

# 아크 선형 레이저 - 아크 복합용접에 관한 연구

## A study of laser hybrid welding with leading arc

이 목영\*, 강 문진\*, 김 기철\*, 김 재웅\*\*

\* 포항산업과학연구원 용접센터

\*\* 영남대학교 기계공학부

### 1. 서 론

레이저 용접은 고밀도로 집속된 레이저빔을 이용하여 소재를 가공하는 방법으로 열변형이 적고, 생산성이 높고, 소재의 제약이 거의 없기 때문에 최근 그 사용이 급격히 증가하고 있다. 또한, 레이저빔은 대기중에서 비 접촉으로 소재에 조사되므로 자동화에 유리하다. 그러나 레이저 빔의 집속직경이 작기 때문에 맞대기 이음에서는 절단품질이 우수해야 하며, 절단면의 정밀한 정렬이 이루어져야 한다.

아크 용접은 모재와 용접전극 사이에 전류를 흘릴때 발생하는 아크열을 열원으로 소재를 용융시켜 접합하는 용융용접의 일종이다. 아크용접장치는 용접전원, 와이어송급기, 용접토치, 분위기가스 공급장치 등으로 구성되며 가격이 저렴하고 장치가 비교적 간단하여 저항용접과 함께 현재 가장 널리 적용되고 있는 용접공정이다. 그러나 아크용접은 용접속도가 느리고, 입열량이 많고, 열변형이 심하며, 용접성이 소재의 영향을 크게 받는다.

레이저-아크 복합용접은 레이저용접과 아크용접의 장점을 이용한 일종의 복합용접공정이다. 아크열에 의한 소재의 예열효과로 인하여 레이저빔의 흡수율이 향상되며, 아크열로 용접와이어를 용융시키므로 레이저빔의 손실이 적다. 또한, 소재 이음부의 간극을 용융된 용접와이어로 충전하므로써 보다 낮은 절단 품질 및 이음부 정렬도에서도 우수한 용접부 품질을 얻을 수 있는 장점이 있다. 그러나 레이저-아크 복합용접에서는 레이저의 공정변수 뿐만아니라 아크용접의 공정변수등이 용접성에 영향을 미치므로 용접공정이 복잡하다. 또한 용접품질은 레이저빔-아크의 상호작용에 크게 의존하므로 시스템구성이 어렵다.

본 연구에서는 레이저-아크 복합용접기술을 개발하기 위하여 레이저빔과 아크의 상호관계에 관한 기초연구를 수행하였다.

### 2. 실험 방법

시험에 사용된 소재는 두께 4.5mm의 열간압연강판이었으며, 와이어는 직경 0.8mm의 일반강재용 용접와이어이었다. 아크용접기는 최대전류 200A의 인버터 제어형 펄스용접기이었으며, 보호가스는 순수 아르곤을 사용하였다. 레이저용접기는 DC 여기방식인 PRC사의 CO2 레이저이었으며, 빔모드는 PRC Q 모드이며 최대 출력은 3kW이었다. 용접은 레이저헤드 및 아크토치가 고정된 상태에서

Table 1 Laser - arc hybrid welding conditions

- Focusing optics :	Parabolic mirror
- Focal length :	7 inch
- Laser power :	800 ~ 1,200 Watts
- Welding speed :	1 m/min
- Shielding gas :	Ar 10 ~ 30 l/min
- Focal position :	0 mm
- Gap :	0.3 ~ 1.0 mm
- Laser-Arc distance :	1 ~ 6 mm

시편이 이동하는 방식으로 행하였으며, 표 1에 레이저-아크 복합용접 실험조건을 나타내었다.

### 3. 결 론

레이저의 파장이 긴 CO<sub>2</sub> 레이저를 이용하여 레이저 - 아크 복합용접을 하는 경우, 다량의 레이저 플라즈마가 발생하여 레이저 단독으로 용접하는 경우보다도 용입이 작게 형성되었다. 그러나 플라즈마 제거가스를 사용하여 플라즈마를 제거하는 경우 아크 혹은 레이저 단독 용접에 비하여 용입이 증가하였다. 용입깊이에 영향을 주는 또 다른 요인은 레이저 - 아크의 거리이다. 그림 1은 레이저 - 아크 복합용접에서 레이저빔과 아크의 거리에 따른 플라즈마의 상태를 나타낸 것이다. 레이저 - 아크의 거리가 6mm인 경우 레이저 - 아크의 상호작용은 존재하지 않았으며 이 경우에 레이저는 비드의 상부를 재용융하는 역할에 불과하였다. 그러나 이 경우에도 플라즈마의 발생은 레이저 단독으로 용접하는 경우보다 크게 증가하였다. 레이저 - 아크의 거리가 3mm인 경우에는 간헐적으로 레이저 - 아크의 상호작용이 형성되었으며, 2mm 이하인 경우에는 지속적인 상호작용이 형성되어 용입이 증가되었다. 그림 2는 두께 4.5mm의 열간압연강재의 맞대기 이음부의 레이저 - 아크 복합 용접부 단면 사진이다. 사진에서 실선으로 표시한 부위가 아크 단독으로 용접하는 경우의 비드경계이다. 레이저 복합에 의하여 아크 혹은 레이저 단독으로 용접하는 경우에 비하여 용입이 증가하였다.

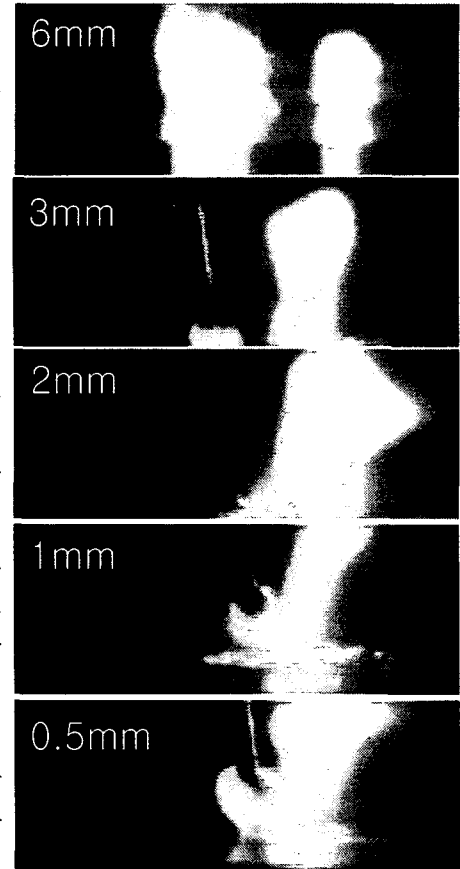


Figure 1 Plasma formation on

### 참고문헌

1. M.Eboo; Arc-augmented laser welding, Advances in laser-arc hybrid welding welding processes, 4th Int. conf. Harrogate, UK, May (1978) 257-2651.
2. W.M.Steen and M.Eboo; Arc augmented laser welding, Metal construction, July (1979) 332-335
3. William M. Steen; Arc augmented laser processing of materials, J. Appl. Phys. 51-11, Nov.(1980) 5636-5641
4. N. Abe, Y.Kunukita, M.Hayashi, Y.Tsuchitani, T.Mibara and S.Miyake; Combination mechanism of high speed leading path laser-arc combination welding, Trans. JWRI, vol. 27, No. 2, (1998) 7-11

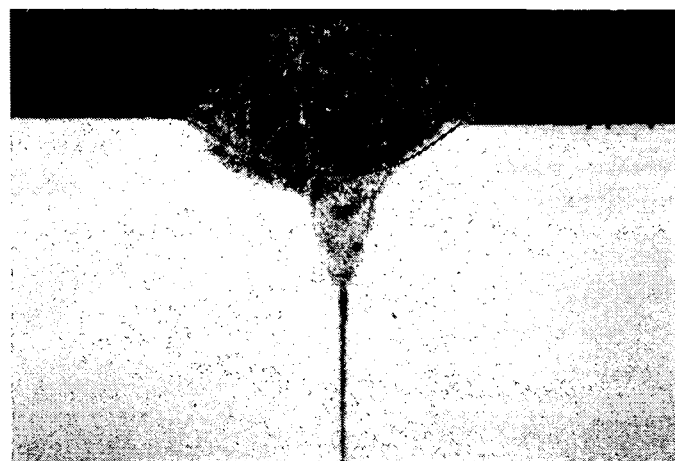


Figure 2 Bead shape of laser-arc hybrid welding