

CO₂ 용접의 Arc현상에 미치는 Ti의 효과

- 정량적 고찰 -

The effect of Ti on Arc Phenomena of CO₂ Welding

안 영호*, 이 종봉, 엄 동석
POSCO 기술연구소 부산대학교

1. 서론

대전류 CO₂용접시 용착금속의 탈산 및 arc 안정성을 향상 시킬 목적으로 와이어에 Ti이 소량첨가되고 있다. 이러한 Ti의 효과에 대해서는 spatter발생 특성과 arc안정성 측면의 연구 결과가 발표되고 있으나¹⁾, 실제 arc현상에 미치는 정량적인 연구 결과는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 arc현상에 미치는 Ti효과를 정량적으로 평가하기 위하여 arc현상 평가 시스템을 개발하고, 이를 통하여 Ti첨가에 따른 arcing, 단락 및 arc 전기적 신호의 안정성 등과 같은 arc 현상을 규명코자 하였다.

2. 시험재 및 실험방법

시험재는 시판되고 있는 CO₂용접용 와이어중 Ti이 첨가되지 않은 와이어(T0)와 Ti이 0.19% 첨가된 와이어(T1)를 사용하였으며, 상세한 화학성분은 Table 1에서 나타내고 있다.

Table 1 Chemical compositions of wires (wt.%)

Mark	C	Si	Mn	P	S	Ti	비고
T0	0.06	0.87	1.49	0.012	0.009	-	JIS YGW12
T1	0.05	0.79	1.42	0.010	0.013	0.19	YGW11

용접arc현상을 측정하기 위하여 용접arc해석 장치를 사용하였으며, 측정된 arc신호를 정량적으로 분석하기 위하여 arc현상을 크게 arcing구간, 단락구간, 재arc특성 및 이행특성 등으로 구분하고 각각에 대한 판정기준을 설정한 후 C언어를 사용하여 용접arc현상 평가 시스템(APA 1.0 : Arc Phenomena Analysis 1.0 ver.)을 개발하였다. 본 시험에서 적용한 용접조건은 140A의 저전류 조건과 320A의 대전류 조건이며, 각 용접전류 조건에서 용접전압은 용접가능한 최저 전압으로 2V씩 증가시켜 최대 전압까지로 하였으며, 용접시간은 10초로 하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

Fig.1은 용접arc현상을 정량적으로 분석하기 위하여 개발된 APA 1.0의 flow-chart를 나타낸 것이다. 먼저 용접arc 해석장치로 부터 측정된 arc신호를 크게 단락 구간과 arcing구간으로 대별한 후 단락현상과 순간단락 현상을 구분하였다. 분류된 신호들로부터 arc현상을 이루는 주요한 현상들을 arcing구간, 단락구간, 재arc 특성 및 이행특성으로 분류하고 각 구간을 나타낼수

있는 인자들로서 arc신호의 평균 및 표준편차 등을 선정하였다. 즉 예를 들면 arcing구간을 대표할 수 있는 인자는 arcing구간에서의 arc전류, 전압의 평균 및 표준편차, arcing시간의 평균 및 표준편차로 설정하였다. 이와 같은 방법으로 용접 arc현상을 구성하는 인자는 총 18 개로 설정하여 arc현상을 정량적으로 평가할 수 있도록 하였다.

Fig.2는 140A의 용접전류 조건에서 용접전압에 따른 평균 arcing시간의 변화를 나타낸 것이다. 시험재 모두 용접전압이 증가함에 따라 arcing시간은 길어지는 경향을 보이고 있으나, 각 용접전압 조건에서 arcing시간과 용접전압에 따른 arcing시간의 변화 정도는 시험재에 따라 큰 차이를 보이고 있다. 즉 T0와이어의 경우 용접전압 22V에서 arcing시간이 15ms정도이며, 26V에서는 35ms정도를 나타내고 있어, 평균 arcing시간은 용접전압이 증가함에 따라 완만히 증가하는 경향을 보이고 있다. 반면에 Ti이 0.19% 정도 첨가된 T1와이어의 경우 22V에서는 arcing시간이 27ms이며 26V에서는 80ms정도를 보이고 있어, 용접전압의 증가에 따라 평균 arcing시간은 현저히 길어지는 경향을 보이고 있다. Fig.3은 용접전류 140A에서 용접전압에 따른 용적이행 주파수의 변화를 나타낸 것이다. 시험재 모두 용접전압이 증가함에 따라 용적이행 주파수는 감소하는 경향을 보이고 있으나, 각 용접전압에서의 이행주파수 및 용접전압에 따른 이행 주파수의 감소 정도는 시험재에 따라 큰 차이를 보이고 있다. 즉 T1 와이어는 T0 와이어에 비하여 동일 용접조건에서 이행주파수가 감소하고 있으며, 용접전압의 증가에 따른 이행주파수의 감소 정도도 현저함을 알 수 있다.

Fig.4는 320A의 용접전류 조건에서 용접전압에 따른 arc전류 표준편차의 변화를 나타낸 것이다. 용접전압이 증가함에 따라 arc전류의 표준편차는 시험재 모두 감소하며, 각 용접전압에서 표준편차도 유사한 값을 보이고 있다. Fig.5는 320A에서 용접전압에 따른 arc전압 표준편차의 변화를 나타낸 것이다. 용접전압이 증가함에 따라 arc전압의 표준편차는 시험재 모두 감소하는 경향은 보이고 있으며 일정 전압이상에서는 일정한 값을 나타내고 있다. 그러나 용접전압에 따른 표준편차의 감소 정도 및 일정한 표준편차가 유지되는 용접전압 조건은 시험재에 따라 현저한 차이를 보이고 있다. 즉 30V의 용접전압에서 T0 와이어의 표준편차는 64 정도인 반면 T1 와이어의 표준편차는 40 정도로서 T1 와이어의 표준편차가 T0에 비하여 현저히 감소하는 경향을 보이고 있으며, T1 와이어는 32V이상에서는 표준편차가 30 이하의 일정한 값을 보이고 있으나, T0 와이어는 34V이상에서 일정한 값을 나타내고 있다. Globular이행과 같은 비접촉식 이행으로 용접이 이루어지는 대전류 영역에서 arc전류의 표준편차는 시험재 모두 유사한 경향을 보이지만, arc 전압의 표준편차는 T1와이어가 T0와이어에 비하여 작은 값을 보이고 있으며, 또한 표준편차가 일정한 값을 나타내는 용접조건이 저전압 측으로 이동함을 알 수 있으며, 이는 와이어 중에 첨가된 Ti에 기인한 것이라 생각된다.

이상과 같이 저전류 및 대전류 영역에서 Ti에 기인하여 나타나는 현상은 용접중 arc길이에 밀접한 상관성이 있는 것으로 판단되며, 이는 와이어 중에 첨가된 Ti에 의하여 용접중 용적이 나 용융지에 많이 분포하는 Ti산화물 등에 기인한다는 연구결과²⁾와도 잘 일치하였다.

<참고문헌>

1. 안영호, 이종봉, 최중훈 : CO₂용접의 용적이행에 미치는 Ti의 영향, 1993년 대한용접학회 춘계학술발표대회 개요집 (1993), pp.61~63
2. 안영호, 이종봉, 방국수, 임동석 : CO₂용접시 Spatter발생에 미치는 Ti의 영향, 대한용접학회지, Vol.14 No.4 (1996), pp.106~112

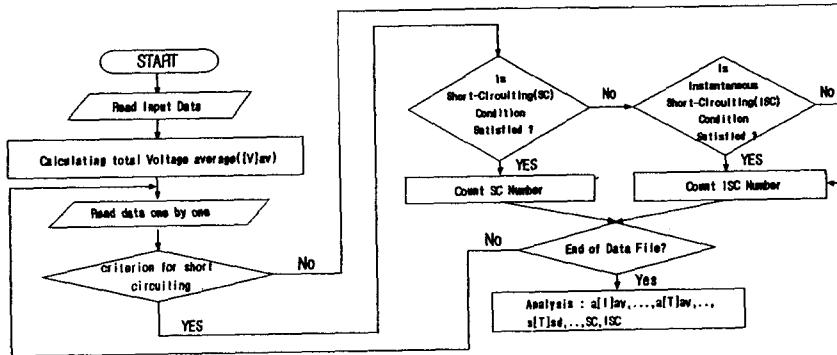


Fig.1 Flow chart for APA 1.0 system

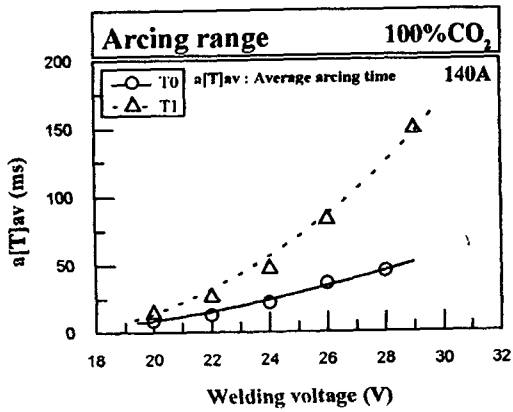


Fig.2 Change of arcing time by welding voltages (140A)

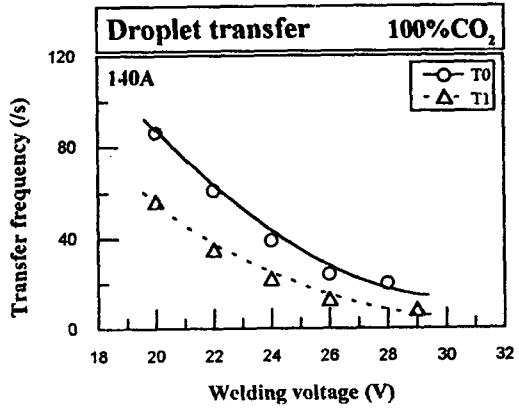


Fig.3 Change of transfer frequency by welding voltages (140A)

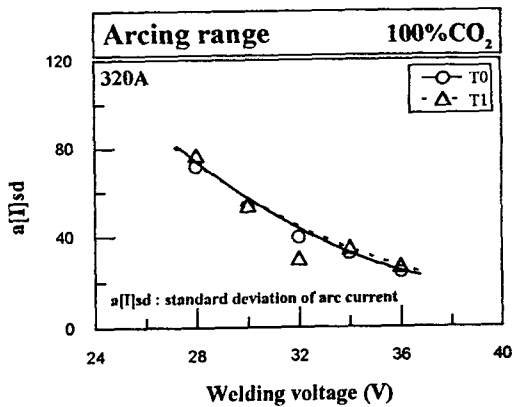


Fig.4 Change of standard deviation of arc current by welding voltages (320A)

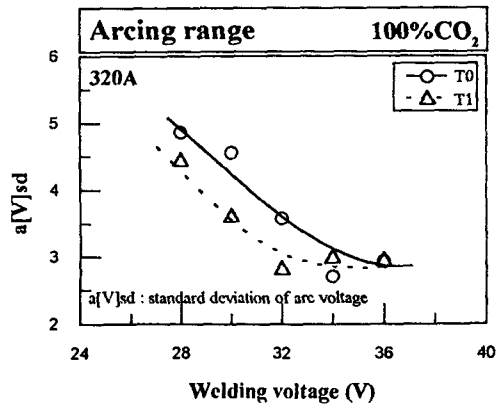


Fig.5 Change of standard deviation of arc voltage by welding voltages (320A)