

## 적외선 온도 센서를 이용한 용접자동화 장치 개발

### Development of Weld Automation Equipments Using the Infrared Temperature Sensor

김 학형\*, 김 일수\*\*, 박 창언\*\*, 손 준식\*\*\*, 서 주환\*\*\*, 정 재원\*\*\*, 전 광석\*\*\*\*

\* 목포대학교 대학원 기계공학과

\*\* 목포대학교 기계·선박해양공학부

\*\*\* 목포대학교 대학원 기계공학과

\*\*\*\* 한국폴리텍5 광주대학 컴퓨터응용기계설계과

#### 1. 서 론

파이프 용접에서 용접위치와 용접각도에 따라 용융지의 이동효과로 인해 용입깊이가 좌우됨으로 용접위치 설정, 용접선 추적 및 용접위치 설정, 용접선 추적 및 용접조건 설정은 파이프 용접에서 가장 중요한 요인들이다. 용접부재의 크기에 따라 적정 용접 위치 및 각도를 설정이 필요하다. 따라서 파이프 용접을 자동화하기 위해서는 파이프 크기에 따라 용접점 위치, 용접각도 등을 예측할 수 있는 시스템 개발이 요구된다.

단순히 개인 경험에 의존하여 결정할 경우, 용접시간 및 단위시간당 용접량을 예측하기 어렵고, 고가의 장비에서 적절한 용접조건을 사용하지 않음으로 인해 용접시간이 길어지거나 용접불량이 발생할 가능성이 높다. 특히 단위 시간당 용접량을 극대화하고 부적절한 용접조건에 의한 용접불량을 사전에 방지하여 고품질의 용접을 기대할 수 있는 용접기술의 개발을 통하여 용접 비숙련자에 의한 용접공정을 가능하도록 하고 제반 검색시간을 단축하여 공정을 효과적으로 수행할 수 있는 전자동 케리지 개발 연구가 집중되고 있다.<sup>(1)~(6)</sup>

본 연구에서는 각종 파이프 및 평판 특성에 따른 레일구조를 설계 및 제작하고 본 연구에서는 적외선센서 및 관련 알고리즘 개발을 통한 적외선 센서를 이용한 용접선 추적 시스템을 구축하고 파이프 용접에 적용 용접선 추적 및 센싱 알고리즘, 용접상태의 실시간 계측 등을 제어할 수 있는 통합시스템 개발을 목표로 하였다.

#### 2. 용접선 추적 시스템

##### 2.1 센서부 설계 및 제작

센서 앰프모듈은 용접부의 온도를 측정하는 적외선센서의 신호를 계측 및 제어장비에서 취득하기 위한 회로이다. 적외선센서 증폭모듈을 나타내며 일차 앰프부분은 센서에서 발생된 미약한 신호를 증폭하는 역할을 수행한다. 필터부분은 센서신호의 노이즈 부분을 제거하는 부분이다. 노이즈는 기본적으로 60Hz 대역의 교류 전원 노이즈를 제거하고 불필요한 용접시 발생하는 노이즈를 제거하는 LPF를 사용하였다. 이차 앰프부분은 필터 처리된 신호를 측정부에서 필요로 하는 적절한 값으로 증폭하는 부분이다.

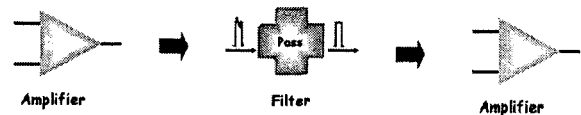


Fig. 1 Configuration of sensor amplifier module

본 연구에서 개발된 적외선센서는 기존의 수입품에 비하여 노이즈 대비 감도 특성이 뛰어나며, 물체에서 방사되는 적외선을 검지함으로써 직접 접촉하지 않아도 물체 표면의 온도를 감지할 수 있다. Fig. 2는 적외선센서 고정부를 나타낸 사진이며 적외선센서를 이용하여 실시간으로 용접선에 대한 모니터링을 하기 위하여 용접토치를 중앙으로 적외선센서 2개를 양쪽에 설치하였다. 아크광 및 스파터, 연기 등의 외란으로부터 적외

선센서를 보호하기 위하여 수냉식 냉각방식과 에어 커튼 방식을 도입하였다.

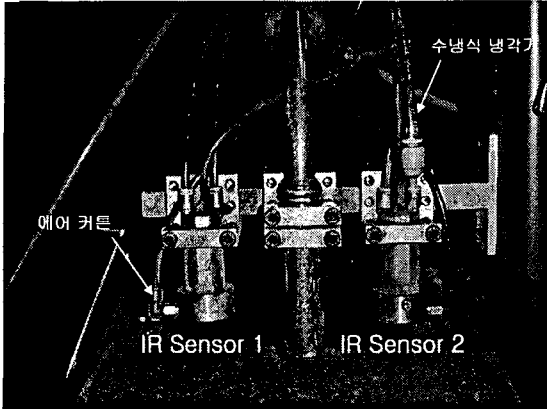


Fig. 2 Infrared temperature sensing system for seam tracking

### 2.2 센싱 성능 분석

용접선 추적(seam tracking)은 용접과 용접선의 센싱, 추적을 동시에 수행하여야 하므로 적외선센서의 정확한 측정이 요구된다. 본 연구에서는 개발된 용접선추적 시스템의 성능을 분석하기 위하여 T=300, 450, 700, 1000℃의 4가지 경우의 온도변화에 대한 적외선센서의 높이와 적외선센서 전압에 대하여 측정하였으며 적외선센서 높이 h=30, 50, 70, 100mm 일 경우의 적외선센서 전압에 대한 온도 분포의 상관관계를 나타내었다. 이 결과를 토대로 적외선센서의 온도 및 시험편에 대한 센서의 높이변화에 대한 센서의 측정성능을 검증할 수 있었다.

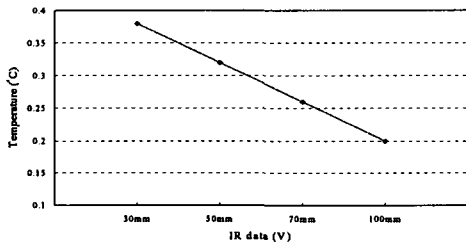


Fig. 3 Height vs IR data(T=300°C)

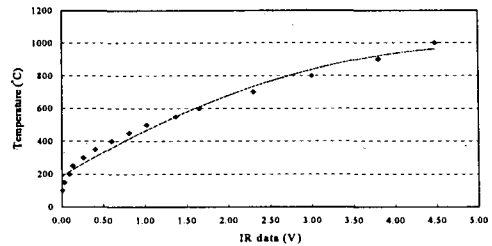


Fig. 4 IR data vs Temperature(h=700mm)

### 2.3 용접상태의 실시간 계측

Figs. 5~6은 개발된 시스템의 전체 제어 구성도 및 제작 사진을 나타낸다. 용접이 이루어지면 적외선센서 1과 2의 온도에 따른 전압이 나오며 앰프에서는 신호를 증폭시켜 DAQ보드로 보낸다. DAQ 보드에서 읽어 들인 신호는 모니터링 시스템에서 온도값으로 보정이 된다. DAQ 보드는 NI사의 AT-MIO-16F5 제품을 사용하였으며 모니터링 및 제어 프로그램은 델파이를 이용하여 작성하였다.

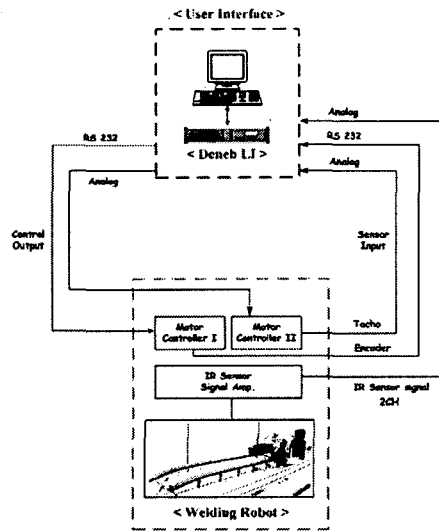


Fig. 5 Configuration of welding robot system

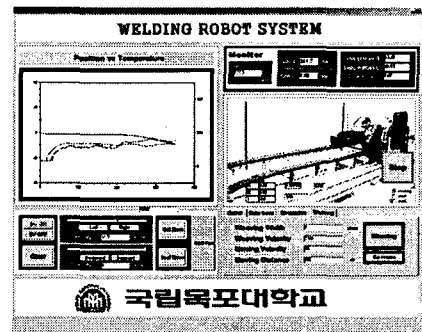


Fig. 6 Welding monitoring and control system

### 3. 장 파이프 용접용 용접선 추적 시스템 구성

Fig. 7은 본 연구를 통해 개발된 용접선 추적을 위한 파이프 용접용 케리지 시스템의 전체 시스템을 나타낸다. 기 개발된 평판용 케리지 시스템을 평판용으로 전환하고자 레일의 한쪽면을 타이밍 벨트-폴리 형태의 레일로 제작하였고 반대쪽면은 기존의 수직형 벨트 타입으로 제작하여 케리지 구동효율 향상 및 케리지 자체의 진동을 저감하고자 하였다. 또한, 케리지 바퀴의 한쪽면에 플랜지를 장착하여 케리지와 레일의 체결력을 향상하여 백래시 감소, 정속도 유지를 통해 체결 성능을 향상시켰다.

Fig. 8은 통합된 파이프 용접용 용접선 추적 시스템의 성능 평가를 위한 성능테스트 장면을 나타낸다. 용접선 추적장치는 용접부 품질검증을 위한 Visual test 결과 양호한 추적성능을 나타내었고 작업자의 편의성 측면에서도 만족할만한 결과를 얻었다.

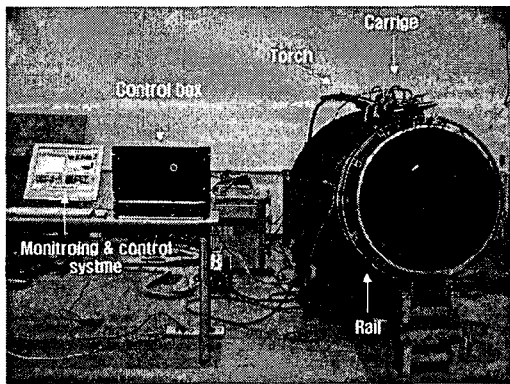


Fig. 7 Integration of seam tracking system for pipe welding

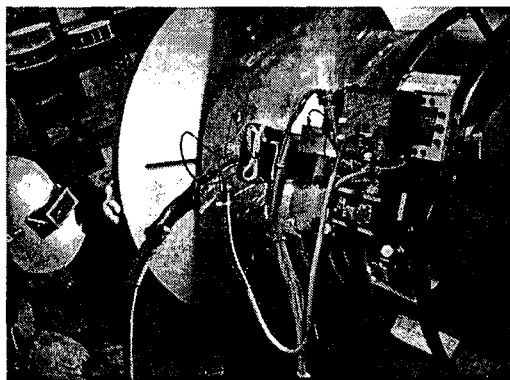


Fig. 8 Performance test for seam tracking system for pipe welding

### 4. 결 론

본 연구에서는 적외선 센서를 이용한 용접선 추적 시스템을 구축하고, 개발된 시스템의 성능 평가를 통한 파이프 용접 자동화시스템의 구현을 목표로 하였다. 적외선센서의 성능을 평가하기 위하여 4가지 경우의 온도 변화에 대한 적외선 센서의 높이와 적외선센서 전압에 대하여 측정하였으며 상관관계 분석을 통해 적외선 센서의 측정 성능의 우수함을 확인할 수 있었다. 적외선센서 시스템 및 제어모드 알고리즘, 용접선 추적 및 용접품질 알고리즘, 용접상태의 실시간 계측 알고리즘을 통합한 용접선 추적장치는 실제 테스트 결과 양호한 추적성능을 나타내었고, 작업자의 편의성 측면에서도 만족할만한 결과를 얻었다.

### 참 고 문 헌

1. R. W. Richardson, A. Gutow, R. A. Anderson and D. F. Farson : Coaxial weld pool viewing for process monitoring and control, *Welding Journal*, 63-3 (1984), 43~50
2. J. J. Hunter, G. W. Bryce and J. Doherty : On-line control of the arc welding process, the 2nd International Conference on Computer Technology in Welding, Cambridge (1988), 37-1~37-12
3. H. B. Smartt, P. Einerson, A. D. Watkins and R. A. Morris : Gas metal arc welding process sensing and control, *Proceedings of an International Conference on Trends in Welding Research* (1986), 461~465
4. Imanaga, et al. : Development of torch position control and welding condition control technology for all-position, multi-layer GTA welding, *Welding International*, 14-5 (2000), 355~364
5. J. E. Agapakis, et al. : Vision-aided robotic welding : An approach and a flexible implementation, *The International Journal of Robotics Research*, 9-5 (1990), 17~34
6. David Nizan : Three-dimensional vision structure for robot applications, *IEEE Trans. on PAMI*, 10-3 (1988), 1988.