

# 조선용 알루미늄 합금의 MIG-MAG 용접기술

김유찬<sup>+</sup>·김종도<sup>++</sup>

## MIG-MAG Welding Technology of Aluminum Alloy for Shipbuilding

Yu-chan Kim<sup>+</sup>, Jong-do Kim<sup>++</sup>

### 1. 서 론

오늘날과 같이 세계적으로 경쟁력이 요구되는 시대에는 신기술을 도입하여 사용하는 것이 절실히 요구되며, 특히 경쟁력으로 승부할 수밖에 없는 중소기업의 경우는 더욱 그러하다. 그러나 실제 용접 현장을 들여다보면 이러한 추세를 따라가지 못하고 있는 것이 국내의 현실이다.

현재 산업 현장에서는 다양한 용접방법들이 사용되고 있는데, 그 중에서 가스 메탈 아크 용접(GMAW)과 텅스텐 이너트 가스 용접(TIG)은 중요한 비중을 차지하고 있다. GMA 용접은 대부분 고용착 용접에 사용되는데 반면, TIG 용접은 고품질을 위한 용접에만 사용되어진다는 선입견을 가지고 있다.

본 고에서는 TIG 용접은 물론 다양한 GMA 용접방법에 대하여 유형별로 각각의 장단점을 살펴보고, 앞서 언급한 선입견에서 탈피할 수 있는 개념의 전환점을 제시하고자 한다.

### 2. TIG와 GMA용접의 아크 특성

TIG 용접은 일반적으로 박판의 용접물에 많이 적용되는데, 이것은 아크 열이 음극으로부터 1~2mm 떨어진 매우 짧은 거리에서 강력하면서도 안정되게 형성되는 특성에 기인된 것이다. 또한 용가재와 아크를 분리할 수 있어 아크만을 이용하여 모재를 완전히 용융시킨 후 용가재를 투입하여 용착시킬 수 있다는 특징을 지니고 있다.

이에 반해 GMA용접은 보호가스나 재료의 성분 등에 따라 아크의 모양이나 온도, 금속이행에 있어서 차이는 있을 수 있으나, 일반적으로 GMA용접의 아크는 기둥 전체를 가로 지르는 강력한 아크를 형성함으로 용접 에너지가 모재로 투입되는데 효과적이라는 특성을 지니고 있다.

### 3. GMA용접기의 기본 설계

#### 3.1 완전 디지털 용접기

완전 디지털 용접기는 용접기 발전 형태 중 가장 최선의 용접기 형태로 종전의 1차측 스위칭 제어 방식의 인버터 용접기에서 아날로그 제어방식을 디지털 시그널 프로세서(DSP, Digital signal process)로 대체하려는 노력으로부터 출발하여 하드웨어 형식을 소프트웨어로 완전히 전환하였다. 이는 곧 아크에 영향을 주는 모든 판단 기준이 용접기의 마이크로프로세서로부터 제공된다는 것을 의미한다. 또한 DSP로 제어되는 디지털 용접기에는 아날로그 전자 부품의 수가 훨씬 더 적어져 용접기의 크기와 무게를 상당히 줄일 수 있다. 소프트웨어로 전환됨으로써 얻을 수 있는 또 한 가지의 장점은 용접기의 프로그래밍이 매우 쉽고 빠르다는 점으로, 통신으로 전송 받은 소프트웨어를 이용하여 용접기의 프로그램을 쉽게 업데이트 할 수 있는 것이 그 예이다.

#### 3.2 프로세서 특징

##### 3.2.1 낮은 전류 리플과 안정된 펄싱

낮은 전류 리플과 안정된 펄싱은 저전류 용접 또는 펄스 아크 용접에서 매우 중요한 요소이다. 높은 아크 전류가 필요한 경우보다는 낮은 전류를 필요로 하는 백그라운드 전류의 경우에 깨끗하고 일정한 직류가 훨씬 더 중요하다는 것이 좋은 예이다. 결국 이러한 조건을 만족시키지 못한다면 아크가 불안정하여 아크의 재 발생이 불가능해질 수밖에 없다. MOSFET 트랜지스터는 용접 전류의 리플이 매우 낮을 경우 기본적으로 공급되는 스위칭 주파수를 발생시키기 위해 사용된다.

##### 3.2.2 용접 시작과 종료

GMA 용접으로 알루미늄이나 알루미늄 합금과 같이 열전도율이 높은 재료를 용접해 보면 TIG 용접에 비해 그 단점이 확실히 드러나는데, 특히 용접의 시작과 끝에 용접 결함이 많이 발생된다. 용접 시작 시, 모재의 온도가 상대적으로 낮기 때문에 아크 발생 후 상당량의 아크 에너지가 손실되어 용융 결함을 초래할 수 있고, 용접 종료 시에는 일종의 열 지체 현상이 발생한다. 열 지체는 용접 금속을 과도하게 흘러내리게 하거나 모재를 뚫어버리는 현상을 발생시키기도 한다. 이러한 GMA 용접의 단점을 보완하기 위한 것으로 용접의 시작과 종료 시 용접물에서 요구되는 특성에 맞게 용접조건을 조정할 수 있도록 하는 기능이 필요하다.

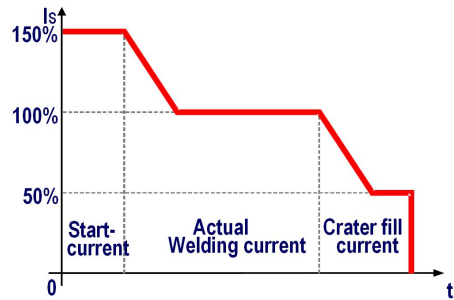


Fig. 1 Special four step by welding current

##### 3.2.3 와이어의 강제 접촉

와이어와 용접팁 간 접촉은 GMA용접의 품질에 상당한 영향을 미치는 요소로 아크의 안정성 뿐만 아니라 아크 발생 과정 자체와 용접팁의 마모에 큰 영향을 끼친다. 따라서 와이어와 용접팁 간 접촉 효율을 증가시키기 위한 아답터가 개발되어지고 있는데 Fig.2에서 와이어가 팁으로 들어갈 때 강제 접촉되도록 만들어진 팁 아답터를 볼 수 있다.

<sup>+</sup> 김유찬, BEST F.A, E-mail:jimmy@best-fa.co.kr, Tel:055)286-6060

<sup>++</sup> 김종도, 한국해양대학교 기관시스템공학부)

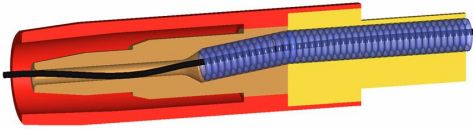


Fig. 2 Forced contacting arrangement

### 3.2.4 스패터가 발생하지 않는 아크 발생

이 기능의 원리는 용접기에서 와이어 송급장치를 매우 정교하게 제어 가능하다는 데에 기초한다. 즉, 와이어가 송급 장치에 의해 정해진 속도로 일정하게 모재와 접촉하게 되고, 모재와 접촉 시 발생하는 미소한 전류를 용접기가 감지하여 와이어 송급장치로 하여금 와이어를 후진시킨다. 이것에 의해 파일릿 아크가 발생되고 첫 번째 펄스의 끝부분에서 첫 번째 용접이 이루어진다.

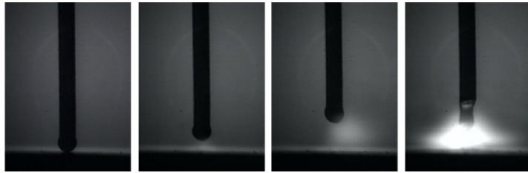


Fig. 3 Spatter free ignition

### 3.2.5 아크 길이 자동 조절

굴곡이 있는 용접물이나 가접 등에 GMA 용접을 사용할 경우, 아크 길이가 변화함에 따라 아크가 불안정해질 수 있으며 이는 용접 결함으로 이어질 수 있다. 특히, 자동 용접의 경우, 이 현상은 더욱 심각한 영향을 미칠 수 있다. 이러한 문제를 해결할 수 있는 방법이 바로 아크 길이 자동 조절 기능이다. 이것은 용접이 이루어지는 동안 지속적으로 아크에 대한 지정값과 실제값을 비교하여 프로세서가 아크 길이의 재조정을 관장함으로써 가능하다. 이를 통해 매우 안정된 아크를 얻을 수 있으며 한 펄스당 한 방울의 용적이 보장될 수 있다.

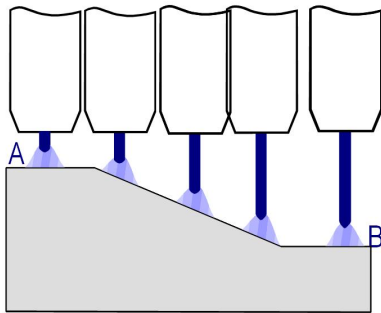


Fig. 4 Stick-out이 변해도 일정하게 유지되는 아크 길이

## 4. 결 론

GMA 용접 품질의 획기적인 향상은 한 펄스당 한 방울의 용적이 이루어지는 완벽한 펄스 용접의 구현으로 이룩된다. 이러한 완벽한 펄스 용접은 MOSFET라는 최신 소자를 사용하여 용접 전류의 리플을 극도로 낮추고, 아크 길이를 자동적으로 조정해주는 제어 기능과 안정된 전류 전달 체계 등 여러 요소가 결합될 때 비로소 이루어진다.

조선분야에서 다양한 용접방법이 알루미늄 용접에 사용되고 있으며, 특히 TIG 용접과 GMA 용접이 국내의 경우 주류를 이루고 있다. TIG 용접은 우수한 용접 품질 획득은 가능하나 생산성이 낮은 반면, GMA 용접은 용접 품질은 떨어지나 생산성은 높은 것으로 인식되어 왔다. 이러한 인식은 오랜 경험을 토대로 산업 현장에서 선입견으로 자리 잡고 있는데, 본 고는 GMA 용접 품질을 획기적으로 향상시킴으로써 TIG 용접을 대신 할 수 있는 GMA 용접을 소개함으로써 선택의 기회를 부여하고자 하였다.

## 참고문헌

- [1] J.Haidar, "Predicted differences in droplet and arc behaviour in gas metal arc welding for CO2 and argon as shield gases" Australasian Welding Journal, Vol.43, Second quarter 1998.
- [2] IngMag.Heinz Hackl, "Weld and Vision" Fronius House Journal, 1999