

아크 모니터링에 의한 GMAW에서의 아크 안정성 평가

Evaluation of Arc Stability in GMAW by Arc Monitoring

조상명*, 오동수**, 이홍복**, 이광원***

*부경대학교, 부산, **광주기능대학, 광주, ***한국엘드몰드, 부산

1. 서언

국내에서는 CO₂ 용접이 가장 광범위하게 사용되고 있는데, 이는 CO₂ 가스의 가격이 다른 가스에 비해 무척 저렴하기 때문이다. 최근 용접자동화 추세에 따라 CO₂ 용접이 날로 확대되고 있는 것이 세계적인 추세이지만, 일반적으로 CO₂ 용접은 스파터의 발생량이 많고, 아크가 불안정하다는 단점이 있다^{1,2)}. CO₂ 용접시의 스파터 발생량은 용접작업의 적합성(이하 작업성)과 직접적인 관계가 있으며, 용접와이어의 성분, 용접전원 및 용접조건등 여러 가지 원인에 의해 영향을 받는 것으로 알려지고 있다^{3,4)}. 연강의 경우 Ar 가스에 O₂ 가스나 CO₂ 가스를 혼합한 MAG 용접을 적용할 경우 아크를 안정시키는 스프레이 이행이 일어나게 되어 스파터를 최소로 함과 동시에 이 혼합가스는 비드단면 형상을 변화시키고 용착금속의 젖음성과 유동을 촉진 시킨다고 알려져 있다⁵⁾. 실드가스를 CO₂ 가스만 사용하는 경우 단락 이행만이 일어났지만 92%Ar+8%CO₂ 혼합가스를 사용하면 CO₂ 가스만 사용하는 것에 비해 용적이행 형태를 스프레이 이행으로 변화시켜서 스파터량을 50~60% 감소시켜주고, 용착률이 높고 더 좋은 비드형상을 생성시켜 전 용접경비를 절감시켜 생산성을 향상시킨다⁶⁾고도 보고되고 있다. 그러나, 생산현장에서는 불활성 가스인 Ar 가스와 활성 가스인 CO₂ 가스를 적정비율로 혼합하여 사용하고 있지만, 이때의 혼합비율에 따른 용접특성에 대한 지식이 절대적으로 부족하여 숙련과 경험에만 의존하고 있는 실정이다. 이로 인하여 공정추가와 같은 생산성 저하의 요인이 생기고 있지만 그에 대한 정량적인 평가방법에 대한 연구나 개발이 제대로 이루어지지 않아 생산성이 획기적으로 증가하는데 제한을 받고 있다.

따라서 본 연구에서는 아크 모니터링기법에 의하여 가스금속아크용접(GMAW)시 Ar 가스와 CO₂ 가스의 혼합비, 솔리드와이어의 종류 및 용접전류의 고저에 따라 변하는 용적이행 현상과 아크 안정성을 검토 하였다. 그 결과를 각 조건에 따른 용접전류, 전압의 파형비교, 단락회수, 스파터 발생량, 비드외관과 단면형상과의 상관관계를 정량화시켜 Ar/CO₂ 실드가스의 CO₂ 가스 혼합비율(%)에 따라서 고능률, 고품질을 얻을 수 있는 MAG 용접의 기술적인 요인을 확립하고자 하였다.

2. 사용재료 및 실험방법

실험용 용접재료는 직경 1.2mm의 CO₂ 가스용접용 와이어인 AWS ER70S-6(KS규격 YGW12, 이하 YGW12)와 혼합가스용 와이어인 AWS ER70S-G(KS규격 YGW15, 이하 YGW)를 사용하였다. 용접 모재는 100(w) x 300(l) x 9mm(t) 크기의 연강을 사용하였고, 표면의 표피를 제거하지 않은 상태로 용접하였다. 용접은 준비된 모재를 구리로 만든 스파터 포집장치 내부에 설치하고, 약 250mm 정도의 비드 언 플레이트(bead-on plate) 용접을 길이방향으로 30초 동안 같은 용접조건에서 3회씩 실시하였다. 용접이 진행되는 동안 용접전류, 전압파형을 측정하였으며, 용접이 완료된 후에는 용접중 발생한 스파터를 용기내에 비산된 것, 모재위에 부착된 것, 가스노즐에 부착된 것과 팁에 부착된 전체량을 포집하여 무게를 측정하였고, 3회동안 용접한 것을 각각 측정하여 평균값을 구하여 단위시간당 스파터 발생량(g/min)으로 구하였다.

본 실험에 사용된 용접전원은 350A 용량의 인버터형 용접기이고, 용접전류 200A와 300A에서 YGW12에서는 Ar/CO₂ 실드가스의 혼합비율(%)을 100/0, 80/20, 60/40, 40/60, 20/80,

0/100이고, YGW15에서는 80/20과 0/100가스이며 사용된 혼합가스 유량은 모두 20 l/min 이었다. 용접전류와 전압은 아크 모니터링 시스템(Arc Monitoring System)을 통하여 30초간 용접이 진행되는 동안 용접 시작에서부터 10초간 측정하였다. 용접후 표면비드의 외관과 단면형상을 관찰하기 위하여 표면비드 외관을 비드표면으로부터 수직방향에서 촬영하였고, 용접비드 단면을 절단하여 시험편을 연마후 부식시켜 접사렌즈를 부착한 카메라로 단면형상을 촬영하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 1은 전형적인 단락이행 영역인 용접전류 200A에서 YGW12와 YGW15의 단락회수와 스파터 발생량과의 관계를 나타낸 것이다. 단락회수가 증가할수록 스파터 발생량이 감소되는 것으로 나타났다. Fig. 2는 용접전류 200A이고 YGW12와 YGW15에서 100%CO₂가스에서의 용접전류와 전압의 전형적인 파형을 나타낸 것으로서 YGW12가 YGW15에 비해 단락이 많이 일어나고 안정된 파형을 보인다는 것을 알 수 있다.

Fig. 3은 고전류 영역인 용접전류 300A이고 YGW12와 YGW15에서 저항의 변동계수와 스파터 발생량과의 관계를 나타낸 것이다. 저항의 변동계수가 증가할수록 스파터 발생량이 증가하는 경향을 나타냈다. Fig. 4 (a)는 용접전류 300A, YGW15, Ar/CO₂ 실드가스의 혼합비율(%)은 80/20에서 용접전류와 전압의 전형적인 파형을 나타낸 것이고, Fig. 4 (b)는 용접전류 300A, YGW12, 100%CO₂가스에서의 용접전류와 전압의 전형적인 파형을 나타낸 것이다. 용접전류 300A에서는 YGW15가 YGW12에 비해 저항의 변동계수가 작고 매우 안정된 파형을 나타냈다.

4. 결론

- 1) 전형적인 단락이행 영역인 용접전류200A에서는 단락회수가 증가할수록 스파터 발생량이 감소되었다.
- 2) 용접전류200A에서 스파터 발생량은 실드가스 조성보다는 와이어의 종류에 크게 영향을 받았다.
- 3) 고전류 영역인 용접전류300A에서는 저항의 변동계수가 낮을수록 스파터 발생량이 감소하였다.
- 4) 용접전류300A에서 스파터 발생량은 와이어의 종류보다는 실드가스 조성에 크게 영향을 받았다.

5. 참고문헌

1. 木村乾男, 橋口清住, 炭酸가스아크溶接におけるスパッタについて, 溶接技術, Vol.32, No. 2, 1984, PP. 76 ~ 78.
2. 奥田直樹, 溶接材料の種類とその特性, 使い分け(上), 溶接學會誌術, Vol. 56, No. 1, 1997, PP. 44 ~ 54.
3. S. Rhee, Observation of Metal Transfer during Gas Metal Arc Welding, Welding Research Supplement, No. 10, 1992, PP. 381s ~ 386s.
4. 藤原紀六, 三田常夫, 스파ッタ低減의效果的方法, 溶接技術, Vol. 33, No.2, 1985, PP.51 ~ 58.
5. Welding Handbook, Vol. 2, 7th ed., 1988, PP. 114 ~ 119, PP. 134 ~ 137.
6. Welding Journal, Manufacture Takes Action to Reduce Costs and Improve Quality, Welding Journal Miami, FL, A.W.S., V 68, N 2, 1996, PP. 55 ~ 57.

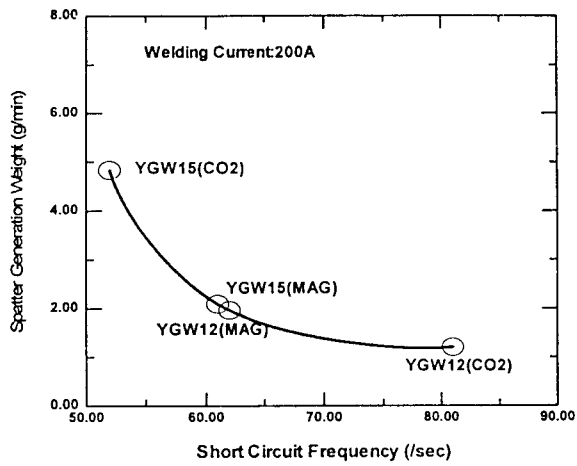
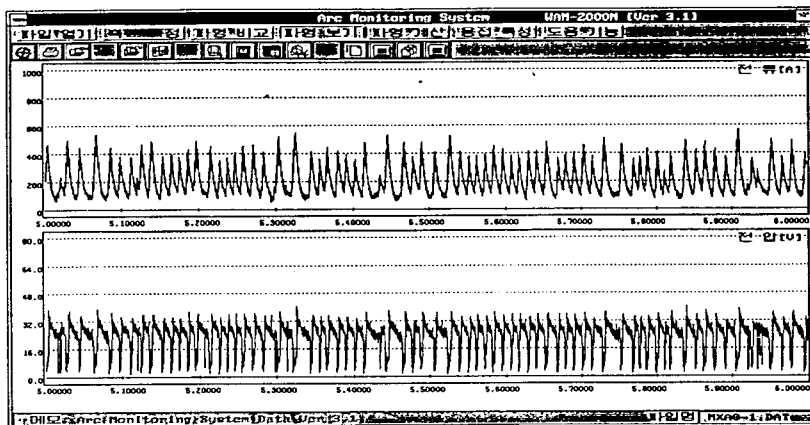
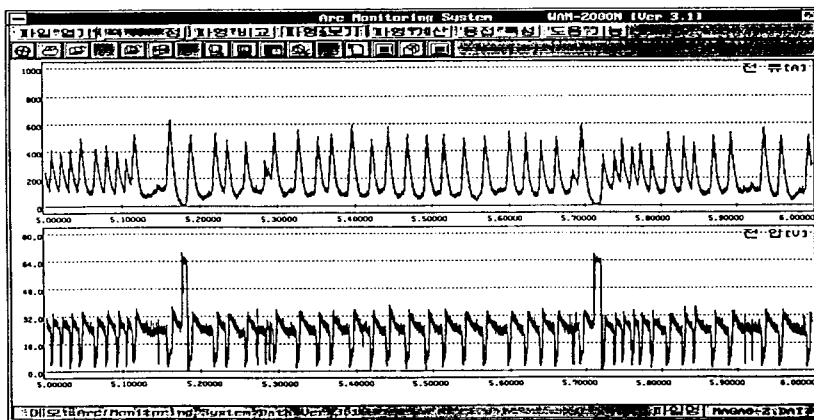


Fig.1 Relation between short circuit frequency and spatter generation weight



(a) YGW12, 100% CO₂ gas (200A)



(b) YGW15, 100% CO₂ gas (200A)

Fig.2 Wave form of welding current and voltage in 200A

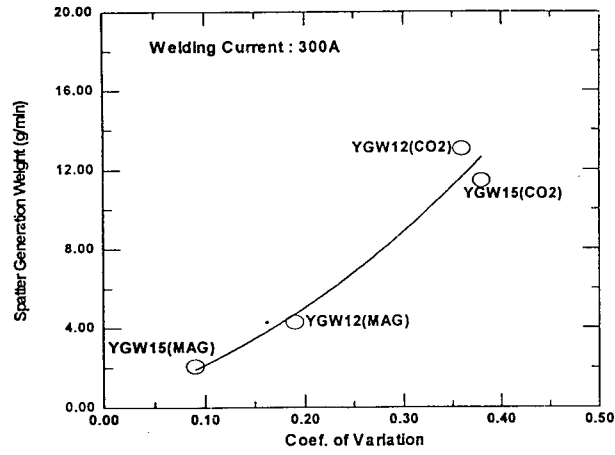
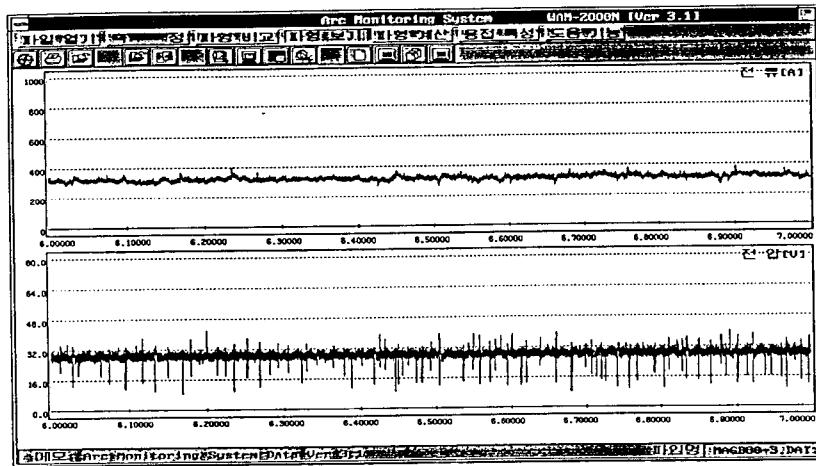
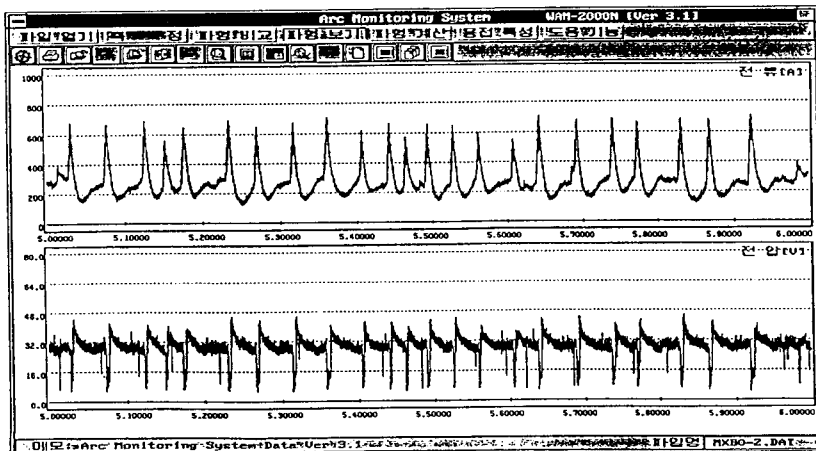


Fig.3 Relation between coefficient of variation and spatter generation weight



(a) YGW15, 80%Ar+20%CO₂ gas (300A)



(b) YGW12, 100%CO₂ gas (300A)

Fig.4 Wave form of welding current and voltage in 300A