

# 마찰교반접합법을 이용한 AZ31B-H24 마그네슘 합금의 접합특성

## The joints properties of Friction Stir Welded AZ31B-H24 Mg alloys

이 원 배\*, 연 윤 모\*\*, 정 승 부\*

\* 성균관대학교 신소재공학과

\*\* 수원과학대학 자동화 용접과

### 1. 서 론

마그네슘 합금은 저 밀도, 고 비강도, 우수한 주조성 및 재활용성 등 많은 우수한 기계적인 특성을 가지고 있어서 미래 알루미늄을 대체할 수 있는 경량 재료이지만 마그네슘 합금의 접합에는 많은 문제점이 있기 때문에 구조용재료로서 적용시키기에는 여전히 많은 문제를 가지고 있다<sup>1,2)</sup>. 최근 마그네슘 합금은 GTAW(Gas Tungsten Arc Welding, TIG) 및 GMAW(Gas Metal Arc Welding, MIG) 등 아크를 이용한 용접법으로 접합을 하고 있다. 그러나 우수한 용접속도를 얻을 수 있지만 높은 용접 잔류응력, 용융 및 재응고 과정에 동반한 용접부의 조직 변화등의 문제점을 야기 할 수 있다<sup>3)</sup>. 그 외에 레이저(Laser welding) 혹은 전자빔(Electron beam welding)을 이용하여 용접을 할 수도 있지만 고비용 및 용접부내의 취약한 조직 및 기공의 존재등의 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법으로 고상용접법인 FSW 를 이용하면 해결이 가능하다.

FSW를 이용하여 알루미늄합금을 접합하는 경우 tool의 형상, 재료, 전진각(tool angle) 및 접합변수등이 어느정도 밝혀지면서 알루미늄 합금의 응용기술을 한층 향상시키고 있다. 그러나 마그네슘 합금의 접합의 경우 적절한 접합조건 및 접합변수에 대한 정보가 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 지금까지 보고된 접합조건 및 접합변수<sup>4,5)</sup>를 고려하여 마그네슘합금의 FSW특성에 미치는 접합인자의 영향을 조사하였다. 또한 접합계면에서 관찰되는 결합의 분포 및 크기가 FSW접합부의 접합강도에 미치는 영향도 검토하였다.

### 2. 실험방법

본 실험에 쓰인 마그네슘 합금은 시중에서 구입할 수 있는 AZ31B-H24으로서 길이 170mm, 폭 70mm, 두께 4mm 인 판재를 이용하였다. 본 실험에 사용된 마찰교반 용접기는 상업적으로 널리 쓰이는 밀링 머신에 특수하게 제작한 지그(Jig) 및 tool을 회전축에 삽입하였고, 탄소강으로 제작한 backing plate를 시편고정에 사용하였다. 접합변수 즉 전진각, tool 회전수, 접합속도는 이미 보고된 연구자들의 마찰교반용접조건을 고려하여 선정하였다.

접합부 근방의 미세조직을 관찰하기 위해 광학현미경을 이용하였으며 조직 관찰을 위해 SiC paper 2000번까지 연마를 한 후 0.3 $\mu$ m 알루미나 파우더를 이용하여 미세연마를 하였다.

조직관찰을 위해 사용된 부식액은 초산(acetic acid) 5ml, 피크린 산 5g, 증류수 100ml, 에탄올 70ml를 이용하였다. 용접부내의 결합의 크기를 관찰하기 위해 image analyser를 이용하였다. 파단면 관찰은 주사전자현미경(Scanning Electron Microscopy)을 이용하였으며 파단면 원소 동정을 위해 EDX(Energy Dispersive X-Ray Spectrometer)를 이용하였다.

접합변수에 따른 기계적인 특성 평가를 위해 인장 시험 및 경도시험을 행하였다. 인장시험은 Instron 만능 시험기를 이용하여 상온에서 1.67 $\times$ 10<sup>-3</sup> mm/sec의 속도로 시험하였다. 경도시험은 마이크로 비커스 경도계를 사용하여 용접중심부에 수직방향으로 하중 100g, 시간10sec 를 주어 행하였다.

### 3. 결 론

마찰교반접합법을 이용하여 tool 회전속도 1600rpm 하에서 접합속도를 87-507mm/min 로 변화시켜 AZ31B-H24 마그네슘 합금 FSW부의 접합강도에 미치는 접합인자 및 접합부결합을 조사한 결과, 다

음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

Fig.1에서 알 수 있듯이 FSW접합부의 표면 및 이면에서는 모든 접합조건에서 결함이 발생하지 않았으나 교반부 내부에서는 입열량 부족에 기인되는 결함이 존재하였다. 결함의 크기는 접합속도가 증가함에 따라 증가하였다. Fig.2에서는 접합속도가 증가에 따른 교반부의 결정립 크기를 나타낸 그래프이다. 교반부는 tool 과 재료간의 직접적인 접촉에 의한 동적재결정이 부분적으로 발생하여 모재의 결정립에 비해 미세짐을 알 수 있었으며 교반부의 결정립크기는 접합속도가 증가함에 따라 작아졌다. Fig.3에서 알 수 있듯이 교반부의 경도값은 모재에 비해 약간 감소하였으며, 교반부 내부는 미세조직의 차이로 인해 경도값이 불균일하였다.

마찰교반접합부의 접합강도는 접합속도가 증가함에 따라 감소하였는데 이는 접합속도의 증가에 따른 교반부내의 결함 분율의 증가와 밀접한 관련이 있었다 반면 접합속도가 느린 87mm/min 경우 비교적 높은 값을 나타냈으며 이는 모재강도의 약 75%이었다(Fig.4).

#### 참고문헌

1. B.L.Mordike and T.Ebert: Mater. Sci. and Engineering, **A302** (2001), 37-45.1. Stout R.D., Mclaughlin P.F. and Strunck S.S : Heat treatment effects in multi-pass welds, *Welding Journal*, 17-4(1969), pp155-160
2. A Munitz, C.Cotler, A.Stern and G.Kohn: Mater. Sci. and Engineering, **A302** (2001), 68-73.
3. S.A.Lockyer and M.J.Russell: Third International Symposium on Friction Stir Welding, September,(2001), Kobe, Japan.
4. T.Kitahara, K.Katoh and H.Tokisue: 溶接學會全國大會講演概要, 第68集 (2001-4), 132-133.
5. K.Nakata, M.Ushio, S. Inoki, M.Yakushiji, S.Jyogan and T.Hashimoto: 溶接學會全國大會講演概要, 第68集 (2001-4), 134-135.

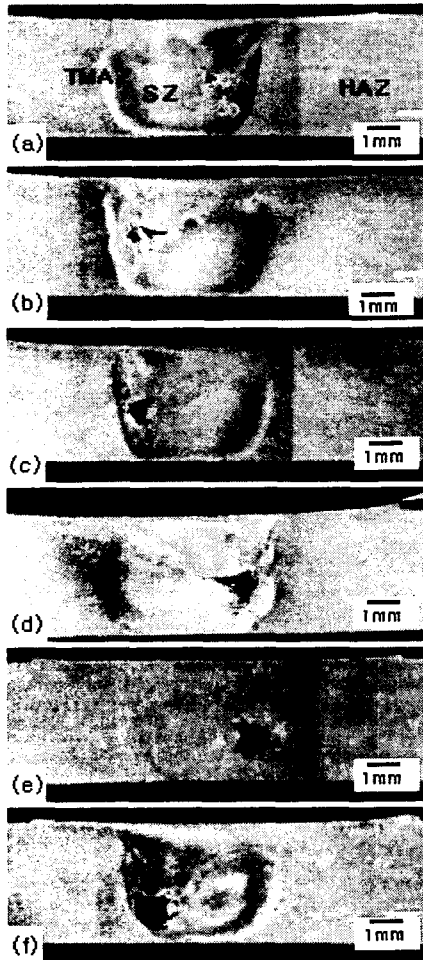


Fig.1 Macrostructures of weld zone at various welding speed. (a) 87mm/min, (b) 127mm/min, (c)187mm/min, (d) 267mm/min, (e) 342mm/min, (f) 507mm/min.

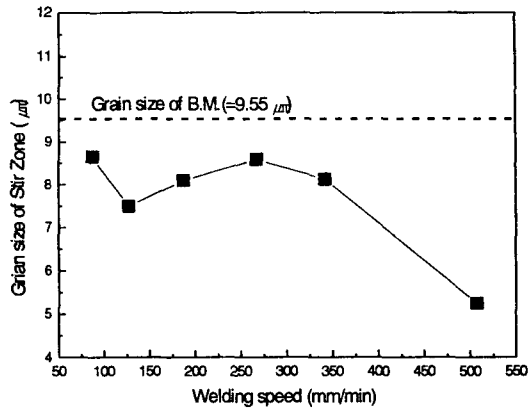


Fig.2 The grain size distribution of stir zone

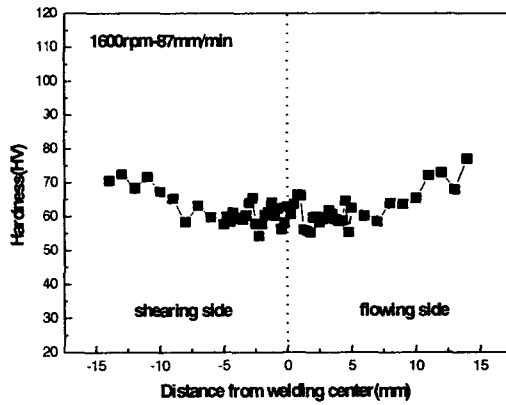


Fig.3 The hardness distribution of near weld zone at 1600rpm, 87mm/min.

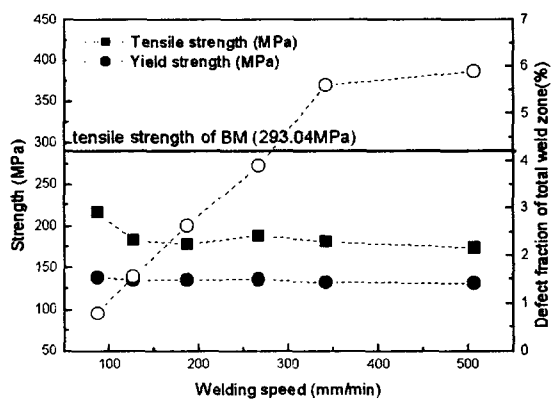


Fig.4 The effects of welding speed on the joint strength and defect fraction of total weld zone( )