

고Mn강의 이종 레이저용접 특성

Characteristics of dissimilar laser welding of high Mn steel

정 보영*, 한 태교*, 이 중봉*

* POSCO 기술연구소

ABSTRACT High Mn steel has been developed for automotive applications since the steel has an excellent combination of strength and ductility. However, from the viewpoint of welding, high Mn steel has a few problems related to its chemical composition. In this study, development of dissimilar laser welding technology has been investigated for expanding application of high Mn steel. The results have shown that dissimilar weld joint between high Mn steel and carbon steel has poor erichsen property using STS309L filler wire or not.

1. 서 론

고Mn강은 고강도 특성을 나타냄과 동시에 성형성이 매우 우수한 강종으로 주목을 받고 있다. 고Mn강은 주로 구조재료의 적용확대를 위한 노력이 진행되고 있으며 특히, 자동차 산업분야에서 높은 강도와 가공성을 이용하여 차량의 경량화뿐만 아니라 제조원가 절감에도 큰 기여를 할 것으로 기대되고 있다.

한편, 고Mn강이 구조물의 일부로 사용되기 위해서는 이종재료와의 용접기술 확보가 반드시 선행되어야 한다. 그러나, 고Mn강은 합금원소량이 매우 많으므로 용접시 기공, 균열 등의 용접결함을 유발한다. 따라서, 본 연구에서는 다양한 산업분야에서 적용이 확대되고 있는 레이저용접을 이용하여 고Mn강과 이종강재와의 용접특성에 대한 검토를 행하였다.

2. 실험재료 및 실험방법

2.1 실험재료

본 연구에서는 980MPa급 고Mn강을 사용하였

다. 그림2.1에 실험재료의 광학현미경 미세조직을 나타낸다. 미세조직은 완전 오스테나이트 조직을 나타내고 있다. 용접에 사용한 강재는 두께 2.3mm의 열간압연된 판재를 이용하였다. 또한, 고Mn강과의 이종용접에는 300MPa급 구조용강, 440MPa급 구조용강(SAPH440), 780MPa급 TRIP강, 1180MPa급 복합조직강을 이용하였다.

2.2 실험방법

실험에 사용한 레이저 용접조건을 표2.1에 나타낸다. 용접부의 단면조직을 관찰하기 위해 시험편을 습식연마 후, 3% 나이탈 부식액을 이용하여 미세조직을 현출하고, 단면조직을 관찰하였다. 또한, EPMA를 이용하여 용접부의 합금원소에 대한 정성분석을 실시하였다. 용접부의 경도 분포는 마이크로비커스 경도기를 이용하여 측정하였으며, 측정하중은 4.9N로 하였다. 또한, 용접이음부의 기계적특성을 파악하기 위해 에릭슨시험을 실시하였다. 에릭슨시험은 볼 직경 20mm, 10mm/s의 속도로 시험을 실시하였다.

3. 실험결과

3.1 고Mn강의 이중 레이저용접 특성(I)

고Mn강과 440MPa급 구조용강(SAPH440)의 이중재료에 대해 용접와이어를 사용하지 않고 레이저용접에 의한 맞대기용접부의 단면조직과 용접부 단면에서의 Mn함량의 변화를 그림3.1에 나타낸다. 용접금속에서는 미세균열이 발생하고 있고, 용접금속 중앙부를 따라 균열이 전파하여 완전히 파단된 형상을 나타내고 있다. 용접부에서의 Mn함량 변화를 측정된 결과, 고Mn강으로부터 Mn이 용접금속으로 유입되어 SAPH440보다는 높고, 고Mn강보다는 저하하는 천이형태의 양상을 보인다.

그림3.2에 용접부의 경도분포를 측정된 결과를 나타낸다. 용융금속 부근의 HAZ 고온역과 용접금속을 포함한 용접부 중앙에서는 경도가 매우 높은 경화역이 형성됨을 알 수 있다.

따라서, 고Mn강의 이중 레이저용접부에서 균열이 발생하여 용접부 특성이 저하하는 원인은, 고Mn강으로부터 Mn이 용융금속으로 유입되어 용융금속의 경화도가 현저하게 증가되기 때문인 것으로 생각된다. Mn은 균열감수성을 판단하는 탄소당량에 큰 영향을 미치므로 용접금속은 쉽게 경화되어 용접직후 미세균열이 발생하거나, 전파하여 파단을 일으키는 것으로 판단된다.

3.2 고Mn강의 이중 레이저용접 특성(II)

고Mn강과 780MPa급 TRIP강의 이중재료에 대해 STS309L 용접와이어를 사용하여 레이저용접을 실시한 맞대기용접부의 단면조직을 그림 3.3에 나타낸다. 그리고, 이러한 용접부에 대해 에릭슨시험을 실시한 후의 외관을 그림3.4에 나타낸다. 단면조직 관찰 결과, 용접금속에서는 용접와이어와 모재의 희석이 불균일하게 일어나고 있다.

그림3.5에는 용접부에서의 경도분포 측정된 결과를 단면조직과 비교하여 나타내었다. 용접부에서의 경도는 특히, 용접금속에서 급격히 상승하며, 매우 높은 경도가 나타나는 부분은 미세조직적으로 보아 마르텐사이트가 생성된 것으로 판단된다.

상기 결과로부터, 고Mn강과 이중강재의 레이저용접부에서 발생하는 균열을 저감하기 위해 연성

및 인성이 우수한 STS309L 용접와이어를 적용하는 경우에도 용접금속에서 마르텐사이트가 형성되어 용접금속에서 파단이 발생하는 것을 알 수 있다. 따라서, 이러한 문제를 해결하기 위해서는 보다 근본적인 해결방안을 강구하는 것이 필요하다.



Fig.2.1 Optical micrograph of high Mn steel examined.

Table 2.1 Welding condition for dissimilar laser welding of high Mnsteel.

레이저 출력 (kW)	Filler wire 용금속도 (mpm)	용접속도 (mpm)	이음두 Gap (mm)	예열 (°C)	후열 (°C)
11.0	3	5	0.15	700	850

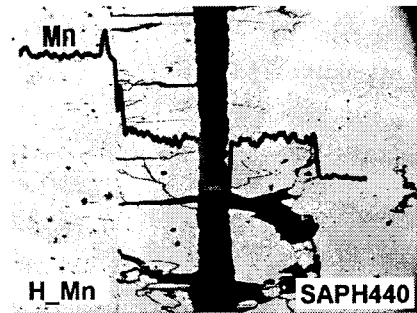


Fig.3.1 SEM image of the dissimilar laser welded joint of high Mn steel and SAPH440 steel.

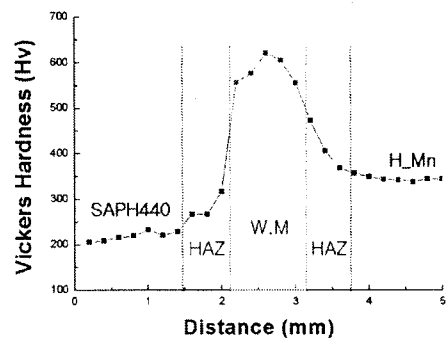


Fig. 3.2 Hardness distribution of the dissimilar laser welded joint of high Mn steel and SAPH440 steel.

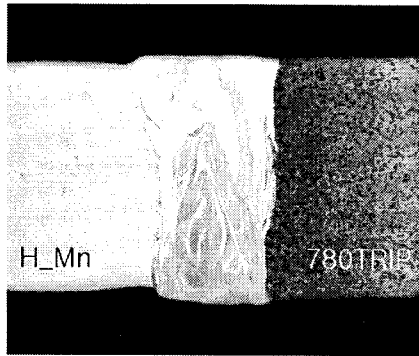


Fig. 3.3 Optical micrograph of the dissimilar laser welded joint of high Mn steel and 780TRIP steel.

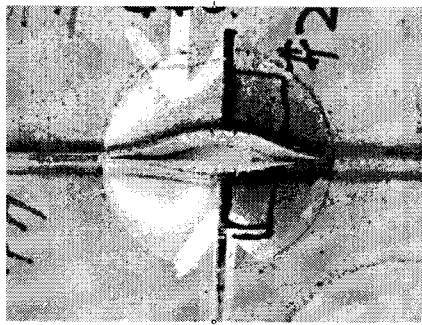


Fig. 3.4 Fracture mode of the dissimilar laser welded joint of high Mn steel and 780TRIP steel.

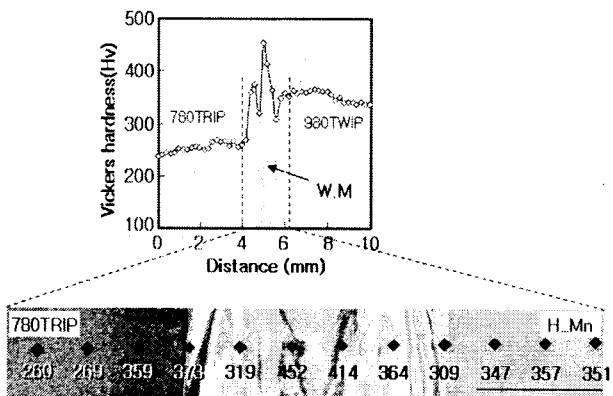


Fig. 3.5 Hardness distribution and optical micrograph of the dissimilar laser welded joint of high Mn steel and 780TRIP steel.