

중고탄소강재의 레이저 용접기술 개발 (I)

윤종원, 한유희, 황선효
해사기술연구소

1. 서론

레이저 용접은 종래의 용접방법에 비해 빠른속도, 적은 입열량으로 용접변형이 극소화 될 수 있어 기계요소 부품등의 용접에 장점을 가지고 있다. 그러나 빠른 용접속도로 인하여 모재의 탄소함량이 많은 경우 용접부에 취성이 큰 마르텐사이드 조직이 생성됨으로써 용접부의 성질이 열화되는 문제점이 지적되고 있다. 이것을 극복하기 위한 방법으로서 예열처리를 하여 냉각속도를 감소시키거나 후열처리를 하여 용접부를 tempering 하여 용접부의 조직을 제어하는 방법이 제시되고 있다. 본 연구에서는 위에 제시된 방법 외에 용접부의 인성을 향상시키는 것으로 알려진 Ni을 첨가하여 용접함으로써, 고탄소강 용접시 균열발생을 억제하고 용접부의 경도치를 감소시키고자 하였다.

2. 실험방법

중고탄소강재의 레이저 용접성을 조사하기 위하여 두께 1.25mm의 0.83% C AISI 1080 및 두께 1.85mm의 0.33% C AISI 4135 강을 선정하여 4kW CO₂ 레이저 가공기를 이용하여 여러 용접변수를 조합, bead-on-plate 용접하였다. 사용한 재료의 화학 조성을 Table 1에 표시하였다. 용접조건은 레이저 출력을 1kW에서 3kW까지, 용접속도는 0.5m/min에서 3.0m/min까지 변화시켰으며, 보호가스로서는 유량 30l/min로 각각 Ar과 질소를 공급하였다. 레이저 용접단면부를 폴리싱한후 5% nital로 에칭하여, 광학현미경을 이용 미세조직과 결합발생을 조사하고, Vickers 경도계를 이용하여 하중 5kg에서 0.5mm 간격으로 용접단면부의 경도를 측정하였으며, 용입 형상을 관찰하여 적정 용입조건 선정의 기준으로 활용하였다.

Ni 이 용접부 인성향상에 미치는 영향을 조사하기 위하여 Fig.1 과 같이 치구를 사용하여 용접 이음부 사이에 0.3mm 두께의 99.9% Ni 판을 삽입하여 AISI 1080 강 및 AISI 4135 강을 4kW CO₂ 레이저 가공기를 이용하여 맞대기 용접하였다. 용접시 레이저 출력은 2kW, 용접속도는 1m/min 로 선정하였으며 보호가스로서는 Ar 을 30l/min 로 공급하였다. 용접단면을 질산 및 아세트산 혼합 에칭액으로 에칭하여 광학현미경을 이용 미세조직 및 결함발생을 조사하였으며, Vickers 경도계를 이용하여 용접단면의 경도를 측정하였다.

3. 실험결과 및 토의

여러가지 용접변수를 조합하여 레이저 용접한 AISI 1080 강 및 AISI 4135강의 용접단면을 광학현미경을 이용 관찰한 결과, 탄소함량이 0.83%인 AISI 1080강 용접부에 센터라인 균열 및 기공이 관찰되었다. 그러나 탄소함량이 0.33%인 중탄소 저합금

강인 AISI 4135강은 균열과 기공발생이 없는 양호한 용접부를 얻을 수 있었다.

AISI 1080 모재는 냉간압연후 tempering 되어 ferrite 기지에 구형의 미세한 cementite가 균일하게 분포되어 있으며 레이저 용접부는 untempered martensite 와 약간의 bainite가 혼재되어 있다. AISI 4135 용접부 역시 untempered martensite 와 약간의 bainite가 혼재되어 있다.

용접부의 미세경도치는 AISI 1080강의 경우 800-900Hv, AISI 4135강의 경우 550-600Hv 로서 각각 모재의 경도값 200Hv, 400Hv 에 비해 증가하였다. (Fig.2) 이것은 레이저 용접시 고밀도 열원인 레이저와 용접재료간의 온도 구배가 커서 급냉된 결과, 용접부에 untempered martensite 조직이 생성되었기 때문이다. 탄소함량이 0.83%인 AISI 1080 고탄소강은 냉각속도가 빠른 경우 특히 마르텐사이트 생성이 매우 용이하여 용접부의 경도치가 증가함을 알 수 있다.

Ni 을 첨가하여 레이저 용접한 AISI 1080강 및 AISI 4135강 용접부에서는 균열이 발생되지 않았으며 용접부의 미세조직은 오스테나이트 조직으로 추정된다. 용접부의 경도값이 150-170Hv 로 Ni 을 첨가함으로써 연성이 향상됨을 알 수 있다. (Fig.2)

4. 결 론

가. 고탄소강 레이저 용접시 센터라인 균열이 발생하였으며, 중고탄소 저합금강의 레이저 용접은 균열발생 없이 가능하였다.

나. Ni 을 첨가하여 레이저 용접한 결과 모재보다 낮은 경도치를 갖게 되며 균열발생 없이 양호한 용접이 가능하다.

참 고 문 헌

1. D.W.Moon and E.A.Metzbower, "The effects of inconel 600 on the toughness of HY-steel laser welds", ASM conf. on "Applications of lasers in materials processing" pp248-253, (1983)
2. D.W.Moon et al "The effects of sulfur and nickel on the mechanical properties of HY-steel laser weldments", Proc. of ICALEO '85 pp3-10, (1985)
3. F.Matsuda et al "Solidification crack susceptibility in laser beam weld metal of 0.2%C-low alloy steels", Trans. of JWRI Vol.16, No2. pp103-114, (1987)

Table 1. Chemical compositions of base metal

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
AISI 1080	0.829	0.215	0.405	0.01	0.012	0.14		0.065	0.143
AISI 4135	0.337	0.203	0.661	0.012	0.012	0.934	0.165	0.063	0.081

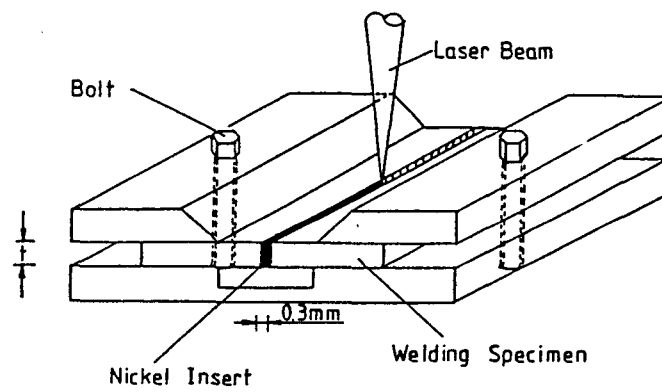
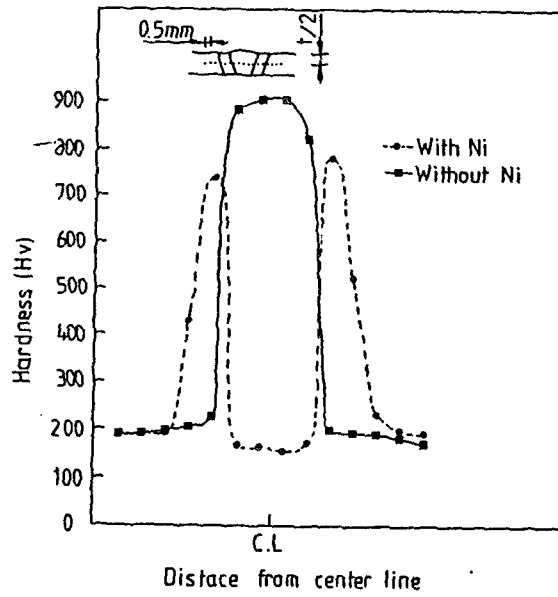
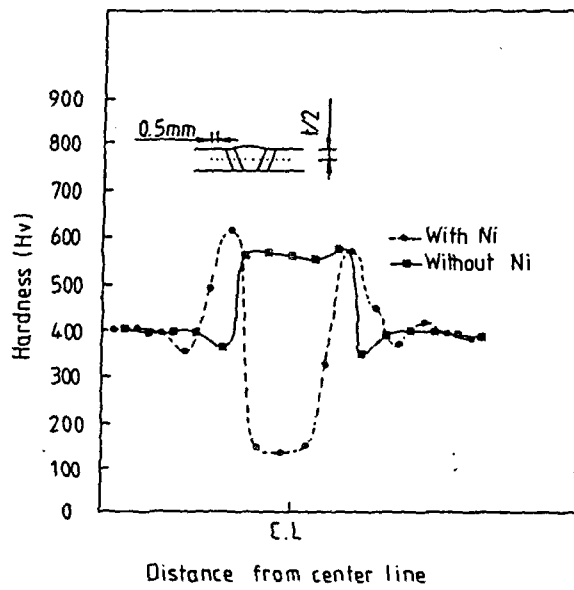


Fig.1 Welding fixture used and the joint configuration



(a) AISI 1080 steel (1.25mm)



(b) AISI 4135 steel (1.85mm)

Fig.2 Hardness profile of laser weldments