부에서 생성되는 onion ring에 의하여 충격에 의한 균열의 생성 및 전파를 억제하기 때문에 접합체의 충격실험의 결과가 모재인 AZ 31합금보다 높은 것으로 사료된다.

4. 결론

1. 마찰교반접합을 이용하여 AA6061과 AZ31합금의 건전한 접합체를 제작할 수 있었다.
2. Condition I과 Condition II 두 공정조건 모두 우수한 접합조직과 기계적 성질을 가지는 것을 확인할 수 있다.
3. 접합체의 기계적 성결과 미세조직을 관찰한 결과 condition I, II 두개의 접합공정 모두 산업에 적용하기에 손색없는 결과를 보이고 있다.

참고문헌

[1] Ji Yan-li, GUO Fu-an, PAN Yan-feng, Trans. Nonferrous Met. Soc. China 18, **126**, 2008

[2] Y.J. Kwon, I. Shigematsu, N. Saito, Materials Letters, 62, **3827**, 2008