

다전극 SAW 공법을 이용한 무인 용접자동화 장치 개발에 관한 연구

A Study on Development of Automatic Welding System by Using Multiple Welding Troches in SAW

정문영*, 김정섭*, 문형순*, 권혁준**

* 현대중공업(주) 산업기술연구소 자동화연구실

** 현대중공업(주) 산업기술연구소 용접연구실

ABSTRACT

It has been suggested that the motivation for automation of welding processes includes the replacement and extension of the functions of human operators. Among these types of the welding automation, SAW(Submerged Arc Welding) was prevalently used, because it is highly suited to a wide range of application, especially for the high speed welding.

A Significant portion of the total manufacturing time for a pipe fabrication process is spent on the welding following primary machining and fit-up processes. To achieve the reliable weld bead appearance, the automatic seam tracking and adaptive control to fill the groove are urgently needed.

This paper proposed the mechanical functions of multi-torches welding system, flux supply and recovery system in conjunction with the complex air pulsing method and various types of methodologies. It was shown that the multi-torches welding system revealed the high welding qualities for the circular and rectangular pipes.

In conclusion, the multi-torches welding system developed will contribute the advanced welding technology, welding automation and increment of the market in these areas.

1. 서론

용접 및 접합공정은 조선 및 교량과 같은 큰 구조물뿐만 아니라 항공 엔진 및 전기 부품 등 소형 접합 부품에 이르기까지 그 활용 영역이 매우 넓게 이용되는 주요 공정이다. 하지만 열악한 용접환경 - 용접가스, 스패터(splatter), 아크 사운드(sound) 그리고 아크 빛 등으로 인하여 작업자들이 수동 용접을 점점 기피하고 있는 실정이다. 따라서 작업자의 기능을 대체하거나 그 이상의 기능을 가질 수 있는 용접자동화 시스템 개발에 대한 요구가 점차 증가하고 있다. 용접자동화를 구현하기 위한 공정 중에서 서브머지드 아크 용접(Submerged Arc Welding)은 고속 용접 및 높은 용접 전류 하에서도 아크가 안정하고 생산성이 높다는 특징 때문에 후판 용접 자동화 영역에 많이 사용되고 있다.

파이프(pipe) 제조 공정은 크게 기계가공, 핏업(fit-up) 그리고 용접공정으로 나눌 수 있다. 상기 공정중 가장 많은 시간과 용접품질에 직접적으로 영향을 주는 공정은 용접공정이다. 안정된 용접품질을 확보하고 무인화하기 위해서는 다양한 요소기술을 개발하여 복합적으로 조화를 이루어야만 가능하다.

본 연구를 통하여 무인화를 실현할 수 있었으며, 이를 위해 적용된 각종 요소기술에 대해 소개하고자 한다.

2. 파이프 용접 무인화를 위한 요소기술

파이프 외면에는 서브머지드 아크 5전극 초고속(2.5 - 3.5m/min) 용접기법을 개발하여 용

접합질의 안정화 및 생산성 향상을 기하였으며, 파이프 내면에는 용접 개선 크기에 따른 용접라인의 균형을 맞추기 위하여 3전극을 적용하였다. 이에 대한 개념도를 Fig. 1에 나타내었다. 이러한 용접을 무인화하기 위해서는 다음과 같은 요소기술이 적용되었다.

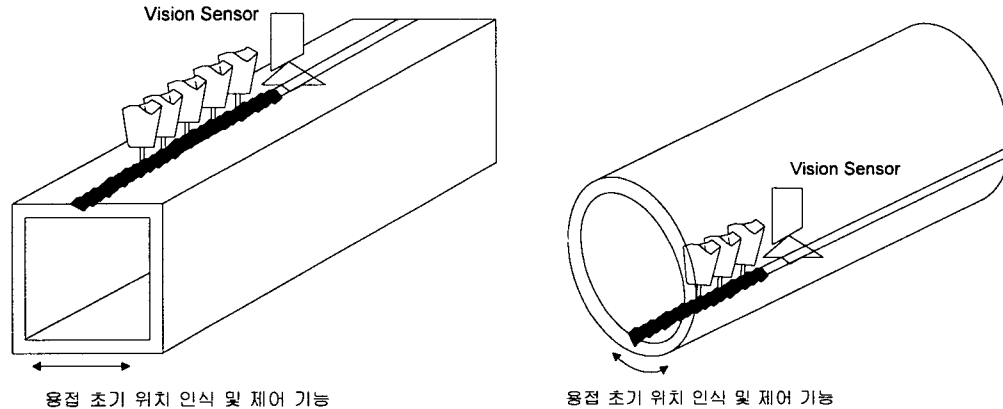


Fig. 1 Schematic diagram for automatic pipe welding system developed

1) 서브머지드 아크 용접 무인화를 위한 요소기술

- 싸이클론과 백필터 기능을 갖춘 서브머지드 아크 용접용 플럭스 회수 시스템 개발
- 용접 개선면적 변화에 실시간 대응할 수 있는 적응제어 시스템 개발
- 서브머지드 아크 용접시 발생하는 슬러그 자동 박리 및 회수장치 개발
- 밀 파이프(mill pipe) 용접시 발생하는 밀 스케일(mill scale)과 플럭스(flux)의 분리 시스템 개발
- 에어 실린더를 이용한 용접 와이어 잔량 자동 검출장치 개발
- 용접 플럭스의 자동 살포장치 적용
- 용접 초기점과 종료점 자동 인식 기능 및 용접선 자동 추적기능 개발
- 강관 생산 무인화 시스템(공장)의 통합제어 시퀀스 프로그램 및 제어 시스템 개발

2) 파이프 외면 5전극 용접의 무인화를 위한 요소기술

- 아크 안정화를 위한 플럭스 댐(flux dam) 구조개발
- 초고속 서브머지드 아크 용접을 위한 적정 재료 적용기술

3) 파이프 내면 3전극 용접의 무인화를 위한 요소기술

- 수평, 장거리(20m)의 안정된 플럭스 공급을 위한 에어 가압식 분체이송 시스템 개발 (에어 가압식 분체 이송에서 분체의 입자 및 비중 변화에 따른 분체이송 특성 해석)
 - 파이프 소구경(내경 $\varnothing 378\text{mm}$) 3전극 용접이 가능한 컴팩트한 용접헤드 개발
 - 500Kg급 대용량 와이어 릴(wire reel) 및 90도 밴딩(bending)(100R) 상태에서 와이어 송급 및 송급저항 최소화를 위한 커브드(curved) 와이어(wire) 가이드 롤러 시스템 개발
- 이상과 같은 요소기술이 조합되어 만들어진 파이프 외면 서브머지드 5전극 용접장치와 내면 3전극 용접장치에 대한 헤드부 상세도를 Fig. 2, 3에 나타내었다.

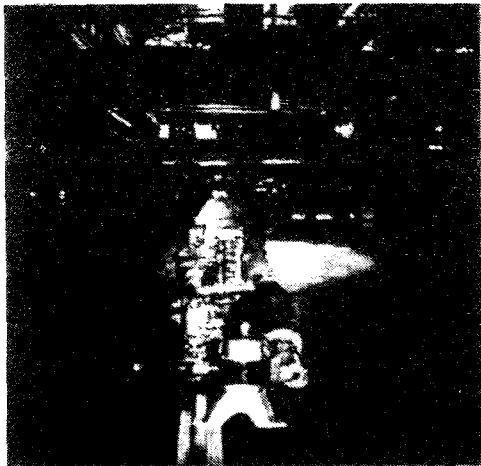
3. 결과 및 고찰

이 장비로 국산 용접 와이어와 플럭스 A, 플럭스 B를 적용하여 용접성 시험을 하여 파이프 내면 3전극 용접에 있어서는 어느 재료를 사용하더라도 양호한 용접 품질을 얻었으나, 외면 5전극 고속(2m/min 이상)용접에 있어서는 플럭스에 따라서 용접품질에 큰 차이를 보였다. 그리고 무인화를 위한 시험으로 용접 종료 후 재 아크성 테스트를 실시하여 재 아크성이 용이하도록 용접종료 후 와이어를 노즐(nozzle) 중단까지 역으로 공급하는 방식의 시퀀스 제어를 구현하였다. 또한 내면 용접의 경우 500Kg의 와이어를 소형 와이어 송급 모터로 약 18m 길이의 정속도 송급성 시험을 통하여 정상 송급이 가능한 조건을 확보

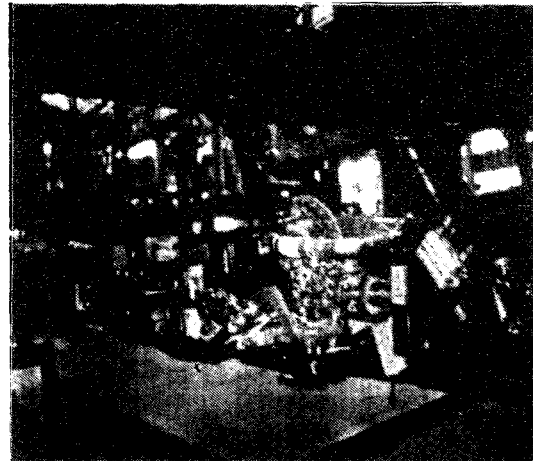
하였으며, 내면 용접에서 제어부분에 노이즈 제거를 위하여 다양한 방법을 적용하여 문제를 해결하였고, 플럭스 공급을 위한 에어 펄싱(air pulsing) 부분에서 마지막 살포부분에서의 에어 압력 제거문제를 해결하기 위해 무수한 테스트 및 현상 분석을 통하여 특수 구조의 미니 호퍼를 고안하여 적용하였다.



Fig.2 Five welding torches system for outside welding



(a)



(b)

Fig.3 Three welding torches system for inside welding

(a) Front view (b) Side view

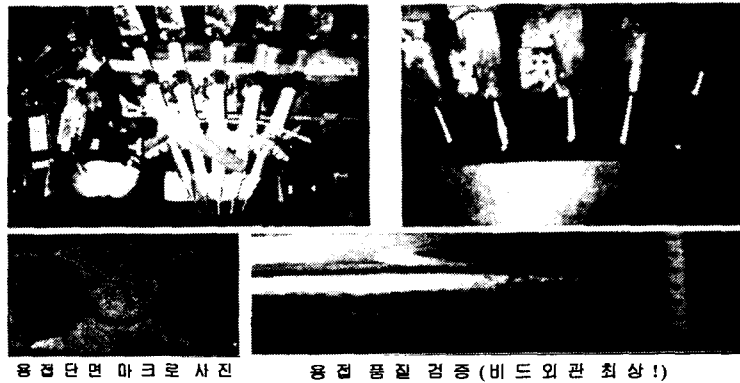


Fig.4 Cross-section area and bead appearance by using five welding torches

Fig.4에서는 5전극 고속 용접에 결과에 대해서 나타내었으며, Fig.5에는 무인화를 위한 제어부분의 개략도를 나타내었다.

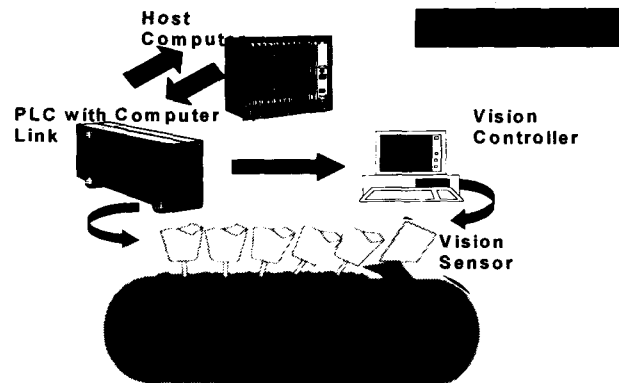


Fig.5 Schematic diagram for system communication

4. 결론

본 연구에서는 서브머지드 아크 용접에 있어서의 무인화를 위한 다양한 요소기술들에 대해 제시하였으며, 각 요소기술별로 현장 특성에 맞도록 시험을 거치고 보완하여 일본으로 내면/외면 무인 자동 용접장치 각각 4대(총 8대)를 수주하여 성공적으로 개발 완료하여 공급하였다. 본 장비의 개발로 서브머지드 용접장비의 자동화 수준을 무인화로 끌어올릴 수 있는 계기가 되었고, 초고속 용접을 위한 용접재료 국산화가 절실히 요구되며, 적용된 요소기술의 소개를 통하여 향후 유사 장비를 개발하고자 하는 개발자에게 조금이나마 도움이 되었으면 한다.