

알루미늄 합금의 Pulsed Current GMAW 과정의 분석 Analysis of Pulsed Current Gas Metal Arc Welding of Aluminum Alloys

강덕일, 장영섭, 김용석 : 홍익대학교 금속 재료 공학과

1. 서론

알루미늄 합금을 GMAW법으로 용접시, 낮은 용접 전류의 범위에서 용적의 이행 거동을 좀 더 정확하게 조절하기 위하여 Pulsed Current GMAW(PC GMAW)가 제안되었다. PC GMAW는 기존의 용접 전류보다 낮은 용접 전류에서 globular 용적 이행을 얻을 수 있다는 장점이 있기 때문에, 박판 용접에 많이 적용되어왔다. 그러나 이러한 용접 방법은 기존의 DCRP GMAW에 비하여 peak current, base current, peak time과 base time등 새로운 용접 변수가 도입되게 된다. 따라서 본 연구에서는 고주파 전기 저항 용접시 용접 변수의 변화 특히 용접 입열속도의 변화가 용접 결함의 발생 빈도에 미치는 영향을 정량적으로 분석하고자 하였다. 특히 용접 입열의 변화에 따라서 발생하는 용접 현상을 고속도 카메라로 관찰하여, 용접 결함의 발생 원인을 규명하고자 하였다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 미국 L-Tech 사의 450A 용량의 inverter type powder supply를 이용하여 PC GMAW용접을 실시하였다. 용접시의 전류 파형은 Hall 센서를 이용하여 측정하였고, 용접 전류 및 전압의 noise를 제거하기 위하여 low pass filter를 사용하였다. 이렇게하여 얻어진 파형은 computer data acquisition system을 이용하여 기록 분석하였다. 이와같은 PC GMAW용접시 용적 이행 거동을 관찰하기 위하여 laser back lighting system을 이용하여 CCD 카메라로 분석하였다(그림 1). 본 연구에서 사용한 CCD카메라는 shutter speed가 최대 1/10,000초이나 30 pictures per second(pps)로서 연속적인 촬영이 불가능한 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 이를 보완하기 위하여 고속 카메라를 이용하여 관찰하였다. 촬영 speed는 1,000~10,000 pps의 속도로 촬영하였다.

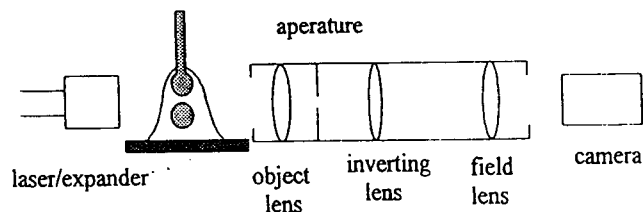


그림 1

3. 실험 결과

1) DCRP GMAW법에서 용접 전류의 변화에 따른 용적 이행 거동

아래의 그림 2)는 용접 전류를 변화시킴에따라서 알루미늄 용접봉으로부터 떨어져나오는 알루미늄 용적의 크기와 빈도를 나타낸 그림이다. 그림에서 볼 수 있듯이, 용접 전류가 증가함에 따라서 용적의 크기가 감소하고, 용적의 빈도는 연속적으로 증가하는 것을 볼 수 있다. 용접봉의 반경이 1.6mm이하의 경우, globular 이행은 120A보다 낮은 용접 전류에서 얻어지는 것이 관찰되었고, 용적의 이행 빈도는 약 5Hz 정도로 관찰되었다. 이러한 실험적인 결과에서 PC GMAW의 base current는 120A이하, 최소 pulsing frequency는 5Hz임을 알 수 있다.

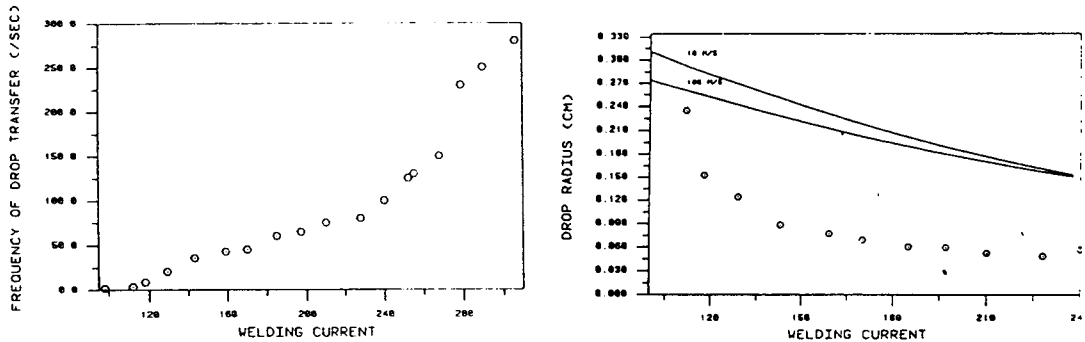


그림 2

2) PC GMAW 용접시의 용접 전류의 변화

그림 3)은 본 연구에서 사용한 L-Tech사의 inverter type power supply를 이용하였을 때, 전류 파형의 대표적인 형태이다. 그림에서 보면 전류의 파형이 직각 파형이 아니라 약간의 slope가 있는 것을 볼 수 있다. 또한 그림 4)는 low pass filter를 사용하지 않았을 경우의 전류 파형을 나타낸 것으로, 필터를 사용하지 않았을 경우, 용접 조건을 파악하는 것이 거의 불가능하다는 것을 알 수 있다.

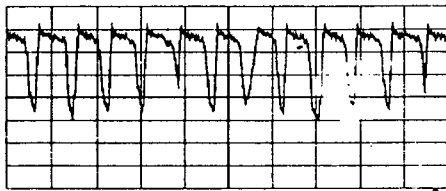


그림 3

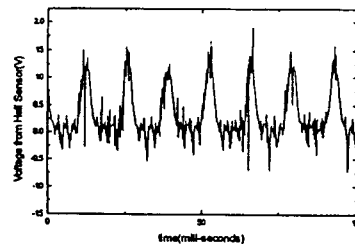


그림 4

3) PC GMAW 용접시 적정 용접 조건

그림 5)는 PC GMAW 용접시 적정 용접 조건을 모식적으로 나타낸 그림이다. 여기서 적절한 용접 조건은 각 전류 펄스에 대하여 하나의 용적 이행이 얻어지는 조건인데, 이 pulsing 주기

의 최소값은 DCRP GMAW에서 얻어진 최소 pulsing 주기이다. 또한 최대 pulsing 주기는 peak current에서의 용적의 크기에 의하여 좌우되게 될 것이다. 따라서 본 연구에서는 peak current와 base current, local duty cycle에 따른 적정 용접 조건을 결정하였다.

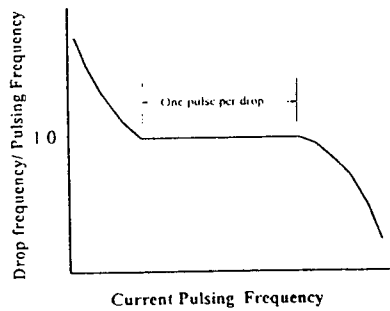


그림 5

4) PC GMAW용접시의 스패터 발생 빈도

PC GMAW용접시 용접 조건의 변화에 따른 스패터의 발생 정도를 조사하였다. 특히 본 연구에서는 스패터의 발생빈도를 용적의 이행 거동과 연관하여 해석하고자 하였다. 그림 6)은 PC GMAW용접시 pulsing 주기가 최소값이 근접한 경우의 용적 이행 거동을 보여주고 있다. 그림에서 볼 수 있듯이, 용적이 심하게 변형되어있고, 큰 용적이 떨어진 후, 작은 용적이 용융된 알루미늄의 움직임에 의하여 발생하는 것을 볼 수 있다. 이러한 결과에서 보면, 적정 용접 조건중에서 최대 pulsing 주기에서 스패터의 발생량이 적은 용접이 이루어짐을 알 수 있다.



4. 결론

- 1) 알루미늄을 DCRP GMAW법으로 용접시 globular 거동은 120A이하(1.6mm용접봉 사용시)에서 일어났으며, 이때 용적 이행빈도는 5Hz정도이다.
- 2) Inverter type power supply를 사용하였을 경우, 용접 전류를 측정시에 많은 noise가 발생하며, low pass filter와 같은 필터를 적용하여야 용접 조건을 분석할 수 있다.
- 3) 스패터의 발생이 적은 PC GMAW 용접은 적정 용접 조건중에서 최대 pulsing 주기 부분에서 일어났다.