

광폭 오실레이션 육성용접에서 Turning point근방의 입열량이 용입에 미치는 영향

The effect of heat input at turning point on penetration
in the wide oscillation overlay welding

고찬식*, 황규민*, 추용수*, 김종휘**, 강수성**, 조상명****

* 부경대학교 대학원 소재프로세스 공학과

** (주)KIC/기술개발부

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

1. 서 론

광폭 오실레이션 용접은 내마모성 및 내식성을 요구하는 Wear plate 경화육성 용접공정에 주로 사용된다. 이 용접의 가장 큰 단점인 용입 불균일은 희석에 의해 경도편차를 야기 시키는 원인이 된다.

광폭 오실레이션 공정의 Turning point근방의 용입을 균일하게 얻기 위해 본 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 Turning point근방의 입열량이 용입에 미치는 영향을 고찰하기 위하여 Turning point와 Center point 전·후 비드 2mm 총 4mm에 투입된 입열량을 계산하여 그 입열량 비로 Turning point에서의 용입 불균일을 판단하고 평가하였다.

2. 정 의

2.1 오실레이션 용접에서 속도의 정의
Fig. 1은 광폭 오실레이션 용접에서 오실레이션 속도와 대차 이송속도 그리고 용접속도를 나타낸 것이고 정의는 다음과 같다.

- 오실레이션속도(Oscillation speed) : 용접비드 횡방향으로 용접토치가 이동하는 속도
- 대차 이송속도(Traveling speed) : 용접비드 종방향으로 대차가 이동하는 속도
- 용접속도(Welding speed) : 오실레이션속도와 대차 이송속도에 의해 용접비드를 형성하는 속도

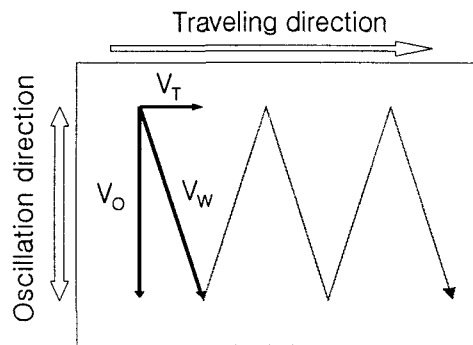


Fig. 1 Definition of the various speed in the oscillation

2.2 입열비의 정의

- 중심점 입열량 : 비드 Center에서 전·후 2mm 총 4mm 구간에 투입된 열량
- Turning point 입열량 : Turning point에서 전·후 2mm 총 4mm에 투입된 열량

$$R_Q = \frac{Q_{tp}}{Q_{cp}} \text{ ----- [1]}$$

Q_{tp} : Turning point 근방의 입열량(J)

Q_{cp} : Center point 근방의 입열량(J)

R_Q : Turning point/Center point 근방의 입열량비

2.3 용입비의 정의

$$R_P = \frac{P_{tp}}{P_{cp}} \text{ ----- [2]}$$

P_{tp} : Turning point 의 용입깊이(mm)

P_{cp} : Center point 의 용입깊이(mm)

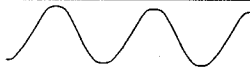

R_P : Turning point/Center point의 용입비

3. 실험방법

3.1 오실레이션 Mode에 따른 속도 비교

Table 1은 변속 및 등속오실레이션 Mode의 형태를 나타내고 있다. 이 Mode에 따라서 Fig. 2에서 보이는 것과 같이 변속오실레이션은 비드 중앙에서 속도가 60mm/sec로 빠르고 Turning point 전·후 2mm에서는 6mm/sec로 매우 느린 형태를 보이고 있다. 등속오실레이션은 40mm/sec의 등속운동에 가까운 형태로 움직인다. 따라서 변속오실레이션은 Turning point에서 입열량이 현저히 증가하고 반면에 등속오실레이션은 일정한 속도를 유지하면서 Turning point근방에서 급격히 속도가 낮아지기 때문에 토우부에서의 입열량이 상대적으로 많이 감소한다

Table 1 Waveform with respect to the different processes

Mode	Oscillation form
Variable speed	
Constant speed	

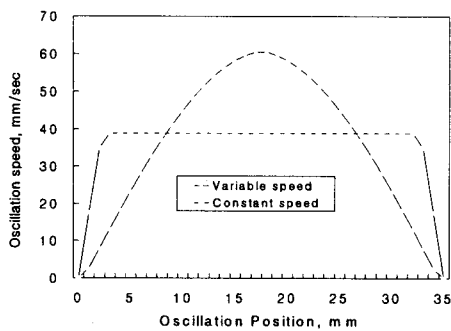


Fig. 2 Comparison of oscillation speeds to oscillation position

3.2 실험조건

Table 2 Experimental condition of different speed systems

	Variable speed System	Constant speed System
Set current, A	400	
Set voltage, V	30	
Oscillation width, mm	35	
Oscillation speed, cpm	168	210
Traveling speed, cpm	19.25	21
Substrate thickness, mm	7	

3.3 분석방법

Fig. 3은 오실레이션에 따른 용입형상을 모식도로 나타내고 있다. 용접비드 Center line에서 17.5mm 떨어진 곳인 Turning point에서 비드 종방향으로 절단 후 용입이 깊은 곳과 얇은 곳을 비드 횡방향으로 절단하여 분석하였다.

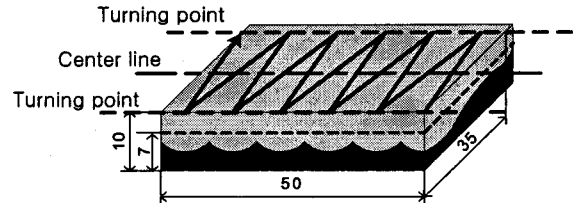


Fig. 3 Schematic of penetration configuration with the oscillation pattern

4. 실험 결과 및 고찰

4.1 Turning point에서 용입깊이 변화

Table 3은 변속오실레이션 방식의 Turning point에서 종, 횡 단면 마크로를 나타낸 것으로 비드 Side에서 느린 용접속도로 인해 입열량이 증가하여 Turning point에서 용입이 깊어진다

Table 3 Cross sectional at turning point by variable speed system

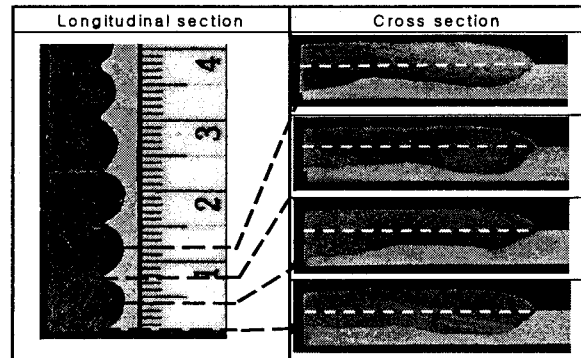


Table 4 Cross sectional at turning point by constant speed system

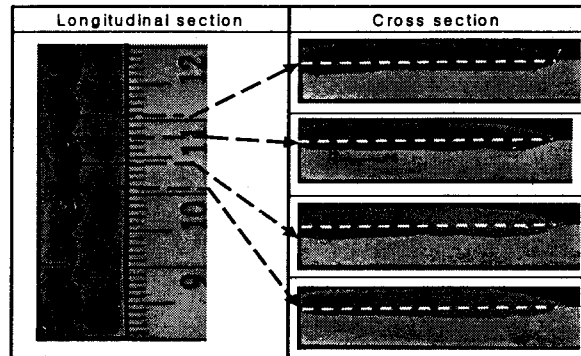


Table 4는 등속오실레이션 방식의 Turning point에서 중, 횡 단면 마크로를 나타낸 것으로 Bead Side에서 변속방식보다 Turning point에서 상대적으로 빠른 용접속도로 인해 입열량이 감소하여 용입이 얇아지는 현상을 관찰할 수 있다

4.2 입열량에 따른 용입 비교

Table 5는 변속방식의 입열량과 등속방식의 입열량을 나타낸 것으로 변속방식의 입열비는 21.69 그리고 등속방식의 입열비는 3.43으로 변속 방식보다 현저히 적었고 Fig. 4에서 나타난 것처럼 입열비가 큰 변속방식이 용입차가 큰 것을 알 수 있다. 이 입열비와 용입비의 관계는 Fig. 5에 나타내었다. 입열비(R_Q)가 증가 할수록 용입비(R_p)가 커지는 것을 알 수 있다. 따라서 Center point와 Turning point의 용입을 일정하게 하기 위해 Turning point근방의 속도조절 또는 지연시간을 부여함으로 입열비를 적절히 유지하여야 한다.

Table 5 Comparison of heat input with respect to variable speed and constant speed

	Heat input of Variable speed	Heat input of Constant speed
$Q_{cp}(J)$	786.35	1230.14
$Q_{tp}(J)$	17057.28	4223.65
R_Q	21.69	3.43

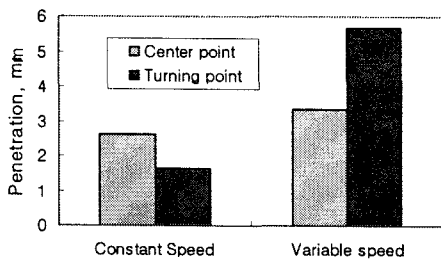


Fig. 4 Comparison of penetration at center point and turning point with oscillation pattern

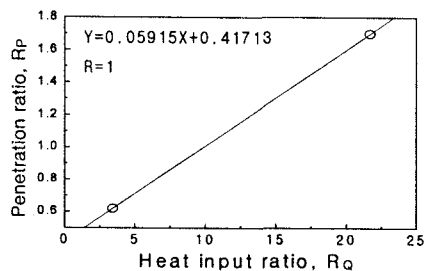


Fig. 5 The effect of heat input ratio on penetration ratio

4.3 용입에 따른 경도분포

Fig. 6은 변속오실레이션 방식의 비드 횡단면 경도측정을 나타낸 것으로 오른쪽 Bead side의 깊은 용입 구간에서 희석율이 높아 경도가 660Hv정도로 낮고 이에 비해 왼쪽 Bead에서는 810Hv정도로 높은 것을 알 수 있다.

Fig. 7은 등속오실레이션방식의 비드 횡단면 경도측정을 나타낸 것으로 용입이 깊어짐에 따라 경도도 떨어지는 경향을 보였으나 산포는 크지 않았다.

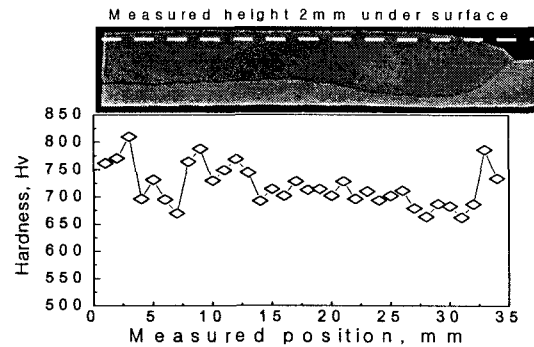


Fig. 6 Vickers hardness distribution in variable speed system

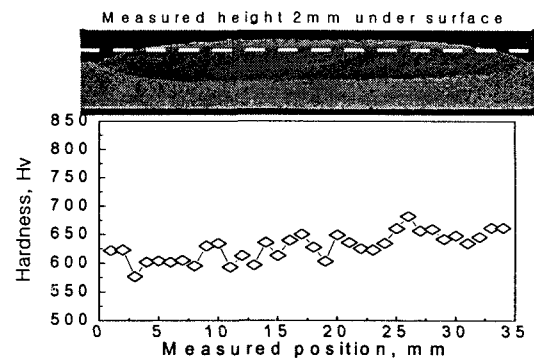


Fig. 7 Vickers hardness distribution in constant speed system

5. 결 론

광폭 오실레이션 육성용접에서 Turning point 근방의 입열량이 용입에 미치는 영향을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 변속오실레이션 방식의 입열량비가 21.69로 Turning point의 용입이 Center point 보다 깊었고 등속오실레이션 방식의 입열량비는 3.43으로 Turning point에서 용입이 얇았다.

2) Turning point근방의 용입이 Center point에 비해 지나치게 증가하며 희석에 의한 경도의 불균일 현상을 나타낸다.