

분말용가재판을 사용한 광폭 경화육성을 위한 트윈토치 GMAW 공정개발

Development of GMAW process with twin torch for wide hardfacing using compound filler plate

강수성*, 황규민**, 김성덕**, 강정인*, 조상명***

* 주식회사 케이아이씨

** 부경대학교 대학원 소재프로세스공학과

*** 부경대학교 신소재공학부 소재프로세스공학 전공, pnwcho@pknu.ac.kr

1. 서 론

일반적으로 내마모판은 연성이 우수한 모재 위에 내식, 내마모성 또는 내열성이 우수한 용접재료를 용접하여 표면을 경화시킴으로써, 표면의 접촉강도와 충격강도를 개선시킨 강판재로서 발전소나 시멘트, 제지, 화학산업 등에 호퍼, 덕트, 분쇄기 등 내열, 내마모성을 요구하는 환경에 사용된다¹⁾.

종래에 개발된 CFP GMAW(Compound Filler Plate Gas Metal Arc Welding)법은 기관위에 물유리로 점결한 CFP(Compound Filler Plate)를 두고 GMAW(Gas Metal Arc Welding)로 클래딩하는 기법으로 컴파운드 파우더의 손실을 줄이고 용입을 균일하고 얇게 형성하여 회석에 의한 경도감소를 방지할 수 있는 장점이 있다²⁾.

고품질의 내마모판을 생산하기 위해 발명한 CFP GMAW 공법의 양산 기술 개발을 위해서는 지나치게 얇은 용입깊이를 깊고 일정하게 하고, 비드형상을 제어하는 기법, 그리고 생산성을 향상시키기 위한 기술이 요구된다.

본 연구에서는 생산성을 향상시키기 위해 CFP GMAW 공법에 Twin Torch법을 적용하였고, 용입제어기능, CFP 건조도, 가스생성 Flux의 사용, 물유리 농도 등을 제어하여 용입깊이를 깊게 하는 기법을 개발하였고, Cu 및 세라믹 댄을 적용하여 비드사이드 형상을 개선하였고, 부착 스패터가 없는 용접부를 형성할 수 있었다.

2. 정 의

2.1 Twin Torch CFP GMAW법의 정의

- CFP GMAW(Compound Filler Plate Gas Metal Arc Welding) : 연강기판 상부면에 compound powder를 판상으로 경화시켜 만든 분말용가재판(Compound Filler Plate)을 올려두고 GMAW로 오실레이션하여 육성용접하는 방법

Fig. 1은 Twin Torch CFP GMAW법을 적용하여 용접하기 위해 준비한 상태를 보인다.

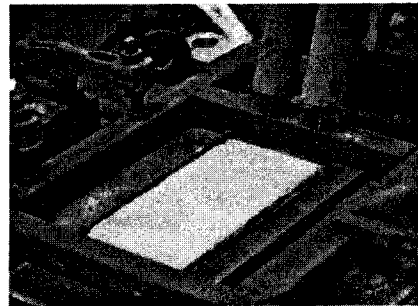


Fig. 1 Twin Torch CFP GMAW

2.2 용접부의 정의

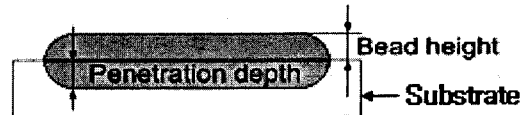


Fig. 2 Definition of bead height and penetration depth

- 용입깊이 : 기판 상부면에서 용융선까지의 거리
- 비드높이 : 기판 상부면에서 비드 표면까지의 거리

3. 실험 방법

3.1 용입제어 무/유 기능 적용 실험 조건
본 용접실험에 사용한 KOBELCO용접기에는 용입 제어라는 기능이 있다.

Table 1은 용입제어 기능을 사용하여 CFP GMAW에서 용입깊이 증가 효과를 알아보기 위한 실험조건이다.

Table 1 welding condition

Power source	KOBELCO SENSARC CS500
Substrate size	200*100*6t mild steel
CFP size	135 * 67 * 7t
Wire diameter	Φ 1.6
Set current / voltage	500 A / 45 V
Welding speed	20 cpm
CTWD / Torch distance	40 mm / 35 mm
Oscillation width/lead	35 mm / 5 mm
Substrate cooling	by water cooled Cu plate
Shield gas	CO ₂ 100%, 20 L/min

3.2 CFP건조시간 및 가스생성 Flux유/무 실험조건

Table 2는 CFP건조시간 및 가스생성 Flux 첨가 유/무가 용입깊이에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험 조건이다

Table 2 Condition for the variation of CFP dry time.

Gas formation Flux	With				Without			
CFP dry time, day	0	2	4	6	0	2	4	6

3.3 물유리 농도 및 종류 변경 실험조건

Table 3은 물유리 종류 및 농도가 용입깊이에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험 조건이다.

Table 3 Condition for the variation of water glass concentration

Water glass type	A			B		
Water glass concentration, %	100	80	60	100	80	60

3.4 Cu 댐 및 세라믹 댐 적용 실험조건

Table 4는 Cu 댐 및 세라믹 댐을 CFP양 옆에 대어서 비드 사이드 형상을 개선하기 위한 실험 조건이다.

Table 4 Condition for application with Cu dam and ceramic dam

Dam	Cu bar	Ceramic tile
Size, mm	150*25*25	150*25*5

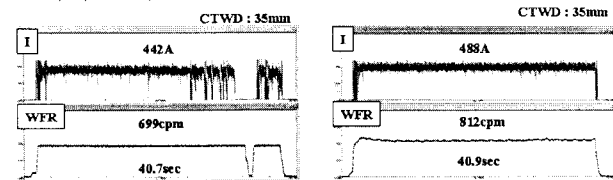
4. 실험결과 및 고찰

4.1 용입제어 무/유 기능 적용 실험 결과

용입제어 “유”의 기능은 CTWD가 증가하여도 출력전류를 유지하여 아크발열량을 일정하게 해 주는 기능이다.

Fig. 3은 설정전류 500A, CTWD 35mm에서의 용입제어 기능을 사용한 파형이다.

(a)는 용입제어 무의 조건으로 출력전류가 442A로 많이 떨어졌다. (b)는 용입제어 유의 조건으로 출력전류가 488A로 거의 떨어지지 않고 와이어 송급속도가 증가되었고, 같은 설정용접조건에서 보다 깊은 용입깊이를 얻을 수 있다.



(a) Penetration control “Off (b) Penetration control “On”

Fig. 3 The welding waveform with penetration control on/off

Fig. 4는 용입제어 무/유로 용접한 비드의 마크로 횡단면을 나타낸 것이다. Fig. 5는 그 용입 깊이와 비드 높이를 CAD digitizing을 사용해서 3mm 간격으로 측정 한 결과를 보여준다.



(a) Penetration control “Off”



(b) Penetration control “On”

Fig. 4 Cross section by penetration control on/off

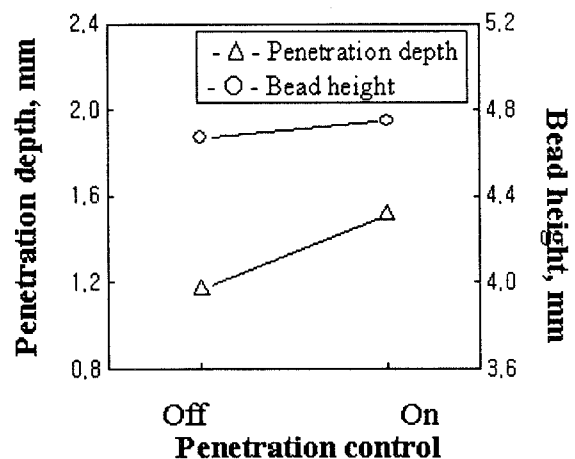


Fig. 5 The effect of penetration control on/off on penetration depth and bead height
용입제어 유 기능을 적용하였을 때 용입깊이가 0.34mm증가하였고 이때의 비드높이는 거의 변화가 없었다.

4.2 CFP건조시간 및 가스생성 Flux유/무 실험결과

Fig. 6은 CFP건조시간 및 가스생성 Flux유/무에 따른 용입깊이의 영향을 나타낸다. CFP의 건조시간이 길수록 용입깊이가 얕아진다. 또한 Flux가 첨가된 CFP의 용입깊이가 더 깊음을 알 수 있다.

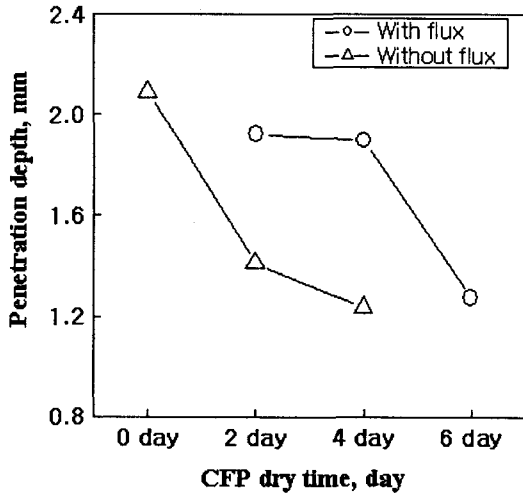


Fig. 6 The effect of CFP dry time and with/without flux on penetration depth

4.3 물유리 농도 및 종류 변경 실험결과

Fig. 7은 물유리 농도 및 물유리 종류에 따른 용입깊이의 영향을 나타낸다. 물유리 농도가 연할수록 용입깊이가 깊어짐을 알 수 있다.

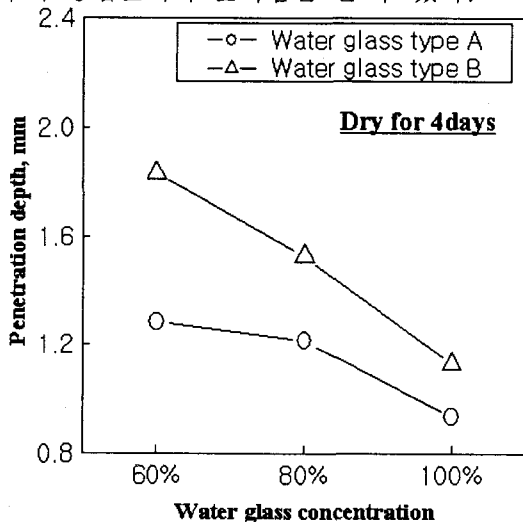


Fig. 7 The effect of water glass concentration and water glass type on penetration depth

4.4 Cu 댐 및 세라믹 댐 적용 실험결과

Table 5는 Cu 댐 및 세라믹 댐을 설치하였을 때의 비드 표면 및 비드 횡단면을 나타낸다. 두 경우 모두 댐의 형상에 따라 비드 사이드 형상이 개선되었고 기관위에 스파터가 부착되어 있지 않았다

Table 5 Experimental results of applications using Cu dam and ceramic dam

	No dam	Cu dam	Ceramic dam
Bead surface			
Cross section			

5. 결 론

분말 용가재판을 적용한 트윈아크 경화육성용접에서 용입깊이와 비드형상 제어 실험 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) CFP GMAW공정에 Twin Torch를 적용하는 것이 가능하였고 비드 연결부가 없는 고품질의 광폭 비드를 형성할 수 있었다.
- 2) KOBLECO 용접기에서 용입제어 유를 적용할 경우 아크전류가 증가하여 동일 조건에서 평균 용입깊이가 0.34mm증가하였고, 비드 높이는 0.08mm 만이 증가되었다.
- 3) CFP 건조시간이 짧을수록 용입깊이가 깊어지는 경향을 보였고 Flux가 첨가된 CFP의 용입깊이가 더 깊었다.
- 4) 물유리가 많이 희석될수록 용입깊이가 깊어지는 경향이 뚜렷했고, B물유리가 A물유리에 비해 깊은 용입깊이를 보였다.
- 5) Cu 댐 및 세라믹 댐을 적용하여 용접한 경우 비드사이드 형상이 댐의 형상과 같이 유지되었고, 기관위에 스파터가 부착되지 않았다.

참 고 문 헌

1. 백응률, 안상호, 김종관 : SS-FCAW Process에 의한 고크롬 철계 육성용접의 용접특성, 대한용접학회 개요집, 제 1권, 69-71 (1992)
2. 고찬식 : 경화육성용접 품질 향상을 위한 CFP GMAW 공정개발, 부경대학교 공학석사 학위논문, (2007. 8.)
3. Chieh Fan et.al. : Microstructure change caused by (Cr,Fe)₂₃C₆ carbides in high chromium Fe-Cr-C hardfacing alloys, Surface & Coatings Technology, 577-580 (2006)