

CW Nd:YAG 레이저를 이용한 냉연강판의 용접특성

신병헌*(조선대 대학원 정밀기계공학과), 유영태(조선대 메카트로닉스공학과), 신호준(조선대 대학원 정밀기계공학과), 안동규(조선대 기계공학과)

Welding Characteristics of Cold Rolled Carbon Steel utilize CW Nd:YAG Laser

B. H. Shin(Precision Mechanical. Eng. Dept., CHU), Y. T. Yoo(Mechatronics. Eng. Dept., CHU), H. J. Shin(Precision Mechanical. Eng. Dept., CHU), D. G Ahn(Mech. Eng. Dept., CHU)

ABSTRACT

Laser welding of metals has been widely used to improve a wear resistance and a corrosion resistance of the industrial parts. The objective of this research works is to investigate the influence of the process parameters, such as the welding for metals with CW Nd:YAG lasers. The bead-on-plate welding tests are carried out for several combinations of the experimental conditions. In order to quantitatively examine the characteristics of the butt welding, the welding quality of the cut section, stain-stress behavior and the hardness of the welded part are investigated. From the results of the investigation, it has been shown that the optimal welding condition without defects in the vicinity of the welded area and with a good welding quality is 1400W of the laser power, 0.8m/min, 0.9m/min of welding speed and 4 ϕ in of pressure for shielding gas.

Key Words : Laser welding(레이저용접), Butt welding(맞대기용접), Aspect ratio(용입비), Cold Rolled Carbon Steel(냉연강판), 입열량(Heat input capacity)

1. 서론

최근 들어 고기능성의 제품을 소비자가 요구함에 따라 산업현장에서는 재료의 개선뿐만 아니라 가공 방법을 향상시키고자 한다. 그래서 과거의 전통적인 방법을 뛰어넘는 가공방법을 도입하여 제품의 성능을 향상시키고자 한다. 특히 레이저를 이용한 금속의 용접은 중요시되며 그 수요도 증가하고 있다.

레이저 빔을 이용하여 재료를 가공하면 중형비(Aspect ratio)가 크고, 용입 깊이가 깊고, 열영향부(Heat Affected Zone : HAZ)가 작은 용접을 할 수 있다. 본 연구에서는 두께가 2mm인 냉연강판(Cold Rolled carbon steel : CR)을 CW Nd:YAG 레이저를 이용하여 맞대기용접(Butt Welding) 하였다. 이때 최적의 조건을 결정하기 위해 비드 온 플레이트(Bead on)를 실시하였고 이를 바탕으로 본 실험을 실시하였다.

2. 실험

본 연구에 이용한 Nd:YAG 레이저의 파장은 1.06 μ m이고, 최대출력은 2.8kw이고 평균출력은 2kw인 연속파(Continuous Wave : CW)이다. 레이저 빔은 직경이 600 μ m인 광섬유를 통해서 전달한다. 빔 발산각은 25mrad이과, 공작대는 LASMA 1054이며 Fig. 1에 모식도로 나타내었다.

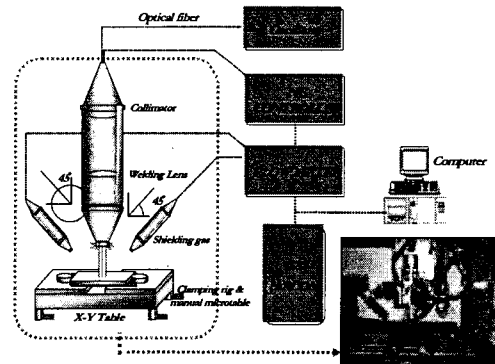


Fig. 1. Schematic diagram of the experimental set-up

사용된 시편은 냉연강판(Cold Rolled carbon steel : CR)이며 시편의 크기는 100mm(L) \times 50mm(W) \times 2mm(T)이다. 용접 전 표면의 이물질은 아세톤으로 닦아내고 지그(Jig)에 시편을 고정하여 맞대기 용접(Butt Welding)을 실시하였으며, 보호 가스는 불활성 가스인 아르곤(Ar)을 이용해 용접 시 산화되는 것을 방지하였다.

레이저 빔을 이용하여 맞대기 용접한 후 공정변수에 따른 특성을 분석하기 위하여 정밀금속절단기(BUEHLER : isomet 4000 precision Saw 1)로 용접시편

을 절단하고 사포(Sand Paper)로 연마 및 폴리싱 후 에칭액 Nital(에틸알콜 100ml + 질산 5ml)로 에칭 하였다. 용접 비드 경계면은 광학현미경 (Nicon : ECLIPSE L150)으로 관찰하였다.

3. 결과 및 고찰

입열량(Heat input)에 따른 용접특성을 알아보기 위해 CR을 맞대기 용접하고 최적의 공정변수를 결정하기 위해서 식 (1)을 이용하여 그래프로 Fig. 2에 나타내었다.

$$E = \frac{P}{W \cdot v} \quad (J/cm^2) \quad (1)$$

식 (1)에서 E는 입열량, P는 레이저 출력, W는 용융폭, v는 레이저 빔 이송속도이다.

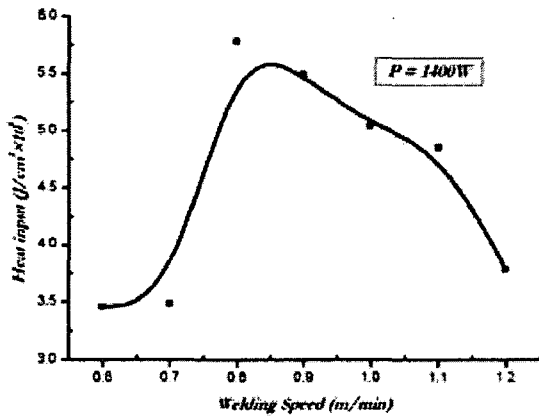


Fig. 2 Influence of Welding Speed on the Heat input

Fig.2에서 보듯이 빔 이송 속도가 0.7m/min이하에서는 입열량이 급격히 낮았으며 1.1m/min이상에서는 다시 급격히 감소함을 알 수 있다.

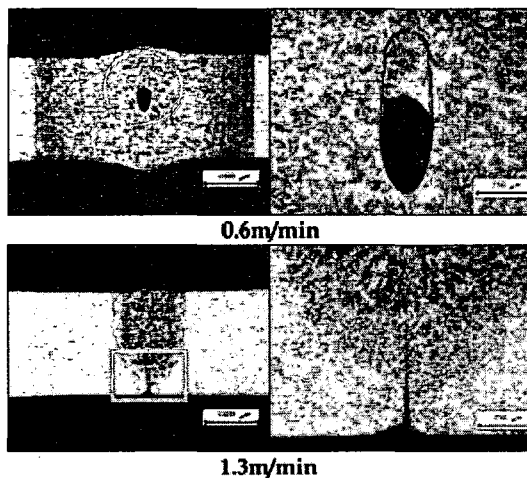


Fig. 3 Influence of Welding on the bead shape

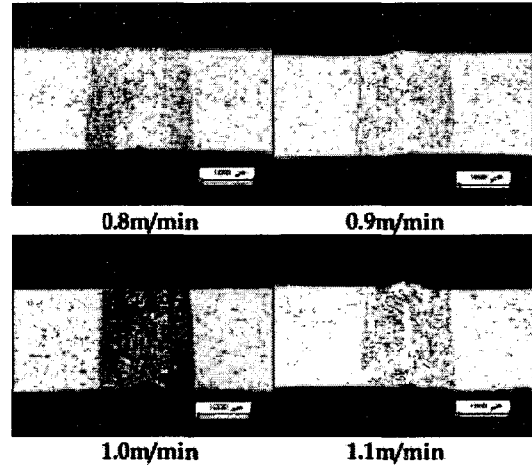


Fig. 4 Influence of Welding on the bead shape

특히 빔 이송속도가 0.6m/min일 때는 Fig. 3에서 보듯이 용접비드면의 용융부 중심에 기공이 나타났다. 이는 키 홀(Key hole) 용접을 하는 레이저용접에서 용융온도가 낮은 성분의 부력에 의해 용접부 표면에서 빠져나오지 못하고 기포로 포획되었기 때문이다. 그리고 빔 이송속도가 1.3m/min에서는 시편의 후면까지 완전 용융되지 않고 일부분만 용융되어 완전용융용접이 되지 않았다. Fig. 4에서 보듯이 빔 이송속도가 0.8m/min, 0.9m/min, 1.0m/min, 1.1m/min에서는 양호한 입열량을 보인다.

4. 결론

가전제품이나 자동차에서 가장 널리 쓰이는 냉연강판을 Nd:YAG 레이저를 이용해서 용접한 결과 최적의 공정변수는 0.8m/min에서 1.1m/min 사이의 구간이었으며 특히 0.8m/min와 0.9m/min에서 큰 입열량과 용접 후 표면의 양호한 상태를 얻을 수 있었다.

참고문헌

1. Capello, E., Chiarello, P., Previtali, B., Vedani, M., "Laser welding and surface treatment of a 22Cr-5Ni-3Mo duplex stainless steel", Materials Science and Engineering, Vol. A351, pp. 334-343, 2003.
2. Wang, S, H., Wei, M, D., Tsay, L, W., "Tensile porperties of LBW welds in Ti-6Al-4V alloy at evaluated temperatures below 450℃", Materials Letters, Vol. 57, pp. 1815-1823, 2003.
3. 유영태, 신호준, 안동규, 임기건, 신병헌, "CW Nd:YAG 레이저를 이용한 중탄소강과 오스테나이트계 스테인레스강의 이중금속 용접", 한국정밀공학회지, 제23권, 제3호, pp. 47-55, 2006.