

플라즈마-MAG 탄뎀 1패스 용접에 의한 t12 Y-그루브 맞대기 용접공정 개발

Development of Plasma-MAG Tandem 1pass welding process for Y-groove Butt welding with thickness 12mm

김인태*, 김영주*, 고명훈**, 조상명***

*부경대학교 대학원 소재프로세스공학과

**창원 기능대 산업설비 자동화과

***부경대학교 신소재공학부 소재프로세스공학전공

1. 서 론

선박이나 강구조물의 용접에 있어서 용접 생산성 문제는 매우 중요하다.

본 연구는 용접 입열을 감소시켜 변형을 최소화하고 생산성을 향상시키기 위하여 중후판의 플라즈마-MAG 탄뎀 용접 공정을 개발하는데 목적이 있다. 플라즈마 키홀 용접에서 아크길이 변동에 따른 백비드 형상과 MAG 용접에서는 CTWD 변동에 따른 입열량을 검토하여 플라즈마-MAG 탄뎀 1패스 Y-그루브 용접을 실시하였다.

2. 사용재료 및 실험방법

2.1 사용재료

본 연구에서는 플라즈마 키홀 용접과 MAG 용접의 예비실험을 폭 50mm × 길이 100mm × 두께 6mm 연강에서 실시하였다. 플라즈마-MAG 탄뎀 용접에서는 폭 100mm × 길이 100mm × 두께 12mm 연강으로 된 Y-그루브 맞대기 이음을 사용하였다.

2.2 실험 방법

Table 1은 용접 전류 일정, 아크 길이를 변동시켜 백비드 형상을 관찰하기 위한 플라즈마 키홀 용접 조건이다.

Table 1 Welding condition for Plasma keyhole welding.

Power source	Powwel-150XP
Welding mode	bead on plate
Welding Current	150A
Welding speed	20cpm
Arc length	4, 5, 6mm
Orifice insert diameter	∅2.4
Orifice gas flow rate	2.0L/min
Shielding gas flow rate	10L/min

Table 2는 용접 전류 일정, CTWD를 변동시켜 입열량 변화를 관찰하기 위한 MAG 용접 조건이다.

Table 2 Welding condition for CTWD variation in MAG welding.

Power source	Fronius VR4000
Welding mode	bead on plate
Wire feed rate	1300cpm
Set voltage	34V
Welding speed	20cpm
CTWD	15, 20, 25, 30, 35, 40, 45mm
Shield gas flow rate	Ar-20%CO ₂ , 20L/min
Welding wire	YGW11, ∅1.2

Fig. 1은 플라즈마-MAG 탄뎀 1패스 용접 모식도이다. Root face 4mm, groove angle 70°, Y-그루브 맞대기 용접 이음에 대해 선행 토치를 플라즈마 용접으로 하고 후행 토치를 MAG 용접으로 하였다. 플라즈마 아크 길이는 6mm, MAG CTWD는 40mm로 하였다.

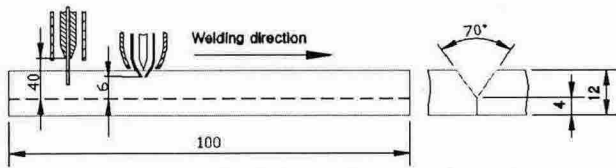


Fig. 1 Schematic drawing of experimental setup.

Table 3은 플라즈마-MAG 탄뎀 용접을 위한 실험 조건이다.

Table 3 Welding condition in Plasma-MAG Tandem welding.

Welding method	Plasma welding	MAG welding
Power source	Powwel -150XP	Fronius VR4000
Set current	150A	WFR 1300cpm
Arc length	6mm	Set 34V
Welding speed	20cpm	20cpm
CTWD	-	40mm

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 아크길이 변동에 따른 플라즈마 키흔 용접

Fig. 2는 t6.0 평판위에 플라즈마 키흔 용접을 하였을 때 아크길이 변동에 따른 전류, 전압 파형이다. 아크 길이가 커짐에 따라 전압이 약간 증가함을 알 수 있다. Fig. 3은 아크길이 변동 따른 표면 및 백비드를 나타내며, 표면 및 백비드 형성에 미치는 아크길이 영향은 거의 없었다. 이것은 아크의 지향성이 좋고 아크 길이 변화에도 덜 민감한 플라즈마 용접의 특징인 것으로 판단된다.

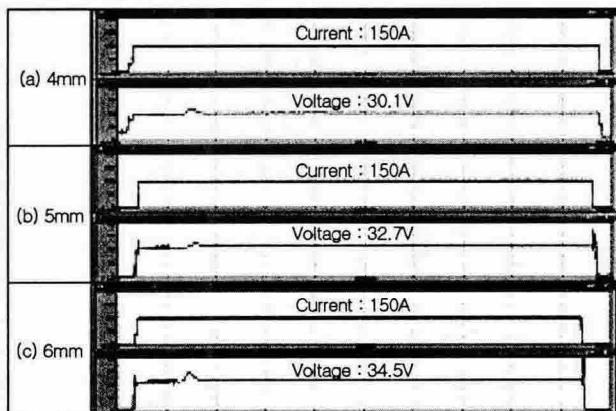


Fig. 2 Current and voltage waveform with arc length variation

Arc length(mm)	Bead appearance	
	Surface bead	Back bead
4mm		
5mm		
6mm		

Fig. 3 Bead appearance with arc length variation(t6.0)

3.2 MAG 용접의 CTWD와 입열량의 관계

Fig. 4는 MAG 용접에서 CTWD를 변동시켰을 때 입열량 변화를 나타낸 것이다. CTWD가 증가함에 따라 와이어 Stick out이 길어져서 와이어 저항이 증가하게 된다. 따라서 정전압 특성전원에서는 출력 전류가 감소하므로 입열량이 감소하게 된다. CTWD 증가에 따라 출력 전류가 낮아짐에도 불구하고 동일 와이어 송급속도에서 와이어를 용융시킬 수 있었던 것은 와이어의 저항 발열에 의한 예열 효과 때문이라고 판단된다⁽¹⁾. 플라즈마 -MAG 탄뎀 1패스 Y-그루브 용접에서 CTWD를 20mm → 40mm로 증가시키면 입열량은 41kJ/cm → 30kJ/cm로 감소하여 저입열, 고용착 용접이 가능하다.

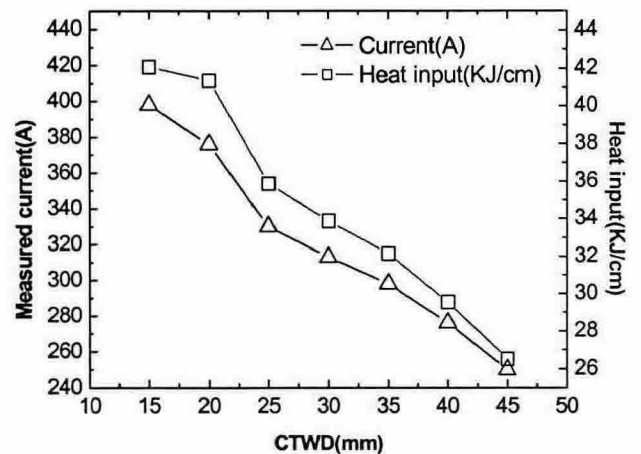


Fig. 4 Variation of current and heat input as CTWD increases in MAG welding.

3.3 플라즈마-MAG 탄뎀 1패스 Y-그루브 용접

4. 결 론

Fig. 5는 플라즈마-MAG 탄뎀 1패스 Y-그루브 용접 파형이며, Fig. 6은 그 용접부의 비드 형상과 마크로 단면을 나타낸것이다. 두께 6mm Bead on plate 키홀 용접 시 정상적인 백비드가 형성되었지만, Root face 6mm의 Y-그루브에 적용시켰을 때 백비드는 형성되지 못했다. 이것은 Bead on plate 보다 Y-그루브에서 냉각속도가 빠르기 때문이라고 판단되며, 또한 선행 플라즈마의 아크열로 인해 양쪽 그루브 면이 용융되면서 Root face가 약 1-2mm정도 커졌기 때문이라고 판단된다. Fig. 6의 (a)와 같이 플라즈마 용접 후에 상온까지 냉각된 후 MAG 용접한 경우는 융합 불량이 발생했다. 그러나 플라즈마-MAG 탄뎀 용접한 경우는 용접결함이 없는 용접부가 얻어졌다.

1) 플라즈마-MAG 탄뎀 1패스 용접에 의한 t12 Y-그루브 맞대기 용접 공정을 개발하였다.

2) 두께 6mm의 평판위에 키홀 용접을 하여 백비드가 얻어진 조건으로 Root face 4mm의 Y-그루브 맞대기 이음에 선행토치를 적용했을 때 양호한 백비드가 형성되었다.

3) 후행 토치로서 MAG 용접토치의 CTWD를 증가시켜 입열량을 25%정도 감소시키면서 용착량을 크게하고 용접변형을 줄일 수 있는 방법을 개발하였다.

참고문헌

1. M. Suban, J. Tusek : Dependence of melting rate in MIG/MAG welding on the type of shielding gas used, Journal of Materials Processing Technology, 119, (2001), 185-192

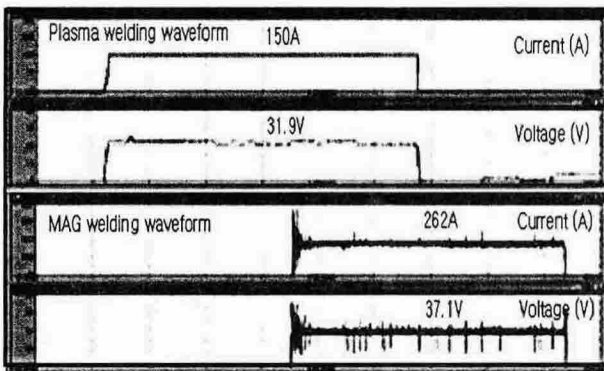


Fig. 5 Current and voltage waveform in Plasma-MAG Tandem welding.

Welding method	Bead appearance	Macro section
(a) MAG welding at room temperature after plasma welding		 Lack of fusion
(b) Plasma-MAG Tandem welding		 Sound cross section

Fig. 6 Bead appearance and macro section by two welding methods.