

## 이종두께 금속의 레이저 용접 및 시스템 구성

### Laser Beam Welding of Different sheet metals and System Integration

윤충섭, 한유희, 서정, 김정오

한국기계연구원 레이저가공연구그룹

#### 1. 서 론

자동차의 경량화를 추구하기 위하여 신소재 사용(FRT, Al), 설계의 최적화(부분하중에 따른 두께가 다른 강판사용), 그리고 고장력 강판사용 등의 해결책이 있다. 이중 이종두께 금속 용접물의 사용이 자동차 경량화에 일조를 하고 있다.

프레스 성형된 자동차 부품들을 용접하여 조립하는 자동차 차체(body panel) 제조공정에 있어서 둘 이상의 부품들을 일체화(one sheet type)하여 프레스 작업을 하는 것이 생산성 및 정밀도 향상을 위해서 유효한 방법으로 알려져 있다. [1,2]에서는 기존의 방법에서 자동차 옆 판넬을 분할형태(individual type)와 일체화된 형태로 제작했을 때의 비교를 하였다. 두 형태는 서로 상반되는 장점을 가지고 있으며, 한장으로 일체화된 형태에서는 강도, 강성, 내부식성 등의 차체 각부의 다른 요구성능에 따른 판 두께, 재질 등의 변경 요구조건에 대응할 수 없으므로 원료에 대한 제품의 비율이 저하되고 경비의 상승을 가져오게 한다.

그림 1. 은 재질과 판 두께가 다른 재료들을 용접하여 성형공정에서 일체화로 가공하는 방법이다 [1, 2]. 자동차 차체용 프레스 소재로서 결합소재를 사용하는 경우에는 용접부의 열 변형이 적어야 하며, 강도 및 성형성이 모재와 비슷해야 하며, 용접 생산성이 높아야 한다. 이러한 요구조건들을 만족하는 용접방법은 기존의 Seam 용접 또는 TIG용접 [3]등에서는 어렵다고 보고되고 있다. 따라서, 둘이상의 소재를 레이저 용접에 의해 결합한 프레스 소재를 일체로 하여 프레스 성형하는 용접 및 소성가공의 복합방법을 개발하기 위해서는 이종재료 이종두께의 결합소재의 용접 및 성형성 평가가 이루어져야 한다.

본 연구에서는 이종두께 재료의 레이저 용접성을 조사하기 위하여 다른 두께를 갖는 아연도금강판 및 냉연강판의 맞대기 시편을 제작하여 레이저 용접 실험을 행하였다. 이러한 실험에 의해 제작된 시편에 대한 성형성 평가를 위해 실제 프레스 작업을 하였다.

앞으로 자동차 산업에서의 응용을 위한 시스템 구성을 검토하여 보았다.

#### 2. 실험

##### 2.1 실험재료

실험에 사용한 재료는 자동차 차체 판넬로 사용되는 4종류의 아연도금강판 (두께 0.8mm, 1.6mm, 1.8mm, 2mm) 과 냉연강판 (두께 1.2mm) 이다. 실제 금형에 사용하기 위한 맞대기 용접 판재는 길이 550mm x 폭 330mm x 두께 2 mm, 길이 720mm x 폭 218mm x 두께 1.8mm, 길이 550mm x 폭 330mm x 두께 1.6 mm 의 아연도금강판재와 길이 550mm x 폭 330mm x 두께 1.2mm, 길이 720mm x 폭 218mm x 두께 1.2mm 의 냉연강판재이다.

##### 2.2 레이저 용접장치 및 실험방법

용접장치는 그림 2와 같다. 레이저 발진기는 4kW급 multi-mode 타입, 빔의 집광에는 parabolic mirror를 이용하였다. 보조가스로는 Ar을 사용하였다. 이종두께의 용접시에는 두께가 다른 두 재료의 하부면이 일직선이 되도록 유지하여야 한다. 용접실험은 레이저 빔

출력이 4kW인 경우에 대하여 용접속도와 가스량을 변화시키면서 수행하였다.

### 3. 실험결과

그림 3은 두께가 다른 맞대기 용접시편을 레이저 빔 출력 4kW, Ar의 가스량 30 l/min 으로 용접했을 시의 비드 단면을 나타낸다. (a)는 0.8mm 와 1.6mm의 아연도금강판을 용접속도 10m/min 로 용접한 경우이며, (b)는 1.6mm (아연도금강판)와 1.2mm (냉연강판)의 강판을 용접속도 6m/min 로 용접한 경우이다. 두 경우 모두 비드가 완전 침투하였으며, 비드상태도 양호하다.

그림 4는 실제 현장에서 프레스 성형한 결과를 보여주고 있다.

### 4: 향후 방향

두께가 다른 강판의 레이저 용접기술 개발 이외에도 아연도금 강판, 알루미늄의 레이저 용접기술 개발이 본 연구실에서 이루어졌으며, 아연도금 강판의 겹치기 용접시 아연증기로 인한 가공문제가 남아있으며, 이는 Pulse Modulator 및 Shielding Gas의 조성변화로 문제해결에 접근하고자 한다. 또한 알루미늄 용접의 경우 비드의관은 타 연구결과보다 우수하나, 기계적 성질에 대한 고찰이 이루어져야 할 것으로 본다. 위의 결과는 자동차 경량화를 위한 기본 자료로 사용할 수가 있을 것이라 사료 된다.

이러한 용접기술 개발에 미비한 사항의 보안과 용접에 대한 시스템적 접근을 위해 다음과 같은 사항을 목표로 추진 할 예정이며, 가능한 심차 테스트도 할 예정이다.

o Erichsen Cup Test - 본 연구실에서는 실제 성형실험과 Erichsen Cup Test 결과와의 상관관계 도출을 위하여 Erichsen Cup Test를 설계 및 제작하였다.

o Seam Tracking System - 연속 용접시 피연적으로 용접선의 오차가 발생하는데, 이 용접선의 오차를 감소 하는 가장 효과적인 방법으로 용접선 추적 장치를 들 수 있다. 본 연구에서는 유도성 다중 코일 센서와 게이지 비전 센서의 적용성을 실험 하고 있다.

o 간극 - 레이저 용접이 실제 생산 라인에 완전히 적용되지 못하고 있는 가장 큰 요인은 까다로운 용접부 간극 조건이 요구된다. 이를 위하여 빔 간극을 채워줄 filler재(Wire Feeder System)의 사용, 또는 사전에 간극의 조건을 조절(본 실험에서는 밀링을 사용)하는 방법이 있다. 본 연구실에서는 Wire Feeder System의 설계 및 제작을 하였고, 보다 경제적으로 판재를 Cutting하는 방법을 연구중에 있다.

o Beam Guiding System - 레이저 가공기에서 초점면에서의 빔 직경, 초점 깊이는 가공 변수의 하나이다. 이와같이 가공범위가 큰 가공 시스템에서는 빔 변수를 가급적이면 일정하게 유지하기 위하여 특별히 고안된 Telescope(Beam Expander)를 사용하거나 특정한 광학계를 구성하여 사용하여야 한다. 이를 위하여 Software를 제작중에 있다.

o 가공시스템 - Fly Optics type의 Rack and Pinion 방식을 사용하여 5'x8' 크기의 레이저 용접을 위한 가공 테이블을 설계 및 제작하였다. 자동화를 위해 Flexible Zig System 및 Loading/Unloading System을 첨가할 예정이다.

o 가공기의 정밀도 측정 - 기존 CNC의 정밀도를 측정하기위한 진원도를 측정하는데, 이는 모터 인코더에서 얻어서 측정한 것이다. 즉, 모터이후의 동력전달 장치에서 생기는 기계적인 오류는 측정되지 않았다. 이를 위하여 전달장치의 말단에서 측정할 수있는 Linear 인코더와 PC의 Interface 할 수있는 Card를 제작하였다. 또한 Menu방식의 Software를 제작중에 있다.

레이저 용접을위한 시스템을 구성하는 것이 본 연구의 최종 목표이다. 또한 이중두께 금

속 용접물의 설계 기술 개발도 병행할 예정이다.

## 6. 참고문헌

- [1], Ikemoto, K. and etc. : "Application of Laser Welding for Automatic Body Panels," J. of JWS, Vol. 10, No.1, pp. 196-201, 1992
- [2]. Ikemoto, K. and etc : "Press Forming of Laser Welded Bank," J. of JSTP, Vol. 32, No. 370, pp. 1383-1390, 1991
- [3] Yasuda, K. and etc. : "Formability of Butt Welded Stainless Steel Thin Sheet," J. of JWS, Vol. 2, No3, pp. 161-166, 1984.

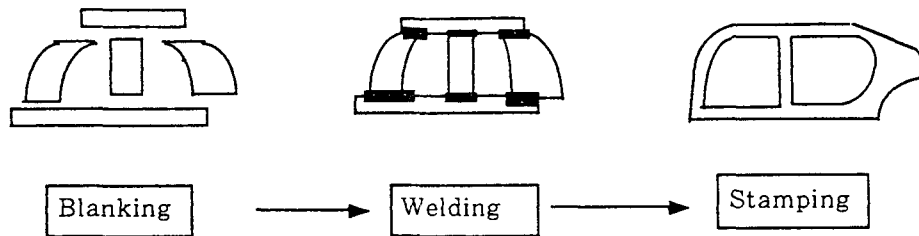


Fig. 1, An Integrated Side Panel Consisting of Laser Welded Blank

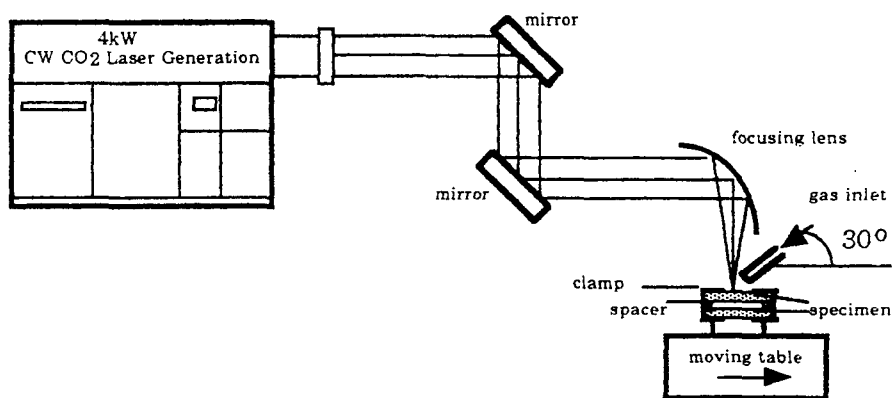
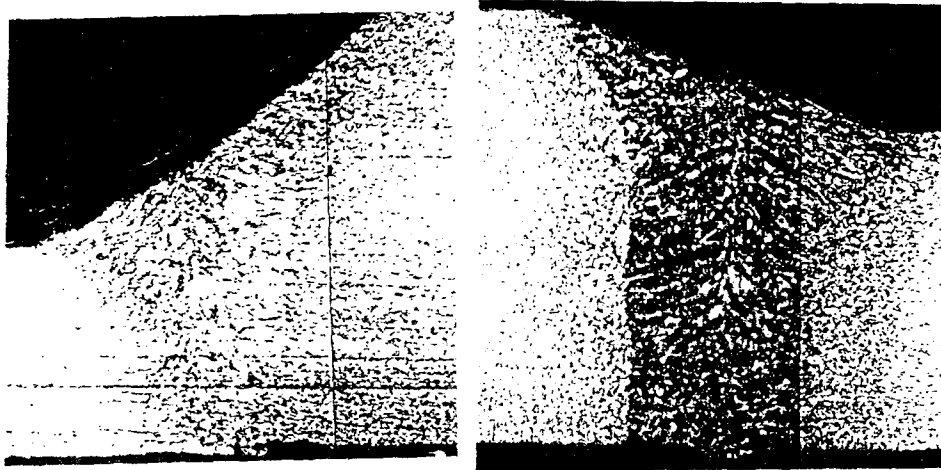


Fig. 2, Laser Welding System



(a)

(b)

Fig. 3, Bead Cross-Sections of Welded Specimens with Different Thickness

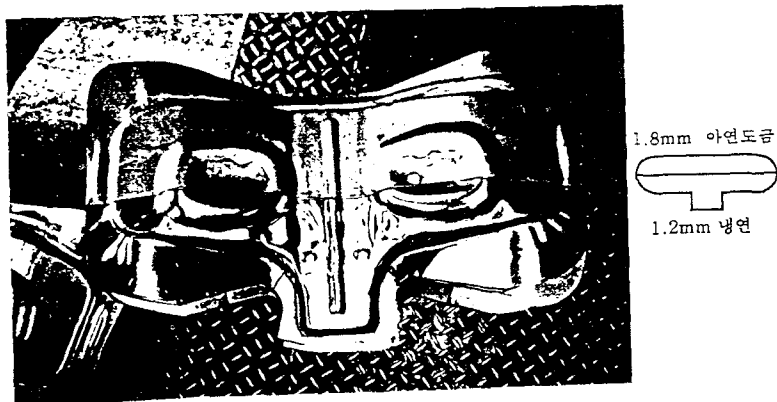
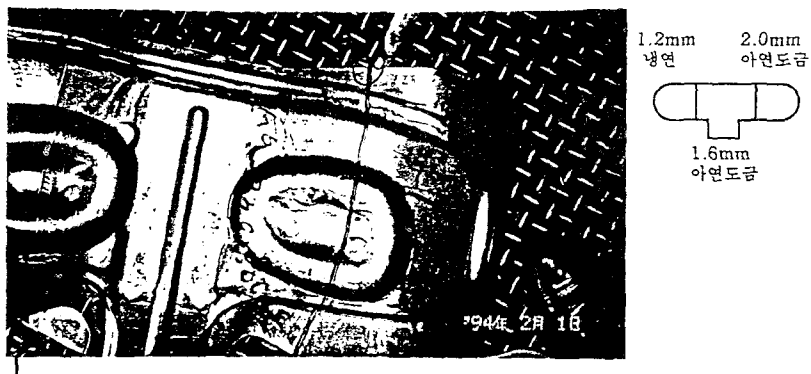


Fig. 4 Formability of Welded Plate (Dissimilar Material with Different Thickness)