

GMA용접에서 Cr-Cu 콘택트팁 개발에 관한 연구 The Study on Development of Cr-Cu Contact Tips for GMA Welding

김남훈, 김희진, 유희수
한국생산기술연구원

1. 서 론

GMA용접에서 아크가 안정적으로 진행되기 위해서는 와이어가 공급되는 속도와 와이어가 용융되는 속도가 동일하여야 한다. 이를 위하여 와이어에 적절한 전류를 공급하여 송급된 와이어가 동일한 속도로 용융되도록 하여야 한다. 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^{1,2,3)}. 만약 콘택트팁이 손상되어 이러한 기능들을 제대로 수행되지 못하게 되면 용접부 결함을 유발하게 되며, 결함제거 및 팁 교체 등으로 용접생산성을 저하시키는 원인이 된다. 현재까지 콘택트팁의 손상기구에 대해서는 크게 두 가지가 보고되고 있다. 첫 번째로는 전기적 에로존(electric erosion)에 의한 손상으로써, 와이어와 콘택트팁이 접촉되는 팁 선단에서 미세한 아크가 발생하여 팁 표면의 일부가 용융되어 와이어 표면에 용착되는 현상이다. 두 번째 손상이기는 접촉된 두개의 면이 미끄러지면서 단단한 면상의 요철이나 경질입자의 절삭작용에 의해 일어나는 마찰마모현상이다. 콘택트팁은 아크열에 노출되어 가열되기 때문에 고온에서의 마찰마모(abrasive wear)라고 하는 것이 보다 합리적일 것이다. 현재 콘택트팁에 관한 수명에 근거한 선별기준이 올해부터 RS D 규격으로 마련되어 있지만, 일부 중공업사에서 자체 규격을 제정하여 운용하고 있다.

이들은 화학조성 또는 초기 경도치 등만을 규정하고 있을 뿐 사용환경을 고려하고 있지는 않다. 저자들은 이러한 국내 현실을 바탕으로 콘택트팁의 사용환경과 수명에 근거하여 새로운 규격을 제정하였으며, 그 규격에 합당한 기초 시험으로서 본 연구를 일차적으로 수행하였다. 이에 본 연구에서는 GMA용접용 크롬동 콘택트팁 개발과 외산제품과의 비교평가에 대한 결론을 보고 하고자 하였다.

2. 실험 방법

2.1 실험방법

콘택트팁의 시험평가 항목은 가공형상 평가, 기본물성 평가와 수명평가 항목으로 분류할 수 있다.

2.2 가공형상평가

콘택트팁의 외부 형상을 규정하는 것으로써, 실제 제시된 도면과 부합되는 정도를 평가하는 것이다. 형상 중에서 가장 중요한 사항이 콘택트팁 구멍의 가공 정도이다. 기준안에서 제시된 기준 값들은 현재 국내에서 생산되고 있는 제품과 수입하여 사용하고 있는 제품을 평가하여 도출된 값들이다.

2.3 기초물성평가

기초물성으로는 화학조성, 초기 경도, 열처리 후 경도, 전기전도도 등을 통하여 확인하는데, 이러한 물성들은 콘택트팁의 수명에 직접적인 영향을 미치지 성질임으로 콘택트팁을 제조하는 소재가

표 1 Requirements and Failure Modes/Mechanisms Matrix

Requirements (Stresses and Performance)	Abrasive Wear	Electric Erosion	Burn Back	
High Temperature	x			
Wire Feeding	x			
Welding Current		x		
Electrical Conductivity		x		
Welding Spatter			x	

기본적으로 만족해야 하는 성질이다. 화학조성을 제외한 기타 물성은 사용 중에 지속적으로 변화하는 성질이다. 특히 주요한 성질은 고온에서의 경도 및 전기전도도인데, 이러한 고온 성질을 측정이 어렵기 때문에 상온에서 측정하는 것이다. 기준안에서는 이러한 취약점을 보완하기 위하여 모의 열처리를 수행하고 경도변화를 측정하도록 하였다. 즉 일정시간 사용하여도 경도가 크게 변화하지 않음을 보증함으로써 고온에서의 경도도 일정 수준을 일정시간 유지할 수 있도록 한 것이다.

3.3 용접 내마모 저항성 평가

가스메탈아크 용접에서 사용되는 콘택트팁의 수명은 용접에 의한 팁의 마모 저항성에 의해 결정된다. 그런데 팁의 재질 및 제조방법에 따라 내마모성은 크게 변화하므로 내마모 저항성을 평가하게 된다. 이를 평가하기 위한 시험방법으로써 가장 적합한 조건은 현장에서 가장 보편적으로 사용하는 용접조건에서 용접을 실시하여 용접시간 또는 송급와이어의 길이에 따른 팁 구멍의 마모정도를 평가하는 것이다. 본 기준안에서는 1.2mm 직경의 와이어를 사용하는 것으로 하였기 때문에 용접전류를 250A로 하였는데, 이는 송급속도가 9m/min인 조건이다. 그리고 용접전압은 V, 콘택트팁과 모재간 거리는 20mm로 설정하였다.

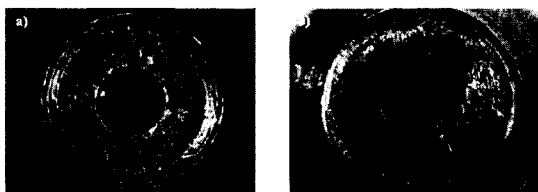


그림 1 콘택트팁 출구측 구멍의 형상:(a) 용접전 초기 상태, (b) 일정시간 용접한 후의 상태

이러한 조건에서 일정시간 용접한 후에 출구측 구멍의 형상을 보면 그림 1와 같이 구멍이 확장된 것을 관찰할 수 있다. 그림 1 (b)에서 마모된 부위는 점선으로 표시되어 있다. 기준안에서는 이렇게 마모된 부위의 면적을 측정하여, 이를 초기면적으로 나눈 값을 팁 마모량(W_t)이라고 정의하였다.

3. 실험결과

3.1 용접 내마모 시험

본 기준을 제정하는 시점에서 콘택트팁의 용접 마모 시험과 관련하여 규격화되어 있는 시험방법은 없었으며, 장시간 용접을 위해 파이프 연속용접을 실시하는 것으로 하였다. 용접을 하는 동안에 콘택트팁 선단에 스파터가 부착하여 용접이 중단되는 상황을 최소화하기 위하여 스파터 발생이 가장 작은 용접기법 및 용접조건을 선택하였다. 용접방법으로써는 아르곤+산소(2%)를 보호가스로 하는 가스메탈 아크 용접법을 선택하였으며, 용접전류는 스프레이 이행 조건을 선택하여 스파터 발생을 최소화 하였다. 그리고 솔리드와이어와 플렉스코어드와이어 중에서 품질의 균질성 측면에서 보다 우수한 솔리드와이어를 사용하는 것으로 하였다. 와이어의 직경은 가장 보편적으로 사용하는 1.2mm로 하였다. 용접은 1시간씩 연속용접을 실시하는 것으로 하였다. 현장에서는 한번의 용접이 1분 이내에 끝나는 경우도 있지만, 이러한 상황을 재연하기에는 장시간이 소요되어 연속용접을 하게 된 것이다. 그리고 용접조건은 1.2mm 직경의 와이어로써 가장 보편적으로 사용하는 조건을 선택하였다.

시중에서 구매할 수 있는 팁과 자체개발한 콘택트팁에 대해 용접 내마모 시험을 각각 수행하고, 45% 마모량(W_t)에 도달하는 용접와이어 송급길

이를 도출하고자 하였다⁵⁾. 기준안에서는 마모량 (W_t)이 45%에 이르는 시점에서의 와이어 송급길이를 '한계수명'이라고 칭하였다. 그림 2은 와이어 송급길이(용접시간)에 따른 마모량을 측정 한 결과이고, 그림 3은 수명한계에 이르는 송급길이를 추정하기 위하여 x-축을 로그 좌표로 변환하여 나타낸 것이다. 모두 직선적인 관계를 보여주고 있으며, 석출경화형에 대해서는 직선을 연장하여 45% 마모량에 이르는 시점을 한계수명으로 추정하였다.

1) Cr-Cu 팁은 시효처리 여부에 따라 정도 및 내마모성이 향상되었다.

2) 개발된 Cr-Cu 팁은 RS D 0031 규격에 의해 A등급을 받을 수 있었다.

후 기

본 연구는 신뢰성향상사업의 일환으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.

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

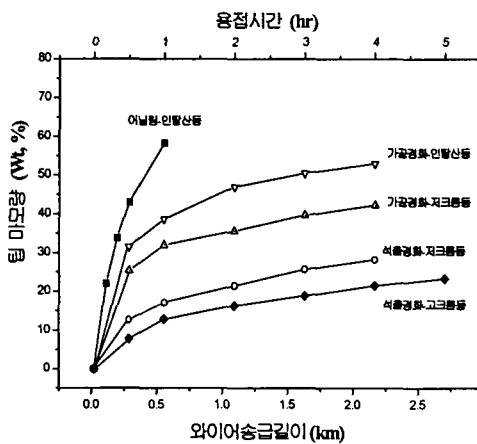


그림 2. 용접와이어 송급 길이 및 용접시간에 따른 콘택트팁 마모량 증가 추세

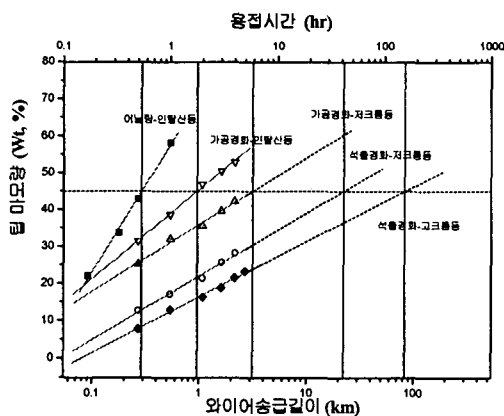


그림 3. 용접와이어 송급 길이 및 용접시간의 로그값과 콘택트팁의 마모량과의 상관 관계

4. 결 론

GMA용접에서 Cr-Cu 콘택트팁 개발에 관한 연구 결과 다음과 같은 결론을 제시할 수 있었다.