

## 기술강좌

# 조선 용접시스템의 자동화 기술 개발

한 용 섭

## Research on Automation of Welding Process for Shipbuilding

Yong-seop Han



한용섭/대우중공업  
(주) 선박해양기술연  
구소/1955년생/생산  
기술 및 자동화분야  
에 관심이 있음.

### 1. 배 경

국내 조선산업은 1986년부터 세계시장 점유율의 25%~40%를 유지하고 있는 세계적 수준의 산업이며, 전체 수출액의 5%, 국민 총생산량의 1.5% 이상을 차지하는 국가 기간산업이다. 그러나, 최근 기술력을 앞세운 일본 등 선진국의 재 도약, 값싼 노동력을 바탕으로 한 중국 등 후발 조선국의 추격에 의한 외부적인 압력, 설비 투자의 확대 및 임금의 상승 등 내부적인 경영 여건의 악화로 인해 우리나라 조선산업은 심각한 위기 상황에 처해 있다. 이와 같은 국내외적인 경제 환경에 대처하고 21세기 무한 경쟁시대에 한국 조선이 세계 1위의 위치를 달성하기 위해서는 무엇보다 선박의 성능향상을 위한 설계 기술 개발 및 생산기술의 개발이 필수적으로 요구된다. 정부에서는 조선산업에 관련된 기술 개발의 필요성을 인정하여 '차세대 조선 생산시스템' 과제으로써 산·학·연 공동연구를 위한 연구개발을 지원하고 있다.

본 고에서는 '차세대 조선생산시스템'으로 수행되고 있는 연구과제 중에서 용접자동화분야와 관련된 제6세부과제인 '조선 생산 시스템 자동화 기술 개발'의 연구개발 내용을 간략히 소개하고자 한다.

본 연구는 국내 5개 조선소가 중심이 되어 1996년 12월에 시작하여 2000년 9월에 완료하게 된다. 1차년도인 1996년에는 조선생산 전 공정과 관련된 자동화 시스템을 분석 및 검토 하였다. 1차년도 연구 결과를 바탕으로 1997년부터는 실제 조선에 필요한 자동화기술을 개발하기로 하였으며, 선진 조선소와 비교하여 상대적으로 기술이 취약하고 어려운 분야인 곡블록 생산자동화를 위한 기술 개발을 우선적으로 추진하기로 하였다. 이를 위해 삼성중공업을 주관 연구 기관으로 하여 현대중공업, 대우중공업 및 한진중공업 등 각 조선소가 본 연구에 참여하기로 하였다.

곡블록의 생산자동화를 위해 필요한 기술 분야로는 선체 CAD의 3차원 그래픽 데이터를 이용한 자동 판지그 시스템, 곡판의 자동가열 시스템, 곡판의 Butt 및 내부재 Fillet 용접용 로봇 시스템을 선정하였으며, 이는 선진 조선소에서도 현재 개발 중이거나 적용 초기 단계에 있다.

### 2. 연구개발의 개요

#### 2.1 곡블록 용접 로봇 시스템 개발

1995년도부터 용접로봇 적용연구를 시작한 국내

조선소들은 평블록의 용접에 많은 대수의 용접 로봇을 적용하고 있다. 즉, 대조 평블록의 경우 현대 조선소 및 삼성조선소는 일본에서 도입한 5축 용접로봇을 각 조선소 별로 약 10대 정도 투입하고 있고, 한라중공업은 오스트리아에서 20대의 로봇을 도입하였으며, 대우중공업은 자체 개발한 용접로봇 9대를 동일 공정에 투입하고 있다. 이들 로봇들은 모두 용접사가 직접 용접하기 어려운 수직 Fillet 용접부위의 용접을 중심으로 집중 투입되고 있다. 한라중공업을 제외한 3개 조선소에 투입된 로봇은 용접작업자가 크레인에 장착된 호이스트를 이용하여 로봇을 일정 작업 구역으로 이동시키는 반자동식 로봇 시스템이다.

소조립 용접공정에는 한라중공업이 2대의 Gantry 용접로봇시스템(용접로봇은 4대이며, 대조립공정과 동일한 형태임)을 투입하고 있으며, 삼성중공업은 자체 개발한 Gantry 용접시스템 6대(용접로봇은 12대)를 본 공정에 투입하였다. 이러한 용접로봇의 투입 속도는 일본 등 선진조선소에 비해 뒤지지 않고 있으며, 특히 삼성중공업에서 개발한 비전기술을 이용한 작업 대상물 인식 기술은 선진 조선소보다 앞선 기술로 평가되고 있다.

평블록에 비해 조선의 곡블록은 밀판이 곡면으로 내부재와 Fillet 용접선이 3차원의 곡선으로 이루어져 있으며, 부재간의 취부 각도가 다양하게 변할 뿐만 아니라, 종횡경사각이 변하기 때문에 용접로봇의 적용이 매우 어렵다. 선진 조선소의 경우도 덴마크의 오멘세조선소와 이탈리아의 핀칸테리 조선소만이 곡블록 공정에 용접 로봇을 적용하고 있을 뿐이다. 현재 적용되고 있는 용접시스템은 Gantry 형태의 크레인에 2대의 용접용 로봇이 장착되어있는 시스템이며, 로봇이 좁은 작업공간에 쉽게 접근할 수 있도록 수직이동형 축이 설치되어 있다. 조선 곡블록에 용접 로봇을 적용하기 위해서는 특히 다음과 같은 기술이 개발되어야 한다.

- i) 실제 블록 용접시 부재와 로봇 시스템과의 충돌을 사전에 검증하기 위한 시뮬레이션 기술 개발.
- ii) 용접선의 CAD Data를 기준으로 용접순서, 용접자세, Torch 방향 등의 용접조건을 사전에 생성하는 기술 개발.
- iii) 실제 블록의 용접선을 센서로부터 실시간 감지하여 용접조건을 보정하는 기술 개발.
- iv) 밀판이 곡선으로 Fillet 부위의 루트갭이 4~

5mm 이상 되는 경우가 있어 이를 감지하는 Laser 센서 등의 센서 기술 개발.

- v) 센서를 이용하여 측정된 루트갭에 따라 용접조건을 자동으로 선택, 변화시킬 수 있는 기술 개발.
- vi) 용접기의 국산화 및 인터페이스 개발.
- vii) 로봇 용접전용 용접 재료의 국산화 개발.

## 2.2 곡블록 골재의 자동용접용 시스템 개발

대부분 국내 조선소에서는 평블록 조립공정의 골재 용접에 전용 용접시스템을 투입하고 있다. 이 용접시스템은 소위 '라인 웰더 자동 용접장치'라 하며, Gantry 형태의 크레인에 용접장치가 달려 있어 동시에 4~8개까지의 골재를 평판에 용접하고 있다. 사용되는 용접기법은 가스메탈아크용접이며, 보호가스로는 CO<sub>2</sub> 가스를 사용하고 있다.

평블록에 비해 곡블록 조립공정에는 아직 전용 용접장치가 적용되지 않고 있다. 일부 조립장의 경우 평블록에 적용하고 있는 간이자동화 장치가 동일하게 적용되고 있으나, 용접 품질이 불안정하여 사용이 제한적이다. 이는 곡블록의 용접부는 평블록과 달리 밀판과 골재와의 취부 각도가 둔각과 예각이 병존하며 용접선을 따라 각도와 종횡경사각이 변하기 때문에 초기 선정된 고정 용접조건으로는 좋은 품질을 얻기 어렵기 때문이다. 곡블록에 용접자동화 장치를 적용하기 위해서는 다음과 같은 기술 개발이 필요하다.

- i) 용접선에 따라 변화하는 경사각을 감지하여 이를 용접조건에 반영할 수 있는 기술 개발
- ii) 곡선의 용접선을 자동으로 추적하는 기술 개발
- iii) 경사면에서도 일정한 속도로 자동 장치를 이송시킬 수 있는 기술 개발

## 2.3 곡블록용 자동 핀지그 개발

곡블록을 생산하기 위해서는 평판을 곡가공 한 뒤 곡판을 곡형상에 따라 취부하여야 한다. 곡형상을 유지시키기 위해서는 곡블록 전용 작업 정반이 필요하며, 작업 정반은 일반적으로 다수개의 핀지그로 구성되어 있다. 즉, 곡형상에 따라 먼저 핀의 높이를 조절하고, 조절된 핀이 높이를 기준으로 모든 작업이 이루어진다. 이러한 작업은 지

금까지 모두 수동으로 작업되었기 때문에 작업 시간이 많이 소요되고, 높이의 정도도 부정확하였다. 특히 부정확한 높이는 블록을 조립할 때 루트 갭을 과다하게 발생시켜 용접량이 많아질 뿐만 아니라, 용접 품질도 저하시킨다. 따라서, 핀지그의 높이를 자동으로 조절할 수 있는 정반 기술 개발이 필요하다. 본 연구의 목적은 핀지그의 높이를 CAD의 곡면을 기준으로 자동 제어하여 필요한 곡정반에서 곡관의 취부 및 용접이 수행될 수 있도록 하는 것이다.

### 3. 결 언

국내 조선소들은 다가오는 21세기에 국제 경쟁력을 확보하고, 선진조선소 대비 기술 우위를 확립하기 자동화에 대한 많은 기술들을 개발하고 있다. 그러나 아직 이러한 기술개발은 단순한 단위 공정의 기계화, Robot화가 중심이 되고 있다. 그러나 한국 조선이 세계 1위를 달성하기 위해서는 소위 CIM의 개념 하에 생산Line의 자동화, 물류의 합리화를 통한 Total 생산성향상 및 작업환경 개선에 대한 연구가 추진되어야 한다.