

ESPI를 이용한 용접시험편의 용접조건에 따른 변형량 측정

Deformation Measurement of Welded Specimen with Welding conditions Using ESPI

*전소영¹, #김경석², 장호섭³, 박찬식¹, 김동률¹, 문찬식¹, 최대호³

*S. Y. Jeon¹, #K. S. Kim(gskkim@chosun.ac.kr)², H. S. Chang³, C. S. Park¹, D. L. Kim¹
C. S. Mun¹, T. H. Choi³

¹조선대학교 대학원 첨단부품소재공학과, ²조선대학교 기계설계공학과,
³조선대학교 레이저센터

Key words : Welded specimen, Deformation, Weld zone, ESPI

1. 서론

용접에 의한 접합은 단조나 리벳이음 등 다른 접합방법에 비해 높은 이음효율, 뛰어난 기밀성, 재료의 절감 등 많은 장점을 가지고 있다.[1] 현재 기계공업분야나 자동차, 조선 등의 설비분야에 널리 이용되고 있으며, 특히 항공기, 미사일 등 항공우주 산업분야에도 크게 자리 잡고 있다.[2] 이러한 특성에도 불구하고 용접부는 짧은 시간에 국부적으로 고열을 수반하는 복잡한 야금적 접합이 이루어지기 때문에 제작 과정에서 열적 손상에 의한 결함 및 변형을 초래하게 된다.[3] 따라서 본 연구에서는 SM490 재질의 용접시험편을 제작한 후, 반복하중을 인가하여 모재부 및 용접부위 변형 및 변형률을 비교과·비접촉 레이저응용 계측기술 중 하나인 레이저 스펙클 패턴 간섭법(ESPI)를 이용하여 측정하고자 하였다.

2. 실험방법

2.1 시험편

시험편은 강도와 재질면에서 우수하여 선박 및 각종 대형 용접 구조물에 주로 사용되고 있는 용접 구조용압연강재인 SM490을 재질로 하여 Fig. 2와 같이 제작하였으며 이 때 용접방법은 CO₂와 TIG 양면용접으로 나누어 제작하였다.

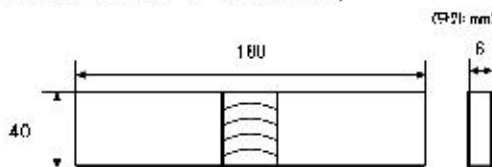


Fig. 1 Shape and size of specimen

2.2 실험장치 구성



Fig. 2 Configuration of experiment system

용접시험편에 인장력의 반복하중을 인가하기 위해 미국 MTS사의 상용장비 MTS793을 이용하여 7kN, 9kN, 11kN의 하중을 인가하였고 이 때 하중은 y방향으로 1축 하중만을 받도록 하였다. 이로 인한 변형 및 변형률은 독일 Ettemeyer사의 상용제품을 사용하여 측정하였고 상용프로그램 ISTRA를 이용하여 수치해석 함으로서 변위 및 변형률을 구할 수 있었으며 전체적인 실험장치의 구성은 Fig. 3과 같다. 레이저를 이용한 ESPI 계측은 스펙클패턴을 이용하여 대상체의 변형에 따른 변위를 식(1)에 의해 계산되어 구해진다.

$$\Delta \phi = \left(\frac{4\pi}{\lambda} \right) d_x \sin \theta \quad (1)$$

여기에서 $\Delta \phi$ 는 물체변위와 레이저광의 위상차, λ 는 레이저의 파장, d_x 는 물체의 x축방향의 변위이다.

3. 실험결과

ESPI를 이용한 시험편 용접부의 정밀한 관찰을 위하여 최대한 확대하여 모재부 및 용접부의 변형 분포를 관측하였다. Table. 1은 각 시험편에서 인장 하중 변화에 따른 위상지도의 변화를 나타내었다. 시험편의 용접부와 모재부의 위상지도를 비교해 본 결과 하중이 증가함에 따라 간섭 줄무늬의 수가 점차적으로 증가됨을 알 수 있으며 변형 및 변형량이 점점 증가함을 알 수 있다. 또한 같은 시험편의 모재부에서의 변형과 용접부에서의 변형이 다르게 나타남을 확인할 수 있으며 이 때 용접부의 변형은 모재부보다 작음을 알 수 있었다.

시험편의 중심축을 기준으로 프로파일을 그려 모재부 및 용접부의 변형을 정량적으로 계산하기 위하여 ISTRA를 이용하여 분석하여 Fig 3과 Fig. 4에 하중변화에 따른 변형량을 나타내었다. 그 결과, CO₂용접 시험편은 TIG 용접 시험편보다 변형이 작게 발생하였다.

Table. 1 ESPI Phase map of each specimen on Tensile

	7kN	9kN	11kN
CO ₂			
TIG			

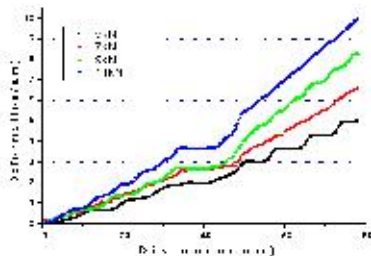


Fig. 3 Deformation comparison of CO₂-both sides butt welded specimen by forces

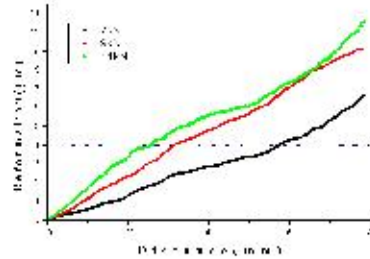


Fig. 4 Deformation comparison of TIG-both sides butt welded specimen by forces

4. 결론

본 논문에서는 용접시험편에 피로시험기를 이용하여 동일한 하중으로 인장력을 가하였고 시험편의 모재부 및 용접부위에 발생하는 변형 분포를 ESPI를 이용하여 측정하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

시험편의 모재부와 용접부에서 변형 및 변형량을 분석하여 획득한 결과 용접부의 변형은 모재부보다 작음을 알 수 있었고 또한 용접방법에 따라 시험편에 나타나는 변형분포가 다르게 나타나는 것을 확인하였다. 즉, CO₂용접 시험편은 TIG용접 시험편보다 변형이 적게 나타났다. 이는 차후 용접 조건에 따른 용접구조물 해석의 기초자료로 활용이 될 것으로 사료된다.

후기

이 논문은 교육과학기술부와 한국연구재단의 방사선기술개발사업으로 연구지원한 2010-0 020009의 결과물입니다.

참고문헌

1. Lancaster, J. F., "Metallurgy of welding" 3rd Ed, 1-5, 1980.
2. Masubuchi, K., "Analysis of Welded Structures," International Series on Materials Science and Technology, 33, 1-10, 1980.
3. Y. J. Kang, J. S. Lee, N. K. Park, Y. K. Kwon, "Ideal Phase map Extraction Method and Filtering of Electronic Speckle Pattern Interferometry," Journal the Korean Society of Precision Engineering 19, 12, 20-26, 2002.