

## GMAW 송급성에 미치는 인장강도 및 표면조도의 영향

Effect of Tensile Strength and Surface Roughness on Wire Feeding Characteristic of GMAW

안 영호\*, 이 종봉, 최 원규, 엄 동석  
포항종합제철(주)                      부산대학교

### 1. 서론

GMA용접에 있어서 송급성은 용접작업성에 영향을 미치는 주요한 변수로서 알려지고 있으나, 송급성에 미치는 제인자의 영향 및 용접작업성과의 상관성 등에 대한 정량적인 연구결과는 아직 미흡한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 송급성과 용접작업성의 상관성을 검토하고 송급성의 주요한 지배인자로서 알려지고 있는 용접wire의 인장강도 및 표면조도 등의 영향을 평가하고자 하였다.

### 2. 시험재 및 실험방법

사용한 시험재는 JIS YGW11에 상당하는 시판의 CO<sub>2</sub>용접용 와이어이며, Table 1은 화학성분을 나타내었다. 시험재는 동일한 성분의 소재를 서로 다른 조건으로 가공하여 평균 최대 표면거칠기(ave[R<sub>max</sub>])가 0.562, 0.583 및 0.683 μm인 3종류로 하였다. 시험조건은 저전류인 140A-24V와 대전류인 320A-36V 영역으로 크게 구분하고, 용접속도는 30cm/min로 일정하게 하였으며 cable길이는 약 5m로 일정하게 하였다. 또한 용접시간은 10초로 하여 송급신호, arc전류 및 전압의 변화를 동시에 측정하고, 용접후 인장시험을 위한 시편을 채취하였으며, 반복회수는 30회로 하였다. 각 시험재의 송급성은 측정된 송급전류 신호를 통계처리하여 송급신호의 표준편차(σ<sub>F</sub>)를 구하여 평가하며, arc안정성은 송급신호와 동시에 측정된 arc전류 및 전압 신호의 표준편차로서 구하고 송급성과의 상관성을 평가하였다. 또한 용접wire내의 인장강도를 구하여 송급성과의 상관성을 평가하였다. 한편 용접wire의 표면조도는 각 시험재에 대하여 10회에 걸쳐 표면조도를 측정하여 최대 표면거칠기(R<sub>max</sub>)를 구하고, 통계처리에 의한 평균 최대 표면거칠기(ave[R<sub>max</sub>])와 최대 표면거칠기의 표준편차(σ<sub>Rmax</sub>)로서 평가하였다.

Table 1 Chemical compositions of CO<sub>2</sub> wires used (wt.%)

C	Si	Mn	P	S	Ti	Remarks
0.05	0.84	1.52	0.017	0.009	0.19	250kg-용 패일팩

### 3. 시험결과 및 고찰

Fig.1 및 Fig.2는 평균 최대 표면거칠기가 0.583 μm인 시험재에 대하여 송급성과 arc안정성과의 상관성을 나타낸 것이다. 먼저 Fig.1은 140A-24V의 저전류 용접조건에 있어서 송급전류의 표준편차(σ<sub>F</sub>)가 0.086인 경우 송급전류와 arc신호의 변화를 동시에 나타낸 것이다. Arc전압의

변화로부터 용적이행은 단락이행 형태임을 알 수 있으며, 10초동안의 시험용접중 불안정한 arc 현상(그림중 화살표)이 발생 하고 있다. 즉 국부적인 영역(그림중 화살표)에 있어서 arc전류 및 전압은 무부하 상태를 나타내고 있어 arc가 중단됨을 알 수 있다. 이러한 arc불안정 현상은 송급전류의 변동이 심한 구간과 일치하고 있어 송급의 불안정에 기인한 것으로 판단된다. 한편 Fig.2는 320A-36V의 대전류 용접조건에서 송급전류의 표준편차가 0.172인 경우 송급전류 신호와 arc신호의 변화를 나타낸 것으로 arc전압의 변화로부터 용적이행은 globular이행형태임을 알 수 있다. 송급전류의 신호는 저전류의 경우에 비하여 현저하게 불안정한 송급상태를 나타내며 저전류 경우와는 달리 arc중단과 같은 현저히 불안정한 arc현상은 발생하지 않고 있다. 반면에 순간단락 현상이 많이 발생하고 있어 송급성 불안이 arc안정성에 영향을 미침을 알 수 있다.

Fig.3은 평균 최대 표면거칠기가  $0.583 \mu\text{m}$ 인 시험재에 대하여 저전류 및 대전류 용접조건에서 wire인장강도와 송급전류의 표준편차를 정리하여 나타낸 것으로 wire인장강도는 1022MPa~1391MPa정도로 불균일한 분포를 보이고 있다. 송급전류의 표준편차는 0.03~0.10 정도의 분포를 나타내고 있으며 wire인장강도와 송급전류의 표준편차 간에는 직접적인 상관성을 보이지 않고 있다. 이와 같은 현상은 320A-36V의 용접조건에서도 유사한 결과를 보이고 있으나 송급전류의 표준편차가 최대 0.2이하를 나타내고 있어 140A-24V에 비하여 송급전류의 변동이 심함을 알 수 있다. 이상과 같은 wire인장강도와 송급전류의 표준편차간의 관계는 평균 최대 표면거칠기가  $0.683 \mu\text{m}$ 인 시험재에서도 유사한 경향을 보이고 있다.(Fig.4) 그러나 평균 최대 표면거칠기가  $0.683 \mu\text{m}$ 인 시험재의 인장강도는 965MPa~1162MPa정도의 분포를 보이고 있어  $0.583 \mu\text{m}$ 인 시험재에 비하여 양호한 인장강도의 분포를 보이고 있지만 320A-36V조건에서 송급전류의 표준편차가 최대 0.582정도로 현저히 불안정한 송급부하의 변동을 보이고 있다.

Fig.5는 평균 최대 표면거칠기와 평균 송급전류 표준편차(ave[ $\sigma_f$ ])과의 상관성을 나타낸 것이다. 320A-36V의 경우 평균 최대 표면거칠기가 증가함에 따라 평균 송급전류 표준편차는 거의 직선적으로 증가하는 경향을 보이고 있다. 반면에 140A-24V의 경우는 평균 최대 표면거칠기(ave[ $R_{\text{max}}$ ])에 따라 평균 송급전류 표준편차는 큰 변화는 나타내지 않고 있다. 이러한 경향은 최대 표면거칠기의 표준편차와 평균 송급전류 표준편차 간에도 유사함을 알 수 있다(Fig.6). 이상과 같이 표면거칠기는 320A와 같이 송급량이 많은 용접조건일수록 송급을 현저히 불안정하게 하여 송급성에 직접적으로 영향을 미치며, 용접wire내 표면거칠기의 균일성도 중요한 인자임을 알 수 있다.

이상과 같이 송급성은 arc안정성에 직접적으로 영향을 미침에 따라 GMA용접작업성 향상을 위해서는 송급성 향상이 요구됨을 알 수 있다. 또한 송급성은 wire의 인장강도와 같은 소재내의 품질 불균일과 같은 인자와는 직접적인 상관성은 보이지 않지만 표면거칠기와 같은 wire의 외적인 요인에 직접적으로 영향을 받음을 알았다.

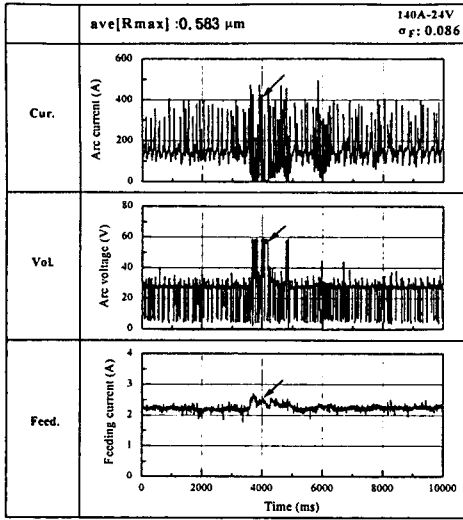


Fig.1 Relation between arc stability and feeding characteristic (140A-24V)

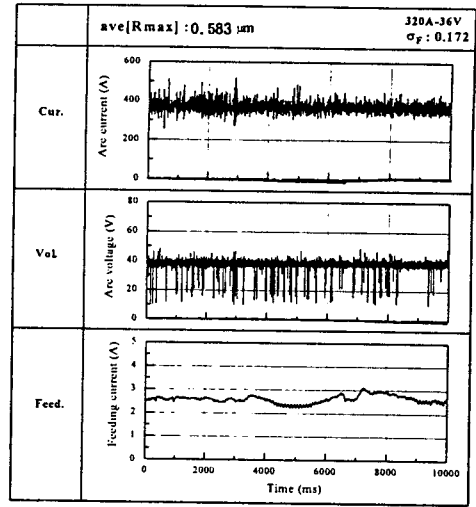


Fig.2 Relation between arc stability and feeding characteristic (320A-36V)

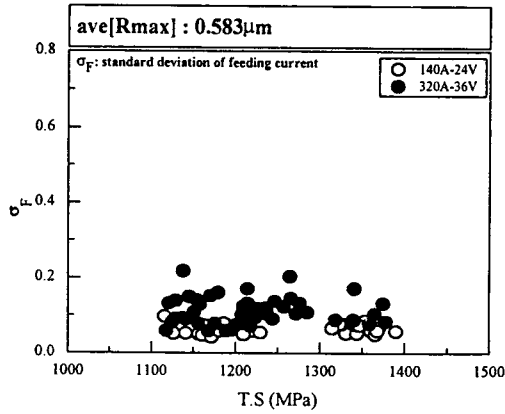


Fig.3 Relation between T.S of wire and feeding characteristic (ave[Rmax]:0.583)

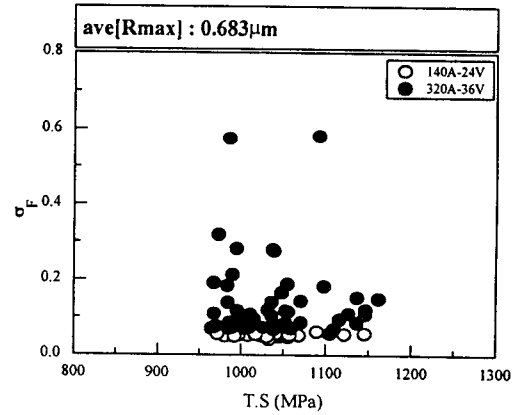


Fig.4 Relation between T.S of wire and feeding characteristic (ave[Rmax]:0.683)

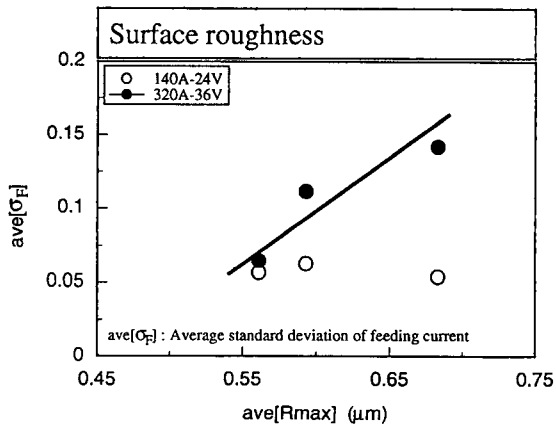


Fig.5 Relation between ave[Rmax] of wire and feeding characteristic

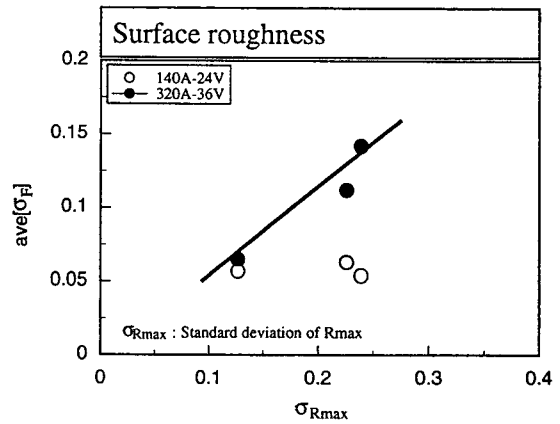


Fig.6 Relation between  $\sigma_{Rmax}$  and feeding characteristic