

고속 푸리에 변환을 이용한 용접 품질 측정

Laser Welding Quality Measurement by Using Fast Fourier Transform

김진태*, 김도형**, 백성훈, 정진만, 박승규, 김민석

*조선대학교 광기술공학과, **조선대학교 광응용대학원, 한국원자력연구소 양자광학팀

*kimjt@chosun.ac.kr

본 연구에서 사용한 실험 방법은 고속 푸리에 변환 결과를 제외하고 이전 논문^[1]에서 잘 기술 되어 있다. 간단히 설명하면 레이저 용접 풀에서 나오는 열 복사 신호를 레이저빔 집속 렌즈와 광섬유 등의 레이저 전달 경로를 통하여 특정 파장에 해당하는 신호를 획득한 후, 고속 푸리에 변환으로 주파수 성분을 분석하고, 특정한 주파수의 신호 세기를 기준 신호와 비교하여 레이저 용접상태를 측정하였으며, 다른 신호 처리 방법과는 달리^[2-4] 이러한 신호처리 방식은 하나의 단일 광센서에서 획득한 신호를 세기 뿐 아니라 주파수 성분도 분석함으로써, 용접 상태 측정의 정확성을 높일 수 있다는 장점을 갖는다.

사용한 용접 샘플들 중 하나 예를 들면, 두께가 1 mm인 두 개의 SUS 304 플레이트를 겹쳐 놓고, 초점을 - 10 mm 만큼 한 상태에서 시작하여 정확한 초점을 지나 + 10 mm 만큼 디포커스 한 상태로 끝나는 용접 실험 결과이다. Nd:YAG 레이저의 1.8 kW 출력을 사용하여 용접하여 얻은 그림 1은 용접 후의 시편의 앞/뒤 면 모습으로, 가운데 부분(초점이 맞는 부분)의 용접 상태가 아주 양호하며, 양 옆 부분(초점이 맞지 않는 부분)

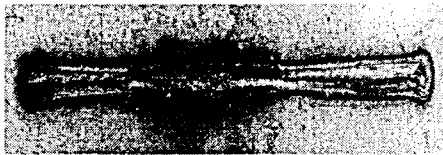


그림 1(a) 용접 샘플 앞면

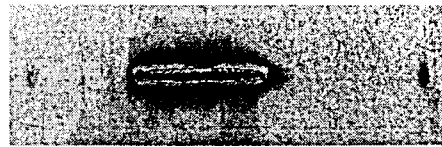


그림 1(b) 용접 샘플 뒷면

은 거의 용접이 되지 않음을 알 수 있다. 샘플은 용접 가공 테이블에 지그에 고정되고 70 mm의 용접거리를 가지고 40 mm/s의 속도로 이송되었다.

그림2는 용접 실험 시에 광 검출기에서 획득한 용접 표면에서의 광신호를 보여주고 있다. 실제 용접한 시간은 1.75초이며 그림2에서 신호가 큰 부분이다. 그림1의 용접 단면 모습에서와 같이 가운데 부분(초점이 맞는 부분)의 데이터 모습과 옆 부분(초점이 맞지 않는 부분)의 데이터 모습이 확연히 구별되는 결과를 보인다. 그림 2에서도 알 수 있듯이 용접이 잘 된 부분은 고주파 성분이 작고, 용접이 잘 되지 않은 부분은 고주파 성분이 크다. 그림 3에서도 알 수 있듯이 용접이 잘 된 부분은 고주파 성분이 작고, 용접이 잘 되지 않은 부분은 고주파 성분이 크다. 이것은 그림 2 광신호 자체에서도 알 수 있지만, 실시간 감시 자동화를 위해서는 이것을 정량화할 필요가 있다. 그림 2의 결과를 고속 푸리에 변환을 하여

얻은 그림 3의 용접 신호를 분석함으로써 이 용접신호의 정량화가 어떻게 가능한지를 알 수 있다.

그림 2에서와 같이 그림 3의 주파수 분석 결과에서도 초점이 맞는 부분(용접이 특별히 잘 된 부분)을 나타내는 부분에서 신호가 구별되는 모습을 보인다. 10 Hz와 20 Hz와 유사하게 얻어진 240 Hz의 신호 결과 또한 그림2와 유사하게 특별히 용접이 잘된 부분을 나타내는 구역에서의 신호의 크기가 용접이 잘되지 않은 부분과 확연히 구별됨을 알 수가 있다. 이러한 실험 결과로부터 용접 상태가 좋은 지점의 강도의 한계를 정하여 폐회로 방식을 사용한 초점 조절을 통한 레이저 출력을 변화시킴으로서 용접 공정의 품질을 향상 시킬 수 있음을 알 수가 있다.

이러한 용접 감시 장치를 사용하여 좀더 다양한 샘플에 대한 용접 상태 감시 데이터를 확보할 필요가 있으며, 위의 방법을 초점제어 방식을 적용함으로써 실시간으로 용접 상태의 품질을 확인과 동시에 용접 상태를 교정할 수 있는 자동화된 폐쇄 회로 방식 개발이 시급히 요구됨을 알 수 있다.

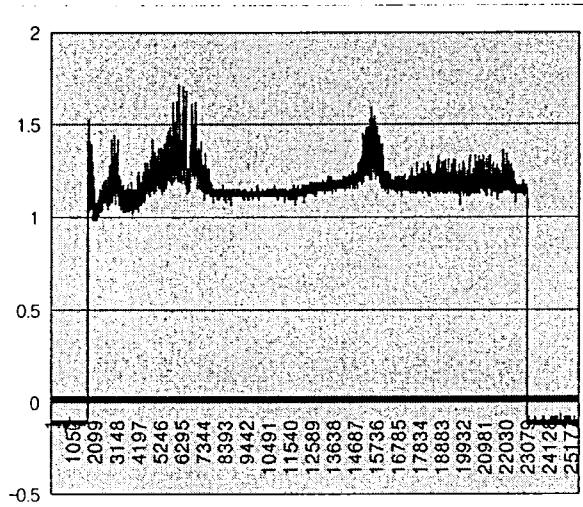


그림 2 용접 시편 길이 70 mm 이송 시간 동안 획득된 광신호

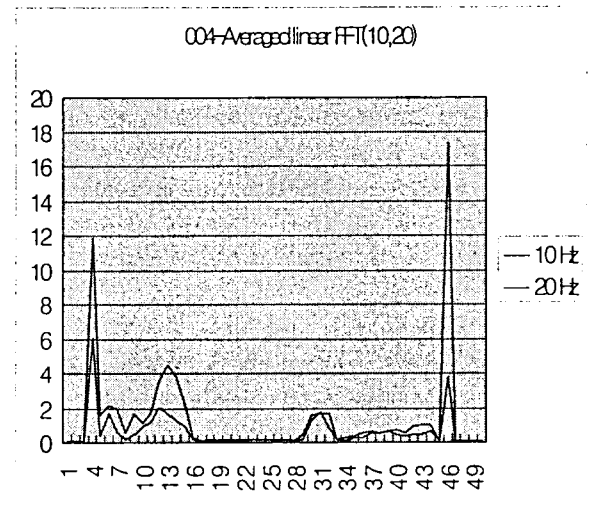


그림 3 획득된 광신호의 고속 푸리에 변환을 통해 얻어진 10 Hz 와 20 Hz 성분의 시간에 따른 변화

참고문헌

1. D. Kim, J. T. Kim, C. M. Chung, S. H. Chung, S. H. Baik, and M. S. Kim, J. Opt. Soc. Kor. 7, 193-196 (2003).
2. S. Postma, R. Aarts, J. Meijer, B. Jonker, and W. M. Zweers, ICALEO '01, 1083-1092 (2001).
3. M. Watanabe, H. Okado, T. Inoue, ICALEO '95, 553-558 (1995).
4. J. Beersiek, R. Poprawe, W. Schulz, H. Gu, and W. W. Duley, ICALEO '97, 30-35 (1997).

F
E