

대전류 고속 TIG 용접 특성에 미치는 He 혼합비의 영향

Effect of He Mixing Ratio on the Characteristics of TIG Welding with High Current and Speed

오 동수*, 김 영식**, 조 상명***

* 창원기능대학 플랜트설비동화과

** 부경대학교 기계공학부 기계설계·생산자동화공학전공

*** 부경대학교 신소재공학부 소재프로세스공학전공

1. 서 론

TIG 용접은 고품질의 용접부를 얻을 수 있고 저렴한 장비의 가격 때문에 많은 산업분야에서 필수 불가결한 용접공정이 되었다¹⁾. 그러나 TIG 용접은 실제 수동용접의 경우 용접속도를 10~15cm/min 밖에 얻을 수 없기 때문에 GMAW에 그 적용에 많은 한계를 갖고 있다. 따라서 용접 생산성 향상을 용접 아크 물리학적 관점과 기술적 입장에서 폭 넓은 연구가 진행되고 있으나, 고속 TIG 용접은 아직 보편화되어 있지 않다^{2, 4)}. 본 연구에서는 용융주행(melt run) 용접 등을 TIG으로 시공할 경우 그 생산성 향상을 위해 요구되는 대전류 고속 TIG 용접에서 He 혼합비의 영향을 규명하는 것을 목적으로 한다. 따라서 대전류 영역에서 He 혼합비에 따라 아크 스타트 특성을 평가하였고, 대전류 영역에서 STS304 판에 He 혼합비에 따른 고속 TIG 용접을 실시하여 안정비드 영역의 최고속도가 어느 정도까지 가능한가에 대하여 실험하였으며, 그에 관하여 아크 물리학적 관점에서 고찰하였다.

2. 실험방법

2.1 사용재료

Table 1은 STS304 판에 대전류 고속 TIG 용접을 실시한 용접조건을 나타낸 것이다. 전극은 2% Th-W(직경 3.2mm)을 이용하여 텅스텐 전극인 마이너스(-)인 DCEN(직류 정극성)을 사용하였고, 전극선단 원추각은 45°로 가공된 sharp tip을 사용하였다. 토치의 작업각과 진행각은 모두 직각으로 하였고, 실드 가스의 유량은 20ℓ/min로 공급 하였다. 용접기는 300A용량의 인버터

형을 사용하였다.

2.2 실험방법

He 혼합비에 따른 아크 스타트 특성을 평가하기 위하여 아크 스타트와 동시에 TIG 용접 모니터링 시스템을 사용하여 용접전류와 전압의 파형을 측정하였다. 용접속도에 따른 비드형상을 관찰하기 위하여 Table 1에서와 같이 용접속도를 20~100cpm의 범위로 변경시켰다.

Table 1 Welding condition for melt run welding(STS304)

Material	Gas	Current	Speed(cpm)	Arc length
STS 304 6tx50x200	Ar	300A	20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100	3 mm
	He33			
	He67			

3. 실험결과 및 고찰

3.1 아크 스타트 특성

Fig. 2는 TIG 용접에서 He 혼합비에 따른 아크 스타트 특성에 대하여 나타낸 것이다. He 가스의 경우 아크 점화가 불량하며 아크가 불안정하다고 알려져 있다⁵⁾. 그러나 아직까지 아크 스타트가 어느 정도의 시간이 지연되는지 정량적으로 알려져 있지 않으며, 단지 작업자의 감으로 밖에 표현할 수 없었다. 본 실험을 통하여 He 혼합비에 따른 아크 스타트 특성을 측정된 결과 He33과 He67의 경우 Ar에 비해 0.3848과 0.7448초 아크 스타트가 지연되었다. He 혼합비에 따른 아크 스타트 지연시간이 발생하는 것은 Ar가스와 He가스의 Ionization potential의 차이에 의한 영향⁶⁻⁷⁾이라고 생각된다.

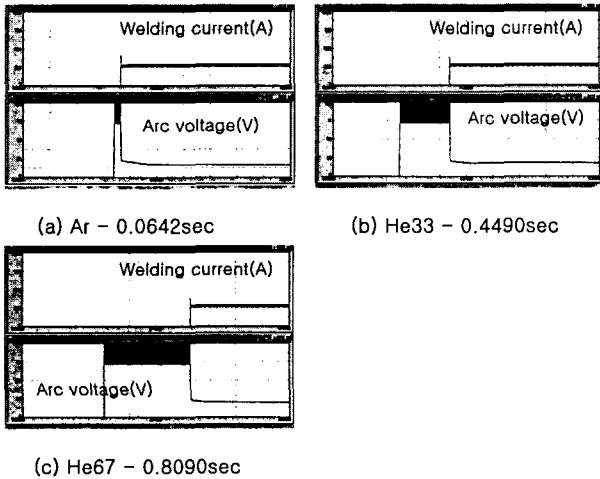


Fig. 1 Delay time of arc start with He mixing ratio

3.2 용접속도 변화에 따른 비드형상

Fig. 2는 용접전류 300A에서 STS304 판에 He 혼합비에 따른 용접속도와 형상과의 관계를 나타낸 것이다. Ar가스의 경우 20cpm 정도까지 용접이 가능하지만, 30cpm부터 불안정한 비드가 형성되어 심한 언더컷과 험핑비드가 발생되었다. He혼합가스를 사용하면 최고 안정비드 속도가 현저하게 증가하며, He33과 He67의 경우 70cpm과 80cpm까지 고속용접이 가능하였다. Photo 1은 STS 판에 대전류 고속 melt run 용접하였을 때 비드표면과 단면형상을 나타낸 것이다.

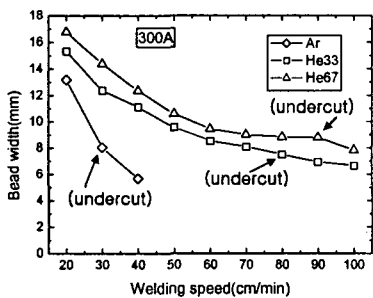


Fig. 2 Relation between welding speed and bead width in 300A

Fig. 2에서와 같이 대전류 고속 TIG 용접에서 Ar가스와 He 혼합가스의 최고 안정비드 속도의 현저한 차이는 Fig. 3,4,5,와 6으로 설명할 수 있다. 용접전류 300A에서 Ar가스의 경우 아크 중심부 아크 압력집중 정도⁷⁾와 전류밀도 집중정도가 심하여⁸⁾, 아크 중심부에서 강한 아크력에 의

해 언더컷과 험핑비드와 같은 불안정한 비드가 발생하게 된다. 그러나 Ar가스에 He가스를 혼합하면 아크 중심부에서 아크 압력과 전류밀도가 현저하게 낮아지며, 반경방향으로 아크 압력과 전류밀도 넓게 분포하는 특징⁷⁻⁸⁾을 대전류 고속 용접에서도 용접결함이 없는 용접이 가능한 것이다. 또한 Ar가스에 He가스를 혼합하면 실드가스의 Ionization potential의 차이에 의한 아크 전압의 증가로 용접 입열량을 크게하여 용접부에 더 높은 에너지를 공급하게 됨으로 고속용접이 가능하게 된다⁹⁾.

Gas	Speed	Surface bead	Cross section
Ar	20cpm		
	30cpm		
	40cpm		
He33	30cpm		
	50cpm		
	70cpm		
He67	30cpm		
	60cpm		
	90cpm		

Photo 1 Bead and cross section of STS304(300A)

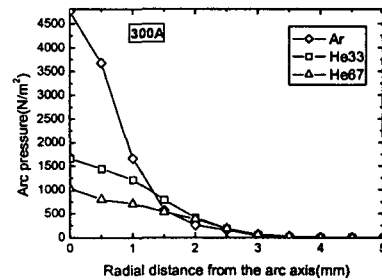


Fig. 3 Arc pressure distribution at 300A

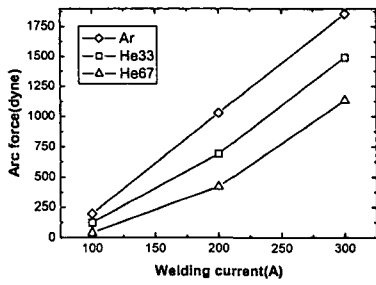


Fig. 4 Arc Force on He mixing ratio

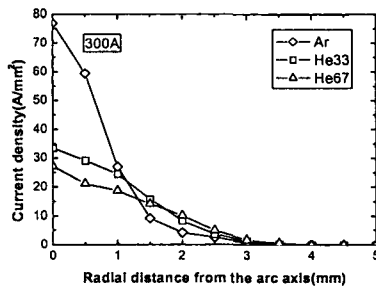


Fig. 5 Current density distribution at 300A

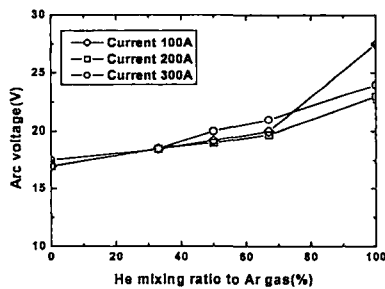


Fig. 6 Effect of He mixing ratio and welding current on arc voltage

4. 결 론

대전류 고속 TIG 용접 특성에 미치는 He 혼합비의 영향을 규명하기 위하여 아크 스타트 특성과 STS304 판에 고속 용접하여 얻은 비드형을 아크 물리학적 관점에서 고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) He 혼합비에 따른 아크 스타트 지연시간을 측정하여 그 값을 정량적으로 확인하였다.

2) Ar가스에 He가스를 혼합하여 사용하면 아크 스타트 특성은 나빠지지만, 최고 안정비드 속도가 현저하게 증가하는 특징을 보이며, 300A의 경우 Ar 가스의 최고 안정비드 속도가 20cpm인 반면, He33과 He67의 경우 70cpm과 80cpm까지 고속 용접이 가능하였다.

3) He혼합가스를 사용하면 Ar가스에 비해 대전류 고속 용접이 가능하였는데, 그것은 Ar가스에 비해 용접 입열량 증가, 아크 압력분포의 차이, 그리고 전류밀도의 분포 차이로 설명이 가능하다.

참고문헌

1. AWS : Welding Handbook, Vol. 2, 8th ed (1991), 74-75
2. 란카스타-編著 : 溶接ア-ク物理, 社団法人 溶接協會溶接ア-ク物理研究委員會(1990), 242-246(in Japanese)
3. 日本溶接協會編 : 新版ティグ溶接法の基礎と實際, 産報出版(1992)(in Japanese)
4. Sang-Myung Cho : A Study on the Bead Stability in High Speed TIG Welding, KOSME, 18-3(1994), 68-77 (in Korean)
5. W. R. Recchelt, J. W. Evancho and M. G. Hoy : Effect of Shielding Gas on Metal Arc Welding Aluminum, Welding Journal, 59-5(1980), 147s-155s
6. M. Suban and J. Tušek : Dependence of Melting in MIG/MAG Welding on the Type of Shielding Gas Used, Journal of Materials Processing Technology, 119(2001), 185-192
7. Dong-Soo Oh, Yeong-Sik Kim, and Sang-Myung Cho : The characteristics of Arc Pressure Distribution by Shield Gas Mixing Ratio in TIG Welding, Journal of KWS, in submitted(2004)(in Korean)
8. Dong-Soo Oh, Yeong-Sik Kim, and Sang-Myung Cho : Derivation of Current Density Distribution by Arc Pressure Measurement GTA Welding, Science and Technology and Welding and Joining, in submitted (2004)
9. AWS : Welding Handbook, Vol.2, 8th ed. (1991), 91-93