

CO₂ Laser 용접에서 최적 초점위치 제어 방법

Method to obtain the optimum focal position in CO₂ laser welding

POSCO 기술연구소 후판연구팀 박희동, 왕용, 주응용

I. 서론

레이저 용접은 높은 에너지 밀도를 가진 레이저 빔을 이용하는 용접 방법이며, 다른 용접 방법에 비하여 많은 장점을 가지고 있기 때문에 그 응용 분야가 확대되고 있다. 레이저 용접에서 최대 용입 깊이는 적절한 초점위치에서 얻어지지만 사용되는 출력, 보호가스 또는 용접속도 등에 따라 적정 초점위치가 달라진다. 따라서 용접부 품질을 제어하고 에너지의 효율을 높이기 위해서 최적의 초점위치를 찾는 것이 중요하다. 본 연구에서는 photcell을 이용하여 초점위치에 따른 플라즈마의 세기 변화를 측정, 분석하여 최적의 초점위치를 찾는 방법에 관한 것이다. 또한 이 방법은 앞으로 on-line 상에서의 용접 현상 모니터링 및 초점위치 제어에 이용될 수 있을 것이다.

II. 실험방법

본 연구에 사용된 레이저는 PRC-3000 CO₂ 레이저이다. 사용한 ZnSe 렌즈의 초점 거리는 127mm이다. 시험강재는 두께가 각각 2mm, 5mm인 mild steel을 사용하였다. Photocell은 S1133 모델로 peak sensitive wavelength가 560nm이며, 반응 스펙트럼 범위는 320-730nm이다. 초점 위치를 연속적으로 변화시키기 위하여 경사 bead-on-plate 용접을 하였다.

III. 결과 및 고찰

본 연구에서는 초점위치를 시험재 표면을 중심으로 아래쪽 즉, 시험재 안쪽에 위치하면 (+)로 정의하였다.

경사 bead-on-plate 용접에서 초점위치는 연속적으로 변하게 된다. Fig.1은 초점위치에 따른 검출 플라즈마 신호와 용입깊이의 변화의 전형적인 예를 보여주고 있다. 초점위치가 일정 범위안에 위치할 때 photcell로 검출되는 플라즈마 세기도 크며 깊은

용입도 얻을 수 있음을 알 수 있다. 검출신호는 적정 초점위치 범위에서 "U" 모양을 가지는데, 특히 U-curve의 최저값에서 최대 용입깊이가 얻어졌다. 따라서 이 때의 초점위치가 최적의 초점위치라 할 수 있다.

Fig.2는 출력 2kW, 속도, 1m/min, Ar 보호가스 유량 30 ℓ/min의 조건에서 경사 용접했을 때 검출된 신호를 나타낸 것이다. 분석된 결과에 따르면 최적 초점위치는 2.45mm이다. 이를 확인하기 위하여 초점위치가 각각 1.95mm, 2.45mm인 조건에서 용접을 하여 용접부 bead를 관찰하였다. Fig.3은 각각의 초점위치에서 용접부의 윗면과 밑면을 보여주고 있다. 용접부 윗면은 초점위치에 따라 용접폭의 차이가 크게 나지 않는다. 그러나 초점위치인 1.95mm에서는 충분한 용입이 되지 않은 반면, 최적 초점위치로 계산된 2.45mm에서는 충분한 용입이 된 것을 알 수 있다.

IV. 결론

1. Phocell에 의해 검출된 신호는 초점위치에 따라 "U"모양을 가지며 U-curve의 최소값이 최대 용입 깊이를 얻기 위한 최적의 초점 위치인 것을 알 수 있었다.
2. 최적 초점위치를 찾는 방법을 실험실적으로 입증하였으며, 본 방법은 레이저 출력, 용접속도, 보호가스 및 강재의 두께 변화에 따른 최적 초점 위치 제어에 이용될 수 있다.

V. 참고문헌

1. C.Bagger, Focal position optimization with neural networks in CO₂ laser welding, Proc. SPIE, 2207, pp.369-380 (1994)
2. Y.Wang, et al: Development of the plasma detecting system in CO₂ laser welding, Proc. SPIE, 2703, pp.184-191 (1996)

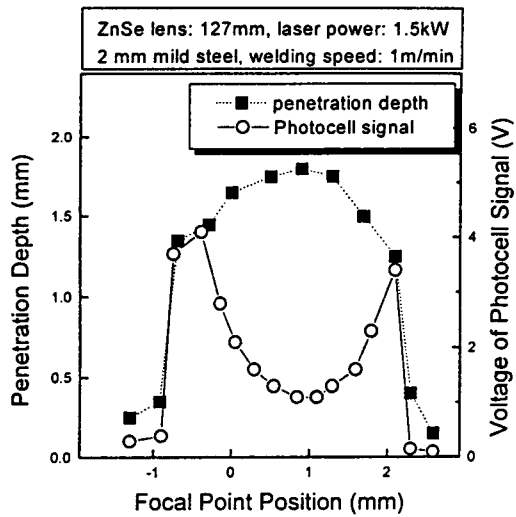


Fig.1 Regularities of photocell signal and penetration depth change with focal position.

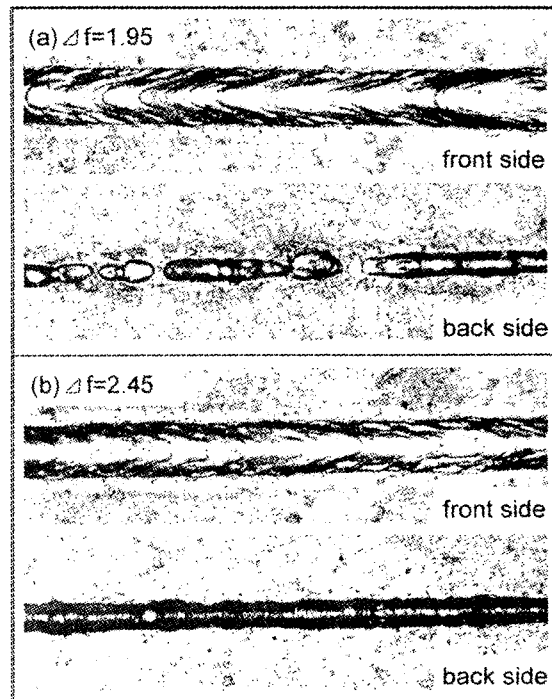


Fig.3 Pictures of welds in cases of different focal positions.

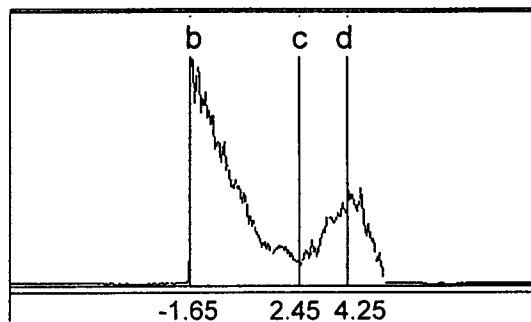


Fig.2 Diagram of the calculating result