

TIG 용접용 전극의 소모가 아크 특성에 미치는 영향

Effect on the Arc Characteristics of Electrode Consumption for TIG welding

서상균*, 강종민**, 윤주영***, 이병우****, 조상명*****

* 부경대학교 생산가공공학과 대학원, 부산

** (주) 인터마린, 창원

*** 삼성전관, 울산

****, ***** 부경대학교 생산가공공학과, 부산

1. 서론

TIG용접은 용접 품질이 우수하여 탄소강, 스테인리스강 및 알루미늄 합금 등의 용접에 사용되지만, GMA용접에 비하여 용접속도가 느리고 생산성이 낮다. 또한 용접중 전극 팁의 소모로 인해 아크 특성이 변화하게 되면 용접품질이 쉽게 변할 수 있는 단점이 있다.

본 연구에서는 TIG 용접에 사용되는 텅스텐 전극 팁의 형상변화에 따른 아크 발생 특성을 규명하여, 전극의 사용 수명을 연장시키는 데 그 목적을 두었다.

이를 위하여 선단각이 상이한 여러 가지 텅스텐 전극을 사용하여, 반복 아크 발생과 장시간 사용에 따른 전극의 소모거동을 관찰하고, 가공 초기 전극의 아크 특성과 소모로 인한 아크 특성의 변화를 아크압력 계측과 아크 안정성 평가를 통하여 고찰하였다.

2. 사용재료 및 실험방법

본 연구에 사용한 텅스텐 전극은 토리아(Thoria)를 2% 첨가한 직경 3.2mm의 토륨함유 텅스텐이며, 극성은 전극 봉 마이너스 극성(DCEN)으로 하였다. 우선 초기의 아크 특성 관찰을 위하여 선단각을 30°, 45°, 60°인 원추형으로 가공한 샤프 팁(Sharp tip)과 60° 샤프 팁을 입도 #1500인 사포로 연마한 표면 연마 팁을 사용하여, 아크압력 계측과 아크 안정성 평가를 하였다.

다음으로 텅스텐 전극의 사용에 따른 소모거동 관찰을 위해 수냉 동 블록 위에 반복적인 아크 점호(200A, 8mm, 60초 유지)를 100회 반복하여 반복 아크 발생에 따른 아크 발생 평균 지연시간을 비교하였고, 수냉 동 블록 위에 정지 아크를 60분간 발생(200A, 3mm)시킨 후 외관관찰을 하였다. 특히, 60° 샤프 팁에 대해서는 단면관찰을 통하여 장시간 아크 발생에 따른 전극의 내부 변화를 관찰하였다. 또, 반복 아크 발생 및 장시간 아크 발생에 따른 아크압력 계측과 아크 안정성 평가를 통하여 아크 특성의 변화도 관찰하였다.

Fig. 1에는 아크압력 계측형상을 나타내었으며, Table 1에는 각각의 실험조건을 나타내었다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 2에는 가공 초기 선단각 및 표면 연마상태에 따른 아크압력 분포를 나타내었다. Fig. 2에서와 같이 아크압력은 전극 형상에 관계없이 전극 팁의 중심점 직하가 가장 높고, 그 점에서 멀어질수록 아크압력은 급격히 감소하는 경향을 보이고 있다. 표면이 연마된 60° 팁의 경우가 표면 연마전의 60° 샤프 팁에 비하여 아크 압력이 낮은 것은 연마과정에서 팁 끝이 다소 마모되었기 때문으로 생각된다.

Fig. 3에는 반복 아크 발생에 따른 평균 지연시간(=아크 발생 지연시간의 합/100회)을 나타내었다. 아크 발생 평균 지연시간의 경우 선단각이 증가함에 따라 평균 지연시간도 증가하는 경향을 나타내고, 특히, 표면이 연마된 전극의 경우에는 평균 지연시간이 현저히 낮은 것을 알 수 있었다.

Fig. 4에는 반복 아크 발생 및 장시간 아크 발생에 따른 최대 아크 압력의 변화를 초기와 비교하여 나타내었으며, Table 2에는 아크 발생에 따른 최대 아크 압력의 비(=장시간 아크 발생 후의 최대 아크 압력/반복 아크 발생 후의 최대 아크 압력)를 나타내었다. Fig. 4와 Table 2에 나타난 바와 같이 최대 아크 압력의 비는 30° 샤프 팁과 45° 샤프 팁에서 각각 0.92 및 0.82로 반복 아

크 발생에 비해 장시간 아크 발생에 따른 감소 경향이 더 크지만 60° 샤프 팁은 이 비가 1.00으로 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 이것은 60° 샤프 팁의 경우는 아크 발생 부 위쪽의 면적이 크게 증가하여 냉각효과가 증대되었기 때문으로 판단되며, 따라서 60° 샤프 팁이 장기사용 특성이 가장 우수함을 알 수 있었다.

Fig. 5에는 60° 샤프팁의 가공초기와 장시간 아크 발생 후의 단면 사진을 나타내었다. 가공 초기의 경우에는 미세한 결정립을 형성하고 있지만 장시간 아크 발생 후에는 결정립이 크게 성장하였고, 끝단이 무더진 것을 알 수 있었다.

이와 같이 아크 발생부의 국부적인 고온 상승으로 전극 끝단이 용융, 증발하여 손상됨에 따라 예리하던 전극 팁이 무더져서 최대 아크 압력이 감소한 것으로 판단된다.

4. 결론

여러 가지 형상의 전극을 사용하여 초기, 반복 아크 발생 및 장시간 아크 발생 실험을 하여 전극의 소모와 아크 특성의 변화를 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 아크 발생 특성은 전극의 선단각이 감소함에 따라 우수해지며, 특히 표면을 미세하게 연마가 공한 전극에서는 이 특성이 더욱 우수해 지는 것을 확인하였다.
- 2) 60° 샤프 팁은 반복 아크 발생 실험 및 장시간 아크 발생 실험에 따른 최대 아크 압력의 변화비가 가장 적게 나타났으며, 장시간 사용 특성이 가장 우수한 것을 알 수 있었다.

5. 참고문헌

- 1) 조상명, "고속 TIG용접의 비드 안정성에 관한 연구", 韓國船舶機關學會誌, 第18卷, 第3號, 1996, pp318-327.
- 2) 조상명, 오동수, "스테인리스강 필릿용접부의 고속 TIG용접 공정에 대한 연구" 산업기술교육 훈련지, 제1권, 제1호, 1996, pp21-29.

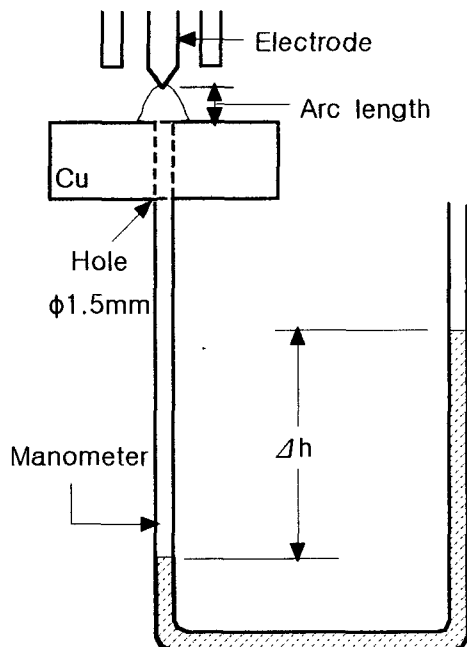


Fig. 1 Schematic diagram for measurement of arc pressure

Table 1. Arcing condition for various characteristics test(200A)

Test name	Current	Arc length	Remark
Arc pressure measurement	200A	3mm	
Arc stability test	"	6mm	Magnet (distance 30mm)
Arc start test	"	8mm	Arc time 60sec. 100 times
Long term test	"	3mm	Arc time 3600sec.

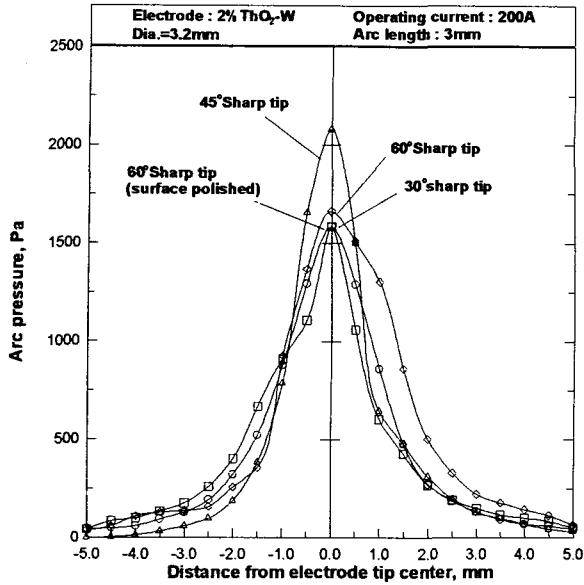


Fig. 2 Arc pressure distribution of various electrode tips

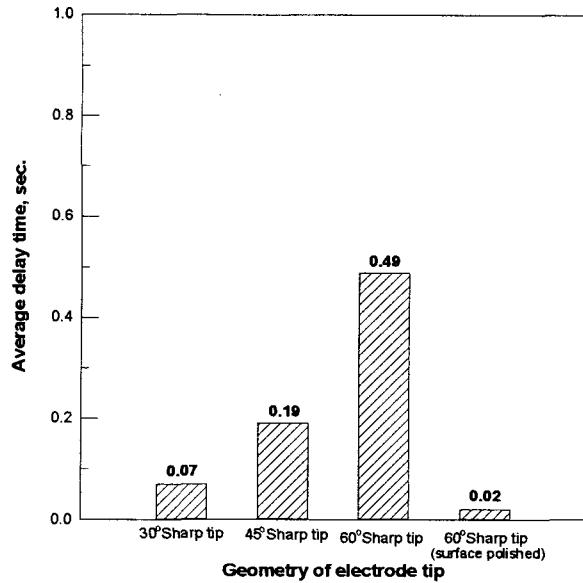


Fig. 3 Average delay time of various electrode tips due to arc start test

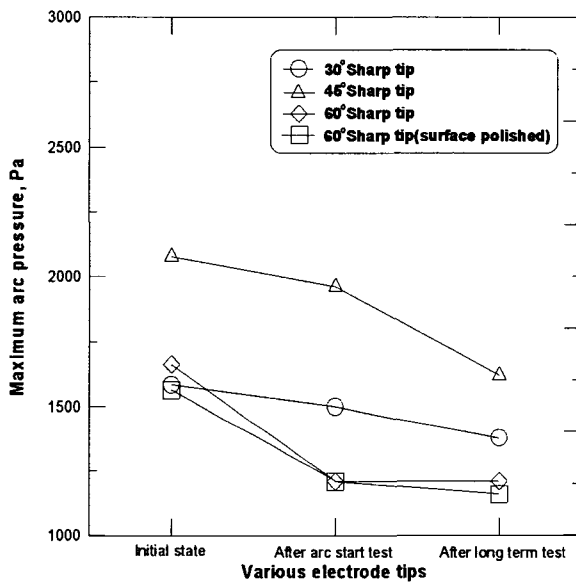


Fig. 4 Effect of various test on maximum arc pressure

Table 2. Maximum arc pressure ratio

Geometry of electrode tip	Ratio
30° Sharp tip	0.92
45° Sharp tip	0.82
60° Sharp tip	1.00
60° Sharp tip(S.P.)	0.96

* Ratio = $\frac{\text{After arc start test}}{\text{After long term test}}$

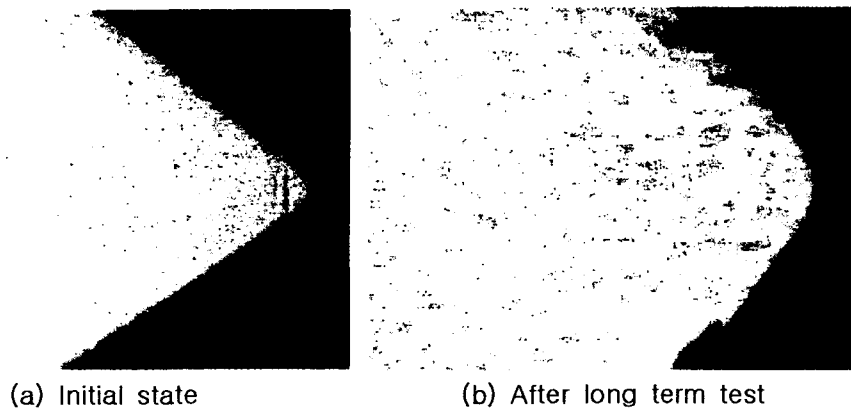


Fig. 5 Microstructure of cross-section of electrode