

자동차 차체조립 생산 LINE에서의 ROBOT 활용

南 東 吉

現代自動車(株) 小型生産技術部 電子技術課長

I. 머리말

간혹 T.V 프로에서, 장래는 robot가 인간을 대신해서 일을 할 시대가 올 것이라고 소개하고 있다. 사람들은 robot가 움직이고 있는 외면만을 보고 감탄하고 있지 않나 생각된다.

Robot를 제대로 움직이기까지의 사용하는 기술의 축적은, 대단한 노력을 요구한다. Robot는 일종의 생산설비이고, 인간이 구사하는 생산기술의 도구이므로, 장점도 있고 단점도 있다.

그러한 robot화를 추진하여온 산업의 좋은 예로서, 우리는 자동차 산업을 들고 있다. 그러나, 자동차 산업에서의 robot활용 상황을 볼 때, 각 분야에 따라서 그 활용도의 큰 차이를 볼 수 있다.

그 중에서 robot화가 가장 많이 진행되고 있는 분야가 차체조립 분야이고, 용접용 robot가 전체의 80~90%를 차지하고 있다. 따라서 당사가 robot화를 처음 추진하려고 할 때, 차체 조립용접 라인에서 일어났던 실제 사례를 서술하려고 한다.

II. 차체 용접용 Robot 도입의 기본적인 목표

전용장비에 비해 robot에 의한 용접 자동화의 목적에는 균일한, 용접품질을 확보할 수 있다는 것이다. 그리고 최근에는 인건비에 비해 robot성능이 향상되고 있으며, 특히 model-change 등으로 4~5년마다 변경을 요하는 차체조립 생산 설비에서는, 8~10년간 사용할 수 있는 robot는, 그 사이의 maintance 비용 및 개조비용을 고려 할지라도 경제적으로 유리한 경우가 많다. 또, flexibilty(신축성)가 좋다는 것이다. 즉 차종의 다양화에 대응할 수 있고 생산차종 변경시에 lead time을 단축시킬 수 있으며, 생산대수 변동시에 빠른 대응을 할 수 있고, gun으로부터의 인간해방 등이다.

마지막으로 산업재해가 있는 작업과 힘든 작업 및 단순반복작업, 2교대시 야간작업의 작업환경 개선에 효과가 크다. 이들중 현단계에서, 당사의 robot 도입의 기본방향은 flexibility(신축성) 및 작업환경 개선에 치중하고 있다.

그리고 robot 가동 효율을 향상시키기 위한 필요 조건에서는, work의 정도 확보 및 위치고정과 transfer line의 차종 식별의 자동화, robot대당 타점 위치와 타점 수가 중요 하다고 생각된다.

III. 차체생산 Line 용접 Robot의 활용사례

자동차 산업 중에서도 차체 조립 line에의 robot 도입은 비교적 착수가 빨라서 1970년경 부터 시작했다. 당사는 '78년도 자동 도장용 간이 robot를 처음 도입하였으며 본격적으로 robot가 도입된 것은 '83년 하반기 PONY main body line의 front window opening 부위 용접용으로 6축 다관절형 spot 용접용 robot 2대를 도입한 이후부터 였다[그림 1].

첫 6축 다관절 spot 용접 robot의 활용이 안정되기까지 많은 어려움을 극복해 나가야만 되었다. 8차종의 각각 다른 teaching program에 의한 차종 식별 장치의 미비점 때문에 발생하는 문제점과 robot로 작업하기에는 너무 work의 품질 정도를 요구하는 난해한 작업 부위에서 야기되는 간섭 및 무리한 작업성의 요구로 robot의 능력에 비해 너무 많은 용접점의 선정등 실제 robot를 활용해 보지 않고는 경험할 수 없는 많은 것을 극복해야만 했다.

이 경험을 바탕으로 당사는 현재 6축 다관절 spot 용접 robot 9대를 비롯하여 PONY-EXCEL line에 72대의 robot가 설치되어 있다 [표 1 참조].

1. Body cell spot 용접 robot

Body의 최종 용접을 행하고 있는 body-cell 본 용접

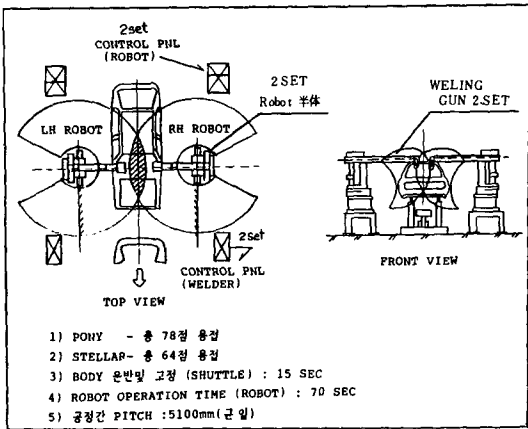
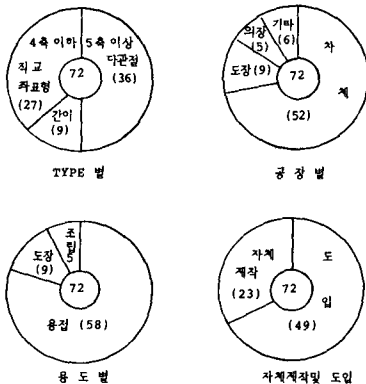


그림 1. PONY main body line 6축 다관절 spot 용접 robot 적용 layout

표 1. 현대자동차(주) robot 보유현황

(86. 2. 28현재)

TYPE	장소	차	계	의장	도장	기	마	계	비고
점용접 다관절 ROBOT (6축)		9				1		10	
ARC용접 다관절 ROBOT(6축)		16				5		21	
SEALING용 " " (5축)				5				5	
4축이하 직교좌표형 점용접 ROBOT (2-4축)		27						27	
PAINTING용 간이 ROBOT					9			9	
계		52	5	9	6			72	



공정은 현재 일본등 선진자동차 공장에서는 full-robot, 무인화 line으로 하여 다차종, 공용 생산을 하고있다. Full-robot 화에 있어서는 종래 side-frame 공정과 그 밖의 sub 공정에서 행하고 있던 전용의 자동 용접기에 의한 본 용접중에서 robot에 의해 용접이 가능한 용접은 모두 body-cell 본용접 공정으로 옮겨서 생산 대수, 차종 변경시에는 teaching 수정 및 robot 대수

의 증감만으로 대응이 가능하게 하고 있다. 더욱 model-change와 minor-change에 대해서도 반송장치와 용접기등 주변기기의 일부를 개조하면 비교적 용이하게 대응할 수 있도록 하고 있다. 또, robot군을 이용해서 space를 절약하고, low-cost, 고능력화를 고려하여 PONY-EXCEL의 body cell 본용접 공정 (그림2)에는 군배치가 용이한 직각좌표형 robot를 설치하였고 다음 공정에는 6축 다관절형 spot 용접 robot 6대를 설치하여 효과를 올리고 있다. 그러나, 이 robot가 설치후 안정되기까지는 3개월의 기간이 필요하였고 이때 발생되었던 재반 문제점의분석을 표 2에 표시하였다. 또, 당사는 차체공장의 robot화 및 자동화 추진과 신기술 개발의 일환으로 84년도 PONY-EXCEL기종의 main body line 306, 308 공정에 teach'g에 의한 play-back type 2축, 4축 직각좌표형 robot를 자체 개발하여 제작, 설치하였다. [그림 3]

이는 용접부위의 작업조건이 까다로와 작업성이 나쁜점과 body 이송과 gun handling과의 간섭을 해결하고 전용기에 의한 자동용접의 경우, 3dr, 4dr, 5dr의 기종에 따른 공용이 어려워 작업공정이 늘어나므로 야기되는 공정추가를 방지하기 위해 robot의 개발 필요성을 느끼고 제어 system을 비롯, 본체 및 용접장치를 설계, 필요부품만을 구입하여 조립, 제작, 설치하였다.

설치후 현재 1년간 실제 line에 사용해 본 결과, 이에 따른 용접가공 시간도 적고, 수작업의 경우 작업자의 이동시간이 많고 용접 gun의 handling의 어려움으로 인한 효율이 극히 낮았던 곳이 개선되었다. 또한 외국에 의존해 온 spot welding 용 robot를 자체 설계 및 제작함으로써 기술축적 및 향후 작업대응의 변경이나 차종이 바뀌어도 쉽게 대응할 수 있게 되었다.

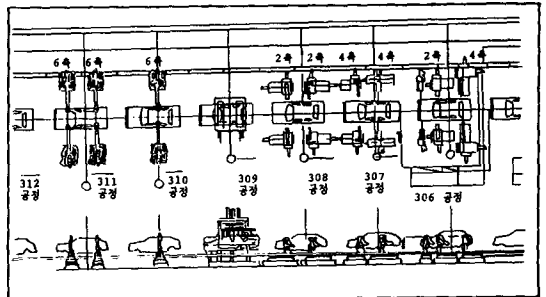
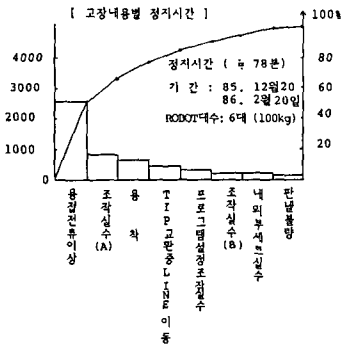


그림 2. PONY EXCEL main body line robot 적용 layout

표 2. 원인별 정지시간 분석 (6축 spot 용접 robot)

고 장 내 용		정 지 시 간 (초)						합 계	정지 횟수
		150	360	150	270	120	90		
ROBOT 정지	용접전류 이상	120	90	90	150	150	150	2,567	24
	핀납 불량	2	2	3	3	3	2		
	(소 계)								
조 작 실 수 (A)		600						600	1
비상정지	조작실수(B)	180						180	1
	TIP 교환중 LINE 이동	330						330	1
	(소 계)							(510)	(2)
내부 (LOCAL), 외부 (REMOTE) SE팅실수		180						180	1
GUN 간섭	PROGRAM설정 조작 실수	300						300	1
용 착		360	100					460	2
합 계								4,704 (누 78분)	32



2. Under body 용접 robot

Under body 본용접 공정은 종래 고능률적인 전용 용접자동화 line에서 수백점의 자동용접을 행하고 있기 때문에, 차종의 다양화 및 생산대수 변동에 대응하기 위해 개조 기간이 장기간 소요되는 것과 개조비용이 고가인 것등의 문제가 있다.

그 개선책으로 당사는 84년도에 자체개발 제작 직각좌표형 4축 robot의 제작, 설치, 사용경험을 토대로 85년도에는 robot의 제어 system분야의 자체개발 능력을 향상시켜서 도입 PCB를 조립 응용하여 제작 하였던 제어 system의 software (system program) 및 hardware (PCB 설계제작)를 대폭 개선하여 robot화를 추진, 대형용접 gun 부착이 가능한 그림3에서 소개한 중하중 고속 type의 직각좌표형 robot의 model을 다양화 하는 것에 의해서 범용성과 생산효율을 대폭 향상시킬 수 있었다.

그림4는 실제 이 robot들을 FRONT-FLR ASS'Y, REAR-FLR ASS'Y 등 평면적으로 큰 부품을 용접하기 위해서, 용접 trans와 용접 gun unit의 handling을 3,4축 직각좌표형 robot를 이용 자동화한 것이고, model의 change 등의 생산 차종 변경, 추가시에는 하부치구의 교환만으로 대응 가능하게 하고 있다.

이 robot들도 생산 line에서 안정되기 까지 발생되었던 문제점을 표3과 같이 분석해 보았다.

3. 차체조립 line에서의 Arc 용접 Robot

이상 spot 용접 작업에의 robot 활용상황을 주체로서술해 왔지만 그밖의 arc 용접용, handling용에도 robot를 활용하고 있다.

일본의 예로서 arc 용접 robot의 경우 중소기업체에서 부터 도입이 시작되어 지금 대기업에서 많이 활용을 하고 있다.

그림5,6은 당사 rear suspension ARM ASS'Y 공정에의 arc 용접 robot 활용 예로서 work chucking

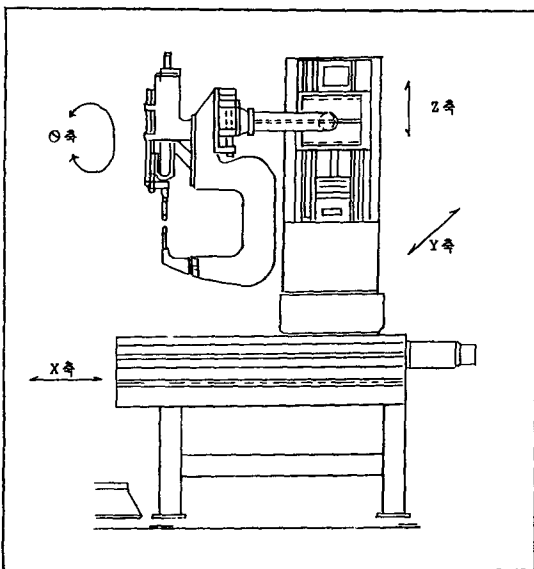


그림 3. 자체설계 제작 직각좌표형 robot 본체

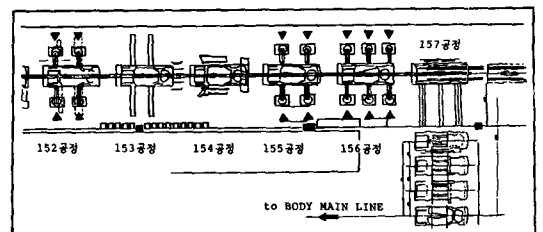


그림 4. PONY-EXCEL floor complete ASS'Y line의 robot 적용 사례

표 3. 원인별 고장 발생 횟수

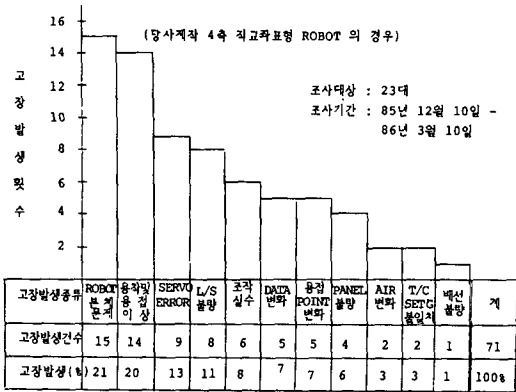


표 4. Arc robot line 가동을 저해요인 분석

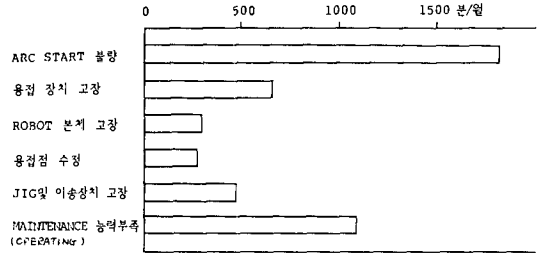


표 5. Robot에 필요한 spot 용접의 주변기술

- 가압력, 냉각수 - air 압력 switch | 운전준비 회로에 유량 switch | interlock
- 용접전류 - 2~4 계열 정전류 timer의 채용
용접이상 검출 기능
전류 step-up 기능
Microprocessor timer의 채용
- 전극 - 내마모성의 전극 채용
- 용접 gun cable - 전용 gun의 개발(내구성, 경량화 등)
굴곡부의 2선식, one-touch cable
- 용착대책 - 용착 검출장치의 채용
전극 형상 등의 검토
- 기 타 - Line 감시 장치
안전대책
차종검출
자동 dressing

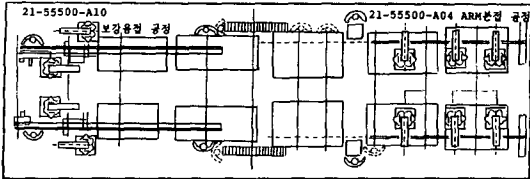


그림 5. 5축 Arc 용접 robot 적용 system layout

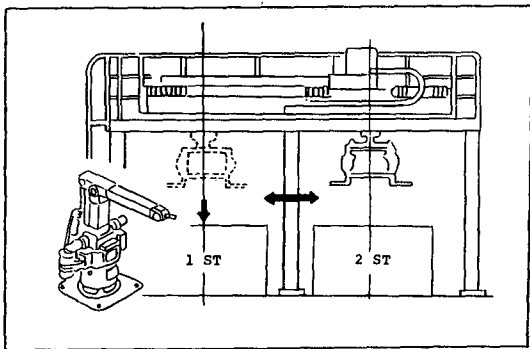


그림 6. Arc 용접 robot를 적용한 자동반송 장치

기능을 가지고 있는 반송 tool에 의해 용접 가공이 끝난 work를 다음 공정에 운반하는 자동반송 장치로 되어 있는 line이다. 이 반송 tool은 용접 가공시에는 용접작업에 지장을 주지 않는 위치에 들어서 work-chucking 준비를 하고 있다. 이 line은 당사에서 arc 용접 robot군을 이용하여 자동화 하고 있는 대표적인 line이다.

이 line에서 arc용접 robot 생산가동율에 저해를 끼친 요인 분석표를 표 4에 분석하였다.

IV. Robot 다용도에 따라서 제대책과 효과

최근 자동차 다양화에 따라서 자체의 종류는 증가하고 동일작업 공정 일지라도 body type 차이에 의한 용접가공 위치가 다를 뿐 아니라 body 강판의 재질, 판의 두께 그리고, 그 조립상태 등에 맞추어서 용접조건을 변경하지 않으면 좋은 용접 품질은 얻어질 수 없게 된다.

이 같은 조건 속에서 robot를 목적으로 가동시키기 위해서는 robot 기술과 함께 주변기술 측면에서의 software, hardware 양면에 걸쳐 주력할 필요가 있다. 당사에서는 robot의 주변기기로서 line 치구 및 용접 equipment와 robot와의 interlock system을 자체 설계, 제작을 하고 있으며 이에 관한 필요한 주변기술의 몇가지를 표 5에 표시한다. 그밖의 robot 활용을 위한 teaching과 maintenance의 교육훈련 등을 계획적으로 추진할 체제를 갖출 필요가 있다.

이상과 같이 robot화의 제대책을 잘 실행해 가고

robot 본래의 특성을 발휘시키면 도입효과는 크게 될 것이다. 그 효과를 열거하면 다음과 같다.

1. 다양화, 공용화 line을 가능하게 한다.
2. 설비투자의 삭감, 설비동율 향상
3. 생산준비 기간의 단축과 공수의 삭감
4. 품질의 향상과 안정
5. 성력효과, 가혹 작업으로 부터의 인간해방

여기서 당면의 과제는 spot 용접의 공정 및 증량 gun 사용공정, arc 용접(CO2 arc spot, MIG, TIG) 작업 공정에서의 robot 도입확대와 주변기술의 축적 work handling 및 조립작업에서의 robot 도입확대 등이다. 더불어 아직 남아있는 가공의 자동화 검사 측정의 자동화등 robot 도입대상 작업에 대해서 이제부터는 생산 system의 필요 기능으로서의 robot 화 및 자동화가 필요하다. Robot은 요령을 피울 줄 모르는 장점이 있지만 반대로 너무 고지식하여 융통성이 없는 단점도 가지고 있다. 그 때문에 robot maker에 의해 고기능의 robot 및 생산 line에서 실제 필요로 하는 최적의 robot과 생산 system의 개발이 필요하다.

V. 끝맺음

이상 자동차 조립생산 line에 있어서 robot 활용 상황에 관해서 서술해 왔다. 앞에서 서술한 것과 같이 현재의 robot 활용상황은 대부분 차체용접 부분에 집중해 있는 것을 부정할 수 없다.

당사의 robot의 경험은 약 3년간으로서 일단계의

걸음마를 거쳐 이단계의 robot화를 실시할 계획이다. 여러가지 경험, 즉 robot 작업에 적합한 제품설계 기술의 축적, robot 도입기술, 주변기술, 설비와의 연결 기술, robot의 운용기술, maintenance 기술등은 이후 다른부분의 robot 도입에 대해서 많은 도움이 될 수 있는 귀중한 knowhow로 될 것이다.

당사는 새로운 line에 robot가 할 수 있는 작업은 robot에게 시킨다는 기본방침에 따라, 86, 87년 2년 사이에 당사의 robot 보유예상 대수는 300여대이다.

그러나 robot의 활동도의 면으로부터 보면 아직까지 robot화 시대가 시작 되었다는 것 뿐이라고 말할 수 있을 것 같다. Robot은 sharp 한 맛을 발휘하는 반면 장기적 고용에의 영향, 노동관의 질적변화 등 robot화에 따라서 사회적 문제도 검토되어야 할 것이며, 우리는 이러한 문제도 극복해 나가야 한다고 본다.

그리고 안정성장 속에서 자동차 전쟁의 치열함은 더욱 더 심해지고 일정의 틀 속에서의 경쟁, 즉 양으로부터, 질, cost의 전쟁으로 이행시키지 않으면 안될 것 같다.

한편으로는, 현재의 robot은 아직까지 완전한 것이 아니고 적용영역도 한정되어 있다. 이제부터는 더욱 더 robot maker와 우리들 user와 상호협력하고 연구하여 경제성을 가진 최적의 robot의 개발을 추진해 가는 상호기업 체질을 강화해 가지 않으면 안될 것이다. *

◆ 用 語 解 說 ◆

자동 창고(automatic warehouse)

컴퓨터에 의해 출입고 업무가 제어되는 창고로서 여러 층의 선반으로 구성되어 있으며, 각 선반에는 고유 번호가 붙어 있다. 상품을 입고할 경우 출납의 빈도, 빈 선반의 상황, 특수 지정 구역 등 모든 조건에 비추어서 컴퓨터가 그 상품의 성격에 맞는 선반을 선택하며, 집배차는 자동적으로 지정된 선반에 격납한다.

정보 사회

정보가 어떤 물질이나 에너지 이상으로 유력한 자원이 되며, 정보 가치의 생산을 중심으로 해서 경제, 사회가 발전해 가는 사회를 말한다.

컴퓨터피아(computopia)

컴퓨터와 유토피아(이상향)의 합성어로서 컴퓨터가 생성해 내는 이상 사회를 일컫는 말이다. 컴퓨터 혁명은 인류의 지적 신개척지를 무한히 넓혀서 지적 창조력을 비약적으로 높였으며, 인간 스스로 미래를 선택해서 보람있는 삶을 살게끔 미래사회를 창조할 것이라는 개념에서 비롯된 것이다.