

박판 Al MIG 용접에서 용락에 미치는 AC 펄스 용접 극성비의 영향

The effect of EN ratio in AC pulse Welding affected burn through on MIG Welding for sheet Al metal

공현상*, 임성룡*, 김기정*, 김태진**, 이현수***, 이창주***, 조상명****

* 부경대학교 대학원 생산가공공학과, ** 한국전기연구원, *** 세일기전,

**** 부경대학교 재료공학부 생산가공공학 전공

1. 서 언

최근 구조물, 차량 등에서 경량화가 요구됨에 따라 가볍고 내식성이 뛰어난 알루미늄 합금(이하 알루미늄)의 수요가 늘어나고 있다. 특히 두께 1mm 정도의 박판 알루미늄용접이 증가되고 있다. 알루미늄 용접법으로는 TIG 용접과 MIG 아크 용접이 있는데, TIG 용접은 MIG 아크 용접보다 용접 비드의 외관이 미려하고, 박판 알루미늄에서도 용락 등의 용접 불량 발생하지 않도록 용접하는 것이 가능하지만 낮은 용접속도로 인해 생산성이 낮다. 반면에 MIG 아크 용접은 빠른 속도로 용접하는 것이 가능하지만 높은 입열로 인하여 용락이 발생하기 쉽기 때문에 박판에의 적용이 곤란하다.

GMA 용접에서 DCEP(전극+)는 Al 용접시에 필요한 클리닝 효과가 있으나 입열이 크기 때문에 용입이 깊어지고 박판 용접시 용락 발생의 위험성이 높다.

본 연구의 목적은 낮은 용접 온도와 얇은 용입을 가지는 극성가변 AC 펄스 용접을 이용하여 Al 박판 용접시 용락발생 억제와 용입을 줄이는 것이다.

본 연구에서는 AC 펄스 용접기를 사용하여 박판 알루미늄의 겹치기 이음과 맞대기 이음 용접부 루트 간격 변화에 따른 용락의 발생 여부와 비드외관을 검토하였다.

2. 극성가변 AC 펄스 MIG 용접의 개요

Fig. 1은 EP(전극+)와 EN(전극-)이 교대로 반복되고 있는 AC 펄스 용접의 전류를 나타낸 그림이다.

EN 극성비의 정의는 다음과 같다.

$$EN \text{ 극성비} = \left[\frac{I_{EN} \times T_{EN}}{I_{EP} \times T_{EP} + I_{EN} \times T_{EN}} \times 100(\%) \right]$$

여기서 I_{EN} : EN구간의 평균전류(A), I_{EP} : EP구간의 평균전류(A),

T_{EN} : EN구간의 시간(S), T_{EP} : EP구간의 시간(S)

Fig. 2는 EN 극성비에 따른 와이어 용융속도를 나타내고 있는데 EN 극성비가 클수록 와이어 용융속도가 큰 것을 알 수 있다. 이는 EN 구간에서 용적은 아크에 의해 균일하게 덮혀 있고, 음극점이 용적 위에서 형성되어 아크 열이 와이어를 녹이는데 효과적으로 사용됨에 따라 와이어의 용융속도가 빠르다. EP 구간에서 아크는 용적 아랫부분에 집중되어 용적 아랫 부분이 과열 되고 그 결과 아크열이 와이어를 용융시키는데 효과적으로 사용되지 못하여 와이어의 용융속도가 느리다. 1)

Fig. 3은 EN 극성비에 따른 모재의 입열을 나타낸 그림으로 EN 극성비가 증가할수록 입열이 작은 것을 알 수 있는데 이는 EN 극성비가 증가함에 따라 평균전류가 감소하기 때문이다. 1)

3. 실험방법

EN 극성비에 따른 실험에서는 알루미늄 판: Al 5052 (길이:200mm, 폭:50mm, 두께:1.2mm), 와이어: 5356(ϕ 1.2), 실드가스: 100% Ar을 사용하여 EN 극성비를 0%, 20%, 40%로 가변하여 비드 온 플레이트, 겹치기 이음, 맞대기 이음의 용접실험을 수행하였다.

겹치기 이음은 루트 간격을 각각 0, 0.5, 1.0, 1.5mm, 용접속도: 100cm/min, 용접전류: 70A, 용접전압: 15V, 작업각 40°로 용접한 후 용락유무, 비드외관, 용입부 단면을 관찰하였다.

맞대기 이음은 루트갭 0mm에서는 용접속도: 100cm/min, 용접전류: 55A, 용접전압: 14V, 루트갭 0.5mm 에서는 용접속도: 70cm/min, 용접전류: 45A, 용접전압: 13.7V로 용접한 후 용락유무, 비드외관, 용입부 단면을 관찰하였다.

4. 실험결과 및 고찰

Fig. 4는 EN 극성비 변화에 따른 용접전류와 전압의 파형을 나타낸 것이다. EN 극성비 0%에서는 EN 구간의 전류가 없는 것을 알 수 있고, EN 극성비가 증가할수록 EN 구간의 시간이 증가하는 것을 알 수 있다.

Fig. 5, Fig. 6은 용접속도 100cm/min의 겹치기 이음에서 EN 극성비 변화에 따른 용입부 단면을 나타낸 사진이다. 루트간격 0.5mm 일 때 EN 극성비 0%에서 용락이 발생하였지만, 40%에서는 용입이 얇고, 20%에서는 중간정도의 용입을 보이고 있다. 루트간격1.5mm 일때에는 EN 극성비0, 20%에서 모두 용락이 발생 하였고, 40%에서는 용락이 발생하지 않았다. 이 실험에서 EN 극성비가 증가할수록 용락의 발생이 작고, 용입이 얇아지는 것을 알 수 있다.

Fig. 7, Fig. 8은 맞대기 이음에서 EN 극성비 변화에 따른 용입부 단면을 나타낸 사진이다. 루트 간격 0mm, 용접속도 100cm/min 일 때의 EN 극성비 20%에서는 용락이 발생되었지만 40%에서는 용락이 발생하지 않았다. 루트간격 0.5mm, 용접속도 70cm/min 일때에도 EN 극성비 40%에서는 용락의 발생이 없었다. 용락 발생이 없는 맞대기 이음 용접을 하기 위해서는 EN 극성비를 증가 하여 용접을 하는 것이 용락의 발생을 억제 할 것으로 보인다.

5. 결 언

1.2t Al 박판에 대한 AC 펄스 MIG 용접의 EN 극성비에 따른 실험에서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) EN 극성비가 증가하면 아크 열이 와이어를 녹이는데 사용되어 와이어 용융속도가 빠르고, 용적의 온도가 낮으며, 평균전류가 감소하여 용입이 작아진다.
- 2) 고속 박판 겹치기 이음 및 맞대기 이음 용접에서 루트갭이 클수록 EN 극성비를 증가하여 용접하면 용락의 발생이 없는 양호한 용접부를 얻을 수 있다.

<참고문헌>

- 1) Masao Ushio , Improve sheet Metal Welding Quality & Productivity AC Pulsed MIG Welding System, IIW Doc. XII-1629-00, (July 2000)

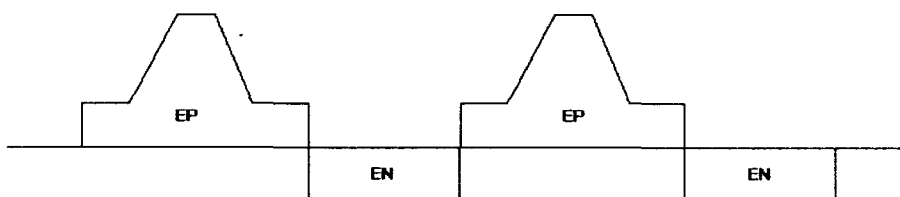


Fig. 1 EP and EN of AC pulse Welding

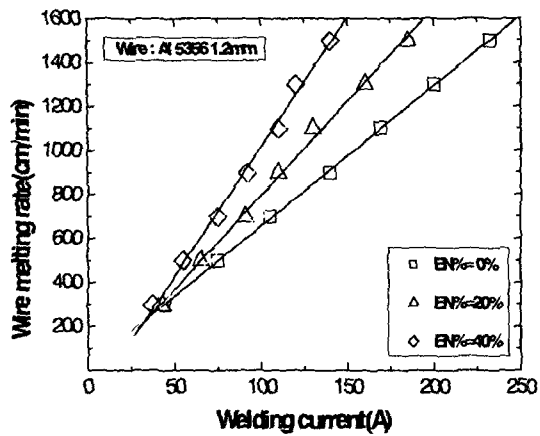


Fig. 2 Relationship between EN ratio and wire melting rate (MIG) 1)

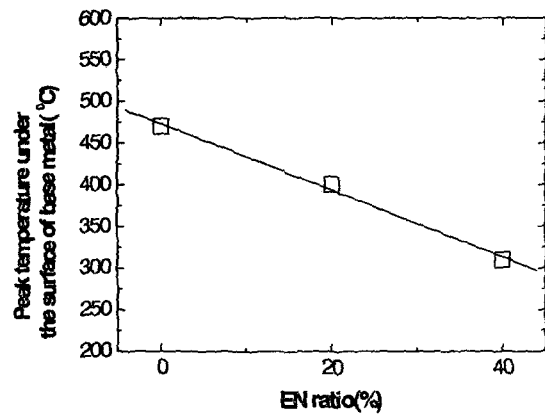


Fig. 3 Heat input by EN ratio (6mm from the center line of bead) 1)

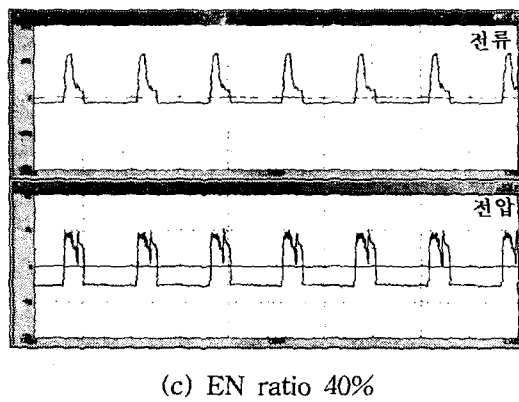
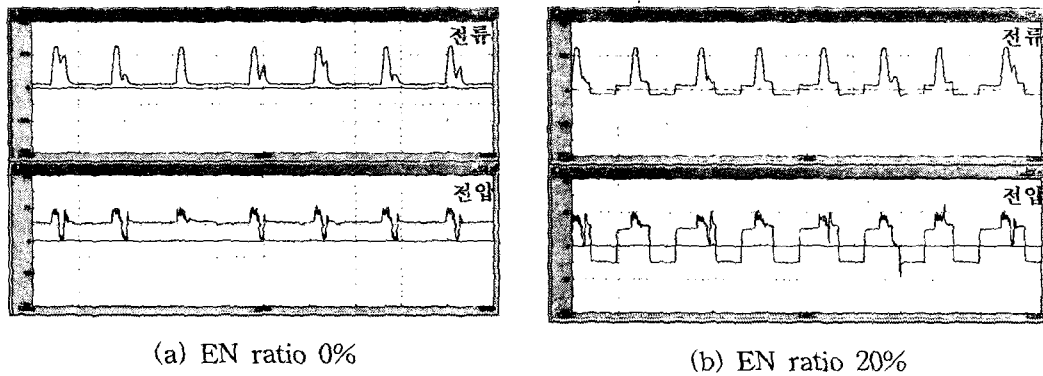


Fig. 4 Waveforms by EN ratio of AC pulse MIG welding (100cm/min, 70A, 15V)

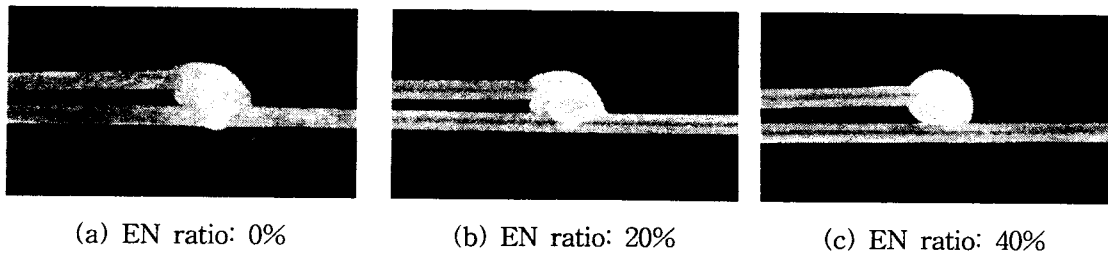


Fig. 5 Macro-section as various EN ratio in Al 5052 lap joint
(root gap: 0.5mm, 100cm/min, 70A, 15V)

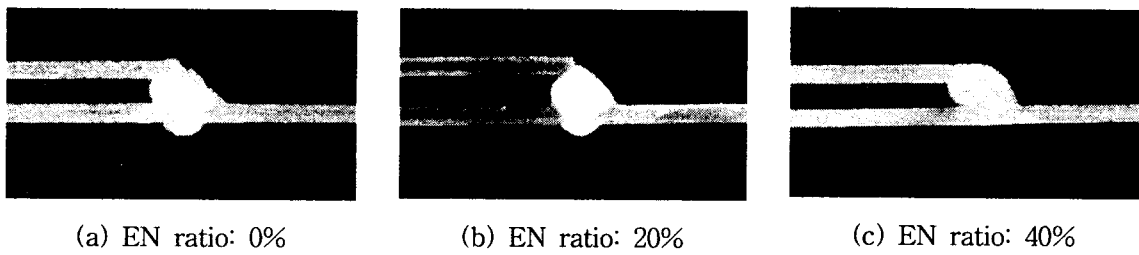


Fig. 6 Macro-section as various EN ratio in Al 5052 lap joint
(root gap: 1.5mm, 100cm/min, 70A, 15V)

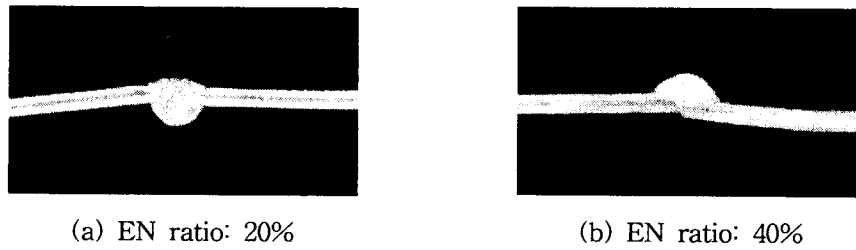


Fig. 7 Macro-section as various EN ratio in Al 5052 butt joint
(root gap: 0mm, 100cm/min, 55A, 14V)

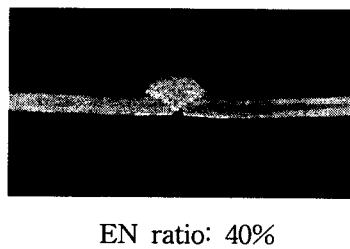


Fig. 8 Macro-section as various EN ratio in Al 5052 butt joint
(root gap: 0.5mm, 70cm/min, 45A, 13.7V)