

세립형 구조용 고강도 강재의 레이저 용접부 특성

Characteristics of Laser Weldment of a Fine Grained Structural Steel

박대동*, 박영수, 김광수, 윤중근

현대중공업(주) 산업기술연구소, 울산시 동구 진하동 1

1. 서 론

최근 각종 구조물들은 초 고층화, 초 대형화 측면에서 제작되므로 보다 높은 강도를 지닌 강재가 요구되고 있다. 강재의 강도는 화학 성분의 증가 및 열처리 적용 등으로 향상되지만, 합금 성분을 많이 함유한 고강도 강재는 일반적으로 용접성이 열등할 뿐 아니라 열처리에 따른 추가 비용이 발생하는 단점이 있다. 이에 따라 한국 및 일본에서는 저합금강의 화학 성분을 유지하면서 입도의 미세화로 고강도 및 고인성을 동시에 확보할 수 있는 차세대 구조용 강재의 개발을 시작하였다¹⁻³⁾. 하지만 차세대 세립형 강재 역시 구조물 제작시 적용되는 용접에 의한 미세조직변화로 용접부의 특히 열영향부의 물성이 저하되리라 예상된다. 차세대 세립형 강재 용접부 물성을 확보할 수 있는 용접기술의 개발은 차세대 강재의 활용 측면에 있어 핵심 기술이라 하겠다.

본 연구에서는 저입열 특성으로 열영향부의 결정립 조대화를 억제할 수 있는 레이저 용접기법을 차세대 세립형 강재에 적용하고자 하였다. 포철(주)에서 실험실적으로 제조한 5mm 두께의 세립형 강재와 세립형 강재와 화학조성이 유사한 12mm 두께의 선금용 AH32강을 이용하여 레이저 용접조건을 변수로 하여 레이저 용접기법을 정립하고자 하였다.

2. 실험 방법

최대 출력 5kW, multi-mode의 출력 분포를 갖는 CO₂ 레이저 장치를 이용해 5mm 두께의 강재는 편면 1 pass 로, 12mm 두께의 경우에는 양면 1pass로 개선없이 맞대기(butt) 용접하였다. 용접조건은 표 1에서 보여주듯이 주로 약 4.5kW 의 출력하에서 용접속도를 300 - 500mm/min. 으로 변화시켰다. 5mm 두께의 강재인 경우에는 예비 시험 결과를 통하여 얻어진 적정조건이다.

Table 1. Laser welding conditions

용접조건 시편명	출력	용접 속도	비고
	kW	mm/min.	
A	4.5	1050	5mm 세립강
B		500	
C1		400	12mm 일반강
C2		350	
C3		300	

레이저 용접부의 특성은 용접부의 건전성, 미세조직, 경도분포 그리고 저온에서의 충격 인성으로 평가하였다. 충격 시험은 5mm 두께 강판에 대해서는 3mm 두께의 sub-size 시험편으로, 12mm 두께 강판에 대해서는 표준 크기의 시험편을 사용하였다. 그리고 레이저 용접부의 미세조직은 광학현미경과 주사 전자현미경으로 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1과 2에 레이저 용접조건 즉, 용접속도에 따른 레이저 용접부의 경도변화와 용착금속의 저온 인성변화를 도시하였다. 그림 1에서 보이 주듯이 용접속도가 증가하게 되면 용접부의 경도값은 증가하게 된다. 용접속도가 500mm/min 인 경우에는 열영향부의 최대 경도값은 약 341Hv 정도로 크게 증가된다. 이와 같이 용접속도가 증가하면 용접부의 냉각속도가 증가하기 때문이다. 냉각 속도가 증가할수록 레이저 용접부의 조직이 침상의 배이나이트 나 마텐사이트 조직으로 변화된다. 그림 1에서 보여주듯이 레이저 용접부의 경도는 모두 모재보다 높기 때문에 레이저 용접부의 강도는 모재보다 높음을 알 수 있다.

그림 2의 용착금속의 충격인성 특히 0도 시험 결과에서도 알 수 있듯이 레이저 용접속도가 감소할수록 흡수 에너지가 증가됨을 알 수 있다. 이 역시 용접속도에 따른 냉각속도 즉, 미세조직차이에 기인된다. 동일 레이저 출력인 4.5kW에서 이송 속도를 300mm/min.에서 400mm/min.로 증가시키면 충격치가 약 35 joule 정도 감소한다. 0°C에서의 충격 시험후 파면을 보면 충격인성이 우수한 레이저 용접부는 연성파괴가 발생한 반면 이송속도가 빠른 경우에는 취성파괴가 발생하였다.

4. 결 론

차세대 구조용 강재에 대한 레이저 용접기법을 정립하고자, 5mm 두께의 세립형 강재와 이와 화학조성이 유사한 12mm 두께의 선급용 AH32강을 이용하여 출력을 4.5kW로 고정하고 용접속도를 변수로 하여 레이저 용접부의 특성을 평가하였다.

- 1) 12mm 두께 강재의 경우, 용접속도의 증가에 따라 레이저 용접부의 경도는 증가되었으며, 용착금속의 인성은 전반적으로 감소하였다. 이는 용접속도에 따른 냉각속도차이 즉, 미세조직차이에 기인된다.
- 2) 연구된 용접조건범위에서 형성된 레이저 용접부의 경도는 모두 모재보다 높다.

참고문헌

1. '21세기를 향한 철강재료기술의 breakthrough point' 일본재료연구소 (1995)
2. '차세대 구조용 강재 개발 workshop', 포항 (1997 11월)
3. '1998 차세대 구조용 강재 개발 workshop', 포항 (1998 8월)

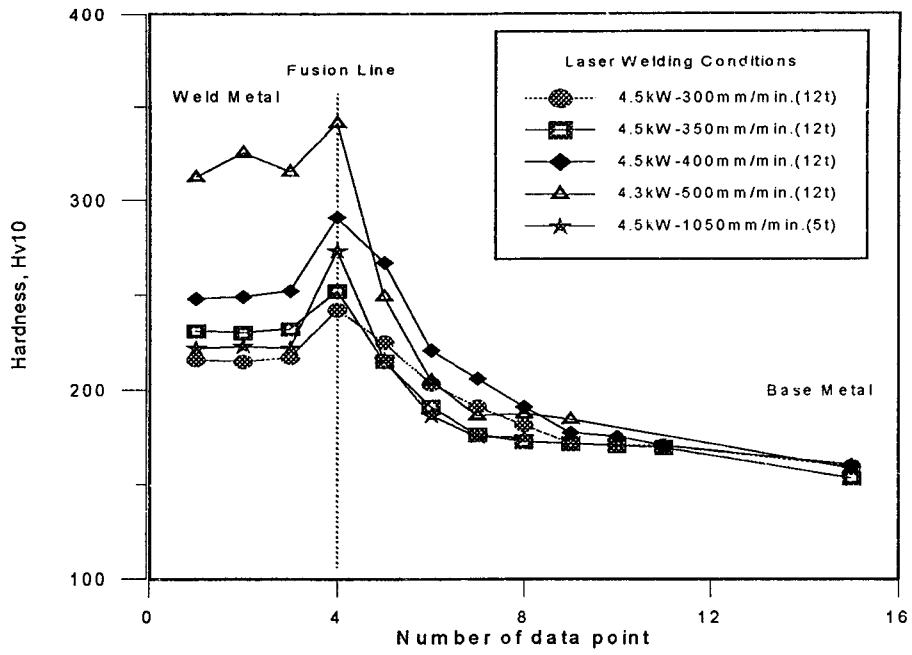


Fig.1 Effect of welding speed on the hardness distribution of laser weldment

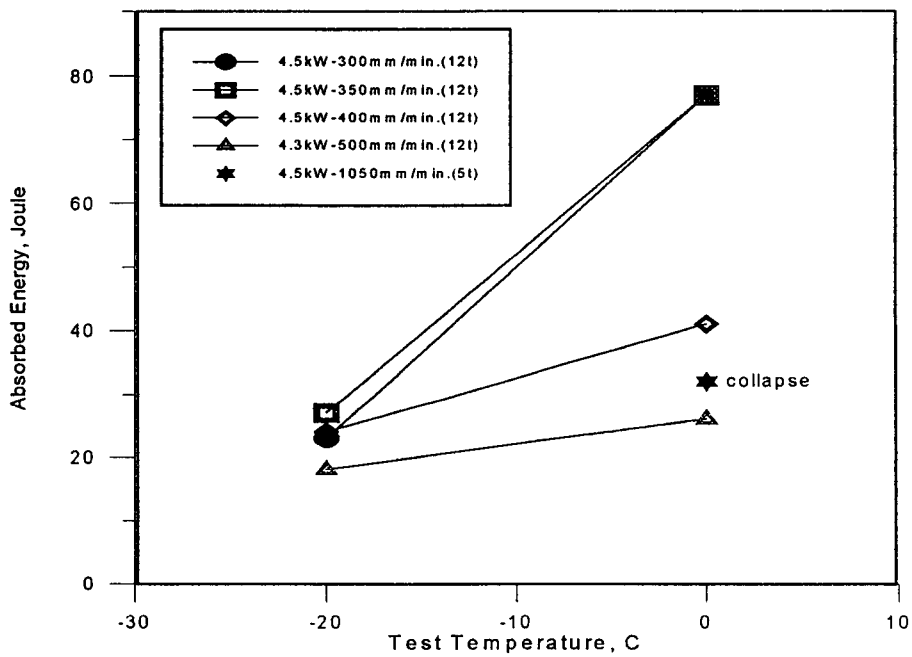


Fig.2 Effect of welding speed on the Charpy impact energy of laser weld