

---

금속/자동차 부품 제조\_가공[저항용접] 공정  
**[표준공정모델 매뉴얼]**

---

2020. 3

한국생산기술연구원

## 1 개요

---

### 1. 저항용접공정 개요

#### 가. 저항용접의 원리

도체에 전류를 흐르게 하면 도체 내부의 전기 저항에 의하여 열 손실을 일으킨다. 일반적으로 전기회로에서는 이와 같은 손실을 최소화하는 방향으로 기술을 발전시키고 있으나, 저항용접은 발열 손실을 오히려 적극적으로 활용하는 용접기술이다. 즉, 저항용접이란 압력을 가한 상태에서 큰 전류를 흘려주어 금속끼리의 접촉면에서 생기는 접촉저항과 금속의 고유저항에 의하여 열을 얻고, 이로 인하여 금속이 가열 또는 용융하면 가해진 압력에 의하여 접합이 이루어지도록 하는 공법을 말한다.

## 2 표준공정모델

---

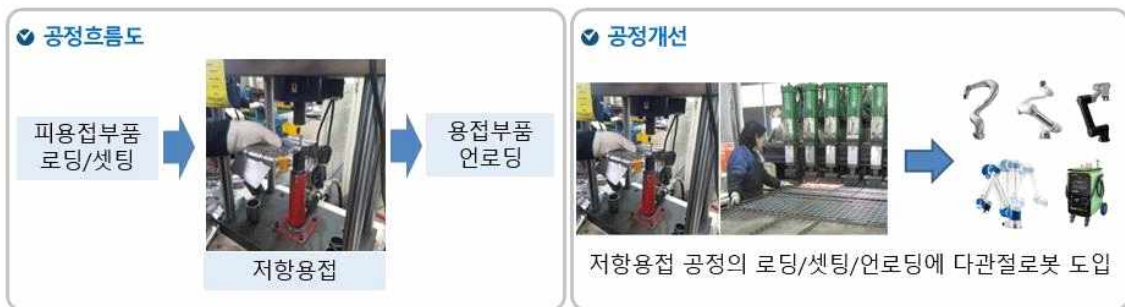
### 1.저항용접공정 로봇활용 표준모델

#### 가. 표준모델 개요

- 기존의 저항용접공정은 피용접물의 로딩/세팅 및 용접품의 언로딩이 모두 작업자 수동으로 이루어 짐
- 표준모델의 경우 작업자의 의존도가 높은 로딩/세팅 및 언로딩 과정에 다관절 로봇 투입을 통한 용접품질의 재현성 확보, 생산성 향상 및 생산비 절감 등을 실현 가능
- 이를 구현하기 위한 솔루션으로는 ① 피용접부품 로딩장치, ② 다관절로봇, ③ 그리퍼, ④ 자동용접기, ⑤ 용접검사장치, ⑥ 용접부품 언로딩장치 및 ⑦ 제어반 등이 존재

[저항용접공정 표준모델 개요]

모델	피용접부품 투입	용접기로 로딩 및 셋팅	저항용접	용접기에서 언로딩	검사	적재
As-Is	수동	수동	자동용접기	수동	검사장치	수동
To-Be	로봇/로딩장치	로봇	자동용접기	로봇	검사장치	로봇



[ 저항용접공정 표준모델 도입 솔루션 ]

- 한편 검사공정의 경우 기존 수동 파괴 검사에 따른 폐기비용 손실이 발생하였으나 로봇을 이용한 토크/비파괴 검사 공정의 도입에 따른 작업시간 단축 및 검사 정확성 향상 가능
- 검사공정의 자동화를 통해 연간 폐기비용 1천만원 및 소요시간 단축 그리고 불량률 절감 달성 등에 대한 기대효과
- 이를 구현하기 위한 솔루션으로는 ① 용접부품 로딩장치, ② 다관절 로봇, ③ 그리퍼, ④ 검사장치 및 ⑤ 제어반 등이 존재



[ 검사공정 표준모델 도입 솔루션 ]

## 나. 표준모델 시스템 구성

### a. 일반 구성안

저항용접공정 로봇활용 표준모델에 대한 세부 스펙 및 필요기능은 다음과 같음

[표준모델 시스템 구성안]

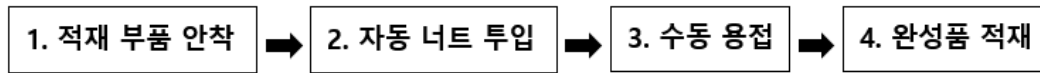
H/W	사 양	필요 기능
로봇	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 타입: 수직다관절</li> <li>- 축 자유도: 6-axis</li> <li>- 가반하중: 10kg 이상</li> <li>- 반복정밀도: <math>\pm 0.03\text{mm}</math></li> <li>- 리치: 1,450mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 작업반경 내에서의 반복정밀도 유지</li> <li>- 제어시스템과의 S/W 호환성</li> <li>- 주어진 작업환경 (온/습도 등)에서의 내구성</li> </ul>
그리퍼	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 핸들링 재질: 금속 소재</li> <li>- 그리퍼 Payload: 2kg 이상</li> <li>- 적용 ITEM: 5종 이상 호환</li> <li>- 반복정밀도: <math>\pm 0.03\text{mm}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 부품(ITEM) 변경에 따른 호환 사용 가능</li> <li>- 용접 중 제품 고정을 위한 충분한 가압력 인가</li> <li>- 정확한 위치로의 이송</li> </ul>
제어반	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 통신방식: RS232 &amp; CAN</li> <li>- 확장성 및 호환성 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 센서류 및 그리퍼, 용접기 등과의 호환성 가능</li> <li>- 통합관리시스템 연동 제어</li> </ul>



[ 로봇 제어기 호환성 ]

### b. 구축 사례

기존 공정에서는 작업자가 직접 로딩/세팅 및 용접 후 언로딩을 진행하는 방식으로 진행



[ 기존 저항용접 공정 순서 ]

개선된 공정은 로봇 1대 및 2대 사용 시 각각의 표준모델을 통해 공정 설계를 다음과 같이 진행

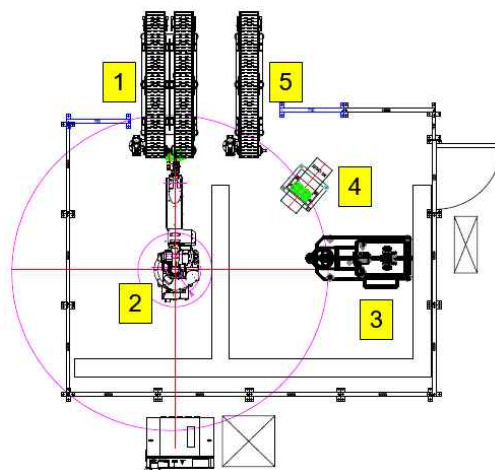
(1) 로봇 1대 운영 공정설계안

- 로봇자동화 시스템 구성

- ① 피용접부품 로딩장치
- ② 다관절로봇 1대
- ③ 그리퍼
- ④ 자동용접기
- ⑤ 용접검사장치
- ⑥ 용접부품 언로딩장치
- ⑦ 제어반

- 공정순서

- ① 로딩장치에 의해 피용접부품이 로딩됨
- ② 로딩장치 위의 피용접부품을 다관절로봇이 픽킹 후 자동용접기에 투입
- ③ 자동용접기에 의해 피용접부품 용접
- ④ 다관절로봇이 용접된 부품을 검사장치로 이동하여 검사진행
- ⑤ 검사완료 된 용접부품을 다관절로봇이 언로딩 장치에 놓음



[ 로봇 1기를 이용한 공정설계도 ]

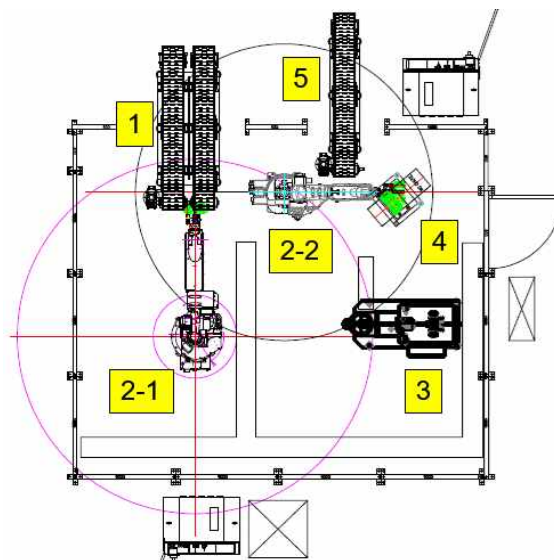
## (2) 로봇 2대 운영 공정설계안

### - 로봇자동화 시스템 구성

- ① 피용접부품 로딩장치
- ② 다관절로봇 2대
- ③ 그리퍼
- ④ 자동용접기
- ⑤ 용접검사장치
- ⑥ 용접부품 언로딩장치
- ⑦ 제어반

### - 공정순서

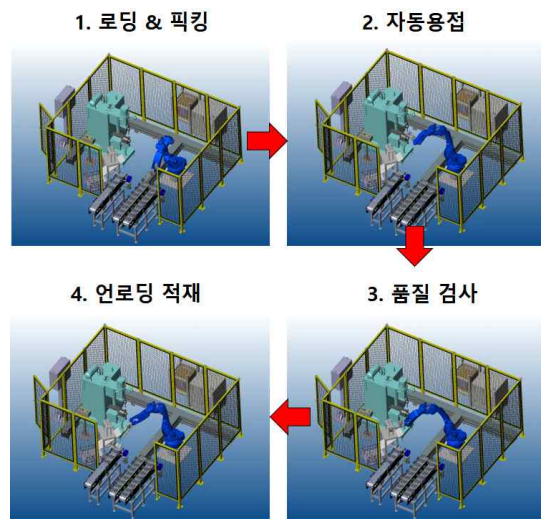
- ① 로딩장치에 의해 피용접부품이 로딩됨
- ② 로딩장치 위의 피용접부품을 다관절로봇1이 픽킹 후 자동용접기에 투입
- ③ 자동용접기에 의해 피용접부품 용접, 다관절로봇1은 용접된 부품을 자동용접기에 놓고 다른 피용접부품을 픽킹하기 위하여 로딩장치로 이동
- ④ 다관절로봇2가 용접된 부품을 픽킹하여 검사장치로 이동하여 검사진행
- ⑤ 검사완료 된 용접부품을 다관절로봇2가 언로딩 장치에 놓음



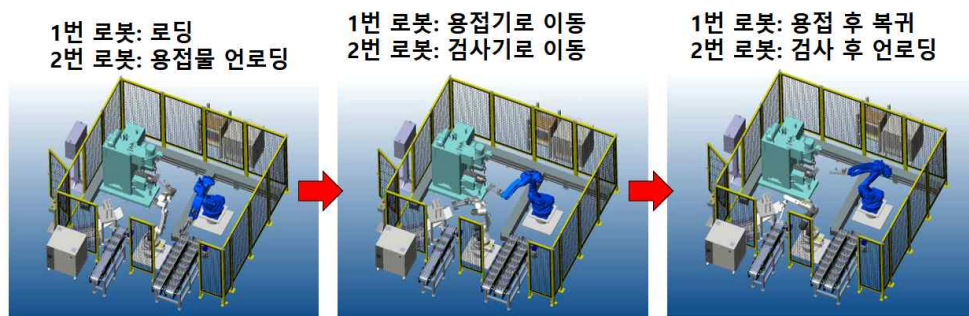
[ 로봇 2기를 이용한 공정설계도 ]

#### 다. 로봇활용 표준모델 운영시나리오

- 표준모델 공정 설계에 따른 운영시나리오 시뮬레이션을 위해 로봇 1기 및 2기를 이용한 공정 운영안을 DMWorks S/W를 이용하여 검증
- 로봇 1기 사용 시 운영 시나리오: 로딩, 용접, 검사, 언로딩 모든 공정에서 로봇이 계속 그리퍼를 이용하여 이동
- 로봇 2기 사용 시 운영 시나리오: 1기의 로봇은 로딩 및 용접 부분을 담당하고 나머지 1기는 검사 및 적재를 분할하여 담당함으로써 용접기 및 검사기의 가동률이 높아져 결론적으로 생산성이 보다 향상되는 효과 발생



[로봇 1기 운영 용접자동화 시뮬레이션]



[로봇 2기 운영 용접자동화 시뮬레이션]



제조로봇 활용 공정모델 실증기준_금속/자동차 부품 저항용접 공정					
산업 분야	뿌리 (금속/플라스틱)	대상업종 (산업분류코드)	자동차 차체용 신품 부품 (C30320)	적용공정	저항용접 공정
공정 소개	공정의 핵심성	○ 수작업 저항용접공정은 작업자 피로도 누적공정으로 이로 인한 용접불량률이 높은 공정임 ○ 저항용접공정은 고위험 공정으로 작업자 안전사고, 근골격계 질환이 다수 발생함. 저항용접공정에 로봇도입을 통해 작업자 안전사고를 예방할 수 있음			
	구분	Before		After	
	레이아웃	<div>- 레이아웃 </div>		<div>- 레이아웃, 설계도(2D) </div>	
	작업순서	- 피용접물 부품로딩 → 저항용접 → 언로딩 및 적재		- 피용접물 로딩(로봇) → 저항용접 → 언로딩(로봇) → 검사/적재	
	필요성/효과	<div>- 도입필요성 · 수작업시 저항용접 품질 불량 다수 발생 · 단순 반복작업에 기인한 작업자 피로도 누적 공정 · 비주기적이며 검사정확성이 낮은 용접검사 공정</div>		<div>- 도입 기대 효과 · 용접품질 향상 · 용접불량률 감소 · 검사정확성 향상 · 생산비 절감 · 생산성 향상 · 작업자 근골격계질환 예방</div>	
	동영상	- 현장작업 동영상		- 공정시뮬레이션 및 현장 적용 동영상	
적용로봇 사양		로봇 종류	산업용로봇	산업용로봇	산업용로봇
		가반 하중	~12kg	50kg	165kg
		작업 반경	~1,960mm	2,050mm	2,666mm
		투입 대수	1대	1대	1대
주변 설비 사양		그리퍼	50kg 이하 (작업물 무게 포함)		
		로딩장치	CHAIN, BELT & FEEDING 장치를 활용한 제품 이송. STOPPER 또는 ESCAPER 장치를 활용한 제품 로딩 위치결정.		
		언로딩장치	CHAIN, BELT & FEEDING 장치를 활용한 제품 이송. STOPPER 또는 ESCAPER 장치를 활용한 제품 언로딩 위치결정.		
		제어기	Digital 접점신호 제어용 유선 PLC 가압력 확인을 위한 시스템 구축.(공압, 가압력등)		
		용접전원 시스템	입력전원 440V(±10%, 50/60 Hz, 3상), Frequency 1 kHz, 출력전압 9V 이상, 출력전류 20kA Max.(사용률 100% 시 10kA), 출력용량 301kVA Max.(사용률 20%)		
		제품 피딩장치	용접 대상물의 생산량을 고려한 수량 확보. 정렬/누락/뒤집힘 자동 정렬 기능 및 제품 유무 감지 정위치 공급을 위한 STOPPER 또는 ESCAPER 장치를 활용한 제품 위치 확보		
		프로젝션 용접건	가압력 600kgf 이상		
로봇도입 핵심 고려사항		· 다부품 대응 그리퍼 개발 · 적정 입열의 용접조건 설정			
소요예산		· 총사업비 170백만원 내외(정부출연금 85백만원 이내)			
작성처		남경태수석연구원 한국생산기술연구원 ☎ 031-8040-6362			



---

금속/자동차 부품 제조\_머신텐딩 공정

**[표준공정모델 매뉴얼]**

---

2020. 3

한국생산기술연구원

# 1 개요

## 1. 매뉴얼 개요

### 1) 머신텐딩 공정 소개

머신텐딩 (Machine tending)은 정밀가공용 공작기계(CNC, MCT)에 가공물을 로딩-언로딩 하는 단순 반복적인 공정

- 정밀가공: 높은 정밀도와 정결도를 요하는 기계 부품을 가공하는 장비로 넓은 의미로는 대략 0.1~1 $\mu$ m 정도까지의 치수 정밀도를 실현하는 가공법 전반을 가리키며 그 이하 0.001~ 0.1 $\mu$ m의 치수 정밀도를 실현하는 가공법은 초정밀가공이라고 함. 실제로는 치수 정밀도 뿐 아니라 표면 거칠기등 표면 성상의 정밀도를 실현하는 가공법도 정밀가공에 포함

- 머시닝센터(MCT): 자동으로 공구를 바꾸어가며 형상을 만들어내는 기계. 다양한 공구를 머시닝센터에 장착해 놓고 기계 언어로 된 것을 기계에 입력하면 기계가 여러 가지 공구를 바꾸어 가며 형상을 만듦. 머시닝센터의 대표적인 특징은 기계 스스로 공구를 여러 가지로 바꿀 수 있는 자동공구교환장치(ATC)가 있다는 것으로, 구멍뚫기, 속파기, 나사치기, 면깎기 등 다양 한 종류의 가공을 머시닝센터(MCT) 기계 한 대로 할 수 있음

- CNC선반: 머시닝센터와 동일하게 프로그래밍 된 언어를 기계에 입력하면, 기계가 자동으로 수치를 읽어내어 가공형상을 만듦. 머시닝센터처럼 ATC(자동공구교환장치)를 가진 선반도 있고, ATC가 없는 선반도 있음. 다만 CNC선반은, 소재(공작물)이 스스로 움직이면서 가공하므로 둥근 원통형의 부품을 가공할 때 주로 사용됨

- 가공산업: 정밀가공은 CNC(Computer Numerical Control) 밀링, 연마기, 각종 검사 설비들로 구성된 설비 지향형의 산업. 정밀가공은 생산하고자하는 부품에 따라서 가공 설비를 중심으로 공정별로 다양한 전용 설비들을 운영하여 가공하고 있으며 가공 설비의 수준에 따라 생산성 및 품질 이 좌우되는 산업임. 가공 산업은 전후방 산업을 연계시키는 중요한 가교 역할을 하고 있으며 가공 산업의 가치사슬 분석결과 국내 가공기술개발에 대한 인력 및 인프라 구축이 미흡한 상태임. 우리나라 중소기계업체는 제조업 대비 35.8%인 3만 7,875개사이며 상시 종업원수 300인 이상은 0.2%인 205개사에 불과하여 대부분의 기계 간 업체 규모는 대부분 영세하고 기술력 또한 부족한 실정임

## 2) 머신편딩 공정 대상

### 공정 프로세스



#### CAD & NESTING

##### CAD

Computer Aided Design, 컴퓨터를 이용해 그림을 그리고(Draw), 편집(Editing) 하는 설계 공정입니다.

##### NESTING

CAD로 그린 형상을 정해져 있는 철판에 생산성과 수율을 고려해서 가장 적합하게 배열하는 공정입니다.

#### 절단 / 개선

##### 가스절단

두꺼운 강판의 절단이 가능한 절단 방법입니다.

##### 플라즈마절단

절단면의 품질이 떨어지는 가스 절단의 단점을 보완, 개선과 절단을 동시에 수행하는 절단 방법입니다.

##### 레이저절단

두께 1.0T ~ 22.0T의 중후판 대형 제품을 절단하는 방법입니다.

#### 기계가공

- 정밀도를 요하는 제품이나 제품의 세밀한 형상을 얻기 위한 드릴, 밀링, 태핑 공정입니다.

#### 용접

2개 이상의 부재를 용가재 사용, 또는 부재끼리 상호 접합시키는 공정입니다.

#### 도장

도료를 표면에 도포, 제품의 표면을 마감하는 작업으로 고객이 요구하는 품질과 내구성, 상품성을 최종 완료하는 공정입니다.


## 2

## 표준공정모델

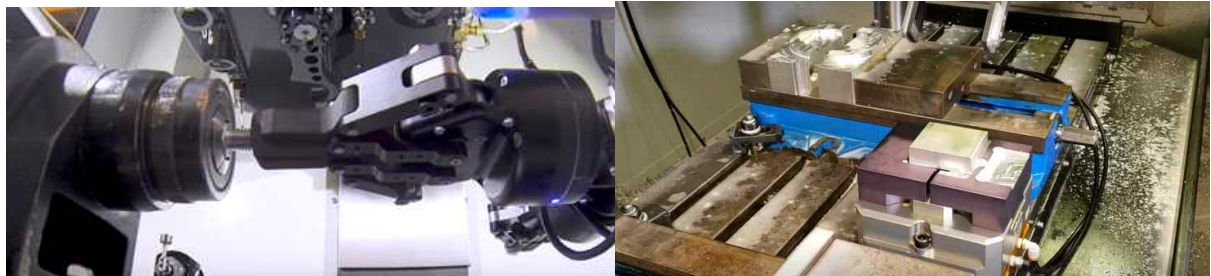
### 1. 머신텐딩공정 표준모델

#### 1) 공정설계도

- 가공설비종류

<p>FOCAS2</p>  <p>FANUC</p>	<p>OPC</p>  <p>SIEMENS</p>	<p>LSV2Tool</p>  <p>HEIDENHAIN</p>	<p>MTConnect</p>  <p>OKUMA</p>
<p>MTConnect</p>  <p>MAZAK</p>	<p>B-Variable</p>  <p>BROTHER</p>	<p>MDC</p>  <p>HAAS</p>	

- 가공설비 구성품
  - 척 및 바이스



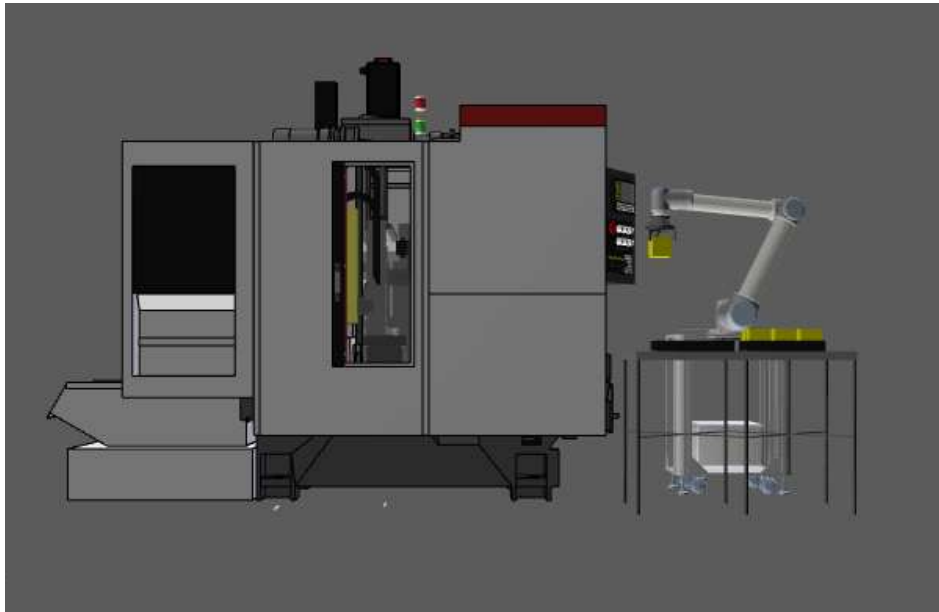
- 문 여닫이 장치



- 시작 버튼



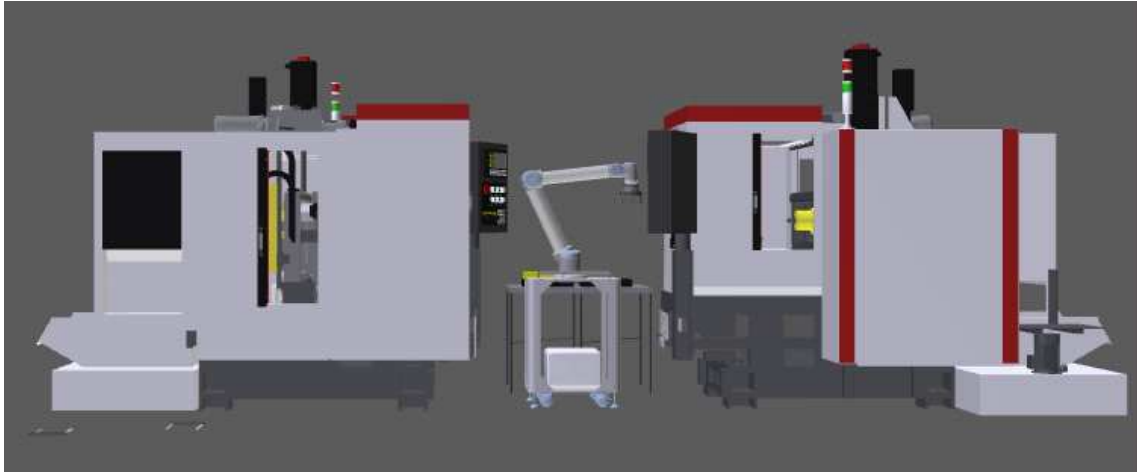
- 공정배치도
  - 공정설계도: 1:1 머신텐딩(이동형 테이블)



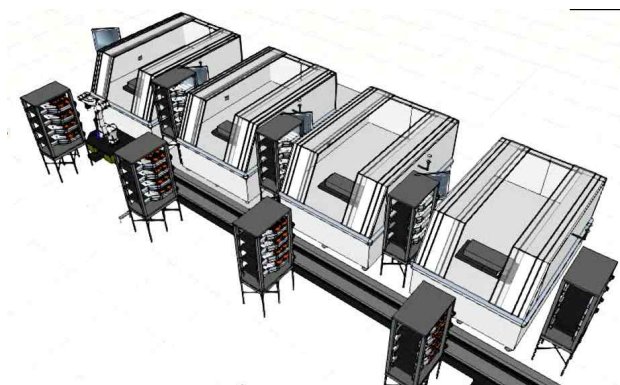
- 공정설계: 1:2 머신텐딩(컨베이어 공급장치)



- 공정설계: 1:2 머신텐딩(이동형 테이블)

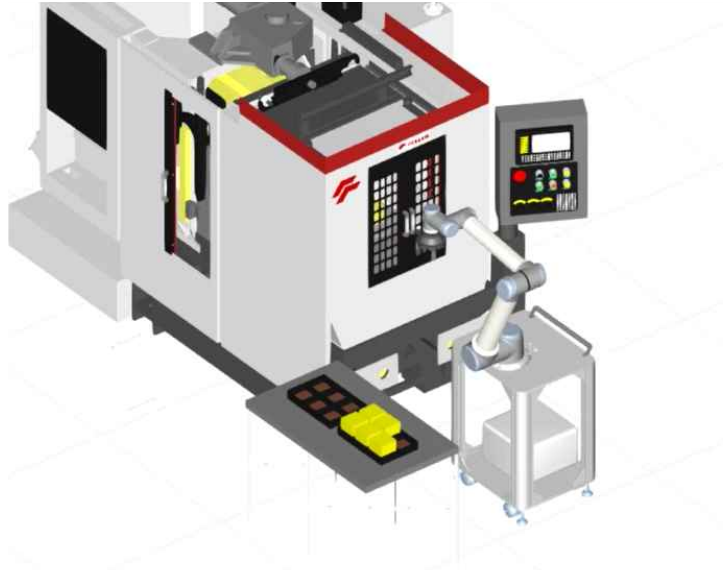


- 공정설계 1:N 머신텐딩(리니어 모션)



## 2) 시뮬레이션

- 로봇 자동화 공정 Simulation
  - 제조업의 공장 생산라인에서 작업자와 로봇의 움직임을 시뮬레이션
  - 생산준비단계에서 가상의 생산라인을 설정하고 작업자 및 로봇에게 효율적인 움직임이나 자세, 생산라인의 흐름에 따른 최적의 인원 및 로봇배치 및 작업에 필요한 시간 등을 시뮬레이션
  - 가상의 양산시작을 실시함으로써, 목표로 하는 라인 구성을 정량적인 평가치를 기준으로 튜닝해 갈 수 있는 최적 설계
  - 작업 순서와 레이아웃을 정의·입력하는 것으로 가상 라인상에서 생산 활동을 실시해, 생산 능력, 작업성 등의 평가를 실시



로봇 1대 머신 1대



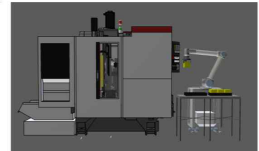
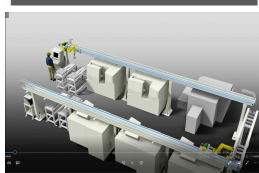


로봇1대에 머신 2대, 트레이 공급장치



로봇1대에 머신 2대, 컨베이어 공급장치



제조로봇 활용 공정모델 실증기준_금속/자동차 부품 머신텐딩 공정					
산업 분야	뿌리 (금속/플라 스틱)	대상업종 (산업분류코드)	절삭 가공 및 유사 처리업 (C25924)		머신텐딩 공정
공정 소개	공정의 핵심성	○ 공작기계* (CNC, MCT)와 연동하여 가공물을 로딩-언로딩 하는 단순 반복적인 공정 ○ 작업자의 단순 반복 작업으로 인한 시력의 저하 및 반복된 중량물의 취급으로 피로도가 가중되어, 안전사고의 위험에 노출됨. ○ 다양한 가공품을 여러 개를 핸들링하기 위한 복합 그리퍼와 공작기계와 연동을 위한 전기적/기계적 인터페이스 규격을 통일성이 필요함			
	구분	Before		After	
	레이아웃	 		 	
	작업순서	소재 공급 → 공작기계 소재 로딩 & 언로딩 → 세척→ 검사 → 포장		소재 공급 → 공작기계연동 소재 로딩 & 언로딩(로봇) → 세척→ 검사 → 포장	
	필요성/효과	- 도입 필요성 단순반복 작업 피로도 가중에 따른 제품의 불량률 증가 수작업에 따른 품질이 일정하지 못함 가공기의 안전사고 노출		- 도입 기대 효과 제품 불량률 저하로 생산성 향상 균일한 품질 보장 작업자의 안전사고로 직무기피해소	
	동영상	- 현장작업 동영상		- 공정시뮬레이션 및 현장 적용 동영상	
적용로봇 사양		로봇 종류	협동로봇	산업용 로봇	산업용 로봇
		가반 하중	7kg	5~7kg	220kg
		작업 반경	800mm	660~930mm	2666mm
		투입 대수	1대	2대	1대 or 2대
		기타	- 7축의 부가축 필요		
주변 설비 사양		그리퍼	작업물 5kg 이하, 그리퍼 1.5kg, 총 무게 6.5kg이하	최대 4개 핸들링 가능한 다중 그리퍼 구조, 총무게 140Kg	
		SW	설비별 품목별 티칭경로 DB화 및 사용자 화면, CC-Link 통신, 설비인터락용 산업용 표준통신, 이.적재 Program		
		적용 제어기	비전, PLC(유선/무선), MES 연결용 PC, 임베디드제어기,		
		물류기계	Pallet 셔틀 System, 프로파일 로봇레일, 로봇이송용 AGV		
		적용센서	유무 감지 센서, 혼류방지 센서		
		정렬장치	소재 정렬 트레이, 이송중 제품(Warm Shaft)의 재정리 장치		
		공급장치	야간작업시 공급장치, Pallet 셔틀 System		
		취출장치	Pallet 셔틀 System		
로봇도입 핵심 고려사항		· 로봇의 가반하중을 고려한 경량화 설계 · 로봇 이송시 흔들림 없는 프로파일 레일 설계 · Pallet 셔틀 이송시 제품의 회전 및 쓰러짐 없는 설계 · 혼류 투입 방지를 위한 설계 · 로봇의 이동시 통신장비 설치의 간편성 · 설비별 품종별 로딩/언로딩 방법의 DB화 · 설치후 티칭 정밀도를 보장할 수 있는 비전을 이용한 자동 세팅			
소요예산		· 총사업비 250백만원 내외(정부출연금 125백만원 이내)			
작성처		남경태수석연구원 한국생산기술연구원 ☎ 031-8040-6362			