

# 용접공정시 발생하는 변형량 계측을 위한 시스템에 관한 연구 A Study on Development of Measure System for Weldment Distortion

\*이지혜<sup>1</sup>, #김일수<sup>1</sup>, 장한기<sup>2</sup>, 광성규<sup>2</sup>, 김지선<sup>1</sup>, 나현호<sup>1</sup>, 홍성현<sup>1</sup>

\*J. H. Lee<sup>1</sup>, #I. S. Kim<sup>1</sup>, H. K. Jang<sup>2</sup>, S. K. Kwak<sup>2</sup>, J. S. Kim<sup>1</sup>, H. H. Na<sup>1</sup>, S. H. Seong<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>목포대학교 기계공학과, <sup>2</sup>두산인프라코어(주) 건설기계BG 연구개발 VPD팀

Key words : Welding distortion, Measurement system, Distortion control

## 1. 서론

최근 구조물의 고강도강의 적용이 증가함에 따라 용접부의 피로파괴 평가시 잔류응력 및 변형 등의 초기에 발생하는 결함을 고려한 설계에 대한 요구가 증가하는 추세이다. 용접부에서 용접 열에 의한 용융 및 응고과정 중 수축이 발생하기 때문에 용접 후 변형과 잔류응력이 발생한다. 또한, 용접부는 용접 균열의 존재가 우려되며 용접공정시 발생하는 변형은 용접구조물의 치수 정밀도에 영향을 미칠 뿐만 아니라 제품 가치를 저하시키기 때문에 해석적으로 예측하여 용접 변형을 최소화하고 있다.

실제 생산설계 시 용접변형을 예측하여 설계에 반영하거나 변형을 제어함으로써 막대한 비용을 절감할 수 있으므로 용접변형의 계측에 관한 많은 연구들이 수행되어 왔다. 현재 용접작업 중 실시간으로 용접변형을 계측하고 모니터링하는 기술개발은 초기단계이며, 용접변형을 저감하기 위해서 근본적으로 용접부 변위를 실시간 계측 및 제어하는 것으로 용접변형에 의해 발생하는 불필요한 작업공정을 최소화 구현한다.

따라서, 용접공정시 발생하는 변형량을 실질적으로 계측하고 측정된 데이터를 기초로 실시간으로 비교·분석을 통하여 용접변형을 저감하고자 변형계측장치를 개발하여 부품 용접 및 대형구조물, 조선/풍력분야 등 타 산업분야에 적용하고자 한다.

## 2. 변형계측시스템 개발

맞대기(Butt) 용접공정시 발생하는 가로&세로 변형량의 실시간 계측을 위해 그림 1에 나타난 바와 같이 변위센싱부와 고정용 Magnetic부로 구성된 단축 변형계측장치 LVDT(The Linear Variable Differential Transformer)를 개발하였다.

DAQ 시스템을 이용한 데이터 통신모듈은 데이터 통신망을 통하여 용접변형 계측장치로부터 측

정된 대상물의 변위신호를 내보내는 송신부와 전송된 변위신호를 수신하는 수신부로 크게 나누며 데이터 통신모듈의 구성도로 각 명칭 및 기능은 그림1, 표 2에 제시하였다.

송신부는 용접변형 계측장치와 유선으로 연결되어, 센서로부터 취득된 변위정보를 송신하는 기능이며, 수신부는 송신부의 RS 485통신을 통해 변형계측장치의 변위 데이터정보를 받아들이며 모니터링 PC와 유선(RS-232)방식으로 연결되어 대상물의 변위정보를 PC상에 출력된 화면을 통하여 실시간으로 모니터링할 수 있도록 구축하였다.



Fig. 1 Developed measurement(LVDT)

Table 1 Specification of measurement(LVDT)

Item	Specification
Resolution	0.001m
Independent Linearity	0.1%
Produce life	100×106 operations

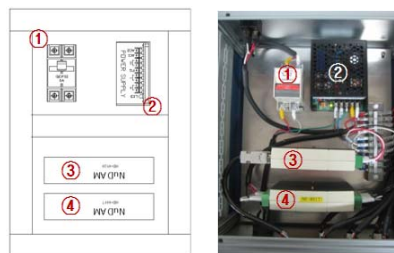


Fig. 2 Developed Communication Module(Transmitter)

Table 2 Specification of Communication Module

No.	Tool	Specification
①	차단기	메인 전원 차단기 : GCP-32A 5A
②	Power Supply-1	DAQ convertor, Serial convertor 전원 공급
③	DAQ convertor	변위 센서 신호 입력 (수신부)
④	Serial Convertor	RS485 신호를 RS232로 변환 (송신부)

### 3. 성능평가 및 고찰

개발된 계측장치의 성능평가를 위해 단축 변형 계측장치, 데이터 통신모듈, 모니터링장치 및 제어 시스템을 통합하여 용접공정 중 발생하는 변형을 계측하고 제어하기 위한 전체 시스템을 구축하여 그림 3에 나타냈다. 용접실험을 수행하고자 200×500×16mm의 고강도소재(ATOS-M2)로 맞대기용접 시험편을 제작하고, 최적의 용접조건을 이용하여 계측장치의 신뢰성을 높이기 위해 총 3회 용접실험을 실시하였다.

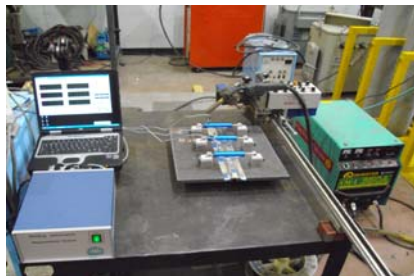


Fig. 3 The apparatus for measurement system

Table 3 Welding conditions

Level	-1	1
Welding Current(A)	320	380
Arc Voltage(V)	32	40
Welding Speed(mm/min)	280	300

Table 4 Result of measured by developed system

Type	Pass	Disp0 (X=100m)	Disp1 (X=250m)	Disp2 (X=400m)
	1pass	0.39mm	0.24mm	0.36mm
	2pass	0.52mm	0.36mm	0.47mm
Butt	3pass	0.71mm	0.50mm	0.58mm
	4pass	1.16mm	0.92mm	0.99mm
	5pass	1.33mm	1.32mm	1.43mm

용접 시험편에 총 3개의 단축 실린더형 계측장치(LVDT)를 용접시작점을 기준으로 100mm, 250mm, 400mm 위치에 고정시켜 측정된 센서위치 변화에 따라 실시간으로 계측된 각 Pass별 용접 변형량을 표 4에 제시하였다. 초층(Root) 용접시 센서 100mm에 고정된 센서부에서 가장 먼저 변형이 측정되었으며, 전체적으로 동일하게 용접변형이 발생하며 패스수(number of pass)가 증가하면서 그 변형량은 점점 감소하는 것을 확인하였다.

### 4. 결론

- (1) 용접공정시 발생하는 변형량을 실시간으로 모니터링 계측 및 제어할 수 있는 용접변형 계측 시스템을 설계 및 제작하였다.
- (2) 성능평가를 위한 용접 실험을 실시하여 설계변위와 변형량 데이터를 비교·분석하였으며, 향후 변형방지를 위한 제어시스템 구성을 위한 기반기술을 확립하고자 한다.

### 후기

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

### 참고문헌

1. P. Michaleris, A. Debicari, "Prediction of welding distortion", Welding Journal, Vol. 76, pp 172~179, 1997.
2. Koichi Masubuchi, "Research Activities Examine Residual Stresses and Distortion in Welded Structures", Welding Journal, pp 41~42, 1991.
3. K. Satoh and T. Terasaki, "Effect of welding conditions on residual stress distributions and welding deformation in welded structures materials", J. Janper Weld, Soc. 45-1, pp42~53, 1976.
4. K. Terai, S. Matsui and T. Kinoshita, "Study on Pervention of Welding Deformation in Thin-Skin Plate Structures", Technical Review 61, pp 61~66, 1976.