

용접선 추적용 전자기센서의 제어시스템 개발 Development of a Dual Electromagnetic Sensor-Based Weld Line Seam Tracking System

조방현*, 민기업*, 아미트*, 김동호*, 김수호*, 권순창*

* 대우조선 해양(주) 로봇연구소

ABSTRACT : Dual electromagnetic sensor is used for sensing the weld line. The sensor consists of excitation and two sensing coil wound over the ferro-magnetic core. By using the dual sensor, the effect of noise is minimized. It is based on the generation of eddy currents in the welding plate by passing current through the excitation coil. The sensor can be used to track the butt joints having no gap between them, where a vision based sensor fails to track. Sensor sensitivity depends on the number of coil turns, frequency of excitation, distance of a sensor from the work piece, diameter of core, etc. The whole system consists of a sensor, a signal processing board, a motion controller and a personnel computer (PC). The raw sensor signal is processed using the signal processing board. It consists of amplification, rectification, filtering, averaging, offset adjustment, etc. Based on sensor data, the motion controller adjusts the position of a welding torch.

1. 서론

당사의 주판 맞대기 자동 용접장치에서 용접선 추적 센서가 없고 주판 맞대기 자동 용접장치의 추가설치로 용접선 추적 센서의 필요성이 대두었다. 그러나 "I"형 맞대기 이음에 사용할 수 있는 상용화된 센서가 거의 없고, 용접 현장의 추적 환경이 매우 열악하며 용접 전류등의 노이즈가 매우 높은 이유로 용접선 추적이 매우 어려웠다. 일부 레이저 비전이 많이 사용되고 있으나 비용이 많이 들고 용접선 추적시 태양빛의 영향과 sealing bead 그리고 용락과 같은 경우는 seam을 찾기가 힘들다. 또한 비전 센싱에 장애가 되는 형상들이 주위에 많이 존재하여 용접선 추적에 문제가 발생할 수 있다.

이러한 이유로 값이 싸고 쉽게 제작할 수 있으며, 빛과는 상관없이, sealing bead 그리고 용락에 크게 구애받지 않는 전자기 센서를 이용한 용접선 추적 장치를 개발하게 되었다.

2. 전자기센서의 이론적 배경

2.1 전자기센서의 원리

Fig. 1. 의 (a)와 같이 코일에 교류전원을 인가한 후 그 코일을 금속체에 접근시켰을 때 코일

에 흐르는 전류에 의해 자속(ϕ_1)이 형성되며 이 자속에 의해 금속체(모재)의 표면에는 (b)와 같이 링 모양의 와전류(eddy current, ϕ_2)가 발생하고 이러한 와전류에 의해서 (c)와 같이 다시 원래의 자속을 방해하는 방향으로 반자속이 발생되어 $\phi_1 - \phi_2$ 만큼의 코일의 인덕턴스가 변화하게 된다. 이는 코일과 금속체 간의 거리, 금속체의 자성 및 전기 전도도 등에 의해 영향을 받게 되며 이러한 원리를 이용하여 코일에 유기되는 자속의 변화를 감지해 금속체와의 거리, 결함등을 검출하는 장치를 전자기식 센서라 한다.[1]

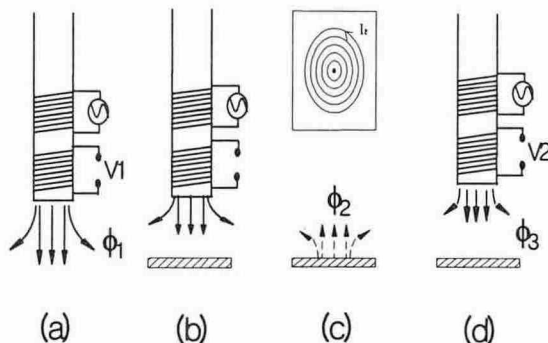


Fig. 1 Magnetic field on sensor coil

2.2 전자기센서의 구조

Fig. 2에서 보듯 센서는 두개의 조합으로 구성되어 있으며 자속을 보다 많이 집속 시키기 위해 자기적 성질이 우수한 지름 10mm의 페라이트 코어를 자심 재료로 사용하였다. 가진 전원부에서 상부의 가진 코일에 교류 전류를 인가하게 되면 가진 코일에서는 교류 자속이 발생하게 되며 이때 발생한 자속이 하부의 센서 코일이 감겨져 있는 부분을 통과해 금속체(모재)로 가게되어 모재에서는 원형의 와전류가 발생하고 이 와전류에 의한 반자속의 일부가 다시 각각의 센서 코일로 흘러 들어가게 되면 각 센서 코일에서는 가진 코일의 자속과 와전류에 의한 자속의 차이만큼의 인덕턴스가 변화해 이 차이만큼의 전압값을 출력하게 되며 모재의 이음부와 이음부가 아닌 지점에서 와전류의 발생량이 다르므로 이 차이만큼을 연속적으로 인식하며 용접선을 추적하게 된다.

2.3 위치에 따른 각 센서의 출력(V1 & V2)

두 plate 사이를 센서가 일정한 높이로 이동했을 때 그 그래프는 다음과 같다. 센서의 중심을 seam 과의 상대 좌표로 설정했을 때 센서 V_1 과 V_2 는 정확히 seam에서 만났다.

그러면 이것을 바탕으로 $V_1 - V_2 = 0$ 가 될 거라는 추론을 할 수 있으며, 이 추론을 바탕으로 용접선 추적용 장치를 개발할 수 있다.

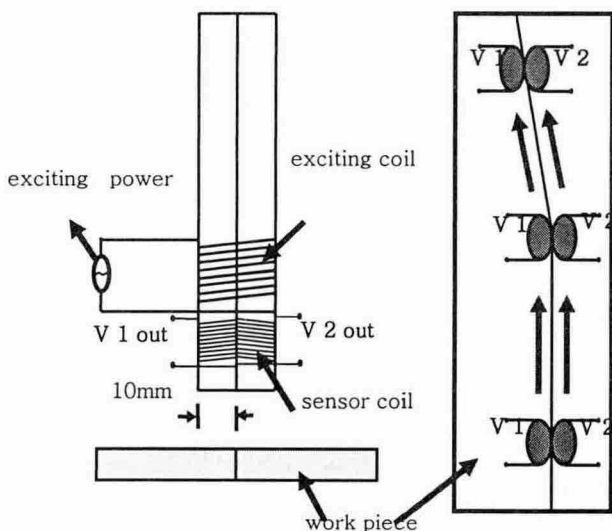


Fig. 2 The structure of an electromagnetic sensor

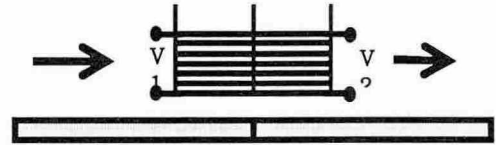


Fig. 3 Left & right sensor output signal

3. 실험 및 결과

Fig 4에서 보는 바와 같이 주행속도 10 mm/s로 deviation 10mm 판을 스캔하며 추적한 결과 평균적으로 1mm 이하의 seam 추적 에러를 나타냈으며, sealing bead가 시작되는 부분부터 끝나는 부분까지는 다른 곳보다 큰 에러를 가지는 것을 알 수 있다. 최대 1.4mm 에러를 가지며 sealing bead를 제외한 다른 부분에서는 대체로 1mm이하의 양호한 추적을 하는 것을 볼 수 있다.

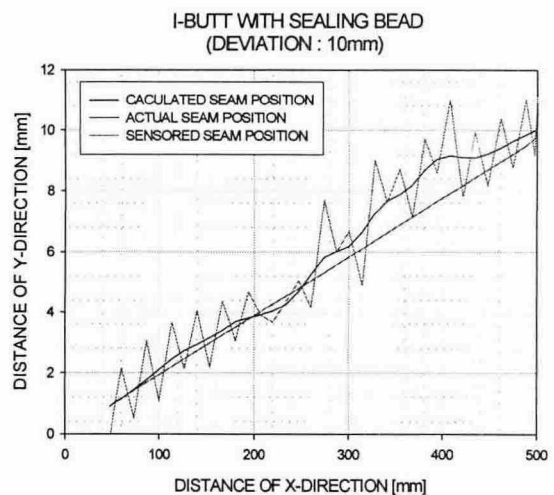


Fig. 4 An example of seam tracking performance

4. 자동용접장치에의 시스템 적용

참 고 문 헌

Fig. 5는 실제 당사의 자동용접장치에 적용한 시스템의 구성도이다. 현장용 제어시스템은 실험용 장치의 제어시스템에서 검증된 내용을 바탕으로 구성되었다. 따라서 현장 적용 후 우수한 성능을 보였다.

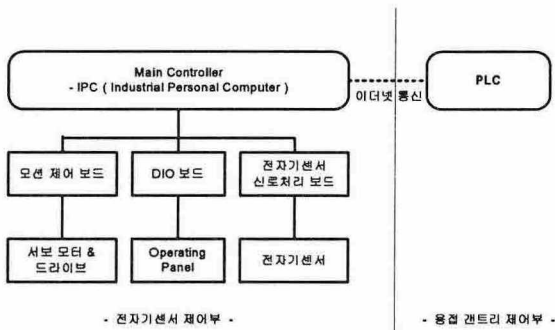


Fig. 5 Configuration of control system in the actual welding machine

1. 신준호, 1999, “이중 전자기 센서를 이용한 용접선 자동추적 시스템에 관한 연구”, 영남대학교 대학원 기계공학과 석사학위 논문. p4~p5, p13~p14
2. 유병희, 1995, “박판의 용접선 자동추적 시스템에 관한 연구”, 영남대학교 대학원, 기계공학과 석사학위 논문.
3. 정규철, 1998, “GMA 용접에서 용접선 추적용 시간센서 시스템에 관한 연구”, 영남대학교 대학원, 기계공학과 석사학위논문.
4. 김영선, 조형석, 1997, “자기장 센서를 이용한 갭 간격이 없는 박판 맞대기 이음부의 용접선 추적장치”, KAIST.

Fig. 6는 전자기센서 제어시스템이 설치된 자동용접장치이다.

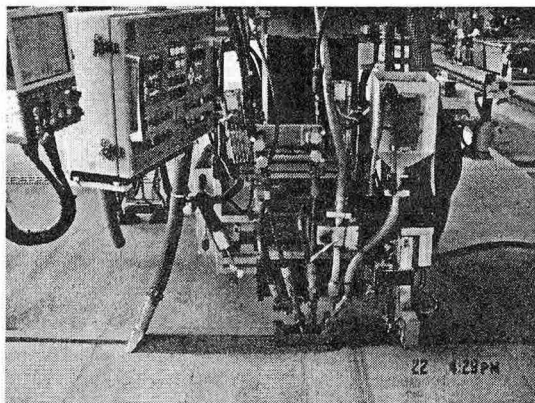


Fig. 6 The actual welding machine applied a electromagnetic sensor system

5. 결론

실험장치를 이용하여 전자기센서의 성능 및 제어시스템의 성능을 검증하였다.

실험결과로부터 얻은 제어시스템의 신뢰성을 바탕으로 실제 당사에 적용할 수 있는 제어시스템을 설계 및 제작하여 자동용접장치에 적용하였다.