

## 용접자동화를 위한 유도성 다중 코일 센서의 적용

### A Application of Inductive Coil Sensor for Welding Automation

양 상민, 윤 충섭, 한 유희

한국 기계연구원 레이저 가공연구그룹

#### 1. 서론

용접 공정의 작업조건이 열악함으로 인해 예측하지 못한 용접 공정의 변수들의 해결은 공장 자동화를 위해 필연적이며 용접공정의 자동화에는 용접선의 자동추적에 대한 연구가 선행 되어야 한다. 따라서 용접선과 용접상태를 감지하여 이를 제어부에 전달하는 센서에 관한 개발 및 시각센서와 아크센서의 적용에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

본 실험은 Weidmueller사가 개발한 일반 용접용 유도성 다중 코일 센서(Inductive Multiple Coil Sensor)시스템과 그 구동장치를 소개하고 이를 실제 용접 환경에 적용하여 용접선 추적의 실험적 자료를 제시하고자 한다.

#### 2. 실험

##### 2.1 실험장치

Weidmueller사의 용접선 추적장치 및 구동장치의 주요구성은 그림 3과 같으며 유도성 다중 코일 센서 시스템은 센서, Preamplifier 그리고 Adjustment Box로 구성되어 있다. 이 센서는 비접촉식의 전자기식으로써 1차 여자코일(Sending Coil)에 기존 전자기식과 같이 고주파 교류를 통전하지만 4개의 2차 코일(Receiving Coil)은 1차 코일에 대하여 기하학적으로 서로 대칭구조로 되어있다. 기존방식과 달리 2차원적으로 센서를 구성하여 한개의 센서로 2차원적센싱이 가능하게 하였고, 센서의 크기를 축소하였다. 그 원리는 1차 코일에서 보내진 eddy 전류에 대응하는 모재의 용접선으로부터 좌우 대칭이면 2차코일로 부터 검출되는 양은 영이 된다. 용접선의 편차가 있을때 2차코일에서 검출되는 양은 서로 다르기 때문에 이 편차의 값은 Preamplifier을 거친후 Adjustment Box에서 직류전압( $U_x$ )값으로 출력시킨다. 4개의 2차여자코일의 전체 출력에 따라 높낮음이 설정되어진 값에서 벗어나면 직류전압( $U_z$ )을 출력시키고, 출력된 시스날은 모터를 구동시키기 위한 모터 콘트롤러에 입력된다. 여기서 Adjustment Box의 기능은 모재 재질(Ferrite, Austenite, Aluminum, Copper)과 Joint의 모양에 따라 선택 스위칭으로 프로세싱을 결정한다.

##### 2.2 실험 방법

시편재질은 용접선을 밀링한 경우(SM45C)와 밀링을 하지 않은 경우(SS41)로 나누었으며, 위의 조건하에서 용접을 한 경우(용용실험)와 용접을 하지 않은 경우(기초실험)로 나누어 실험을 하였다. 용접센서의 구동은 X축과 Z축은 Controller에 의해 자동조작되며 Y축은 동일 속도로 진행하였다. 실험에 선택된 Adjustment Box의 option은 Ferrite, Seam Shape 4 (실험조건①)와 Inv. (실험조건②)를 선택하였다.

실험을 하기 위한 몇가지 조건들은 다음과 같다.

##### (1) 기초 실험

- a) 두 시편의 Gap의 크기
- b) 두 시편의 높이차의 크기

c) 시편을 Filet한 경우

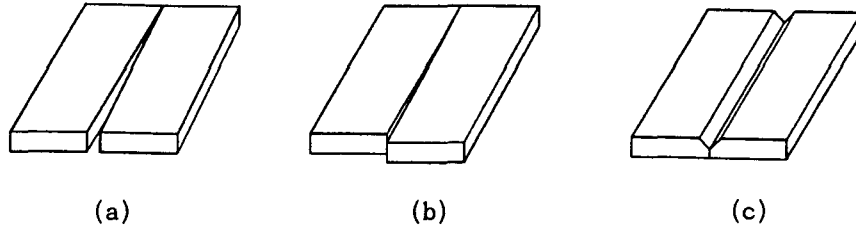


Fig.1 Types of experimental workpiece

(2) 응용 실험

- a) 일반용접 + Tag용접
- b) 일반용접 + 높이차
- c) 일반용접 + Gap + 높이차 + Tag용접

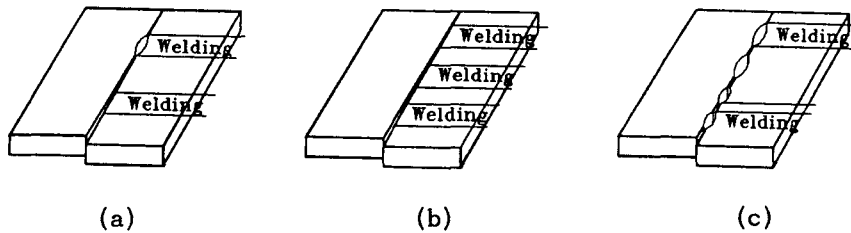


Fig.2 Types of experimental workpiece

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 기초 실험

1) Gap이 없는 경우

두 시편의 높이차가 없을 때와 용접선을 그라인더로 스크래칭하였을 때 실험조건 ①, ②의 경우 모두 용접선 중앙을 추적하였다. 두 시편의 높이차가 있을 때(사진 1-a) 실험조건 ①의 경우 용접선 중앙을 추적하였으나, 실험조건 ②의 경우 두 시편의 높이차가 클수록 낮은 시편쪽으로 Sensor 더욱 많이 치우쳐서 용접선을 추적함을 보였다.

2) 일정한 Gap이 있는 경우

두 시편의 높이차가 없을 때 실험조건 ①의 경우 시편의 한쪽 모서리를 추적하였으나, 실험조건 ②의 경우 두 시편의 Gap이 7mm까지 Sensor가 용접선중앙을 추적함을 보였다. 두 시편의 높이차가 있을 때 실험조건 ①의 경우 두 시편의 높이차가 클수록 높은 시편쪽으로 Sensor 더욱 많이 치우쳐서 용접선을 추적하였으며, 실험조건 ②의 경우 용접선 중앙을 추적하였다.

3) Filet 시편의 경우(사진 1-b) Adjustment Box에서 Inv.을 선택함으로써 양호한 추적을 보였다.

### 3.2 응용 실험

1) 높이차가 있는 시편을 용접한 경우(사진 1-c) 실험조건 ①의 경우 용접비드 부근에서 높은 시편쪽으로 Sensor가 기울어졌으며, 실험조건 2 경우 낮은 시편쪽으로 Sensor가 기울어짐을 보였다. 또한, 경사진 용접비드의 경우 추적이 불가능하였다.

2) 그라인더로 Cutting하여 Gap을 만든 시편을 용접한 경우(사진 1-d) 두 용접점 사이는 용접선 추적을 못하였으며, Gap이 크고 용접비드가 오목한 경우 용접선 추적을 하지 못하였다.

### 4. 결론

유도성 다중 코일 센서를 실제 용접환경에 적용하여 용접선 추적을 실험하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 1) 용접선에 용접을 하지않은 시편에 대해 추적이 가능하였다.
- 2) Tag용접의 두 용접비드 사이와 경사진 용접비드의 경우 용접선 추적을 하지 못하였다.
- 3) 레이저 센서의 경우 용접선 추적점과 점사이를 소프트웨어적으로 처리하여 추적하지만 유도성 다중 코일 센서의 경우는 Controller에 입력된 값에 의해 직접적으로 센서가 구동된다. 본 실험에 사용한 시편을 레이저 센서를 이용한 용접선 추적 시스템에 적용하여 두 센서의 실험 결과를 비교 분석할 것이다.

### 참고문헌

- 1) 이철원, 나석주, "용접자동화를 위한 시각센서", 대한 용접학회, Vol. 11. No3. Sep., 1993
- 2) 윤충섭, 한유희, 김정오, "제 4차 레이저 가공기술 심포지엄", 한국 기계연구원, Oct., 1993

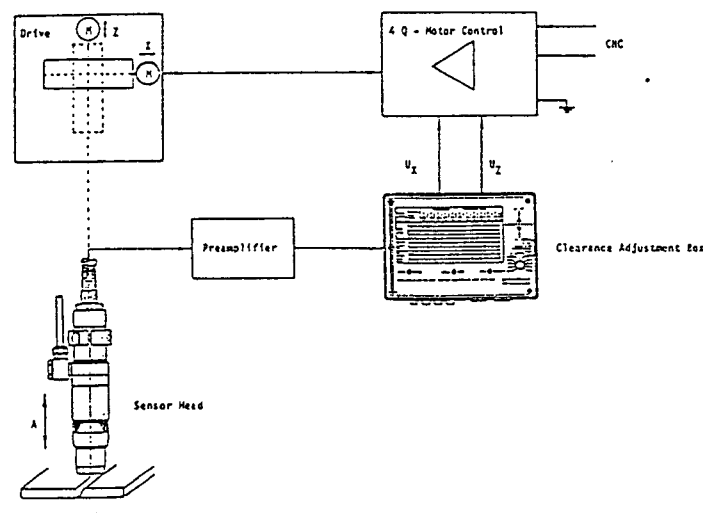
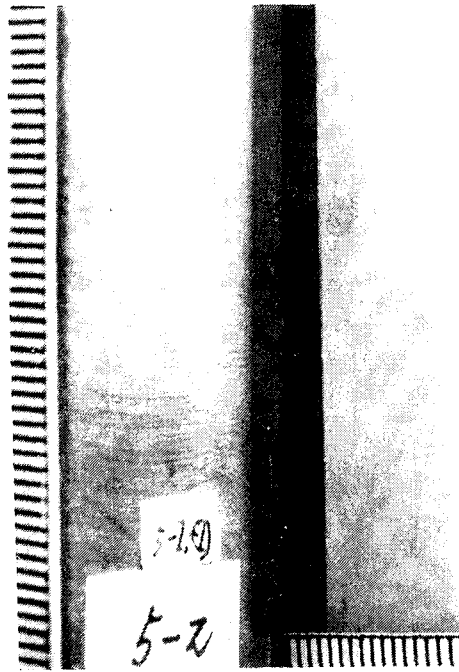
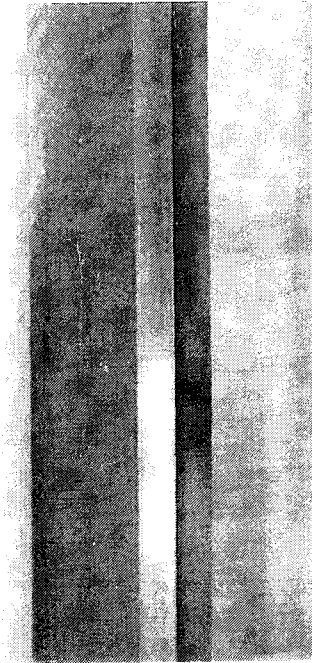


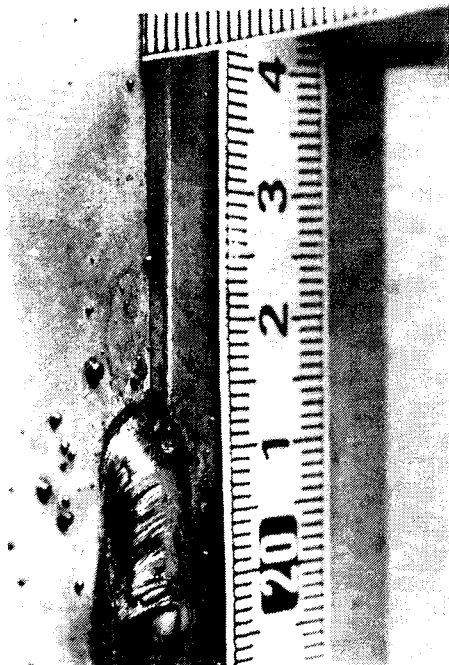
Fig.3 Schematic Diagram of Seam Tracking System of Weidmueller Co.



(a)



(b)



(c)



(d)

Photo.1 Types of experimental workpiece