
항공기 조립공정 개선을 위한 제조로봇 활용모델
개발_평판 리베팅 공정

[표준공정모델 매뉴얼]

2022. 12

한국로봇융합연구원

목 차

1. 개요	1
1-1. 목적	1
1-2. 공정소개	1
1-3. 적용대상	3
2. 로봇 활용 표준공정모델	5
2-1. 공정 분석	5
2-2. 로봇 활용 표준공정모델	10
2-3. 표준공정모델 실증기준	15
3. 기대효과 및 고려사항	
3-1. 기대효과	17
3-2. 고려사항	18

1 개요

1-1. 목적

- 본 매뉴얼은 항공기 조립공정 개선을 위한 제조로봇 활용모델 공정을 소개하고, 제조로봇이 적용된 항공기 조립 공정의 표준화 및 확대 적용을 위한 기술적 이해를 도모하는데 그 목적이 있음

1-2. 공정소개

□ 공정 정의[평판 Riveting]

- 리베팅(Riveting)이란 판재와 부재에 미리 가공된 홀에 리벳을 이용하여 결합하는 산업용 기술 중 하나임. 리베팅은 볼트너트의 결합방법 보다 가벼우며, 단단하게 반영구적으로 결합 할 수 있는 기술임. 항공분야표준공정모델에서 로봇자동화가 적용된 리베팅 공정은 다수의 반복적인 리벳작업을 위한 공정 솔루션임

□ 공정 선정

- 수요조사 50건 중 로봇활용 수요 제기 횟수가 많고 평가점수(필요성, 시급성, 적합성, 효과성, 활용성)가 높은 공정을 우선 선정하였음

순번	분야	기술목록	기업	필요성	시급성	적합성	효과성	활용성	합계
1	복합재 가공	탄소섬유복합재 가공 자동화	대한항공	5	4	5	5	5	24
2		탄소섬유복합재 가공 자동화	동성티씨에스	5	4	4	5	5	23
3		탄소섬유복합재 가공 자동화	드림하이테크	4	4	4	4	4	20
4		탄소섬유복합재 가공 자동화	테크항공	5	3	5	5	5	23
5		탄소섬유복합재 가공 자동화	송월테크놀로지	5	4	4	5	5	23
6		탄소섬유복합재 가공 자동화	한국복합소재	5	5	5	5	5	25
7		탄소섬유복합재 가공 자동화	디엔엠항공	5	5	5	5	5	25
8	기체 조립	리베팅 자동화 공정	한국항공우주산업	5	3	5	4	5	22
9		리베팅 자동화 공정	하이즈항공	4	3	4	4	4	19
10		리베팅 자동화 공정	대화항공산업	4	4	4	5	4	21
11		리베팅 자동화 공정	에이에스티지	4	4	4	5	5	22
12		리베팅 자동화 공정	엔디티엔지니어링	4	3	4	4	4	19
13		리베팅 자동화 공정	켄코아에어로스페이스	5	5	5	5	5	25
14		리베팅 자동화 공정	율곡	5	5	5	4	4	23
15		리베팅 자동화 공정	볼크	5	4	5	5	5	24
16		볼팅 조립 자동화	대한항공	4	4	4	4	4	20
17	기체 가공	드릴링 자동화 공정	드림하이테크	4	4	4	4	4	20
18		드릴링 자동화 공정	하이즈항공	4	3	3	5	4	19
19		드릴링 자동화 공정	에이에스티지	4	4	4	5	5	22
20		드릴링 자동화 공정	대신항공산업	4	3	4	4	4	19
21		드릴링 자동화 공정	엔디티엔지니어링	4	3	4	4	4	19
22		드릴링 자동화 공정	켄코아에어로스페이스	5	5	5	5	5	25
23		드릴링 자동화 공정	율곡	4	2	3	2	3	14
24		드릴링 자동화 공정	현항공산업	4	4	4	5	5	22
25		엔진 블레이드 가공 자동화	은유항공정밀	5	4	5	5	5	24

26	물류	Set-up 자동화 공정	한국항공우주산업	5	4	5	5	5	24
27		Set-up 자동화 공정	울곡	5	5	5	5	5	25
28		Set-up 자동화 공정	한국치공구업	4	4	5	4	3	20
29		Set-up 자동화 공정	케이에이엠	3	3	3	3	3	15
30		Set-up 자동화 공정	케이피항공산업	5	5	5	5	5	25
31		제품 회전 자동화	하이즈항공	5	5	4	5	4	23
32		무병라인 자동화	하이즈항공	4	4	5	5	5	23
33		마찰제(디스크) 공정 이송 자동화	다원프릭션	4	3	3	4	4	18
34		Part 및 원자재 이송을 위한 로봇 자동화	켄코아에어로스페이스	5	5	5	5	5	25
35		20m 급 하공 부품 Pallet Change System	켄코아에어로스페이스	5	5	5	5	5	25
36		소재 장착 자동화	울곡	5	5	5	4	4	23
37		HW Kitting 자동화 공정	울곡	4	2	5	4	4	19
38		항공기 부품 도장 자동화	에어로코텍	4	4	4	4	4	20
39		항공기 부품 도장 자동화	엔디티엔지니어링	4	3	4	5	5	21
40	기타(치공구, 검사, 측정, 본딩, 표면처리 등)	복합재 비파괴 검사 자동화	한국복합소재	5	5	5	5	5	25
41		복합재 비파괴 검사 자동화	한국항공우주산업	4	4	5	4	5	22
42		복합재 비파괴 검사 자동화	세이프텍	5	4	4	5	5	23
43		기체 미소 크랙 검사 자동화	에스아이오티	5	5	4	5	5	24
44		조립 검사 작업 자동화	대화항공산업	4	3	4	5	4	20
45		Layup & Inspection 자동화 공정	대신항공산업	4	4	4	4	4	20
46		대형부품(20m 급) 검사 공정 자동화	켄코아에어로스페이스	5	5	5	5	5	25
47		3D Scanning 자동화	울곡	4	2	3	4	4	17
48		측정 자동화	사이언	5	5	5	5	5	25
49		치공구 Bushing 조립	드림하이테크	3	3	3	3	3	15
50		복합재 적층 후 반복 가압	한국복합소재	5	4	4	5	5	23

표준모델 후보군	평가항목	세부점수	점수차트
복합소재 가공	필요성	4.86	<p>복합소재 가공</p>
	시급성	4.14	
	적합성	4.57	
	효과성	4.86	
	활용성	4.86	
	합계	23.29	

<Riveting 공정 평가의견>

표문모델 항목	만점	평가점수	평가의견
필요성(작업환경, 애로 사항, 공정문제점 등)	5	4.86	프레스작업으로 인한 작업자의 안전사고 발생이 매년 발생되고 있음. 작업소음 및 단순반복 작업에 다른 작업자의 안전성 확보 필요
시급성, 난이도(인력난, 작업환경 등)	5	4.14	프레스 작업으로 인한 압착사고 및 단순반복 작업에 따른 근골계 질환유발로 인력확보가 어려움
적합성(주생산품 및 핵심 기술 등)	5	4.57	로봇자동화 도입에 따른 일관된 품질 기반의 생산성 확보, 작업자 의존도 경감에 따른 인력문제 및 안전사고 해소 가능
효과성(생산성&매출 향상, 경쟁력 강화 등)	5	4.86	품질의 일관성 기반의 생산성 향상, 인력난 해소에 따른 제조 경쟁력 강화, 자동화에 따른 시장경쟁력 강화 등
활용도(활용도, 파급효과성 등)	5	4.86	다품종 소량생산에 따른 항공부품산업에 로봇을 적용하여 유연생산 가능하며, 복합소재 및 금속 소재의 다른 항공부품의 공정에 적용가능, 항공 이외의 타산업 동일 계열의 소재 공정에 적용 가능
환산 점수	100	93.16	-

1-3. 적용대상

□ 적용공정

○ 평판 리베팅(Riveting)

- 평판 리베팅 작업은 벌크헤드¹⁾와 같은 평판과 연결부품을 조립하기 위한 작업으로 현재 2인 1조로 작업자 1인이 리벳건, 판재의 반대편의 작업자 1인이 버킹바를 사용하여 리베팅 작업을 수행함.
- 기존 작업자의 평판 리베팅 공정을 분석하고 로봇 매니플레이터 엔드툴을 개발 적용하여 리베팅공정 자동화에 적용.

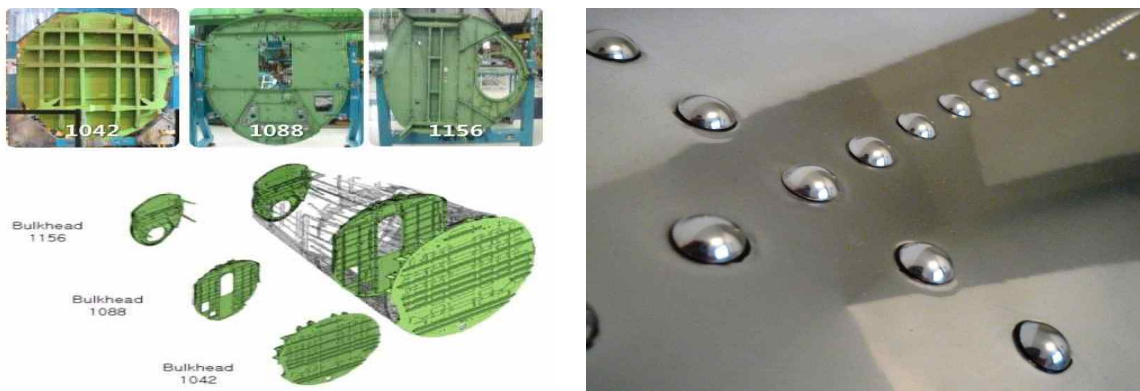


그림 2 벌크헤드(左)와 알루미늄 소재에 결합된 리벳(右)

1) 동체를 구성하는 원판 형태의 부품으로, 집중 하중을 스킨으로 골고루 분산시키며 비틀림에 의한 동체 변형을 방지하는 역할

□ 적용확대 가능 공정 및 활용가능 분야

○ 확대적용 가능 공정 - 항공분야

- 평판 리베팅 공정은 항공기 파트 집합에 대부분 사용되는 기술로 다품종 대량 생산 공정 및 다른 기체 파트의 제조 공정에 확대 적용이 가능함.
- 인력난에 어려움을 겪고 있는 중소 항공기 제조 현장에 적용 가능함.

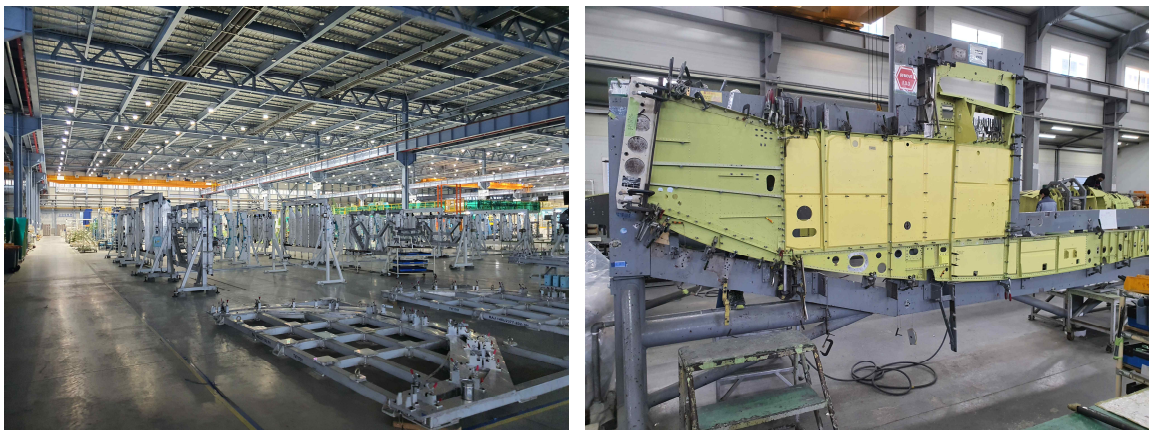


그림 3 평판 리베팅 작업환경(에이에스티지(左), 대신항공산업(右))

○ 확대적용 가능 공정 - 항공·우주 산업 외 분야 (철도, 해양, 건축 등)

- 리베팅 공정은 제조 산업에 널리 사용되는 기술인만큼 항공분야 뿐 아니라 우주, 철도, 해양 등 산업에서도 널리 사용되는 기술 공정으로 로봇 자동화기술은 타 산업으로 확장 및 응용될 가능성이 높음



그림 4 평판 리베팅의 타 산업 적용예시

2 로봇활용 표준공정모델

2-1. 공정 분석

□ 평판 Riveting 공정분석

○ 공정 흐름도

- Detail Part 입고 및 보관 → 가공홀 불량 검사 → Loading(리벳 삽입) → Loading(리벳고정) → Loading(실린트 도포) → Loading(패널 결합) → Fastening → Final Inspection (출고검사) → 출고대기 및 보관 → 패킹 출고



그림 5 Riveting 전체 공정 흐름도

○ 전체 공정 순서

- ① Detail Part 입고 및 보관 : Detail Part 입고 후, 반제품 창고 이동
- ② 가공 홀 불량 검사 : 도면 및 기술문서에 따른 가공 확인
- ③ Loading(리벳 삽입) : 가공 홀에 리벳 삽입
- ④ Loading(리벳 고정) : 삽입된 리벳 테이프를 이용한 고정
- ⑤ Loading(실린트 도포) : Upper 패널에 실린트 도포
- ⑥ Loading(패널 결합) : Bottom / Upper 패널 결합
- ⑦ Fastening : Riveting
- ⑧ Final Inspection : 도면 요구 조건에 따라 작업 여부 확인
- ⑨ 조립품 출고 대기 및 보관 : 제품 창고 이동
- ⑩ 패킹 출고 : 출고

○ 전체 공정 구조

[평판 Rivet] 공정분석표

번호	내용설명	운반	* Part 기준				시간(분)	운반거리(m)	문제점	개선착안점				
			가공	정제	검사	저장				폐지	통합	순서	장소	직업자
1	원자재 입고	V					-	-						
2	작업 테이블에 자재 분류 및 운반	V					1.0	2.0						
3	가공품 육안 검사				V		2.0							
4	가공홀에 리벳 삽입		V				1.5		o 작업자가 형상에 맞게 한 개씩 리벳을 가공홀에 삽입(단순박복 리벳 10개)		V			
5	테이프를 이용한 Rivet 고정		V				1.0		o 작업자가 삽입된 리벳이 떨어지지 않게 테이프를 이용한 고정		V			
6	결합부 실런트 도포		V				0.4					V		
7	Bottom / Upper 패널 결합		V				1.0					V		
8	리벳팅 장비 작업대로 이동	V					1.0	2.0						
9	오토 리벳팅 장비를 이용한 리벳팅 작업		V				0.5		o 작업자의 숙련도에 따라 품질이 달라짐(프레스에 압착사고 발생 가능)		V			
10	검사 작업대로 이동	V					1.0	2.0						
11	감독과 품질검사				V		2.0							
12	출고 대기로 이동	V					1.0	2.0						
13	작업 물품 폐킹 작업		V				3.0							
14	출고	V					-	2.0						
							Total	15.4min	10m					

[공정분석표]

○ 평판 리벳팅 공정 구조



그림 7 [개선 공정순서]

① Detail Part 입고 및 보관 → ② 가공품 불량 검사 → ③ Loading(실런트 도포) → ④ Loading(패널 결합) → ⑤ 로봇을 이용한 리벳팅 → ⑥ Final Inspection (출고검사) → ⑦ 출고대기 및 보관 → ⑧ 패킹 출고

□ 공정 문제점 및 개선 필요성

○ 현재 공정 문제점

- ① (전체공정)공정 분석을 통해 문제를 파악 및 분석하고, 로봇 자동화 공정 도입을 위해 공정 순서 변경이 필요
- ② (Loding 리벳 삽입)기존 작업자가 수작업을 통해 이루어졌던 단순 반복 공정의 개선 필요
- ③ (Loding 리벳 고정)기존 작업자가 수작업을 통해 이루어졌던 단순 반복 공정의 개선 필요
- ④ (Riveting 작업) 작업자의 숙련도 및 컨디션이 제품 품질에 영향을 줌

○ 개선 요구사항

- 전체공정의 ⑤, ⑥ 항목의 공정을 먼저 수행하도록 순서를 변경하여 단순 반복 작업을 로봇이 대체 할 수 있게 공정 단순화함.
- 전체공정의 ③, ④, ⑦ 항목의 단순하고, 위험한 공정을 통합하여 작업할 수 있는 멀티 툴을 개발하여 공정통합 및 안전사고로부터 원천 예방함.

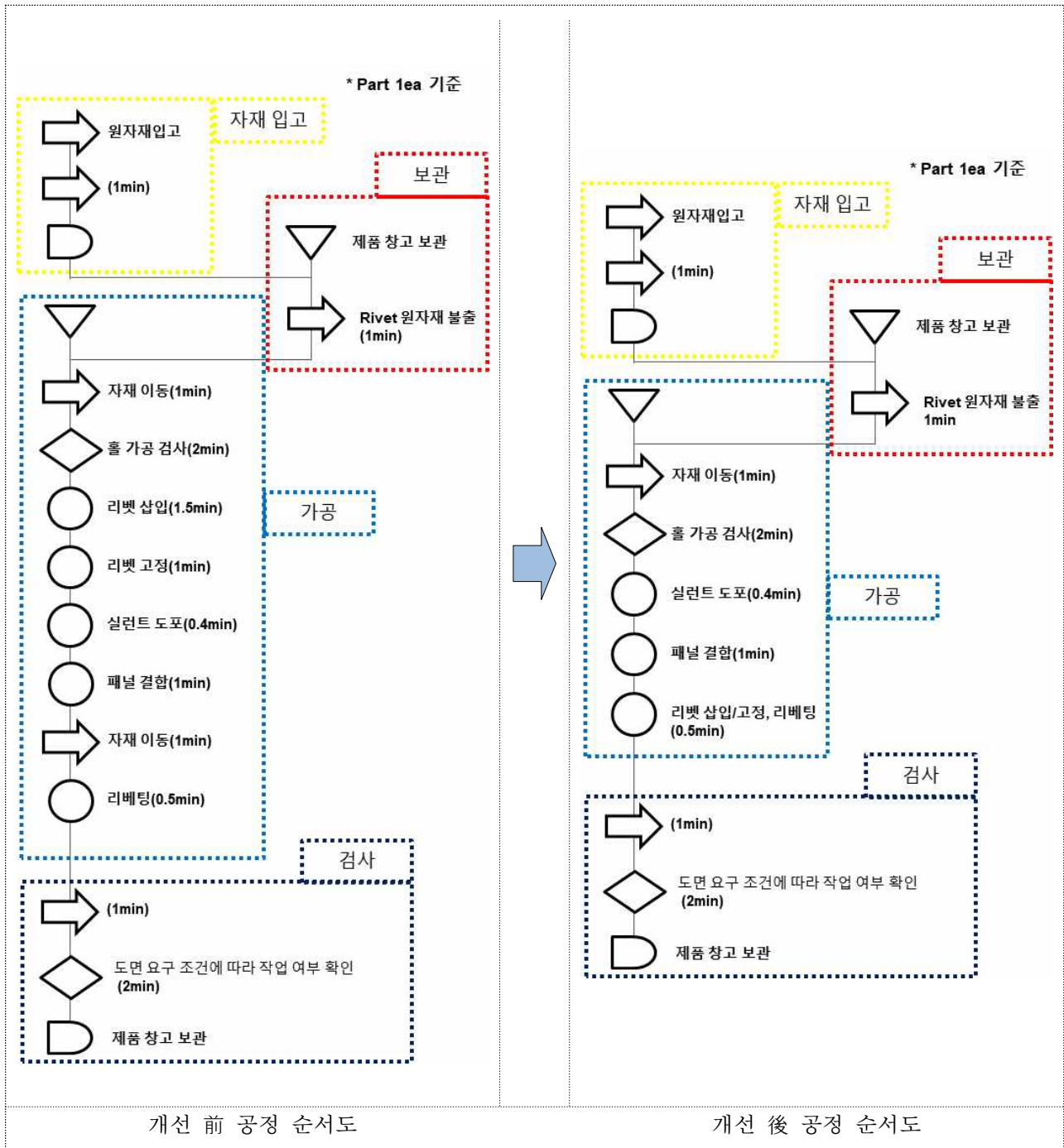
[평판 Rivet] 공정분석표

번호	내용설명	* Part 기준						운반거리(m)	문제점해결	개선착안점				
		운반	가공	정체	검사	저장	시간(분)			폐지	통합	순서	장소	작업자
1	원자재 입고	V					-	-						
2	작업 테이블에 자재 분류 및 운반	V					1.0	2.0						
3	가공품 육안 검사				V		2.0							
4	결합부 실런트 도포		V				0.4		○ 공정 순서 변경			V		
5	Bottom / Upper 패널 결합		V				1.0		○ 공정 순서 변경			V		
6	멀티툴과 로봇을 이용하여 리벳 삽입 및 리벳작업 실시	V					0.5		○ 작업자를 대체 하여 로봇이 자동으로 작업	V				
7	검사 작업대로 이동	V					1.0	2.0						
8	감독과 품질검사				V		2.0							
9	출고 대기로 이동	V					1.0	2.0						
10	작업 품종 패킹 작업		V				3.0							
11	출고	V					-	2.0						
		Total						11.9min						
								8m						

[문제점 보완을 위한 개선된 공정분석표]

	기존 공정	보완된 공정	비고
Takt Time(min)	약 15.4	약 11.9	<u>약 23% 감소</u>
운반거리(m)	약 10m	약 8m	<u>약 20% 감소</u>

[기존 공정과 보완된 공정 비교]



[전체 공정 순서도 개선 전후 비교]



원자재 입고



가공품 불량 검사



평판 부품 실점된 도면



베이스재료와 이펙트도 확인



복합재 입고



출고 대기



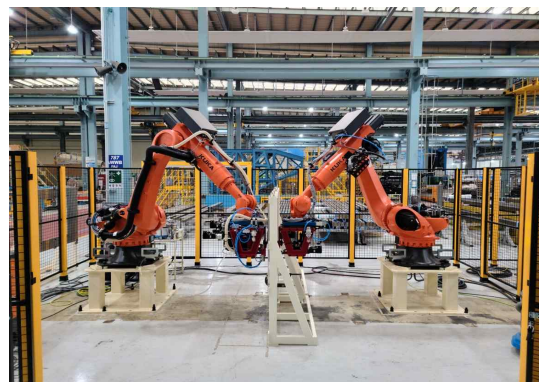
강유관 점검 검사



본공을 이용한 리벳팅 작업



개선 前



개선 後

[해당 공정 개선 전후 비교]

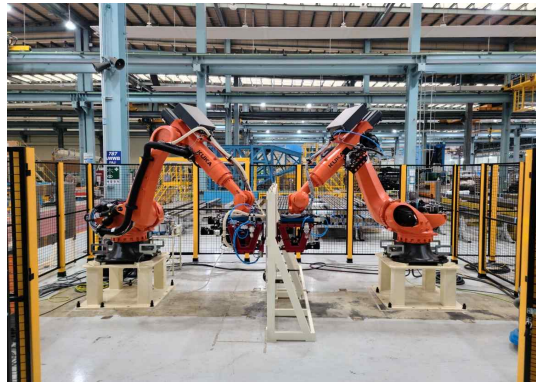
2-2. 로봇 활용 표준공정모델

□ 표준공정모델 개요

구분	가공홀 검사	리벳 삽입	리벳 고정	실린트 도포	부재 결합	리벳팅	품질 검사	출고
As-Is	수동	수동	수동	수동	수동	수동	수동	수동
To-Be	수동	로봇	로봇	수동	수동	로봇	수동	수동



[Riveting 표준모델 도입 공정 흐름도]



[평판 Riveting 표준모델 도입 솔루션]

□ 시스템 구성

[표준공정모델 시스템 구성안] 제작사양

H/W	사 양	필요 기능
로봇	<ul style="list-style-type: none"> - 타입: 수직다관절 - 축 자유도: 6-axis - 가반하중: 최대 275kg - 반복정밀도: $\pm 0.05\text{mm}$ - 리치: 최대 2,701mm 	<ul style="list-style-type: none"> - 작업반경 내에서의 반복정밀도 유지 - 제어시스템과의 S/W 호환성 - 주어진 작업환경에서의 가동 내 구성
Riveting Tool	<ul style="list-style-type: none"> - 타입 : Servo Spindle [위치제어, 힘제어 가능] - Max Speed : 15,000 RPM - Power : 3Hp (2.2kW) - Torque : 2.6lb-ft (3.5N-m) - Weight : 28 lbs (12.7kg) 	<ul style="list-style-type: none"> - 위치제어 및 힘제어 기능 기반의 가공 - Speed, RPM 가변형
제어반	<ul style="list-style-type: none"> - 통신방식: 이더넷 - 확장성 및 호환성 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - TCP Auto-Calibration 가능 - 통합관리시스템 연동 제어



[제조로봇을 활용한 평판 Riveting 공정 구성 이미지 수정]

□ 공정 설계도

○ 제조로봇 적용된 공정 운영 설계(안)



〈로봇자동화 시스템 구성〉

- ① 다관절로봇
- ② 로봇 베이스 프레임
- ③ Riveting Tool
- ④ 제품 안착 지그

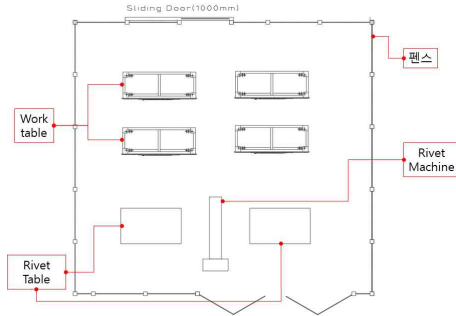
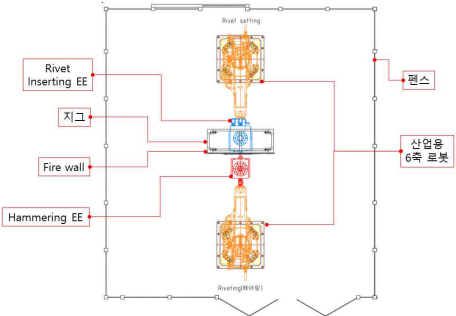
[평판 Riveting 공정설계도]

- ① 준비작업 : 베이스 플레이트/지그 고정 - 작업자
- ② 제품 고정 : 지그(Jig)에 제품(판재 부재) 안착 - 작업자
- ③ 리베팅 : 다관절로봇에 장착된 툴로 평판 Riveting 작업 - 로봇
- ④ 검사 : EOP, Angle, Roundness - 작업자
- ⑤ 지그(Jig) Un-clamping 및 제품 탈거

□ 운영 시나리오

- 표준모델 공정 설계에 따른 운영시나리오 기반으로 OLP(Off-Line Programming)을 활용하여 3D모델링 기반의 제품형상에 따른 로봇을 활용한 Riveting Tool Path 생성, 로봇 모션 시뮬레이션 이후 로봇 프로그래밍 파일 생성
 - 생성된 로봇 프로그래밍 파일을 로봇 제어기에 로딩하여 수동 저속모드에서 Tool TCP Calibration 및 Tool Path 검증·미세 조정 이후 자동모드에서 로봇 최적의 속도로 운영
- ① 외부에서 작업자가 지그(Jig)에 제품(판재 부재) 안착 - 작업자
 - ② OLP를 활용하여 제품의 프로그래밍 파일 로딩
 - ③ 다관절로봇에 장착된 툴로 평판 Riveting 작업 - 로봇
 - ④ 검사 : EOP, Angle, Roundness - 작업자
 - ⑤ 지그(Jig) Un-clamping 및 제품 탈거

2-3. 표준공정모델 실증기준

제조로봇 활용 공정모델 실증기준 [Riveting]					
산업 분야	항공	대상업종 (산업분류코드)	항공기용 부품 제조업 (C31322)	적용공정	Riveting 공정
공정 소개	공정 정의	<ul style="list-style-type: none"> ■ 항공기 부품(파트)의 조립을 위해 두 대의 다관절 로봇을 이용하여 Riveting 실시. 로봇 한 대는 리벳 삽입 및 버킹바 역할을 하며, 나머지 한 대는 리베팅을 위해 해머링 작업을 수행함. 품질 정밀도, 재현성, 생산성 향상 및 생산비 절감 등을 실현하는 공정 			
	핵심(부) 기능	<ul style="list-style-type: none"> ■ 서로 다른 재료 간 Rivet을 이용한 결합 ■ 가공품의 정밀도, 재현성 확보 ■ 가공품의 생산성, 생산비 절감 			
	핵심 구성	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rivet 공급장치 및 Riveting을 위한 Bucking bar ■ 다관절 6축 로봇 및 컨트롤러 ■ 작업자 안전을 위한 펜스 			
	핵심 성능	<ul style="list-style-type: none"> ■ 다품종 소량생산 환경에 따른 OLP 기반의 Easy Programming ■ OLP기반의 로봇 프로그래밍으로 로봇 운영의 간소화 ■ 단일 프레임에 로봇과 주변 장치가 안착되어 설치 및 이동 용이 			
	필요성/효과	<p>[필요성]</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 수작업 시 리베팅 품질불량 다수 발생 ■ 단순 반복 작업에 기인한 작업자 피로도 누적 		<p>[도입효과]</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 생산성 향상 ■ 리벳 소성 형상 품질 향상 ■ 불량률 감소 ■ 생산비 절감 ■ 생산성 향상 ■ 작업자 근골격계 질환 예방 	
	구분	Before		After	
레이아웃	레이아웃				
	작업순서	<p>파트에 Rivet 삽입(작업자) → 오토 리베팅 머신에 로딩 및 리베팅 또는 2인 1조로 수동 작업(작업자) → 언로딩 및 적재</p>		<p>파트에 Rivet 삽입(로봇) → 리베팅 작업 수행(로봇 두 대) → 언로딩 및 적재</p>	

제조로봇 활용 공정모델 실증기준 [(다도/쉐어)플레이트 / Riveting]		
적용로봇 사양	로봇 종류	산업용 6축 다관절 로봇
	가반 하중	275kg
	작업 반경	2,700mm
	투입 대수	1대
	기타	-
주변 설비 사양	로봇 툴	<ul style="list-style-type: none"> ■ 위치제어를 위한 서보 모터 (EZI-SERVO-ALL-60L) ■ 리벳 건 : AVC12A1 (16/3인치)
	지그	■ 소재 안착용 지그 (제품별 형상 맞춤형 지그)
	S/W	■ OLP기반의 Easy Programming & 3D시뮬레이션
	제어기	<ul style="list-style-type: none"> ■ 모델명 : KR C4 (로봇 컨트롤러) ■ 크기 및 무게 : 960 x 792 x 558 mm, 150kg ■ USB3.0, GbE, DVI-D, Display Port ■ AC 3 x 208v to 3 x 575v
	안전 설비	■ 안전 펜스(안전센서 포함)
로봇도입 핵심 고려사항	<ul style="list-style-type: none"> ■ 다품종 대응 가능한 스테이지 구성(JIG) ■ 소재의 크기 감안한 로봇의 작업범위를 고려한 레이아웃 설계 ■ 작업자 안전을 고려한 레이아웃 설계 ■ 부품(제품)별 3D도면 기반 가공 프로그램 생성 및 시뮬레이션 기능 ■ 기종 변경 시 지그 및 툴(크기)교체가 간편한 구조 ■ 품질 허용공차를 만족시킬 수 있는 공정 설계 ■ 생산품의 품질 및 생산성 향상 ■ 공정 자동화 도입 	
소요예산	■ 총사업비 500백만원 내외(정부출연금 250백만원 이내)	
작성처	■ 한국로봇융합연구원 지성철 책임연구원 ☎ 054-279-0441	

3 기대효과 및 고려사항

3-1. 기대효과

□ 표준공정모델 적용에 따른 기대효과

○ 정량적 효과(ROI 분석결과 등)

Benefit flow				
Benefit Drivers	2022	2023	2024	2025
유형 효과 (Tangible Benefits)				
- 노동 생산성 향상	₩0	₩120,000,000	₩120,000,000	₩120,000,000
- 자산 비용 절감	₩0	₩0	₩0	₩0
- 생산프로세스 증대	₩0	₩5,000,000	₩5,000,000	₩5,000,000
- 비즈니스 효과	₩0	₩0	₩0	₩0
Total annual benefits	₩0	₩125,000,000	₩125,000,000	₩125,000,000
Implementation filter	0%	75%	85%	95%
Total benefits realized	₩0	₩93,750,000	₩106,250,000	₩118,750,000

Cost flow				
내용	2022	2023	2024	2025
직접비용 (Direct cost)				
- 구축 인건 비용	₩24,300,000	₩0	₩0	₩0
일회성 간접비용 (Temporary indirect cost)				
- 자본비용 (자산 구매비용)	₩254,000,000	₩0	₩0	₩0
지속성 간접비용 (Continuous indirect cost)				
- 교육 및 유지관리	₩3,500,000	₩6,000,000	₩6,000,000	₩6,000,000
Total	₩281,800,000	₩6,000,000	₩6,000,000	₩6,000,000

Return flow				
내용	2022	2023	2024	2025
Annual benefit flow	₩-281,800,000	₩87,750,000	₩100,250,000	₩112,750,000
Cumulative benefit flow	₩-281,800,000	₩-194,050,000	₩-93,800,000	₩18,950,000

○ 정성적 효과(제조현장 근무환경 개선내용 등)

- 작업자의 안전 확보 및 위험노출 최소화
- 작업환경 개선(소음, 진동)
- 품질, 생산성, 재현성 향상
- 생산비용 절감
- 직접 노동 시간 축소로 작업자 피로도 절감

3-2. 고려사항

□ 표준공정모델 적용 및 공정 운영 시 유의사항 등

- 공정 배치 공간 확보
 - 기업별 공정 구성에 따른 공정 배치 공간 확보
 - 공정 순서에 맞게 위치·작업 동선 최적화 필요
 - 사용 전력 및 가공제품 적용 가능성 검토 필요
- 공정 환경 로봇자동화에 최적화
 - 공정 운영中 작업자 안전 확보
 - 다품종 대응 가능하도록 유연한 공정 설계 필요
 - 부품(제품)별 3D도면 기반 가공 프로그램 생성 및 시뮬레이션 필요
- 작업자 교육 및 고용
 - 로봇 사용 유경험자 고용 필요
 - 평판 Riveting 공정 운영 작업자 지정 필요(지속적인 재직자 정기교육으로 장비운영의 일관성 및 안전 확보)
 - 제품 추가 시 대응가능 하도록 작업자 직무 교육 체계화 필요