

GMA용접공정에서 위빙없는 아크센서 시스템에 관한 연구

A Study on weavingless arc sensor system for GMA welding

안재현, 김재웅
(영남대학교 기계공학과)

1. 서론

지금까지 아크센서를 이용한 용접선 추적에서는 강제적인 위빙을 사용한 방법이 발표되어 왔다. 이것은 위빙 양 끝단의 전류 값의 차이로 그루브의 중심에서 벗어난 정도를 감지하고 보상으로써 용접선을 추적하는 방법이었다. 여기서 양 끝단의 전류값만을 사용하기 때문에 신호자체의 변동값에 영향을 받기 쉽다. 특히 용접전류의 변동이 심한 단락이행의 급속이행 모드에서 측정된 전류값으로 용접선에서 벗어난 정도를 계산하기가 어렵고 또 위빙을 하는 시간에 의해서 보정시간이 길어지게 되므로 상대적으로 작은 용접비드가 요구되는 박판 용접부에서의 정밀한 용접선 추적에는 어려움이 따른다. 따라서 본 연구에서는 모델링에 의한 전류의 절대값이 아니라 팁-모재간 거리변화에 따른 상대적인 전류변화를 이용해서 다양한 용접조건과 접합부의 형상에 대해서 적용 가능한 용접선 추적 시스템을 구축하고자 한다. 그리고 공정중에 발생할 수 있는 위치오차에 대해서 보다 범용성 있게 대처할 수 있기 위해서는 용접선 추적뿐만 아니라 용접물의 높이방향에 대해서도 적용할 수 있는 높이제어 시스템을 구축하여야 한다. 이러한 높이제어 시스템에서도 팁-모재간 거리변화에 따른 상대적인 전류변화를 이용해서 다양한 용접조건에 적용 가능한 제어시스템을 구축하고자 한다.

2. 용접선 자동추적 시스템

본 연구에서 사용한 용접선 추적을 위한 알고리즘은 토치의 움직임과 이러한 움직임에 의한 아크전류의 변화를 이용한다. 이러한 알고리즘을 Table.1에 나타내었다. 이것은 토치의 움직임에 의해서 전류가 감소하면 토치의 방향을 그대로 유지하고 전류가 증가하면 토치의 방향을 바꿈으로서 그루브의 중심 즉 용접선을 추적하는 것이다.

이러한 용접선 추적 시스템을 구축하기 위해 결정해야할 변수들은 토치 움직임의 단위시간, 단위 보정거리 그리고 신호처리를 위한 이동평균의 가중치이다. 본 연구에서는 이러한 변수들을 실험적으로 설정하여 추적정밀도가 좋은 용접선 추적시스템을 구축하였다. 먼저 토치움직임의 단위시간을 결정하기 위해서 0.25sec, 0.15sec 그리고 0.05sec의 단위시간에서 용접선 추적실험을 하였다. 이러한 시간은 신호처리를 위한 전류신호 평균구간에 의해서 영향을 받게 되며 평균구간이 적을수록 토치 움직임의 단위시간이 작아진다. Fig.1은 이러한 토치 움직임의 단위시간에 대한 용접선 추적 결과이다. 그림에서 나타난 바와 같이 0.05sec일 때 용접선 추적이 가능함을 알 수 있다. 이렇게 설정된 토치 움직임의 단위시간에서 단위 보정거리를 설정하였다. Fig.2에는 단위 보정거리가 0.325mm/action, 0.4mm/action 그리고 0.5mm/action일 때의 용접선 추적 결과를 나타내고 있다. 단위 보정거리가 너무 작거나 클 때 용접선 추적 정밀도가 떨어짐을 알 수 있고 0.4mm/action일 때 양호한 추적결과를 나타냄을 알 수 있다. 그리고 본 시스템에서는 전류신호처리를 위해 이동평균법을 적용하였는데 이러한 이동평균법의 가중치에 따라 추적 정밀도가 달라지게 된다. Fig.3은 입력된 신호에 적용된 이동평균의 가중치에 따라 용접선 중심에서 벗어나는 정도를 나타내는 것으로 Fig.3(a)는 200A 28V와 Ar 80% + CO₂ 20%의 혼합가스를 보호가스로 사용하였을 때 그리고 Fig.3(b)는 동일

한 용접선추적을 위한 변수에서 100A 20V CO₂ 가스를 보호가스로 사용해서 용접선 추적실험을 하였을 때의 결과이다. 그림에서 나타난 바와 같이 입력된 신호에 적용된 가중치가 입상이행의 용접조건에서 0.7 그리고 단락이행의 용접조건에서 0.6일 때 용접선 추적 정밀도가 가장 좋은 것으로 나타났다. Fig.4는 위에서 결정된 변수를 적용하여 다양한 용접조건에서 용접선 추적을 한 결과이다.

3. 높이제어 시스템

본 연구에서 적용한 높이제어를 위한 알고리즘은 용접선 추적에 사용한 방법과 마찬가지로 토치의 움직임에 의한 상대적인 전류신호의 변화를 이용한다. Table.2는 높이제어를 위한 알고리즘을 나타내고 있다. 전류가 증가하면 Z축의 (+)방향으로 단위 보정거리를 출력하며 전류감소하면 (-)방향으로 단위보정거리를 출력함으로써 용접물의 높이 방향의 변화에 적응하는 것이다. 이러한 높이제어를 위해서는 용접선추적에 사용된 텀-모제간 거리변동에 의한 전류변화가 상쇄되고 용접물의 높이변화에 의한 아크전류의 변화를 나타내어야 하므로 본 실험에서는 용접선추적에 의해서 출력된 신호에 구간평균과 이동평균을 적용해서 높이제어에 사용하게 된다. 그리고 높이제어시스템을 구축하기 위해서 결정되어야 할 변수들은 높이방향으로 움직이는 Z축 움직임의 단위시간과 보정거리이다. Fig.5는 Z축 움직임의 단위시간이 0.25sec, 0.5sec이고 각각의 단위시간에서 Z축의 속도를 1, 2, 3mm/s로 높이제어 실험을 한 결과이다. 그림에서 나타난 바와 같이 단위시간과 Z축의 속도가 커짐에 따라 Z축의 움직임이 과도해지는 것을 알 수 있으며 0.25sec의 단위시간에서 2mm/sec, 0.5sec의 단위시간에서 1mm/s의 속도로 높이제어를 하였을 때 양호한 결과를 얻을 수 있었다. Fig.6에는 용접선 추적과 높이제어를 동시에 적용했을 때의 결과를 나타내었다. 그림에서 나타난 바와 같이 양호한 추적성능과 높이제어결과를 나타내고 있다.

4. 결론

GMA용접공정에서 강제적인 위빙이 없는 아크센서 알고리즘을 개발하여 용접선 추적과 시편의 높이변화에 적응하는 높이제어 시스템을 구축하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 텀-모제간 거리가 변하게 되면 돌출 와이어의 저항이 변하게 되어 아크전류가 변하게 된다. 이러한 원리에 의해서 다양한 용접조건에서 아크전류의 변화를 이용해서 강제적인 위빙없이 용접선을 추적할 수 있는 시스템과 시편의 높이변화에 적용할 수 있는 시스템을 구축하였다.

2) 용접선 추적을 위해서 결정되어야 할 변수는 토치 움직임의 단위시간, 단위 보정거리 그리고 신호처리를 위해 적용된 이동평균의 가중치이다. 본 연구에서는 이러한 변수를 실험을 통해서 결정하였으며 이때 결정된 값은 토치움직임의 단위시간은 0.05sec, 단위 보정거리는 0.4mm/action, 그리고 전류신호처리를 위해서 적용된 입력된 데이터에 대한 이동평균의 가중치는 단락이행의 용접조건에서 0.6, 입상이행의 용접조건에서는 0.7이었으며 이렇게 설정된 변수값에서 다양한 용접조건에 대해서 용접선 추적 정밀도가 좋은 용접선 추적 결과를 얻을 수 있었다.

3) 높이제어를 위해서 변화되는 용접물의 높이변화에 의한 전류의 증감에 따라 일정한 보정거리를 출력하는 방법을 이용하였으며 0.25sec의 토치움직임의 단위시간에서 2mm/sec, 0.5sec의 단위시간에서 1mm/s의 속도로 높이제어를 하였을 때 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 용접선 추적과 더불어 높이제어를 하였으며 양호한 용접선 추적 결과와 높이제어 결과를 얻을 수 있었다.

Direction (n-1)	I(n)-I(n-1)	Direction (n)
+	-	+
+	+	-
-	-	-
-	+	+

Table.1 Weld seam tracking algorithm

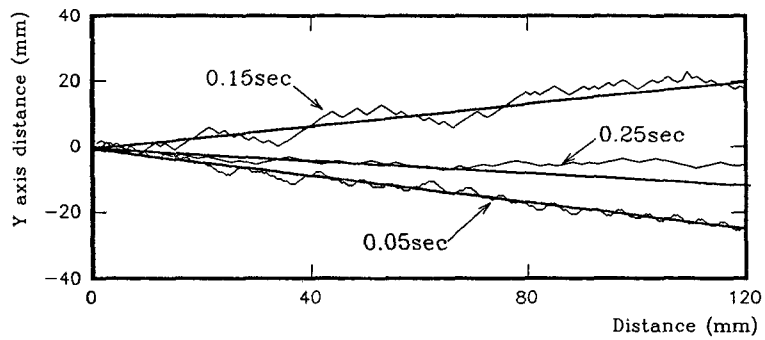


Fig.1 Tracking result according to torch action time

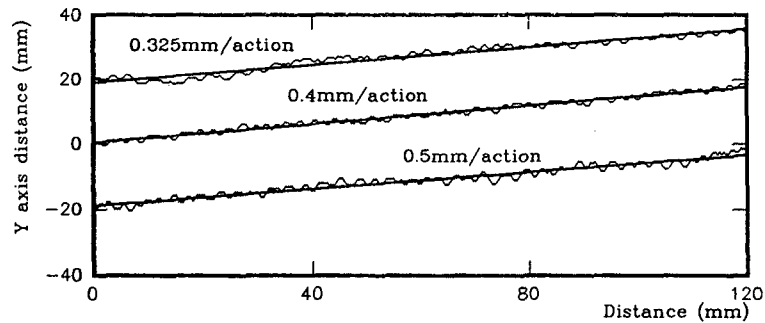


Fig.2 Tracking result according to compensation distance

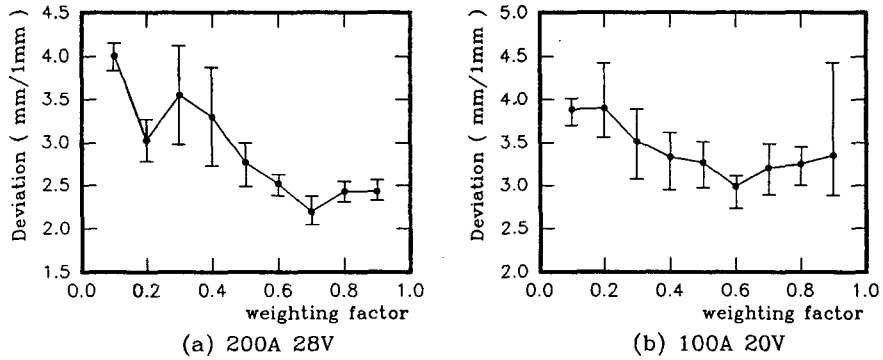


Fig.3 The variation of tracking accuracy according to weighting factor

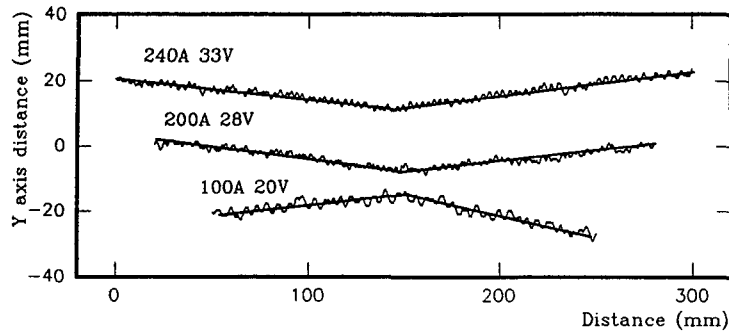


Fig.4 Tracking result at various welding condition

$I(k) - I(k-1)$	Z axis Direction
+	+
-	-

Table.2 Height control algorithm

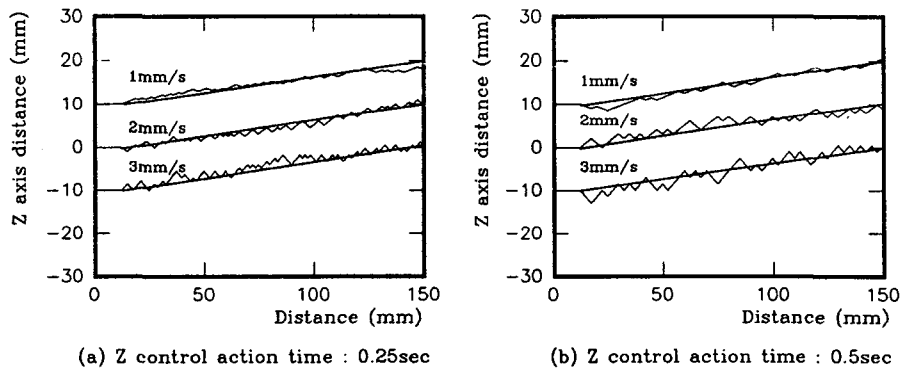
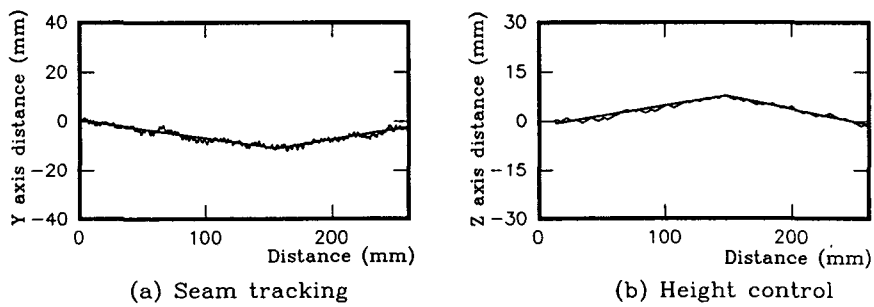


Fig.5 Height control result according to control action time and Z axis speed



(a) Seam tracking (b) Height control
Fig.6 Result of seam tracking and height control