

## GMA용접 동안 콘택트팁 마모가 용접품질에 미치는 영향 Effect of welding quality to wear of Contact Tips for GMA Welding

김남훈, 김희진, 유희수  
한국생산기술연구원

### 1. 서 론

가스메탈아크용접(gas metal arc welding, 이하 'GMA용접'이라고 함)은 용가재로서 소모전극 와이어를 일정한 속도로 용융지에 공급하면서 와이어 선단과 모재 사이에서 전기적 아크가 발생되도록 하는 용접법이다. 용접전류는 용접전원에서 용접 토치 최 선단에 위치한 콘택트팁을 통하여 와이어로 전송되기 때문에 콘택트팁의 재질은 전기전도도가 양호한 순수 구리(Cu) 또는 Cr, Zr 등이 함유된 구리 합금(Cu alloy)이 사용되고 있다. 이렇게 다양한 재질이 사용되고 있지만 콘택트팁의 주된 역할은 와이어에 용접전류를 전송하는 기능과 용융지로 와이어를 유도하는 기능이다<sup>1,2)</sup>. 최근 용접작업이 자동화되면서 용접선 추적 장치를 부착하는 경우가 있지만, 일반적으로 전용장비는 이를 부착하지 않고 미리 입력된 궤적을 반복하여 따라가면서 용접을 실시하도록 되어 있다. 그러나 용접팁이 마모되면 용접선을 벗어나게 되어 용접불량을 야기시키게 된다. 따라서 전용장비나 용접로봇이 적용되는 경우에 있어서는 내마모성이 좋은(신뢰성이 양호한) 팁을 선호하고 있다. 반자동용접을 하는 경우에 있어서는 최근 고전류용접이 확산되는 추세에 있기 때문에 팁이 처한 환경은 보다 열악하여 지고 있다. 즉 용접자동화 및 고전류용접이 확산될수록 콘택트팁의 내마모성에 대한 요구는 보다 커질 것으로 예상된다. 이에 본 논문에서는 국내에서 많이 사용되는 콘택트 팁이 품질에 미치는 영향을 의수명평가에 대해 보고하고자 한다.

### 2. 실험 방법

본 실험에서 사용된 장치는 자체 제작한 것이며, 사용된 용접전원은 정격전류 600A급의 인버터 제어형이었으며, 용접모재는 400(R)×1000(L)×15(mm(t)) 크기의 고강도 파이프를 사용하였으며, 파이프를 회전시키면서 파이프 표면에 비드-온-플레이트(bead-on-plate)용접을 장시간 실시할 수 있도록 하였다. 장시간 용접으로 인하여 파이프가 과열되는 것을 방지하기 위하여 파이프 내부 하단에는 항상 냉각수가 고여 있도록 하였으며, 파이프 회전속도(travel speed)는 50cm/min으로 일정하게 하였다. 용접 조건은 Table 2와 같이 설정하여 모든 용접시험에서 동일하게 적용하였다. 용접재료는 직경 1.2mm의 CO<sub>2</sub>용접용 와이어 (KS 및 JIS 규격: YGW11)를 사용하였는데, 용접와이어의 소모로 인해 용접이 중단되는 상황을 배제하기 위하여 300kg급의 패일팩(pail pack)을 사용하였다. 보호가스로는 98%Ar+2%O<sub>2</sub> 혼합가스를 사용하였으며, 이는 용접시 스패터 발생을 최소화하여 노즐에 부착하는 스패터로 인한 용접 중단을 방지하고자 한 것이다. 용접전류, 용접전압 그리고 저항의 순간적인 변화는 파형 측정 장치를 이용하여 20kHz의 샘플링 속도로 10초동안 측정하고 컴퓨터에 저장하였다. 한편 와이어와 팁과의 상관관계 및 와이어의 변화를 관찰하기 위하여 Fig 1과 같이 장치를 구성하여 디지털 고속카메라를 사용하여 촬영하였으며, 촬영속도는 2000 Frame/sec로 하였으며, 셔터속도는 1/20,000sec 이었다.

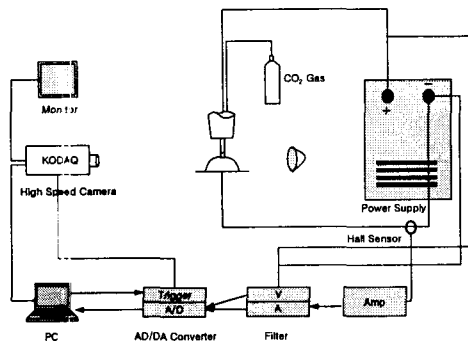


Fig.1 고속카메라 영상 및 파형 측정장치의 개략도

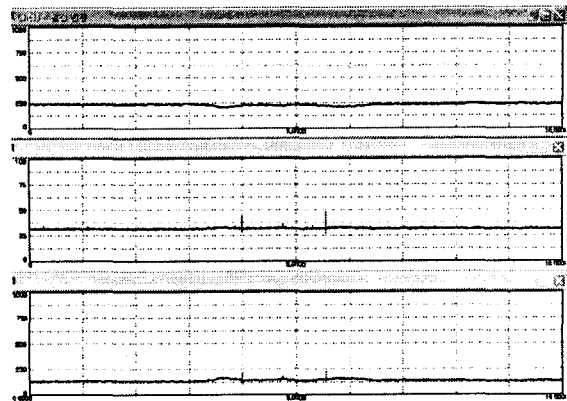


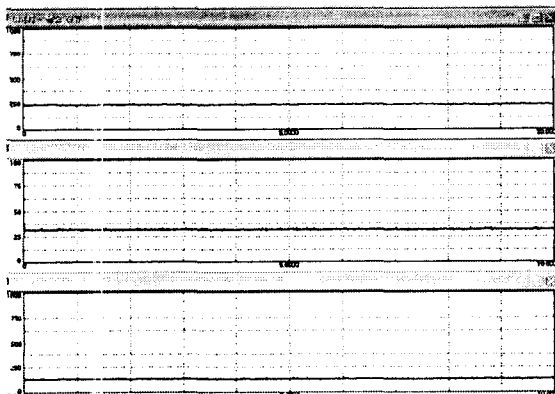
Fig. 2 콘택트팁 마모전과 마모후의 용접전압, 용접전류 및 저항 파형

### 3. 시험결과 및 고찰

#### 3.1 용접전압, 전류 및 저항 파형 분석

Fig. 2는 용접전압 28V, 용접전류 250A의 조건에서 처음으로 사용하는 콘택트팁에 대하여 10sec동안 입력된 전압, 전류 그리고 저항의 파형인데, 이러한 파형은 스프레이 이행 조건에서 나타나는 전형적인 파형이다. Fig. 2의 a)는 마모전의 콘택트팁으로 10sec간 용접한 파형인데, 균일하고 일정한 전류 및 전압이 공급되며 저항 또한 균일한 것을 알 수 있었다. Fig. 2의 b)는 마모후의 콘택트팁으로 10sec간 용접한 파형인데, 용접이 진행됨에 따라 용접전류 및 용접전압이 변화하며, 저항이 불균일함을 알 수 있었다. 용접전류의 변화와 저항 불균일해 지면서 팁과 와이어가 접촉되는 부위가 변화 한다는 것을 알 수 있으며, 용접전압에서 순간적으로 아크플램 현상이 있는 것을 알 수 있었다.

a) 마모 전 파형



b) 마모 후 파형

#### 3.1 비드 변화 관찰

Fig. 는 용접전압 28V, 용접전류 250A의 조건에서 마모가 없이 처음 사용하는 팁과 4시간동안 사용한 후 팁 마모가 심하게 된 팁을 비교한 비드 사진이다. Fig. 3의 a)는 마모가 되기 전의 콘택트팁으로 용접한 후의 비드 사진인데, a)에서 보듯이 균일한 비드가 형성됨을 알 수 있었다. Fig. 3의 b)는 마모가 45%이상 되고 난 후의 콘택트팁으로 용접한 비드 사진이며, 아크 불안으로 인하여 용접비드가 사행비드로 변화하는 것을 알 수 있었다.

a) 마모 전

b) 마모 후

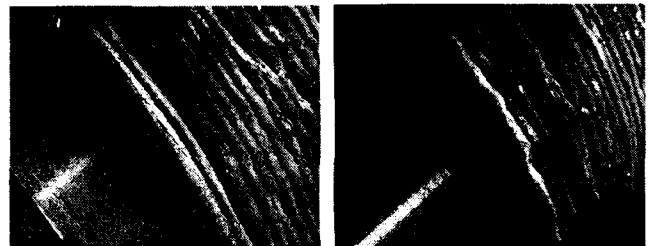


Fig. 콘택트팁 마모에 따른 비드형상

### 4. 결 론

국내에서 가장 많이 사용되는 콘택트 팁에 대하여 팁 마모 후 품질에 미치는 영향을 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 콘택트팁의 마모로 팁과 와이어가 접촉되는 지점이 변화한다는 것을 확인할 수 있었다.

2) 콘택트팁의 마모는 용접비드에 사행비드를 만드는 중요한 인자임을 확인 할 수 있었다.

## 후 기

본 연구는 부품소재 신뢰성 평가기반구축사업의 일환으로 수행되었기에 이에 감사 드리며, 실험을 도와준 서준석군에게 깊은 감사를 드립니다.

## 참고문헌

1. Hee Jin Kim Nam-hoon Kim, Hoi-Soo Kim, and Jin-Hyun Koh: Reliability of Contact Tip for Gas Metal Arc Welding, Journal of KWS, 21-7(2003) 9-17 (in Korean).
2. Nam-hoon Kim, Hee Jin Kim, Hoi-Soo Kim, and Jin-Hyun Koh: Variation of Microstructure and Hardness of Contact Tips during GMA Welding ,to be published.
3. J. F. Rudy, D. C. Brown and W. G. Groth: Study of current contact tubes for gas metal arc welding. Welding Research Supplement. 8(1996). p374-378
4. T. Yamada and O Tanaka: Fluctuation of the Wire Feeding Rate in Gas Metal Arc Welding. Welding Journal, 9(1987), 35-42
5. V. G. Degtyarev, M. P Novikov and N. M. Voropal: Improving the working condition of the electrode wire-contact tip pair. Paton Welding Journal, 1991, 3(4). p290-294