

# 레이저 용접 결함의 모니터링 시스템

## Online monitoring system of the laser welding defects

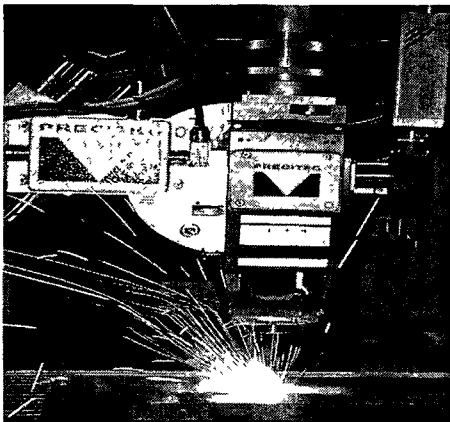
이노테크닉스(주), 김종신  
Precitec KG, B.H.Kessler

### I. 서론

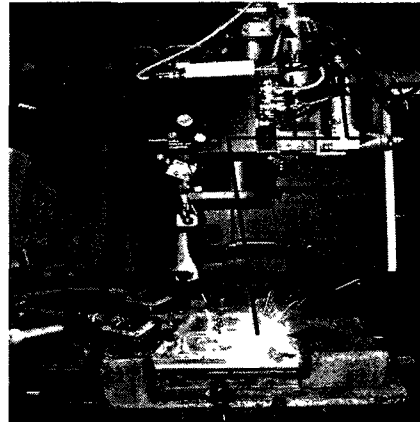
급격한 산업발전으로 레이저 빔을 가공 tool로써 사용하는 산업적 응용분야는 광범위하게 사용되면서 적용제품의 신뢰성 확보 방법 또한 그 중요성이 매우 강조되고 있다. 지금까지는 새로운 레이저 가공 응용기술의 적용분야에 수많은 연구가 보고 되고 있지만<sup>1~4)</sup>, 가공 방법에 따른 신뢰성 있는 품질검사 방법에 대한 연구결과는 찾기 어렵다. 그것은 실제로 산업현장에 적용했을 때의 품질 신뢰성 확보를 위한 기술개발이 매우 어렵고, 또 많은 연구시간을 요하고 있는 것과 검사 장비로서의 사업성에도 문제점이 있다고 보고 있기 때문이다. 따라서 본 발표에서는 레이저를 이용한 응용가공기술 중에서도 산업적으로 가장 많이 응용되고 있는 레이저 용접에 있어서 발생하기 쉬운 용접결함을 온라인 공정에서 검출하는 시스템을 소개하고자 한다. 그리고 레이저용접 공정에 있어서 공정별로 구분하면 용접전, 용접중 그리고 용접후로 나눌 수 있으며, 본 발표에서는 용접 중에 발생하는 레이저 프라즈마, 반사 빔, Keyhole 주변 용융부의 거동 그리고 온도를 측정하여 용접 중에 발생한 용접결함을 검출하는 시스템에 관하여 소개하기로 한다.

### II. 실험방법

본 실험에서 사용한 시스템은 로봇에 YW50이란 전용 레이저 용접헤드를 부착하여 로봇이 용접하는 형태이며 사진1은 본 실험에 사용된 시스템으로 (a)그림은 로봇에 장착된 YW50 레이저 용접헤드를 나타내고, (b)사진은 로봇에 장착된 스캔 타입의 용접시스템을 나타낸다. 레이저빔은 광파이버를 통하여 용접헤드 위 부분에 설치된 콜리메이터와 용접헤드의 노즐을 통하여 하는 부위를 용접하게 된다. (a) 본 YW50 헤드는 CO<sub>2</sub>, Nd YAG, Diode 그리고 Fiber 레이저를 장착할 수 있다.



(a)



(b)

Photo 1 Laser welding systems

그리고 사진1의 (b)에 나타난 시스템은 스캔 미러까지 유도되어 온 레이저빔을 스캔시커 용접하는 형태로 스캐너 측면부에 용접결함을 검출하는 광학모듈이 장착되어 있다 사진1의 (a)에서 나타난 헤드는 레이저 용접과 용접모니터링을 하기 위한 광학모듈을 장착할 수 있는 전용헤드로 레이저 용접 중에 발생하는 반사 빔, 레이저 플라즈마, 온도신호를 용접헤드 내부에 설치한 광학센서 모듈이 검출하고, 용융부의 거동은 용접헤드 외부에 장착된 CCD 카메라 모듈에서 검출하여 PC로 신호를 보내어 그 결과를 프로그램을 통하여 화면상으로 보게 된다

사진2는 미니도어부의 13개소에 각각 다른 형태의 모양으로 겹치기 레이저 용접한 샘플과 미니도어를 용접할 때 고정해주는 지그를 나타낸다

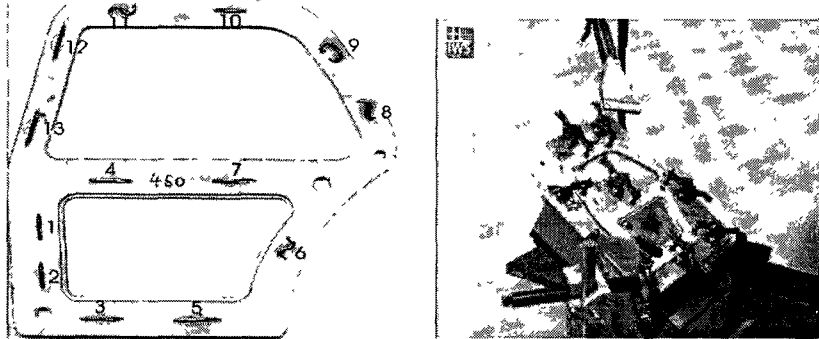


Photo 2 13 Welds on mini door sample and welding jig

이렇게 다른 모양의 겹치기 레이저 용접을 하였을 때, 레이저 용접 모니터링 시스템에서는 어떤 결과를 나타내는지에 대하여 알아보려고 한다

### III. 결과 및 고찰

용융이 부족할 경우에서의 반사 빔, 레이저 플라즈마와 온도신호의 거동을 Fig 1에서 보여 주고 있다

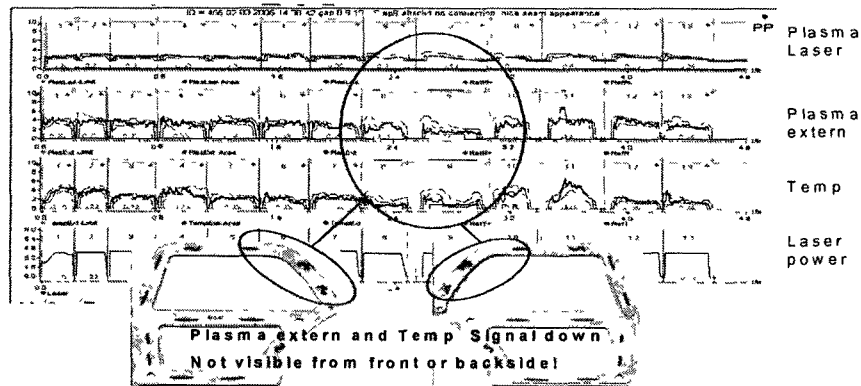


Fig 1 Result of laser plasma and temperature signal for lack of fusion welding

이 그림에서 각각의 단계를 나타내는 숫자 우측의 붉은 점은 용접부의 결합을 나타내는 것으로 PP로 표기하고 있다 8과 9 그리고 10단계에서는 레이저출력을 낮추어 완전한 용융이 안 된 상태에서 레이저 용접을 행할 경우 용접모니터링 시스템의 신호거동을 관찰한 것으로 완전 용융용접이 안 된 상태를 잘 검출할 수 있음을 알 수 있다

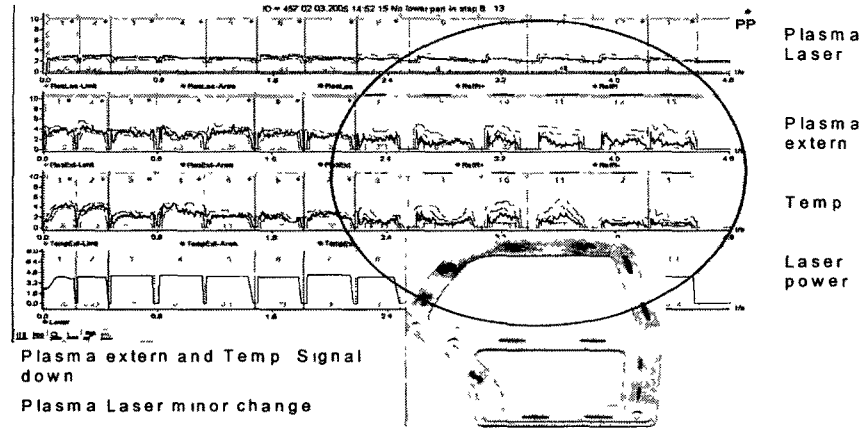


Fig 2 Result of laser plasma and temperature signal for laser welding

접이기 용접에 있어서 상하판재의 Gap차가 클 경우, 또는 초기 용접초점의 설정이 용접 중에 변경되었을 경우에 나타나기 쉬운 용접결함을 검출해낸 결과를 Fig 2에 나타낸다 이러한 용접결함을 상징한 실험조건에서 용접한 결과와 용접모니터링 결과는 정확히 일치함을 보여주고 있다 1에서 7단계까지 나타난 신호들은 일정 기준안에서 움직이는 반면 8부터 13단계에 나타난 신호들은 기준치에 못 미치고 낮게 움직이는 것을 Fig 2에서 알 수 있다

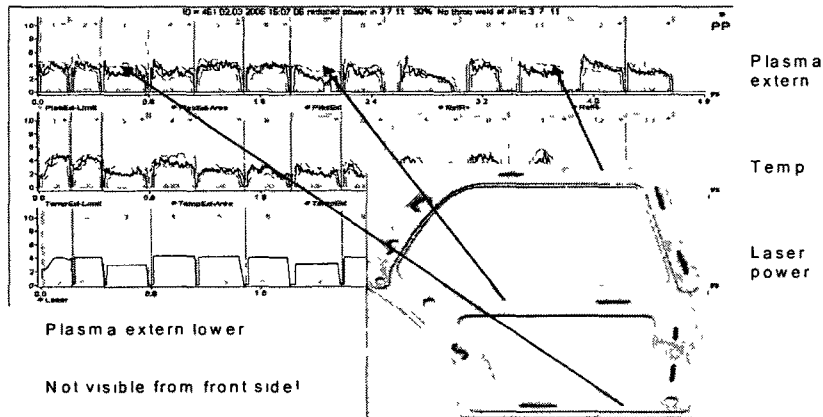


Fig 3 Result of laser plasma and temperature signal for laser welding

Fig 3은 3과 7 그리고 11단계에서는 그 외 단계에 대비 레이저출력을 30% 감소시킨 상태에서 레이저 용접한 결과 각 신호들의 움직임을 관찰한 것이다 본 실험에서는 용접이 거의 안 된 상태에서의 각각의 신호거동에서 용접결함을 검출하는 데 가장 유효한 신호는 레이저 플라즈마 신호임을 알 수 있다 온도 신호는 거의 정상으로 나타났다가 이것은 용접이 거의 안 될 저출력에서의 모니터링에서는 온도신호는 부적합함을 의미한다

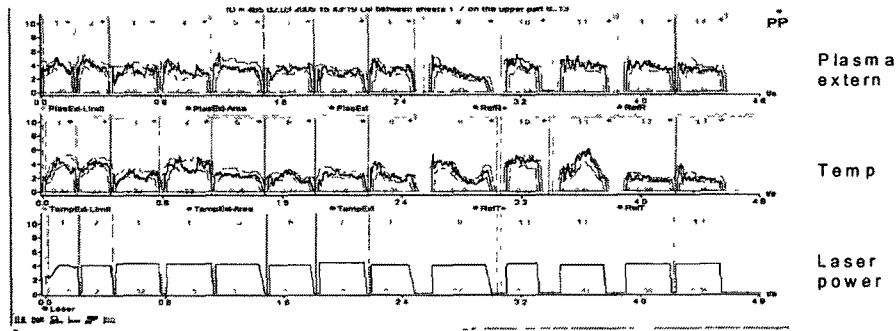


Fig 4 Result of laser plasma and temperature signal for laser welding

그림4는 용접판재사이에 오일이 있을 경우에 레이저 용접한 결과를 나타낸 것이다 레이저 플라즈마, 반사 빔 그리고 온도신호의 큰 변화는 관찰되지 않았고 균일한 용접 품질이 얻어졌다

#### IV. 결론

용접결함이 발생하기 쉬운 몇 가지의 용접조건을 상정하여 실제로 자동차의 미니도어를 레이저 용접하면서 레이저 용접 모니터링 시스템을 이용하여 온라인 용접공정을 관찰한 결과, 용접결함 발생과 용접 모니터링 상에서 나타나는 결함발생부의 표시는 매우 일치하였다 따라서 본 시스템은 레이저 용접의 온라인 용접공정 모니터링에 매우 적합한 시스템을 알 수 있었다

#### V. 참고문헌

- 1 김종신, T Watanabe, Y Yoshida 레이저용접에 있어서 기공의 형성 메카니즘, 일본기계학회(C편),61권591호, pp 4490~4496, (1995)
- 2 M Watanabe, et al Features of various In-process monitoring and their applications to laser welding, ICALEO'95, pp 553-562 (1995)
- 3 M Houlot Integration of real time quality control systems in a welding process, ICALEO'95, pp 563-572 (1995)
- 4 Dale U Chang Feasibility of a sound-based laser weld quality monitoring device, ICALEO'95, pp 613-622 (1995)