

하드페이싱용 Fe-Cr-C계 메탈코어드 와이어의 GMA 육성용접 특성

GMA hardfacing weldability of Fe-Cr-C metal cored wire

한규호*, 채현병*, 강남현*, 김철희*, 김준기*, 김정현*, 김동환**

* 한국생산기술연구원

** 고려대학교 재료공학부

1. 서 론

하드페이싱(hardfacing) 용접은 내마모성, 내식성이 우수한 금속재료를 저렴한 모재표면에 다양한 방법으로 육성시켜 부품의 표면특성을 향상시키는 용접방법이다. 하드페이싱 용접에는 석탄, 시멘트, 암석 등의 분쇄와 같이 심한 연삭 및 충격마모 환경에서부터 허용오차가 작은 정밀 내마모 부품에 이르기까지 제품의 용도에 따라 다양한 용접재료가 사용되고 있다.¹⁾

대표적인 하드페이싱 용접시공 방법으로는 GTA와 GMA 용접을 들 수 있으며 용접생산성 측면에서는 GMA 용접이 선호되고 있다. GMA 하드페이싱 용접시공을 위해서는 모재와의 희석율이 적고 비드의 우수한 비드를 형성하는 것이 유리하지만 기존의 GMA 용접비드 형상에 대한 연구는 용입 깊이에 초점에 맞추어져 있어 하드페이싱을 위한 용접조건의 최적화 연구가 필요하다.

본 연구에서는 하드페이싱 용접재료 중에서 Co계 Stellite 합금을 대체하기 위해 국내에서 자체 개발된 Co-Free Fe-Cr-C계 메탈코어드 와이어²⁾에 대하여 GMA 육성용접시 용접조건이 모재와의 희석율 및 비드형상에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 (주)알로이텍으로부터 공급 받

은 Fe-20Cr-1.7C-1.1Si의 조성의 $\phi 1.6\text{mm}$ 메탈코어드 와이어를 사용하여 GMA 용접을 수행하였다. GMA 용접기로는 DAIHEN사의 600A급 SCR 용접기를 사용하였고 보호가스는 순수 Ar으로 20 ℓ/min 의 유량을 사용하였다. 40mm 두께의 스테인레스강(STS 304) 사각봉 모재에 첫 번째 pass는 30초, 두 번째 pass는 15초간 총 45초 동안 bead on plate 방식으로 용접을 실시하였다.

용접조건은 Table. 1과 같으며, 용적이행 모드를 관찰하기 위해 각 조건의 용접시마다 용접전류/전압 신호를 측정하였고 아크 안정성을 평가하기 위하여 스파터 포집장치를 이용하여 스파터 발생량을 측정하였다.

용접조건에 따라 실험을 한 후 비드단면의 형상을 매크로 조직검사를 통해 용접재료의 모재에 대한 희석율(dilution)을 측정하였고 Fig. 1과 같이 비드의 퍼짐성을 평가하기 위해 비드의 두께/폭을 측정하여 GMA 하드페이싱 공정에 따른 용접비드의 특성을 조사하였다.

Table. 1 GMA 용접조건

No.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
Current	240 A					270 A				
Voltage	24	27	30	33	36	24	27	30	33	36
No.	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
Current	300 A					330 A				
Voltage	24	27	30	33	36	24	27	30	33	36
No.	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	* Travel speed : 250 mm/min				
Current	360 A									
Voltage	24	27	30	33	36					

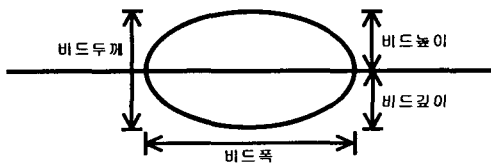


Fig. 1 용접비드 단면 용어

3. 결과 및 고찰

Fe-Cr-C계 용접재료의 용접전류 및 전압에 따른 모재와의 희석율을 Fig. 2에 나타내었다. 24V에서는 전류가 증가할수록 비드 희석율이 감소하는 것을 볼 수 있었고 전체 전류에서 전압이 증가할수록 희석율이 증가하는 경향이 나타났다. 전류의 증가에 따라 24, 27V에서 희석율은 감소하지만 30V 이상으로 전압이 증가하면서 그 차이가 줄어들어 가는 것을 알 수 있다. 특히 용접전압이 33V일 때에는 240, 300, 330A의 전류조건에서 희석율이 10% 가까이 감소하는 거동을 보였다.

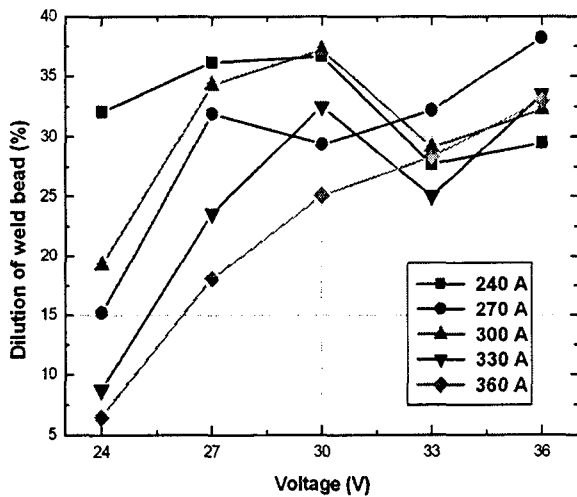


Fig. 2 용접조건에 따른 희석율

용접 전압/전류의 아크 신호를 측정하여 분석한 용접조건별 용적 이행모드를 Fig. 3에 나타내었다. 아크전압은 아크길이에 비례하며, 금속 이행 형태에 중요한 변수로 작용하는 것으로 알려져 있다.³⁾ Fig. 3에서 용접전류가 240A일 때에는 아크전압이 27V를 넘어서면서 단락 이행모드에서 스프레이 이행모드로 천이가 되는 것을 확인할 수 있었으며 용접전류가 270A 이상으로 증가

할 경우 30V에서 이행모드가 천이하는 것이 관찰되었다.

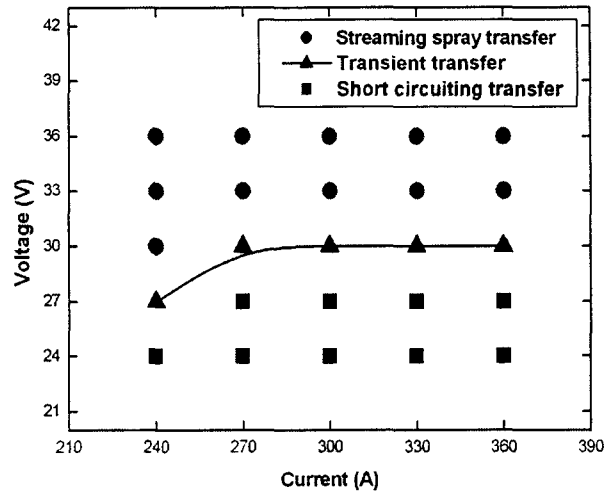


Fig. 3 용접조건별 용적 이행모드

Fig.2에서 용접전압이 33V일때 희석율이 감소한 것은 용적 이행모드가 단락 이행모드에서 스프레이 이행모드로 모두 천이되면서 각각의 용적 이행 모드에서 가지고 있는 모재에 대한 용입 특성이 차이로 인해 희석율의 변화가 일어난 것으로 생각된다.

비드의 퍼짐성을 평가하기 위한 용접비드 단면의 비드 두께/폭 비를 Fig. 4에 나타내었다. 모든 용접조건에서 전압이 증가할수록 비드의 두께/폭 비는 감소하는 경향을 확인할 수 있었다. 용접 전류가 240A인 경우에는 다른 전류조건에 비해 두께/폭 비가 다소 낮게 측정되었지만 전압이 증가하면서 그 차이가 감소하는 것으로 나타났다.

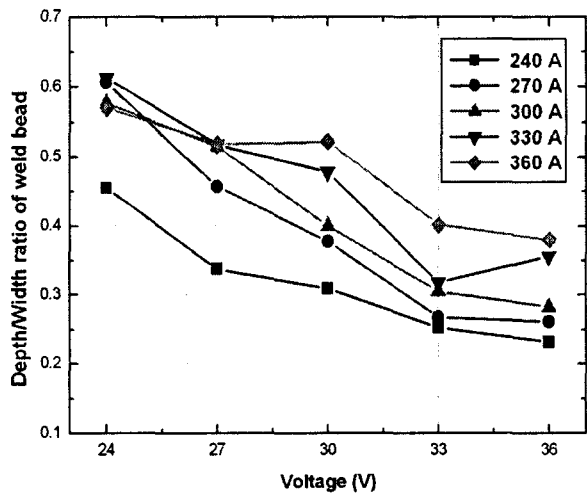


Fig. 4 용접조건별 용접비드의 두께/폭 비

용접조건이 24V일때 240, 300, 360A의 경우와 36V일때 300A인 용접비드 단면은 Fig. 5에 나타내었다. 24V에서 전류의 증가에 따른 모재와의 회석율이 감소하는 것을 확인할 수 있으나 비드의 두께/폭 비는 큰 변화가 없었다. 반면 300A에서 24V와 36V의 비드 두께/폭 비를 보면 확연하게 감소하는 것을 알 수 있다.

이는 일정 용접속도에서 전류에 따른 회석율의 감소는 용입깊이가 일정한 반면 용착량의 증가가 기인하는 것으로 생각된다. 또한 비드의 퍼짐성은 용접전압에 크게 영향을 받으며 퍼짐성 증가에 따른 회석율의 증가는 일정 용입깊이에서 용입면적의 증가에 기인하는 것으로 생각된다.

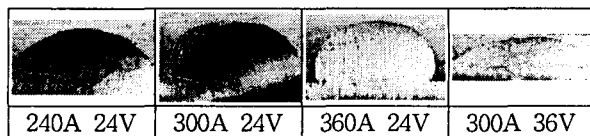


Fig. 5 용접비드 단면

참고문헌

1. R.L. O'Brien : Welding Handbook, AWS, vol.2, (1987)
2. Kown-yeong Lee, Sung-hoon Lee, Yangdo Kim, Hyun Seon Hong, Young-min Oh and Seon-jin Kim : The effects of additive elements on the sliding wear behavior of Fe-base hardfacing alloys, Wear. 255 (2003), 481-488.
3. 안영호 : GMA용접의 용적이행현상에 미치는 제인자의 영향, 대한용접학회지, 제 16권, 제 1호, (1998), 17-24.

4. 결 론

하드페이싱용 Fe-Cr-C계 $\phi 1.6\text{mm}$ 메탈코어드 와이어의 GMA 육성용접 특성에 관한 연구 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

1) Fe-Cr-C계 $\phi 1.6\text{mm}$ 메탈코어드 와이어의 GMA 육성용접시 용적 이행모드는 240A에서 27V, 270A 이상에서는 30V가 단락 이행모드에서 스프레이 이행모드로 천이되는 구간으로 나타났다. $\phi 1.2\text{mm}$ 솔리드 와이어의 용적 이행모드와 비슷한 용적 이행모드로 보인다.

2) 용접비드의 회석율에 영향을 미치는 주요인자는 일정한 용접속도에서 용접전류인 것으로 나타났다. 이는 주로 용접시 용입깊이가 일정한 반면 용착량이 증가하는데 기인하는 것으로 생각된다.

3) 용접비드의 퍼짐성에 영향을 미치는 주요인자는 일정한 용접속도에서 용접전압인 것으로 나타났다. 이는 주로 용입깊이 대비 용입폭의 증가가 큰 데에 기인하는 것으로 생각된다.