

TIG 용접용 텅스텐 전극팁의 형상 및 소재가 용접특성에 미치는 영향

Effect on the welding properties of the shape and material of electrode tip for TIG welding

서상균*, 감병오**, 이성규***, 오동수****, 조상명*****

* 부경대학교 생산가공공학과 대학원, 부산

** (주)조흥전기, 안산

*** 동인 MT, 부산

**** 창원기능대학 산업설비학과, 창원

***** 부경대학교 생산가공공학과, 부산

1. 서론

TIG용접은 용접부 품질이 우수하여 탄소강 및 스테인리스강, 알루미늄 합금 등의 용접에 사용되지만 가스메탈 아크 용접(GMAW)에 비하여 용접속도가 느리고 생산성이 낮다. 또한, 용접중 전극팁의 소모로 인하여 용접품질이 쉽게 변할 수 있어서 전극팁의 관리가 까다롭다. 이와 같은 단점으로 인하여 산업전반에 대한 보다 폭넓은 적용이 제한되고 있다.

본 연구는 대전류 영역에서 TIG용접의 속도를 획기적으로 향상시키고, 전극팁의 수명을 연장시키기 위하여 수행되었다.

본 연구에서는 고속 TIG용접시 비드현상에 영향을 미치는 것으로 보고되는 아크압력을 계측하고, 또 아크압력(Arc pressure) 및 아크형상을 제어한 전극을 사용하여 고속 TIG용접시 나타나는 험핑비드(Humping bead)와 같은 불안정 비드현상을 관찰하였다.

2. 사용재료 및 실험방법

본 연구에서는 여러 가지 형상의 전극을 사용하여 직경 1.5mm의 구멍이 뚫린 동판 위에 정지 아크를 발생(전류 : 200A, 아크길이 : 3mm)시키고, 그 아래에 마노메타(Manometer)를 설치하여 용접선(X축) 및 용접선에 직각방향(Y축)으로 0.5mm씩 이동시켜가며 아크압력을 계측하였다. 그리고 용접전류 및 용접속도를 변화시켜가며 자동용융주행 TIG용접을 실시하여 전극 형상에 따른 용접특성을 관찰하였다.

Table 1에는 용접조건을 나타내었으며, 피용접재는 표면의 산화물을 완전히 제거한 청결한 상태의 연강판(길이 : 450mm, 폭 : 100mm, 두께 : 6mm)을 사용하였다.

Fig.1에는 아크압력계측 및 자동용융주행 TIG용접에 사용한 전극의 형상을 나타내었다.

특히 Fig.1 (c)에 나타난 베벨팁(Bevel tip)은 본 연구에 사용하기 위하여 전향아크가 생기도록 특별히 고안한 전극의 형상이다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.2 (a) (b)에는 60° 샤프팁(Sharp tip)과 베벨팁(Bevel tip)의 아크형상을 나타내었다. Fig.3 (a) (b)에는 전극팁의 형상에 따른 아크압력 분포를 나타내었다. Fig.2 (a)와 같이 전형적인 종모양의 아크가 형성되는 샤프팁의 아크압력은 전극팁의 중심부에서 가장 높게 나타났다. 전극팁 중심부에서의 최대아크압력은 45° 샤프팁에서 가장 높았다. Fig.2 (b)에서와 같이 아크의 경직성에 의해 전향아크가 생기도록 설계한 베벨팁의 경우는 Fig.3 (a) (b)에서 볼 수 있는 것과 같이 전극팁의 중심으로부터 약 0.5mm 앞쪽에서 최대아크압력이 작용하는 것을 알 수 있었다.

Fig.4에는 절단팁(Truncated tip)의 절단직경(Dt)에 따른 자동용융주행 TIG용접 특성곡선을 나타내었다. Fig.4 (a)는 원추각 60° 샤프팁에 의한 실험결과로서 150A일 때 가장 고속으로 용접할 수 있음을 알 수 있다. 또한 이 경우 전류가 300A로 증가하면 고속용접시 험

핑비드가 발생하여 용접가능한 속도는 낮아지게 된다. 이러한 경향은 Fig.4 (b) 및 (c)의 절단팁의 절단직경이 0.3mm 및 1.0mm인 경우에도 유사하게 나타났다. 그러나 Fig.4 (d)의 베벨팁에서는 200A에서 최대용접속도를 보였고, 300A에서는 샤프팁에 비해 2배 높은 속도로 안정된 용접비드를 얻을 수 있는 것을 알 수 있다.

여기서, 베벨팁의 이러한 특성은 최대아크압력이 낮고, 그 작용점이 전극팁의 앞쪽에 있어서 이른바 전향아크(Forward arc)를 형성하기 때문이다. 일반적으로 전향아크는 전자기력을 적용하여 형성시키지만¹⁾ 본 연구에서는 전극팁의 형상과 아크의 경직성만에 의하여 전향아크를 발생시킬 수 있었다.

Fig.5에는 전류 300A에서 절단팁의 절단직경에 따른 용접속도 특성곡선을 베벨팁과 비교하여 나타내었다. 통상 대전류 영역에서는 샤프팁을 그냥 사용하지 않고 절단팁의 형태로 사용하지만 그 효과는 Fig.5에서 볼 수 있듯이 그다지 크지 않다. 그러나 본 연구에서 고안한 베벨팁을 사용하면 샤프팁에 비해 약 2배의 높은 속도를 얻을 수 있다.

4. 결론

대전류 TIG용접을 고속으로 수행하기 위하여 전극형상에 따른 아크압력을 계측하고, 샤프팁, 절단팁 및 베벨팁을 사용하여 자동용융 주행용접을 실시하여 용접특성을 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 전극팁의 형상을 비대칭으로 한 베벨팁으로 변화시킴으로써 전향아크를 형성시킬 수 있었다.
- 2) 마노메타를 사용하여 아크압력을 계측할 수 있었고, 동일한 전류에서 아크압력은 45° 샤프팁이 가장 크고, 60° 샤프팁, 베벨팁 순으로 나타났다. 특히 베벨팁의 경우는 최대 아크압력부가 전극팁의 앞쪽에 위치하는 전향아크로 되는 것을 확인하였다.
- 3) 대전류 영역에서는 절단직경이 증가함에 따라 용접속도는 증가하였고, 베벨팁의 경우는 안정된 비드가 얻어지는 용접속도가 더욱 증가하였다. 특히 베벨팁의 경우 전류 300A에서 안정된 비드를 얻을 수 있는 용접속도는 400mm/min으로 60° 샤프팁 및 60° 절단팁(Dt : 0.3mm)의 2배로 증가되었다.

5. 참고문헌

- 1) 조상명, 오동수, "스테인리스강 필릿용접부의 고속 TIG용접 공정에 대한 연구", 산업기술교육훈련학회지, 제1권, 제1호, 9월, 1996.

Table 1 The condition for TIG melt run welding

Electrode	2%Th-W(\varnothing 3.2mm), DCEN
Shielding gas	Ar gas
Arc length	4mm
Operating current	50A – 300A
Welding speed	100mm/min – 700mm/min

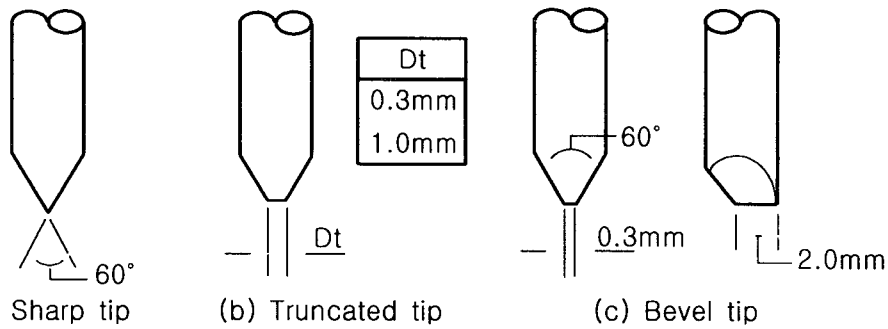
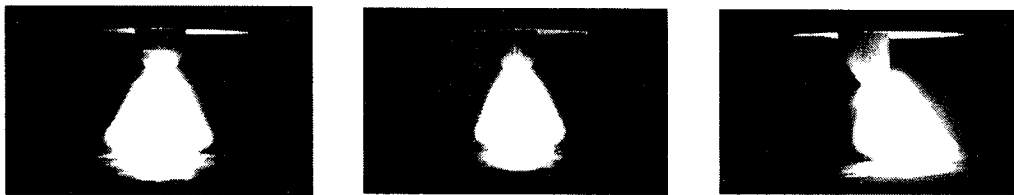


Fig.1 Various electrodes used for TIG melt run welding(2%Th-W, \varnothing 3.2mm)



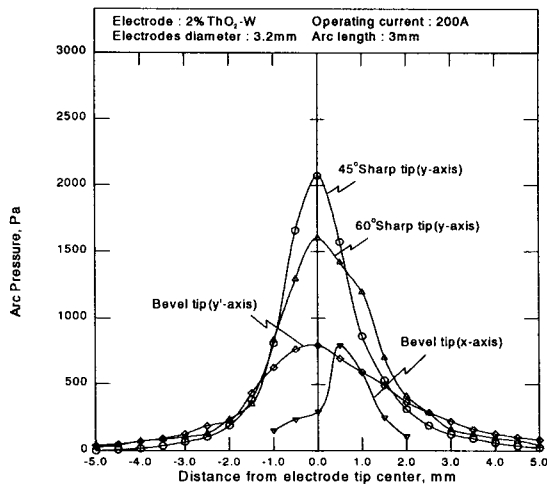
Front view

Side view

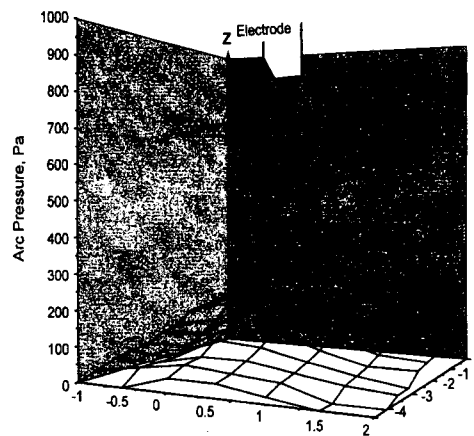
(a) 60° Sharp tip

(b) Bevel tip

Fig.2 Appearance of arc by various shape of electrode(100A, Arc length : 4mm)

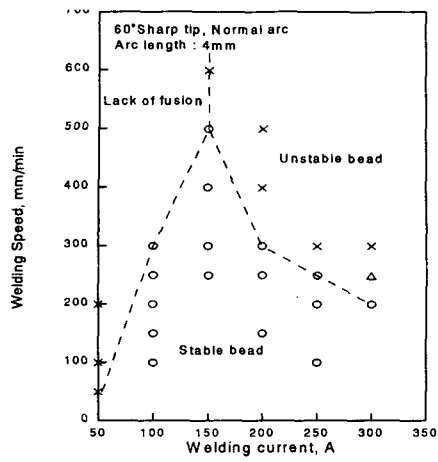


(a) Various electrodes

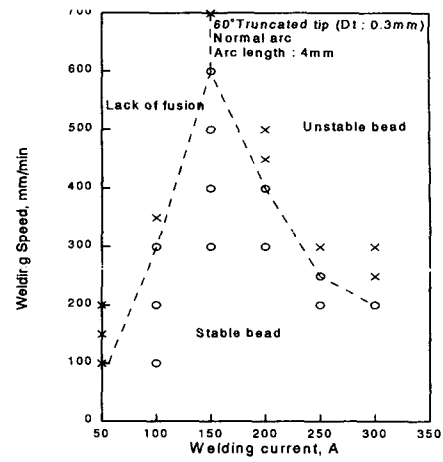


(b) Bevel tip

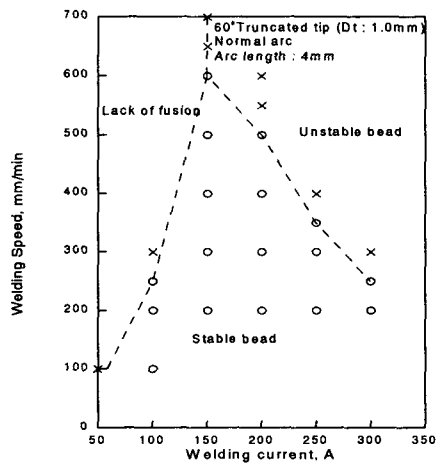
Fig.3 Arc pressure distribution by manometer



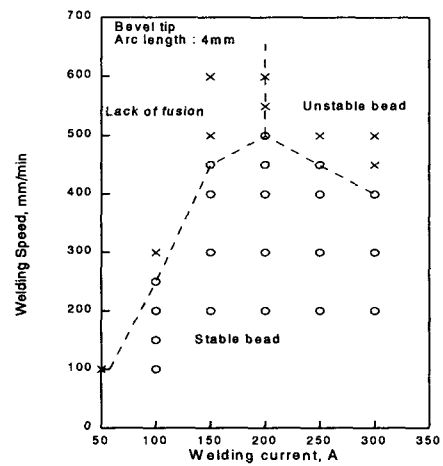
(a) 60° Sharp tip



(b) Truncated tip(Dt : 0.3mm)



(c) Truncated tip(Dt : 1.0mm)



(d) Bevel tip

Fig.4 Welding speed characteristic curves by various electrode tips

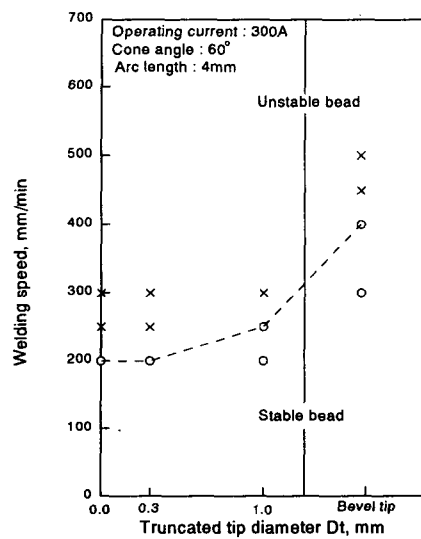


Fig.5 Welding speed characteristic curve by the truncated tip with various tip diameter