

CO₂ 레이저 원격 용접시스템을 이용한 800Mpa급 고장력강의 용입특성

The characteristic of penetration on the 800Mpa class high-tensile steel using remote welding system by CO₂ laser

송문중* · 이영주 · 송영채 · 정성문 · 정병훈 · 이문용

M. J. Song, Y. J. Lee, Y. C. Song, S. M. Jung, B. H. Jung, M. Y. Lee

Abstract

In the remote welding system using CO₂ laser, laser beam is rapidly deflected by moving mirrors of scanner system and has focusable distance over 1000mm from workpiece. From such arrangement, various advantages and disadvantages arise. Remote welding is a highly efficient laser process. As the mirrors of the scanner system allow positioning speeds exceeding 700m/s, it becomes possible to reduce the welding cycle time. On the other hand, as there no the provision of shielding gas which is normally required for beam powers exceeding 3kW, may become difficult task. Therefore, in this study, the influence of the various penetration of back bead by the different laser welding speed on the weld seam formation without shielding gas was investigated.

Key Words : remote welding system, scanner system, plasma control, penetration depth

1 서론

CO₂ 레이저 원격 용접시스템은 소재로부터 1000mm 이상의 초점거리를 가지는 레이저빔을 스캐너 시스템에 의해 특정 용접부로 급속하게 편향시키는 장비이다. 이러한 특성으로 인해 공정 시 다양한 장·단점을 가진다. 특히 자동차 바디와 같은 조립공정에서 사이클 타임은 용접시간에 의해 크게 좌우되는데 이때 로봇용접 시스템은 특정 용접부에 가능한 짧은 시간 내에 최단거리로 이동하는데 한계가 있다. 이에 비해 CO₂ 레이저 원격 용접시스템은 용접시퀀스와 짧은 공정시간을 모두 획득하기 위한 최적의 장비라는 장점을 가진다. 하지만 실드가스에 대한 설비를 갖추기가 쉽지 않아 3kW 이상의 레이저 출력력을 요하는 공정에서는 플라즈마 제어라는 난해한 숙제 또한 지닌

다. 따라서 본 실험은 CO₂ 레이저 Remote Welding System(Fig. 1)을 이용하여 CO₂ 레이저빔의 용접조건에 따른 비드형상 및 용입특성이 용접품질에 끼치는 영향을 규명하고 실제 양산적용 시 생산성과 품질향상을 위한 최적의 용접조건을 도출하기 위해 행해졌다

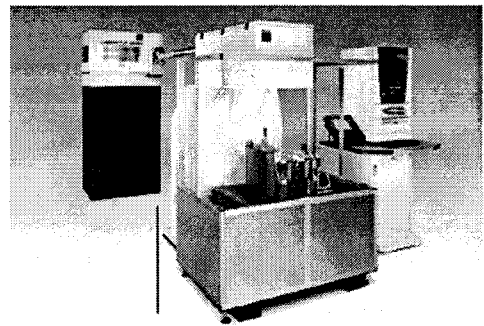


Fig. 1 CO₂ 레이저 Remote welding system

II. 실험방법

RWS(Remote Welding System)의 CO₂ 레이저빔은 최대출력이 6kW까지 가능하나 실제 다점 용접 시 상당한 플라즈마를 발생시켜 이를 제어하기 위한 실드시스템이 필요하다. 본 실험에 앞서 생산성과 용접품질을 감안하여 2.2m/min 용접속도에서 고장력강(SPFC 780 1.2t)을 소재로 사전실험을 실시했다. 그 결과 플라즈마 제어로 형상불량 및 기공이 없는 양호한 비드의외관과 완전용입을 얻을 수 있는 최소출력 3.6kW를 도출할 수 있었다. 따라서 본 실험에서는 3.6kW의 출력을 고정변수로 정하고 용접속도는 0.2m/min씩 증가시켜 22mm 스티치 용접을 했다. 그리고 용접품질의 지배인자를 색출하기 위해 종/횡단면, 접합면의 용융형상을 관찰했다.

III. 실험결과 및 고찰

3.1 용접비드 및 완전용입부 관찰

아래의 Fig. 2와 같이 전체적으로 용접속도가 증가할수록 완전용입 구간은 감소했다. 비드폭은 3.0m/min 부터 불안정해지기 시작했으며 이후 완전용입 구간은 관찰할 수 없었다.

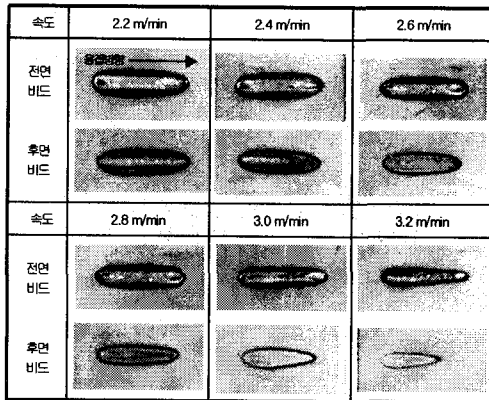
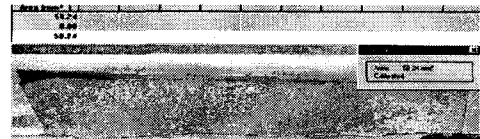


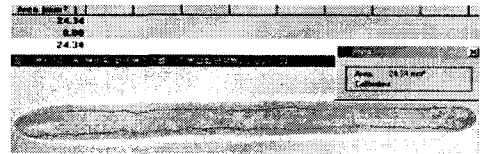
Fig. 2 3.6kW 겹치기 용접한 고장력강(SPFC 780 1.2t)의 용접속도에 따른 비드형상의 변화

3.2 단면 관찰

Fig. 3에 나타난 레이저 용접비드의 종단면 및 겹침부 단면관찰 결과, 3.6kW의 레이저빔이 조사될 때 용접속도별 용입깊이 및 용융폭은 용접 진행방향에 대해 같은 조건임에도 값의 산포도가 컸다. 그래서 종단면의 용입면적과 접합면의 용융면적을 산출하여 각각 용접길이를 나눈 평균 용입깊이와 평균 용융폭을 비교대상으로 설정했다. 용접속도에 따른 입열량의 차이에 기인하여 Fig. 4와 같은 결과를 얻었다.

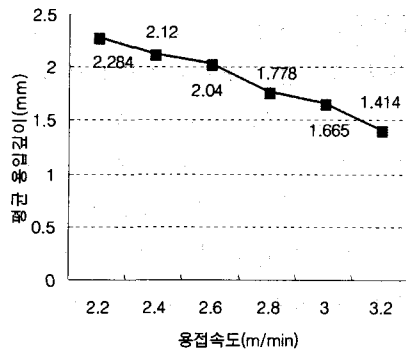


(a) 용접비드의 종단면

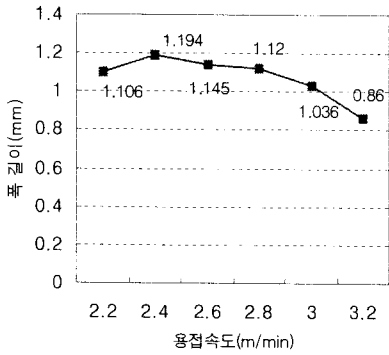


(b) 겹침부 단면

Fig. 3 레이저 용접비드의 종단면 및 겹침부 단면 (출력: 3.6kW, 용접속도 2.2m/min)



(a) 평균 용입깊이의 변화

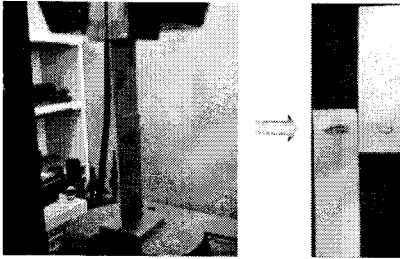


(b) 평균 용입깊이의 변화

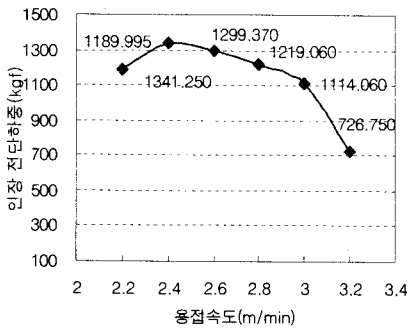
Fig. 4 레이저 용접 시 용접속도에 따른 용입특성 (용접속도 2.2m/min, 용입깊이: 22mm)

3.3 인장전단 하중실험

본 실험에서 사용된 인장시험 규격은 KS B 0851에 따라 100mm × 30mm × 1.5mm의 시편을 Fig.5 (a)와 같이 제작한 뒤 용접하여 조건별 인장전단 하중실험을 했다. 조건 중 인장전단 하중이 가장 클 것이라고 예상했던 2.2m/min 보다 더 큰 인장전단 하중을 가지는 용접속도 구간이 (b)그래프와 같이 존재했다.



(a) 인장실험

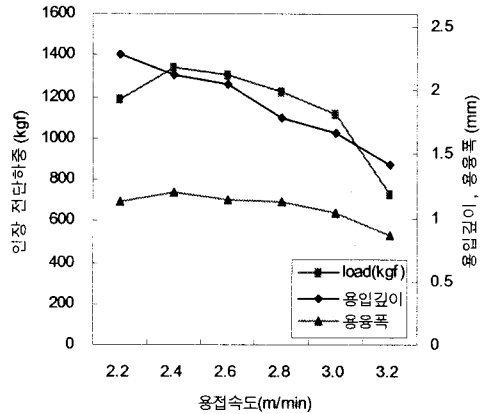


(b) 용접속도에 따른 인장전단 하중의 변화

Fig. 5 CO₂ 레이저 용접 시 용접속도에 따른 인장전단하중 실험결과

3.4 영향인자 색출

출력 3.6kW, 용접속도 2.2m/min의 조건은 전체적으로 거의 완전용입이 관찰됨에도 불구하고 상대적으로 낮은 인장전단 하중 값을 나타내었다. 접지기 용접에서 용입깊이 외에 용접품질을 좌우하는 다른 인자가 있을 것으로 사료되어 Fig. 6과 같이 중/횡단면에서 관찰된 평균 용입깊이와 용융폭을 인장전단 하중과 비교했다. 결과는 아래와 같이 인장전단 하중은 용융폭의 변화선도와 일치하고 있음을 확인하였다.



(a) 용접속도에 따른 인장전단하중, 용입깊이, 용융폭의 변화

항목 \ 속도	2.2(m/min)	2.8(m/min)
인장전단 하중	1189.995 kgf	1219.06 kgf
후면비드		
횡단면 용입형상		
측면면 용융폭	1.100 mm	1.12 mm

(b) 용접속도에 따른 용입특성 비교

Fig. 6 용접속도에 따른 용입특성의 변화와 인장하중

IV. 결 론

RWS를 이용하여 고장력강을 겹치기 용접한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) SPFC 780 1.2.t 고장력강 용접 시 플라즈마 제어로 3.6kW의 출력에서 미려한 용접외관과 완전용입을 얻을 수 있었다.

2) 레이저 겹치기 용접 시 하나의 비드내에서도 용입깊이 및 접합부 용융폭의 편차가 크게 나타났다. 이것은 레이저 빔과 재료 및 플라즈마의 상호작용에 의하여 재료 내부로 흡수되는 에너지가 불안정하게 되기 때문으로 판단된다.

3) 용접속도가 증가할수록 종/횡단면의 용입깊이는 감소했으나 특정 용접속도에서 용융폭이 증가하는 구간이 관찰되었고 이 조건에서 인장전단 하중 또한 크게 나타났다. 즉, 용접 품질은 겹침부의 접합면적에 의해 크게 좌우되며 부분용입된 조건의 적절한 출력조건에서 보다 넓은 접합면적을 확보할 수 있었다.

참고문헌

1. Emmelmann, c, LaserschweiBen im Viepunkt
werkzeug fur die Karosseriefertigung. Rofin Sinar,
Hamburg. Sept. 1999
2. M. Grupp, T. Seefeld, F. Vollertsen "laser beam
with scanner. " WLT 2003. p.375 ~ 379. 2003
3. K. D. Debschutz. W. Becker., "Remote Laser
Welding of Robot.", EALA 2005, p.258~272. 2005
4. P. Ripple "Remote Welding of Robot PEP" EALA
2005, p281~309, 2005
5. L. Rauschdorf, M linger, "Remote Welding in the
industrial manufacturing." EALA 2005, p310~330,
2005
6. Steffen. Neumann, Claus Thomy, Thomas Seefeld,
Frank Vollertsen " Distortion minimization and
shielding gas flow optimistion in CO₂ laser remote
welding of steel. " BIAS Bremer Institut, 2006