

루트 갭과 단차에 의한 플라즈마 아크 용접성에 관한 연구

A Study on Plasma Arc Weldability by Root Gap and Misalignment

김 대주*, 김 경주*, 백 호성*

* 현대중공업 산업기술연구소

ABSTRACT Plasma arc welding(PAW) technology is a proven process that has already been adopted by other industrial fields and recently has been considered to join the tank structure of LNG carrier. The purpose of this study is to introduce PAW process for the root welding of stainless steel pipes instead of TIG welding. There are distinctive features of the PAW compared to TIG welding; higher energy density that can increase welding speed by more than twofold, and longer arc length that can be controlled to trace seam line easily because of allowable gap between workpiece and torch. However, PAW process is also very sensitive to the root gap and misalignment due to the characteristics of long and narrow arc shape. So, we have done various experiments to establish the allowable fit-up condition by changing welding parameters including arc length, with or without filler metal, groove shape, and obtained satisfactory results.

1. 서 론

최근, 생산가공 분야의 급속한 발전과 함께 용접시공의 고품질화, 고속 자동화가 요구되고 있다.

일반적으로 TIG 용접은 아크가 안정적이며, 용접부의 품질이 우수하여 고품질 용접 및 각종 배관의 초층 용접에 주로 사용되고 있으나, 상대적으로 낮은 용접속도로 생산성이 저조하다. 플라즈마 아크 용접은 TIG 용접과 마찬가지로 우수한 용접 품질을 얻을 수 있으며, 아크가 플라즈마 제트와 모재의 양극 점에서 집중적으로 발생하기 때문에 비교적 많은 열이 모재에 전달되므로 TIG 용접과 달리 열집중도가 높고, 용접속도 또한 빨라 높은 생산성을 기대할 수 있다.

본 연구에서는, 플라즈마 아크 용접의 배관 초층 용접 적용을 위해 루트 갭과 단차에 따른 적용성 평가를 위하여, 플라즈마 아크 용접의 여러 가지 용접변수 중에서 용접전류를 일정하게 유지한 채, 필러 와이어 공급 유·무에 따른 용접부 비드형상과 용입정도에 대해 고찰하여 기술하였다.

2. 실험 방법

2.1 모재 및 필러 와이어

본 연구에서는 필러 와이어 공급 유·무에 따라 최적의 플라즈마 아크 용접조건을 도출하기 위해 초층 용접시 루트 갭과 단차에 따른 배관의 초층 용접의 적용성 평가를 실시하였다. 아래의 Fig. 1과 같이, 8mm 두께의 304L 판재를 root face 4mm 및 120°의 개선을 가지도록 가공하였으며, 필러 와이어는 ER308L (1.0 ϕ mm)의 슬리트 와이어를 사용하였다.

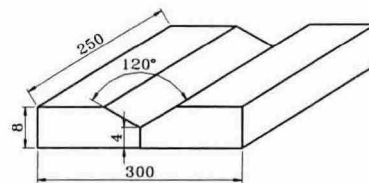


Fig. 1 Preparation of welding specimen

2.2 용접장치와 실험 방법

Fig. 2는 필러 와이어의 공급이 가능한 용접 장비 일체를 보여주고 있다. 플라즈마 가스와 보호가스는 Ar+5%H₂를 사용하였으며, 산화 방지를 위하여 트레일링 가스와 백킹가스로 Ar을 사용하였다. 직경 3.2mm의 전극봉과 4.8mm의 인서트 팁을 사용하였고, 용접토치는 정속 주행하도

록 자동주행대차에 부착하였다.

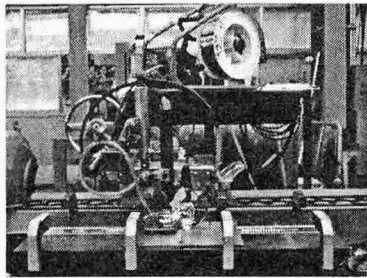


Fig. 2 PAW equipment with a supplying system of filler wire

시험편을 Fig. 3과 같이, 루트 갭을 0~2.0mm, 단차를 0~2.0mm, 루트 갭과 단차를 동시에 0~2.0mm로 각각 변화시키고, 필러 와이어의 공급 유·무에 따라 용접을 실시하였다. 용접조건은 Table 1에 나타내었다.

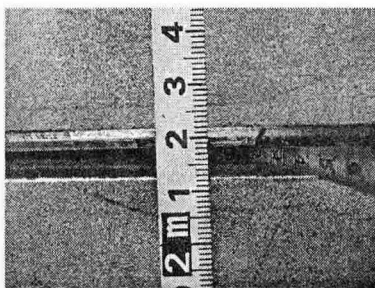


Fig. 3 Specimen with root gap and misalignment

Table 1 Welding parameters

Filler wire	Ampere (A)	Speed (CPM)	Plasma Gas	Remark
without	230	40	2.5 l /min.	-
with	230	40	2.5 l /min.	1M/min. (*1)

*1. Feeding speed

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 루트 갭이 비드 형상에 미치는 영향 (단차 : 0mm)

필러 와이어의 공급이 없는 경우, 1.0mm까지는 이면 비드가 형성되나, 1.5mm이상에서는 거의 형성되지 않음을 Fig. 4에서 확인 할 수 있다.

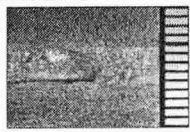
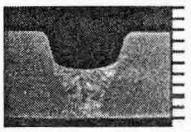
Root gap	Back bead appearance	Penetration
1.5mm		

Fig. 4 Back bead appearance and penetration according to root gap

3.2 단차가 비드 형상에 미치는 영향 (루트 갭 : 0mm)

필러 와이어의 공급 유·무에 관계없이, 단차가 2.0mm 발생되어도 이면 비드가 형성됨을 Fig. 5에서 확인 할 수 있었다.

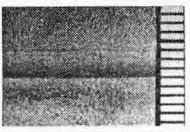
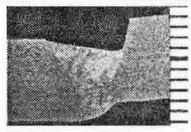
Misalignment	Back bead appearance	Penetration
2.0mm		

Fig. 5 Back bead appearance and penetration according to misalignment

3.3 루트 갭과 단차가 비드 형상에 미치는 영향

필러 와이어의 공급 유·무에 관계없이, 루트 갭과 단차가 2.0mm 발생되어도 이면 비드가 형성되었다.

4. 결 론

본 시험을 통하여 배관 초층 용접시 플라즈마 아크 용접의 적용성 평가를 위하여, 루트 갭과 단차를 주어 필러 와이어의 공급 유·무에 따른 비드 형상과 용입 현상에 대하여 다음과 같은 결론을 도출 할 수 있었다.

1) 루트 갭(단차 : 0mm)만 있을 경우, 필러 와이어의 공급이 없을 시, 1.0mm까지, 필러 와이어를 공급했을 때, 2.0mm까지 양호한 이면 비드를 형성시킬 수 있음을 확인 할 수 있었다.

2) 단차(루트 갭 : 0mm)만 있을 경우, 필러 와이어의 공급 유·무에 관계없이 2.0mm까지 양호한 이면 비드를 형성시킬 수 있음을 확인 할 수 있었다.

3) 적절한 비드를 얻기 위해서는 루트 갭과 단차 모두 균형 있게 관리되어야 한다.

참고문헌

1. 강봉영·김희진 : 플라즈마 키홀용접에 있어 공정 변수의 영향, 특별강연 및 춘계학술발표대회 개요집, 제 35권, 2000 : pp.143-146
2. K.D. Kyung, J. H. Lee, H. J. Chon, B. H. Park, B. Y. Kang & H. J. Kim : Effect of contact-tube to Work Distance on the Melting Rate of GMA Welding, Journal of KWS, 14-5 (1996), 87-94 (in Korean)
3. S. M. Cho & J. W. Kim : The Effects of the Arc Pressure Variation on the Penetration by Filler Wire Feed Rate in Pulsed TIG Welding, Journal of KWS, 22-1 (2004), 71-76 (in Korean)
4. 용접접합편람 ; 대한용접학회