

GMA용접 중 Cu-P와 Cu-Cr계 콘택트팁의 미세조직과 경도변화

Variation of Micro structure & Hardness for Cu-P and Cu-Cr Contact Tips During GMA Welding Process

김가희*, 김남훈**, 김희진*

* 한국생산기술연구원

** 한국기술교육대학교

1. 서 론

GMA(Gas Metal Arc)용접에서 콘택트 팁은 용접전원으로부터 용접 와이어에 전류를 흘려주며, 와이어의 가이드 역할을 한다. 따라서 콘택트 팁의 수명을 좌우하는 요소는 팁과 와이어 사이에서 아크가 발생하여 야기되는 electrical erosion과 고온(약450℃)에서의 기계적 마모이다. 따라서 콘택트 팁의 재질은 전기전도도가 우수하면서 고온에서도 충분한 경도를 유지하여야 한다. 그러나 현재는 상온에서의 콘택트 팁의 경도에 대한 보고만 있을 뿐, 실제 용접 중의 온도에서 콘택트 팁의 경도변화에 대한 연구는 없다. 이에, 현장에서 가장 많이 쓰이고 있는 Cu-P, Cu-Cr계 콘택트 팁을 선택하여, GMA 용접 중 재질과 가공조건에 따른 경도와 미세조직의 변화를 연구하고자 하였다. 용접 중 경도와 미세조직 변화를 관찰하기 어려움으로 모의 실험을 통하여 알아보았다.

2. 실험방법

본 연구에서는 현장에서 가장 많이 쓰이는 국내산 Cu-P, Cu-Cr 콘택트 팁(이하 Cr팁)과 외산(T

사) Cu-Cr 콘택트 팁에 대하여 실험하였다.

표 1과 같이 성분분석 결과 국내산 Cr팁은 Cr의 함량이 0.2~0.5%정도 이며, 외산(T사) Cr팁은 1%정도 되는 것으로 나타났다. 그러나 국내산 Cr팁은 기술적인 문제로 그 함량이 매우 불규칙하였다.

표 1. 콘택트 팁 재질분석 결과

| | 종류 | 성분(%) | | 경도(HRB/HV) |
|--------|-------|---------|-------|------------|
| | | Cr | P | |
| 국내산 | Cu-P | - | 0.016 | 64.8/136 |
| | Cu-Cr | 0.2~0.5 | - | 64.9/138 |
| 외산(T사) | Cu-Cr | 1 | - | 78.5/151 |

모의실험을 위하여 그림 1과 같이 용접 중 콘택트 팁의 온도를 측정해 보았다. 250A의 조건에서 최고 450℃에 도달하고 있음을 볼 수 있다. 따라서 위의 세 가지 종류의 콘택트 팁을 실제 용접 온도인 450℃에서 시간에 따른 경도와 미세조직의 변화를 관찰해 보았다.

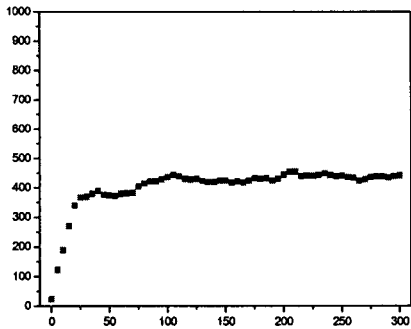


그림 1. 250A에서의 용접중 시간에 따른 온도측정

3. 실험결과

3.1 Cu-P 콘택트팁

냉간압출된 상태이었으므로 그림 2와 같이 450°C에서 열처리 시간에 따라 경도가 감소하였는데, 1시간 이후 최소가 되었다.

그림 3에서 볼수 있듯이 450°C에서 10분 열처리시 가공조직이 남아있었으며, 1000분 열처리에 완전 재결정후 입자가 조대화 되었다. 따라서 연속 용접시 1시간 이후에 콘택트팁의 경도는 최저값에 도달되어 더 이상 가공경화 효과는 기대할 수 없을 것이다.

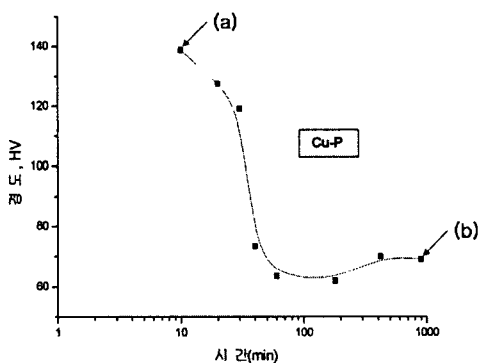


그림 2. 450°C에서 열처리시 시간에 따른 경도변화

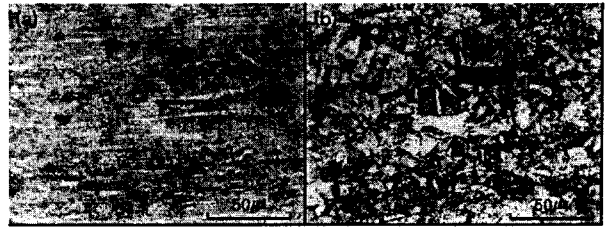


그림3.(a)450°C/10min(b)450°C/1,000min상태에서의 미세조직 변화

3.2 국산 Cu-Cr 콘택트 팁

Cu-Cr 콘택트 팁은 석출경화용 합금으로 450°C에서 열처리시 그림 4와 같이 Cu-P와 유사하였다. 이는 Cr의 석출경화를 위한 적절한 열처리가 수행되지 않았음을 알 수 있다. 따라서 적절한 석출 열처리가 수행 되었을 때의 경도 변화를 보기 위하여 아래와 같은 열처리를 실행하였다.

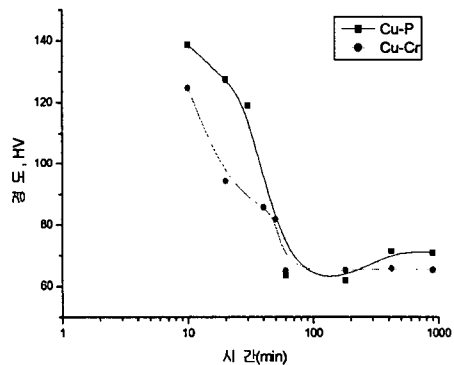


그림 4. 450°C에서 열처리시 시간에 따른 경도변화

1030°C에서 30분간 용체화 열처리(solution heat treatment)를 실시한 후, 다음으로 석출열처리(precipitation heat treatment)를 실시하였다. 450°C에서 시효시간에 따른 경도 변화를 관찰하였다. 그림 5에서 보는 것처럼 1000분에서 경도가 최대가 되었다. 따라서 국산 콘택트 팁은 가공후 석출경화 열처리가 수행되지 않아 수명이 Cu-P 합금과 유사할 것이라 판단된다.

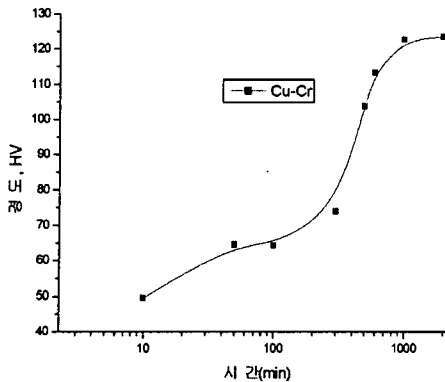


그림 5. 1030℃에서 열처리 후, 450℃ 열처리시 시간에 따른 경도변화

3.3 일본산 Cu-Cr 콘택트 팁

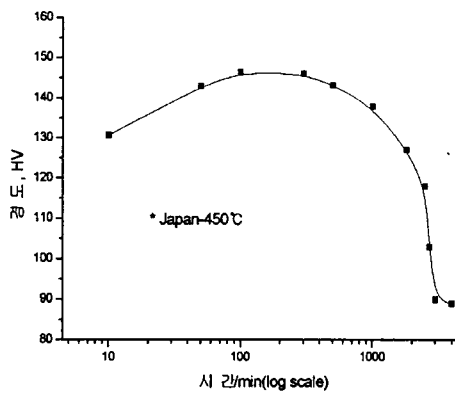


그림6. 450℃에서 열처리시 시간에 따른 경도변화

1%Cr이 첨가된 외산(T사)팁 같은 경우는 가공강화 뿐만 아니라 응고시에 이상 분리되어 Cu 기지조직에 분산되어 있는 미고용 Cr입자에 의한 석출강화에 의해서도 경도가 증가된다. 그림 6에서 보는 것처럼 장시간 높은 경도를 유지하는 것을 알 수 있다. 그림 7의 (a)에서 Cr의 입자들이 기지내에 미세하게 분포되어 있는 것을 볼 수 있고, (b)에서 보는 바와 같이 EDS로 mapping하여 Cr인 것을 확인할 수 있다.

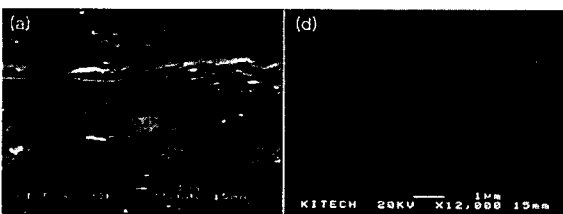


그림 7. 외산(T사)팁의 SEM사진

4. 결 론

GMA용접 중 Cu-P와 Cu-Cr계 콘택트 팁의 미세조직과 경도변화에 대해서 모의실험 한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) Cu-P 합금은 연속용접시 재결정으로 인하여 가공경화 효과가 사라져 콘택트 팁의 수명향상 효과를 기대할 수 없다.

2) Cu-Cr 합금은 연속 용접시 석출경화 효과로 경도를 유지하였으며 Cu-P합금보다 수명이 향상 될 것이다.

5. 참고문헌

1. J.Villafuerte: Welding Journal, -12(1999),29
2. BY G. ADAM, T.A.SIET, T.P.QUINN, AND D.P.VIGLIOTTI; Contact tube Temperature during GMAW