GMA용접에서 용접이행모드가 오버레이 용접부에 미치는 영향

Effect of Transfer mode on the Overlay weldment in GMA welding

*서희훈[1], #김준기[1], 김남훈[1], 김인주[1]
*H. H. Seo[1], #J. K. Kim[1](jkim@kitech.re.kr), N. H. Kim[1], I. J. Kim[1]
[1]한국생산기술연구원 용접접합기술센터

Key words : GMAW, Overlay welding, Transfer mode, Welding flux

1. 서론

GMA(Gas Metal Arc)용접 방법은 보호가스 분위기에서 용가재인 전극와이어와 용접하려는 모재 사이에 인가된 전기적 방전현상을 이용하는 것으로, 여기서 발생된 아크열로 전극와이어와 모재를 녹여 금속을 접합하는 용접공정중의 한가지이다.

이때 발생된 아크는 그 특성이 아크전압, 전류의 관계로서 나타나며 GMA용접에서 용융금속의 이행법은 크게 단락 모드(Short circuit mode), 입상용적 모드 (Globular mode), 스프레이 모드(Spray mode)로 나뉘며 이들 각각의 모드는 용접전압 및 전류의 신호로써 구별이 가능하다.

단락이행모드는 저전류, 저전압 조건에서 발생하며 입상용적 모드는 전류가 비교적 낮은 경우에 보호가스 조성에 관계없이 입상용적모드가 발생한다. 스프레이모드는 보호가스 분위기에서 용접전류가 증가함에 따라 발생한다. 스프레이 모드에서 특정 전류값에서 용적의 크기와 형상이 급격한 변화가 발생하는대 이러한 전류를 천이전류(Transition current)라 하며 용접전류가 천이모드 보다 낮은 경우 입상용적모드가 나타나고, 그 이상일 때에는 스프레이 모드가 발생한다[1,2]. 그에 따라 특정 전류값에서 용적의 크기와 형상이 전류, 전압의 신호는 용접공정중 용접환경의 변화에 관계하여 변할 것으로 예측되는데 이는 용접환경의 변화가 용융금속의 이행 및 보호가스 분위기 대하여 직접 또는 간접적으로 영향을 미칠 것이라는 데서 비롯된다.

본 연구에서는 효율적인 GMA오버레이 용접을 위해서 용접전류, 전압 파형을 제어함으로써 희석률(Dilution factor)및 비드의 퍼짐성(Spreadability), 스패터 등을 적절히 제어 하는대 그 목적이 있다고 할수있다. 용접 전류가 증가함에 따라 용착속도가 증가하고 모재에 가해지는 아크열로인해 용입 깊이가 증가하고 지나치게 높은 전류는 볼록한 비드를 형성하여 외관이 좋지 못하는 결과를 초래한다[3].

용접 전압은 아크길이에 비례하며 용접 비드의 형상 및 용적이행 모드에 중요한 변수로 작용한다. 용접전압은 아크전압뿐만 아니라 용접케이블과 접속 단자에서 발생하는 전압 강하를 포함한 전압을 말하며 용접전압이 증가하게 되면 비드 폭이 넓어지고 납작한 비드형상을 가지게 된다. 양호한 비드 형상을 얻기 위해서는 적절한 용접전압과 전류를 사용해야 한다.

GMA 오버레이 용접에서 아크안정성을 판단할 수 있는 스패터 발생 또한 중요하다고 할수있으며 스패터는 용가재의 손실을 초래하고 용접부 외관을 악화시키는 요인이다.

본 연구에서는 메탈코어드 와이어를 사용하여 GMA용접의 용접이행모드 조건에서 희석률, 퍼짐성, 스패터 등의 비드형상으로 용접이행모드가 오버레이 용접부에 미치는 영향을 조사하였다.

2. 실험방법

2.1 시험재료 및 용접조건

합금조성으로 제조된 Φ1.6mm 메탈코어드 용접와이어를 사용하였다. 와이어 코어의 함금분말 충진률은 30wt%이며 모재로는 면적 50x150mm, 두께 20mm 치수의 mild steel STS430을 사용하였다.

GMA 오버레이용접은 600A급 SCR 용접기를 사용하여 용접전압 24V~36V, 용접전류 240A ~360A 범위에 대해 비드용접 (bead on plate)을 수행하였다. 콘텍트팁, 모재간 거리(CTWD)는 22mm, 보호가스 Ar을 사용 하여 유량 20ℓ/min로 하였고, 용접속도는 4mm/sec, 용접 송급속도 7m/min로 고정하였으며 30초 동안 용접을 수행하여 120mm의 비드를 형성하였다.

2.2 비드형상 측정

오버레이용접부 중간지점을 절단하여 매크로 에칭한 용접부 단면을 디지털 영상장치로 관찰하여 Fig. 1에 나타낸 피드폭 (W), 비드높이(H), 용입(P), 모재용융부 면적(Ap), 육성부 면적(Ar) 등을 측정하였으며 식(1)과 (2)를 이용하여 희석률(D) 과 비드퍼짐성(S)을 계산하였으며 이들 비드형상 과 용접조건과의 연관성은 측정 하였다.

$$\text{희석률}, D = \frac{A_p}{(A_r + A_p)} \qquad (1)$$

$$\text{비드퍼짐성}, S = \frac{W}{H} \qquad (2)$$

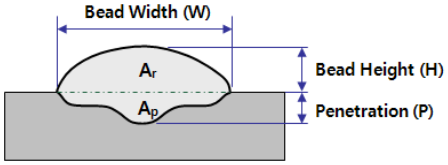

Fig. 1. Weld bead geometry.

3. 결과 및 고찰

비드형상과 용접조건과의 연관성을 조사하기 위해 용접중 용접전류 및 용접전압 파형을 Fig. 2와 같이 측정 하였으며 용적이행 모드를 분석하여 희석률 및 비드 퍼짐성을 등고선도 Fig. 3과 같이 나타내었다.

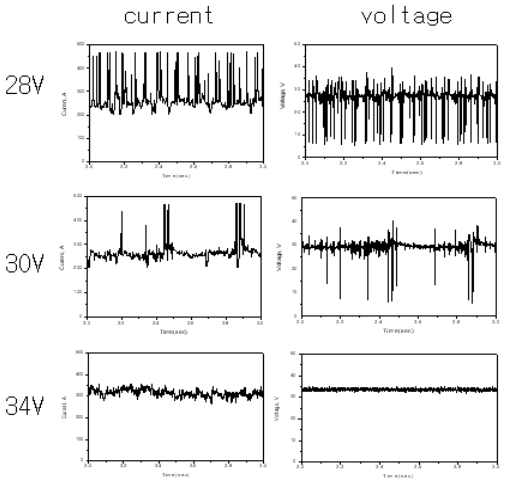

Fig. 2. Current and voltage waveforms measured during welding.

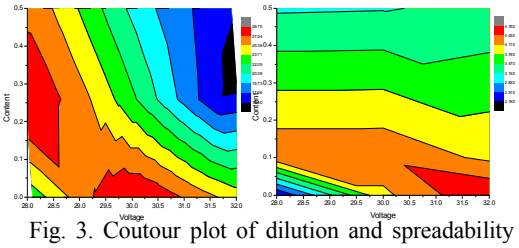

Fig. 3. Coutour plot of dilution and spreadability as a function of welding voltage and current.

용접전압이 28V일 때에 단락모드을 볼 수 있으며 30V에서 단락모드와과 스프레이 모드를 같이 볼 수 있는 천이구간과 34V이상 일 때 스프레이 모드를 관찰할 수 있었다.

이러한 용적이행모드로 오버레이 용접을 고려한다면 적절한 비드퍼짐성과 오버레이의 적정 희석률인 10~15%로 알려져 있는[4] 용접전류, 전압을 알 수 있을 것으로 생각된다.

4. 결론

GAM용접에서 용접이행모드가 오버레이 용접부에 미치는 영향에 대해 연구한 결과 용접전류와 전압 각각에 대한 비드퍼짐성 은 용접전류보다 용접전압에 의존하며 전압의 증가에 따른 비드폭 증가와 비드높이 감소를 알 수 있다.

참고문헌

1. The Korean Welding Society: 용접 접합 편람, (2007), 45~77 (in Korean)
2. G. Adam, et al.: Sensing of GMAW droplet transfer modes using an ER100S-1 electrode, Welding Jounal, Vol.69,NO.3, (1990), pp.103s-108s
3. Myun-Hee Kim. Jonn-Young Bae and sang-Ryong Lee: Development of inference algorithm for bead geometry in GMAW, J. of Korean Society of Precision Engineering. 19-4(2002), 132-139 (in Korean)
4. G. S. kim: Weld hardfacing technology, Journal of KWS. 17-5 (1999), 36~39 (in Korean)
5. ASM International: ASM Handbook Vol. 6. (1993). 789
6. J. F. Lancaster: The Physics of Welding Pergamon Press, Oxford, (1984)