

적외선영역의 포토다이오드를 이용한 Nd:YAG 레이저

점용접부의 품질평가에 관한 연구

A study on the prediction of the quality of the Nd:YAG laser spot weld using photodiode

한양대학교 정밀기계공학과 김도환, 이세현

I. 서론

Nd:YAG 레이저를 이용한 용접중 레이저 점용접은 두께 1mm 이하의 박판의 미소접합에 매우 효율적인 공정으로 비접촉식 가열원을 사용하기 때문에 접합공정 중 기계적 변형이 없고, 레이저 빔을 국부 가열원으로 하여 매우 좁은 부분에 제한적으로 열을 가할 수 있어서 강한 금속적 결합이 요구되는 소형부품의 접합에 널리 이용되고 있다. 또한 각 용접부의 품질은 전체부품의 품질에 큰 영향을 미치므로 용접부의 품질검사가 필요하다. 하지만 현재 대부분의 경우 레이저 점용접으로 접합된 용접부의 품질검사는 정기적으로 샘플링(sampling)된 부품에 대한 확률적 검사로 이루어지고 있는 실정이며 실시간으로 용접부의 품질을 판단할 수 있는 방법이 요구된다.

본 연구에서는 레이저 점용접 공정중에서 실시간으로 비파괴적인 용접부의 품질 평가를 하기 위해 적외선 영역의 포토다이오드를 이용하여 용융풀의 방사에너지 변화를 측정하였고, 측정된 신호를 인공신경회로망에 입력으로 사용하여 용접품질을 판단하는 시스템을 구성하였다.

II. 실험방법

레이저 점용접시 용접부 표면의 용융, 냉각등의 온도변화를 거치는 과정에서 발생하는 적외선을 측정하기 위하여 적외선 영역(700~1700nm)의 포토다이오드를 사용하였으며 Nd:YAG 레이저빔의 파장과 적외선 영역의 포토다이오드의 감도파장범위가 겹치므로 이를 배제하기 위하여 1.2 μm 이상의 파장대의 신호만 받아들이는 광학필터를 사용하였고 사용한 포토다이오드에 적절한 증폭기(amplifier)를 제작하여 사용하였으며 DAQ board를 통해 신호를 검출하였다.

용접변수는 용접기의 입력전압, 레이저 빔의 펄스폭을 변화시켜 주었으며 시편은 두께 0.4mm 의 SUS304 stainlesssteel 을 사용하였다.

III. 실험결과 및 고찰

레이저 빔이 조사되면 용접부 표면에서 방사되는 에너지가 급속히 증가되고 이에 따라 측정되는 신호가 초기에 급속히 증가하며 레이저 조사가 끝난후 방사에너지는 점차 감소하게 되어 이에 따라 측정되는 신호도 감소 함을 알 수 있다.

재료에 흡수된 레이저 빔의 양이 증가할수록 용접부가 용융상태로 있는 시간이 길어지게 되고 용융풀에서 방사되는 에너지의 양도 증가하게 되며 따라서 예측되는 신호의 양도 증가하게 됨을 알 수 있다.

매 용접시 마다 예측된 포토다이오드의 신호에서 특징값들을 추출하여 이를 인공신경망의 입력변수로 사용하였고 실험으로 구한 각 용접물의 인장강도와 너겟의 크기를 출력변수로 하는 인공신경회로망을 구성하여 학습시킨 후 학습되지 않은 용접물에 대해 인장강도와 너겟의 크기를 예측한 결과 각각 4.1%와 3%의 오차를 보였다.

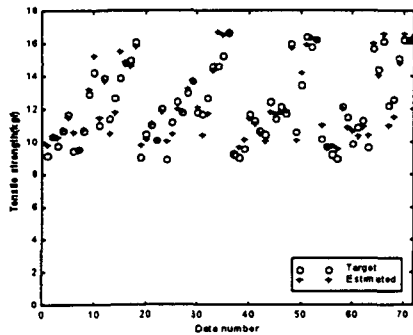


Fig. 1 Estimation of tensile strength

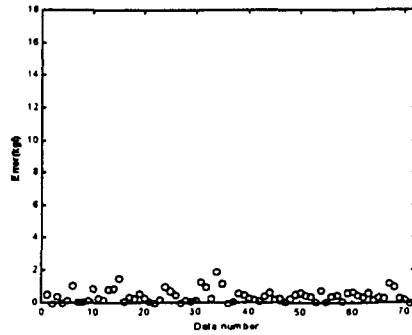


Fig. 2 Error for the estimation of tensile strength

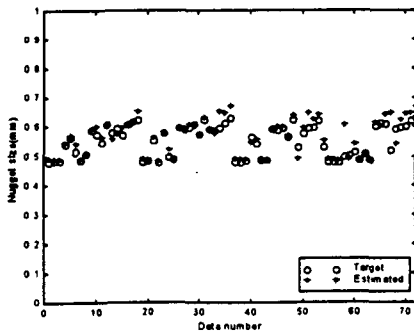


Fig. 3 Estimation of nugget size

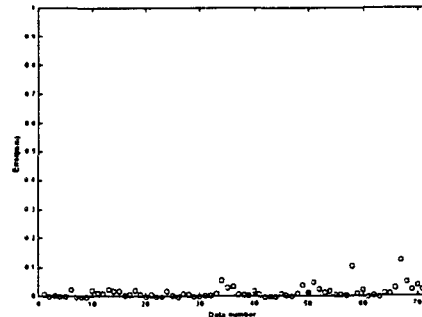


Fig. 4 Error for the estimation of nugget size

IV. 결 론

적외선 영역의 포토다이오드를 이용하여 용융풀의 방사에너지를 예측함으로써 실제로 재료 표면에 흡수된 에너지의 변화량을 알 수 있었으며 이는 용접품질과 관련이 있음을 알 수 있었다.

V. 참고문헌

1. J.T. Liu, D.C. Weckman, and H.W. Kerr, "The Effects of Process Variables on Pulsed Nd:YAG Laser Spot Welds:Part I. AISI 409 Stainless Steel", Metallurgical Transactions B, 1993,

Vol24B, pp 1065~1076

2. S.Ishida, Y.Shimoi and Y.Nagano,"Monitoring for Pulsed YAG Laser Welding –Development of Monitoring Equipment", Proceedings of the 5th International Conference on Production Engineering Tokyo, 1984, pp466~471

3. H.B.Chen, L.Li, D.J. Brookfield, K. Williams and W. M. Steen, "Laser Process Monitoring with Dual Wavelength Optical Sensors", ICALEO(1991), pp113~122

4. Chin-Teng Lin and C.S. George Lee, "Neural Fuzzy Systems"