

CO₂ 용접시 Spatter발생에 미치는 Ti의 영향

Effect of Ti on spattering on CO₂ welding

안 영호*, 이 중봉, 엄 동석
포항중합제철(주) 부산대학교

1. 서론

대전류 GMA용접시 용착금속의 탈산 및 arc 안정성을 향상시키기 위하여 와이어에 Ti이 소량 첨가되고 있으나, spatter 발생 특성에 미치는 Ti의 효과에 대해서는 아직 불명확한 점이 많다. 따라서 본 연구에서는 저전류 및 대전류 CO₂용접중 발생하는 spatter를 포집하여 Ti함량에 따른 spatter 발생률 및 입도별 발생 특성을 검토하고자 하였다.

2. 시험재 및 실험방법

사용한 시험재는 JIS YGW11에 상당하는 시판의 CO₂용접용 와이어이며, Ti함량을 0.16% 및 0.24%로 변화시켰다. Table 1에 시험재의 화학성분을 나타내었다. 시험조건은 저전류인 140A와 대전류인 320A 영역으로 크게 구분하고, 용접속도는 30cm/min로 일정하게 하였다. 저전류 및 대전류 영역에서 용접전압의 변화는 20V~26V 및 32V~38V 범위에서 2V씩 증가시켰다. Spatter 발생률은 용착금속과 포집한 spatter와의 중량비로서 평가하였다. 측정에 필요한 일정량 이상의 spatter량을 확보하기 위하여 시험조건당 300mm 길이의 비드를 평행되게 3회씩 bead-on-plate 용접하였다. Spatter 입도별 발생 특성은 포집된 spatter를 D₁(D<0.25mm), D₂(0.25≤D<1.0mm) 및 D₃(D≥1.0mm)로 분류한 후 각각의 상대적인 비율로서 평가하였다. 한편 시험용접조건에 따른 용적이행형태의 변화는 용접arc해석장치¹⁾를 사용하여 시험용접 중의 arc전류 및 arc전압 신호를 측정하여 조사하였다.

Table 1 Chemical compositions of CO₂ wires used (wt.%)

Mark	C	Si	Mn	P	S	Ti	Remarks
T1	0.05	0.74	1.50	0.013	0.014	0.16	JIS
T3	0.06	0.83	1.60	0.012	0.012	0.24	YGW11

3. 시험결과 및 고찰

Fig.1 및 Fig.2는 저전류 및 대전류 조건에서 용접시간에 따른 전형적인 arc전압의 변화를 나타낸 것이다. 먼저 140A-22V의 저전류 용접조건에서는 arcing시간과 단락시간으로 이루어지

는 전형적인 단락이행형태를 보이고 있으며, 320A-36V의 대전류 용접조건에서는 arc 전압이 주기적으로 변화하는 것으로부터 globular이행영역으로 판단된다.¹⁾

Fig.3은 저전류 조건에서 용접전압에 따른 spatter 발생률의 변화를 나타낸 것이다. 단락이행영역인 140A의 경우 시험재 모두 용접전압이 증가함에 따라 spatter 발생률은 거의 직선적으로 증가한다. 이러한 증가 경향은 시험재에 따라 다소 차이를 보이고 있다. 즉 Ti함량이 0.24%인 경우가 0.16%인 경우에 비하여 용접전압의 증가에 따른 spatter 발생률의 증가 경향이 다소 둔화됨을 알 수 있다. 한편 globular이행영역인 320A의 경우에는 용접전압의 증가에 따른 spatter 발생률은 초기에는 감소하지만 용접전압이 일정치 이상으로 증가하면 반대로 증가하는 경향을 보이고 있다 (Fig.4). 이러한 경향은 Ti함량에 따라 다소 상이함을 알 수 있다. 즉 spatter 발생률이 증가하는 조건은 T1재 및 T3재가 각각 약 36V 및 34V이상으로서, Ti함량이 증가할수록 spatter 발생률이 최저치를 나타내는 용접조건은 저전압측으로 이동함을 알 수 있다.

Fig.5는 단락이행 영역에서 용접전압에 따른 spatter 입도별 발생비율의 변화를 나타낸 것이다. 먼저 발생된 spatter의 입도별 분포는 비교적 미세한 D₁ 및 D₂ spatter가 약 80%이상 차지하고 있으며 초대안 D₃ spatter는 20%이하임을 알 수 있다. 그러나 실제 용접작업시 spatter의 제거 작업 및 화재의 위험성 등을 고려하면 D₃와 같이 입도가 큰 spatter의 발생이 문제점으로 지적되고 있다. 따라서 본 연구에서는 D₃ spatter의 발생 특성에 초점을 두어 검토하였다. Fig.5의 결과로부터 D₃ spatter의 발생비율은 용접전압에 따라 증가하며 특히 Ti함량의 증가는 spatter의 대립화 원인이 됨을 알 수 있다. 한편 globular이행영역의 경우는 용접전압이 증가함에 따라 초기에는 D₃ spatter의 발생비율이 다소 감소하지만 일정전압 이상이 되면 반대로 그 발생비율이 증가하는 경향을 보이며 이러한 경향은 Ti함량이 많을수록 현저하다 (Fig.6). 즉 용접전압이 34V에서 38V로 증가함에 따라 D₃ spatter의 발생비율은 T1재가 약 3.6%에서 4.1%로 약간 증가하지만 T3재는 약 3.8%에서 20%로 증가폭이 현저함을 알 수 있다. 또한 D₃ spatter의 발생비율을 최소화할 수 있는 용접조건은 Ti함량이 0.16%인 T1재는 34~36V이며, Ti함량이 0.24%인 T3재는 34V범위로서 Ti함량이 증가할수록 용접조건이 저전압측으로 이동함을 알 수 있다.

이상과 같이 CO₂용접시 spatter의 입도별 발생특성은 저전류 및 대전류 조건 모두 용접 와이어중의 Ti함량이 증가함에 따라 대립화되며, 그 원인은 Ti 산화물의 증가에 따른 potential gradient의 감소에 기인한 것으로 생각된다.

참고문헌

1) 안영호,이종봉,방국수,장래웅 : GMAW 용적이행현상에 미치는 Ca의 영향, 대한용접학회지,

Vol.12, No.4, (1994), pp.76-84

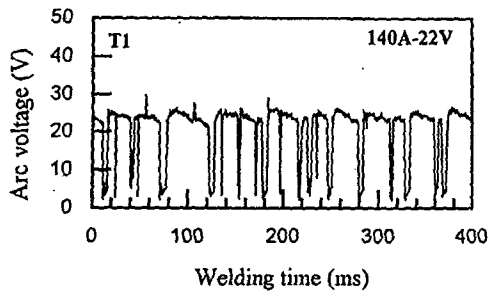


Fig.1 Change of arc voltage in 140A

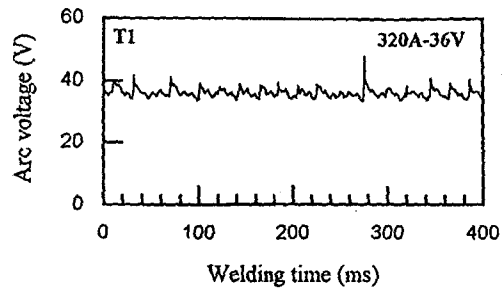


Fig.2 Change of arc voltage in 320A

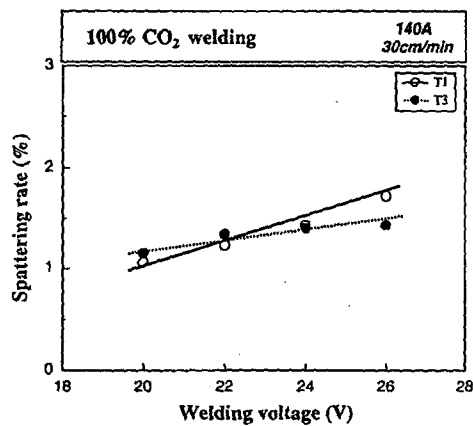


Fig.3 Spattering rate in short circuit range

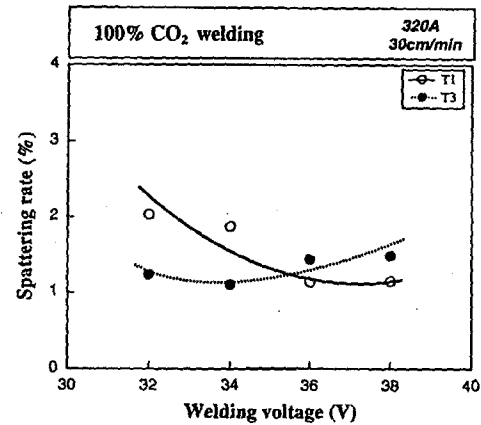


Fig.4 Spattering rate in globular range

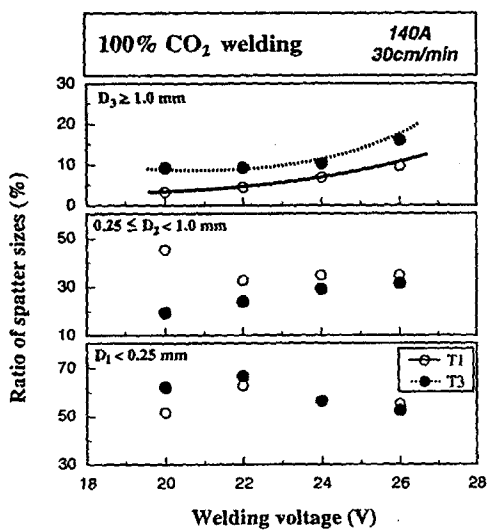


Fig.5 Size distribution of spatter in short circuit range

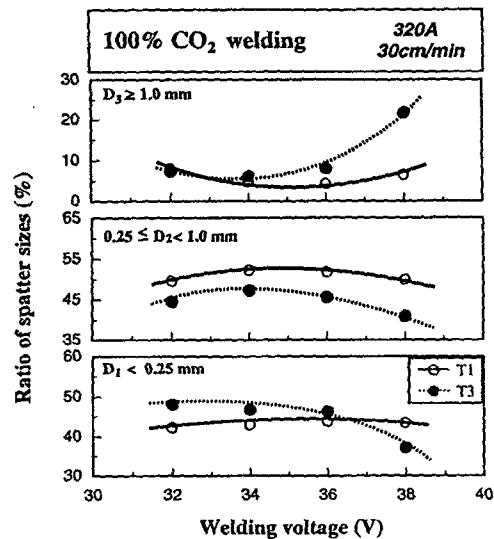


Fig.6 Size distribution of spatter in globular range