

다구찌 방법을 이용한 회전아크 용접에서의 각장 특성 분석

Analysis of leg length characteristics in rotating arc welding by Taguchi method

김철희*, 나석주*, 이현철**, 김세환**

* 한국과학기술원 기계공학과

** 삼성중공업 생산자동화연구파트

1. 서 론

산업현장에서 용접공정의 생산성을 향상시키기 위하여 공정의 자동화와 효율화가 진행되고 있으며 특히 조선분야에서 80%이상의 용접장을 구성하는 필릿 용접부의 자동용접에 대한 많은 연구가 수행되어왔다. 이러한 연구의 결과로 필릿 용접부의 용접선 자동추적 및 용접조건의 적응제어 방법 등이 현장에 널리 이용되고 있으며 또한 생산성을 더 향상시키기 위하여 tandem 용접이나 회전아크용접을 이용한 고속용접방법 등에 대한 연구가 국내 조선업종에서 활발히 진행되고 있다. 이 중 회전아크 용접방법은 평평한 비드를 형성하여 비드의 오버랩과 언더컷을 방지하고, 각장길이를 증가시켜 용접의 고속화를 가능하므로 수평필릿용접분야의 우수한 용접품질을 확보하고 생산성을 향상시킬 수 있는 유력한 방법으로 이용되고 있다. 그러나 아크 회전기술은 선진국의 관련 특허로 보호되고 있으며 국내 장치도입시 고가의 장비의 가격과 도입이후 공정변수 선정 등의 축적된 기술이 부족하여 국내에서는 많이 이용되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 독자개발한 아크회전장치를 이용하여 용접 인자들이 용접 각장의 길이와 각장의 비대칭성에 미치는 영향을 다구찌 방법을 이용한 실험으로 규명하였다.

2. 실험장치

실험에 이용한 용접시스템은 그림 1과 같다. 실험에 이용한 용접기는 600A급 SCR 용접기이고, 3축 테이블을 이용하여 회전토치를 이송하였다. PC에서 D/A 컨버터를 이용하여 용접기 측의 와이어 송급속도와 용접 전압을 정밀하게 설정하였다. 용접와이어와 용접가스는 1.4mm 직경의 플럭스 코어드 와이어(YFW-C50DR)와 CO₂ 100%를 이용하였다. 아크의 회전은 그림 2와 같은 중공축형 아크회전장치를 이용하였다. 본 실험에 이용한 아크회전장치는 3~60Hz사이의 회전수 변화 및 원하는 회전직경의 조절이 가능하다.

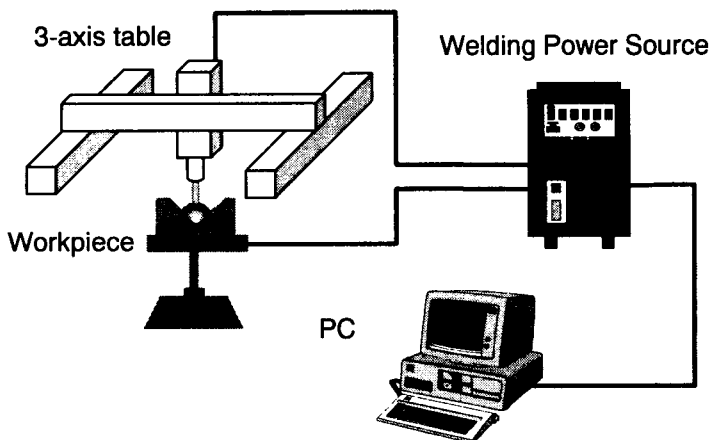


Fig. 1 Experimental apparatus for rotating arc welding

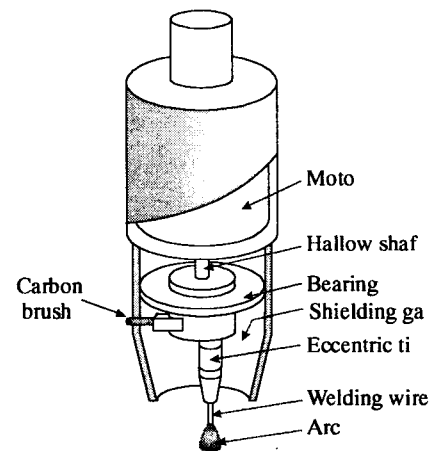


Fig. 2 Rotation mechanism

3. 다구찌 방법을 이용한 실험

실험계획법에서 고려한 용접변수는 용접비드에 영향을 크게 미치는 인자들로 용접전류, 용접전압, 용접속도, 오프셋 크기, 회전속도, 회전직경이고 잡음인자로 간극의 크기를 이용하였으며 고정된 용접변수는 표 1과 같다. 예비실험을 통하여 60~80cpm의 고속 용접이 가능한 조건을 결정하였으며 각 인자들의 수준은 표 2와 같다.

본 연구에서 이용한 직교배열은 $L_{18}(2^1 \times 3^7)$ 로써 18번의 실험을 통하여 한 개의 2수준 인자와 최대 7개의 3수준 인자의 영향을 평가할 수 있으며 간극 0mm와 2mm에 대하여 각각 18회의 실험을 수행하였다[1]. 실험 후 측정된 용접 비드형상에서 각장 길이의 기하평균을 구하여 평균각장 길이로 이용하고 각장길이 차의 절대값을 이용하여 각장의 비대칭성을 평가하였다. 언더컷과 오버랩은 용접 비드를 관찰하여 그 유무로 용접 품질의 평가 기준으로 선정하였다.

Table 1. Fixed welding parameters

Welding wire	YFW-C50R, 1.4mm
Shielding gas	CO2 20 l/min
Torch angle	45 Deg.
CTWD	15 mm
Base, Stiffener	Mild steel 12t

Table 2. Levels of control parameters

	Level 0	Level 1	Level 2
Welding current (A)	350	375	400
Welding voltage (V)	32	34	36
Travel speed (cpm)	60	70	80
Offset (mm)	-2 (below centerline)	0	2 (above centerline)
Rotation frequency(Hz)	20	35	50
Rotation diameter (mm)	2	3	-
Gap (mm)	0	2	-

4. 결과 분석

실험결과와 분산분석을 수행한 결과 평균 각장의 길이에 영향을 많이 주는 인자는 용접 속도, 용접 전압, 회전 직경, 용접 전류 등이 있으며, 이중 유의 수준 $\alpha=0.1$ 에서 회전 직경, 용접 전압과 용접속도가 통계적으로 유의하였다. 각장의 비대칭성의 경우 오프셋의 크기가 가장 영향을 많이 주는 인자이고 수준 0일 때, 즉 모재 쪽으로 토치가 편향될 때 비대칭 각장이 나타남을 알 수 있었다. 유의 수준 $\alpha=0.1$ 에서 용접 전압과 오프셋의 크기가 통계적으로 유의하였다. 인자수준에 따른 각장의 길이와 각장 길이의 비대칭성은 그림 3에 나타내었다.

오버랩은 실험계획상의 실험조건들에서는 나타나지 않았으며 언더컷은 다음과 같은 경우에 발생하였다.

- (1) 회전수 50Hz, 오프셋 0mm 이상, 간극 2mm 존재
- (2) 회전직경 3mm, 오프셋 -2mm, 용접전류 375A이하, 간극 0mm

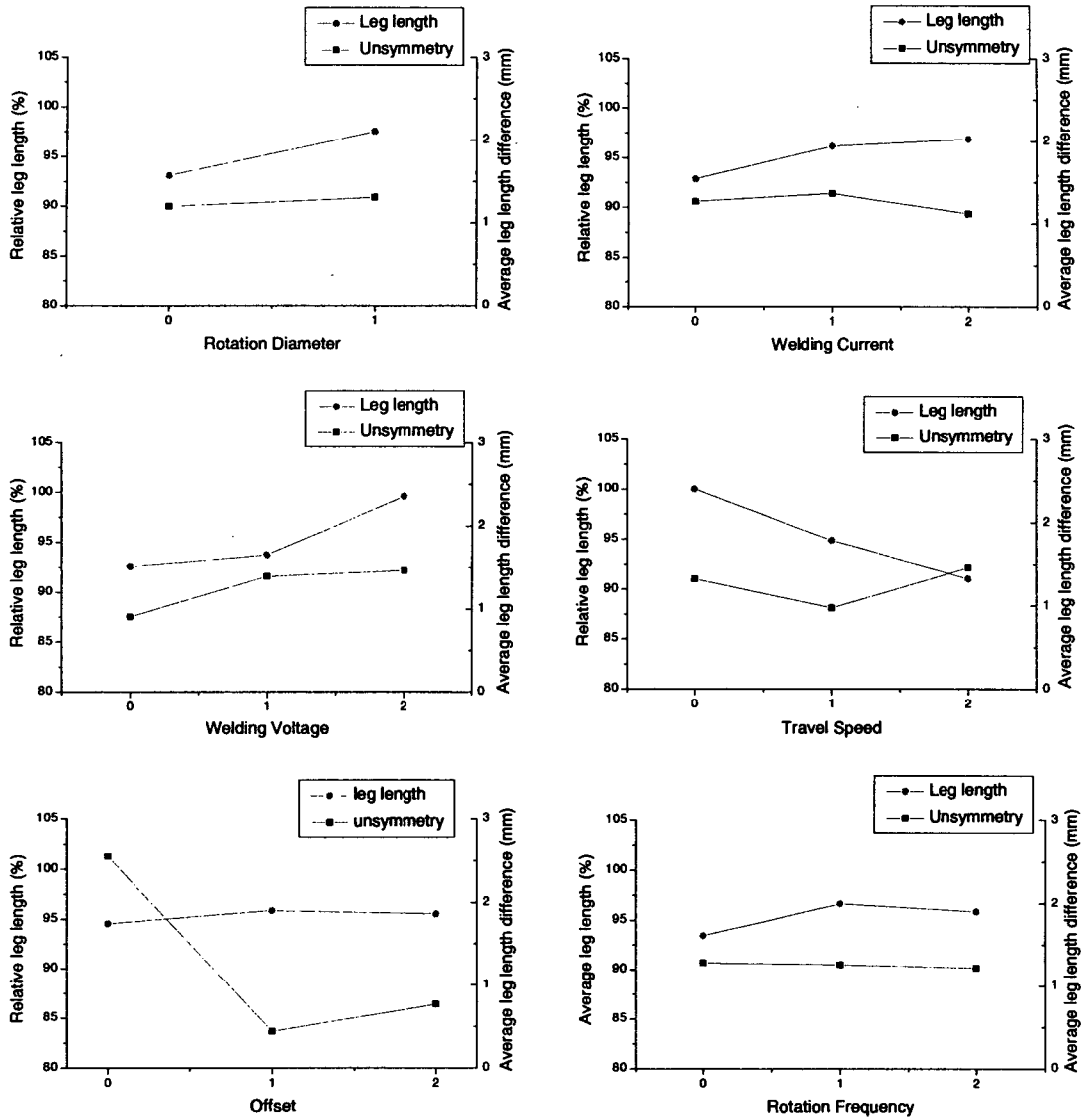


Fig. 3 Effect of welding parameters on leg length characteristics

5. 결론

본 연구에서는 수평 필릿 용접에 회전아크를 적용시 용접 인자들과 각장 길이 특성과의 관계를 규명하였다. 다구찌 방법을 이용하여 용접인자들과 각장의 길이, 각장 길이의 비대칭성과의 상관관계와 주요 인자들을 분석하였으며, 이 결과를 바탕으로 언더컷과 오버랩, 비대칭각장과 같은 용접결함이 없고 원하는 각장 길이를 얻을 수 있는 용접 조건의 선정이 가능하며 고속용접에서도 양호한 용접 비드를 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

후 기

본 연구는 교육인적자원부에서 주관하는 두뇌한국 21의 지원을 받아 수행되었습니다. 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

[1] 박성현 : 응용실험계획법, 영지문화사, 1990