

박판 GMA용접에서 이면비드 제어에 관한 연구

A Study on the Back Bead Control in GMA Welding of Sheet Metal

안재현*, 김재웅

(영남대학교 기계공학과)

1. 서론

박판 용접에 있어서 용접부의 품질은 두꺼운 판재의 용접에 비해 다양한 용접조건에 따라 더욱 민감한 반응을 나타낸다. 용접조건중 용접전류, 용접전압, 용접속도 등은 최적의 품질을 나타내는 조건을 선정해서 적용하므로 비교적 균일한 작업조건이 유지되지만, 용접물의 준비과정에서 발생하는 부품간의 오차에 의해 루트간격(root gap)의 변화는 흔히 나타날 수 있다. 루트간격이 크게 되면 용융금속의 일부를 이면비드 상태로 유지하려는 금속의 표면장력이 작게 되므로 처짐이 발생하여 이면비드는 높아지게 되며 이것이 과도해지는 경우 용락이 발생하게 된다. 이때 루트간격이 커짐에 따라 용접속도를 증가시키면 용융금속의 양이 적어지고 용융금속의 자중과 표면장력이 평형을 이루어 이면비드 높이가 과도해지거나 용락이 발생하는 현상을 방지할 수 있게 된다. 본 연구에서는 박판 맞대기 용접에서 이면비드의 높이에 영향을 미치는 루트간격의 변동을 단락주파수로 감지하고, 실험적인 모델링으로 구한 루트간격과 적정 용접속도와의 관계를 이용하여 완전용입이 되고 이면비드가 과도해지거나 용락이 발생하는 것을 방지하여 적절한 이면비드를 나타내도록 제어하는 시스템을 구축하였다.

2. 박판 용접공정의 실험적 해석

단락주파수를 측정하여 루트간격의 변화를 감지하고 각각의 루트간격에서 적정의 이면비드를 나타내는 용접속도를 적용하기 위하여 먼저 루트간격에서의 단락주파수의 변화를 모델링하고 적정 이면비드를 나타내는 루트간격과 용접속도와의 관계를 실험적으로 구하게 된다. Fig.1에서 루트간격이 커짐에 따라 단락주파수가 감소되어 각 루트간격을 나타내는 단락주파수가 존재함을 나타내고 Table.1에서는 각 루트간격에서 적정의 이면비드를 나타내는 용접속도가 존재함을 나타낸다. 이러한 관계를 이용하여 각 루트간격을 나타내는 단락주파수와 이러한 루트간격에서 적정의 이면비드를 나타내는 용접속도와의 관계를 Fig.2에 나타내었다. 이러한 관계를 2차 방정식으로 근사화하면 $y=0.01136x^2-1.61741x+63.05005$ (x :단락주파수, y :용접속도)가 된다. 이러한 모델식을 이용하면 단락 주파수를 측정함으로써 루트간격을 추정하고 그에 적정한 용접속도를 출력 시킴으로써 양호한 이면비드를 얻을 수 있는 제어시스템을 구축할 수 있게 된다.

3. 이면비드 제어시스템

용접공정 중에 루트간격이 변하게 되면 단락주파수가 변하게 되고 이러한 단락주파수 데이터로 루트간격을 예측하며 이에 대응되는 최적의 용접속도를 출력함으로써 균일한 이면비드를 얻고자 한다. 이러한 이면비드 제어시스템의 제어 블록선도를 Fig.3에 나타내었다. 단락주파수를 이용한 제어시스템에서 데이터의 처리를 위하여 다음과 같은 방법을 적용하였다. 모텐링할 때의 단락주파수를 보면 분산이 상당히 크기 때문에 하나의 단락주파수만으로 루트간격을 예측하는 것은 무리가 따른다. 따라서 각 단락주파수의 이동평균법을 적용하게 된다. 그리고 이동 평균값에서 크게 벗어나는 단락주파수는 루트간격에 대한 정보를 가지지 못한다. 따라서 단락주파수 분산의 허용범위를 설정하여 이러한 범위를 벗어나는 단락주파수를 이전의 이동 평균값으로 대체하여 출력 용접속도의 변동을 줄이게 된다. 이와같은 제어시스템을 적용하였을 때와 적용하지 않았을 때의 결과가 Fig.4와 Fig.5에 각각 나타나 있다. 이것은 루트간격이 0mm에서 1.2mm로 연속적으로 증가하는 시편에서의 용접 결과로 Fig.4는 각각 5.5mm/sec와 7mm/sec의 일정한 속도로 용접하였을 때이고 Fig.5는 동일한 시편에서 제어하였을 때의 결과이다. Fig.4에서는 루트간격에 대해서 용접속도가 느릴 때 용락이 발생하였고, 용접속도가 빠를 때 완전 용입이 일어나지 않았음을 알 수 있다. Fig.5에서는 루트간격이 커짐에 따라 모텐식에 의한 용접속도가 점점 증가하여 균일하게 완전용입이 일어난 이면비드가 얻어짐을 알 수 있다. 이렇게 변화하는 루트간격에 대해 적정의 용접속도를 출력하는 제어시스템을 적용하여서 양호한 이면비드를 얻을 수 있었다.

4. 결론

박판 맞대기 용접에서 루트간격의 변동을 단락주파수로 감지하고, 실험적인 모텐링으로 구한 루트간격과 적정 용접속도와의 관계를 이용하여 이면비드를 제어하는 시스템을 구축하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 루트간격이 커질수록 전극과 용융지 사이의 거리가 상대적으로 커지고 시편과 아크의 접촉 면적이 줄어들게 되어서 단락 주파수는 감소하게 된다. 이것에 의해서 루트간격과 단락주파수와의 관계를 설정할 수 있다.
- 2) 0mm, 0.5mm, 1mm 루트간격에서 적정의 이면비드를 형성하는 용접속도를 실험을 통하여 구하였다. 이때 각 루트간격에 대한 적정의 용접 속도는 0mm gap에서 5~6mm/sec, 0.5mm gap에서 5.5~7mm/sec, 1mm gap에서는 6.5~8mm/sec였다.
- 3) 위의 모델을 기초로 하여 변화하는 루트간격에 대해 적정의 이면비드를 형성하기 위해서 용접속도를 제어하는 시스템을 구축하였다. 루트간격이 단계적으로 증가하는 시편과 연속적으로 증가하는 시편에서 용접속도는 점차 증가되어 용락이 없고 적절한 이면비드를 나타내는 용접결과를 얻을 수 있었다.

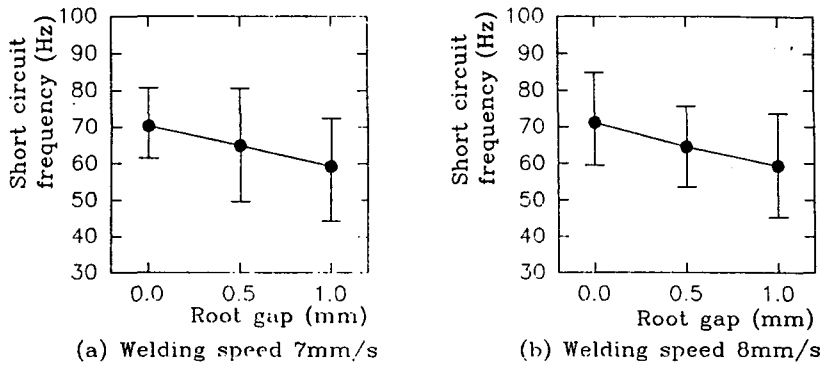


Fig.1 Relationship between short circuit frequency and root gap at various welding speed

Welding speed (mm/s) \ Root gap (mm)	0	0.5	1
3	burn through	burn through	burn through
4	too high	burn through	burn through
5	good	too high	burn through
6	good	good	too high
7	too low	good	good
8	no full penetration	too low	good
9		too low or no full penetration	low
10		no full penetration	low
11			narrow welded area

Table.1 Estimate of back bead at various welding condition

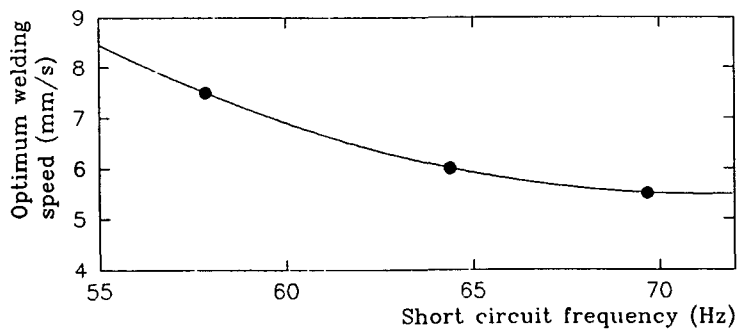


Fig.2 Relationship between welding speed and short circuit frequency for good quality of back bead

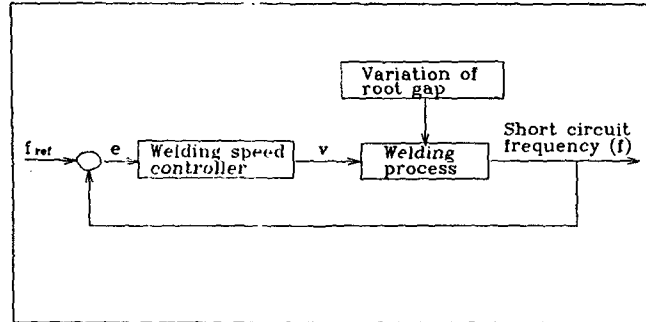


Fig.3 Block diagram of back bead control system

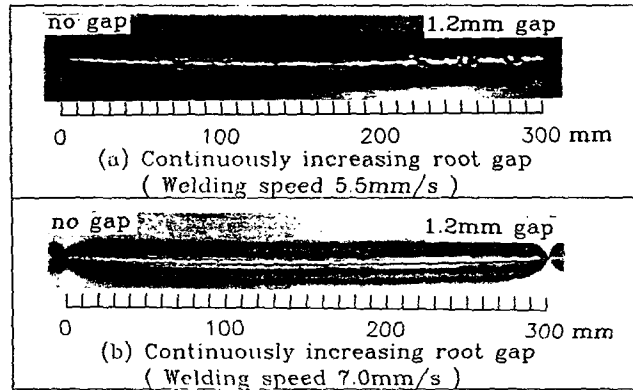


Fig.4 Back bead shape with constant welding speed

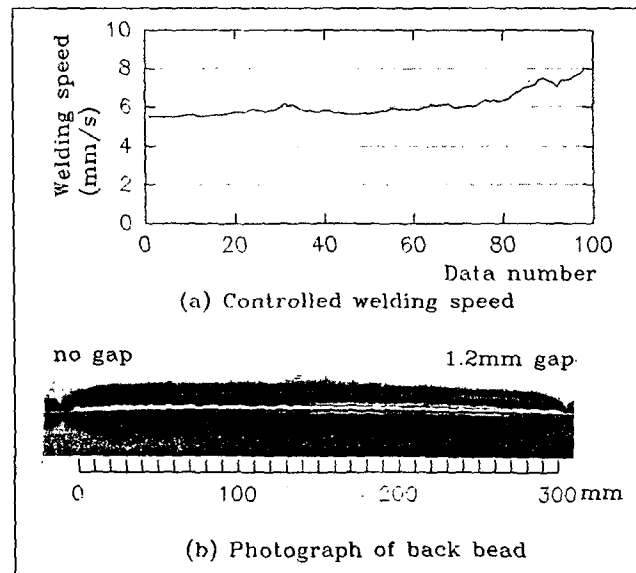


Fig.5 Result of welding speed control at continuously increasing root gap