

# 깨끗하고 미적인 용접 비드를 위한 TIG Pulse 파형의 응용

## Application of TIG Pulse Wave Form for Clean and Beautiful Welding Bead

김선희\*, 김명수\*\*, 조상명\*\*\*

\* 부경대학교 대학원

\*\* 부경대학교/디자인학부

\*\*\* 부경대학교/소재프로세스공학과

### 1. 서 론

용접 산업이 3D 이미지를 갖게 된 것은 용접 작업시의 환경 뿐만 아니라 용접 후의 비드외관이 아름답지 못하였기 때문일 것이다. 사회적으로 용접을 기피하는 현상을 용접 친화적으로 전환 하기 위해서는 작업이 편하고, 그 환경을 깨끗하게 하는 것과 아름다운 용접 비드를 형성하여서 예술적 느낌을 가지도록 하는 노력이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 미적인 느낌을 받을 수 있는 다양한 비드를 얻기 위하여 TIG 펄스파형으로 오스테나이트계 스테인리스 강판 위에 비드 용접 실험을 행하였다.

### 2. 펄스 전류 파형 및 비드셀의 정의

#### 2.1 펄스 전류 파형의 정의

Fig. 1은 펄스 전류를 정리한 것이다.

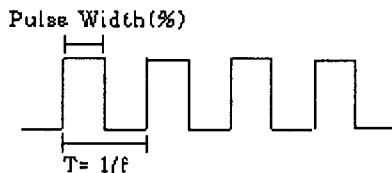


Fig. 1 Pulse current Waveform

- Pulse width(%),  $W_p$  : 한 주기 중 펄스전류가 흐르는 비율

- Pulse Time(sec),  $T_p$  : 펄스전류 통전 시간  
 $T_p = T \cdot W_p(\%)/100, \text{ sec}$  (1)

#### 2.2 펄스 용접비드의 정의

\* 펄스 비드셀의 정의

펄스전류로 형성된 하나의 용융풀에 의해 만들어진 단위 비드

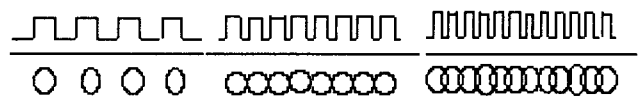


Fig. 2 Pulse Bead Cell

\* 펄스 비드니플의 정의

비드셀이 서로 겹쳐져서 비드 위에서 결무늬를 이루고 있는 것



Fig. 3 Ripple of Pulse Bead

\* 펄스 비드셀의 피치,  $P_c$

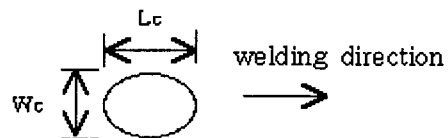


Fig. 4 Pitch of Pulse Bead Cell

$$P_c = v/f, \text{ mm}$$

여기서  $f$  : 주파수,  $v$  : 용접속도, mm/sec

\* 펄스 비드셀 형상의 정의



$W_c$  : Bead Cell Width,  $L_c$  : Bead Cell Length

Fig. 5 Shape of Pulse Bead Cell

여기서 Bead cell의 형상은 폭과 길이에 따라 다음과 같이 Aspect Ratio로 나타낼 수 있고 펄스 용접 조건에 의해 다양하게 변한다.

\* 펄스 비드셀 형상비, Rc

$$Rc = Lc/Wc \tag{2}$$

① Rc = 1.0 : 원형 Pulse Bead Cell, Bead cell 폭에 비하여 Pulse time 동안의 토치 이동거리가 작은 경우

② Rc > 1.0 : 타원형 Pulse Bead Cell, Bead Cell 폭에 비해 Pulse time 동안의 토치 이동거리가 큰 경우

③ Rc < 1.0 : impossible

\* 여기서, 원형 비드 셀의 직경 Dc=Wc

### 3. 비드셀 직경에 미치는 인자의 검토

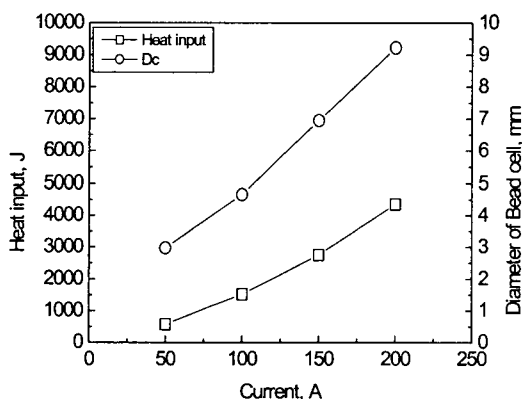
#### 3.1 입열량에 따른 Bead cell 직경검토

##### 3.1.1 전류변화에 따른 검토

Table 1은 비드셀 직경에 미치는 전류의 영향을 검토하기 위해 50~200A사이의 영역에서 1초 동안 정지아크를 유지했을 때의 조건을 나타낸다. Fig. 6은 전류 크기에 따른 입열량과 비드셀 직경을 보인 것이다.

Table 1 Welding Condition

Current, A	50, 100, 150, 200
Welding Time, sec	1
Arc Length, mm	2
Tungsten Electrode, °	30



Heat input, Q = E · I · t, J

Fig. 6 Diameter of bead cell by current at still arc

#### 3.1.2 용접시간에 따른 비드셀 직경

Table 2는 정지 아크 상태에서 100A 전류로 용접시간을 변화시켰을 때의 비드셀 직경 변화를 보기 위한 조건이다.

Table 2 Welding Condition

Current, A	100
welding time, sec	0.5, 1, 2, 3, 4, 5
Arc Length, mm	2
Tungsten Electrode, °	30

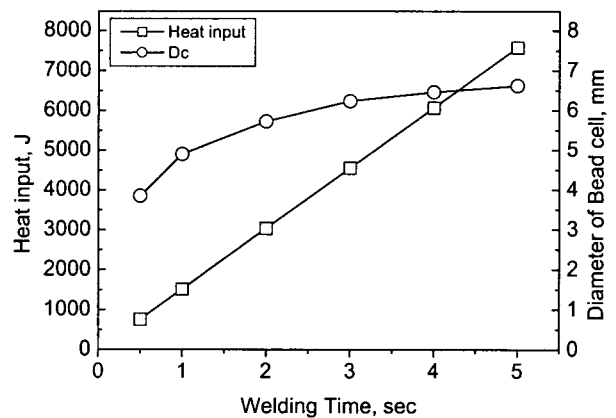


Fig. 7 Diameter of bead cell by welding time at still arc

Fig. 7에서 용접 시간이 증가하면 입열량은 시간에 비례하여 커지지만 비드셀 직경은 포화되는 경향을 보인다.

### 3.2 Bead Cell 형상비에 미치는 펄스 전류 및 용접속도의 영향

- 비드셀 폭, Wc : 펄스 전류에 주로 지배됨
- 비드셀 길이, Lc : 펄스 시간 및 용접속도에 주로 지배됨

여기서 비드셀 길이는 항상 다음 식과 같이 그 폭 이상으로 된다.

$$Lc \geq Wc \tag{3}$$

펄스 시간 중 토치 이동거리 Lt,

$$Lt = \text{펄스시간}(Tp) \cdot \text{용접속도}(v)$$

$$Lc = Wc + Lt = Wc + Tp \cdot v$$

$$Rc = \frac{Lc}{Wc} = \frac{Wc + Tp \cdot v}{Wc} = 1 + \frac{Tp \cdot v}{Wc}$$

(4)

Table 3은 펄스폭을 변화시키면서 여러 피크 전류에 의해 펄스용접하였을 때의 조건을 나타낸다.

Table 3 Welding Condition

Pulse width, %	15, 30, 45, 60
Peak current, A	100, 150, 200
Base current, A	30
Arc length, mm	2
Tungsten electrode, °	30
Frequency, Hz	0.5
Welding speed, mm/sec	5

Fig. 8은 다양한 펄스폭으로 용접하였을 때의 출력전류, 전압 파형이다.

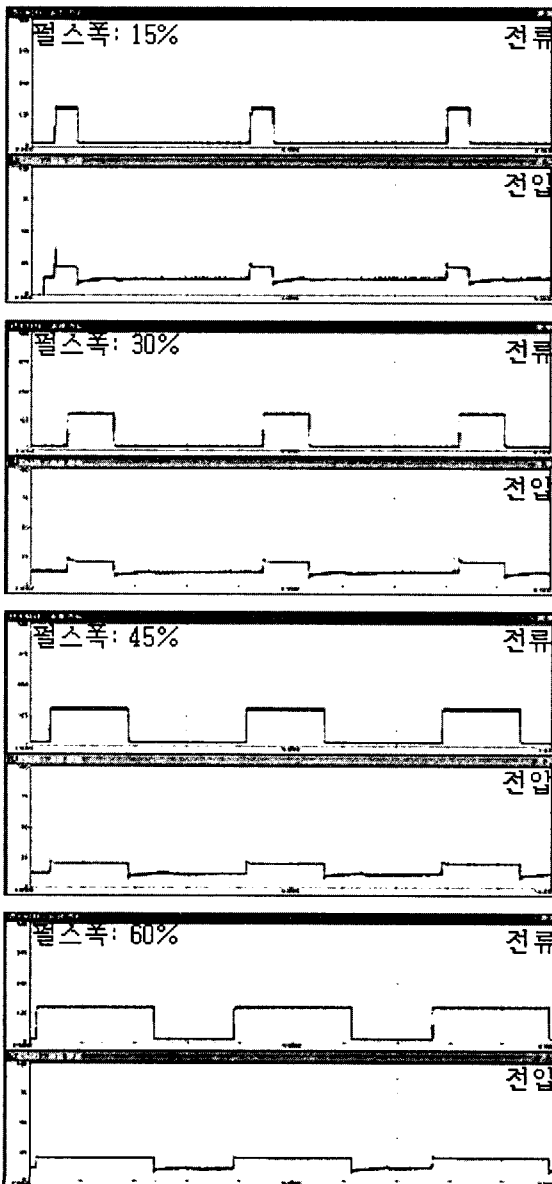


Fig. 8 Waveforms by various pulse width

Fig. 9는 피크 전류를 100, 150, 200A로 하였을 때 펄스폭에 따른 비드셀의 형상비를 보인 것이다. 피크 전류가 낮아 비드셀의 폭이 작을수록 펄스폭의 증가에 따라 비드셀은 길게 됨을 알 수 있다.

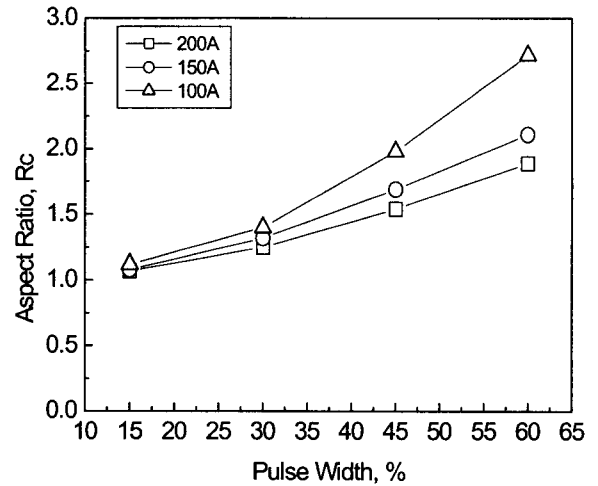


Fig. 9 Aspect ratio by various pulse width

Wp (%)	Bead appearance (Ip=200A, f=0.5Hz, v=5mm/sec)
15	
30	
45	
60	

Fig. 10 Bead appearance by pulse width

참고문헌

1. 조상명, 서상균 : GTA용접용 텅스텐 전극팁의 연마 상태가 아크특성에 미치는 영향(2001. 2 p33-39)




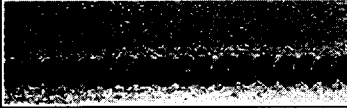
f (Hz)	Bead appearance( $I_p=150A$ , $W_p=15\%$ , $v=5mm/sec$ )
0.5	
1	
2	
3	

Fig. 11 Bead appearance by pulse frequency



f (Hz)	Bead appearance
1.5	
3	

Fig. 12 Bead appearance by pulse TIG welding with up slope

4. 결 론

깨끗하고 미적인 용접 비드를 얻기 위한 TIG Pulse 파형의 응용 실험결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 펄스파형에 의해 형성되는 용접비드의 형상을 표현하기 위해서 비드셀의 개념을 도입하였다.
- 2) 펄스 용접 조건을 적절히 선택하면 물방울 모양의 원형 비드셀, 꽃잎 모양의 타원형 비드셀 및 물고기 비늘모양의 겹쳐진 비드셀 등 미적 느낌을 부여할 수 있는 다양한 방법을 개발하였다.