

알루미늄 합금 Al 6061 MIG용접부의 기공에 관한 연구

A Study on the Porosity in MIG Welding for Aluminum Alloy 6061

김영주*, 김대만**, 감병오**, 김성언**, 조상명***

*부경대 대학원 소재프로세스공학과

**미래디지털(주) 부설 기술연구소

***부경대 신소재공학부 소재프로세스공학전공

1. 서 론

알루미늄 및 알루미늄 합금은 철강 다음으로 사용량이 많은 비철 금속으로 그 용도는 매년 증가하고 있다. 항공기 부품에서 자동차, 선박 및 전자산업 등에 이르기까지 다양하게 사용되고 있으며 그 조립을 위한 용접기술의 중요성이 대두되고 있다. 알루미늄 아크 용접시 많은 경우에 기공 발생으로 인한 불량률이 문제시 되고 있지만 그 해결 방법이 아직 미진한 실정이다. 본 연구는 Al6061 MIG 용접시의 기공 발생 특성을 규명하기 위하여 행해졌다. Al6061 MIG 용접시 발생하는 기공의 여러 인자들중 기공이 가장 많이 발생하는 스타트부 용접시의 Preflow 시간, 용접 전류, 펄스 파형을 변화하였을때 기공 발생을 검토하였다.

2. 액체 Al에서의 수소 포화도와 기공의 관계

Fig.1은 온도 변화에 따른 알루미늄과 철의 수소 용해도 변화를 나타낸다.⁽¹⁾ 알루미늄 용접시 아크 직하에서 수소 용해도는 3.7(cc/100g)이고 용고점에서는 0.07(cc/100g)이된다. 이와 같이 용융지에서의 수소 용해도가 급격히 감소하므로 과포화 수소는 응고 직전에 기포로 형성되어 표면으로 방출되지만 급속한 냉각으로 응고속도가 알루미늄에서는 응고 후 기공의 형태로 잔존하는 수소가 많이 된다.⁽²⁾

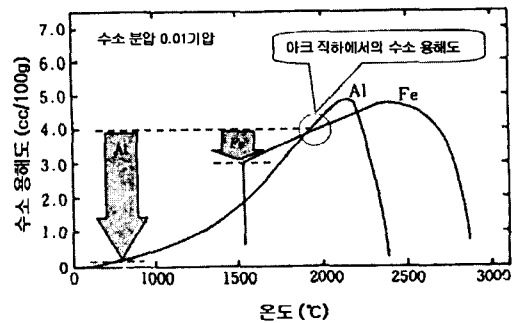


Fig.1 온도에 따른 알루미늄, 철의 수소 용해도

3. 실험 재료 및 방법

3.1 실험 재료

Table 1은 모재의 화학조성이다. 본 실험에 사용된 재료는 폭 50mm ×길이 100mm ×두께 10mm의 Al-Mg-Si합금인 Al6061을 사용하였다.

Table 1 모재 화학조성

	Mg	Si	Cu	Cr	Fe	Zn	Ti	Mn	Al
Al6061	0.8 ~1.2	0.4 ~0.8	0.15 ~0.4	0.04 ~0.35	0.7	0.25	0.15	0.15	Bal.

3.2 실험방법

본 실험은 알루미늄 합금용접시 스타트부의 기공발생을 검토하기 위하여 Bead on Plate로 3초동안 용접을 실시하였고, 각 변수인 Preflow 시간, 용접전류, 펄스파형을 변화시켜서 실험을

실시하였다. 용접조건은 Table 2와 같다. 알루미늄 평판 접합 용접부의 방사선 투과 시험 방법 (KS D 0242)에 의하면 모재두께가 20.0mm 미만에 대해서는 시험시야가 10 × 10mm로 되고, 산정하지 않는 기공은 0.4mm이하로 한다.⁽³⁾ 기공에 관한 흡집 점수의 합으로 기공 대소를 평가하였고 Table 3은 흡집 점수를 나타낸다.

Table 2 Welding Condition

Power source	Fronius VR4000
CTWD	15mm
Shielding gas	100%Ar
Welding wire	AWS-ER-4043
Welding mode	Pulse
Welding time	3 sec
Welding speed	60cm/min

Table 3 흡집 점수 (KS D 0242)

흡집 크기 (mm)	1.0 이하	1.0초과 2.0이하	2.0초과 4.0 이하	4.0 초과 8.0 이하	8.0초과 10 이하
흡집 개수	1	2	4	8	16

4. 실험 결과 및 고찰

4.1 Preflow 시간에 따른 기공 평가

Preflow시간은 0, 1, 2, 4, 8sec로 변화하여 3번씩 용접하고 RT시험을 실시한 후 흡집 점수를 평균으로 계산하였다. Fig.2는 Preflow시간 변화에 따른 흡집 점수를 보인것이다. Preflow 시간이 짧은 경우는 용접 토치 내부에 혼입된 공기가 밖으로 배출되지 못하는 것과 모재표면의 실드상태가 불안정한 것에 의해 기공이 발생한다고 판단된다. 이 경우에 Preflow시간이 2초 이상이 되면 흡집 점수는 매우 낮아지므로 아크 스타트 부의 기공이 우려 된다면 적어도 2초 이상의 Preflow 시간이 요구된다. Fig.3은 Preflow 시간에 따른 RT사진과 비드 외관을 보인 것이다.

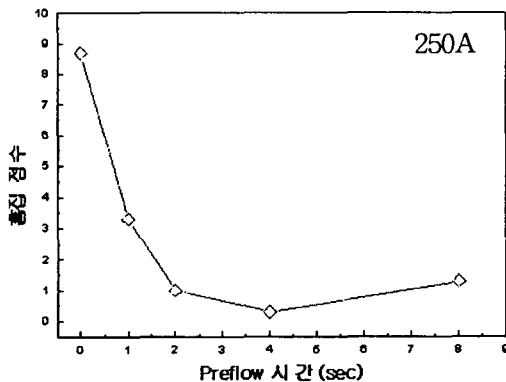


Fig.2 Preflow 시간에 따른 흡집 점수

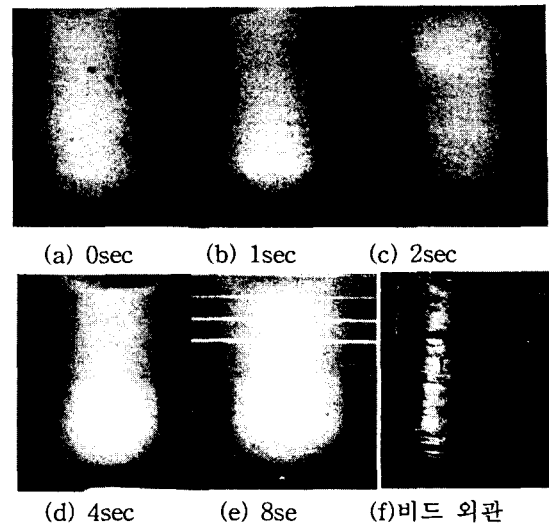


Fig.3 Preflow 시간에 따른 RT사진과 비드 외관

4.2 용접전류 변화에 따른 기공 평가

용접 전류를 변화시켜 각 조건에서 3번씩 용접을 실시하였으며 RT시험후 흡집 점수를 평균으로 계산하였다. Fig.4는 용접 전류의 변화에 따른 흡집점수를 보인 것이다. 각 조건에서 RT 시험 사진은 Fig.5와 같다. 전류가 높아지면 기공이 현저하게 증가하는 경향을 보였다.

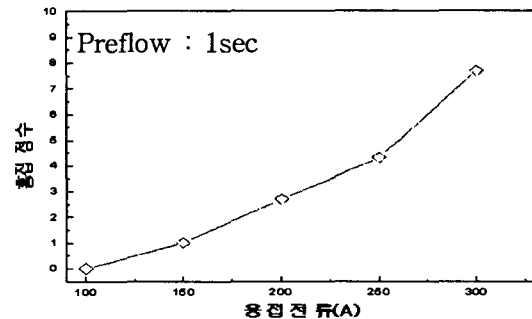


Fig.4 용접전류에 따른 흡집 점수

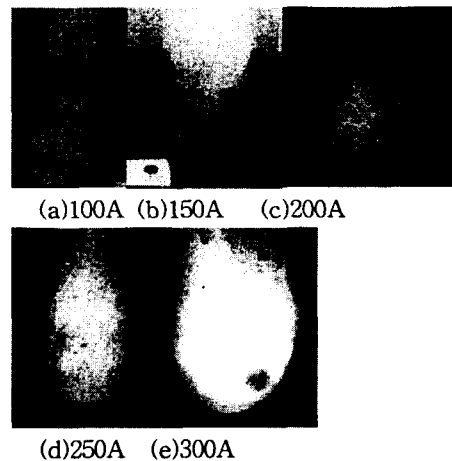


Fig.5 용접전류에 따른 RT 사진

4.3 펄스 파형 변화에 따른 기공 평가

펄스 MIG 용접에 있어서 피크 전류의 크기를 5단계(0, ±2.5, ±5.0)로 조절하여 1회씩 용접 하였다. Fig.6은 피크 전류에 따른 흠집 점수이다. 피크 전류가 증가함에 따라 흠집 점수가 감소하는 경향을 나타내고 있다.

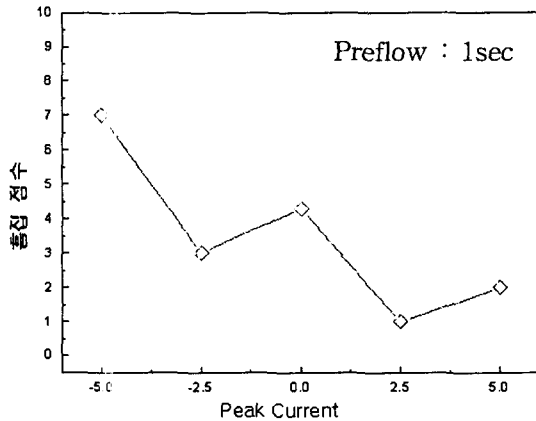


Fig.6 펄스 파형 피크 전류의 크기에 따른 흠집 점수 ($I_{AV} = 250A$)

Fig.7은 각 조건에서의 RT사진을 나타낸다. 피크 전류가 -5인 조건에서 많은 기공들이 보인다. Fig 8는 피크 전류가 -2.5와 +2.5일때의 0.05초 구간의 용접 전류 파형이다. 파형 분석에 의하면 피크 전류가 -2.5인 경우에 피크 전류 $I_p=334A$ 베이스 전류 $I_b=166A$ 이고 주파수는 270Hz였다. 피크 전류가 +2.5의 경우에 $I_p=360A$ $I_b=141A$ 이고 주파수는 250Hz였다. 피크 전류를 증가시키면 펄스 주기가 다소 커져서 펄스 주파수가 감소하는 경향을 보였다.

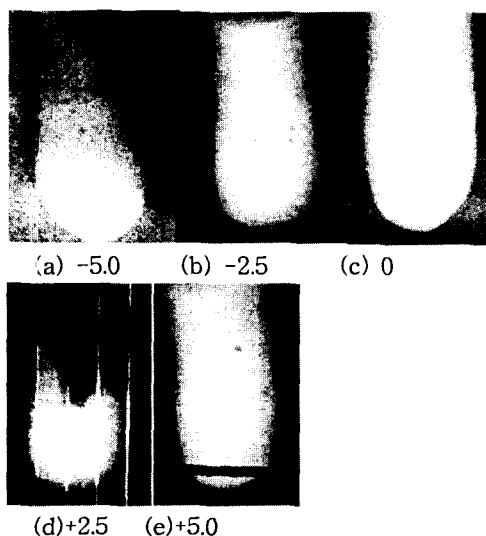


Fig.7 펄스 파형 피크 전류의 크기에 따른 RT 사진 ($I_{AV} = 250A$)

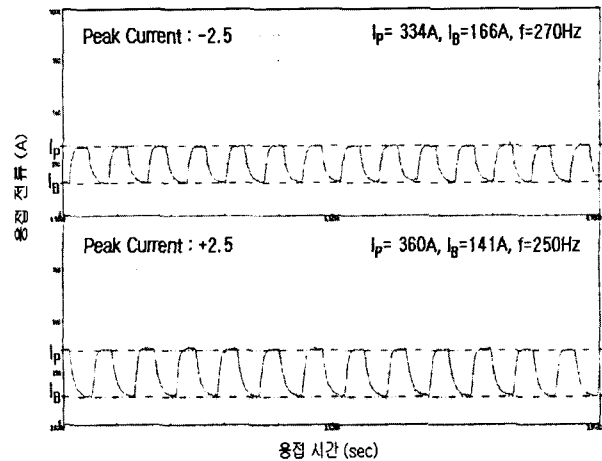


Fig.8 피크 전류 -2.5, 2.5의 전류파형 비교 ($I_{AV} = 250A$, Preflow: 1sec)

5. 결 론

Al6061 MIG 펄스용접에서 발생하는 아크 개시부 근방의 기공에 대하여 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻을수 있었다.

- 1) Preflow 시간이 2sec 이상에서 기공의 발생이 현저히 낮게 되었다.
- 2) 용접 전류가 증가함에 따라 기공의 발생은 증가 하였다.
- 3) 펄스 파형의 피크 전류가 높아질수록 기공의 발생은 감소하는 경향을 보였다.

참고문헌

1. TACHIBANA Tomoyuki : Materials and Procedures for Alumium MIG Welding, Journal of Japan Welding Society, Vol.70, No.3, (2001),45-49
2. J. H. Kim and D. H. Park : Porosity in Thick Aluminium Alloy Welds (Causes and Prevention), Journal of KWS, Vol.12, No.1, (1994), 7-15
3. KS D 0242 : 알루미늄 평판 접합 용접부의 방사선 투과 시험 방법 (2002)