

토치각의 변화에 따른 CO₂ 고속용접 현상

High Speed CO₂ Welding Phenomena by Change of Torch Angle.

김 영삼*, 유 희수*, 김 희진*

* 한국생산기술연구원

1. 서 론

GMA 용접의 자동화 추세와 이에 따른 생산성 향상의 목적으로 용접의 고속화에 대한 관심이 날로 높아지고 있다. 그 중 CO₂ 용접은 MAG, MIG 용접에 비해 용접속도가 느린 단점이 있으나 사용되는 보호가스의 가격이 보다 저렴하여 가장 선호되는 용접기법이다. 작업현장에서의 사용빈도가 높은 만큼 용접 속도는 제품의 생산성 뿐만 아니라 작업자의 작업능력에도 직접적 영향을 줄 수 있으며, 이에 따라 현장에서는 고속용접에 대한 필요성이 끊임없이 제기되고 있다.

외국의 경우 고속용접에 관한 활발한 연구의 진행으로 이미 3~4m/min의 용접이 가능한 고속용접기가 개발되었으나¹⁾⁻²⁾, 이에 반하여 국내에서는 CO₂ 고속용접에 관한 연구가 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 CO₂ 고속용접 또는 고속용접기의 개발에 기초가 될 수 있는 고속용접의 현상의 분석에 초점을 맞추어, 고속용접에 영향을 미치는 여러 가지 요인 중 토치각의 변화에 따른 용접현상을 용접파형과 영상을 통하여 분석하였다.

2. 실험방법

본 연구에 사용된 용접전원은 500A급의 인버터 용접기로서 국내 S사에서 제조된 것으로 용접기 자체에서 단락전류상승기울기를 조절할 수 있는 용접기를 사용하였다. 용접실험에 사용된

용접재료는 1.2mm의 CO₂ 용접용 와이어(KS 규격: YGW12)를 사용하였다.

용접은 연강판재 위에 비드 온 플레이트(bead on plate)용접을 하였다. 이 때 팁과 모재간 거리(CTWD)는 14mm였고, 토치각은 -30°에서 30°까지 10°씩 변화시키면서 실시하였다. 와이어의 송급속도는 6.7m/min의 조건으로 하였으며, 용접속도는 2m/min로 하였다. 용접파형 측정은 20kHz의 샘플링 속도로 5초간 측정하였다. 용접현상을 관찰하기 위하여 디지털 고속카메라와 파형을 동기화시키기 위하여 동시에 측정하였으며, 촬영속도는 4,000 frame/sec, 셔터속도는 1/64,000 sec였다. 동기화된 이미지와 파형은 자체 개발한 프로그램에서 동시에 볼 수 있도록 하였다.

3. 결 과

3.1 토치각 0° 용접시 고속용접 현상

그림 1은 토치각 0°로 용접하였을 때의 측면 비드모양과 파형을 나타낸 것이다. 파형에서 보는 바와 같이 단락은 대체로 주기적으로 발생하나, 순간단락과 장기아크 역시 다량 발생하였다. 이 때 순간단락과 장기아크의 발생은 용적을 거대화시켜 단락을 정상적으로 이루어지지 못하게 하며 그로 인하여 험핑비드와 언더컷을 발생시켰다. 또한 단락 후 용융풀의 중앙부에서 아크가 재발생하면서 아크력에 의해 용융풀이 아크 후방으로 밀려나면서 용융풀의 표면류가 증가하게 되어 험핑비드의 원인이 되었다.

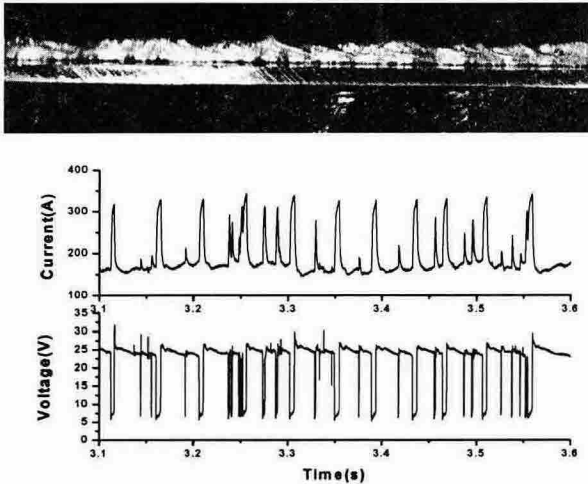


Fig. 1 Welding bead and waveform at torch angle 0°.

3.2 후진각 용접 시 고속용접 현상

그림 2는 -20°의 후진각으로 용접했을 때의 비드모양과 파형이다. 파형을 보는 것과 같이 0°에서와 같이 대체적으로 주기적인 단락과 다량의 순간단락과 장기아크가 발생하였으며, 이에 따른 험핑비드와 언더컷이 발생하였다. 토치각을 -30° ~ -10°의 후진각으로 용접했을 경우 0°로 용접했을 경우에 비하여 순간단락, 장기아크의 비율은 크게 차이가 나지는 않았다. 그러나 초당 단락수가 토치각이 커질수록 현저히 감소하였는데, 이것은 단락후 아크 재발생시 용융풀이 아크 후방으로 완전히 밀려나가 단락의 발생을 저해하기 때문으로 판단되며, 단락주기의 감소로 거대해진 용적의 이행으로 토치각이 0°일 때보다 더욱 많은 험핑비드가 형성되었다.

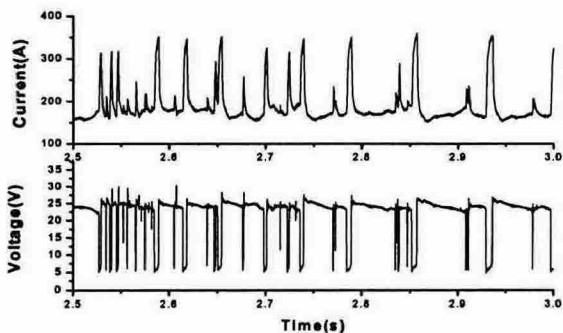
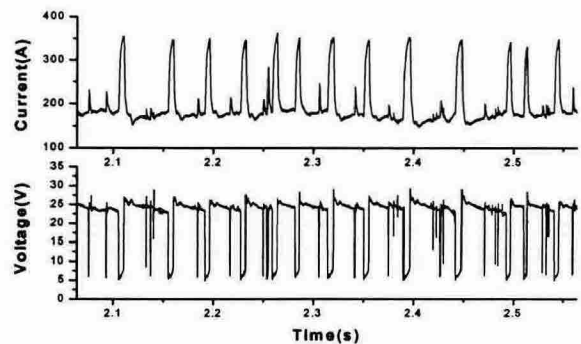


Fig. 2 Welding bead and waveform at torch angle -20°

3.3 전진각 용접 시 고속용접 현상

그림 3의 (a)와 (b)는 10°, 20°의 전진각으로 용접했을 때의 각각의 비드와 파형이다. 그림 4의 (a)의 경우 0°의 파형과 큰 차이를 보이지 않았으나, 험핑비드의 발생이 현저히 감소하였다. 이것은 아크 재발생시 용융풀 반대 방향으로 아크력이 작용하여 용융풀을 후방으로 밀어내는 것을 줄여 험핑비드가 감소되었다고 판단된다. 토치각을 더 높인 (b)의 경우초당 단락횟수와 정상단락비가 증가하여 좀 더 나은 비드를 형성시켰는데, 용적이 용융되지 않은 모재에 이행되면서 스테빙현상의 다량발생으로 용접이 불가능하였다.

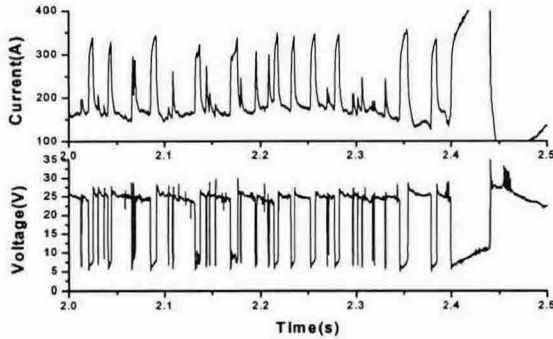


(a)10°

Fig. 3 Welding bead and waveform at torch angle 10°, 20°.

참고문헌

1. T. Mita : Progress of Arc Welding Technologies, 69-3 (2000), 6-12 (in Japanese)
2. K. Okamura : Ultra High-speed Arc Welding(4m/min), Industrial Robot, 25-3(1998), 185-192
3. R.M. Brick, A.W. Pense and R.B. Gordon : Structure and Properties of Engineering Materials(4th Edition), McGRAW HILL BOOK Co., 1977, 25-35



(b)20°

Fig. 3 Continue.

4. 결 론

CO₂ 고속용접에서 토치각의 변화에 따른 고속 용접의 현상에 대한 분석 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 고속용접시 순간단락, 장기아크와 아크 재생시의 아크력에 의한 용융풀의 요동에 의해 험핑비드와 언더컷이 발생하였다.

2) 후진각으로 용접시 순간단락, 장기아크의 발생과 더불어 아크력이 용융풀을 후방으로 밀어내어 험핑비드와 언더컷을 유발하였다.

3) 전진각으로 용접시 10°의 경우 아크력이 전방을 향하여 용융풀의 요동을 적게 하여 험핑비드와 언더컷의 발생이 감소하였으나, 토치각이 더욱 증가하면 용적이 용융되지 않은 모재로 이행하여 스테빙현상이 발생하였다.

후 기

본 연구는 한국생산기술연구원 생산기술연구사업의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.