

시각센서를 이용한 파이프라인 자동용접 시스템

Automatic Pipeline Welding System using Laser Vision Sensor

문형순*, 김형식**, 김종철**, 김종준**, 김용백**, 추정복**, 최승면***

* 현대중공업 산업기술연구소 자동화연구실

** 현대중공업 산업기술연구소 자동화연구실

*** 현대중공업 산업기술연구소 용접연구실

ABSTRACT

The primary aim of this paper is to develop an automated welding system capable of adapting to variation in the weld seam center in order to allow higher welding speeds and improved welding quality by using a laser vision sensor. The system is designed to compensate for production problems such as pipe ovality, variation in bevel geometry and track misalignment.

1. 서 론

파이프라인 용접은 크게 육상과 해저 공정으로 나눌 수 있으며, 해저 공정의 경우 수심이 낮은 곳은 "S-Laying", 깊은 곳은 "J-Laying" 공법을 사용한다. 육상 파이프라인의 경우에는 주변 환경에 따라 그 공법이 크게 달라지는 것이 없으나 해저 파이프라인 공사의 경우 각 공법들의 특성에 따라 바지선(barge) 및 주변 시스템의 구성이 크게 달라진다. 다른 공사와 마찬가지로 파이프라인 공사의 성패는 파이프를 얼마나 빨리, 결함 없이 그리고 적은 인원으로 수행하는가에 달려있다. 즉 공사 완료 일정은 파이프 생산 속도에 영향을 많이 받으며, 파이프 생산 속도는 용접 공정에 의해 많은 부분이 결정된다. 바꾸어 말하면 파이프라인 공정중 용접 공정 관리 - 용접기법, 용접 시스템등 -가 핵심 공정이라고 할 수 있다.

파이프라인 공정은 크게 파이프 용접을 위한 그루브(groove) 형성, 그루브를 전체적으로 채우기 위한 주 용접공정, 결함 발생을 검사하기 위한 비파괴 공정 및 결함 발생시 이를 수정하기 위한 용접부 수정 공정 (repair welding)으로 크게 나눌 수 있다. 위 네 개의 공정 중 두 번째인 주 용접 공정은 나머지 공정에 지대한 영향을 미치는 공정이며 본 공정 관리가 공사의 성패에 지대한 영향을 주는 인자로 작용한다. 본 연구에서는 주 용접 공정중 주로 사용되는 자동 용접 시스템에 대하여 살펴보려고 하며 특히 용접선 추적을

위한 시각센서 개발에 관한 내용을 심층적으로 다루고자 한다.

2. 자동용접 시스템

파이프라인 설치 공정은 앞 절에서 이미 언급하였지만 크게 육상 공정과 해저 공정으로 나눌 수 있다. Fig.1 및 Fig.2에 육상 및 해저 파이프라인 공정에 관한 그림을 나타내었다. 본 연구에서는 위 대표적인 두 공정 중 해저 파이프라인 공정에 관해서만 살펴보려고 한다.

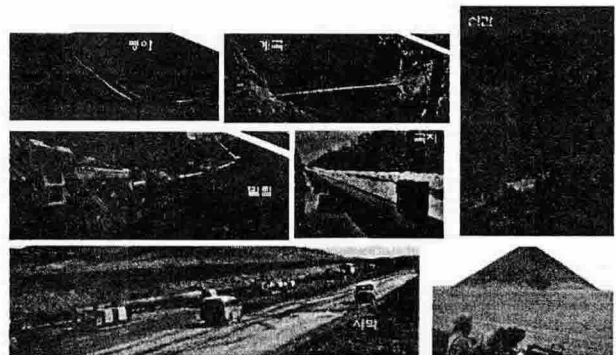


Fig. 1 On-shore pipeline process

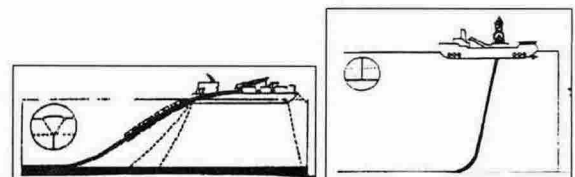


Fig. 2 Off-shore pipeline process

2.1 해저 파이프라인 공정

해저 파이프라인 작업은 1일 24시간 연속 작업이 이루어지고 있기 때문에 시스템의 내구성, 신뢰성 및 유지·보수 측면을 매우 세밀하게 검토하여 시스템을 설계해야만 한다. 해저파이프 라인 주요 공정은 크게 파이프 가공(bevelling), 용접전 파이프 정렬(fit-up) 그리고 파이프 용접으로 구성된다. 이 공정 중 생산량에 가장 밀접한 관계가 있는 공정은 파이프 용접 공정이며 따라서 파이프 용접을 위한 주변 시스템의 신뢰성, 내구성 및 주요 기능들은 공사 일정에 지대한 영향을 주게 된다. Fig. 3에 해저 파이프라인 공사에 사용되는 주요 공정을 나타내었다.

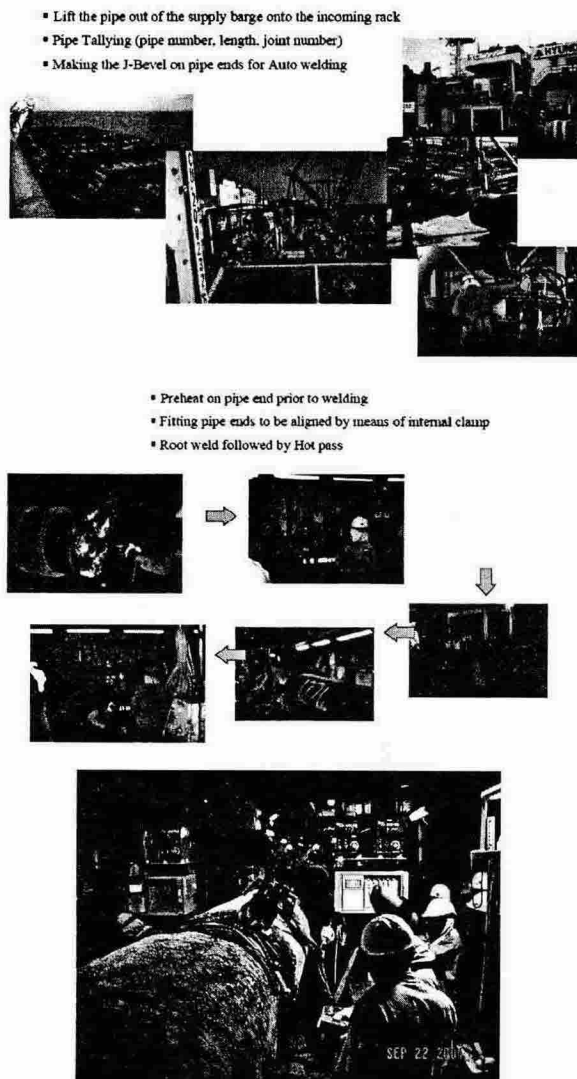


Fig. 3 Main processes of off-shore pipe laying

2.2 파이프 자동 용접 시스템

본 개발 장비는 파이프 자동 용접 장치로써, 원형의 파이프 외면을 두 개의 토치(torch)를 장착한 상태에서 용접을 수행하는 기능을 갖는다. 실제 용접 중에는 용접하고자 하는 두개의 파이프가 항상 일정한 정렬 상태로 고정되는 것이 아니기 때문에 용접사들은 용접 아크(arc)위치를 용접 중심선을 기준으로 계속적으로 조정해야 한다. 만일 용접 아크 위치가 용접 중심선을 기준으로 한쪽으로 벗어나는 경우 용입 불량(IFD, Incomplete Fusion Defect)이 발생하게 되며, 파이프 용접 공정 중에 발생하는 대부분의 용접 결함은 용입 불량에 기인한다. 즉 용입 불량을 최소화 할 수 있다면 파이프 생산량 증대에 긍정적인 효과를 줄 수 있다. 본 연구에서는 캐리지에 시각센서(laser vision sensor)를 장착하여 용접선을 자동으로 추적할 수 있는 시스템을 개발하였으며 Fig. 4에 개발된 시스템을 나타내었다.

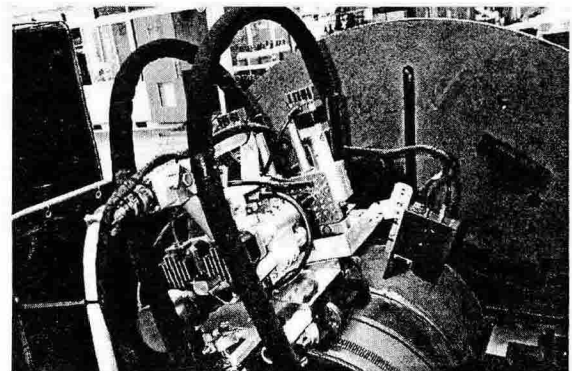


Fig. 4 Automatic welding system with laser vision sensor

3. 결 론

본 연구에서는 실제 바지선에서 운영 가능한 시각센서를 이용한 파이프라인 자동 용접시스템을 개발하였다. 개발된 용접 시스템은 국내 최초로 개발된 해저 파이프라인 자동 용접장치이며, 이를 통해 확장되어 가고 있는 해양 설치 사업 부분의 경쟁력을 향상 시킬 수 있을 것으로 기대한다.