

다층 자동용접을 위한 아크센서 시스템의 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Arc Sensor System for Multi-pass Automatic Welding

문 현준*, 김종희, 최 주호
현대중공업(주) 종합연구소

1. 서론

일반적으로 용접자동화는 용접선을 추적하여 용접대상물을 자동용접하는 것으로 이에 대한 많은 연구가 있었다. 주로 자동 용접기술은 1패스(pass)로 용접할 수 있는 부재에 많이 적용되어 왔으나, 조선분야에서는 제품의 특성상 거의 대부분이 후판을 사용하고 있으며, 현재까지의 작업은 수동용접이나 반자동용접으로 수행되어 왔었다.

후판 자동용접을 위하여 가장 기본적으로 고려해야할 사항은 정도에 대한 조건으로 부재의 가공 오차와 취부오차를 들 수 있다. 이러한 오차요소에 대응하여 자동용접하기 위해서는 단순 기계구성에 의한 기계화로는 대응이 불가능하며 지능화된 용접장비와 용접선 추적기술이 필요하다.

그러므로 후판 용접자동화를 위해서는 전체시스템을 구성하는 기술과 개선형상 변화에 따라 적용 제어할 수 있는 용접선 추적기술 뿐만 아니라, 용접조건제어를 위한 주 제어기와 용접기간의 인터페이스기술, 다층 자동용접을 위한 알고리즘 개발과 프로그램 구성 및 용접기술, 실시간으로 얻어진 데이터의 분석과 처리등의 종합기술이 요구된다.

따라서 당사에서는 후판 자동용접을 위하여 이러한 기술을 종합하여 다층으로 자동 용접할 수 있는 장비를 개발하였으며 이에 대한 연구를 소개하고자 한다.

2. 알고리즘 구성

다층용접을 신뢰성 있게 구현하기 위하여 여러가지 알고리즘이 적용되었다. 용접아크가 발생할 때 용접와이어 끝단과 모재와의 거리를 적정범위로 맞추어 초기아크를 안정시키고 용접 개시점이 개선폭 중심과 일치하도록 하는 초기점 검출기능과, 팁-모재 사이의 거리를 적정하게 유지시켜 보호가스(shield gas)에 의한 용융지 보호와 지시된 용접전류를 출력하기 위한 토치 높이제어 알고리즘을 구성하였다.

또한 용접장에서 갭의 변화나 용접선의 기울기에 대하여 정확히 용접선을 추적하기 위하여 워빙 끝점 검출기능을 사용하였고, 용접선추적시 워빙폭 데이터를 이동평균화 처리하여 돌출치에 의한 오차를 감소시켜 안정된 용접선추적정보를 얻었으며, 다층용접을 위하여 갭이 변하더라도 초층부터 용착량을 일정하게 적층하는 것이 중요하기 때문에 용접속도를 제어하는 알고리즘을 구현하였다.

3. 용접조건제어

용접조건제어를 위하여 용접전압, 전류의 조정은 작업자에 의해 용접기의 원격제어박스에서 설정하는 것이 아니라, 주 제어기에서 용접기를 직접 제어했으며, 주 제어기와 용접기사이를 연결해줄 수 있는 인터페이스 장치를 구성하고 대응관계를 구하였다.

용접기의 인터페이스 장치를 구성하는데 있어서 중요한 것은 용접기전원과 주 제어기와의 전원을 분리할 필요가 있으며, 절연 증폭기를 사용하여 각각의 전원을 분리하였다.

그리고 용접기 원격제어박스(remote control box)에서 외부 노브(knob)의 조정에 의한 용접전류,

전압의 설정은 내부적으로 가변저항 조정에 의한 전압의 지시치로 나타나며, 이것은 실제 용접시 용접기의 용접전압, 전류를 출력하게 된다. 따라서 용접기의 원격제어박스에서 설정하는 용접전류, 전압의 설정을 주 제어기에서 직접 지령하기 위해서는 원격제어박스에서 설정되는 각 노브의 지령치에 대한 용접기의 출력전류와, 전압의 대응관계를 파악해야 하며, 실험을 통하여 각 변수의 대응관계를 구하고 관계식을 얻었다.

4. 용접실험 및 결과

4-1. 용접장치

다중 자동용접장치는 용접주행장치, 제어장치, 용접장비 및 원격제어박스로 구성된다. 용접주행장치는 용접시공 조건상 요구되는 용접토치의 위치를 정확히 제어할 수 있도록 5축으로 구성 하였으며, 주 제어기(main controller)로는 80386CPU를 가진 컴퓨터를 사용하였다. 용접장비는 안정된 아크로 스파터(splatter)발생을 최소화시킬 수 있는 인버터제어(invert control) 방식의 500Amp 용접전원과 대전류 용접도 가능한 수냉식토치와 토치 냉각용 냉각수펌프로 구성하였다. 그밖에 주 제어기와 떨어져서 용접준비를 위한 용접주행장치의 제어와 용접의 시작 및 중지 등을 원격제어할 수 있는 원격제어박스(remote control box)로 구성하였다.

4-2. 용접시편

용접 시험편은 생산 현장에서 가장 많이 사용하는 부재로 두께 17mm 판재와 개선각도 30°, 길이 500mm, 폭 300mm 로 가공 제작하였으며, Fig.1에서 나타내었다. 시편의 양단의 갭을 9, 13mm로 하고, 13mm지점에서 용접선과 대차의 주행선의 편차를 25mm가 되게 설치하여 (기울기가 약 2.8°) 아크센서에 의한 용접선추적 성능과 다중용접의 종합적 성능평가 실험이 될 수 있도록 하였다.

4-3. 실험방법 및 결과

초층의 용접선추적 정보는 초층의 용접 뿐만 아니라 다층의 용접에서도 기준 데이터로 이용되기 때문에 정확한 용접선추적 정보를 얻는 것이 요구된다.

초층에서 갭의 변화나 용접선의 변화에 대응해 실시간으로 용접전류를 검출하여 정확한 위빙끝점을 판단하기 위하여 적합한 주 제어변수를 찾는데 여러가지 제어방법을 시도하였다. 그 결과 개선면에서 용접전류를 검출하여 용접선을 추적하는 가변진폭제어 방법을 사용하고 다층용접시에 기억재생 기능에 의한 자동용접 시험을 하였다.

용접결과로는 용접은 시편 두께 17mm에 대하여 4패스로 이루어졌으며, 용접선추적은 부재의 형상 조건과 같이 갭의 변화에 따라 위빙폭의 증감과 용접속도의 변화도 대응하여 이루어지고, 다층의 위빙폭 데이터는 초층의 데이터에 대해 비례하여 증가된다는 점과, 각층의 전환점에서 용접전류 데이터가 저전류 처리로 인하여 다른 데이터 보다는 낮은 값의 절곡점의 형태를 나타낸다는 결과도 알 수 있었다.

사진.1에서 용접후의 시편모양을 나타내었으며, 개발장비에 적용된 알고리즘에 의하여 갭과 용접선의 변화가 있어도 용접은 일정한 용착량 두께 제어가 유지되어 고른 비드(bead)의 퍼짐과 용접형상이 얻어져 다층으로 용접이 잘 이루어진 것을 알 수 있었다.

5. 결론

아크센서를 이용한 다층용접 시스템의 구현에 대하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 다중 자동용접장치 개발을 위하여 독자적인 기술로 기계설계를 비롯하여 제어장치 및 소프트웨어를 구성하였다.

- 용접조건제어를 위하여 용접기와 주제어기간의 인터페이스회로를 제작하고 주 제어기에서 용접기 2차출력을 임의로 제어할 수 있는 기술을 개발하였다.
- 용접장의 갭의 변화와 용접선의 편차에도 대응하여 용접선추적과 다층으로 적층할 수 알고리즘만 아니라 실제 용접에 적용한 결과 용접품질도 양호한 다층 자동용접장치를 개발하였다.

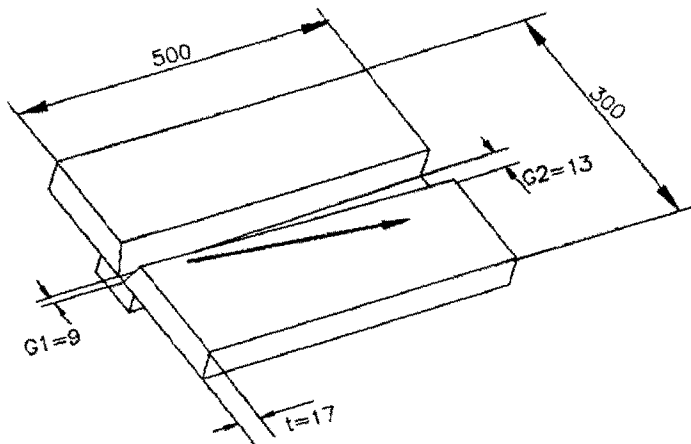


Fig.1 Dimension of specimen

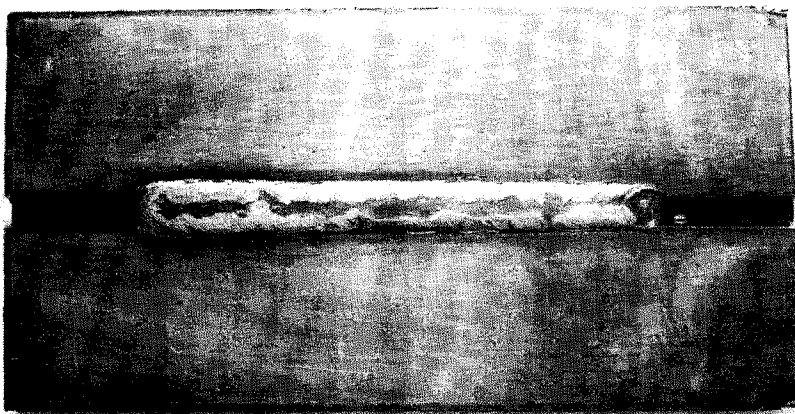


사진.1 시편의 용접후의 모습