

# 선체 소조립 용접용 로봇 시스템 개발

## Development of sub-assembly welding robot system in shipbuilding

강성원\*, 윤호중\*, 김동호\*, 김강욱\*, 김영주\*, 차주용\*, 이상범\*, 이종건\*, 권순창\*\*, 김수호\*

\* 대우조선해양 자동화연구소, \*\* 대우조선해양 산업기술연구소

**ABSTRACT** : DSME has developed Sub-assembly Welding Robot System(SWRS) in order to increase the productivity of arc welding and to improve hazard and unclean environments in shipbuilding. DSME's SWRS includes a number of equipments such as four overhanging 6-axis articulated robot manipulators(10kg pay-load), gantry system, vision system detecting the workpiece automatically, and OLP system using the CAD data and a central control system integrating an anti-collision module. The SWRS was installed in CAS(Component Assembly Shop) of DSME's OKPO shipyard in August 2006, and now SWRS is running well in site.

*Key words* : Welding robot system, Vision system. OLP, Anti collision, CAD data

### 1. 서론

최근 국내 조선소에서는 생산성 향상과 산업재해 예방, 작업환경 개선을 위하여 선체 조립공정의 용접자동화를 위한 연구들이 활발하게 이루어지고 있으며, 특히 1990년대에 들어 수직 다관절 로봇을 사용한 선체 대조립 공정의 용접자동화를 성공적으로 적용하여 조선산업에서의 로봇 적용 가능성을 보여주었다. 로봇을 사용한 선체 대조립 블록의 “U”자 부위 용접은 캐리지 작업이 어려운 수직용접을 로봇이 수행함으로써 생산성 향상과 함께 고품질 용접을 구현하여 선주와 선급사를 만족시켰다. 그러나, 선체 용접공정의 약 16%를 차지하는 선체 소조립 용접공정의 자동화는 현재까지 캐리지와 같은 간단한 장비에 주로 의존하고 있으며, 캐리지의 기구적 한계로 인하여 캐리지 주행면에 흠이나 스티프너와 같은 장애물이 있는 경우 사용에 문제점이 발생하며, 용접선 양 끝단부 돌림용접과 같은 부분의 작업이 불가능하다. 또한, 캐리지의 반복적인 설치, 이동 과정에서 작업자는 근 골격계의 위험에 노출되어 캐리지를 대처할 수 있는 로봇을 사용한 용접자동화에 대한 필요성이 대두되었으며, 이를 위하여 당 사에서는 갠트리 및 로봇시스템을 설계하고 중앙제어, OLP, 작업대상물 인식, 충돌방지 등의 연구를 수행하였다. 또한 현장 생산성 향상과 고품질용접을 위하여 회전토치를 사용한 로봇 용접법을 개발하였다.

### 2. 소조립 용접작업장

#### 2.1 대상 작업장 구성

Fig. 1은 소조립 용접로봇이 설치되는 당 사 소부재 제작공장으로 배열, 취부, 용접, 사상으로 구성되며, 8m(L)\*10m(W)의 skid 정반이 그림과 같이 설치되어 있다. 이중 용접공정인 정반 3과

4사이에 로봇 갠트리 및 4대의 용접 로봇을 설치하였다.

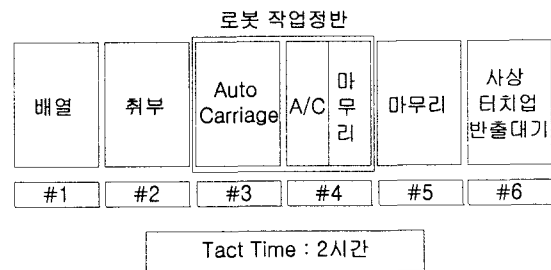


Fig. 1 Robot welding line

#### 2.2 작업대상물

소조립 용접장의 작업대상물은 주로 Fig. 2와 같은 형상으로 용접선은 주판과 스티프너 사이의 직선 수평 필릿 조인트가 대부분이며, 수직 필릿 조인트 및 곡선 조인트가 일부 포함되어 있다.

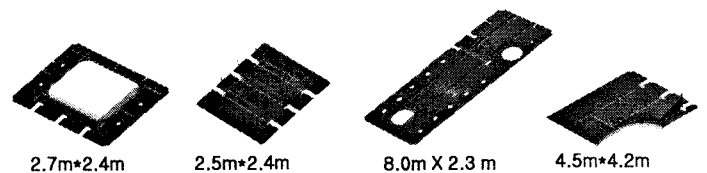


Fig.2 Work piece of sub-assembly

### 3. 기구부 설계

소조립 공정의 길고 복잡한 용접선을 용접하기 위하여 Fig. 3과 같이 전체 21m(L) \* 13m(W) \* 5.1m(H)의 크기로 주행, 횡행, 선회가 가능한 로봇용 갠트리와 가반하중 10kg급 6축 수직 다관절 로봇을 개발하였다. 갠트리 상부에는 작업대상물의 배열위치를 계측하기 위하여 X, Y, T로 구동되는 카메라용 트롤리를 설치하여 5m상공에서 14.7m(L) \* 12m(W)의 2개의 정반에 배열되어 있는 작업대상물을 계측하고 보정하였다.

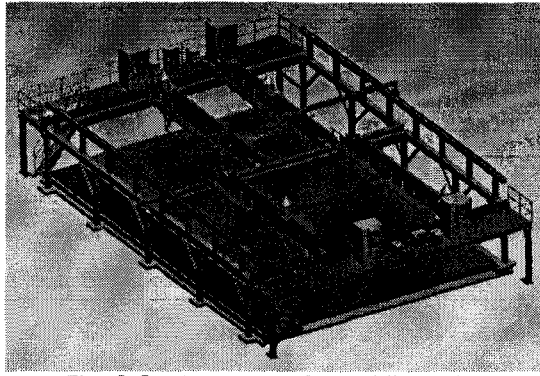


Fig. 3 Gantry system for welding robot

4. 현장 적용 S/W개발

4.1 작업대상물 인식용 비전 시스템

높이방향에 대한 위치인식이 가능하고 별도의 조명시설이 필요 없는 3차원 계측용 카메라를 사용하여 Fig. 4와 같이 작업대상물 인식용 시스템을 구성하였다.

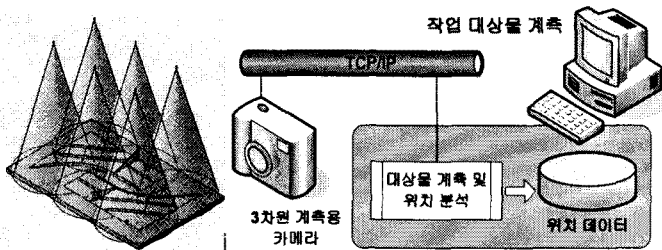


Fig. 4 Concept drawing of vision system

4.2 CAD data I/F 및 OLP

Fig. 5는 설계 데이터로부터 로봇작업에 필요한 데이터를 추출하는 과정이다.

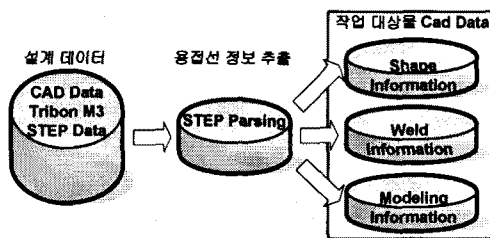


Fig. 5 Procedure of CAD interface

Fig. 5와 같이 생성된 작업대상물의 최종 설계 데이터를 실측 위치와 자동 매칭하고 각각의 최종 용접선 정보로 변경하여 로봇 작업 프로그램을 생성하였다. Fig. 6은 계측 데이터를 이용하여 설계 데이터를 로봇 작업에 필요한 데이터로 변환하는 방법이며, 그 결과는 식 (1), (2)와 같다

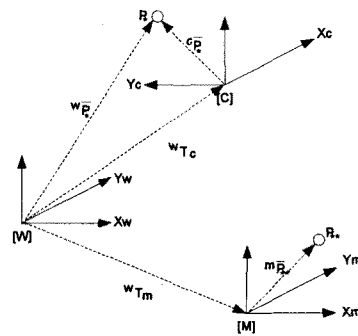


Fig. 6 Transformation between CAD and workpiece

$$\text{위치 : } {}^W P_{**} = {}^W T_M {}^M P_{**} = {}^W T_M [{}^W T_C]^{-1} {}^W P_{**} \dots \dots \dots \text{식(1)}$$

$$\text{방향 : } {}^W T_{P_{**}} = {}^W T_M {}^M T_{P_{**}} = {}^W T_M [{}^W T_C]^{-1} {}^W T_{P_{**}} \dots \dots \dots \text{식(2)}$$

작업프로그램 생성과정은 해당 용접선에 적합한 로봇을 자동 선정하여 단위 용접선에 소요될 시간을 예측하고 각 로봇별 전체 작업을 수행 할 최적의 용접 순서와 방향을 자동으로 결정한다. Fig. 7은 OLP에 의하여 다수의 로봇이 운영되고 있는 모습이다.

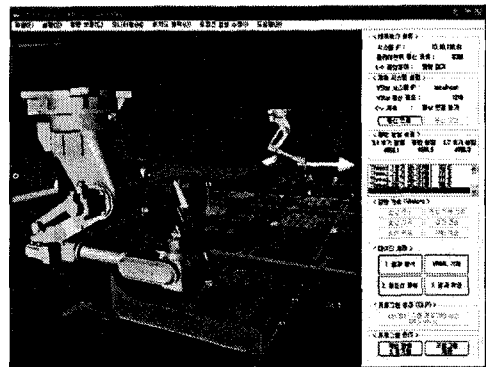


Fig. 7 OLP system for sub-assembly welding robot system

4.3 중앙제어 시스템

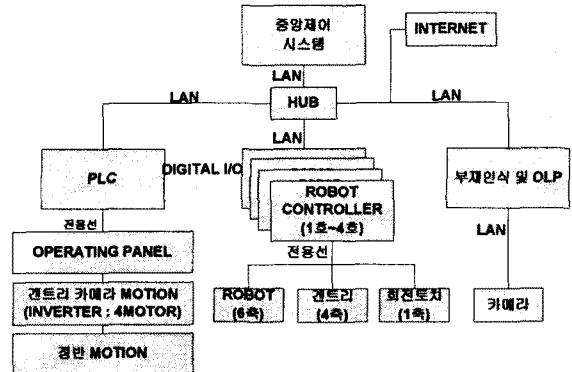


Fig. 8 Structure of CCP(Central Control Program)

중앙제어 시스템은 Fig. 8과 같이 4대의 로봇 시스템 전체를 관리, 모니터링, 운영할 수 있다

록 개별 장치들을 통합한 환경이다.

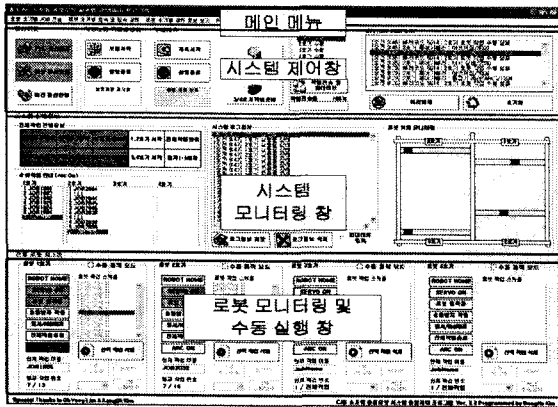


Fig. 9 GUI of CCP

Fig. 9는 중앙제어 프로그램의 GUI환경으로 시스템 제어부와 모니터링부, 수동 실행부로 구성되어 있다.

#### 4.4 충돌방지 시스템

충돌방지 시스템은 작업 중 로봇간 충돌방지를 위하여 OLP에서 생성된 로봇 베이스의 위치 데이터와 현재 위치를 실시간으로 비교하여 충돌이 예상되는 모든 로봇 작업을 검색하여 충돌이 일어나지 않는 작업 경로를 변경하게 하며, Fig. 10은 충돌방지 과정의 일부분을 나타낸다.

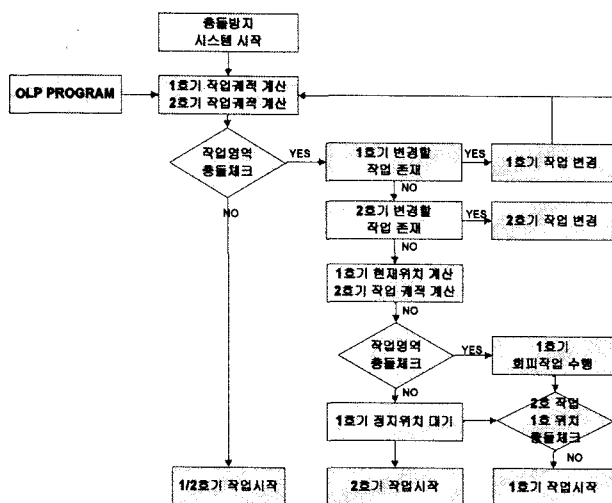


Fig. 10 Flow chart of anti Collision for welding robot

#### 5. 고속용접 및 현장적용

고속용접과 용접선 추적기능을 가진 회전토치를 사용하여 최고 용접속도 70cpm으로 수평 용접을 수행하고 용접중 용접선의 중심을 추적한다. Fig. 11은 현장에서 자동 운전 중인 로봇 시스템의 모습이며, Fig. 12는 양면 돌림용접을 완료한 소조립 부재의 끝단부 모습이다.

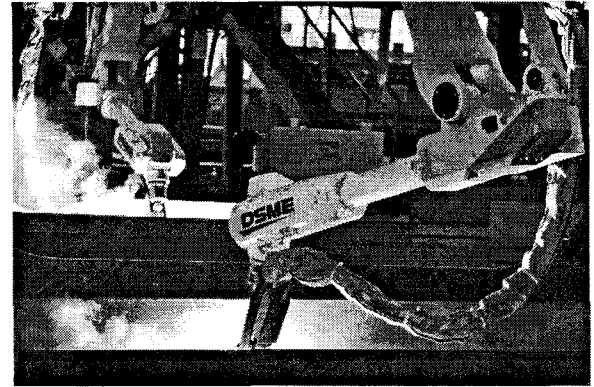


Fig. 11 Picture of the welding robot in site

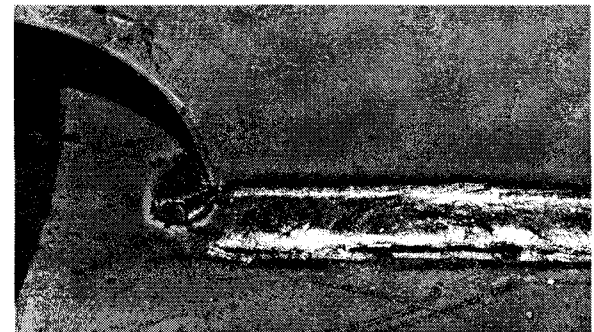


Fig. 12 Picture of the round welding on the fillet joint

#### 6. 결론

당 사에서는 소조립 용접공정의 생산성 향상과 근골격계 질환 예방을 위하여 소조립 전용 용접 로봇 시스템을 개발하여 현장에 설치하였다. 본 연구를 통하여 선체 소조립용 작업대상물 인식법을 개발하고 설계 데이터를 이용한 OLP 기반을 구축하였으며, 충돌방지 시스템 및 고속용접 등의 기술을 개발하여 실제 현장에 적용한 결과 우수한 성능으로 현장 운영에 문제가 없음을 확인하였다. 향후에는 본 연구를 통하여 개발된 기술을 바탕으로 이와 유사한 당사의 소조립 용접공정에 지속적으로 적용할 계획이다.

#### 참고문헌

1. Sugitani, Y. et al : CAD/CAM Welding Robot System in Steel Bridge Fabrication. Quarterly Journal of Japan Welding Society, Vol 13, No. 1, pp28-38, 1995
2. 강성원, 윤호중, 김지희, 한종만 : 회전토치를 사용한 용접로봇의 용접선 추적 알고리즘에 관한 연구, 대한용접학회 춘계학술대회 논문집, pp46-48, 2002