

---

금속/자동차 부품\_2D 비전 기반 머신텐딩 정밀가공 공정  
**[표준공정모델 매뉴얼]**

---

2021. 12

한국생산기술연구원

# 1 2D 비전 기반 머신텐딩 정밀가공 공정 개요

## 1-1. 주요 이론 및 분류

다축 다관절 로봇 기반의 머신텐딩 공정에 2D 비전을 활용해 투입 소재 자동 선정 및 공급과 정밀가공 후 측정검사에서 나온 결과를 기반으로 수정가공을 진행하는 공정이며, 정밀가공 후 완성된 제품을 프로브 측정기, 머신 VISION, Equator 등을 이용해 측정검사가 진행된다.

### [1] 2D 비전 활용 자동화 개요

#### (가) 로보비전(Robovision)

로보비전은 로봇에 비전 카메라를 연동하여 정렬 장치의 규격 또는 소재의 위치를 파악하여 로봇이 로딩-언로딩을 하기 위한 사전 정보를 자동으로 수집 및 분석하여 투입 공정을 자동화하는 솔루션이다.



<로보비전>

### [2] 측정검사 자동화 개요

#### (가) 프로브(Probe)

프로브는 가공 전 소재 검증과 가공 후 기상측정에 사용되는 측정기로 프로빙이라고도 하며, 공작 기계의 효율, 품질, 기능 및 정확도를 극대화할 수 있는 널리 인정 받은 측정 방법이다. 프로브 사용성을 높이기 위해 3D 품질측정 자동화 솔루션들이 제공되기도 하며, 일반적으로 공정 전 세팅부터 공정 후 기상측정까지의 모든 단계에 적용할 수 있다.



〈Probe 기상측정〉

#### (나) Equator

이큐에이터는 3차원 측정기와 전용 게이지의 단점을 보완하고 장점만 모아서 만들어진 현장용 비교 측정기이다. 양산 제품 중 한 개를 선택하여 마스터 파트로 지정할 수 있으며, 지정 방법은 3차원 측정기와 이큐에이터 캘리브레이션(보정) 작업을 통해 가능하다. 이렇게 지정된 마스터 파트와 가공품을 비교 측정하여 공차범위 안에 들어가는지 판정하는 방식으로 불량 유무를 판별할 수 있으며, 일일이 CMM 3차원 측정기로 측정하는 수고를 덜게 되었다. 또한, 마스터링을 통해 현장 측정 시의 다양한 환경변수(현장 온도 변화, 공구 마모, 불량 가공)를 보완하는 기능이 있으며, 다양한 크기의 공작물을 측정할 수 있다. 3차원 측정기에서 프로그래밍하는 것처럼 프로그램 조작으로 다양한 제품 측정이 가능하여 제품 모델이 변경되어 쉽고 빠르게 측정 대응을 할 수 있다. 이에 측정실의 업무 부담을 경감시킴과 동시에 품질 관리를 효율화할 수 있다.



〈Equator 측정기〉(다) 머신 VISION

머신 비전 시스템은 특수 광학 장치를 사용하여 산업용 카메라 내부에서 보호

되는 디지털 센서를 사용하여 이미지를 수집한다. 컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어가 제품의 다양한 품질 특성을 평가하기 위해 디지털 이미지 정보를 처리하고 분석하는 기능을 제공하고 있다.



〈VISION 측정기〉

## 1-2. 수정가공

수정가공(재가공이라고도 함)의 경우 측정 이후 불량품으로 결정이 났으나 수정가공의 여지가 남아있을 경우 진행되는 공정 과정이다. 제품을 검사한 후 수정가공의 여지가 남아있는 부분을 프로브나 머신 Vision 등을 이용하여 측정한 후 수정가공에 필요한 데이터를 가공 설비로 전송해 수정가공이 이루어진다.

### [1] 가공의 분류

#### (가) 양산

양산품 생산의 머신텐딩의 경우 로봇 한 대로 여러 대의 가공 설비를 대응하는 것이 적합하다. 가공 설비와 로봇의 1:1 비율로 매칭 하는 일도 있지만, 양산품의 경우 그리퍼 한 개로 소재를 로딩/언로딩이 가능하게 제작해서 로봇 한 대에 다수의 설비를 이용한다. 측정기도 마찬가지로 전용 측정기를 사용하여 같은 곳의 치수만 반복 측정을 하면 되므로 일반적으로 로봇 한 대에 다수의 설비, 전용 측정기를 사용한다.

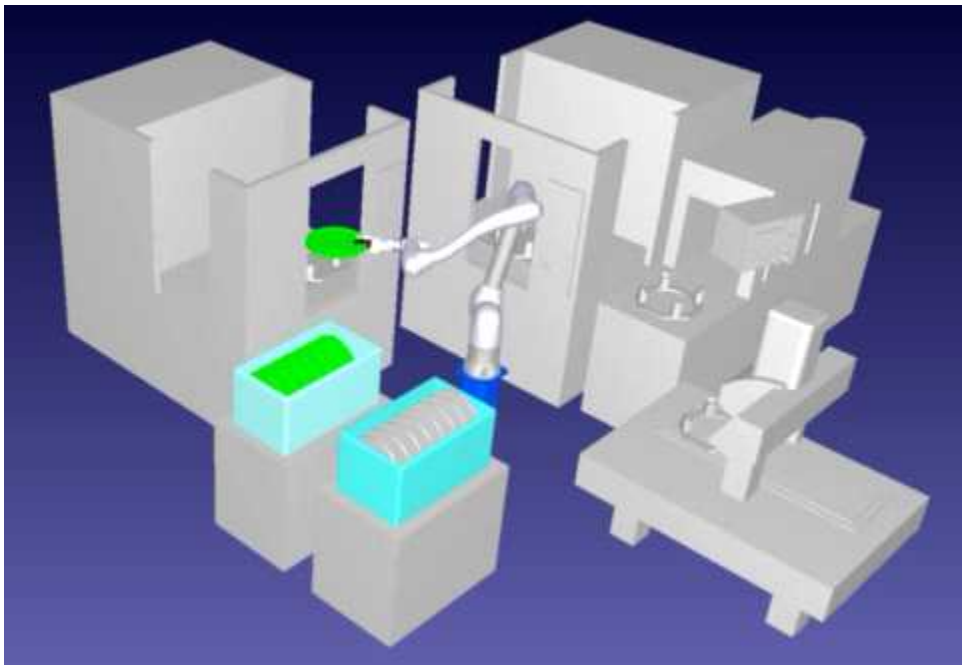
#### (나) 다품종 소량

다품종 소량 생산의 경우 설비 한 대에서 다품종을 생산하는 경우를 뜻하며 설비

에서 한 품종당 한 개에서 열 개, 스무 개 정도를 생산한다. 이럴 경우 매번 로봇의 티칭이 변경되어야 하는 불편함이 있는데, 이를 제로포인트 시스템과 팔레타이징을 이용해 항상 같은 곳을 체결하도록 하고, 제로포인트 기준의 로딩/언로딩으로 다품종 소량 생산을 가능하게 한다. 이럴 때 필요한 것이 프로브의 검증 또는 비전의 검증이다. 여러 가지 품종을 작업하다 보면 세팅하는 과정에서 작업자 기인성 오류가 나타날 수 있는데 이를 방지하기 위해 가공 전 소재의 검증을 진행한다.

### 1-3. 로봇 자동화 주요 사항

대부분의 협동 로봇 제조사들은 가반 중량 5~25kg 내외인 협동 로봇을 생산하고 있다. 가반 중량은 6축 다관절 로봇의 끝단에 부착할 수 있는 하중을 의미한다. 이런 협동 로봇은 로봇 제어기에 그리퍼와의 신호 입출력을 위한 인터페이스를 제공하고 있으며, 기본적으로 그리퍼의 온/오프 기능은 물론 전동 그리퍼를 사용하게 되면 벌어지는 양과 오프라지는 양을 제어할 수 있도록 하고 있다.



<머신텐딩 3D 시뮬레이션>

위 그림은 협동 로봇을 로봇 베이스라는 장치 위에 거치하는 형태를 보여준다. 로봇 베이스를 이용해 로봇을 고정 거치하여 정밀한 작업을 수행할 수 있게 하며 협동 로봇의 작업반경을 최대한 활용하여 로봇 한 대로 복수의 설비를 대응하는 자동화 공정을 말한다.

## 2 로봇활용 표준공정모델

### 2-2. 로봇 활용 표준공정모델

#### □ 표준공정모델 개요

##### (1) 2D 비전 기반 머신텐딩 정밀가공 공정 모델



[ 협동 로봇 2D 비전 기반 머신텐딩 정밀가공 후 검사 공정 흐름도 ]

#### □ 시스템 구성

##### (1) 2D 비전 기반 머신텐딩 정밀가공 후 검사 모델

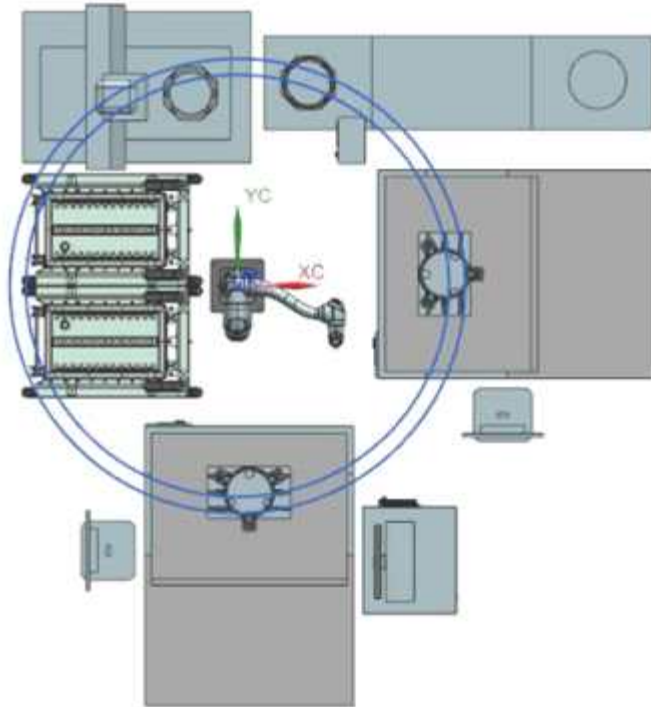
[표준공정모델 시스템 구성안]

H/W	사 양	필요 기능
6 관절 협동 로봇	- 타입: 다관절 협동 - 축 자유도: 6-axis - 가반하중: 5~25kg - 반복정밀도: $\pm 0.1\text{mm}$ - 작업반경: 900~1700mm	- 작업반경 내에서의 반복정밀도 유지 - 사람과 같은 공간에서 작업 가능 - 프로그램의 간단한 변경으로 작업 변경 용이 - 로봇 시스템에 대한 견고한 고정과 구조물의 진동을 최소화 설계 필요
6 관절 산업용 로봇	- 타입: 다관절 산업용 - 축 자유도: 6-axis - 가반하중: 10~600kg - 반복정밀도: $\pm 0.05\text{mm}$	- 작업반경 내에서의 반복정밀도 유지 - 로봇 시스템에 대한 견고한 고정과 구조물의 진동을 최소화 설계 필요 - 로봇 좌표 경로와 기타 구조물 간의 복잡한 간섭은 회피하여 시스템 매칭

## □ 공정 설계도

## (1) 2D 비전 기반 머신텐딩 정밀가공 공정 모델


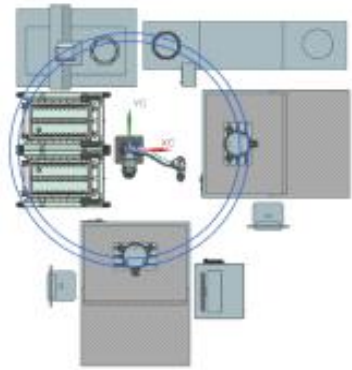
## ○ 공정설계안



소재 적재 -> 2D 비전 활용 소재 검사 및 인지 -> 세척 -> 가공 설비 소재 세팅 -> 가공  
-> 세척 -> 가공 후 검사 -> OK 제품 적재 및 NG 제품 수정가공

- ① 소재 적재
- ② 2D 비전 활용 소재 검사 및 인지
- ③ 세척
- ④ 가공 설비 소재 세팅
- ⑤ 가공
- ⑥ 세척
- ⑦ 가공 후 검사
- ⑧ OK 제품 적재 / NG 제품 수정가공

## 2-3. 표준공정모델 실증기준

제조로봇 활용 공정모델 실증기준[금속/자동차 부품_2D 비전 기반 머신텐딩 정밀가공 공정]					
산업 분야	뿌리 (금속/플라스틱)	대상업종 (산업분류코드)	그 외 기타 금속 가공업 (C25929)	적용공정	2D 비전 기반 머신텐딩 정밀가공 공정
공정 소개	공정 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>2D 비전 기반 머신텐딩 정밀가공 공정은 기존의 사람에 의존한 로딩/엔로딩 반복 공정을 6관절 산업용 로봇 및 협동 로봇에 2D 비전 시스템을 부착하여 평면상에 무작위로 적재되어 있는 제품을 스캔하고 로딩하는 공정으로 작업 인력을 대체해 생산성증가, 비용절감, 안전 위험성 감소 등을 실현하고자 함</li> </ul>			
	핵심(부) 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>2D 비전의 소재 스캔</li> <li>로봇에 의한 로딩/엔로딩</li> </ul>			
	핵심 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>6관절 로봇, 그리퍼, 지그장치</li> <li>비전 시스템, 소재 적재 팔레트</li> <li>품목별 DB화 및 사용자 화면, LAN통신, 설비인터락용 산업용 표준 통신</li> </ul>			
	핵심 성능	<ul style="list-style-type: none"> <li>2D 비전 활용 협동 로봇으로 소재 세팅 및 인식 자동화</li> <li>로딩/엔로딩/측정 공정에 로봇도입 및 가공 직후 검사(측정) 기능</li> <li>공작 기계(TC/MCT) 머신텐딩 공정과 연계된 측정 데이터 기반의 수정(Correction) 가공 공정</li> </ul>			
	필요성/효과	<p>[필요성]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>공작물 세팅에 많은 시간 소요</li> <li>3D업종의 인력난에 주 52시간 근무로 생산성 감소</li> </ul>		<p>[도입효과]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>작업자 보호</li> <li>생산성 향상</li> <li>불량률 감소</li> <li>작업자 보호</li> <li>작업자 보호</li> <li>품질 향상</li> </ul>	
	구분	Before		After	
	레이아웃				
	작업순서	소재 공급(작업자) → 설비투입 후 세팅(작업자) → MCT 홀 면취 가공 → 세척(작업자) → 검사(작업자) → 적재(작업자)		소재공급(작업자) → 소재판별/선정(비전) → 세척기(로봇) → 설비(로봇) → Probe, VISION 세팅 → 가공 → 세척기(로봇) → 비전검사기(로봇) → 적재(로봇)	



적용로봇 사양	로봇 종류	산업용로봇	협동용로봇
	가반 하중	~50kg	~25kg
	작업 반경	~2,100mm	~1700mm
	투입 대수	1대	1대
	로봇 단가	약 30,000천원	약 45,000천원
	비고	적용환경에 따라 산업용 로봇 및 협동로봇 선택적 적용	
주변 설비 사양	적용 제어기	■비전, PLC(유선/무선), MES 연결용 PC, 임베디드제어기	
	그리퍼	■작업물 5kg 이하, 그리퍼 가반하중 15kg, 그리퍼 무게 2kg 이하	
	적용센서	■유무 감지 센서, 혼류방지 센서	
	공급장치	■소재 적재 워터렉	
	측정장치	■Probe, VISION	
	세척장치	■전용 세척기	
	S/W, I/F	■설비별 품목별 티칭경로 DB화 및 사용자 화면, LAN 통신, 설비인터락용 산업용 표준통신, 이·적재 Program	
	안전 설비	■경광등 및 비상정지 스위치	
로봇도입 핵심 고려사항	■ 6 관절 협동 로봇의 정확한 포인트(±0.05 이내) 제어 가능해야 함 ■ 로봇 좌표와 적용 센서 간의 통신 및 시스템 매칭 필요 ■ PLC와 PC, 로봇, 센서 간의 동기화 및 제어 필수		
소요예산	■ 총사업비 250백만원 내외(정부 출연금 125백만원 이내)		
작성처	☎031-8040-6169 (한국생산기술연구원 이동윤 수석연구원)		

---

**[뿌리] 기타 특수 목적용 기계 제조업\_**  
**가공\_아크용접 품질 검사 공정**  
**[표준공정모델 매뉴얼]**

---

2021. 12

**한국생산기술연구원**

---

# 1 아크 용접품질 검사 개요

## 1-1. 목적

- 용접구조물의 품질을 확인하는 품질 검사 공정은 용접물의 건전성을 대변하는 매우 중요한 공정임. 용접 품질검사 공정은 작업자의 육안에 의존하고 있는 상태이며, 작업자의 감성적 요인이 가미되어 정략적 평가에 어려움이 있음
- 본 과제에서 로봇 기반 아크 용접품질 검사 공정 매뉴얼은 작업자에 의한 감성적 요인을 배제하고, 용접 품질의 일정한 관리를 위해 로봇을 도입하여 자동화를 하는데 목적이 있음

## 1-2. 공정소개

### □ 아크용접 품질 검사 개요

- 용접구조물의 제작과 관련하여 제품의 품질을 유지하기 위해서 이루어지는 행위로 여러 단계의 시험 및 검사가 행해지고 있음. 시험은 소재 또는 제품에 대해 그 품질을 조사하는 것을 말하며, 검사는 시험의 결과를 사양서 등에서 정해진 판정기준을 비교하여 합격 또는 불합격 판정을 하는 것
- 용접은 고온에서 용융, 응고현상을 수반하기 때문에 다른 제작 공정과는 달라 용접부의 건전성 및 신뢰성을 확보가 필요
- 이에 시험체를 파괴하여 조사하는 파괴검사와 용접 시공 시에 용접 결함 등을 비파괴적으로 조사하는 비파괴 검사가 있음
- 비파괴 검사 방법으로 확인할 수 있는 것은 결함 유무와 이를 근거로 한 결함의 등급 판정 정도이며, 그 외의 기계적, 물리적 특성이나 성능 확인은 아직 미흡함
- 하지만, 완성된 용접구조물에 대하여 파괴 검사를 모두 수행할 수 없어 용접 부품을 제작하는 업체 및 고객사에서는 용접 등급을 규정하여 비파괴 검사를 수행 중임
- 용접 비파괴 검사의 종류로는 방사선투과검사(RT), 초음파탐상검사(UT), 침투탐상검사(PT) 등 다양한 비파괴 검사법이 있지만 고가의 장비가 필요하고, 검사 시 많은 시간 소요 및 전문 인력이 필요함
- 용접 비파괴 검사 중 하나인 외관 검사(VT)는 인간의 시각에 의한 검사로 시험체 표면에 나타나는 결함 및 크기에 대하여 육안으로 관찰하는 방법으로

가장 널리 사용되는 기본적이고 매우 중요한 검사 법 중 하나임. 자동차, 중공업, 조선 등에서 외관 검사는 모두 시행되고 있으며, 인간의 육안에 의하기 때문에 정량적으로 판단하기 용이하지 않다는 단점이 있음

- 아크 용접품질 검사에서는 외관 검사(VT)를 인간의 육안에 의한 감성적 인 검사가 아닌 정량적 검사가 필요함

## □ 아크용접 품질 검사 공정 정의

- 로봇 기반 아크 용접품질 검사 공정이란, 기존의 사람에 의존한 비파괴 검사 공정을 6축 산업용 로봇 및 협동 로봇에 비파괴 검사 장치를 부착하여 검사하는 공정을 의미함
- 본 매뉴얼에서는 로봇 기반 아크 용접품질 검사 공정은 용접 현장에서 가장 널리 사용되고 있는 육안에 의존한 외관 검사(VT)를 대체하기 위하여 레이저 비전 센서를 로봇에 부착하여 정량적 외관 검사를 수행하였음

## 1-3. 적용대상

### □ 로봇기반 아크 용접품질 검사 공정 모델

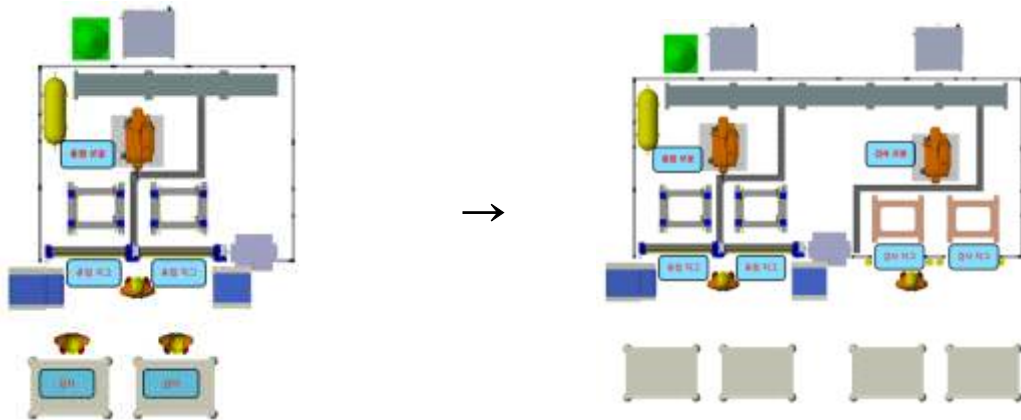
- 로봇 기반 용접/검사 공정 모델
  - 용접용 로봇 1기와 품질 검사용 로봇 1기, 총 2기의 로봇으로 용접과 품질 검사를 수행하는 유형
  - 생산 시간이 빠른 용접 구조물에서 로봇 1기로 용접과 품질 검사가 불가능한 제품군으로 로봇 1기로 용접을 수행하고, 제품을 이동시켜 다른 1기의 로봇으로 용접 품질을 검사하는 형태 (자동차 및 소조립 부품)
  - 용접 구조물의 크기가 큰 제품에서는 1기의 로봇으로 용접을 수행하고 또 다른 로봇이 용접 로봇을 따라 용접품질을 검사하는 형태 (일반기계, 중장비, 조선업등, 대조립 부품)

## 2 로봇활용 표준공정모델

### 2-2. 로봇 활용 표준공정모델

#### □ 표준공정모델 개요

구분	단품취출	지그안착	아크 용접	완제품 취출	누락/용접 검사	파렛트 적입
As-Is	수동	수동	수동	수동	수동	수동
To-Be	수동	수동	로봇	수동	로봇	수동



[ 아크 용접품질 검사 표준모델 도입 솔루션 ]

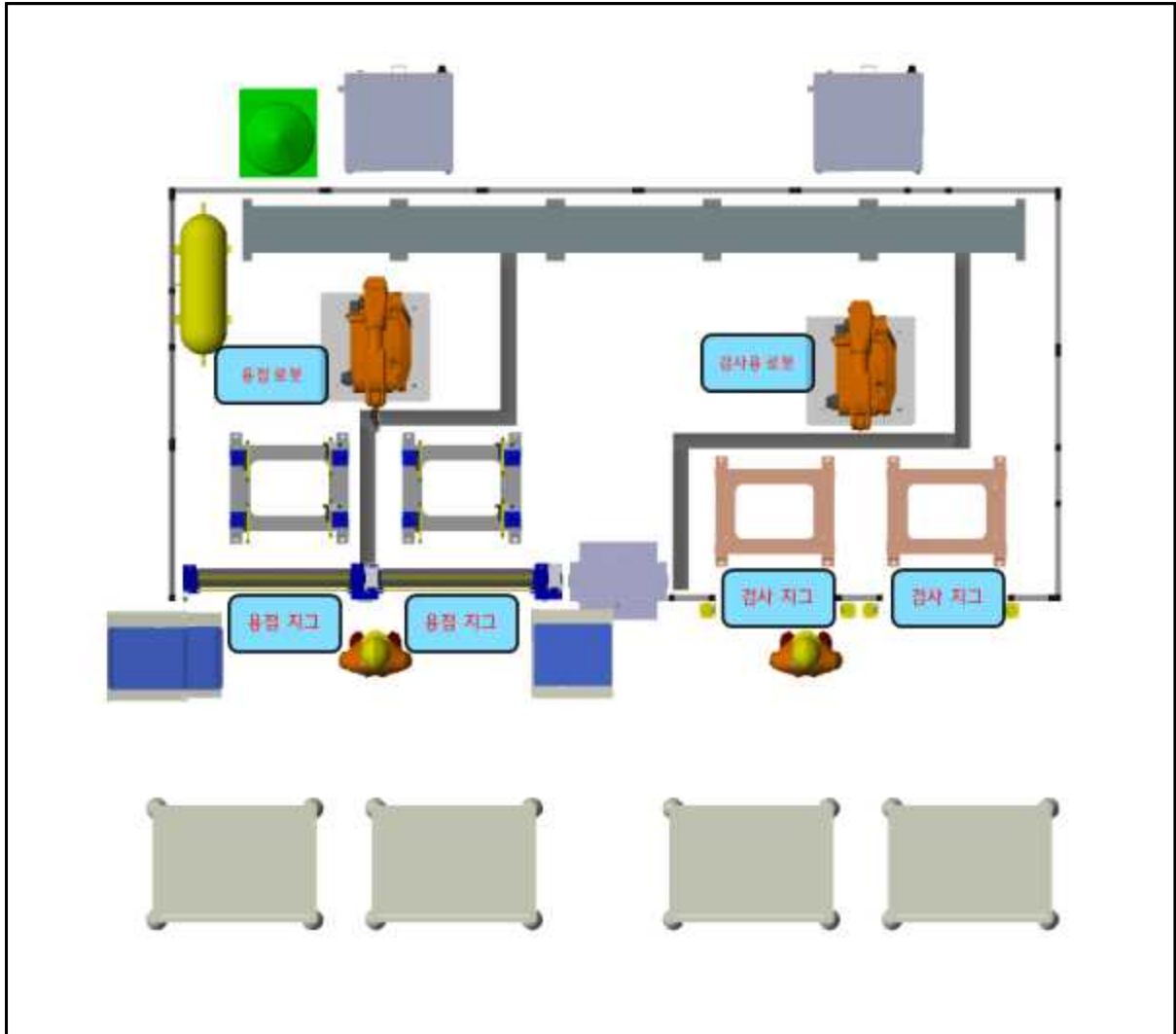
#### □ 시스템 구성

##### ○ 시스템 구성 요약

H/W	사 양	필요 기능
로봇	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 산업용 및 협동 로봇</li> <li>- 타입: 수직 다관절</li> <li>- 축 자유도: 6-axis</li> <li>- 가반하중: 6 - 20 kg 이상</li> <li>- 작업 반경: 1400 - 2100 mm</li> <li>- 투입 대수: 2</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> <li>- 1대: 아크용접, 1대: 품질검사</li> <li>- 적용환경에 따라 산업용 로봇 및 협동로봇 선택적 적용 가능</li> </ul>
용접품질 검사용 센서	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 센서 종류: 레이저 비전 센서</li> <li>- 측정 기준 거리: 120 - 1800 mm</li> <li>- 분해능: (X, Z축) 0.02 mm</li> <li>- 투입 대수: 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 용접부 외관 결함 검출 가능</li> <li>- 용접부 크기 검출 가능</li> <li>- 검출 알림 기능 필요</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>

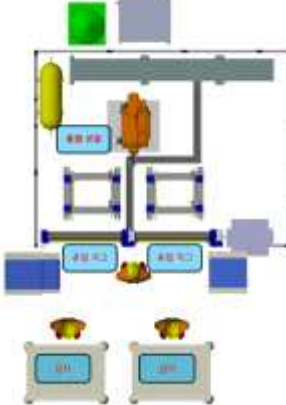
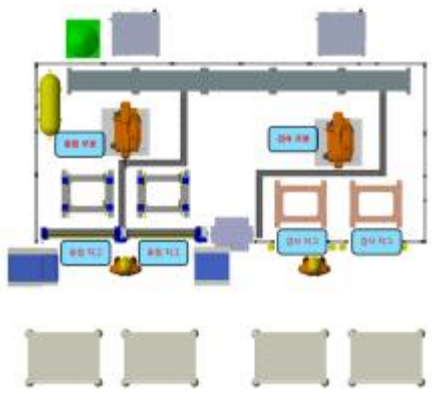
## □ 공정 설계도

### ○ 아크 용접품질 검사 공정 설계안



- ① 단품이 적입된 용기에서 필요한 단품을 취출
- ② 단품을 용접하기 위해 용접지그에 안착 시킨 후 지그 및 로봇 기동 버튼을 누름
- ③ 기동버튼이 작동되면 지그에 제품을 고정하기 위해 클램프가 자동으로 닫히고 용접 로봇이 기동하여 해당부위에 용접 수행
- ④ 용접이 끝난 용접제품을 작업자가 용접지그에서 취출 후 검사지그에 안착
- ⑤ 로봇이 기동하면서 로봇에 취부된 레이저 비전 센서를 이용해 접합부의 용접 상태를 검사. 검사 결과 알람 및 모니터에 알림
- ⑥ 검사가 끝난 완제품을 작업자가 검사지그에서 취출함

## 2-3. 표준공정모델 실증기준

특수목적기계 아크 용접품질 검사 공정모델 [로봇 기반 아크용접 후 품질검사 공정]					
산업 분야	뿌리 (금속/플라스틱)	대상업종 (산업분류코드)	건설 및 채광용 기계장비 제조업 (C29241)	적용공정	(뿌리)특수목적기계분야 아크용접대상 용접품질 검사공정
공정 소개	공정 정의	■ 아크 용접품질 검사 공정은 기존의 사람에 의존한 비파괴 검사 공정을 6축 산업용 로봇 및 협동 로봇에 비파괴 검사 장치를 부착하여 검사하는 공정으로 용접 품질의 정량적 평가, 품질 향상 및 비용 절감 등을 실현하고자 함			
	핵심(부) 기능	■ 용접물의 아크 용접 수행 ■ 레이저 비전 센서 등을 이용한 용접부 품질 검사			
	핵심 구성	■ 용접로봇, 용접기, 용접용 부품 지그 장치 ■ 검사로봇, 레이저 비전 센서, 검사용 부품 지그 장치 ■ 용접 부품 검사 결과 알람 및 DB화			
	핵심 성능	■ 통합 모듈을 위해 PLC와 PC, 로봇, 센서들 간의 동기화와 원활한 제어 ■ 검사 로봇과 품질 검사용 센서 간의 좌표 통합 및 동기화 ■ 6관절 로봇의 정확한 포인트( $\pm 0.1\text{mm}$ 이내) 제어가 가능 ■ 용접기와 와이어 공급 피딩 장치간의 원활한 소재공급이 필수 ■ 용접 품질 검사용 레이저 비전 시스템의 X, Z축 분해능 ■ 용접 품질 검사 기준에 따라 작업자에 품질 정보 결과 알람 기능 및 DB 화			
	필요성/효과	[필요성] ■ 수작업시 아크 용접 품질불량 다수 발생 ■ 단순 반복 작업에 기인한 작업자 피로도 누적 ■ 비주기적이며 검사 정확성이 낮은 용접 검사		[도입효과] ■ 용접 품질 향상 ■ 용접 불량률 감소 ■ 검사 정확성 향상 ■ 생산비 절감 ■ 생산성 향상 ■ 작업자 근골격계 질환 예방	
	구분	Before		After	
레이아웃	레이아웃				
	작업순서	단품취출 → 지그안착 → 수동용접 → 완제품 취출 → 용접상태 및 누락 육안검사 → 적입 및 출하		단품취출 → 지그안착 → 자동용접 → 용접제품취출 및 검사지그 안착 → 용접상태 및 누	

		락 자동검사 → 완제품취출 → 적입 및 출하	
적용로봇 사양	로봇 종류	산업용로봇	협동용로봇
	가반 하중	~20kg	~10kg
	작업 반경	~2,100mm	~1300mm
	투입 대수	2대	2대
	로봇 단가	약 30,000천원	약 45,000천원
	비고	적용환경에 따라 산업용 로봇 및 협동로봇 선택적 적용	
주변 설비 사양	적용 제어기	▪ Digital 접점신호 제어용 유선 PLC or 산업용 PC 제어기	
	용접 전원 시스템	▪ 출력전원 500A/45V Max(사용률 60% 시 500A), 출력용량 30~500A/12~45V	
	용접 부가장치	▪ 콘택트 팁 클리어 장치 ▪ 로봇/자동화 기기 인터페이스 모듈	
	용접 검사 장치	▪ 레이저 비전 센서(line laser) 및 모니터링 PC ▪ 비전 시스템, 제품 인식용, 치수 검사용, 용접 검사기	
	적용센서	▪ 근접 type 센서, 간접 type 센서	
	용접 지그 장치	▪ 작업 현장에 맞는 지그 장치 제작	
	안전 펜스	▪ 비전 시스템, 제품 인식용, 치수 검사용, 용접 검사기	
	계측 기기	▪ 유무 감지 센서, 혼류방지 센서, 장력 검사기	
	S/W, I/F	▪ 설비별 품목별 티칭 경로 DB화 및 사용자 화면, CC-Link 통신, 설비 인터락용 산업용 표준 통신, 이·적재 Program	
	안전 설비	▪ 안전 펜스(빔센서 포함)	
로봇도입 핵심 고려사항	▪ 용접 및 검사 로봇 반복위치 결정 정도 ±0.1mm 이내 ▪ 로봇좌표와 적용센서 간의 통신 및 시스템 매칭 필요 ▪ 통합 모듈을 위해 PLC와 PC, 로봇, 센서들 간의 동기화 및 제어 필수		
소요예산	▪ 총사업비 250백만원 내외(정부출연금 125백만원 이내)		
작성처	한국생산기술연구원 유지영 선임연구원 ☎ 032-850-0259		



---

**[뿌리] 자동차 차체용 신품 부품\_가공\_저항용접공정  
대상 용접품질 검사 공정**

# **[표준공정모델 매뉴얼]**

---

**2021. 12**

**한국생산기술연구원**

---

# 1 개요

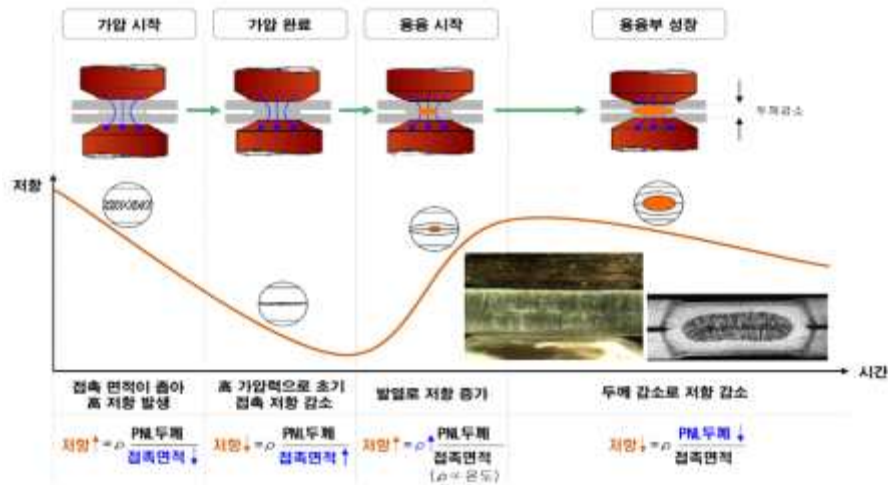
## 1-1. 목적

- 용접공정을 통해 생산된 제품의 용접품질을 평가하는 품질검사 공정은 용접생산 제품의 건전성을 보증하는 필수불가결한 공정임. 현재 국내 용접생산 라인을 가지는 수많은 기업들의 용접 품질검사 공정은 작업자의 육안검사와 수작업에 의존하여 용접품질 검사가 수행되고 있는 상태임. 작업자의 수작업에 의한 용접품질 검사는 작업자의 신체적/정신적 상태, 노하우 등의 감성적인 요인이 가미되어 객관적이고 체계적인 용접품질의 검사와 관리에 한계가 존재함.
- 작업자의 수작업에 의한 용접품질 검사 공정의 한계를 극복하고 선진화된 용접 생산 공정을 구축하기 위해서는 로봇 자동화 기반의 용접품질 검사 공정 모델 개발, 모델의 유효성 검증, 생산 공정으로의 적용 및 용접품질 검사 공정의 도입이 필수적임.
- 본 매뉴얼의 목적은 저항 용접의 일종인 너트 프로젝션 용접(nut projection welding) 품질검사 공정의 로봇 자동화 도입을 위한 것임. 이를 위해 본 매뉴얼은 대상공정 소개, 로봇활용 표준공정모델, 표준공정모델 실증기준, 모델 적용의 기대효과 및 고려사항 등에 대해 조사한 결과와 분석 내용을 문서화 하였음.

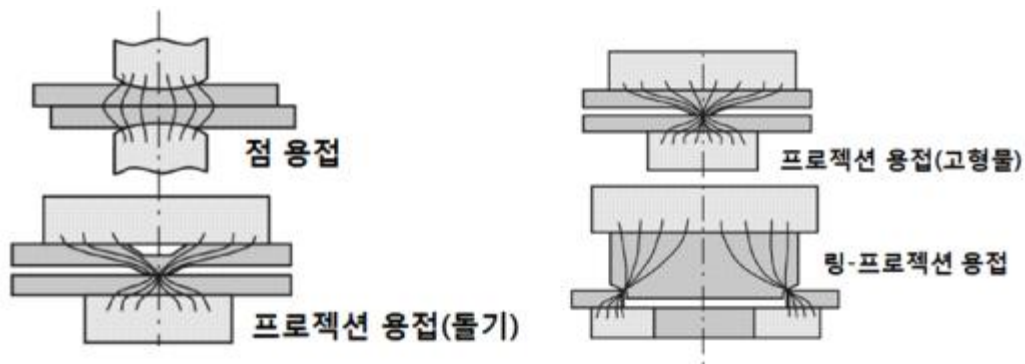
## 1-2. 공정소개

### □ 저항용접 품질 검사의 개요

- 저항용접의 정의: 전극을 통해 압력을 가한 상태에서 높은 전류를 흘려주어 금속끼리의 접촉면에서 생기는 접촉저항과 금속의 고유저항 및 벌크저항(bulk resistance) 등에 의하여 열에너지가 발생되고, 이로 인하여 금속이 가열 또는 용융하면 가해진 압력에 의하여 접합이 이루어지도록 하는 공법. 아래 그림과 같이 가압이 인가된 상태에서 높은 전류가 전극과 모재 사이로 통전되면, 표면저항 및 소재 고유저항으로 인해 용접 소재의 온도가 상승하고 용접 소재 사이에서 용융이 시작되고 용융부가 성장함. 용접의 마지막 단계에서 전류의 통전이 중지되고 가압력이 해제되면서 용융된 용접부가 냉각 및 응고됨으로써 최종적으로 용접부가 생성됨.



- 프로젝션 용접 개요: 프로젝션 용접은 금속 부재의 돌기를 전극으로 가압하고 전류를 이 돌기부에 집중시켜 재료자체의 저항 발열을 일으켜 이 때 발생하는 열을 이용하여 용접부를 생성하는 저항용접의 일종임. 아래 그림은 저항용접 중 저항점 용접과 프로젝션 용접의 전류 흐름에 대한 차이점을 보여줌.

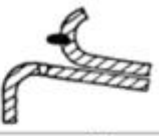
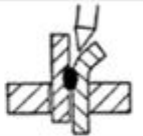
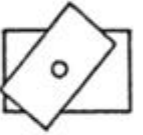
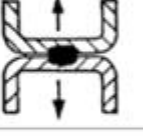
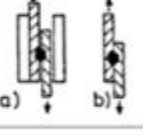


프로젝션 용접부 형상 종류는 프로젝션 용접은 돌기의 형상이 표준화된 것과 표준화 되지 않은 것으로 구분하며, 원주(원형), 링, 직선 프로젝션이 표준 프로젝션에 속함. 제작 환경에 따라 용접부 형상은 변경 가능함.

표준 프로젝션 형태		동시에 가능한 프로젝션 용접 개수
원형 프로젝션		1~30
링 프로젝션		1
직선 프로젝션		1~2

○ 저항용접 품질검사 시험: 저항용접 품질검사는 파괴시험, 비파괴시험, 마이크로 그래픽 금속 시험, 용접부 외관 검사 등으로 분류할 수 있음.

- 파괴시험: peel시험, chisel시험, 비틀림시험, 인장시험, 인장전단시험

시험 형태	파괴 시험	용접법			
		스팟	심	프로젝션	맞대기
<sup>1)</sup> peel시험		x	x	x	--
<sup>1)</sup> chisel시험		x	x	x	--
<sup>1)</sup> 비틀림시험		x	x	only for 1 projection	--
<sup>1)</sup> 인장시험		x	x	x	--
<sup>2)</sup> 인장전단시험 a) 순수전단력 b) 인장과 전단력		x	x	x	--
<sup>4)</sup> 일반적인인장시험		--	--	--	x
<sup>4)</sup> 사피충격시험		--	--	--	x
<sup>4)</sup> 굽힘시험		--	--	--	x
<sup>4)</sup> 변형측정		--	--	--	x
<sup>4)</sup> 에릭슨시험		--	--	--	x
x 시험 -- 비시험 * sheet용		1) DVS-guideline 2916 2) DIN/ISO 50124 3) DIN/ISO 50164 4) DVS 2922			

- 비파괴시험: 방사선투과 시험, 초음파 시험, 침투 탐상 시험 등

비파괴 시험	공정			
	스팟	심	프로젝션	버트
방사선투과 시험	(x)	-	(x)	-
초음파 시험	(x)	(x)	(x)	(x)
침투 탐상 시험	x	x	x	x
x = usual, (x) = possible, but not usual, _ = unusual				

- 마이크로 그래픽 금속 시험: 마크로 단면 및 용접부 결함 검사, 마이크로 단면 및 조직 검사, 경도 시험 등

마이크로 그래픽 금속 시험	공정			
	스폿	심	프로젝션	버트
마크로 단면 및 용접부 내부결함	×	×	×	×
마이크로	×	×	×	×
경도 시험	×	×	×	×
× = usual, (×) = possible, but not usual, _ = unusual				

- 용접부 외관 검사: 용접생산 제품의 외관을 작업자의 육안이나 검사 장비를 이용하여 검사하는 시험법. 현재 국내 저항용접 제품의 부품사는 대부분 작업자의 육안 검사를 통해 제품의 외관을 검사하는 형태로 용접품질 검사를 수행. 육안 검사의 경우, 단순한 용접점 존재의 유무, 용접부 외관 및 형상, 육안 검출이 가능할 정도의 과도한 외관 결함 등의 단순 검사가 주를 이룸.

용접부 압흔 깊이 측정	너트 외관 및 누락 검사	너트 홀 정렬도 검사
		

## □ 저항용접 품질검사 공정 정의

- 본 매뉴얼에서 정의하는 로봇 기반 저항용접 품질검사 공정이란, 현행의 작업자 육안과 수작업에 의존하는 비파괴 검사 공정을 대체할 수 있는 비파괴검사 장비와 6축 산업용 로봇 및 협동 로봇 조합을 통해 구축한 저항용접 품질 검사 시스템을 의미함.

### 1-3. 적용대상

□ 프로젝트 용접의 적용 업종 및 활용가능 업종, 관련 제품군

○ 적용 업종: 자동차 부품 제조업

- 관련 제품군: 자동차 차체 부품, 샤시 부품, 무빙 부품(도어 등) 등

차체부품 및 브라켓 제품	샤시 부품	무빙 부품
		

- 기타 적용 업종 및 활용가능 업종: 금속 판재에 너트 용접이 필요한 모든 업종(금속 가구, 건축용 자재, 대형 부품 내장재 등)

## 2 로봇활용 표준공정모델

### 2-2. 로봇 활용 표준공정모델

□ 표준공정모델 개요

구분	원자재 입고	원자재 절단/성형	취부	용접	용접품질 검사	취출 (적재)
As-Is	수동	수동	수동	수동	수동	수동
To-Be	수동	수동	로봇	로봇	로봇/ 검사장치	로봇

개 선 전	1. 원자재 입고 → 2. 원자재 절단/성형 → 3. 취부 → 4. 용접 → 5. 용접품질 검사 → 6. 취출
개 선 후	1. 원자재 입고 → 2. 원자재 절단/성형 → 3. 취부(로봇 도입) → 4. 용접(로봇 도입) → 5. 용접품질 검사(로봇 도입) → 6. 적재(로봇 도입)

## □ 시스템 구성

## ○ 시스템 구성 요약

[적용 로봇 사양]

로봇 종류	용접 로봇, 협동 로봇
가반 하중	20kg
작업 반경	1,742mm
투입 대수	2대

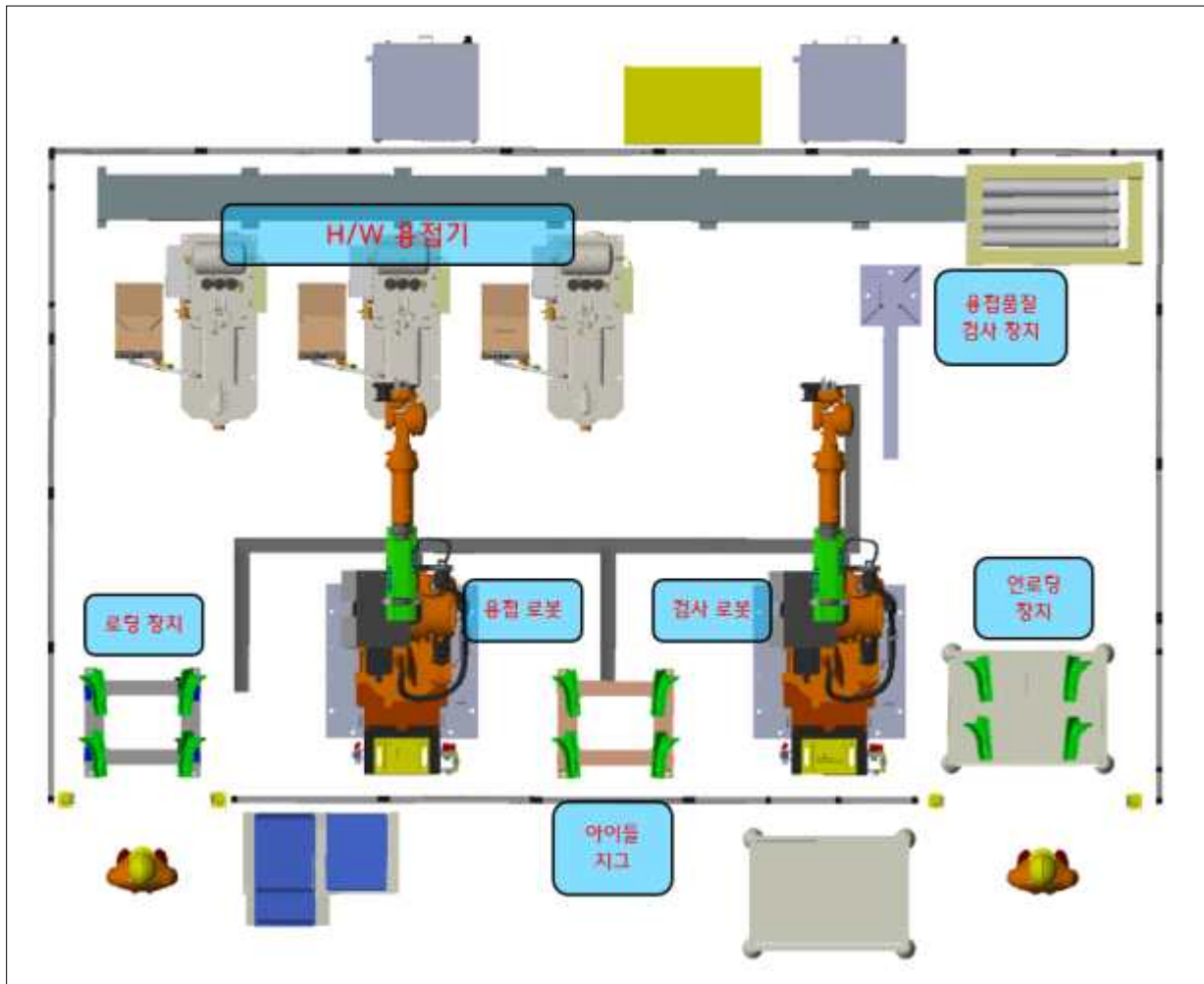
[품질검사 장비 및 주변 설비 사양 ]

항목	세부 사양
로딩 장치	고정 베이스 타입,반복위치 결정 정도 $\pm 0.1$ mm 이내
아이들 지그	고정 베이스 타입,반복위치 결정 정도 $\pm 0.1$ mm 이내
언로딩 장치	파렛트 랙
그리퍼	공압 구동 방식의 부품 pick & place 기능 그리퍼
용접 검사 장비	하드웨어 정렬도 및 누락 검사용 비전 시스템 (해상도 2056 x 1542, 분해능 20um/pixel)
적용 제어기	Digital 점점신호 제어용 유선 PLC
프로젝션 용접건	가압력 600kgf 이상
너트/볼트 피딩장치	2000개 이상 적재, 정렬/누락/뒤집힘 검출 기능, 자동 정렬 기능



## □ 공정 설계도

### ○ 저항용접품질 검사 공정 설계안

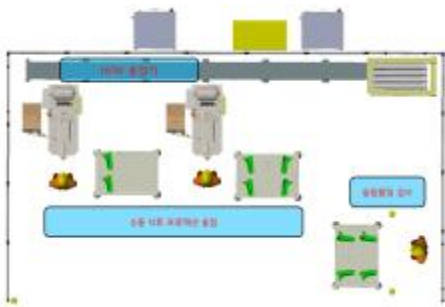
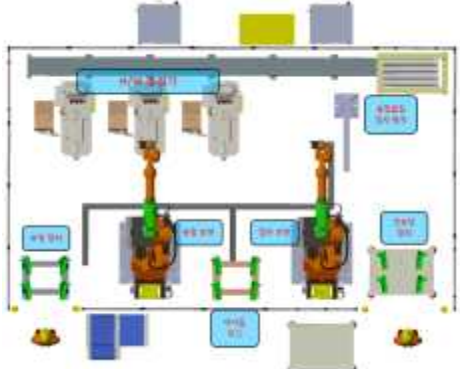


### ○ 저항용접품질 검사 공정 운영안(작업 순서)

- ① 부품 로딩(1차): 용접 로봇이 부품 로딩 장치의 일정 위치에 위치한 작업 대상 부품 그리퍼를 사용하여 집고 프로젝션 용접기 위에 배치하는 작업
- ② 너트/볼트 프로젝션 용접: 그리퍼가 부품을 잡고 용접 로봇이 위치를 고정한 상태에서 용접 장비와 인터페이스 된 PLC가 용접 시작 신호를 송신하여 용접 장비를 구동시키고 너트/볼트가 공급되며 용접을 수행하는 작업
- ③ 부품 언로딩: 용접 후 그리퍼가 용접 부품을 잡고 있는 상태에서 용접 완료 부품이 아이들 지그 일정 위치에 용접 부품을 언로딩 하는 작업

- ④ 부품 로딩(2차): 검사 로봇이 아이들 지그의 일정 위치에 위치한 부품을 그리퍼를 사용하여 집고 용접품질 검사 장비(너트 뒤집힘, 하드웨어 정렬도 및 누락 검사용 비전 시스템) 위에 배치하는 작업
- ⑤ 용접 검사: 그리퍼가 부품을 잡고 고정되어 있는 용접품질 검사 장비 위치로 이송 후 하드웨어 용접 유/무, 너트 뒤집힘, 부품의 홈과 하드웨어의 홈의 정렬도를 검사하는 작업
- ⑥ 부품 언로딩: 검사 후 그리퍼가 부품을 잡고 있는 상태에서 부품이 취출 장치 일정 위치에 용접 완료 부품을 언로딩 하는 작업
- ⑦ 적재: 언로딩한 부품을 파렛트에 로봇이 적재하는 작업

## 2-2. 표준공정모델 실증기준

제조로봇 활용 공정모델 실증기준 [저항용접공정 대상 용접품질 검사공정의 표준모델]					
산업 분야	뿌리 (금속/플라스틱)	대상업종 (산업분류코드)	자동차 차체용 신품 부품 제조업 (C30320)	적용공정	(뿌리)금속/자동차 부품_저항용접공정 대상 용접품질 검사 공정
공정 소개	공정 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>저항용접(너트 프로젝션 용접)에서 피용접물의 로딩/세팅/언로딩, 용접품의 검사장비로의 로딩/세팅/언로딩 과정에 다관절 로봇을 투입하여 용접 품질의 재현성 확보, 용접품질 검사공정의 자동화, 생산성 향상 및 생산비 절감 등을 실현하는 공정</li> </ul>			
	핵심(부) 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>피용접물의 로딩/세팅(취부 및 용접)/언로딩 기능의 용접용 로봇</li> <li>용접품의 로딩/세팅(용접품질 검사)/언로딩 기능의 검사용 로봇</li> <li>용접품의 너트 프로젝션 용접품질 검사를 위한 비전 기반의 검사장비 (품질 검사 항목: 너트 부착 유무, 너트 뒤집힘 부착, 홀 정렬도)</li> </ul>			
	핵심 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>용접품질 검사용 로봇, 용접용 로봇</li> <li>비전 카메라 기반 너트 프로젝션 용접품질 검사 장치</li> <li>프로젝션 용접기, 다부품 대응 그리퍼</li> <li>용접/품질검사 공정 시스템(모델) 운용 전용 제어 장치</li> </ul>			
	핵심 성능	<ul style="list-style-type: none"> <li>너트 용접품질 불량 검출율</li> <li>6관절 로봇의 위치 정밀도(<math>\pm 0.1\text{mm}</math>이내) 제어가 가능</li> <li>로봇, 그리퍼, 용접기, 품질검사 장치 간의 전기적/기계적 인터페이스 통일</li> <li>로봇의 가반하중을 고려한 경량화 설계</li> <li>너트 피딩 장치의 너트 적재 용량, 정렬/누락/뒤집힘 검출 기능, 자동 정렬 기능</li> </ul>			
	필요성/효과	<p>[필요성]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>자동화 용접품질 검사 장비 부재</li> <li>비주기적이며 검사 정확성이 낮은 용접 검사</li> <li>수작업시 저항 용접 품질불량 다수 발생</li> <li>단순 반복작업에 기인한 작업자 피로도 누적</li> </ul>		<p>[도입효과]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>검사 정확성 향상</li> <li>제품 불량률 감소</li> <li>용접제품 품질 향상</li> <li>생산비 절감</li> <li>생산성 향상</li> <li>작업자 근골격계 질환 예방</li> </ul>	
	구분	Before		After	
	레이아웃				
	작업순서	피용접물 로딩(수동) → 저항용접(수동) → 용접제품 언로딩 및 적재(수동) → 제품 이송(수동) → 용접품질		피용접물 로딩(로봇) → 저항용접(로봇) → 용접제품 언로딩 (로봇) → 검사 장치로 이송 및 로딩(로봇) → 용	

		검사(수동) → 적재(수동)	접품질 검사(로봇) → 적재(로봇)
적용로봇 사양	로봇 종류	산업용로봇	협동 로봇
	가반 하중	~20kg	~20kg
	작업 반경	~1,742mm	~1,742mm
	투입 대수	2대	2대
	비고	적용환경에 따라 산업용 로봇 및 협동로봇 선택적 적용	
주변 설비 사양	로딩 장치	고정 베이스 타입,반복위치 결정 정도 ±0.1 mm 이내	
	아이들 지그	고정 베이스 타입,반복위치 결정 정도 ±0.1 mm 이내	
	엔로딩 장치	파렛트 랙	
	그리퍼	공압 구동 방식의 부품 pick & place 기능 그리퍼	
	용접 검사 장비	하드웨어 정렬도 및 누락 검사용 비전 시스템 (해상도 2056 x 1542, 분해능 20um/pixel)	
	적용 제어기	Digital 접점신호 제어용 유선 PLC	
	프로젝션 용접건	가압력 600kgf 이상	
	너트/볼트 피딩장치	2000개 이상 적재, 정렬/누락/뒤집힘 검출 기능, 자동 정렬 기능	
로봇도입 핵심 고려사항	■용접 로봇 및 검사 로봇의 이동 정밀도가 ±0.1 mm 이내로 설계 필요 ■검사 장비와 검사 로봇, 용접 장비와 용접 로봇 간의 인터페이스 통합 필수 ■용접/검사 공정에 적합한 용접 조건(적정 입열) 설정 필수 ■용접로봇의 이동경로 최적화 및 부품로딩 장치, 용접 로봇, 용접품질 검사 장비, 용접전원 시스템, 용접 부품 적재 엔로딩 장치의 순차적 제어를 위한 PLC 기반의 고정밀 동기화 제어 필요		
소요예산	■ 총사업비 250백만원 내외(정부출연금 125백만원 이내)		
작성처	■ 한국생산기술연구원 유지영 선임연구원 (☎ 032-850-0259)		

---

**[뿌리] 자동차용 신품 부품 제조\_사출 성형 부품  
로딩/언로딩 및 검사공정  
[표준공정모델 매뉴얼]**

---

**2021. 12**

**한국생산기술연구원**

---

# 1 개요

## 1-1. 목적

- 인서트 사출공정으로 자동차의 볼벨브 생산라인으로써 수작업으로 인서트를 금형에 삽입 후 사출성형하여 추출하는 공정으로 사출물에 대한 품질 불량과 안전사고가 빈번하여 수작업 사출 공정 자동화 시스템을 표준공정 모델로 개발하여 유사 공정의 수평 전개를 통한 생산성, 품질성, 안전성 및 기업과 근로자의 상생과 협력을 위한 목적 임.

## 1-2. 공정소개

### □ 공정 정의

- 자동차 볼벨브 생산 공정으로써 수작업으로 인서트를 금형에 삽입 후 사출 성형하여 추출하는 공정으로 로봇 자동화 시스템을 도입하여 생산성, 품질성, 안전성을 확보하기 위함

## 1-3. 적용대상

### □ 해당공정 적용 업종, 관련 제품군 및 활용 가능 업종

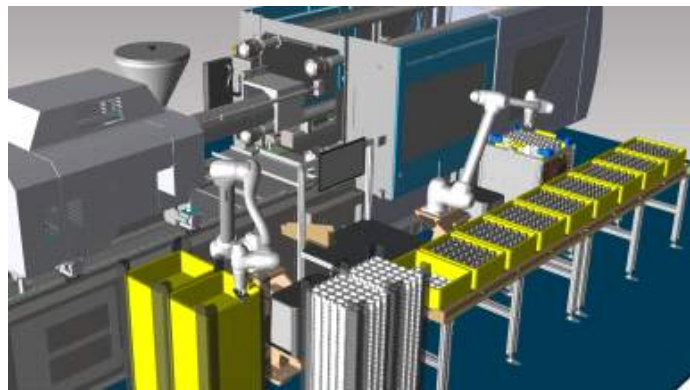
- 소성 가공 공정
- 용접 공정
- 표면 처리 공정
- 열처리 공정
- 사출 생산 공정
- 머신텐딩 공정
- 기타 표준화 공정 개발에 따른 여러 수작업 생산/가공/후처리 공정

## 2 로봇활용 표준공정모델

### 2-2. 로봇 활용 표준공정모델

#### □ 표준공정모델 개요(수평 사출기)

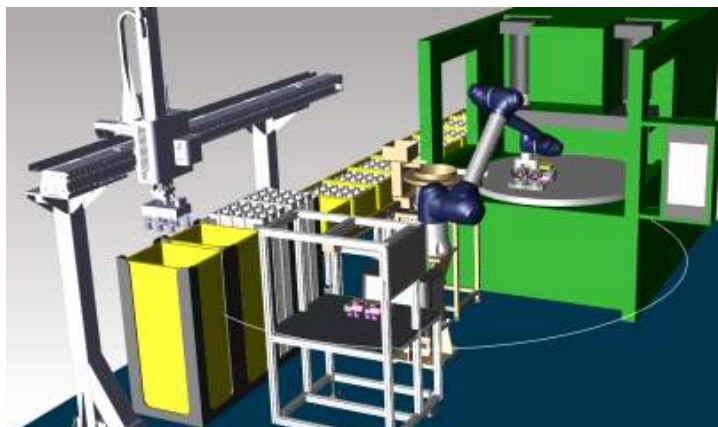
구분	피인서트 부품 투입	수작업 로딩 및 셋팅	사출	제품 추출	검사	적재
As-Is	수동(작업자)	수동(작업자)	사출기	수동(작업자)	수동(작업자)	수동(작업자)
To-Be	협동로봇 로딩장치	협동로봇	사출기	협동로봇	검사장치	협동로봇



[ 수평 사출 자동화 생산 공정 표준모델 도입 솔루션 ]

#### □ 표준공정모델 개요(수직 사출기)

구분	피인서트 부품 투입	수작업 로딩 및 셋팅	사출	제품 추출	검사	적재
As-Is	수동(작업자)	수동(작업자)	사출기	수동(작업자)	수동(작업자)	수동(작업자)
To-Be	협동로봇 로딩장치	협동로봇	사출기	협동로봇	검사장치	협동로봇



[ 수직 사출 자동화 생산 공정 표준모델 도입 솔루션 ]

## □ 시스템 구성

[표준공정모델 시스템 구성안\_수평 사출기 기준]

H/W	사 양	필요 기능
로봇	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 타입: 협동로봇</li> <li>- 축 자유도: 6-axis</li> <li>- 가반하중: 6kg, 20kg</li> <li>- 반복정밀도: <math>\pm 0.1\text{mm}</math>(동일)</li> <li>- 리치: 1,700mm(동일)</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/알루미늄 소재</li> <li>- 그리퍼 Payload: 2kg 이상</li> <li>- 적용 ITEM: 3종 이상 호환</li> <li>- 반복정밀도: <math>\pm 0.05\text{mm}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 부품(ITEM) 변경에 따른 호환 사용 가능</li> <li>- 인서트 및 사출물 제품 고정을 위한 충분한 가압력 인가</li> <li>- 정확한 위치로의 이송</li> </ul>
제어반	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 통신방식: 이더넷 &amp; RS232</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>
비전시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고해상도 비전 시스템</li> <li>- 2000만화소급 비전 시스템 적용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제품 불량 유무 검사</li> <li>- 위치 보증 및 삽입 방향 확인</li> <li>- 금형 이물질 확인</li> <li>- 단차 및 품질 검사</li> </ul>
측정시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 원심도 측정 시스템</li> <li>- 1/1000mm 측정</li> <li>- 반복 정밀도 <math>\pm 0.02\text{mm}</math></li> <li>- 회전 구조(서보 사용)</li> <li>- 제품 클램프 기능 포함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사출품의 원심도 측정 (중요기능)</li> </ul>
벨트컨베어	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 제품 이송 및 적재를 위한 컨베어 시스템(장비 연동)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 충분한 물량 확보 및 완전 자동화를 위한 버퍼 기능/적재가 용이하도록 적재 작업자 위치 이송 기능</li> </ul>
트레이 및 박스 공급장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 완전 무인 자동화를 위한 자동 트레이 공급 장치 및 박스 공급 장치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4시간 기준 자동 공급 장치를 통한 완전 무인 공정 실현</li> </ul>
안전 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PLe, Category4 등급에 준하는 안전 PLC/안전센서 포함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 예기치 못한 작업자 진입 및 안전 사고를 위한 최고 수준의 안전 시스템 적용</li> </ul>

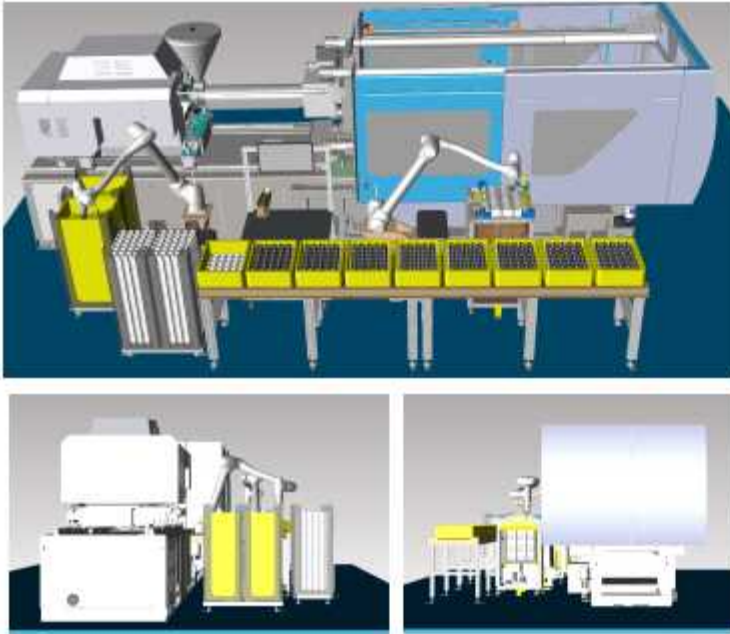




[ 로봇 제어기 호환성 ]

## □ 공정 설계도

### ○ 수평 사출 로봇 자동화 공정 운영 설계안



#### <로봇자동화 시스템 구성>

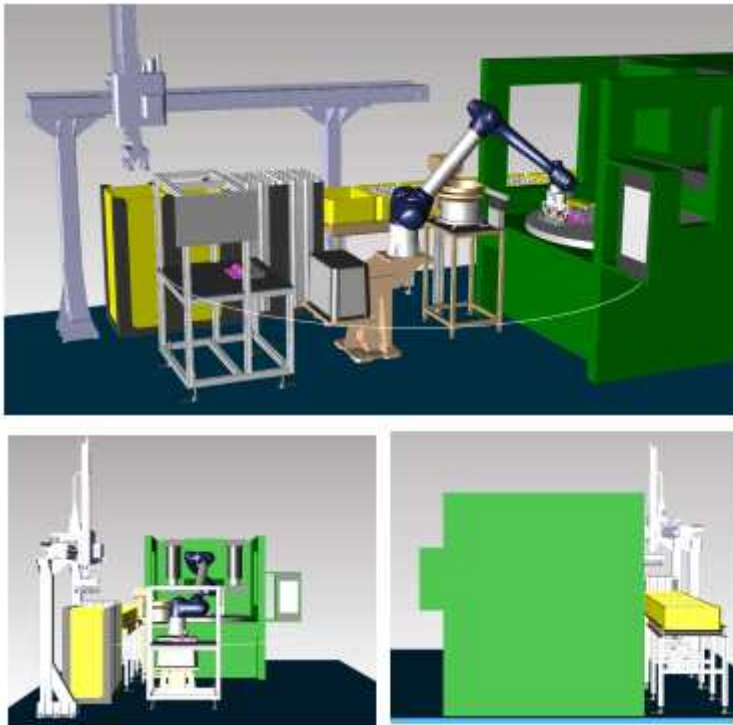
- ① 사출품 부품 로딩장치
- ② 다관절협동 로봇 2대
- ③ 그리퍼 2종
- ④ 원심도 측정 시스템
- ⑤ 비전 검사 시스템
- ⑥ 트레이/박스 공급 시스템
- ⑦ 벨트 컨베이어 및 정렬장치
- ⑧ 사출 성형기

[ 수평 사출 로봇 자동화 공정 설계도 ]

### 작업 순서

- ① 로딩장치에 의해 피사출부품이 자동 로딩됨.
- ② 로딩장치 위의 피사출부품을 다관절로봇1이 픽킹 후 피사출부품을 올바른 방향으로 정렬 시킨 후 사출 성형기에 투입
- ③ 사출 성형기에서 성형 후 다관절 로봇1은 사출품을 로딩하여 추출하고 인서트를 삽입(듀얼 그리퍼 적용\_1번그리퍼 제품 추출/2번 그리퍼 제품 로딩)→ 다관절로봇1은 추출된 제품을 검사 시스템에 안착
- ④ 다관절로봇2은 비전 검사를 통해 제품의 품질을 검사하며, 동심 측정 장비를 통해 제품 동심도 측정
- ⑤ 다관절로봇2은 박스를 공급하고 박스 안에 트레이를 안착 시킨 후 검사가 완료 된 제품을 적재(단, 불량품은 별도의 불량품 트레이에 이송됨)
  - 불량 적재 트레이는 각 번호가 부여되어 있으며 추후 이력 추적가능
- ⑥ 벨트 컨베이어를 통해 이송되며 파렛트 근처까지 이송

## ○ 수직 사출 로봇 자동화 공정 운영 설계안



## &lt;로봇자동화 시스템 구성&gt;

- ① 사출품 부품 로딩장치
- ② 다관절협동 로봇 1대/직교 로봇 1대
- ③ 그리퍼 3종(다관절용 2종/ 직교로봇용 1종)
- ④ 커넥터 통전측정 시스템
- ⑤ 비전 검사 시스템
- ⑥ 트레이/박스 공급 시스템
- ⑦ 벨트 컨베어 및 정렬장치
- ⑧ 사출 성형기

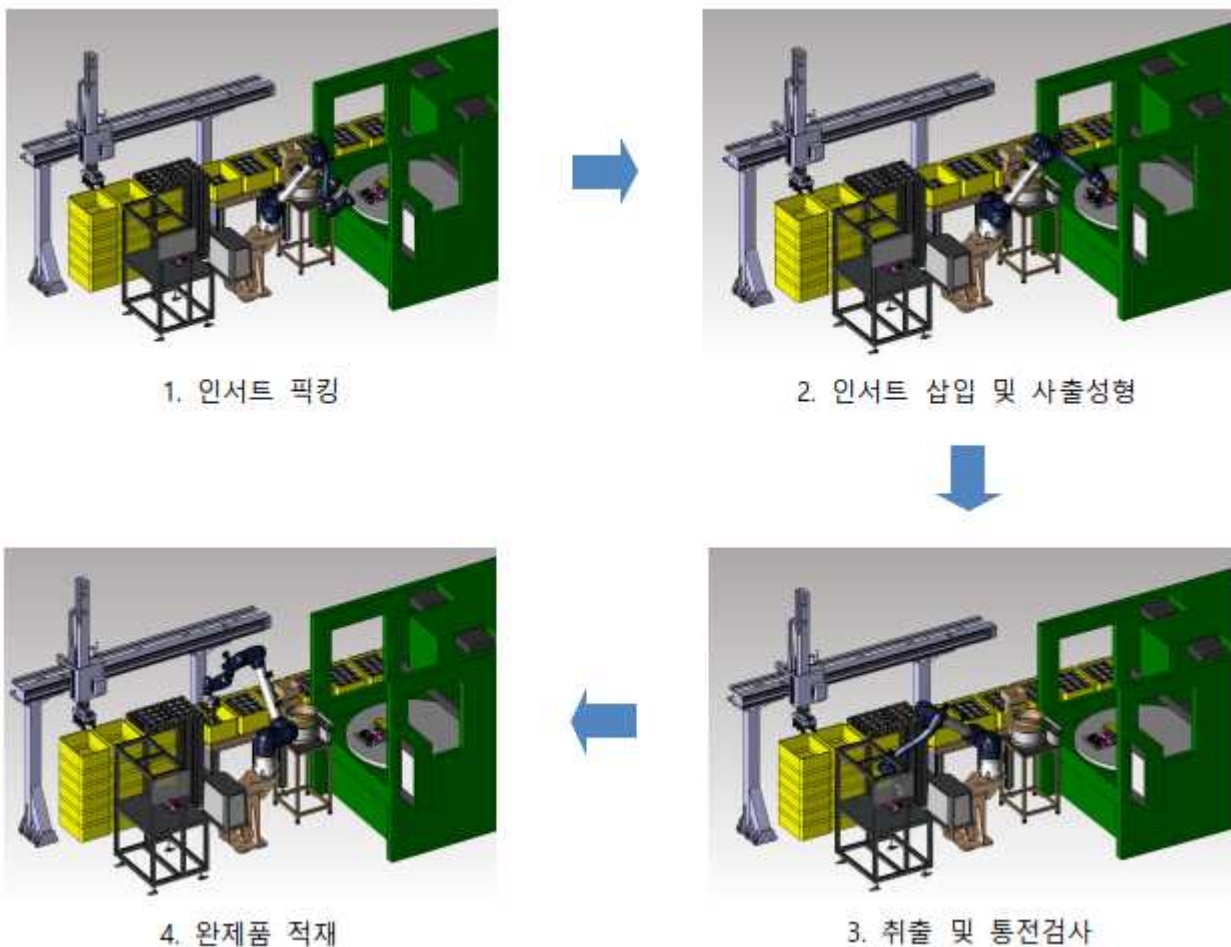
## [ 수직 사출 로봇 자동화 공정 설계도 ]

## 작업 순서

- ① 로딩장치에 의해 피용접부품이 로딩됨(자동피더를 통한 커넥터공급)
- ② 로딩장치 위의 피사출부품을 다관절로봇이 픽킹 후 피사출부품(커넥터)을 올바른 방향으로 정렬 시킨 후 사출 성형기에 투입(2개씩 투입)
- ③ 사출 성형기에서 성형 후 다관절 로봇은 사출품을 로딩하여 추출하고 인서트를 삽입(듀얼 그리퍼 적용\_1번그리퍼 제품 추출/2번 그리퍼 제품 로딩)→ 다관절로봇은 추출된 제품을 통전검사 시스템에 안착
- ④ 비전 및 통전 검사를 통해 제품의 품질을 검사
- ⑤ 직교 로봇은 박스를 공급하고 박스 안에 트레이를 안착 시킨 후 검사가 완료 된 제품을 적재(단, 불량품은 별도의 불량품 트레이에 이송 됨)  
- 불량 적재 트레이는 각 번호가 부여되어 있으며 추후 이력 추적가능
- ⑥ 벨트 컨베어를 통해 이송되며 파렛트 근처까지 이송

## □ 운영 시나리오

- 표준모델 공정 설계에 따른 운영시나리오 시뮬레이션을 위해 수평 사출 로봇 자동화 공정과 수직 사출 로봇 자동화 공정 운영안을 CATIA S/W를 이용하여 시뮬레이션 검증
- 수직 사출 로봇 자동화 공정 운영 시나리오: 인서트 로딩, 이송, 안착, 추출, 언로딩, 검사, 적재 모든 공정에서 로봇이 계속 그리퍼를 이용하여 이동하며, UPH(시간당 생산대수)를 맞추기 위해 2기의 로봇으로 운영하여 로딩, 이송, 안착, 추출을하는 로봇과 언로딩, 검사, 적재 및 트레이/박스를 공급하는 로봇으로 구성하여 완전 무인 자동화를 구현
  - 공정 사이클 타임인 제품당 약 25초 소요로 최소 2기의 협동로봇을 운영해야만 기존 수작업과 같은 생산성이 나옴
  - 수작업 대비 생산성 20% 증가

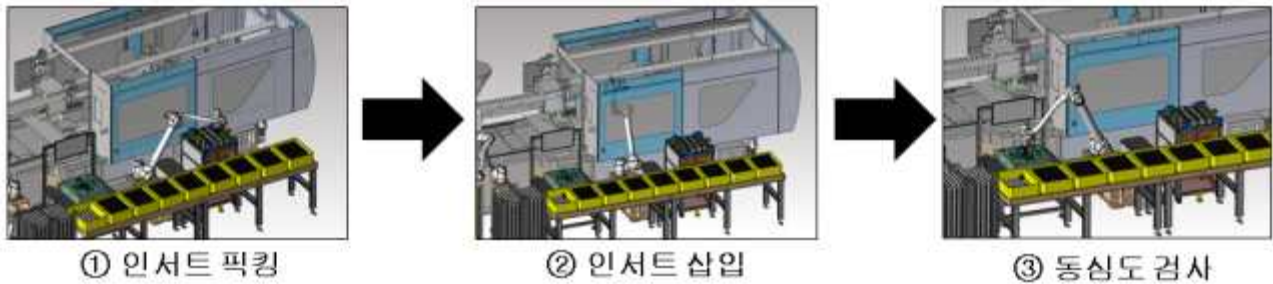


[수직 사출 로봇 자동화 공정 시뮬레이션]

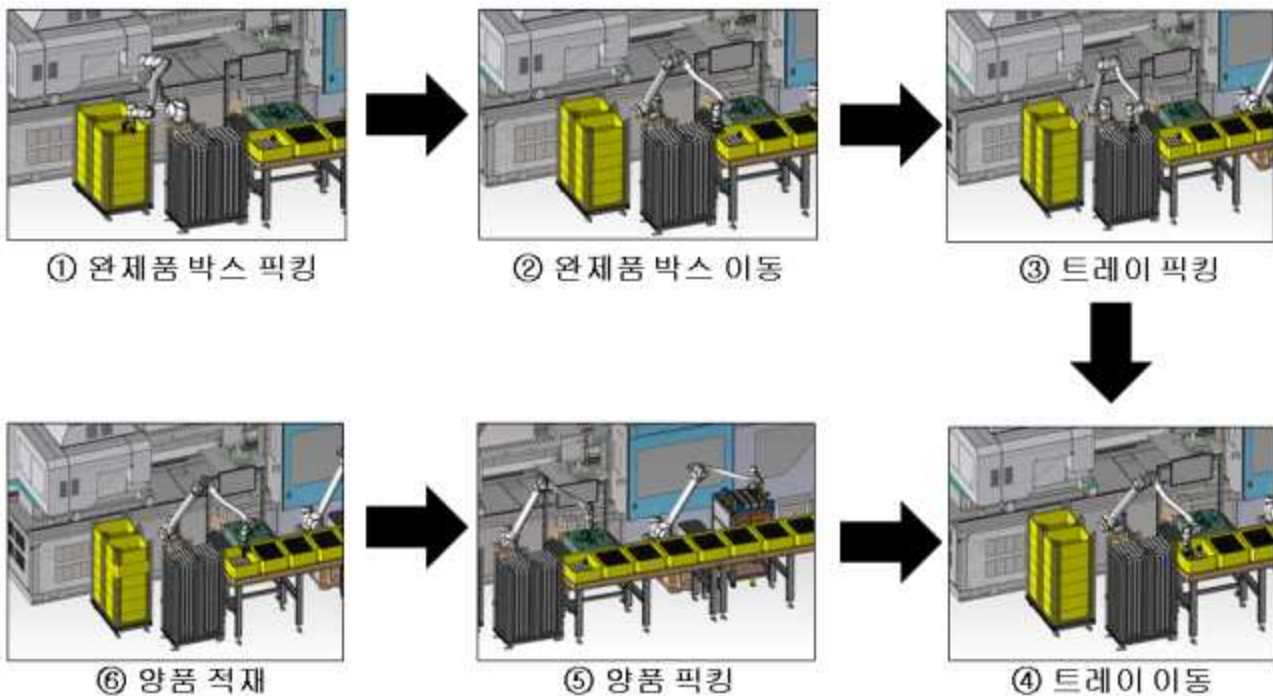


○ 수평 사출 로봇 자동화 공정 운영 시나리오: 협동로봇은 제품을 공급하는 자동 공급 장치 통해 사출인서트 부품을 이송, 안착을하며, 직교로봇은 박스의 제품 이송 및 트레이 공급의 역할을 함으로써 완전 무인 자동화를 구현

- 공정 사이클 타임인 제품당 약 15초 소요로 최소 1기의 협동로봇과 직교로봇으로 운영해야만 기존 수작업과 같은 생산성이 나옴
- 수작업 대비 생산성 25% 증가



[로봇 1기 시뮬레이션]



[로봇 2기 시뮬레이션]

[수평 사출 로봇 자동화 공정 시뮬레이션]

## 2-3. 표준공정모델 실증기준

제조로봇 활용 공정모델 실증기준 [자동차 신품 부품 사출 공정]					
산업 분야	뿌리 (금속/플라스틱)	대상업종 (산업분류코드)	그외가타 금속 가공업 (C25929)	적용공정	(뿌리)플라스틱 사출 성형 부품 로딩/언로딩 및 검사공정
공정 소개	공정 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>자동차 및 산업용 플라스틱 사출 제품으로 현 공정에서 사출 소재를 사출하여 제품을 이적재</li> <li>사출물의 형상/단차 및 휘어짐등의 불량을 검출하며 사출품의 언로딩/적재/파렛타이징 과정에 다관절 로봇을 투입하여 품질의 재현성 확보, 생산성 향상 및 생산비 절감 등을 실현하는 공정</li> </ul>			
	핵심(부) 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>사출물의 품질 검사</li> <li>트레이 안착 및 박스 이적재</li> </ul>			
	핵심 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>사출기 로딩/언로딩 로봇, 다부품 대응 그리퍼</li> <li>사출설비, 트레이 및 박스 이적재 로봇, 복합 그리퍼, 블로워</li> <li>설비별, 품종별 로딩/언로딩 방법의 DB화</li> <li>설치 후 티칭 정밀도를 보장할 수 있는 비전을 이용한 자동 세팅</li> <li>사출품 품질 검사 비전(불량품 감지/단차/스크레치등 외관 불량 확인)</li> <li>사출품 통전 검사를 통한 커넥터 불량 검출</li> </ul>			
	핵심 성능	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇과 그리퍼와 사출기계의 연동 전기적/기계적 인터페이스 통일</li> <li>로봇의 가반하중을 고려한 경량화 설계</li> <li>로봇 이송시 흔들림 없는 프로파일 레일 설계</li> <li>Pallet 셔틀 이송시 제품의 회전 및 쓰러짐 없는 설계</li> <li>로봇의 이동시 통신장비 설치의 간편성</li> <li>비전을 이용한 제품 불량 최소화</li> <li>로봇을 이용한 사출물 이송/트레이적재/박스적재/파렛트 적재</li> <li>제품 품질 검사를 위한 통전 설비</li> <li>협동로봇을 이용한 협소 공간 설치에 따른 공간 효율성</li> </ul>			
	필요성/효과	<p>[필요성]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>수작업시 저항 용접 품질불량 다수 발생</li> <li>단순 반복작업에 기인한 작업자 피로도 누적</li> <li>비주기적이며 검사 정확성이 낮은 사출 검사</li> </ul>		<p>[도입효과]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>사출 품질 향상</li> <li>사출 불량률 감소</li> <li>검사 정확성 향상</li> <li>생산비 절감</li> <li>생산성 향상</li> <li>작업자 근골격계 질환 예방</li> </ul>	
	구분	Before		After	
	레이아웃				
	작업순서	피사출제품 로딩(수동)→정렬(수동)→제품로딩/언로딩(수동)→검사→트레이/박스 공급(수동)→인력 이송→적재		피사출제품 로딩(로봇)→정렬→제품로딩/언로딩(로봇)→검사→트레이/박스 공급→컨베이어이송→적재	

적용로봇 사양	로봇 종류	협동로봇	협동로봇
	가반 하중	~20kg	~6kg
	작업 반경	~1,700mm	~1,700mm
	투입 대수	1대	1대
주변 설비 사양	그리퍼	■ 20kg 이하 (작업물 무게 포함) ■ 최대 2개 앤들링 가능한 다중 그리퍼	
	사출기	■ 사출 성형기(기존 제품 사용)	
	로딩/언로딩장치	■ 제품 공급 및 트레이/박스 공급장치:서보 구성 방식	
	제품 투입/취출장치	■ 무인 자동화를 위한 트레이/박스 이용 4시간 분량	
	비전 시스템	■ 비전 시스템을 이용한 다양한 알고리즘 반영	
	물류/이송기계	■ 컨베어: CHAIN, BELT & FEEDING 장치를 활용한 제품 이송	
	진단/검사기기	■ 비전 시스템, 제품 인식용, 치수 검사용(원심도측정) 검사를 통한 제품 불량 및 품질 확보	
	계측 기기	■ 유무 감지 센서, 혼류방지 센서, 위치 감지	
	이물질 제거 장치	■ Air Blower	
	S/W, I/F	■ 설비별 품목별 티칭 경로 DB화 및 사용자 화면, 이더넷 통신, 설비 인터락용 산업용 표준 통신, 이·적재 Program	
	제어기	■ Digital 접점신호 제어용 유선 PLC ■ 가압력 확인을 위한 시스템 구축(공압, 가압력등)	
	안전 설비	■ 안전 펜스(빔센서 포함)	
로봇도입 핵심 고려사항	■ 로봇과 그리퍼와 사출기계의 연동 전기적/기계적 인터페이스 통일 ■ 로봇의 가반하중을 고려한 경량화 설계 ■ 로봇 이송시 흔들림 없는 프로파일 레일 설계 ■ Pallet 셔틀 이송시 제품의 회전 및 쓰러짐 없는 설계 ■ 로봇의 이동시 통신장비 설치의 간편성 ■ 비전을 이용한 제품 불량 최소화 ■ 로봇을 이용한 사출물 이송/트레이적재/박스적재/파렛트 적재 ■ 제품 품질 검사를 위한 통전 설비 ■ 협동로봇을 이용한 협소 공간 설치에 따른 공간 효율성		
소요예산	■ 총사업비 250백만원 내외(정부출연금 125백만원 이내)		
작성처	■ 한국생산기술연구원 윤길상 수석연구원☎ 032-670-3937)		

---

# 금속/플라스틱 부품\_도금랙 로딩/언로딩 [표준공정모델 매뉴얼]

---

2021. 12

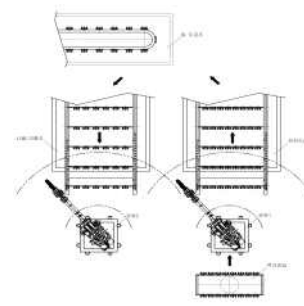
한국생산기술연구원



# 1 개요

## 1-1. 목적

- 자동차 부품 사출 부품의 수요 증가로 인하여 지속적인 수주가 발생되고 있고 생산량 증대 및 생산량 확보가 필요로 하지만 현실적으로 작업자 수급의 한계가 있어 이재로봇을 통한 업무지원을 통해 이같은 문제를 해결하려 함.
- 자동차 엠블럼 사출이후 도금공정에 작업자가 직접 수작업으로 도금력을 대차장비에 거치하여 로딩/언로딩 하는 공정을 자동화하여 업무의 효율을 극대화하기 위함.



[ 도입 공정 개념도 ]

## 1-2. 공정소개

### □ 도금공정

- 도금 공정은 금속 이온이 용해되어 있는 도금 용액 내에 시편(환원전극)과 양극(산화전극)을 침적시키고 일정 수준 이상의 과전위를 인가함으로써 시편 표면에 전기화학적 환원 반응을 유발시켜 금속 및 비금속 코팅층을 형성하는 기술
- 소재·부품 표면에 내식성·경도·내마모성 같은 기능을 부여하거나 외관을 미려하게 만들어 최종 제품의 부가가치를 향상시킴

## 1-3. 적용대상

### □ 적용대상

- 전기도금기술은 금속제품의 외관을 금속으로 코팅하는 기술로, 자동차의 엠블럼을 포함한 금속 외장재 모두에 적용이 가능한 기술임.
- 금속에 광택을 내는 크롬도금이나, 색을 입히는 유색 도금공정등에 모두 활용이 가능해, 가전제품, 휴대용 전자기기등의 표면처리기술로도 적용이 가능함



## 2 로봇활용 표준공정모델

### 2-1. 로봇 활용 표준공정모델

#### □ 표준공정모델 개요

구분	도금액 로딩	도금라인진행	도금액 언로딩
As-Is	수동	자동화설비	수동
To-Be	로봇/로딩장치	자동화설비	로봇/언로딩장치



도입 전



도입 후(예시)

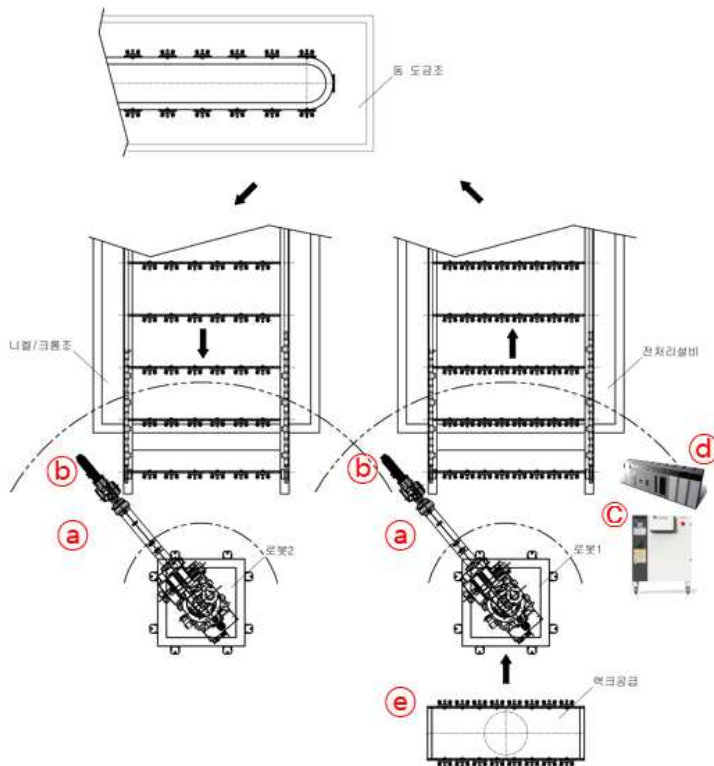
[ 이송/적재공정(로딩/언로딩) 표준모델 도입 솔루션 ]

#### □ 시스템 구성

H/W	사 양	필요 기능
이재로봇 (HH220)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 구조: 다관절</li> <li>- 자유도: 6축</li> <li>- 가반중량: 220kg</li> <li>- 반복정도: <math>\pm 0.11\text{mm}</math></li> <li>- 리치: 2,666mm</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: 30kg 이상</li> <li>- 반복정밀도: <math>\pm 0.03\text{mm}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 이동거치bar를 정확한 위치로의 이송</li> </ul>
제어반(PLC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 통신방식: 이더넷</li> <li>- 확장성 및 호환성 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 센서류 및 그리퍼 호환성 가능</li> <li>- 실시간 작업현황 모니터링 필요</li> </ul>
로봇베이스	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 이재로봇의 로딩/언로딩이 가능하도록 정위치에 대차를 고정</li> </ul>

## □ 공정 설계도

### ○ 로봇 2대 운영 공정설계안



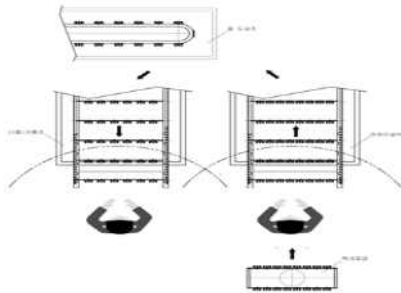
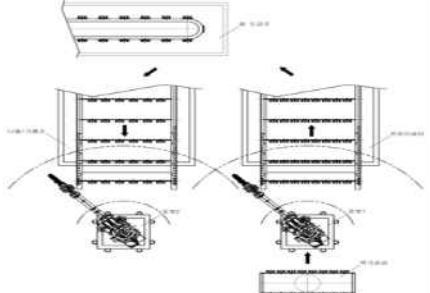
#### <로봇자동화 시스템 구성>

- ① 도금랙 로딩/언로딩로봇
- ② 그리퍼
- ③ 로봇제어반(Hi5a-S)
- ④ PLC
- ⑤ 로봇베이스

[ 로봇 2기를 이용한 로딩/언로딩 공정설계도 ]

- ① 작업자가 대차를 로봇베이스(대차 정위치고정)로 이동
- ② 도금랙 이재로봇이 이동거치bar를 이동대차로 로딩
- ③ 자동화설비 도금라인 작업진행
- ④ 도금이 완료된 도금랙을 이재로봇이 이동대차에서 대차로 언로딩
- ⑤ 작업자가 이후 공정 진행(탈수 및 건조)

## 2-3. 표준공정모델 실증기준

제조로봇 활용 공정모델 실증기준 [도금랙 로딩/언로딩 공정의 표준모델]					
산업 분야	뿌리 (금속/플라스틱)	대상업종 (산업분류코드)	도금업 (C25922)	적용공정	(뿌리)금속/플라스틱 부품_도금랙 로딩/언로딩
공정 소개	공정 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>5kg~10kg의 도금랙을 대차로 옮기는 단순 반복작업하는 공정에 이재로봇을 투입하여 작업자가 장시간 진행했을 경우 발생하는 근골격계질환 및 작업집중도 저하로 인한 안전사고를 예방을 통하여 생산성 향상 및 불량률 감소 등을 실현하는 공정</li> </ul>			
	핵심(부) 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>도금랙 이동거치bar를 로딩/언로딩 기능의 이재로봇</li> <li>도금랙 이송에 필요한 이동 대차 및 이동거치bar 설비</li> <li>이재로봇 및 주변설비 PLC 연동의 실시간 모니터링시스템</li> </ul>			
	핵심 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>제품 로딩/언로딩 이재로봇</li> <li>이재로봇 및 그리퍼 운용 전용 제어장치(PLC)</li> <li>다량의 도금랙을 거치하여 이동하는 대차</li> <li>도금랙 이동거치bar 파지전용 그리퍼</li> <li>도금랙 대차 정위치 고정 로봇베이스</li> <li>이재로봇 및 주변설비 PLC 연동 모니터링시스템</li> </ul>			
	핵심 성능	<ul style="list-style-type: none"> <li>6관절 이재로봇의 위치 정밀도(<math>\pm 0.1\text{mm}</math>이내) 제어가 가능</li> <li>로봇, 그리퍼 장치 간의 전기적/기계적 인터페이스 통일</li> <li>로봇의 가반하중을 고려한 경량화 설계</li> <li>도금랙 정위치 정렬 기능</li> <li>이재로봇 작업현황 실시간 모니터링 기능</li> </ul>			
	필요성/효과	<p>[필요성]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>장시간 수동 작업에 따른 안전사고 발생</li> <li>인체유해화학물질에 노출위험 발생</li> </ul>		<p>[도입효과]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>생산성 향상 및 인건비 절감</li> <li>로딩/언로딩의 휴먼에러로 인한 불량률 감소</li> <li>작업자 환경 개선</li> </ul>	
	구분	Before		After	
	레이아웃				
	작업순서	도금랙로딩(수동) → 도금작업진행 → 도금랙언로딩(수동)		도금랙로딩(로봇) → 도금작업진행 → 도금랙언로딩(로봇)	

적용로봇 사양	로봇 종류	산업용로봇	
	가반 하중	~220kg	
	작업 반경	~2,666mm	
	투입 대수	2대	
	비고	도금랙 이동대차 정위치 고정베이스 필수	
주변 설비 사양	그리퍼	작업물 100kg 이하, 그리퍼 15kg, 총 무게 약 115kg이하	
	로봇BASE	스테인리스 구조물 2기	
	SW	설비별 품목별 티칭경로 DB화 및 사용자 화면, CC-Link 통신, 설비인터락용 산업용 표준통신, 이·적재 Program	
	적용 제어기	PLC(유선/무선), 임베디드제어기	
	정렬장치	소재 정렬 트레이	
	공급장치	이동대차 12기 및 이동거치Bar 28기	
	안전펜스	2M(높이) X 15M(길이)	
로봇도입 핵심 고려사항	■로딩/언로딩 반복위치 결정 정도 ±0.01 mm 이내 ■로봇의 설치 위치가 기존 생산라인의 이동 동선에 방해가 되지 않아야 하며, 작업자의 안전이 확보되어야 함 ■PLC와 PC, 로봇, 센서들 간의 동기화를 통해 제어가 이뤄져야 함		
소요예산	■총사업비 250백만원 내외(정부 출연금 125백만원 이내)		
작성처	■☎032-850-0238 (한국생산기술연구원 오세권 선임연구원)		

---

# 금속/자동차 부품\_주조 후 후처리 공정 [표준공정모델 매뉴얼]

---

2021. 12

한국생산기술연구원

# 1 개요

## 1-1. 목적

- 뿌리산업 로봇도입 활성화를 위해 중소형 주조품 트리밍 & 디버링 자동화를 통한 제조 로봇 활용 공정모델 매뉴얼이 필요한 실정
- 뿌리산업의 고위험 작업환경, 인력부족현상 → 로봇도입을 통한 해결을 위한 기준 모델 표준화립이 필요
- 산발적인 로봇 자동화 솔루션 재활용이 어려움을 유사 유형의 뿌리 공정별 로봇 자동화 시스템 패키지용 모델 표준화 작업이 필요

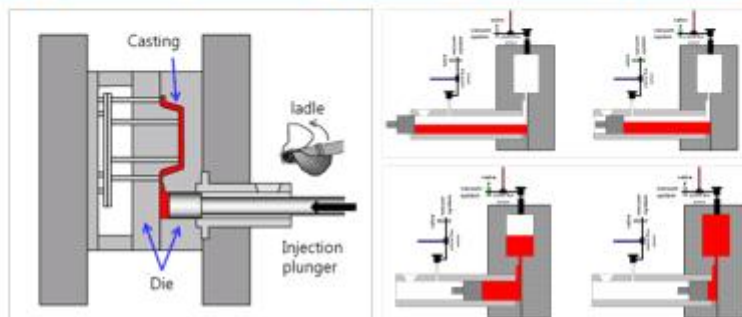
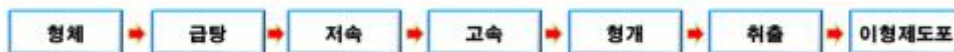
## 1-2. 공정소개

### □ 공정 정의

- 다이캐스팅(Die casting)이란 용융금속을 금형에 고속, 고압으로 주입하여 짧은 cycle time으로 대량생산이 가능하며 복잡하고 얇은 두께의 제품생산이 용이하고 고속, 고압으로 시사출된 다이캐스팅 제품은  $10^2 \sim 10^3 \text{m/s}$ 의 빠른 응고속도로 인하여 미세한 결정립이 형성되어 강도가 우수하며 대량생산을 할 수 있는 장점을 가진 공법이다.

#### ❖ 다이캐스팅 공정

- 경량화로 인하여 엔진, 변속기, 브라켓, 케이스 등 자동차 부품에 알루미늄 합금 80%이상
- 재생 알루미늄 사용 가능, 대량 생산 및 가공이 우수한 다이캐스팅 공법으로 제품 생산.
- 정밀한 형상의 공동(Cavity)을 가진 금형에 용융금속(용탕)을 고압으로 주입하여 치수 정밀도와 표면이 우수한 제품을 단시간에 대량으로 생산하는 주조 공법.



[ 다이캐스팅 공정 개략도 ]



### 1-3. 적용대상

□ 해당공정 적용 업종, 관련 제품군 및 활용 가능 업종

- 중소기업형 자동차 부품생산을 위한 상부 주행식 가공 자동화 가공공정모델에 적용 가능
- 중소형 제품 생산하는 다이캐스팅 공정에 적용 가능
- 자동차 완성품 이송, 적재 공정 적용 가능

## 2 로봇활용 표준공정모델

### 2-1. 로봇 활용 표준공정모델

#### □ 표준공정모델 개요

구분	제품취출	Rought 트리밍	정밀트리밍	디버링 대기 적재	배출1	디버링	배출2	적재
As-Is	로봇	수동	수동	X	X	수동		수동
To-Be	로봇	트리밍 장비	트리밍 장비	로봇		디버링 장비	로봇	수동



[ 트리밍, 사상 표준모델 도입 솔루션 ]

#### □ 시스템 구성

[표준공정모델 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: 80kg 이상</li> <li>- 반복정밀도: <math>\pm 0.15\text{mm}</math></li> <li>- 리치: 2,239mm</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: 3kg 이상</li> <li>- 적용 ITEM: 1종 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>

## □ 공정 설계도

### ○ 로봇 1대 운영 공정설계안



#### <로봇자동화 시스템 구성>

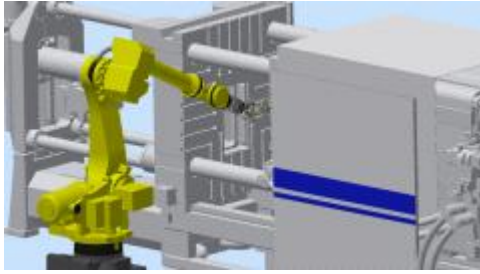
- ①다이캐스팅후 제품취출(로봇)
- ②다관절 로봇 러프 트리밍
- ③정밀 트리밍 금형에 제품안착(로봇)
- ④정밀 트리밍 후 로봇이 제품 픽업
- ⑤로봇이 디버링 적재대기 안착
- ⑥로봇이 디버링 작업
- ⑦디버링 후 컨베이어로 이동(로봇)

#### [ 로봇 1기를 이용한 공정설계도 ]

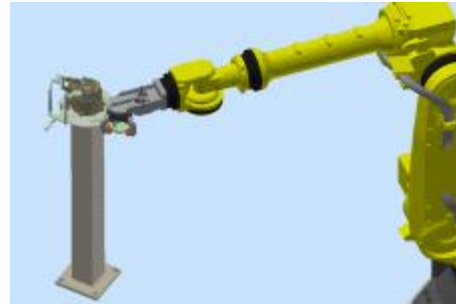
- ① 다이캐스팅후 제품취출(로봇)
- ② 다관절 로봇 러프 트리밍
- ③ 정밀 트리밍 금형에 제품안착(로봇)
- ④ 정밀 트리밍 후 로봇이 제품 픽업
- ⑤ 로봇이 디버링 적재대기 안착
- ⑥ 로봇이 디버링 작업
- ⑦ 디버링 후 컨베이어로 이동(로봇)

## □ 운영 시나리오

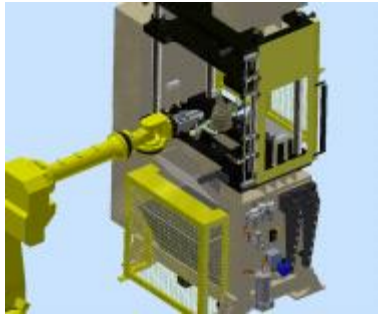
- 표준모델 공정 설계에 따른 운영시나리오 시뮬레이션을 위해 로봇 1기(기구축) 및 2기를 이용한 공정 운영안을 M-M Chart를 이용하여 검증
- 로봇 1기 사용 시 운영 시나리오: 트리밍, 디버링 모든 공정에서 로봇이 계속 그리퍼를 이용하여 이동
- 로봇 2기 사용 시 운영 시나리오: 1기의 로봇(기구축)은 소재 트리밍, 디버링 적재다이에 투입 부분을 담당하고 나머지 1기는 디버링 적재다이 소재 픽업, 디버링장치 투입, 배출을 분할하여 담당함으로서 일괄 자동화 시스템 구축으로 인한 가동률이 높아져 결론적으로 생산성이 보다 향상되는 효과 발생



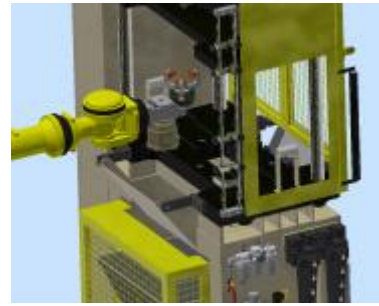
다이캐스팅제품 취출



트리밍 대기 적재



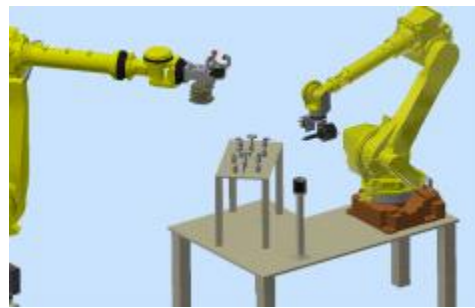
리프 및 정밀 트리밍 투입



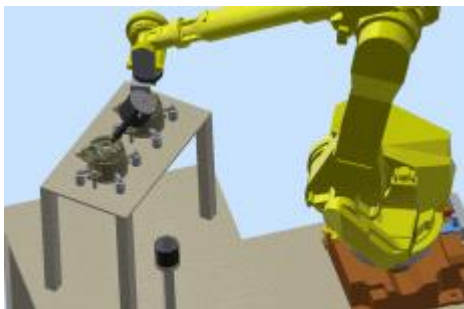
리프 및 정밀 트리밍 배출



디버링 적재다이 로딩/언로딩



디버링 작업다이 투입



디버링 작업완료



디버링완료 후 컨베이어 투입

[로봇 2기 운영 용접자동화 시뮬레이션]

- ① 다이캐스팅 머신에서 취출로봇가 취출
- ② 냉각수조에 입수하여 냉각
- ③ 런너트리밍에서 런너 제거 후 트리밍프레스에 투입
- ④ 디버링 로봇이 트리밍프레스에서 취출
- ⑤ 디버링머신에서 디버링
- ⑥ 디버링 완료되면 콘베어로 배출 후 작업자가 외관 검사

## 2-2. 표준공정모델 실증기준

제조로봇 활용 공정모델 실증기준 [(뿌리)금속/자동차 부품_주조 후처리 공정 표준모델]					
산업 분야	뿌리 (금속/플라스틱)	대상업종 (산업분류코드)	그 외 기타 금속 가공업 (C25929)	적용공정	(뿌리) 금속/자동차 부품_주조 후처리 공정
공정 소개	공정 정의	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 주조품 후처리 작업은 300도이상의 고온과, 과도한 망치질로 인한 근골격계 질환 발생 및 분진발생환경으로 작업 위험도가 높으며 품질 균일성 및 생산성이 떨어지는 대표적인 3D 공정</li> <li>■ 후처리작업에 로봇도입 및 자동화장치를 통하여 작업자 보호와, 품질 및 생산성 향상을 기대할 수 있음</li> </ul>			
	핵심(부) 기능	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 로봇 1 : 제품 취출, 러프 및 정밀 트리밍, 디버링 적재 대기 다이에 로딩/언로딩/적재,</li> <li>■ 로봇 2: 디버링적재 대기 제품 로딩/언로딩/배출 및 사상 작업</li> </ul>			
	핵심 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 소재 취출, 로딩/언로딩 로봇, 다부품 대응 그리퍼</li> <li>■ 디버링, 로딩/언로딩 로봇, 다부품 대응 그리퍼</li> <li>■ 톨오일 공급기 및 유공압, 에어 블로우</li> <li>■ 제품별 로딩/언로딩 방법의 DB화</li> <li>■ 설치 후 티칭 정밀도를 보장할 수 있는 비전을 이용한 자동 세팅</li> </ul>			
	핵심 성능	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 소재 취출 및 정밀 트리밍 금형 안착 정밀도 설정</li> <li>■ 디버링 소재 안착 및 사상에 따른 사상 정밀도 설정</li> <li>■ 로봇과 그리퍼와 다이캐스팅 장비 및 디버링 장치의 연동 전기적/기계적 인터페이스 통일</li> <li>■ 로봇의 가반하중을 고려한 경량화 설계</li> <li>■ 소재 안착 정밀도 구현 및 잦은 설비 에러 문제 검토</li> </ul>			
	필요성/효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 도입필요성</li> <li>■ 수작업시 품질불량 발생 및 생산성저하</li> <li>■ 잦은 사상누락으로 인한 품질비용 증대</li> <li>■ 작업자 근골격계 질환에 노출</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 도입기대효과</li> <li>■ 품질 및 품질 균일도 향상</li> <li>■ 품질비용 감소</li> <li>■ 생산성 향상 및 고정비 절감</li> <li>■ 작업자 노동 환경 개선</li> <li>■ 재고비용 감소</li> </ul>	
	구분	Before		After	
	레이아웃				
	작업순서	소재취출(로봇)→ 수동트리밍 → 이동 → 수동 사상→ 적재		소재취출(로봇) → 러프 및 정밀 트리밍 → 로딩/언로딩(로봇) → 디버링(로봇)→ 로딩/언로딩(로봇)→배출(로봇)	

적용로봇 사양	로봇 종류	산업용로봇	산업용로봇	산업용로봇
	가반 하중	80kg		
	작업 반경	~2,239mm		
	투입 대수	1대		
주변 설비 사양	그리퍼	■ 3kg 이상 (소재 무게 포함) ■ 최소 2개 앤들링 가능한 다중 그리퍼		
	가공기	■ 러프 트리밍, 정밀 트리밍, 디버링적재대 다이, 디버링 다이, 링		
	로딩/언로딩장치	■ 그리퍼를 활용한 제품 로딩/언로딩 ■ STOPPER 와 정밀 안착 지그를 활용한 제품 언로딩 위치결정		
	투입/취출장치	■ 로봇을 활용한 투입/배출		
	반전/정렬 장치	■ 디버링 사상 생산 수량을 고려한 적재대기 테이블은 회전식 또는 고정 4단 타입 ■ 안착센서 신호 작동시 연동 작업 ■ 정밀 안착 JIG을 활용하여 정위치 확보		
	물류/이송기계			
	진단/검사기기	■ 비전 시스템, 제품 인식용		
	계측 기기			
	세척 장치	■ Air Blower		
	S/W, I/F	■ 설비별 품목별 티칭 경로 DB화 및 사용자 화면, CC-Link 통신, 설비 인터락용 산업용 표준 통신, 이·적재 Program		
	제어기	■ Digital 접점신호 제어용 유선 PLC ■ 가압력 확인을 위한 시스템 구축(공압, 가압력등)		
	안전 설비	■ 안전 펜스		
	스마트 팩토리 지원	■ MES 연동		
	공급전원	■ 입력전원 220~440V(±10%, 50/60Hz, 3상), 제어전원 DC24V		
	냉각수조	■ 워터쿨러, 순환펌프, SUS304재질의 Tank		
	트리밍 프레스	■ 트리밍금형, 제품안착유무 확인센서, 트리밍 완료 확인센서		
디버링 장치	■ 다품종 부품 대응 Multi Jig			
디버링 적재다이	■ 디버링 적재 다이(고정 JIG식)			
로봇도입 핵심 고려사항	■ 소재 취출 로봇 정위치 안착 정밀도 ■ 디버링 사상 정밀도 확보 ■ 디버링 안착 정밀 JIG ■ 정밀 트리밍 범위 ■ 로봇좌표와 적용센서 간의 통신 및 시스템 매칭 필요 ■ 통합 모듈을 위해 PLC와 PC, 로봇, 센서들 간의 동기화 및 제어 필수			
소요예산	■ 총사업비 250백만원 내외(정부 출연금 125백만원 이내)			
작성처	■ 한국생산기술연구원 조훈 수석연구원 (☎ 032-8500-407)			