

자동차용 아연도금강판의 레이저 용접시 보호가스의 영향에 관한 연구 A study on Effect of Shielding Gas in Fiber Laser Welding of Zinc Coated steel for Automobile

*김태현¹, #서정¹, 강희신¹, 이문용², 이영신³

*T. H. Kim¹, #J. Suh(jsuh@kimm.re.kr)¹, H. S. Kang¹, M. Y. Lee², Y. S. Lee³

¹한국기계연구원 지능형생산시스템연구본부, ²(주)성우하이텍 기술연구소, ³충남대학교 BK21 메카트로닉스 사업단

Key words : Fiber Laser, Zinc Coated steel, Remote Welding

1. 서론

오늘날 레이저 용접(laser welding)은 자동차 차체의 경량화, 안전도 향상, 생산성 향상을 달성하기 위하여 자동차 업계의 핵심기술로 대두되고 있다. 선진국에서는 기존 저항 점용접(resistance spot welding) 차체 조립공정을 레이저 용접으로 대체하여 차체 경량화, 생산성 향상에 기울이고 있고, 국내 자동차 업계에서도 고출력 Nd:YAG레이저와 산업용 6축 로봇(6-axis industrial robot)을 활용한 레이저 용접 생산기술 개발 및 실용화를 위해 많은 노력을 하고 있다.¹⁻² 기존에 자동차 차체 용접을 위해 사용되고 있는 저항 점용접 공법은 구조와 용접특성으로 인해 사용용도가 한정적이나 레이저 용접은 비접촉 용접으로 저항 점용접 공법에서 접근하지 못하였던 구조에 접합이 가능하며, 열 변형을 최소화하고, 고속 용접을 통한 생산성 향상을 위한 방법으로 대두되고 있다.³

본 연구는 원격 로봇 제어시스템을 이용하여 자동차 차체부품으로 많이 사용하고 있는 아연도금강판에 관하여 연구를 수행하였다. 일반적으로 아연계 도금물질은 방청 역할은 우수한 반면 두 금속간의 기계적, 물리적 특성 차이 때문에 용접성을 저하시키는 요인으로 작용한다. 특히, 겹치기 용접(Lap welding)에서 문제점이 발생되는데, 이는 도금 층의 아연증기(Zinc vapor)발생으로 아연의 비등점(906℃)이 강의 용융점(1530℃)보다 낮으므로 먼저 발생한 아연 증기가 전체적인 용접비드의 형상을 저하시킨다.⁴⁻⁵ 또한, 용접부의 다량의 스패터로 인해 블로우홀(blow-hole)이나, 기공(porosity)을 형성한다.

따라서, 본 연구에서는 레이저 원격 용접시스템과 파이버(fiber) 레이저를 이용하여 아연도금강판의 겹치기 용접시 간극을 주어 용접특성을 분석하고, 실제 차체부품에 적용하기 위한 용접조건을 조사하고자 하였다.

2. 실험 방법

본 실험에 사용한 소재는 SGARC440 아연도금강판이다. SGARC440은 자동차 차체 부품 사이드멤버 제작시 많이 쓰이고 있는 재료이다. 강판은 1.2mm 두께로 이들의 화학적 조성은 Table 1과 같다. 용접 패턴은 직선형 패턴인, 스티치(stitch)패턴을 이용하였고, 길이는 25mm, 폭1mm로 설정하였다.

본 실험에 사용한 원격 레이저 용접시스템은Fig. 1과 같다. 시스템을 구성하는 장치는 크게 다음과 같다.

Table 1 Chemical compositions of SGARC440 sheet metal

Material	C	Si	Mn	P	S
SGARC440	0.0697	0.0156	1.0874	0.0958	0.015



Fig. 1 The robot-based remote laser welding system

레이저 발진 장치	IPG YLR-1600 1.6kW
레이저 광학계	XY 2-axis scanner
산업용 6축 로봇	Hyundai Heavy Industries HX130-02
레이저 거리 센서	CCD vision
PC기반 제어기	PC based
품질 모니터링 장치	
지그 및 클램핑 장치	

그 외에 레이저 부속장치로는 레이저 발진시 발생하는 열로 인하여 광학부품들을 냉각시키기 위한 레이저 냉각기(Chiller)가 있다. 또, 광학계 하단에 있는 크로스젯(cross jet)은 용접으로 인하여 발생하는 스패터(spatter), 흠(fume) 등을 불어내어 광학계를 보호한다.

Fig. 2는 인장시편을 보여주며, KS B0851규격으로 인장 시험편을 제작한 것이다. 그림에서 검게 보이는 부분이 박판이며, 0.1mm 박판을 이용하여 한 장씩 겹쳐가면서 간극을 조정하였다. 그림에서 보이는 빨간색 부분을 용접하였으며, 비드 길이는 바깥쪽 2.5mm 씩을 제외한 가운데 부분

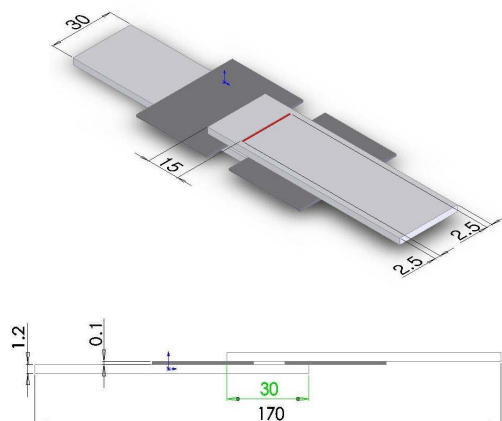
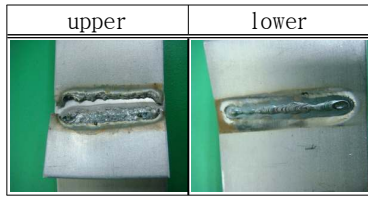
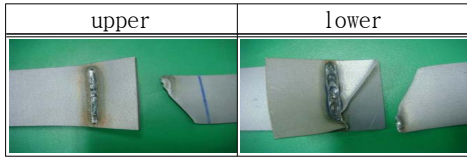


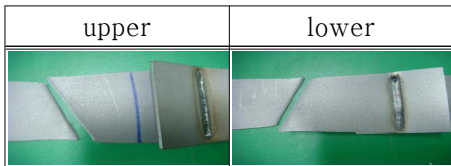
Fig. 2 Geometry of specimen for tensile test



(a) 1.6kW 0.2m/min(no gap, no shielding)



(b) 1.6kW 0.2m/min(0.1mm gap, no shielding)



(c) 1.6kW 0.4m/min(0.1mm gap, shielding Ar20ml/min)

Fig. 3 Lapped joint specimens after tensile test

25mm 부분을 용접하여 실험하였다. 인장 실험은 최대용량 150kN인 Instron사의 UTM(Universal Testing Machine) 장비를 사용하여 실험하였다.

3. 실험결과 및 고찰

아연도금강판과 파이버 레이저와 용접성을 알아보기 위해 먼저 아연도금강판에 간극을 주지 않고 실험하였다. 레이저 빔 초점은 용접시편 표면에 주고, 레이저 출력은 1.6kW 설정하였다. 용접속도를 0.2m/min부터 0.2m/min씩 가변하여 1.0m/min 까지 실험을 하였다. 이때 로봇은 고정된 상태에서 레이저 스캐너를 이용하여 실험을 하였다. Fig. 3는 겹치기 용접한 후 인장실험한 후 결과이다. 전체적으로 용접부 상하면의 비드가 불균일하며 스패터가 많이 발생하였다. 이는 아연도금층의 높은 표면저항으로 인해 발생된 것으로 사료된다. 모재인장강도 값은 448.7 Mpa이었고, 용접 시편은 모재인장강도보다 낮은 곳에서 파단 되었다.

아연도금강판의 특성을 알고, 최적의 용접조건을 찾기

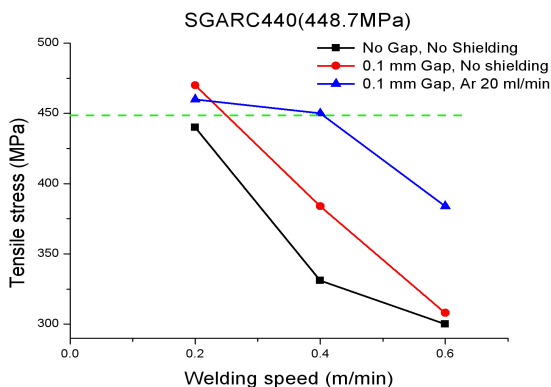


Fig. 4 Graph of UTM test results(steel plate coated with zinc)

위해 0.1mm 박판을 이용하여 간극을 0.1mm간격으로 보호가스를 사용하지 않고 실험하였다. 레이저 파워는 1400W, 1600W 출력을 주고, 용접속도는 0.2m/min부터 0.2m/min씩 가변하여 1m/min까지 실험을 하였다. 0.2m/min 용접속도에 서만 모재에서 파단 되고, 모재인장강도 값 이상으로 인장강도 값이 측정되었다. 0.4m/min 이상 용접속도에서는 용접부 파단이 되었다. 아연도금강판에 간극을 주어 아연증기의 통로를 확보해줌으로써 0.2m/min 속도에서는 용접되는 것을 확인할 수 있었다.

아연도금강판의 용접성을 알아보기 위하여 간극을 주고 보호가스를 사용하여 실험하였다. 레이저 파워는 1500W부터 50W씩 가변하여 1600W까지 출력을 주었고, 용접속도는 0.2m/min부터 0.2m/min씩 가변하여 1m/min까지 주었다. 간극은 0.1mm로 유지하고 보호가스는 아르곤(Argon)가스를 사용하고 20ml/min의 유량을 사용하여 용접 실험을 수행하였다. 실험결과 0.4m/min 이하의 용접속도에서만 모재인장강도 값 이상으로 인장강도 값이 측정되었고, 0.6m/min 이상에서는 용접부에서 파단 되었다. 용접 비드에는 기공이나 블로우홀을 거의 볼 수 없었으며 전체적으로 양호한 용접품질을 얻을 수 있었다. Fig. 4는 인장실험 결과 데이터를 그래프로 나타낸 것이다. 보호가스 없이 간극만 띄어주어 공기 통로를 확보 하였을 때 보다 용접성이 더 향상되었음을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구는 자동차 차체부품으로 쓰이는 아연도금강판(SGARC440)에 대해서 원격 레이저 용접기술을 접목하여 파이버(fiber) 레이저를 이용하여 용접 실험을 하였다. 재료 특성상 겹치기 용접을 수행시, 용접시 판재 간 간극과, 보호가스 유무를 비교하여 실험을 하였다. 아연도금강판의 겹치기 용접 실험 결과로부터 파이버(fiber) 레이저의 용접조건을 알 수 있었으며, 아연도금강판의 용접시 보호가스의 영향을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. Hee-Shin Kang, Jeong Suh and Taik-Dong Cho, "Study on Robot based Remote Laser Welding," Journal of Korean Society of Laser Processing pp. 21-28 Volume11 Number4, 2008.
2. Jeong Suh, Mun-Yong Lee, Beong-hun Jung, Mun-Jong Song, Hie-Sin Kang and Jeong-O Kim, "Remote Welding of Automobile Components using CO2 Laser and Scanner" Journal of KWJS, Vol. 26, No. 5, October, 2008.
3. H. Zefferer and T. Morris, "Guidelines for Laser Welding of Sheet Metal," Welding Journal, pp. 84-88 2005.
4. Hongping Gu, "A new method of lap welding of zinc-coated steel sheet, Section C-ICALEO pp.1-6 2000.
5. M.M.S. Gualini, F. Grassi, "Experimental result of laser welding of zinc coated steel sheets with a new method," International Congress on Applications of Laser & Electro-Optics, 2003.