

GA 강판에 대한 CO₂ 수직용접자세의 특성에 관한 연구

A study on the characteristics of vertical welding positions using GA steel sheet in the CO₂ welding

김재성*, 조용준**, 이경철* , 이보영***

* 한국항공대학교 항공우주 및 기계공학과

** 현대자동차 생산기술개발팀

*** 한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부

Abstract The instability of the arc in the CO₂ arc welding affects the quality of the weld in the automotive industry. This paper evaluates the effects of the arc stability in CO₂ arc welding with respect to vertical welding positions. In this experiment, galva-annealed steel sheets (GA) were used as specimens, and these materials were welded by adopting new Cold Metal Transfer (CMT) process. For each sample, fillet joint welding trials were carried out using the same conditions. Each part of welding joints was welded with vertical-up, vertical-down position at 45°, 90° and 135° degrees. A high speed camera and a welding signal monitoring system were used for monitoring fluid-flow phenomena in weld pools and frequency measurements, respectively. Through this study, the welding position were found to be key factors mainly to influence the arc stability in CO₂ welding moreover and that the arc stability in the vertical-up welding position was observed to be more stable than the vertical-down welding position below 90°

1. 서 론

자동차를 제작하는 과정에서 용접은 필수적인 공정이다. 전체 용접공정 중 대부분은 점용접이 차지하고 있지만, 차체 제작에 있어 점용접을 실시할 수 없는 Cowl S/Otr 부, Dash 부, W/Arch 내부 등의 간섭부부분이나 폐구간에 대해서는 CO₂ 용접을 실시하고 있다. 하지만, 자동차 산업에서 사용하고 있는 CO₂ 아크 용접의 경우 보호가tm의 특성 및 사용 용접조건에 의해 용락, 용접이상, 용착, 클리너 고착 등과 같은 현상이 발생하고 있다. 이러한 문제로 인해 자동차 생산라인의 비가동이 발생하고 생산성에 영향을 미치는 경우가 있다. 이는 일반적으로 CO₂ 용접이 스파터 발생량이 많고, 아크가 불안정하여 나타나는 현상으로 용접 공정의 특성 파악을 통한 적절한 용접조건의 선정이 중요하다는 것을 보여주고 있다.

지금까지 용접 공정의 특성을 분석한 선행연구들을 살펴보면, 크게 금속이행모드 (metal transfer mode), 아크의 안정성(arc stability), 그리고 용접품질 등을 확인을 하기 위한 알고리즘

의 개발이 우선시 되어 왔다.

이에 본 연구에서는 현재 자동차 차체에 주로 많이 사용되고 있는 합금화용융아연도금강판(이하 GA)을 이용하여 수직 상·하향 자세에서 나타나는 현상에 대하여 용접파형과 고속촬영 영상을 통하여 분석하고, 현장에서 차체의 Cowl S/Otr 부와 같이 수직자세로 용접이 되는 부분의 적합한 용접조건을 제안하고자 하였다.

2. 실험장치 및 실험방법

2.1 사용재료 및 장치

본 연구에서는 주로 차체에 사용되고 있는 1.0mm 두께의 합금화용융아연도금강판(GA)을 사용하여 Fig. 1에서 보는바와 같은 장치를 구성하여 수직자세 용접을 실시하였다. 용접실험에 사용된 장치는 오스트리아 Fronius사의 CMT 프로세서 용접기를 사용하였으며, 아크 모니터링 시스템을 이용하여 용접 중 전류와 전압 신호를 얻었다. 동시에 수직자세 용접에서 나타나는 용융풀의 거동 및 금속이행현상을 확인하기 위해

고속카메라를 사용하여 촬영하였다.

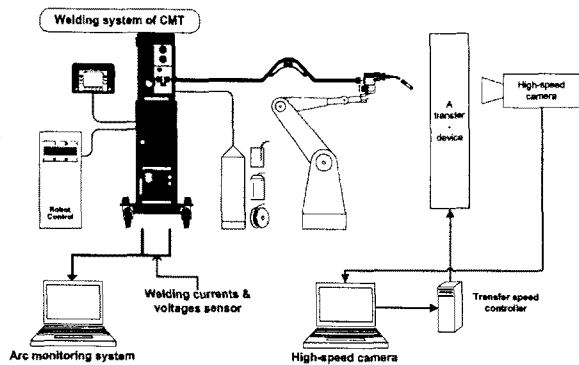


Fig. 1 Configuration of experimental setup

2.2 실험방법

용접은 직류역극성을 사용하여 CO₂ 100%의 보호가스를 사용하였으며, 유량은 17l/min, CTWD (Contact Tube to Work Distance)는 12mm로 하여 모재에 대해 Table. 1 조건으로 접하기 이음 용접을 실시하였다.

Table 1. Welding conditions for vertical welding

Welding currents (A)	Welding voltages (V)	Wire feeding rate (m/min)	Welding speed (mm/s)
80	13.6	3.2	10

차체 생산현장에 적용하기 위한 적절한 수직용접 자세를 선정하기 위해 Fig. 2에서 보는바와 45°, 90°, 135°에서의 수직상·하향용접을 실시하였다.

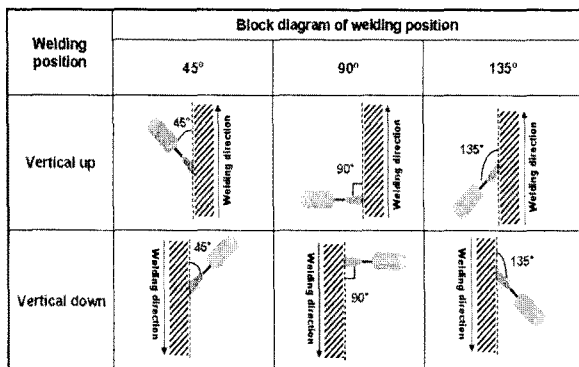


Fig. 2 Vertical welding positions

수직자세 용접 시 용접현상을 파악하기 위해 용접 전류, 전압을 10kHz로 측정하여 데이터로 사용하였으며, 단락횟수에 따른 비드 외관을 비교하였다. 또한, 용접 시 나타나는 용융풀의 거동 및 금속이행현상을 확인하기 위해 1/12000 frame/s 으로 3초간 촬영하였으며, 동시에 각 수

직자세 용접 별 스파터 발생 현상에 대해서도 관찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 비드형상과 용접파형

Fig. 3은 수직 자세에 따라 동일한 조건에서 용접한 시험편의 비드 외관을 보여주고 있으며, 45°, 90°, 135°의 세 가지 조건 중 90° 자세로 용접한 경우 가장 미려한 비드를 얻을 수 있었다. 45° 상향자세로 용접한 경우에도 90°를 제외한 나머지 용접자세에 비해 좋은 비드를 확보할 수 있었다.

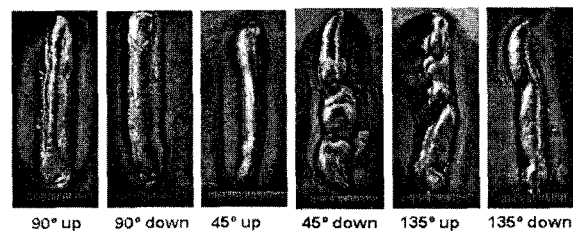


Fig. 3 Bead shape of vertical welding positions, respectively

Table. 2 Result of penetration, bead width and reinforcement

welding position	Penetration	Reinforcement	Bead width
90up	0.6	1.96	4.07
90down	0.28	1.59	4.88
45up	0.62	2.06	3.26

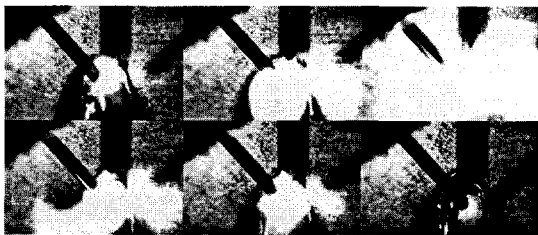
Table 2에서 보는 바와 같이 비드 단면을 살펴본 결과 90° 상향자세의 용접 조건에서 용입이 깊고 비드폭이 넓은 현장에서 적용 가능한 비드를 얻은 것으로 판단되며, 좋은 비드형상을 얻은 90°상향, 90°하향, 45°상향 용접자세의 경우 나머지 용접자세보다 20%이상 단락이행 횟수가 많음을 확인할 수 있었다.

Table. 3 Short circuit frequency of vertical welding positions, respectively

Welding position	short-circuit frequency (hz/s)	Instantaneous /normal short-circuit & total
V 90° up	108.5	9/208 = 217
V 90° down	112.5	19/206 = 225
V 45° up	103	1/205 = 206
V 45° down	90	9/171 = 180
V 135° up	81	10/152 = 162
V 135° down	95	6/184 = 190

3.2 고속촬영

Fig. 4는 각 조건별로 고속촬영을 통해 얻어진 용적의 이행과 아크의 형상을 보여주고 있으며, 수직자세 용접 조건 중 90°와 45° 수직상향 자세에서의 아크가 다른 자세 보다 더 안정한 것을 확인 할 수 있다. 이는 스파터가 발생하는 현상을 통해서도 확일 할 수 있었다. Fig.3에서 보여준 비드 외관의 결과를 통해 살펴본 경우와도 동일한 결과임을 확인하였다.



(a) 45° 수직상향(위), 수직하향(아래)



(b) 90° 수직상향(위), 수직하향(아래)



(c) 135° 수직상향(위), 수직하향(아래)

Fig. 4 고속촬영에 의한 각조건별 형상

4. 결 론

본 연구를 통해 현재 자동차 차체 라인의 용접 공정에서 발생하는 문제로 인해 나타나는 비가동 요인을 제거하기 위해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 토치각도가 90° 수직 용접에서의 경우가 가장 아크가 안정하여 비드가 미려하고 스파터 발생량이 적음을 확인 할 수 있었다. 또한, 수직 하향 자세 용접의 경우 수직상향 자세 보다 중력에 의해 용융풀과 용적이 아랫방향으로 향하면서 스파터의 발생이 많은 것으로 판단된다.

2) 자동차 차체 라인의 용접 공정 중 수직자세로 용접이 이루어지는 곳에 대해 토치각도를 90°로 하여 상향으로 용접하는 것이 다른 조건의 경우 보다 좋은 용접품질을 얻을 수 있음을 확인하였다.

후 기

본 연구는 국가지정연구실 (No.M20604005402-06B040040210) 사업의 일환으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. T. Mita, A. Safabe and T. Yokoo : Quantitative estimate of arc stability for gas shielded arc welding, *Welding International*, No. 2, (1988), pp. 152-159
2. K. Luksa : Influence of weld imperfection on short circuit GMA welding arc stability, *Journal of Materials Processing Technology*, No. 175 (2006), pp. 285 - 290
3. S. K. Kang, H. S. Moon and S. J. Na : A study on determining arc stability using weight of spatter, *Journal of KWS*, Vol. 15, No. 6 December, pp. 41-48