

# GMAW-용적이행에 미치는 Ca 및 S의 영향

## Effect of Ca and S on Droplet transfer in GMAW

산업과기연 안영호\*, 방국수, 이종봉  
포항제철(주) 신병현

### 1. 서론

CO<sub>2</sub>용접시 용적의 이행현상은 용접wire의 성분 및 용접조건에 의해 지배되며, 특히 wire성분중 Ca, Ti 및 S등의 영향이 큰 것으로 알려져 있으나<sup>1)</sup>, 아직 불명확한 점이 많다. 따라서 본 연구에서는 CO<sub>2</sub>용접시 용적의 이행현상에 미치는 Ca 및 S의 영향을 정량적으로 검토하였다.

### 2. 시험재 및 실험방법

Table 1은 시험재의 화학조성을 나타낸 것으로 0.10C-0.01Ti을 기본 성분제로하여 Ca함량을 12 및 35 ppm, S함량을 0.005 및 0.015%로 각각 2조건씩 변화시켰다.

용적이행의 평가를 위해서는 자체 제작한 용접 arc 해석장치를 사용하여 용접중 용접전원으로 부터 공급되는 arc전압(또는 용접전압)의 변동을 측정함으로써 용적의 이행주기(또는 주파수), arcing시간 및 용적의 이행 형태를 조사하였다. 용접조건은 전류 범위를 140A-24V의 저전류 및 280A-34V의 대전류 영역으로 구분하였으며, 용접속도는 30 cm/min로 하였다.

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

Mark	C	Si	Mn	P	S	Ti	Ca(ppm)
C <sub>1</sub> (or S <sub>1</sub> )	0.10	0.92	1.60	0.010	0.005	0.01	12
C <sub>3</sub>	0.10	0.87	1.55	0.010	0.005	0.01	35
S <sub>2</sub>	0.11	0.90	1.58	0.011	0.015	0.01	12

### 3. 시험결과 및 고찰

Fig. 1은 본 연구의 실험 범위에서 관찰 가능했던 전류범위에 따른 arc 전압의 변화에 대한 측정예를 나타낸 것이다. (a)는 주로 저전류 범위에서

볼 수 있는 용적이행의 형태가 전형적인 단락이행인 경우의 예로서, wire 선단에 용적을 형성하는 arcing시간과 wire선단의 용적이 용융지로 이행하는 단락시간으로 구성되는 용접과정의 1 주기가 반복되는 형태를 나타낸다. 그러나 대전류 범위에서는 (b)와 같은 globular형태를 볼 수 있다. 즉 (a)의 단락이행의 형태와는 달리 용적의 이행주기가 명확하지는 않지만 arc전압의 변화가 주기성을 보임을 알 수 있다. 일반적으로 용접wire의 성분 및 용접조건등의 변화에 의하여 용적의 이행주기가 길어지면 arcing시간의 증가에 따라 wire선단의 용적이 크게 형성됨으로써, 최종적으로는 arc안정성의 저하에 의한 spatter의 발생이 증가될 가능성이 있다.

Fig. 2는 저전류 용접시 Ca함량에 따른 arc전압의 변화를 나타낸 것이다. 용적의 이행은 Ca함량에 관계없이 전형적인 단락이행의 형태를 보이지만, 용적이행의 주기는 Ca함량에 따라 크게 변화함을 알 수 있다. 즉 Ca함량이 35ppm인 C<sub>3</sub>재의 경우, 용적의 이행주파수가 약 20회/s로서 Ca함량이 12ppm인 C<sub>1</sub>재의 40회/s에 비해 약 1/2 수준이다. 이와같이 저전류 용접시 Ca함량의 증가는 용적이행의 주파수를 감소시키므로 전술한 바와같이 spatter의 발생 가능성이 증가하리라 생각된다.

한편 대전류 범위에서는 Fig. 3에서 볼 수 있는 바와같이 Ca함량의 증가에 따라 용적이행의 형태가 단락이행으로 부터 globular이행으로 변화함을 알 수 있다.

이상과 같은 Ca함량에 따른 변화는 고온의 arc상태에서 Ca의 현저한 증발에 의해 발생하는 반작용력에 기인한 것으로 생각된다. 즉 CO<sub>2</sub> 용접의 경우, 용적이행에 작용하는 힘의 요소중에서 이행을 억제하는 힘은 용적의 하단에 작용하는 arc력이며, 특히 arc력을 구성하는 힘의 요소인 Ca증발에 의한 반작용력은 Ca함량이 증가함에 따라 증가하므로, 동일한 용접전류에서의 arc력은 Ca함량에 직접적으로 영향을 받는다. 따라서 Ca함량이 증가함에 따라 arc력이 증가하여 용적이행을 억제시키므로, 저전류 용접시에는 용적의 이행주파수를 감소시키고, 대전류 용접시에는 용적의 이행형태를 globular로 변화시키는 것으로 생각된다.

Fig. 4는 저전류 용접시 S함량 변화에 따른 arc전압의 변화를 나타낸 것이다. 용적의 이행주파수는 S함량이 0.005%에서 0.015%로 증가함에 따라 약 40회/s에서 60회/s정도로 증가하고 있다. 이와같이 저전류 범위에서의 S함량의 증가에 따른 변화는 arcing시간을 감소시킴으로써 양호한 arc의 안정성 확보를 가능하게 할 것으로 판단된다.

\* 참고문헌

- 1) 阿草, 山内 : 溶接學會誌, 50-11 (1981), pp. 42-50

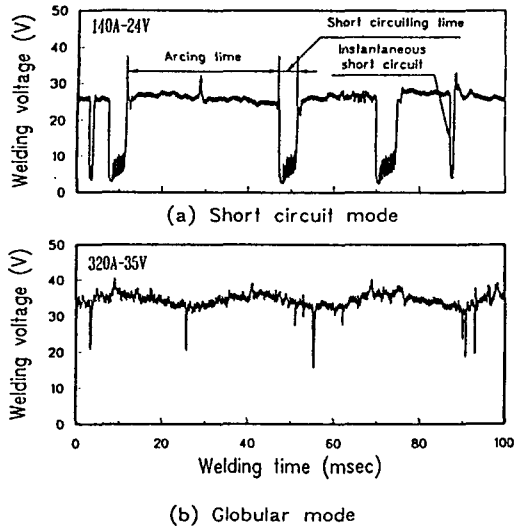


Fig. 1 Example of welding voltage variation with welding time

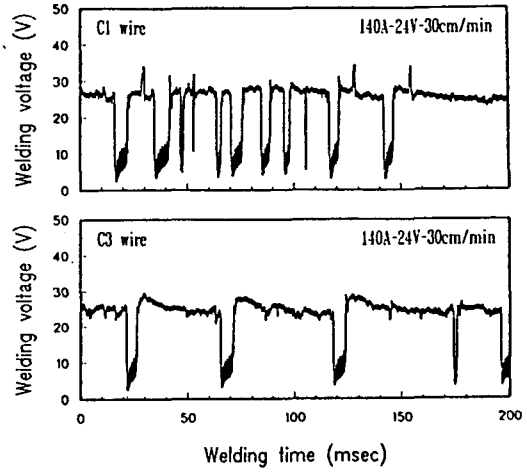


Fig. 2 Welding voltage variation with Ca contents (140A-24V)

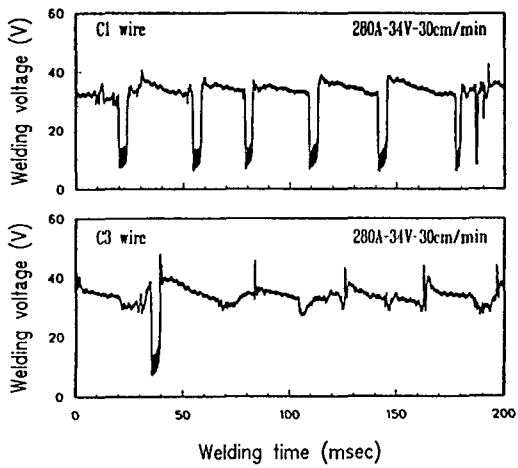


Fig. 3 Welding voltage variation with Ca contents (280A-34V)

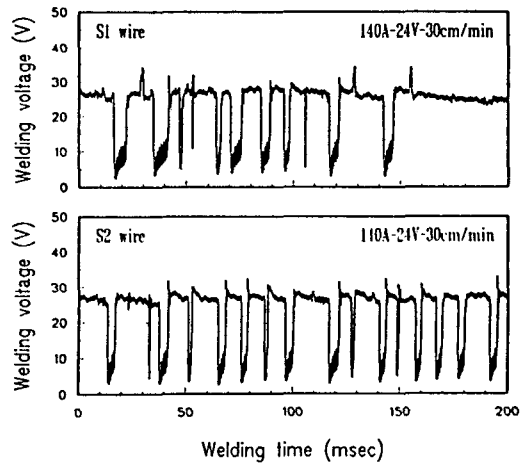


Fig. 4 Welding voltage variation with S contents (140A-24V)