
(뿌리) 대형 차체 부품 갠트리형 후가공 공정 모델
[표준공정모델 매뉴얼]

2022. 12

한국생산기술연구원

목 차

1. 개요	.....
1-1. 목적	.....
1-2. 공정소개	.....
1-3. 적용대상	.....
2. 로봇 활용 표준공정모델	.....
2-1. 공정 분석	.....
2-2. 로봇 활용 표준공정모델	.....
2-3. 표준공정모델 실증기준	.....
3. 기대효과 및 고려사항	
3-1. 기대효과	.....
3-2. 고려사항	.....

1 개요

1-1. 목적

- 가공품의 최종 품질을 결정하는 후가공 공정은 뿌리산업분야에서 가장 자동화가 되지 않는 공정으로 분류됨. 후가공(디버링, 사상, 피니싱) 공정은 가공시 분진처리, 힘 제어, 복잡한 자유형상 등의 여러 제한조건으로 인하여 로봇의 자동화가 힘들고, 가공시 발생하는 가공부하는 강성이 약하고, 정밀도가 낮은 로봇의 모션제어를 더욱더 어렵게 하는 요인임. 본 과제에서 개발한 대형 차체 부품 갠트리형 후가공 공정 모델은 대형 부품을 후가공 하기 위해 갠트리형 구조를 활용하여 넓은 작업영역을 확보 및 작업환경이 가장 열악한 후가공 공정을 로봇을 활용하여 해결하여 자동화하는데 목적이 있음.

1-2. 공정소개

□ 공정 정의

- 로봇 기반 후가공 공정이란, 기존의 CNC 공작기계에서 수행하던 정밀 절삭 가공을 일반 6축 산업용 로봇에 가공 스피들을 부착하여 절삭가공 공정을 수행하는 공정을 의미함. 본 매뉴얼에서는 2m 이상의 대형 차체 부품을 후가공 하기 위해 갠트리형 로봇 시스템(로봇6축 + 갠트리 2축)을 설계하였고 가공 전 과정에서 발생한 치수 오차를 보정하기 위해 비전 시스템 적용을 통해 로봇의 경로를 보정하고자 함

□ 공정 선정

- 수요조사 중에 로봇활용 필요성, 시급성, 적합성, 효과성, 활용성 등을 평가하여 평가 점수가 높은 수요조사 중 유사공정 재정리하여 후보군 1종 선정

1-3. 적용대상

□ 대형 부품

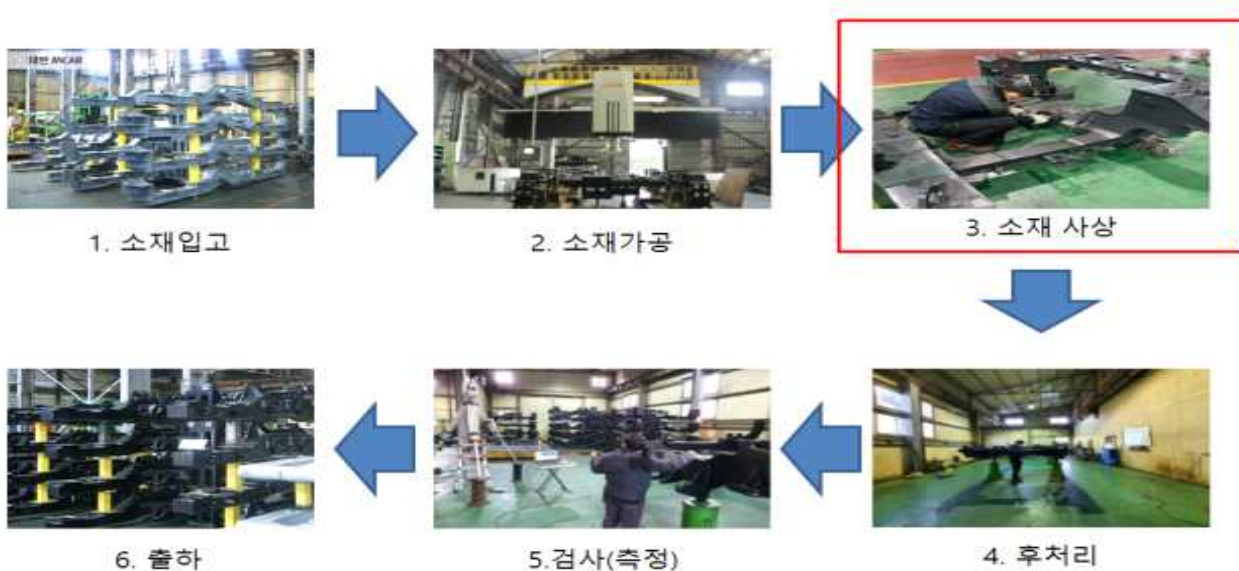
- 대차 프레임, 차체 등 산업용 로봇만으로 가공할 수 없는 부품 적용 가능
- 조립 및 가공 과정에서 치수 공차가 발생하여 기존 공정모델로는 자동화가 어려운 부품 적용 가능

2-1. 공정 분석

□ 후가공(디버링) 공정 분석

(1) 대차 부품 후가공 공정

○ 공정 흐름도



[대차 부품 가공 생산 전체 공정 흐름도]

○ 공정 구조



[대차 부품 후가공(디버링) 공정 수작업]

- ① 가공된 대차 부품 안착 (크레인)
- ② 작업자가 가공된 면을 수작업 TOOL을 이용하여 사상작업
- ③ 가공된 부위 작업 후 소재 반전하여 사상작업
- ④ 완료된 부품 후처리공정으로 이동 (크레인)

□ 공정 문제점 및 개선 필요성

○ 현재 공정 문제점

(1) 작업자 능력에 따른 품질 문제

- 가공부위를 사상하는 작업은 작업자의 능력에 따라 편차가 크고 고중량물 제품의 작업으로 휴먼에러에 따라 품질 문제가 발생이 매우 심함.
- 사상작업시 작업자 능력에 따라 생산성이 불균일하여 생산성 계획 수립이 매우 어려움.

(2) 고중량물 작업에 의한 안전사고 노출

- 작업자가 동일한 자세로 반복작업을 실시함에 따라 근골격계 질환 및 사상작업시 발생하는 분진으로 호흡기 질환이 발생할 수 있으며 고중물 제품 이송시 낙하 사고등 안전사고에 매우 노출되어 있음.

(3) 인력 수급의 어려움

- 소재 가공, 사상 작업이 3D업종으로 분류되어 고령의 작업자가 작업을 하고 있으며 젊은 작업의 인력 수급 어려움을 겪고 있음.

○ 개선 요구사항

- 대형 부품 후가공(디버링) 공정을 자동화할 수 있는 시스템 구성
- 조립 과정에서 발생하는 공차(수 mm) 때문에 부품마다 로봇 경로를 보정해줘야 하는데 이를 자동으로 대체 할 수 있는 비전 시스템 구성
- 수작업을 진행되는 사상작업을 로봇을 이용하여 작업자가 최소한의 작업이 가능하도록 시스템 구성
- 로봇이 작업가능한 영역부분만 로봇이 작업하고 로봇이 작업못하는 부분은 수작업으로 대처 가능하도록 시스템 구성



개선 전

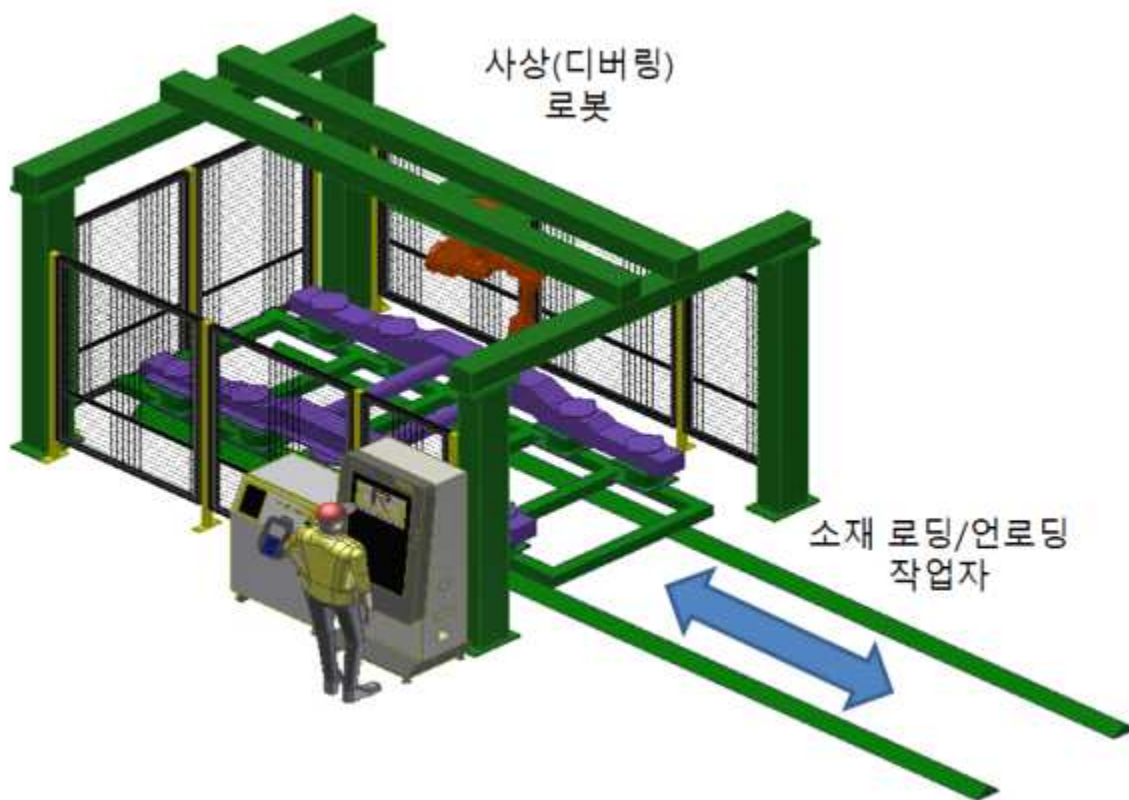


개선 후

2-2. 로봇 활용 표준공정모델

□ 표준공정모델 개요

구분	소재입고	소재가공	소재사상	소재 후처리	검사	출하
As-Is	수동	수동	수동	수동	수동 측정기	수동
To-Be	수동	수동	로봇	수동	수동	수동



[사상(디버링) 표준모델 도입 솔루션]

□ 시스템 구성

[표준공정모델 시스템 구성안]

H/W	사 양	필요 기능
로봇	<ul style="list-style-type: none"> - 타입: 수직다관절 - 축 자유도: 6-axis - 가반하중: 20kg 이상 - 반복정밀도: ± 0.03mm - 리치: 1,725mm 	<ul style="list-style-type: none"> - 작업반경 내에서의 반복정밀도 유지 - 제어시스템과의 S/W 호환성 - 주어진 작업환경 (온/습도 등)에서의 내구성
그리퍼	<ul style="list-style-type: none"> - 핸들링 재질: 금속 소재 - 그리퍼 Payload: 10kg이내 - 사상작업이 가능한 스피들 - 스피들회전수 : 5000RPM 	<ul style="list-style-type: none"> - 사상가능한 절삭툴이 부착 가능한 장치 - 정확한 위치로의 이송
제어반	<ul style="list-style-type: none"> - 통신방식: CC-Link - 확장성 및 호환성 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 자동화 설비 및 로봇 호환성 가능 - 통합관리시스템 연동 제어



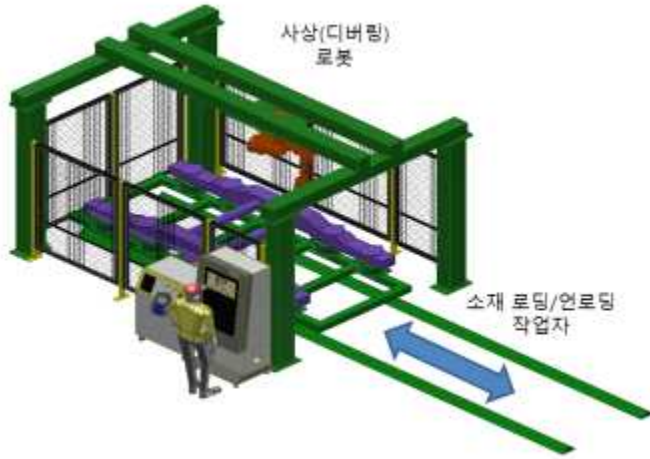
[로봇 제어기 호환성]

□ 시스템 상세 구성 및 스펙

1. 2축 로봇 주행 겐트리	사양 정보	
	범주	2축 로봇 주행 겐트리
	주행 축	2축 (X축,Y축)
	속도	Max 1m/sec
	이송거리 (X/Y)	X축 : 2m이상 Y축 : 3m이상
2. 진입/취출장치	사양 정보	
	범주	진입/취출장치
	소재기종	5종 호환가능한 JIG
	작동방법 수량	반자동 1대
3. 그리퍼(디버링툴)	사양 정보	
	범주	Deburring Tool
	구조	Air 회전방식
	회전속도	5000RPM 이상
	특징	사상작업시 원활한 절삭 TOOL 선정이 필요
4. 제어반	사양 정보	
	범주	제어반
	구조	KIOSK 타입
	특징	PLC 및 기타 전장품을 일체화하여 설치 스마트팩토리 진행을 위해 산업용 PC를 장착하여 구축가능하도록 진행. 자동화 시스템 컨트롤 생산이력 관리

□ 공정 설계도

○ 로봇 1대 운영 공정설계안



<로봇자동화 시스템 구성>

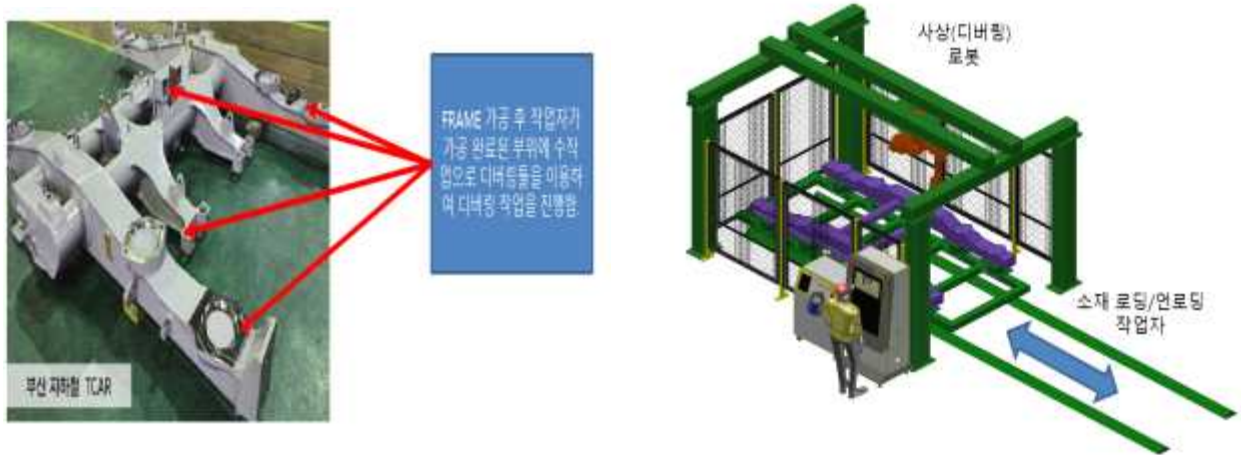
- ① 소재 진입/취출장치
- ② 다관절로봇 1대
- ③ 2축 로봇 주행 겐트리
- ④ 사상 TOOL(디버링TOOL)
- ⑤ 비전시스템
- ⑥ 통합제어반
- ⑦ 안전장치

[로봇 1기를 이용한 공정설계도]

- ① 소재 진입장치 소재로딩 (작업자-크레인)
- ② 진입장치 이송 후 고정 셋팅
- ③ 비전시스템을 이용한 로봇 경로 보정
- ④ 로봇이 주행하며 사상부위 사장작업
- ⑤ 사상작업완료된 로봇 홈복귀
- ⑥ 취출장치 소재 언로딩

□ 운영 시나리오

- 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



[사상공정 로봇 자동화 시뮬레이션]

2-3. 표준공정모델 실증기준

제조로봇 활용 공정모델 실증기준 (대형 차체부품 갠트리형 후가공 로봇 자동화 시스템)					
산업 분야	뿌리 (금속/플라스틱)	대상업종 (산업분류코드)	기관차 및 기타 철도 차량 제조업(C31201)	적용공정	대형 차체 부품 갠트리형 후가공 공정
공정 소개	공정 정의	■ 기존의 CNC 공작기계에서 수행하던 정밀 절삭 가공을 일반 6축 산업용 로봇에 가공 스피들을 부착하여 절삭가공 공정을 수행하는 공정을 의미함. 본 매뉴얼에서는 2m 이상의 대형 차체 부품을 후가공 하기 위해 갠트리형 로봇 시스템(로봇6축 + 갠트리 2축)을 설계하였고 가공 전 과정에서 발생한 치수 오차를 보정하기 위해 비전 시스템 적용을 통해 로봇의 경로를 보정하고자 함			
	핵심(부) 기능	■ 대형 부품 디버링 위한 갠트리형 적용 ■ 소재의 로딩/언로딩 장비 탈착 ■ 소재 디버링작업을 위한 2축 추가된 부가축 적용 ■ 비전을 통한 자동 기준 확인 및 디버링 경로추적			
	핵심 구성	■ 소재 디버링이 가능한 로봇 그리퍼 톨 적용 ■ 대형 부품 가공을 위한 갠트리에 로봇이 거꾸로 매달린 구성 ■ 소재 기준체크 및 디버링 경로확인 가능한 비전카메라 적용 ■ 설치 후 로봇이 자동으로 구동 가능한 구성			
	핵심 성능	■ 가공 모서리 사상이 가능한 디버링 톨(그리퍼)적용 ■ 로봇 부가축 2축 적용한 주행시스템 ■ 로봇 주행 FRAME의 경량화 설계 ■ 로봇 홈복귀 프로그램 구성			
	필요성/효과	[필요성] ■ 장시간 고중량 작업에 따른 육체적 부담 발생 ■ 고된 작업환경에 대한 인력난 발생 ■ 작업 이동 경로에 따른 생산성 저하 발생	[도입효과] ■ 생산비 절감 ■ 생산성 향상 ■ 작업자 근골격계 질환 예방		
	구분	Before		After	
	레이아웃				
	작업순서	소재입고 → 소재 가공 → 소재디버링 → 소재 세척 → 출하		소재 셋업 → 소재 투입 → 로봇 디버링 → 소재 취출	
적용로봇 사양		로봇 종류	현대로보틱스 HH020 산업용로봇		
		가반 하중	20kg		
		작업 반경	1,742mm		
		투입 대수	1		
		기타	주행축 2축 추가 (7축,8축)		
주변 설비 사양		그리퍼	■ 5000RPM 이상 회전이 가능한 디버링 톨 구성 ■ 로타리바 적용 디버링 톨 1대 ■ 브러쉬 적용 디버링 톨 1대		
		로봇 베이스	■ 2축 주행이 가능한 Robot Moving Base		
		진입장치	■ 대형 기타 Frame를 이송가능한 대차 구축		

	취출장치	<ul style="list-style-type: none"> ■ 지그 기종 2종 적용가능하도록 적용 ■ 작업자가 소재 셋업을 하며 조작하여 움직이도록 구성
	비전 장치	<ul style="list-style-type: none"> ■ 디버링 툴에 비전 카메라를 구성하여 소재가 셋업이되면 셋팅된 소재의 기준을 촬영하고 디버링 작업 부위를 측정하여 데이터를 생성
	S/W	<ul style="list-style-type: none"> ■ 비전 카메라를 통해 생성된 데이터를 이용하여 자동으로 경로 분석 및 제품의 기종을 인식할 수 있는 S/W 구성
	제어기	<ul style="list-style-type: none"> ■ 임베디드 PC 및 터치 패널이 구성되어 있는 제어기 구성
	안전 설비	<ul style="list-style-type: none"> ■ 산업안전기준법에 따라 2m 이상의 안전FENCE 구성 ■ 산업안전기법법에 따라 안전 센서 구성
	스마트 팩토리 지원	<ul style="list-style-type: none"> ■ 추후 수요기업에서 스마트팩토리가 가능하도록 제어기내 이더넷통신이 가능하도록 구성
로봇도입 핵심 고려사항		로봇을 뒤집어 구성하며 주행 부가축이 2축 추가되어 8축으로 구성되며 대형 부품 디버링을 위한 로봇이 구축되는 공간확보가 필요함. 디버링 작업시 여러 종류의 툴(로타리바)을 사용하여 TEST를 통해 적합한 툴과 가공조건을 찾는 것이 핵심.
소요예산		■ 총사업비 400백만원 내외 (정부출연금 280백만원이내)
작성처		■ ☎041-5898-562 (한국생산기술연구원 김성현 선임연구원)