

보조가스가 레이저 플라즈마와 용입특성에 미치는 영향
Effects of Assist Gas on Laser Induced Plasma and Bead Formation
in CW Nd:YAG Laser Welding

김기철*, 신현준**

* 포항산업과학연구원 ** 포항가속기연구소

1. 서론

레이저 용접은 레이저-물질간의 상호작용에서 얻어지는 에너지를 이용하는 공정이지만 그 과정에서 발생하는 플라즈마의 영향 또한 중요하게 다루어져야 하는 물리현상이다. 레이저 플라즈마의 거동과 용접성과의 관계는 산업적 중요성 때문에 이미 상당한 연구가 이루어져 왔다. 그들을 기술적으로 분류하면 (1)가시광선, IR 또는 UV 선 등을 광대역으로 감지 및 분석, (2)가청음의 직접 측정 (3)가시광선 영역의 강도와 LIP 거동해석, (4)플라즈마 전기장의 이용, 그리고 (5)플라즈마의 반사율을 측정하는 법 등이다. 이 방법들을 단독으로 또는 복합적으로 이용한 장치도 개발되고 있으나 신뢰성에서 확고한 방법이 정착되었다고 하기는 힘들다. 이와 같이 많은 연구에도 불구하고 용접공정 해석이 정착되지 않은 것은 레이저 용접의 계측 대상인 플라즈마의 순시성과 물리적 특성이 주변 환경에 민감하기 때문일 것이다. 본 연구는 레이저 용접 플라즈마의 거동을 분광법으로 조사하고 그것이 철강재료의 Nd:YAG 레이저 용접성에 미치는 효과를 살펴 봄으로서 향후 용접 공정 해석의 기초를 마련하고자 한 것이다.

2. 실험방법

시험재는 탄소함량 0.12wt%의 구조용 압연 강재였으며 용접을 위하여 50×50×150mm의 블록 형태로 가공하였다. 용접은 bead-on-plate로 실시되었고 플라즈마의 거동 분석은 스펙트럼 해석장치를 이용하였다. 또, 보조가스의 영향을 알아보기 위하여는 혼합되지 않은 가스와 소정의 비율로 혼합된 가스를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 질소를 보조가스로 사용하였을 때 얻은 레이저 플라즈마의 스펙트럼을 나타내고 있다. 그림에서 a는 용접의 진행방향 또는 레이저 입사위치에 대하여 뒷부분에서 계측된 플라즈마이며 b는 레이저 입사점의 상하부에서 계측된 것이다. 또 c는 a 위치의 대응점 즉 용접 전방에서 얻은 스펙트럼이며 실험 결과에서 알 수 있듯이 계측 위치에 따라 서로 다른 스펙트럼의 특성을 보이고 있다. 한편 Fig. 2는 앞의 실험과 동일한 조건에서 레이저 출력 1kW와 2kW를 부여하고 계측한 플라즈마의 거동으로, 레이저 출력 증가는 분광학적 특성의 변화와 함께 플라즈마 강도에 특히 영향이 큰 것을 알 수 있었다. Fig. 3은 보조가스의 종류가 피크 파장 700nm에서 최대강도와 적분강도에 어떠한 영향을 미치는가에 대하여 조사한 것이다. 여기서 알 수 있듯이 최대강도와 적분강도 사이에는 유사성이 있으나 보조가스와 이들 값의 상관성은 관찰되지 않았다. 그러나 Fig. 4에서 보인 것과 같이 보조가스가 바뀌면 플라즈마의 형상이 크게 바뀌었고 그 움직임도 큰 차이를 보였다. 또 Fig. 5는 레이저 출력 2kW에서 보조가스의 종류와 용접 비드의 형상과의 관계를 나타낸 것이다. 이 그림에서 최대 용입깊이(Ht), 비드표면의 넓이(Bs) 및 용입비(Ht/Bs)는 다같이 보조가스의 종류에 상관없이 일정하며, CO₂ 레이저용접과 같이 보조가스의 해리와 플라즈마의 에너지 흡수가 원인으로 알려진 용입특성의 변화는 관찰되지 않았다.

4. 결론

레이저 용접에서 플라즈마의 계측점 설정은 그 특성을 규정짓는 중요 요소였다. 또 레이저 출력은 플라즈마의 분광학적 거동과 측정 강도에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 보조가스의 종류에 따른 플라즈마의 최대강도와 적분강도 변화는 크지 않았으나 플라즈마의 크기, 모양 및 운동 양상에는 분명한 차이가 있었다. 한편 철강재료의 Nd:YAG 레이저 용접에서 보조가스 변화에 따른 용입특성의 차이는 거의 없었다.

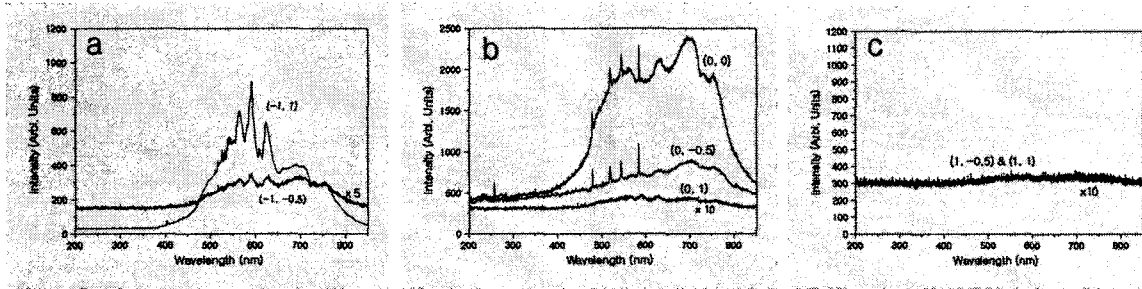


Fig. 1 Effect of measuring point on LIP spectrum

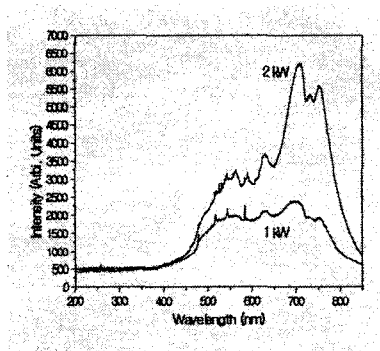


Fig. 2 Effect of applied power on LIP spectrum

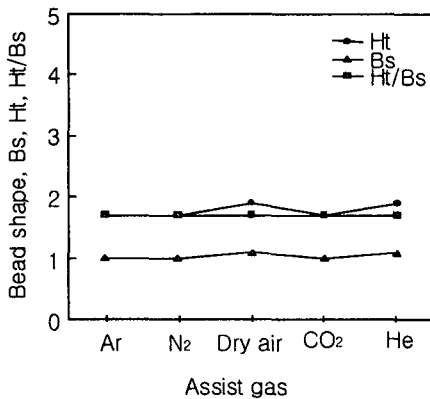


Fig. 5 Effect of assist gas on bead formation

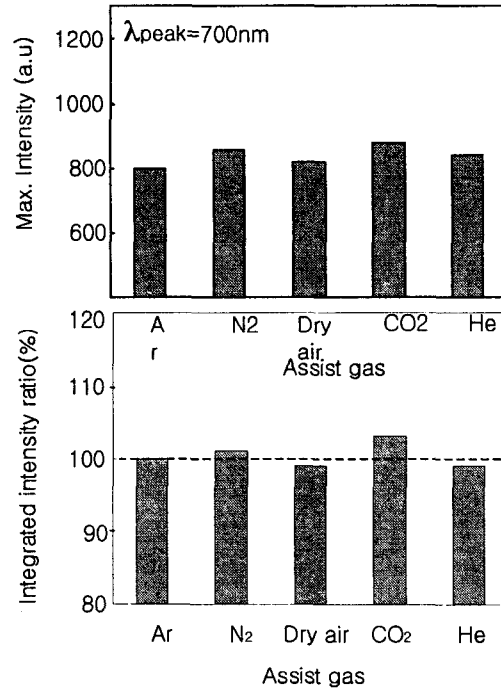


Fig. 3 Effect of assist gas on LIP intensity

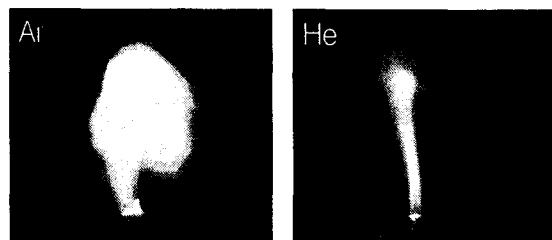


Fig. 4 Effect of assist gas on LIP formation