

파이프 용접을 위한 무선 제어 연구

A Study of Wireless Control for Pipe Welding

*김인주¹, 손준식², 이충호³

*# I. J. Kim(k9inju@kitech.re.kr)¹, J. S. Son², C. H. Lee³

¹ 한국생산기술연구원, ²(주)프로맥스 기술연구소, ³전주대학교

Key words : Pipe welding, Wireless control, Root pas

1. 서론

용접은 소재가 부분품을 거쳐 제품으로 생산되는 가공·조립 자동차, 건설, 반도체, 항공우주 등 주력기간산업과 성장동력산업에서 제품의 품질 및 내구성, 생산성, 부가가치 등을 결정하는 핵심기술로써 거의 모든 제조업에서 필수적으로 사용되므로 기술개발에 의한 경제적 및 산업적 파급효과가 큰 기술이다. 하지만, 용접산업은 특성상 고열, 전기, 흡 등의 위험요인을 포함한 열악한 작업환경과 수작업으로 이루어지는 경우가 많아 근로자들이 기피하는 대표적인 3D 작업 중 하나로 최근 중소형 조선소의 용접작업은 숙련된 용접인력 감소와 인건비 증가 등의 이유로 국내 작업자를 구하지 못하여 대부분 외국인 근로자들에 의하여 이루어지고 있는 실정이다. 3D산업 기피현상을 극복하기 위해 세계적으로 흡·스퍼터저감 용접재료 및 용접기, 원격제어 용접자동화시스템 등 친환경 첨단 제품에 대한 수요가 증가 추세에 있다.

파이프 자동화 용접은 해양구조물, 배관, 철탑, 의장 등에 수요가 증대되고 있고, 이를 제작하기 위한 생산성과 정밀성이 요구되고 있다. 파이프간의 결합제작 공정은 주로 루트패스(root pass)과 필패스(fill pass) 용접으로 구성되며, 루트패스는 결합발생 가능성 등으로 인해, 숙련된 경험자에 크게 의존하며, 가스텅스텐아크(GTA) 공정에 의해 용접되고, 필패스에는 주로 반자동형태의 가스 메탈아크(GMA) 용접방법을 적용하고 있다. 파이프 용접에서, 용접의 품질 및 생산성 향상과 작업여건 개선 등을 위해서는 용접공정의 완전 자동화가 요구된다.

파이프 용접에서 자동화 장치가 용접작업자를 대신하기 위해서는 숙련된 용접사가 용접현상을 관찰하고 판단하여 이를 적절한 용접조건으로 산출해 내는 지식과 기능을 갖추고 있어야 하고, 나아가 용접사가 가지지 못한 지식, 판단 및 제어 기능을 탑재할 수 있어야 한다. 용접위치 설정, 용접선 추적 및 용접위치 설정, 용접선 추적 및 용접조건 설정은 파이프 용접에서 특히 작업자가 가진 기능과 지식이라고 간주할 수 있다. 용접조건에 따라 용접시간과 용접품질이 결정되는데, 고가의 장비에서 적절한 용접조건을 사용하지 않음으로 인해 용접시간이 길어지거나 용접불량이 발생할 가능성이 높다. 따라서 단위 시간당 용접량을 극대화하고 부적절한 용접조건에 의한 용접불량을 사전에 방지하여 고품질의 용접을 기대할 수 있는 용접자동화 시스템의 개발이 무엇보다 필요하다.

본 연구에서는 작업자가 보다 편리하게 용접조건을 설정할 수 있으며, 안전한 거리에서 용접공정을 확인 하면서 실시간으로 적절하게 용접조건을 수정하여 고품질의 용접품질을 얻을 수 있는 파이프 용접을 위한 무선 제어 시스템을 개발하였다.

2. 무선 제어 파이프 용접시스템 구성

무선 제어 파이프 용접 시스템은 무선 제어부를 이용하여 원격에서 파이프 용접 시스템을 제어할 수 있도록 개발된 장치로써 전체 개략도는 Fig. 1과 같다. 시스템은 크게 용접장치부, 메인 제어부 그리고 무선 제어부로 구성되어 있다. 용접장치부는 메인 제어부와 유선으로 연결되어 있으며, 메인 제어부에서 전송하는 신호에 따라 용접위치를 따라가면서 용접을 수행하며, 메인 제어부는 용접장치부와 무선 제어부를 연결하며, 모든 장치에서 들어오는 정보와 명령을 처리 및 저장하는 역할을 수행하며, 마지막으로 무선 제어부는 메인 제어부와 무선으로 연결되어 있으며, 사용자의 명령을 메인 제어부를 통하여 용접장치부에 하달하고, 용접정보를

사용자에게 제공하는 역할을 수행한다.

3. 용접장치부

파이프 용접시 필요한 구동축은 용접선 방향으로 1축, 용접선의 수직 방향으로 용접토치의 위빙 및 용접선 추적을 위한 2축과 용접 와이어 공급을 위한 와이어 송급(wire feeding) 1축 등 모두 4축으로 구성된다. 용접 속도의 범위는 1~20mm/s, 위빙 주파수는 0.1~2Hz, 위빙 폭은 최대 10mm, 각축의 위치 정밀도는 0.1mm 이하가 되도록 결정하고, 총 무게는 10kg 이하가 되도록 설계 하였다. 모터에 인가되는 하중 또한 10kg으로 예상하여 모터의 용량, 감속기, 볼스크류(ball screw) 등을 선정 하였다. 파이프 용접 특성상 정속 주행이 가능하고 백래쉬(backlash)가 최소화 되도록 주행 레일을 설계하였으며, 400A 규격의 파이프에 맞추어 체결되도록 설계되었다.

설계 및 제작된 주요구성부의 각 부분의 유기적인 결합을 통해 캐리지와 가이드 레일을 제작하였다. 캐리지는 와이어 송급부를 별도로 분리하지 않고, 본체에 결합하여 사용할 수 있도록 제작되었으며, 각 부분의 제어를 위해 4개의 서보모터가 장착되어 있으며, 주행, 토치높이, 와이어송급 장치의 모터는 400W급이며, 위빙만 50W급을 사용하였다. Fig. 2는 개발된 용접장치부이다.

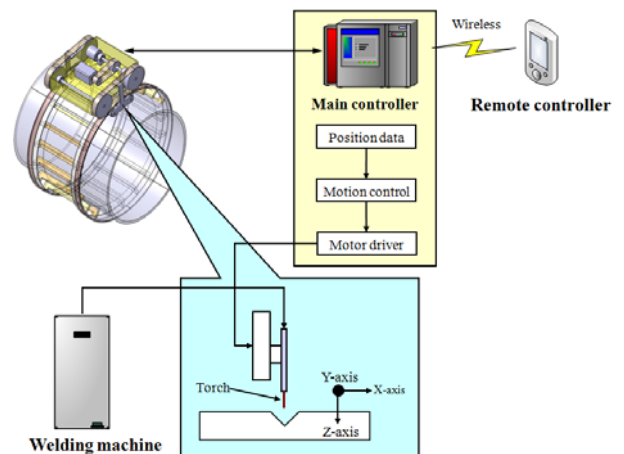


Fig. 1 Wireless control system for pipe welding



Fig. 2 Welding carriage and rail

3. 메인 제어부

메인 제어부는 용접장치부의 직접적인 제어를 담당하는 장치로 드라이버(driver)부와 주제어장치, 각각의 모터 구동을 담당하는 드라이버와 드라이버를 제어하는 주제어장치, 주제어장치와 무선 제어부 사이의 무선 통신을 담당하는 무선 통신부, 외부 용접기 및 사용자로부터 스위치 입력을 받는 DAQ로 구성하였다. Fig. 3은 메인 제어부의 블록도이다. 드라이버는 각각의 모터를 개별제어가 가능하도록 별도의 프로세서를 두고 주제어장치와는 이더넷(ethernet) 통신을 통하여 제어신호를 송수신하게 된다. 드라이버의 프로세서로는 ARM사의 새로운 모델인 CORTEX-M3 프로세서를 사용하여 보다 많은 기능을 부여할 수 있게 하였다. 그리고 엔코더 신호를 입력 받을 수 있도록 하여, 속도 및 위치 제어가 가능하도록 하였다. 전원은 24VDC ~ 36VDC가 공급된다.

드라이버와 이더넷으로 연결되어 드라이버를 제어하는 주제어장치는 ARM9 계열인 ARM920T를 사용하였고, 터치 모니터를 사용하여 별도의 스위치 없이도 사용이 가능하도록 구성하였다. 또한 무선 통신을 담당하는 무선 통신부는 424MHz 대역의 주파수로 구현을 하였다. 용접 작업 특성상 용접 노이즈가 발생하기 마련인데, 이에 대한 잡음 내성이 강한 RFIC를 선정하여 구현을 하였고, 직접적으로 무선 제어부와 무선 통신을 하게 된다. 외부 용접기 및 사용자 조작에 의한 입력은 DAQ를 통하여 받게 된다. Fig. 4는 개발된 메인 제어부이다.

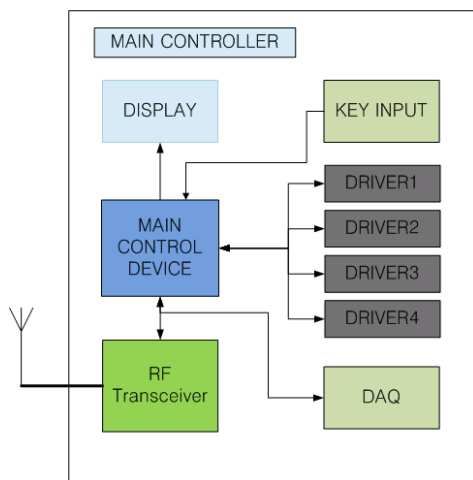


Fig. 3 Block diagram of main controller



Fig. 4 Developed main Controller

3. 무선 제어부

무선 제어부는 메인 제어부의 주제어장치와 424MHz 대역으로 무선 통신을 담당하며, 용접 조건을 무선으로 설정이 가능하도록 무선 제어부를 구성하여 작업자가 안전거리를 확보 후 조작이 가능하도록 하였다. 또한 2.4" TFT-LCD를 사용하여 현재 용접상태(용접전류, 아크전압, 용접속도, 용접진행률, 위빙속도 등)을 디스

플레이할 수 있도록 하였다. 무선 제어부의 내부는 용접 노이즈에 대한 대비책으로 노이즈 차단제로 코팅하였으며, AA 사이즈 배터리 3개의 전원으로 작동이 되어 별도의 전원 케이블이 없어 휴대가 간편하고 조작이 간편하도록 제작하였다.

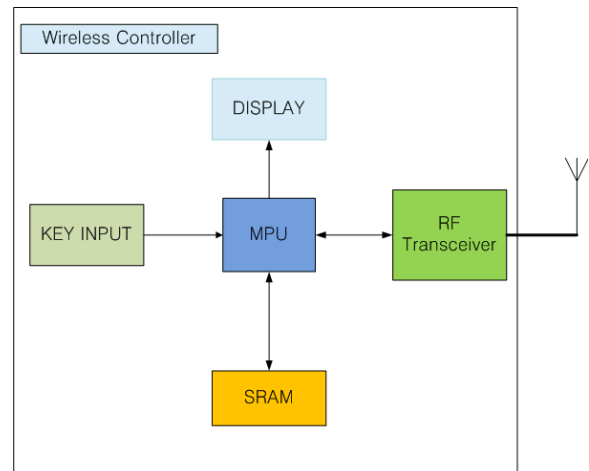


Fig. 5 Block diagram of wireless controller



Fig. 6 Developed wireless controller

4. 결론

파이프 용접 자동화를 위하여 정밀도가 높으면서 가벼운 용접용 캐리지와 레일을 개발하였으며, 개발한 장비의 효율성을 높이고 사용자의 안정성을 확보하기 위하여 원격제어가 가능하도록 무선 제어장치를 개발하였다.

개발한 무선 제어장치는 향후 추가적인 연구와 현장 검증을 통하여 상용화가 이루어진다면, 3D 업종으로 기피 대상인 용접공정이 보다 깨끗하고 안전한 공정이 될 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Imanaga, S., "Development of torch position control and welding condition control technology for all-position, multi-layer GTA welding. Development of fully automatic GTA welding system for pipes," *Welding international*, 4, 5, 356-364, 2000.
2. Huo, M., Zhang, Z., "Automatic arc welding machine based programmable multi-axes controller for seam of a pipe and an ellipsoidal end," *Transactions of the China Welding Institution*, 26, 1, 74-77, 2005.
3. 강윤희, 이승기, 송형진, 나석주, 차태인, 박주용, "파이프 원주 용접을 위한 자동용접시스템 개발에 관한 연구," *대한용접접합학회 2001추계학술대회*, 99, 173-176, 2001.
4. 이종구, 김태형, 이세현, "저항점 용접 공정에서의 무선 통신 기술을 이용한 원격 품질 판단 기술 개발," *기계기술연구논문집*, 11, 1, 21-28, 2005.