

**박판용 국산 고속 펄스 마그 용접기의 개발과 그 용접성 평가에 관한 연구**  
**A Study on the Development of High Speed Pulse MAG Welder and the Evaluation of Weldability**

김선희\*, 김태진\*\*, 김은수\*\*, 구현희\*\*, 이현수\*\*\*, 조상명\*\*\*\*

\* 부경대학교 생산가공공학과 대학원, 부산

\*\* 한국 전기연구소 전력전자연구부, 창원

\*\*\* 세일기전, 경남 김해

\*\*\*\* 부경대학교 생산가공공학과, 부산

**1. 서론**

펄스 마그 용접은 박판용접시 스파터가 적게 발생하고, 비드폭이 넓어서 작업물의 치수 공차가 다소 크더라도 용접이 가능하며, 아연도금 강판에서는 핏과 기공이 적게 발생하는 장점이 있어서 최근 자주 활용되고 있다. 또한 펄스 마그 용접을 고속으로 실시하기 위해서는 언더컷과 험핑비드가 방지되어야 하며 이를 위해서는 아크 길이가 짧아야 하고, 아크 전압이 낮아야 하는데, 이때 상당한 단락을 수반하게 된다. 따라서 펄스 파형 제어는 물론이고, 단락 파형 제어 알고리즘의 우수성이 고속 펄스 마그용접의 성능을 지배하게 된다. 본 연구에서는 2년여간의 연구에 걸쳐 국산 펄스 마그 용접기를 개발하여 그 성능을 평가하였다. 즉, 와이어 송급속도에 따른 펄스 주파수, 베이스 전류, 스파터 발생량, 단락시간비, 소음 발생 등에 관하여 외국제 모델과 개발제품을 비교하였다.

**2. 사용재료 및 실험 방법**

실험에는 S-모델(박판용 국산 고속 펄스 마그 용접기)과 D-모델(외국산 고속 펄스 마그 용접기)을 사용하였다. 와이어는 국산 YGW15(스프레이 이행용,  $\phi 1.2$ )를 사용하고, 아래보기 자세로 비드 온 플레이트(bead on plate)용접을 하였으며 토치의 작업각과 진행각은 모두 직각으로 하고, 토치 높이는 18mm로 하였으며, 스파터는 WES규격의 스파터 포집기를 이용하여 포집한 뒤 0.1mg까지 무게를 측정하였다. 소음을 측정하기 위하여 아크로부터 1m 떨어진 곳에 마이크를 설치하였다. 또한 용접 시의 출력전류, 전압과 단락시간비, 주파수 등을 파악하기 위하여 모니터링 장치(Arc monitoring system. WAM4000N. MONITECH KOREA)를 사용하여 용접 현상을 관찰하였다.

**Table 1. The condition for pulse MAG welding**

Base metal(mild steel)	Speed	Feeding rate	Voltage
W: 20mm, L: 300mm, t: 1.2mm	1.5 m/min	3m/min	18V~29V
W: 50mm, L: 200mm, t: 6mm	1.0 m/min	3,5,7,9m/min	18V~29V

**3. 실험결과 및 고찰**

Fig.1은 와이어 송급속도를 3,9m/min로 하였을때 출력 전압에 대한 스파터량을 조사한 것이다. 스파터량은 3m/min에서는 S-모델이 다소 많고, 9m/min에서는 S-모델이 약간 적으나 전체적으로는 유사한 경향을 보이고 있다. Fig.2는 판 두께 6mm, 용접속도 1m/min, 송급속도 3m/min로 설정하고 출력전압에 대한 단락시간비를 조사한 것이다. 전반적으로 S-모델이 D-모델에 비하여 단락시간비가 약간 높은 것을 알 수 있다. Fig.3은 각각의 송급속도에 대한 펄스 주파수를 나타낸 것으로서, 송급속도에 대한 펄스 주파수는 전체적으로 거의 비례하여 증가한다. 한편 S-모델의 펄스 주파수는 D-모델보다 약간 낮게 나타났다. Fig.4는 각각의 송급속도에 대한 베이스 전류를 나타낸 것이다. S-모델의 베이스 전류가 D-모델에 비

해 높은 것을 알 수 있고, S-모델의 베이스 전류가 높게 설정됨으로서, 아크 안정성이 우수하고 소음이 감소되는 효과가 있는 것으로 기대된다. Fig.5는 각각의 송급속도에 따른 피크 전류를 비교한 것이다. 전체적으로 S-모델의 피크 전류가 약간 높게 나타났다. Fig.6은 각각의 송급속도에 대한 스패터량을 나타낸 것으로 3m/min에서는 S-모델의 스패터 발생량이 다소 높게 나타났고, 9m/min에서는 D-모델이 약간 높게 나타났다. 그러나, 전체적으로는 두 모델의 차이는 그다지 없는 것으로 보인다. Fig.7은 각각의 송급속도에 대한 소음의 정도를 나타낸 것으로서, S-모델의 소음이 D-모델 보다 약간 낮게 발생하는 것으로 나타났다. 여기서 베이스 전류일 때는 아크 크기가 작고, 피크 전류에서는 아크크기가 크게 되면서 공기에 진동을 주어 소음이 발생하게 된다. 따라서 베이스 전류와 피크전류의 차가 작으면 음파의 진폭이 감소하여 소음이 줄어든다. Fig.8과 Fig.9는 두께 1.2mm, 용접속도 1.5m/min, 송급속도 3m/min로 설정하여 얻은 비드외관이다. 전압이 적절한(b)(c)(d)(e)의 비드는 모두 양호하게 얻어졌으며 전체적으로 스패터의 부착은 상당히 적게 나타났다. Fig.10과 Fig.11은 두께 6mm, 용접속도 1.0m/min, 송급속도 9m/min로 설정하고 용접한 비드 외관을 관찰한 것이다. 전반적으로 깨끗한 비드를 보이고 있다.

#### 4. 결론

국산화에 성공한 펄스 마그 용접기와 외국산 펄스 마그 용접기의 특성평가를 위한 용접 실험 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 펄스 주파수는 각각의 송급속도에 대하여 S-모델이 D-모델보다 약간 낮게 나타났다.
- 2) 스패터량은 전체적으로 S-모델과 D-모델이 비슷한 경향을 보이지만 S-모델은 송급속도가 높은 영역에서 스패터량이 약간 감소하는 경향을 보였다.
- 3) 아크로부터 1m 떨어진 위치에서 측정한 소음은 S-모델이 D-모델보다 전반적으로 약간 낮게 나타났다.
- 4) 용접 비드외관을 검토한 결과 전체적으로 스패터는 적었고, 상당히 넓은 전압 범위에서 용접이 양호하게 되었으며, 고전압 영역에서는 험핑비드가 발생하였다.

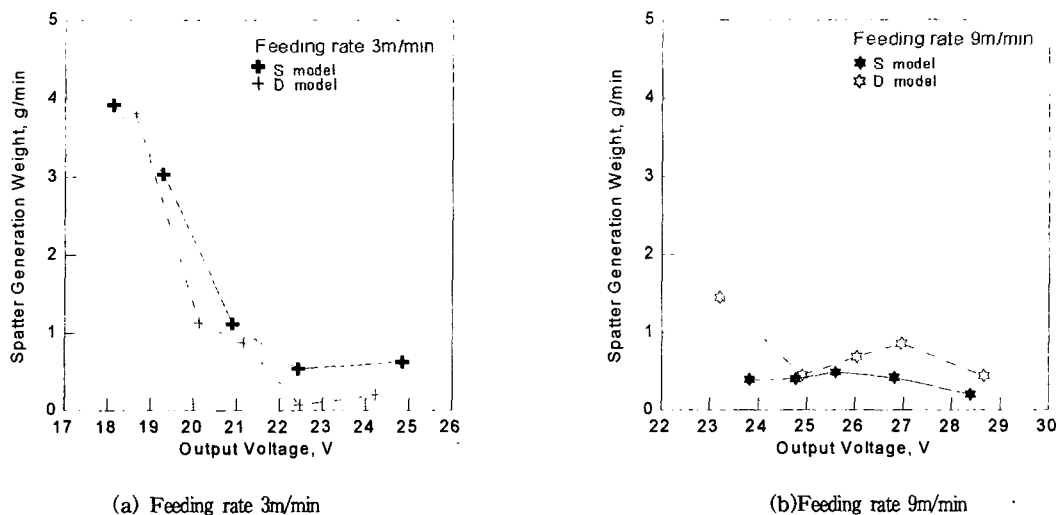


Fig.1 Relation of output voltage and spatter generation weight (t: 6.0mm)

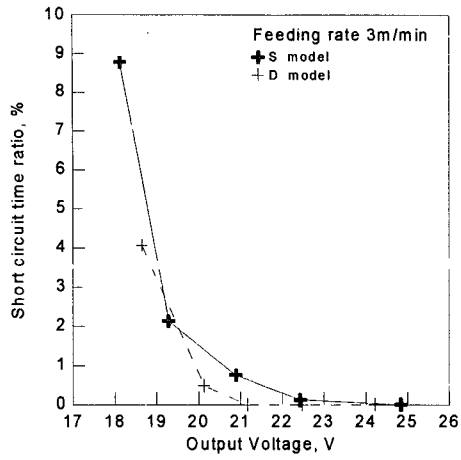


Fig.2 Relation of output voltage and short circuit time ratio (Feeding rate 3m/min,  $t$ : 6.0mm)

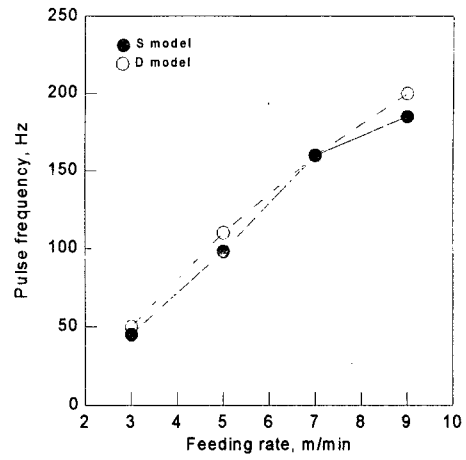


Fig.3 Relation of wire feeding rate and pulse frequency

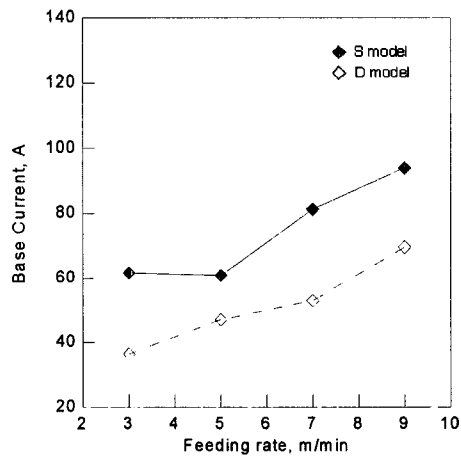


Fig.4 Relation of wire feeding rate and base current

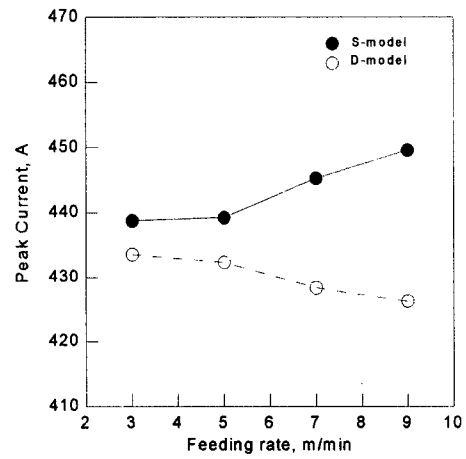


Fig.5 Relation of wire feeding rate and peak current

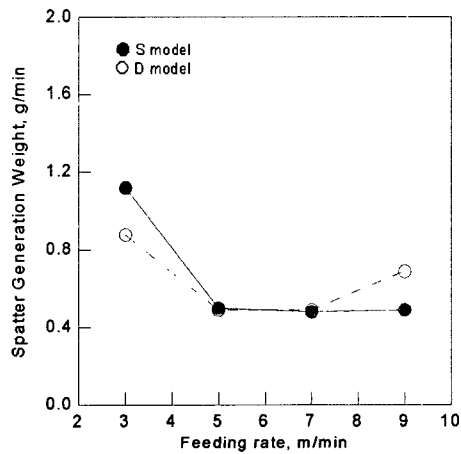


Fig.6 Relation of wire feeding rate and spatter generation weight

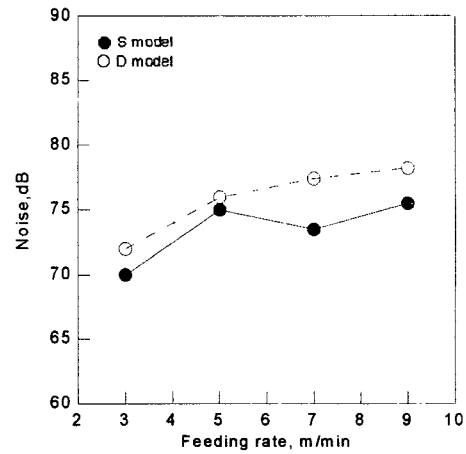


Fig.7 Relation of wire feeding rate and noise level

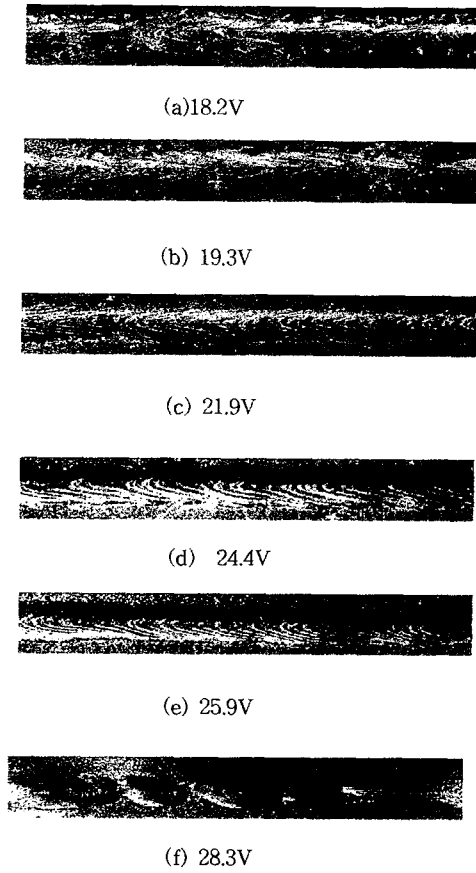


Fig.8 Bead appearance by S-model  
(feeding rate: 3m/min, welding speed: 1.5m/min, t: 1.2mm)

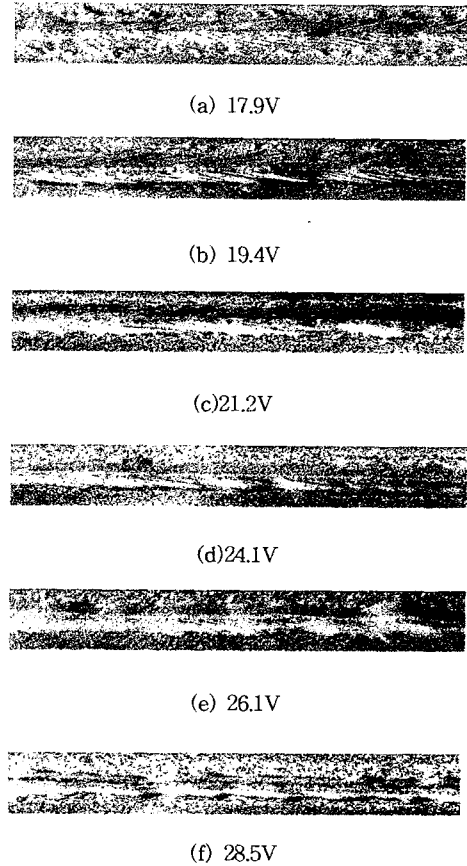


Fig.9 Bead appearance by D-model  
(feeding rate: 3m/min, welding speed: 1.5m/min, t: 1.2mm)

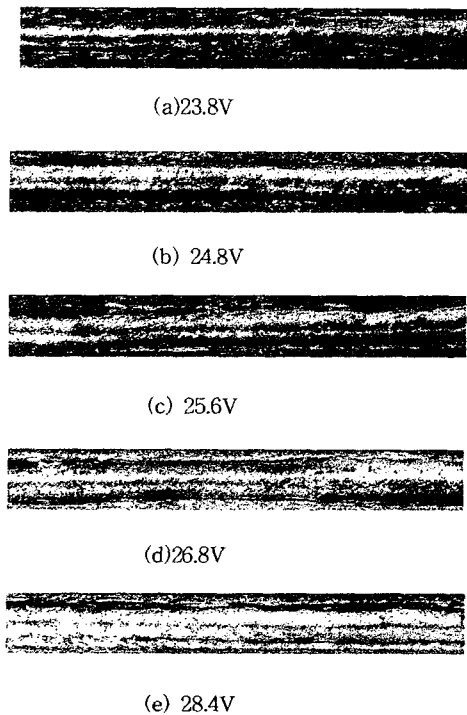


Fig.10 Bead appearance by S-model  
(feeding rate 9m/min, welding speed: 1.0m/min, t: 6mm)

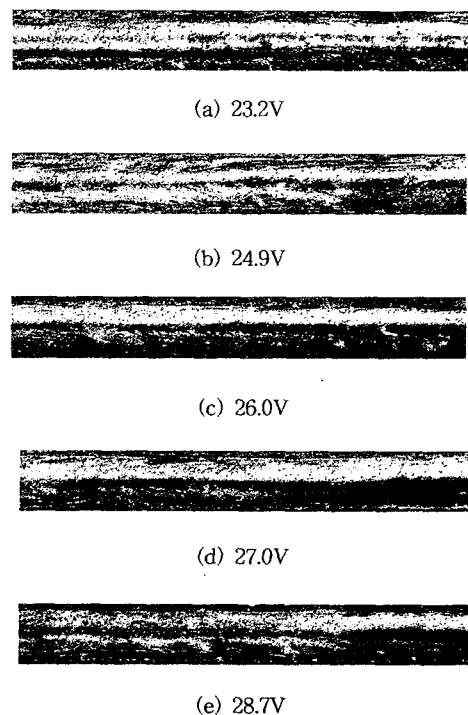


Fig.11 Bead appearance by D-model  
(feeding rate 9m/min, welding speed: 1.0m/min, t: 6mm)