

선체블록 수직용접용 Portable Welding Robot

- 목 차 -

1. 장비 개요
2. 선체블록 수직용접부의 작업내용 및 주요 특징
3. 수직용접용 Portable Welding Robot 소개
 - 3-1. 전체 Layout
 - 3-2. 주요 사양
 - 3-3. 로봇 작업 시나리오
 - 3-4. 로봇 운영 개념
 - 3-5. 기존 제품과의 차별성
4. 기대효과
 - 4-1. 기술적 측면
 - 4-2. 경제적 측면
5. 특기사항

2003.01



(주)엔에스 시스템

1. 장비 개요

- 본 장비는 조선소 선체블록과 같은 철 구조물의 수직용접 Joint를 용접하는데 있어서 작업자가 들고 다니면서 사용할 수 있는 소형·경량화된 Portable Welding Robot임.
- 적용 대상은 <그림 1>에 나타낸 선체블록 중 종방향 부재(Longi)와 횡방향 부재(Trans)가 만나는 수직 용접 Joint임.
- 선체블록의 수직 용접 Joint는 매우 열악한 작업 환경(용접 Fume, Spatter 분진, 용접열 등)과 협소한 공간에서 쪼그려 앉아 작업을 수행해야 하기 때문에 대부분의 작업자들이 기피하는 작업 중의 하나이며, 현재 조선소 용접사들의 고령화(평균 42 ~ 44세) 및 숙련 용접사의 구인난 문제, 조선소 경쟁력 제고 등을 고려할 때 자동화가 시급히 이루어져야 할 부분임.
- 지금까지 조선소에서 수직 교차부를 처리하는 방법으로는 대부분 숙련용접사의 기량에 의존하여 용접하고 있으며, 대형조선소의 경우 조선용으로 특수 개발된 고기능 자동용접로봇 혹은 <그림 2>와 같은 단순 기능 위주의 2축 용접 Weaver를 이용하여 일부 자동화하고 있으나 이러한 제품들은 <표 1>에 나타낸 단점 때문에 보편화되지 못하고 있는 실정임.
즉, 조선용으로 특수 개발된 고기능 용접 로봇의 경우, 로봇 가격이 고가이며 이들 로봇을 운영하기 위한 별도의 부대설비(크레인 등)와 Off-line 프로그램 기술 인력들이 필요함.
더구나 이중선체블록과 같이 상부가 막혀있는 블록에는 적용하기 어렵다는 문제점이 있음.
- 기존의 2축 Weaver의 경우 장비 구조상 <그림 3>과 같이 수직 용접부 양 끝단에서 항상 일정량만큼 용접잔량부가 생기기 때문에 이장비를 이용하더라도 별도로 작업자가 투입되어야 하고, 2축만으로는 용접선의 위치 오차에 따른 보정을 할 수 없기 때문에 용접 불량 및 품질 문제를 가지고 있음.
- 본 장비는 선체블록 제작 현장의 열악한 환경으로부터 작업자를 보호하고 용접 품질 및 생산성을 향상시키는데 활용하기 위해 단순 기능 위주의 용접 Weaver가 갖는 단점과 고기능 자동 용접로봇이 갖는 가격적인 단점을 보완하여 미숙련자라도 쉽게 사용할 수 있고 가격이 저렴하면서도 고기능 자동 용접 로봇과 유사 수준의 용접 기능을 내장한 수직용접용 Portable Welding Robot 임.

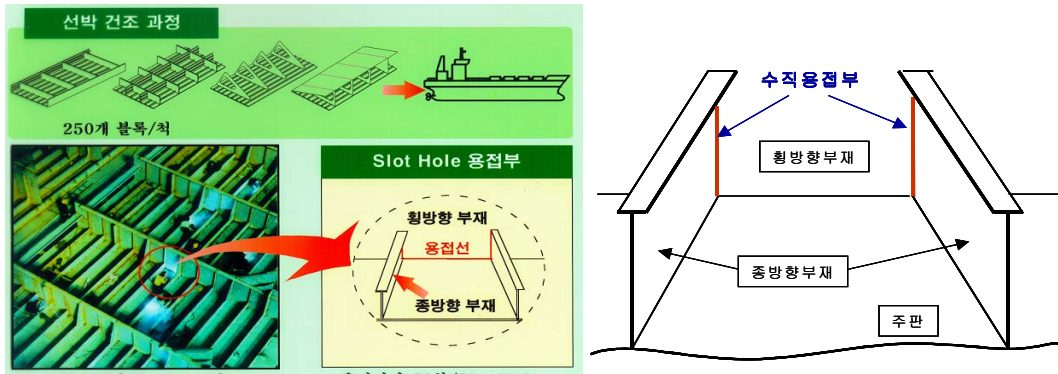


그림 1. 선박건조과정 및 선체블록의 대표적인 단위 용접 셀

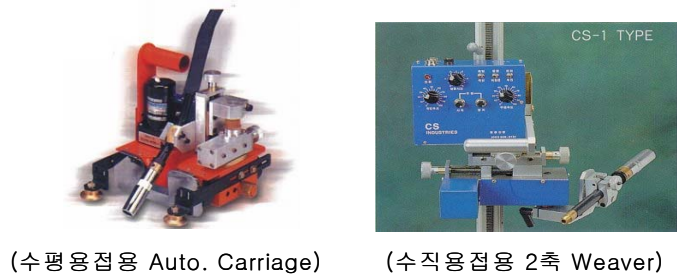


그림 2. 단순 기능 위주의 용접 캐리지

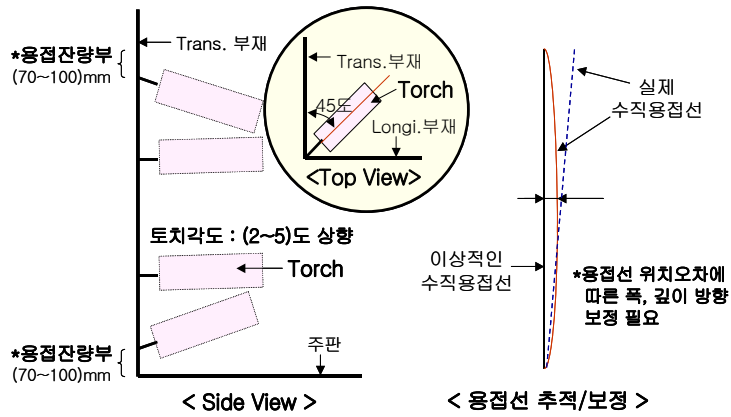


그림 3. 기존 2축 Weaver의 문제점



그림 4. 조선용으로 특수 개발한 고성능 자동 용접 로봇

표 1. 기존 제품의 장·단점 비교

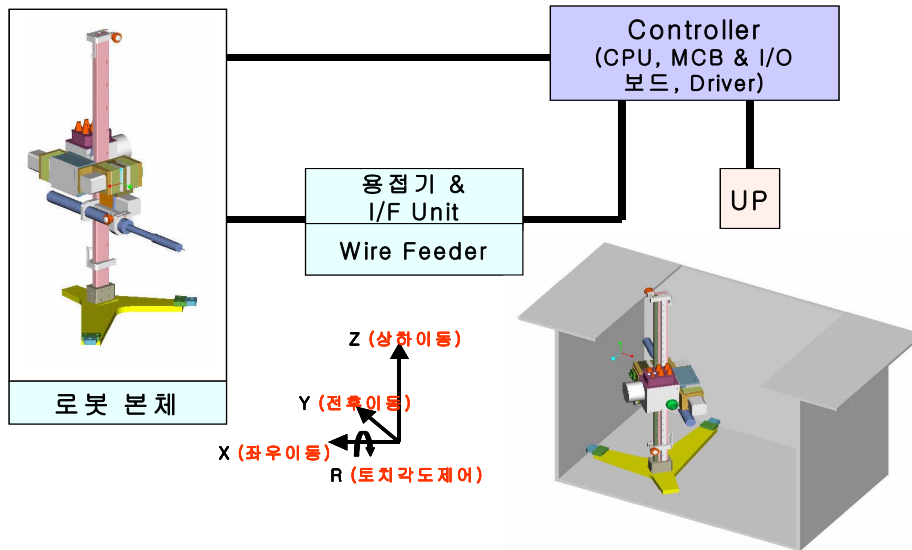
구 분		장 점	단 점
단순 기능위주의 용접 캐리지	· 수직용접용 · 2축 Weaver	· 가격 저렴 · Portable	· 수직 용접부 양끝단에서 일정량만큼 용접 못함.(작업자가 추가작업 필요) · 2축으로는 단순 용접 기능밖에 수행할 수 없음.(용접품질 저하) - Seam Tracking 기능 없음. - Weaving시 보정 기능 없음.
조선용으로 특수 개발한 고기능 용접 로봇	5축, 6축, 11축 자동 용접 로봇	· 다양한 용접 특수 기능 · 용접 잔량부 최소 · 용접 품질 및 생산성 우수	· 로봇 가격 고가(1~2억원/로봇) · 이중 선체 블록과 같이 상부가 막혀 있는 블록에는 적용 곤란 · 로봇을 사용하기 위해서는 로봇 외에 크레인 등 별도의 부대설비 및 기술 인력들이 필요함.

2. 선체블록 수직용접부의 작업내용 및 주요 특징

- 작업 내용 : 모재 두께가 10t 이상인 후판 용접(CO₂ 아크 용접, 수직 필릿 용접)
- 작업부의 주요 특징 :
 - ① 용접품질측면에서 수직용접은 수평용접보다 높은 숙련도가 요구됨.
 - ② 가조립 오차에 따른 용접선의 위치 변화가 크고, 부재간 Gap이 존재하므로 용접조건 선정 및 품질관리에 어려움이 큼.
 - ③ 선체블록의 부피가 크고 중량물이기 때문에 작업 대상물이 고정된 상태에서 용접 토치를 이동시켜 가면서 작업을 수행해야 하므로 작업 도구는 최대한 경량화 시켜야 함.
 - ④ 작업 공간이 협소하고 작업 환경이 매우 열악(용접 Fume, Spatter, 용접열, 고주파 노이즈 등)하므로 수작업시 작업피로도 증가 및 생산성 저하
 - ⑤ 특히, 이중선체블록에는 기존의 자동화 장비를 적용하기 어렵기 때문에 작업자들이 밀폐된 구조물 내부로 들어가 장시간동안 수작업으로 처리해야 함.
 - ⑥ 선체블록의 수직교차부 용접은 대부분의 조선소에서 애로 공정으로 어려움을 겪고 있으며, 열악한 작업환경으로부터 작업자를 보호하고 선체블록의 용접 품질 및 생산성을 향상시키기 위해서는 이에 적합한 전용 장비가 절실히 필요한 실정임.

3. 수직용접용 Portable Welding Robot 소개

3-1. 전체 Layout

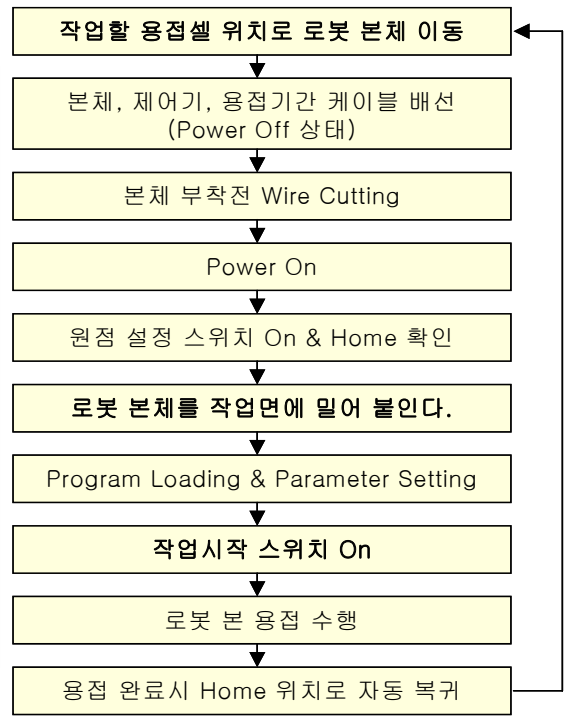
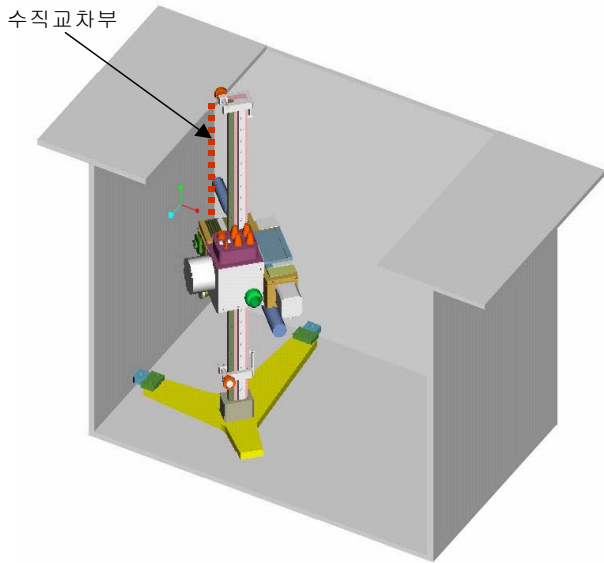


3-2. 주요 사양

구분		사양	비고	
기구부	자유도 수 (D.O.F.)	4 축		
	가반 중량	3 Kg		
	위치반복정밀도	± 0.1 mm		
	유효 행정 (최대 속도)	X축(좌우이동)	30 mm (20 mm/sec)	
		Y축(전후이동)	30 mm (20 mm/sec)	
		Z축(상하이동)	550 mm (90 mm/sec)	수직 용접부 500mm 기준
R축(토치각도제어)		± 10 degree (90 degree/sec)		
본체 중량 / 크기		10 Kg / (L400 x W400 x H700) mm	용접토치 무게는 별도	
제어부	CPU & Memory		· 80C196 CPU 사용 · 최대 2MB	
	동작 기능		PTP, 직선 보간	
	특수 용접 기능		· 다양한 주기의 Weaving 기능 · Arc Sensor 이용한 용접선 추적 기능 · 용접 종료점 자동 검출 기능	
	용접기관련 I/F 사양	Analog I/O	Input(1)	용접 전류 검출신호
			Output(2)	용접 전압/전류 지령신호
		Digital I/O	Input(4)	Arc 발생/Gas 끊김/Wire 끊김/용접 전원이상 검출신호
	Output(3)		용접개시 / 가스토출 / Wire	
입력 전원		AC 220V 단상, 60Hz		
제어기 중량 / 크기		2.0 Kg / (L200 x W150 x H100) mm		

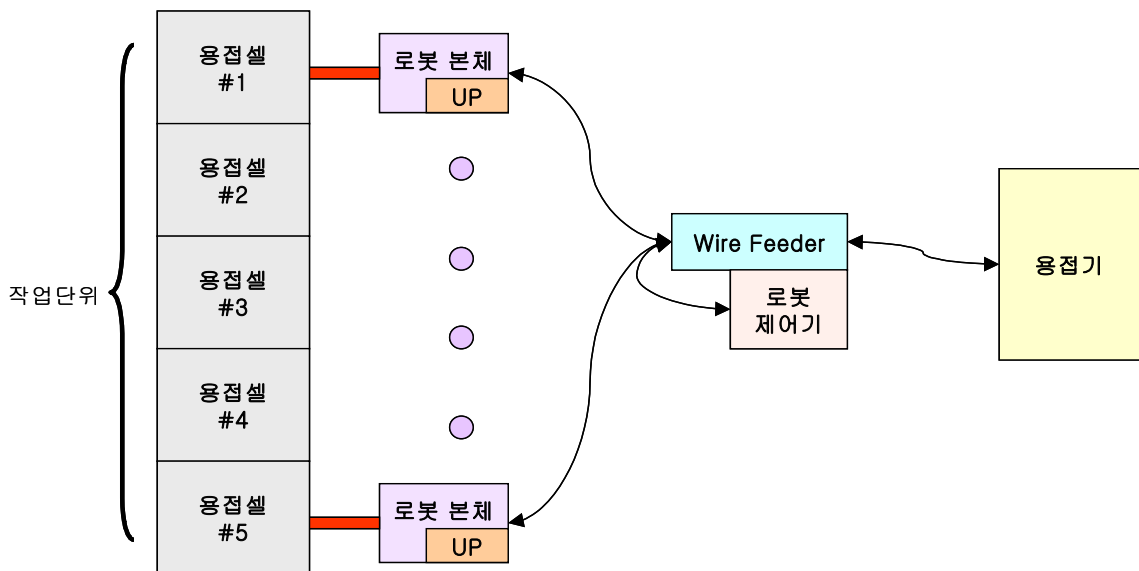
주) 상기 사양은 수직용접부가 500mm일 경우를 기준하였으며, 500mm 이상일 경우 그에 상응하는 길이만큼 Z축 Stroke만 달라짐.

3-3. 로봇 작업 시나리오



3-4. 로봇 운영 개념

로봇 본체의 무게가 10Kg 정도이므로 (4~6)개의 용접셀을 하나의 작업 단위로 하여 작업자 1명이 로봇본체만 이동시켜 가면서 수직교차부 용접 작업을 수행하는 것을 기본으로 하며, 작업 단위가 바뀔 경우 Wire Feeder도 같이 이동해야 함.



3-5. 기존 제품과의 차별성

- ① 본 제품외에 현재까지 조선소의 선체블록 수직교차부 용접 작업에 사용할 수 있는 Portable Welding Robot은 없는 상태임.
- ② 본 제품은 단순 기능인 용접 Weaver의 기능상 단점과 조선용 고기능 자동 용접 로봇의 가격적인 단점을 보완한 제품임.

구분	기존 제품과의 차별성
기술적 측면	<ul style="list-style-type: none"> · 기존의 2축 용접 캐리지와는 달리 용접잔량부가 없도록 설계. · 제어축을 4축으로 하고 고기능 용접 로봇이 갖는 특수 용접 기능 (용접선 자동 추적, 용접 끝단부 자동 인식, 다양한 주기의 Weaving 기능) 제공. · 작업자가 들고 다닐 수 있도록 소형·경량화(10Kg) 설계.
실용적 측면	<ul style="list-style-type: none"> · 작업자가 직접 들고 다니면서 사용하기 때문에 별도의 부대설비가 필요 없음. · 로봇이지만 용접 캐리지처럼 사용(로봇 조작성이 간단하고 쉽게 Set-up할 수 있기 때문에 용접을 모르는 단순 작업자도 쉽게 사용 가능) · 작업자 1명이 동시에 (4~6)대의 로봇을 관리할 수 있어 용접 품질 및 생산성 향상에 크게 기여
가격적 측면	<ul style="list-style-type: none"> · 2축 용접캐리지 가격보다 다소 비싸지만 고기능 자동 용접 로봇 대비 약1/10 정도의 저렴한 가격으로 용접 품질 및 생산성을 대폭 높일 수 있기 때문에 충분한 경쟁력이 있다고 사료됨.

4. 기대효과

4-1. 기술적 측면

- ① 단순 기능 위주의 2축 용접캐리지로 불가능했던 용접잔량부 처리 문제 및 용접선 이탈시 용접 품질 불량 문제를 쉽게 해결할 수 있음.
- ② 높은 기량이 요구되는 수직교차부의 용접을 작업자의 기량과 관계없이 항상 균일하고 양질의 용접 품질을 얻을 수 있음.
- ③ 현재 수작업에 전량 의존하고 있는 이중선체블록의 수직 교차부 용접 작업에도 활용 가능.
- ④ 3D 기피 현상에 따른 숙련 용접사의 구인난 해소 및 작업자 고령화 추세에 효과적으로 대처할 수 있음.

4-2. 경제적 측면

- ① 작업자 1명이 (4~6)대의 로봇을 동시에 관리할 수 있어 선체블록의 용접 생산성 및 품질을 크게 향상시킬 수 있음. (기존 수작업 대비 최소 2배 이상 생산성 향상)
- ② 숙련 용접사가 아니더라도 로봇 작동법만 익히면 쉽게 사용할 수 있기 때문에 탄력적인 인력 운영 가능(미숙련공 및 유휴 인력들을 활용 가능)
- ③ 이중선체블록의 수직용접부 활용에 따른 경제적 효과 기대
- ④ 열악한 작업 환경(용접 Fume, Spatter, 용접열 등)의 근로조건 개선으로 산재환자 발생 감소 및 비용 절감에 기여
 - 작업 피로도 및 안전사고율 감소
 - 유해가스(용접 Fume) 및 분진 등에 의한 호흡기 환자 발생 감소
 - 불안정한 작업 자세에 따른 허리환자 발생 감소

5. 특기사항

본 제품은 현장 Field Test 과정을 거쳐 2003. 04월경 판매할 예정임.