

# 원 칩 마이크로프로세서를 이용한 GMAW의 이면 비드 제어

## Back Bead Control of GMAW Using One Chip Microprocessor

감병오\* · 강병철\*\* · 이성규\*\*\* · 조상명\*\*\*\* · 김상봉\*\*\*\*\*

\* 부경대학교 대학원 메카트로닉스공학과, 부산.

\*\* (주) 에스제이하이테크, 부산

\*\*\* 동인 MT, 부산.

\*\*\*\* 부경대학교 생산가공공학과, 부산

\*\*\*\*\* 부경대학교 기계·자동차공학부, 부산

### 1. 서론

아크 용접 공정은 열악한 작업 환경으로 인해 숙련공의 부족은 물론 고임금화 추세에 있다. 이러한 추세로 인하여 생산성의 저하는 물론 지속적이고 안정적인 품질관리가 곤란한 작업 공정중의 하나이므로 보다 합리적인 공정 개발 및 자동화가 시급히 요구되는 산업 분야이다. 최근에는 고속으로 데이터를 획득할 수 있는 장비들을 이용하여 용접 현상에 관한 연구와 용접공정의 자동화 및 무인화에 대한 연구 개발이 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 GMAW에서 이면 비드 품질이 중요한 박판재의 I형 맞대기 용접에서 원 칩 마이크로프로세서(Intel사, 80C196KC)를 이용하여 단락 시간비를 계측하고 모재 간격을 예측하여 각 모재 간격에 대한 최적의 용접 속도를 판단하여 토치의 이송 속도를 제어함으로서 예기치 않은 모재 간격의 변화에도 능동적으로 이면 비드를 제어할 수 있도록 하였다.

### 2. 실험 방법

단락 이행은 다른 용접 이행과는 달리 용융 금속이 모재와 단락 하면서 용융 금속을 모재로 이행시키는 형태이므로 용접 전류와 전압의 파형은 펄스 신호와 유사한 형태를 나타낸다. 이와 같이 단락에 의해 발생하는 단락 신호는 용접 전압, 용접 전류, 모재 간격, 토치 높이 등 여러 용접 조건에서 형성되는 용접 상태를 분석하고 판단하는데 아주 유용하다. 본 연구에서는 단위 시간당 단락된 시간의 비 즉 단락 시간비를 이용하여 모재 간격을 예측하였다. 단락 시간비의 측정은 다음과 같이 원 칩 마이크로 프로세서를 적용하여 행하였다.

단락의 판단은 용접시의 아크전압으로 하였으며, 전압이 기준치 이하로 유지되는 시간을 단락 시간으로 간주하였다. 이를 위하여 비교기(comparator)를 적용하여 디지털 신호로 변환하였다.

디지털 신호로 변환된 신호는 원 칩 마이크로프로세서의 포트 0번으로 입력시켜 0.1초 단위로 합산하여 단락 시간비를 계측하였다. 즉 단락 시간비는 0.1초 단위로 평가하여 처리하였다. 계측된 단락 시간비는 마이크로프로세서의 직렬 포트를 통해 사용자 PC로 전송되고 단락 시간비와 단락 주파수는 실시간으로 사용자 PC에 디스플레이 되며 데이터는 자동 저장된다.

본 연구에 사용된 모재는 가로, 세로가 각각 150mm×50mm, 판 두께가 3.1mm인 연강 박판재이며, 용접 이음 형태는 그루브 가공 없이 I형 맞대기 이음으로 하였고 이면의 받침(backing

bar)은 사용하지 않았다.

실드 가스는 100% CO<sub>2</sub> 가스로 하였으며 솔리드 와이어  $\phi 1.2\text{mm}$ 를 사용하였고, 용접 전류는 130A, 용접속도는 기본적으로 5mm/sec 전후로 하였다. Fig. 1은 본 연구에서 활용한 실험 시스템의 개요를 보인 것이다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

#### 3.1 단락 시간비에 의한 모재 간격 예측

Fig. 2는 모재 간격이 0mm, 0.4mm, 0.8mm, 1.2mm에서 용접속도를 변화시키면서 단락 주파수를 측정된 결과를 나타내고 있다. 일정한 용접 속도에서 모재 간격이 증가할수록 단락 시간비는 감소되며 각 모재 간격에 따른 특정한 고유의 단락 시간비 영역을 가지고 있다. 따라서 단락 시간비를 측정함으로써 모재 간격을 예측할 수 있게 된다.

Fig. 3은 각 루트 간격에서 적절하게 이면 비드가 얻어지는 용접 속도 구간을 나타낸 것으로서 각 속도 구간에 표시된 기호에 해당하는 용접 속도를 그 루트 간격에 대한 최적의 조건으로 처리하였다. 여기에 표시된 속도 구간보다 낮은 영역에서는 용락이 발생하고 높은 영역에서는 용입 부족이 생겼다.

#### 3.2 용접 속도에 의한 이면 비드의 제어

Fig. 4는 단락 시간비를 이용하여 이면 비드를 제어하는 흐름도를 나타낸 것이다. 먼저 용접 전압을 입력받아 윈 칩 마이크로프로세서에 의해 단락 시간비를 계측한 후 그것을 근거로 모재의 간격을 판단하고 그 모재 간격에 적합한 용접 속도가 되도록 고속 출력 포트를 통해 스테핑 모터에 출력 신호를 보내 토치 이송장치의 속도를 제어하였다.

Fig. 5는 실제로 모재 간격이 변화하는 조건에서 용접한 결과를 나타내고 있다. 용접선 길이 100mm를 각각 20mm씩 5구간으로 나누어 모재 간격이 0mm와 0.4mm가 되도록 하여 용접한 결과이다. Fig. 5의 (a)는 실제 계측된 단락 시간비와 5개의 데이터를 이동평균한 결과이다. (b)는 각 구간에서 결정된 속도 지령을 나타낸 그림이다. 모재 간격이 0.4mm로 큰 곳에서는 단락시간비가 감소하며, 실제 제어된 용접 속도는 증가한 결과를 볼 수 있다.

Fig. 6은 모재 간격이 0mm와 0.8mm로 번갈아 가며 변화하는 조건에서 양호한 이면 비드 형성을 위하여 처리한 단락 시간비와 용접 속도에 대한 결과이다. 모재 간격이 0mm에서 0.8mm로 크게 증가한 곳에서는 단락 시간비가 현저하게 감소하여 이를 제어하기 위해 용접 속도를 2단계 증가시킨 것을 볼 수 있다.

### 4. 결론

(1) 동일한 용접 속도에서 모재 간격이 증가할수록 단락 시간비는 감소하며 이의 관계를 적용하면 단락 시간비에 의하여 모재 간격을 예측할 수 있다.

(2) 모재 간격에 대한 최적의 용접 속도의 관계를 이용하면 용접중 모재 간격이 변화하여도 이면 비드 용접에 적합한 용접 속도가 되도록 제어할 수 있다.

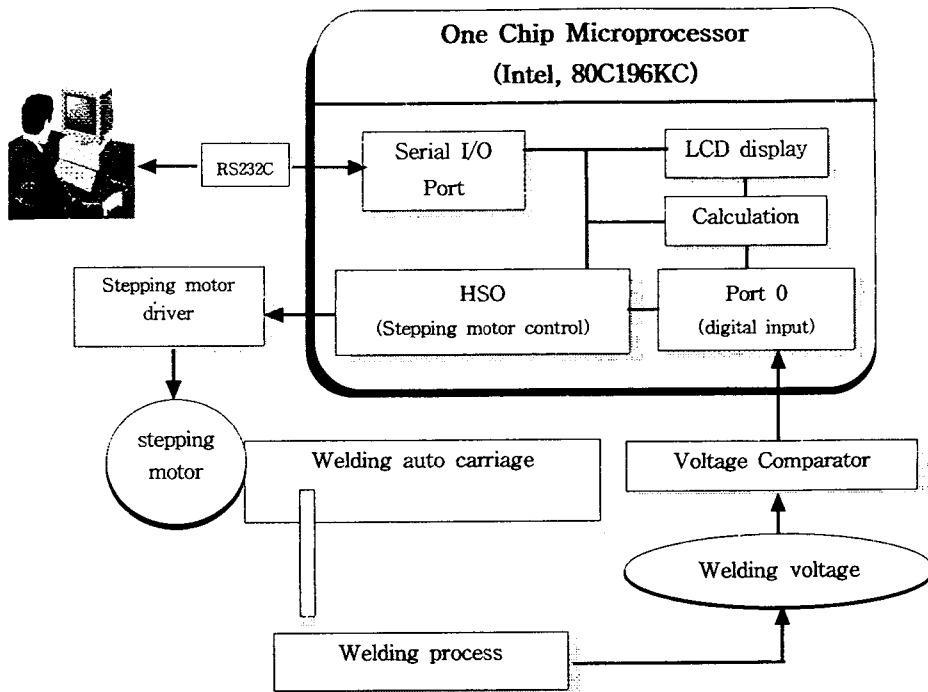


Fig. 1 Schematic diagram of experimental system

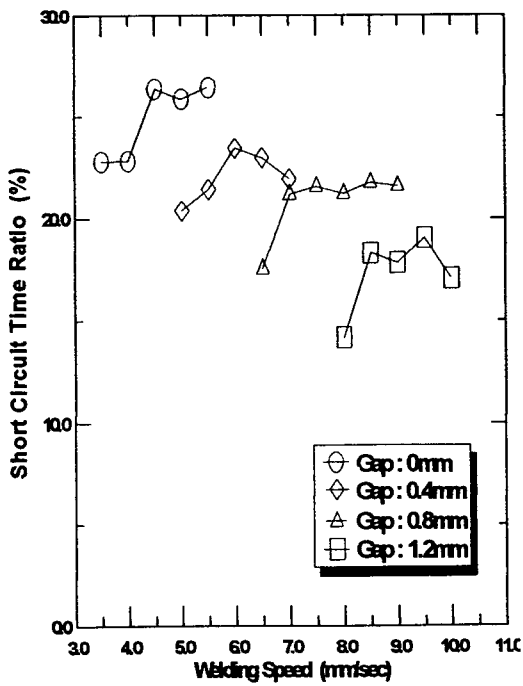


Fig. 2 Short circuit time ratio versus welding speed at various root gaps

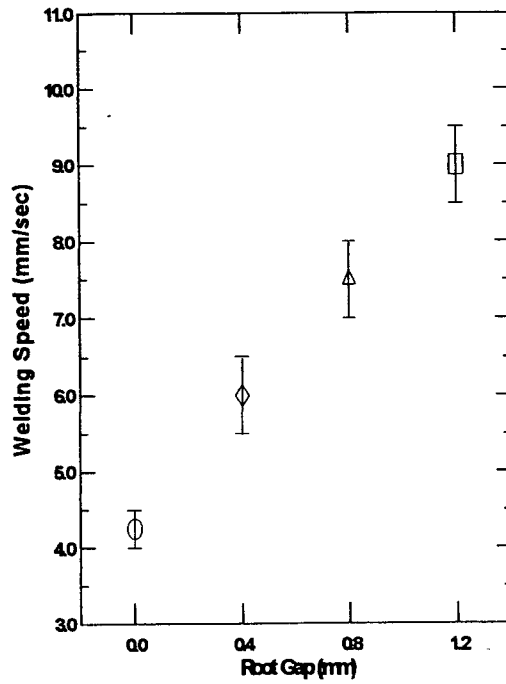


Fig. 3 Short circuit time versus root gaps at various optimal welding speed

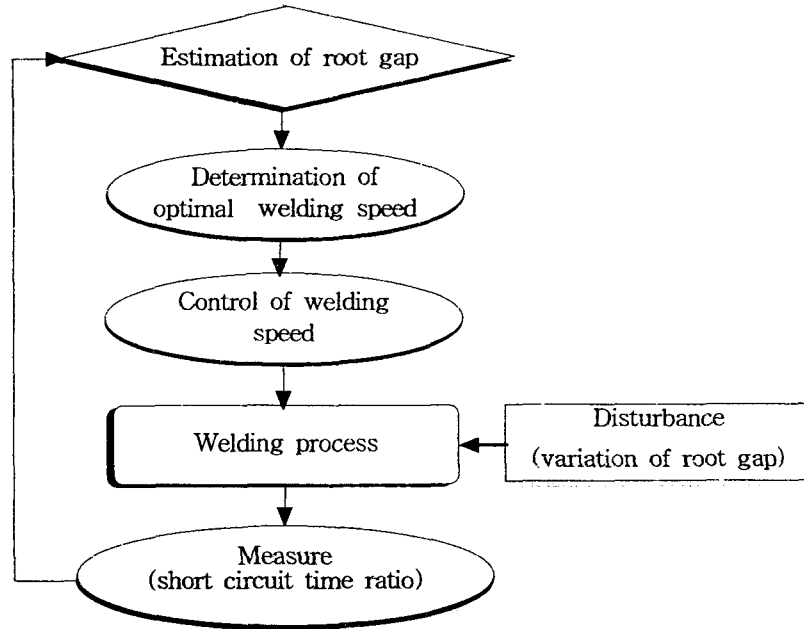
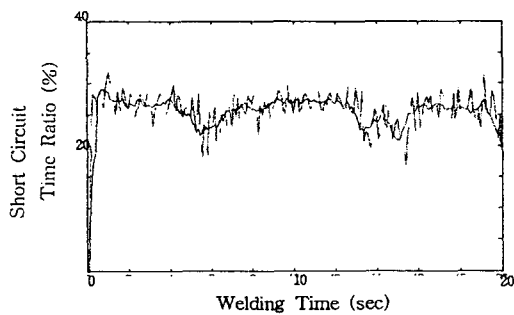
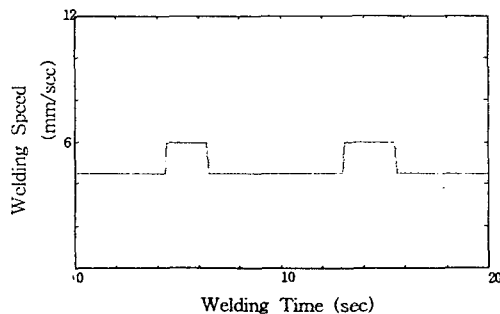


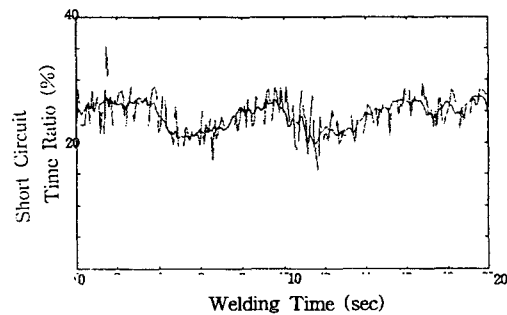
Fig. 4 Flow chart on back bead control



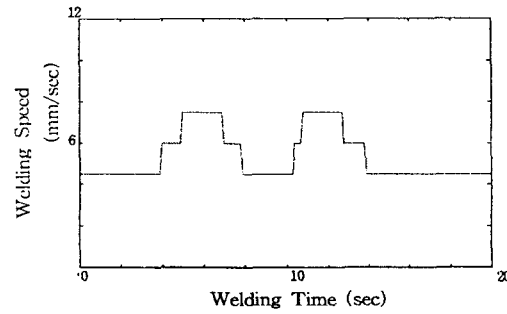
(a) Short circuit time ratio



(b) Controlled welding Speed



(a) Short circuit time ratio



(b) Controlled welding Speed

Fig. 5 Results of back bead welding for the specimens with root gap 0-0.4mm

Fig. 6 Results of back bead welding for the specimens with root gap 0-0.8mm