

아크용접에서 Filler Metal이 Fume 발생량에 미치는 영향에 관한 연구

- A Study on the Effect of Filler Metal on Fume Generation Rate
in Arc Welding -

채현병 *

김준기 *

김정한 *

1. 서론

전기에너지에 의한 아크열은 매우 효과적으로 집중시킬 수 있으며 또한 조절이 용이하기 때문에 이를 응용한 아크용접은 전체 용접공정 중 약 90%이상을 차지할 정도로 그 쓰임새가 다양하다. 용접아크는 Fig. 1과 같이 전자를 아크로 내보내고 양이온을 아크로부터 받아들이는 음극영역과 전자, 양이온 및 여기된 중성의 원자와 분자들로 이루어진 plasma영역 그리고 아크로부터 전자를 받아들이고 금속원자들의 증발과 이온화가 일어나는 양극영역으로 크게 3부분으로 나눌 수 있다. 기존의 연구에 의하면 용접 fume은 filler metal이 주된 근원이고¹⁾, 일반적으로 GMA용접공정에서는 filler metal 측이 양극인 역극성을 사용하므로 용접아크 중 양극부분에서 용접 fume의 대부분이 발생한다고 추론할 수 있다. 실제로 Fig. 2에서 보듯이 고속카메라에 의한 용융 금속의 이행현상을 관찰하여 보면 아크가 시작되어 용접와이어가 구상의 용적을 형성할 때 fume이 발생하는 것을 관찰할 수 있었으며 Deere Company의 연구자는 GMAW에서 fume발생의 주된 원인을 용융된 droplet의 높은 표면온도 때문이라고 지적하였다²⁾. 하지만 시각적인 수단으로 filler metal 및 모재에서 발생하는 fume을 정량화할 수 없기 때문에 본 연구에서는 fume에 포함되어 있는 Cr 및 Ni의 함량을 비교하여 용접 봉 및 모재가 fume발생량에 대해 미치는 영향을 다양한 용접재료별로 정량화 하였다.

* 한국생산기술연구원

2. 실험방법

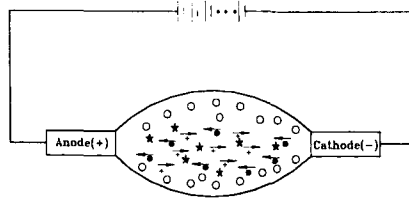
실험에 사용된 용접재료는 $\phi 1.2\text{mm}$ 의 연강용 solid wire(AWS ER70S-G) 및 flux cored wire(AWS E71T-1) 그리고 스테인레스 강용 flux cored wire(AWS E308L)와 solid wire(AWS 308L)를 사용하였으며 모재는 STS 304 및 SS 400의 두종류를 사용하였다. 용접전류는 150~240A, 아크전압은 18~27V의 범위에서 실험을 수행하였다. 발생된 용접 fume의 Cr 및 Ni의 분석에는 EDS를 사용하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

Fig. 3과 Fig. 4는 stainless steel용 flux cored wire(AWS E308LT)를 사용한 용접에서 STS 304와 SS 400의 서로 다른 모재에서 발생하는 fume의 Cr 및 Ni 함량의 차이를 통하여 fume발생량에 대한 filler metal과 모재의 기여도를 보여주고 있다. Cr의 경우 두 모재간 차이가 10~16% 정도이고 Ni은 33~41%의 차이를 보여주어 Ni의 경우 전체적인 양은 적지만 상대적으로 모재에서 발생하는 비율이 높은 것으로 나타났다. 또한 실험에 사용된 스테인레스용 및 연강용 flux cored wire와 solid wire를 SS 400 연강재와 STS 304 모재에 용접을 수행하여 각 공정별로 filler metal의 함량 대비 fume 중 Cr 및 Ni의 함량비를 이용하여 원소의 vaporization energy와 fume발생기구와의 관계를 규명하였다. 또한 전압을 변수로 하여 비드모양에 대한 fume발생현상을 고찰하였다.

4. 참고문헌

- [1] V. Voitkevich : Welding Fumes, An Abington Publishing Special Report, The Welding Institute, Cambridge, U.K., 1995
- [2] Bob Irving : Inverter Power Sources Check Fume Emission in GMAW, Welding Journal, pp.53-57, Feb. 1992



- Electron
- + Positive ion
- ★ Excited atom and molecule
- Neutral atom and molecule

Fig. 1 Schematic representation of conventional arc plasma showing constituents and movement of charged particles



Fig.2 View of fume formation on the melted tip of welding consumable

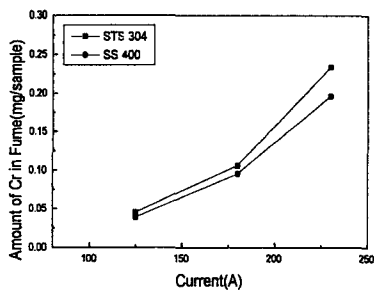


Fig. 3 Relative input of welding consumable and base metal on the amount of fume generated by comparing the amount of chromium in the fumes generated by welding the stainless steel wire on the STS 304 and SS 400 base metals

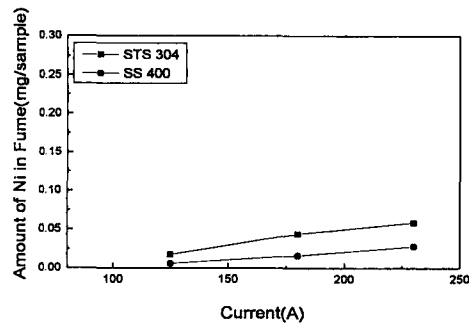


Fig. 4 Relative input of welding consumable and base metal on the amount of fume generated by comparing the amount of nickel in the fumes generated by welding the stainless steel wire on the STS 304 and SS 400 base metals