

펄스 TIG용접에서 Filler 와이어 송급위치에 따른 아크압력 변동이 용입에 미치는 영향

The Effect of the Arc Pressure Variation on the Penetration as the Supply Position of Filler Wire in Pulsed TIG Welding

김 진우*, 김 기정*, 강 윤배**, 조 상명***

* 부경대학교 대학원 소재프로세스공학과

** (주) 조웰, 기술연구소 기술고문

*** 부경대학교 신소재공학부 생산가공공학전공

1. 서 론

TIG(Tungsten Inert Gas)용접은 아크가 안정적이며, 용접부 품질이 우수하기 때문에 고급 용접 및 각종 배관의 초층용접에 주로 사용되고 있다. 가스 메탈 아크 용접과 비교하면 낮은 용접속도 때문에 생산성이 낮은 단점이 있지만, 초내열 합금과 같은 고급재료의 육성용접 등과 같이 고품질이 요구되는 부분에는 filler 와이어를 이용한 다층 TIG용접법이 요구된다.

다층 TIG용접의 경우, 제1 TIG 용접과는 달리 filler 와이어 송급속도에 대해 정량적으로 고려하여야 한다.

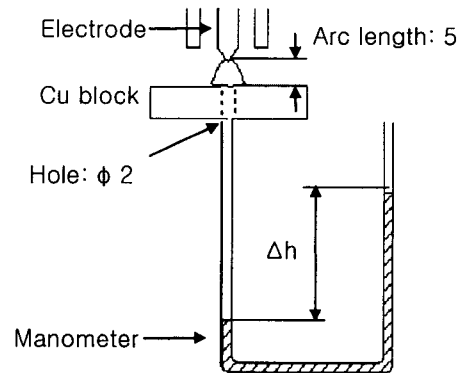
본 연구에서는 펄스용접 시 I_p , I_b 에 따라 용융지에 미치는 최대아크압력을 filler 와이어의 송급속도와 그 선단위치에 따라 측정하였고, 이것이 용접부의 용입정도에 미치는 영향을 고찰하여 기술하였다.

2. 실험방법

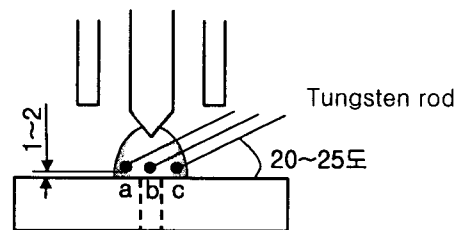
2.1 텅스텐 봉끝 위치에 따른 아크압력 측정

Filler 와이어의 송급 시 아크압력을 측정할 때, 와이어가 용융하기 때문에 Cu 블록의 구멍이 막힐 우려가 있다. 이를 방지하기 위해 텅스텐 봉을 사용하였다. 아크중심에서의 최대아크압력을 측정하기 위해 텅스텐 전극을 Cu 블록의 작은 구멍 중앙에 설치하였다. Fig.1은 U자형 마노미터를 사용한 아크압력(Arc pressure)측정을 위

한 실험 모식도이다. 아크열에 의해 작은 구멍이 용융되지 않게 하기 위해 14t 동판을 사용하여 수냉시켰다.^{1),2)} 텅스텐 봉의 용융을 억제하기 위해 수냉장치를 사용하였고, 텅스텐 봉끝 위치 a, b, c에서 아크압력을 측정하였다. 또한 펄스TIG 용접에서 펄스전류(I_p), 베이스전류(I_b) 시 아크압력을 알기 위해 용접전류150A, 60A에서 아크압력을 측정하였다.



(a)



(b)

Fig.1 Schematic for measurement of arc pressure

2.2 Filler 와이어를 사용한 펄스 TIG 비드용접

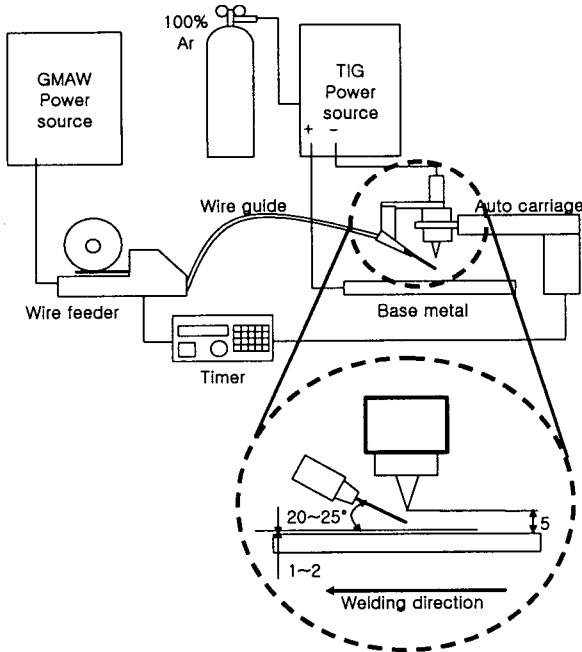


Fig.2 Schematic of filler wire TIG welding experiment

Fig. 2는 filler 와이어 자동 송급기를 TIG용접 토치에 부착하여 filler 와이어 TIG 비드용접을 할 수 있도록 고안한 장치이다. filler 와이어(φ 1.2)의 송급각도는 20~25도, filler 와이어의 송급 속도를 조절함으로써, filler 와이어 끝단부 위치를 다르게 하여 비드용접을 실시하였다.

Table 1 Welding condition

| | | |
|---------------|----------------------|----------|
| 모재 | Mild steel 150×40×2t | |
| 텅스텐 전극 각도 | 45° | |
| Filler 와이어 직경 | φ 1.2 | |
| Ip | 200 A | |
| Ib | 60 A | |
| 펄스 주파수 | 4 Hz | |
| 펄스 폭 | 50 % | |
| 용접속도 | 20 cpm | |
| Filler 와이어 송급 | 각도 | 20 ~ 25° |
| | 속도 | 173 cpm |
| | | 110 cpm |
| | | 74 cpm |
| 위치 | 전방공급 | |

Table 1은 Fig.1의 아크압력실험을 실제 펄스 TIG 비드용접으로 재현하기 위한 용접조건들을 나타낸 것이며, 평균전류를 130A로 하여 non

pulse비드용접도 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 텅스텐 봉끝의 위치에 따른 아크압력변화

Table 2는 Fig. 1의 실험결과인 filler 와이어 송급위치에 따른 수두차를 나타낸 것이다. 식 (1)은 정수압을 나타내는 식이며, 이 식을 통해 아크압력을 계산하였다.

Table 2 Difference of water head in manometer according to the supply position of Tungsten rod

| | Position | Δh (m) | | | |
|---------|----------|--------|-------|-------|------------|
| | | a | b | c | Non filler |
| Current | 150A | 0.036 | 0.04 | 0.05 | 0.06 |
| | 60A | 0.016 | 0.016 | 0.016 | 0.02 |

$$P_{arc} = \rho \times g \times \Delta h (Pa) \quad (1)$$

where, P_{arc}: Arc pressure (Pa)

ρ: Density of water (kg/m³)

g: Gravitational acceleration (m/s²)

Δh: Difference of water head (m)

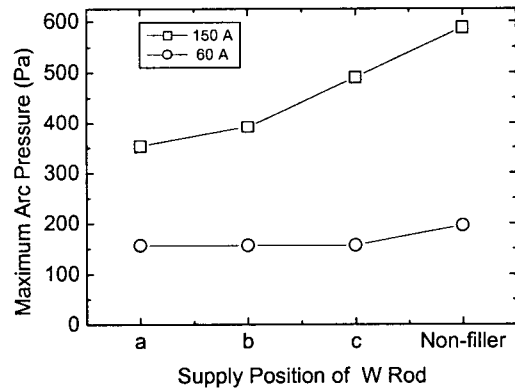


Fig. 3 Arc pressure according to the supply position of W rod

Fig. 3은 식(1)에 의해 계산된 60A, 150A에서 텅스텐 봉끝의 위치에 따른 아크압력을 각각 나타낸 것이다. 용접전류 150A에서 텅스텐 봉을 송급하지 않았을 때, 최대아크압력이 590 Pa로서 가장 높게 나타났다. 이것은 앞서 수행된 Cho 등의 결과¹⁾와 平岡 등²⁾의 결과와 비교하면 대체로 일치하였다. 텅스텐 봉을 송급할 경우, 아크압력은 a<b<c순으로 나타났다. 이것은 텅스텐 봉이

아크 내에 있기 때문에 플라즈마 기류를 방해하여 아크압력이 떨어지는 것으로 판단되고, 텅스텐 봉이 아크 내에 깊게 들어갈수록 아크압력이 떨어지는 경향을 보일 것으로 기대된다. 아크압력은 아크전류의 제곱과 아크길이에 따라 비례한다고 보고되고 있지만³⁾⁵⁾, 본 연구에서는 filler 와이어끝의 위치에 따라서도 아크압력이 달라짐을 알 수 있다.

3.2 Filler 와이어 끝의 위치에 따른 비드형상

Table 3은 Table 1의 용접조건으로 펄스 TIG용접과 non pulse 용접한 결과이다. 동일한 filler 와이어 송급속도에서 펄스용접비드는 non pulse 용접비드에 비해 폭이 넓고, 용입이 깊은 형상을 볼 수 있다.

Table 3 Bead appearance and shape according to supply position of filler wire in pulsed TIG welding

(a) Pulsed welding

| P _w * | W.F.R.* (cpm) | Bead appearance | Penetration |
|------------------|------------------|-----------------|-------------|
| a | 173 | | |
| b | 110 | | |
| c | 74 | | |

(b) Non-pulsed welding

| P _w * | W.F.R.* (cpm) | Bead appearance | Penetration |
|------------------|------------------|-----------------|-------------|
| b | 110 | | |

cf) *: 와이어끝의 위치, **: 와이어 송급속도

이것은 펄스용접 시 I_p의 높은 아크압력에 의한 효과로 판단된다. 또한, Filler 와이어의 송급속도를 조절해서 제어한 송급위치에 따른 용입은 a<b<c순으로 나타났다. 이것은 텅스텐 봉끝의 위치에 따른 아크압력변화 실험결과에서 아크압력의 크기가 a<b<c순으로 나타난 것과 동일하다. 따라서, 용입은 아크압력에 따라 달라진다고 할 수 있다. Fig. 3에서 아크압력은 filler 와이어의 송급위치에 따라 달라진다. Filler 와이어 송급위치는 송급속도에 따라 달라지므로, 송급속

도에 따라 아크압력이 달라진다고 할 수 있다. 즉, Filler 와이어 송급속도와 송급위치에 따라 비드외관과 용입형상이 달라지게 된다. 결국, 적절한 비드를 얻기 위해서는 적절한 송급속도가 필요하다고 할 수 있다. 루트패스와 같이 용입이 깊은 용접이 요구될 때는 와이어 송급속도를 낮게 하는 것이 바람직하고, 얇은 용입의 비드를 블록하게 쌓는 육성용접과 같은 경우는 와이어 송급속도를 높게 하는 것이 바람직하다.

4. 결 론

펄스 TIG용접에서 filler 와이어 송급위치에 따른 아크압력 변동이 용입에 미치는 영향에 대해 연구하기 위하여 φ 2.4 텅스텐 봉을 filler 와이어 대신 사용하여, filler 와이어 송급속도에 따라 달라지는 송급위치별로 아크압력을 측정하고, 실제 펄스 TIG용접을 행하여 다음과 같은 결론을 도출 할 수 있었다.

- 1) 와이어 송급속도차로 인한 와이어끝의 위치가 아크압력에 미치는 영향을 측정할 수 있었고, 그 아크압력이 용입, 비드형상에 영향을 미침을 확인할 수 있었다.
- 2) 루트패스와 같이 용입이 깊은 용접이 요구될 때는 와이어 송급속도를 낮게 하는 것이 바람직하고, 얇은 용입의 비드를 블록하게 쌓는 육성용접과 같은 경우는 와이어 송급속도를 높게 하는 것이 바람직하다.

참고문헌

- 1) S. M. Cho and Sang-Goun Seo : The Effect of Configuration and Surface Polishing in Tungsten Electrode Tip for Gas Tungsten Arc Welding on the Characteristics, Journal of KWS, Vol.19, No.1 Feb., 2001 p.33-39
- 2) 平岡, 岡田: TIG 아크에 있어서의 최대 아크압력에及ぼす電極形狀の影響, 溶接學會論文集, 3-2(1985) p.246-252
- 3) S. M. Cho : A Study on the Bead Stability in High Speed TIG Welding, Journal of KOSME, Vol.18, No.3, 1996 p.318-327
- 4) 丸尾, 平田 : パルス TIG 溶接におけるビード形成現象, 溶接學會論文集, 3-2(1985) p.253-260
- 5) 安藤, 長谷川 : 溶接アーク現象(増補版), 産報