

## 용융용접의 기초와 실제(I)

### - 탄산가스 반자동 용접의 원리와 특징 -

정 호 신

#### Fundamentals of Fusion Welding

#### - Principle and Feature of Semi-Automatic CO<sub>2</sub> Welding -

Ho-Shin Jeong

반자동 아크 용접법은 코일 모양으로 감겨 있는 용접 와이어가 와이어 공급용의 롤에 의해 공급되며, 용접 토치의 컨택트 팁에 의해 통전되어 보호 가스 분위기 중에서 모재와 와이어 사이에서 아크를 발생시키는 것으로, 이 아크열에 의해 모재와 와이어를 연속적으로 녹여서 용접하는 것이다.

토치는 주로 수동으로 조작하지만 수용접과 같이 용접봉을 단시간에 교환할 필요가 없고, 아크 발생점 근방에서 와이어에 통전되기 때문에 큰 전류를 흘릴 수 있으므로 작업 능률을 높일 수 있다.

반자동용접은 수용접에 비해 직경이 작은 와이어에 높은 전류를 공급하여 용접하기 때문에 아크 힘이 강하고 아크열이 집중되기 쉬우므로 용입 깊이가 깊고 와이어 용융속도도 빨라진다. 또 아크 길이가 용접기에 의해 자동적으로 일정하게 유지되므로 용접하기 쉬운 점이 특징이다.

#### 1) 솔리드 와이어 아크 용접 방식

용융 상태의 금속이 대기중이나 탄산 가스의 분해에 의해 산소와 결합하게 되면 양질의 용접 금속이 얻어지지 않는다. 이 때문에 용접 와이어는 특히 Si(규소)와 Mn을 많이 함유하고 있고, 와이어가 녹슬지 않도록 구리 도금하며, 직경은 0.8~1.6mm인 것이 주종을 이루고 있다.

보호 가스로는 CO<sub>2</sub>나 Ar+CO<sub>2</sub> 혼합 가스를 주로 사용하며, 보호 가스의 사용 목적은 공기중에 존재하는 질소나 산소가 아크 분위기에 침입하지 못하도록 하는 것이다.

규소와 망간은 용융지에 존재하는 산소를 산화물의 형태로 하여 제거하고, 용접부에 기공을 생성하는 주

원인이 되는 일산화탄소의 발생을 막아 치밀하고 견전한 용접부가 얻어지게 하는 역할을 한다.

대전류 용접의 경우에는 와이어 용융속도와 용입량이 크고 후판의 용접에 적합하다. 그러나 용접전류나 아크 전압이 낮아지면 아크중의 와이어 끝 부분의 용적이 규칙적으로 모재와 단락하게 되어 모재에 주어지는 열량이 적어지므로 이 경우에는 박판의 용접에 적합하며 이와 같은 방식을 단락이행방식이라고 한다.

이 방식의 경우에는 용략이 생기기 어렵고 전자세용접이나 백 비드를 생성하기 쉽게 된다. 그러나 이 방식은 바람이 부는 장소에서는 보호 가스의 효과가 나빠지므로 옥외 작업하기 어려워지며, 플럭스 내장형(코어드) 와이어에 비해 비드 외관이 불량하고 스패터 발생량이 많아지는 단점이 있다.

#### 2) 플럭스 내장형 와이어 아크 용접 방식

보호가스로는 일반적으로 CO<sub>2</sub>를 사용하지만 Ar+CO<sub>2</sub> 혼합 가스를 사용할 수도 있다. 이 방식은 와이어 내부에 플럭스를 내장한 것으로 아크의 안정화, 스패터의 감소, 비드 외관의 개선 등이 목적이다.

플럭스 내장형 와이어는 플럭스의 성분에 따라 티타니아를 주성분으로 하는 슬래그계 와이어와 금속 분말을 주성분으로 하는 메탈계 와이어로 분류할 수 있다. 슬래그계 와이어는 비드 외관이 좋고, 스패터가 적을 뿐 아니라 동일한 전류값에서도 전자세용접이 가능하며, 금속계 와이어는 슬래그 발생량이 적고, 용착속도가 솔리드 와이어보다 빠른 것이 특징이다.

#### 3) 션프 실드 아크 용접

이 방식은 플럭스나 션드 가스를 따로 공급할 필요없

이 플럭스 내장형 와이어나 특수 합금원소를 함유하는 솔리드 와이어를 사용하여 보호 가스를 사용하지 않고 대기중에서 용접할 수 있다는 점이 장점으로 바람의 영향을 받을 우려가 적은 용접 방식이다. 와이어 중앙부에 플럭스를 충전한 와이어를 용극으로 하는 용접법으로서 내부에 존재하는 플럭스는 아크열에 의해 분해되어 가스나 금속증기를 발생시켜 공기중의 질소나 산소의 침입을 막는다. 노즐에서의 와이어 돌출 길이를 탄산 가스 용접의 경우보다 길게 하여 와이어의 전기 저항발열을 이용하여, 플럭스를 가열, 분해되기 쉽도록 한다. 이 방식은 옥외 작업이나 바람이 부는 장소에서도 사용할 수 있다는 점이 최대의 장점이며 특히 옥외 작업이 많은 철골의 용접에 많이 사용되고 있지만 용접금속의 물성은 다른 반자동용접에 비해 약간 뒤떨어진다.

#### 4) 용접 와이어의 형식과 종류

반자동 아크용접에 사용되는 와이어는 연속적인 공급을 위하여 코일 형태로 감은 것으로 와이어 직경은 피복 아크 용접봉보다 가늘고, 직경은 통상 0.8~3.2mm 정도이다. 이와 같은 가는 와이어라 하더라도 큰 전류를 흘릴 수 있기 때문에 그 만큼 빨리 용융되고 수용접에 비해 용접 작업이 훨씬 효율적이다.

솔리드 와이어에는 비교적 많은 양의 탈산제나 합금 원소가 첨가되어 있다. 통상 반자동 용접용 와이어중에서도 가는 편이고, 직경 0.8~1.6mm가 많이 사용되고 있다. 교류 용접의 경우에는 아크가 불안정하고, 용접이 불량하기 때문에 직류 정전압 특성의 용접기가 적당하다.

솔리드 와이어의 경우에는 용입이 깊고, 슬래그가 거의 발생하지 않으며, 비드 외관이 불량하며 스패터 발생량이 많다. 또한 용융속도가 빠르며, 단락이행형 용접이 가능하다는 등의 특징을 가지고 있으며 능률적이지만, 교류는 사용할 수 없다는 점이 단점이다.

플럭스 내장형 와이어에는 용접금속을 정련하는 합금 성분 이외에 용접 비드를 덮어서 용접 비드 형상이나 외관을 개선하기 위하여 슬래그 생성제와 아크 안정제가 첨가되어 있다. 슬래그계는 슬래그가 생성되며

비드 외관이나 형상이 양호하다. 또 아크 안정제가 첨가되어 있기 때문에 아크가 안정적이고 스패터 발생량이 적고, 금속계의 경우에는 용융속도가 빠르고 능률적이다.

#### 5) 보호 가스의 종류

용접 아크나 용융금속을 보호하기 위하여 사용하는 가스를 보호 가스(shield gas)라고 한다. 반자동용접에 사용하는 보호 가스에는 CO<sub>2</sub>나 Ar 가스 및 혼합가스가 사용되고 있다.

보호 가스의 역할을 단순히 용접과정중에 응고가 진행중인 용접부가 대기에 오염되는 것을 방지하는 것만으로 생각하기 쉽지만, 실제로 보호 가스는 용접중에 용접부를 대기로부터 차단하는 역할을 할 뿐 만 아니라 아크의 안정성, 용접 비드의 형상, 용접부의 물성, 용접 효율 및 폼(fume) 발생량 등에 영향을 미치게 된다. 이와 같은 측면에서 CO<sub>2</sub>의 순도는 통상 99.5% 이상이어야 한다.

CO<sub>2</sub> 아크 용접시에는 Ar가스를 혼합하는 경우가 있고, Ar가스는 He, Ne 등과 더불어 불활성 가스로서 다른 물질과 화학반응을 일으키기 어려운 기체이다. 또 He가스와 달리 공기보다 무겁기 때문에 용접 아크나 용융지의 보호 효과가 좋고, 특히 아래보기 자세의 경우에는 He에 비해 보호 효과가 훨씬 효과적이다. 따라서 Ar가스는 알루미늄, 마그네슘, 구리 및 스테인리스강의 용접에 많이 사용되며, 순도는 통상 99.99% 이상이어야 하며, 산소, 질소 및 수분의 함량에 따라 등급이 달라진다.

아크 안정성이나 용적 이행 상태를 개선하거나 다른 목적으로 혼합가스를 사용하는데 CO<sub>2</sub> 가스에 산소를 혼합하면 와이어의 용융속도가 증가하므로 용입이 깊어진다. 또 Ar 가스를 혼합하면 아크가 안정되고 스패터가 적어지며 단락 아크 용접이 용이하게 된다.

Ar+CO<sub>2</sub> 혼합가스의 경우에는 CO<sub>2</sub>에 비해 스패터 발생량이 적고, 용접 비드의 외관이 양호하며 아크의 안정성이 좋기 때문에 사용 빈도가 상당히 증가하고 있다.

※ 본 기술강좌는 제목의 주제로 6회 연재될 예정입니다.



- 정호신(鄭鎬信)
- 1954년생
- 부경대학교 재료공학부
- 용접균열, 용접야금, 확산용접
- e-mail : hsjeong@pknu.ac.kr