

정밀 필릿 용접 품질에 미치는 고속 TIG 용접공정 인자의 영향

The effect of the process parameters in high-speed TIG welding on the quality of precision fillet welding

조진안*, 고찬식*, 함효식*, 박덕조**, 윤훈성***, 조상명****

* 부경대학교 대학원 소재프로세스공학과

** (주)삼보모토스

*** 모니텍(주)

**** 부경대학교 신소재공학부 소재프로세스공학전공, pnwcho@pknu.ac.kr

1. 서 론

고속 TIG용접공정의 품질에 직접적인 영향을 미치는 요인은 크게 아크 불안정이다. 아크 불안정은 사행 비드 및 험핑비드와 같은 문제점을 야기한다.

따라서 본 연구는 펄스 주파수에 따른 비드형상을 검토하고, Peak전류, 아크길이, 전극팁 각도에 따른 용입 형상에 대해 연구해 보았다.

2. 실험 재료 및 방법

2.1 실험 재료

본 실험에서는 폭 20mm ×길이 50mm ×두께 6mm의 연강판과 텅스텐 전극 2%Th-W(Φ3.2) 팁 각도 15°, 30°, 45°을 사용하였다.

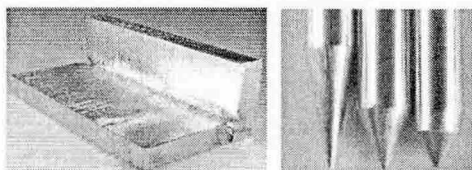


Fig. 1 Specimen and electrode tip for fillet TIG welding

2.2 실험 방법

Table 1은 본 실험의 공통 용접조건이다.

Table 1 Welding Condition

Power source	Inverter AC/DC TIG
Average current	100 -160A, Pulse
Welding speed	40 cm/min
Shield gas	Ar 100%, 15ℓ/min

실험 A, B, C, D의 조건은 Table 2에 나타내었다. Fig. 2는 필릿 용접을 위한 토치 고정 상태를 보인 것이다. 용접전류는 1000A급 홀센서를 사용하여 아크 모니터링 시스템(WAM6000D)으로 측정하였다.

Table 2 Welding condition for experiment

Exp.	W tip angle	Base current	Peak current	Arc length	Frequency
A	30°	30A	200A	4.0mm	0-566Hz
B	15°	50A	100, 150, 200, 250A	0.5mm	566Hz
C	15°		250A	0.5, 1.0, 1.5mm	
D	15, 30, 45°		200A	0.5mm	

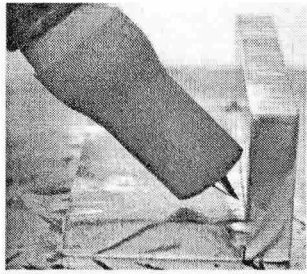


Fig. 2 Torch set-up for fillet welding

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 펄스 주파수가 비드외관에 미치는 영향

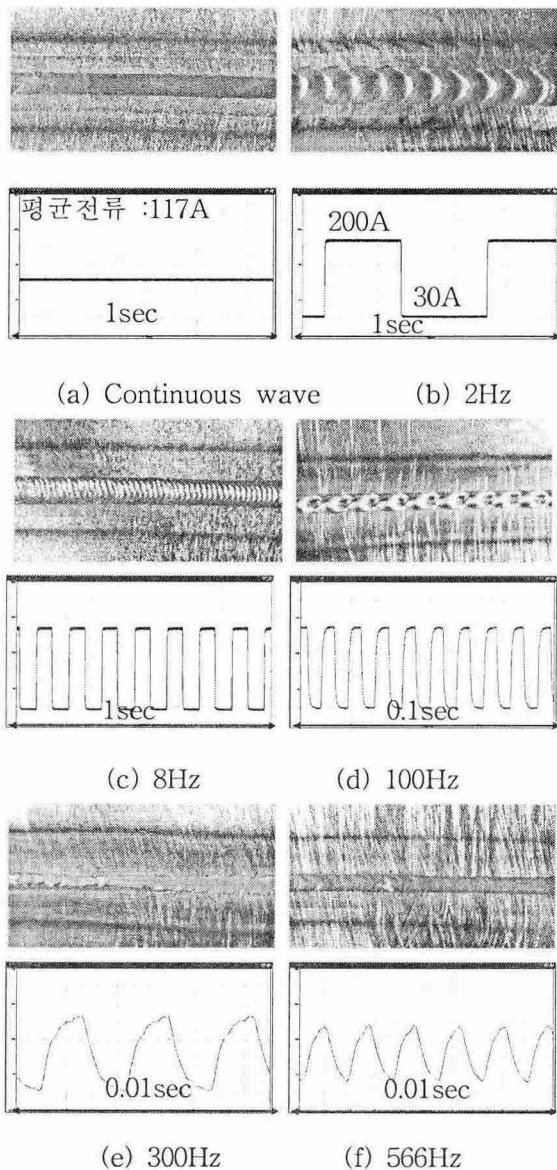


Fig. 3 Result of experiment A with various pulse frequency (Ib 30A, Ip 200A, speed 7cpm, tip 30°, arc length 0.5mm)

Fig. 3은 펄스 주파수에 따른 비드 외관과 모니터링 파형을 나타낸 것으로 CW의 경우 비드폭 2.5mm이었다. 펄스 주파수가 증가함에 따라 리플 간격이 점차 짧아지면서 비드폭이 좁아졌다. 100Hz와 300Hz에서는 비드폭은 매우 좁았으나 험핑비드와 언더컷이 발생 하였다. 그러나 566Hz에서는 언더컷이 없는 비드폭 2.2mm의 미려한 비드를 얻을 수 있었다. 펄스 주파수의 증가로 전류 밀도가 높아지게 되어 비드폭이 좁아지고 아크 안전성 또한 가장 좋았다.

3.2 Peak전류에 따른 용접 특성 분석

실험 B에서 Peak 전류가 증가함에 따라 용접부 목두께와 비드폭이 증가 하고, 목두께의 증가로 용접부 강도는 증가 하지만 과도한 비드폭으로 인한 언더필이 용접부에 악영향을 미친다. Peak 전류 100A에서는 용접이 되지 않았고, Fig. 4 (a)의150A에서는 융합 불량이 생겼다. (b), (c)의 용접 조건에서는 0.35mm, 0.5mm의 목두께를 가지는 Fillet 용접부를 형성할 수 있었다.

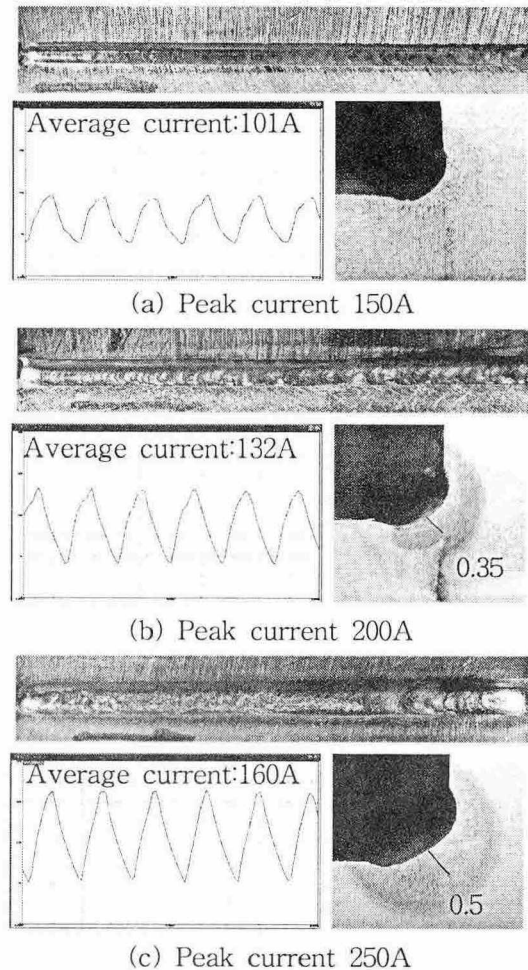


Fig. 4 Result of experiment B with various peak current (Ib 50A, 566Hz, speed 40cpm, tip 15°, arc length 0.5mm)

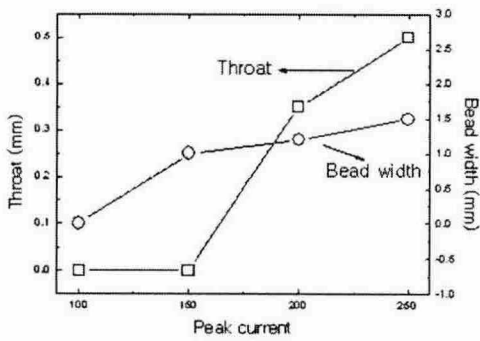


Fig. 5 Examination of throat and bead width according to peak current

Fig. 5는 Peak 전류에 따른 목두께와 비드폭의 관계를 나타낸다. Peak 전류 150A에서 200A 구간을 보면 비드폭의 변화는 적지만 목두께는 급격히 증가하고, Peak전류 250A에서 가장 큰 목두께를 얻을 수 있었다.

3.3 아크 길이에 따른 목두께의 검토

Fig. 6은 아크 길이 0.5mm, 1.0mm, 1.5mm일 때의 비드 외관과 Macro단면을 보여준다. 평균 전류 160A에서 아크길이가 1.5mm로 되면 용합 불량과 언더컷이 생기게 된다.

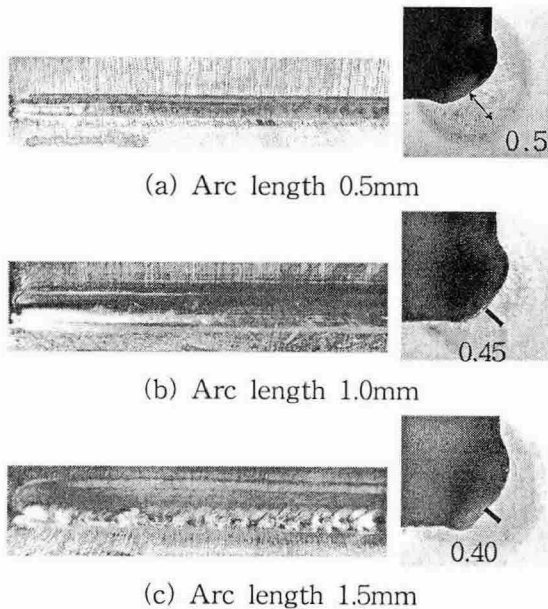


Fig. 6 Result of experiment C with various arc length (Ib 50A, Ip 250A, 566Hz, speed 40cpm, tip 15°)

3.4 Tungsten 전극 팁 각도에 따른 용접 형상의 검토

Fig. 7은 팁 각도 15°, 30°, 45° 일 때의 비드 외관과 마크로 단면을 보여준다. 전극 팁 30° 에서 목두께 0.7mm로 가장 크게 나타났고, 용입은 좁고 깊게 나타났다. 팁 각도 15° 와 45° 는 목두께가 0.35, 0.52mm이었고, 용입 형상은 넓고 둥근 형태로 나타났다.

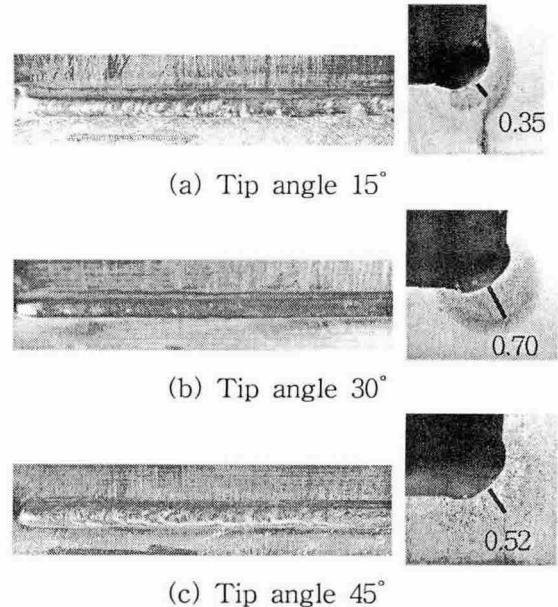


Fig. 7 Result of experiment D with various tungsten electrode Tip angle (Ib 50A, Ip 200A, 566Hz, speed 40cpm, arc length 0.5mm)

4. 결 론

정밀 필릿 용접 품질에 미치는 고속 TIG 용접 공정 인자의 영향에 대한 검토결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 주파수 변경 실험결과 저주파 펄스에서는 비드폭이 넓게 형성되었으며, 100Hz와 300Hz에서는 심한 험핑비드와 언더컷이 형성 되었지만 566Hz에서는 비드폭이 좁고 가장 안정된 비드 외관을 얻을 수 있다.

2) 본 실험의 범위에서는 아크길이가 1.5mm로 길어지면 용입이 얇고 언더컷이 심해 졌으며 전극팁 각도 30°에서 가장 깊은 용입을 얻을 수 있었다.