

철골 볼트 조임 자동화 로봇

'24. 10. 25

삼성물산 / 엠에프알



Contents

- 1 기술 개요
- 2 주요 특징점
- 3 성과 및 계획

기술 개요

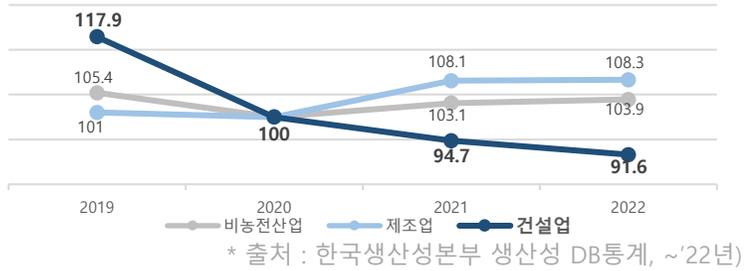
1 기술 개요 _ 추진 배경

건설업은 생산성 저하, 고령화 가속 문제로 건설 자동화의 필요성 증대.

철골 작업은 고소작업으로 인한 안전사고가 많아 건설 자동화 필요성이 크지만 사례 全無

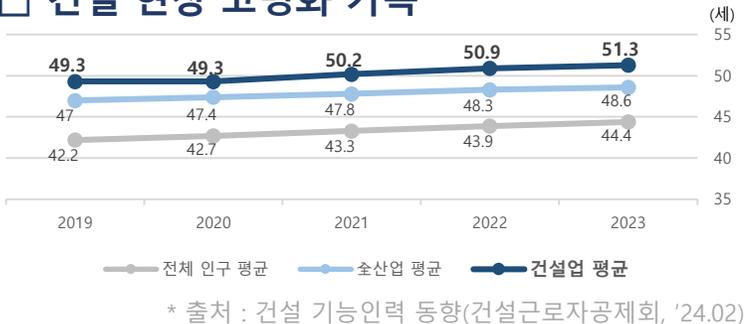
건설 자동화 필요성 증대

□ 건설 생산성 저하



- 건설업 1인당 노동 생산성 감소 추세
→ 부가가치 대비 1인당 생산성 지속 감소 예상
* 건설산업의 총 부가가치(GDP)
- '22년 건설업 노동 생산성 변화
→ 84개 업종 중 74위로 하위 12% 수준

□ 건설 현장 고령화 가속



철골 작업 추락/낙하 안전 위험 다



철골 공사 - 건설업 전체 사망 재해의 7%

[철골 공사 사고 사례 및 중대재해]

구분	2020	2021	2022	2023	Total
사고 사례	123	144	186	239	692
중대재해 (사망)	14	12	17	16	59

(출처 : 건설공사 안전관리 종합정보망)

- 철골 설치하는 바닥이 없는 고소 작업 수행
- 이에 따른 추락 및 공구/자재 낙하 사고 빈번

건설 현장 볼팅 자동화 사례 無



[자동차 조립 (독일 Porsche)]



[Screw 체결 자동화 (일본 Fanuc)]

- 제조업은 Screw 타입의 자동화 사례는 있음
- 건설업의 볼팅 자동화 사례는 없음

1 기술 개요 _ 소개 영상



1 기술 개요 _ 작업 순서 및 적용 범위

철골 작업 中 100% 수작업에 의존한 고소작업 TS볼트 체결의 자동화 수행

* Torque Shear Bolt, 구조체 결합에 사용



1 기술 개요 _ 적용 효과

작업 인력 저감 및 고소 작업 횟수 감소로 안전사고 Risk 제거, 균일한 품질 확보 가능

인력 기반 철골 볼트 조임



작업 실수로 인한
非균일 품질

추락 사고
예방 조치 필요

고소작업 **있음**

로봇 정밀 제어로 인한
균일 품질

노동 강도 **높음**

추락 사고
예방 조치 **불필요**

추락 위험 **높음**

고소작업 **없음**

노동 강도 **낮음**

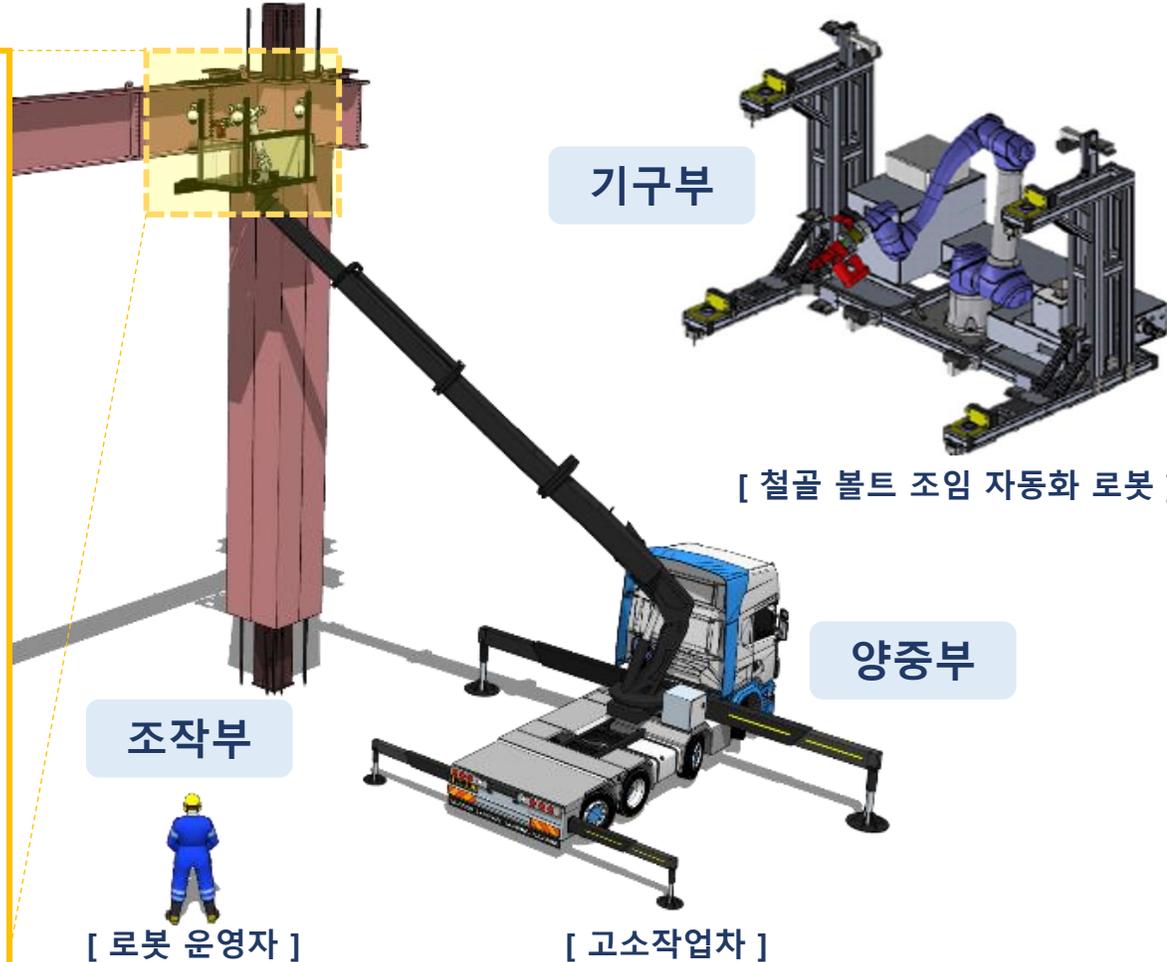
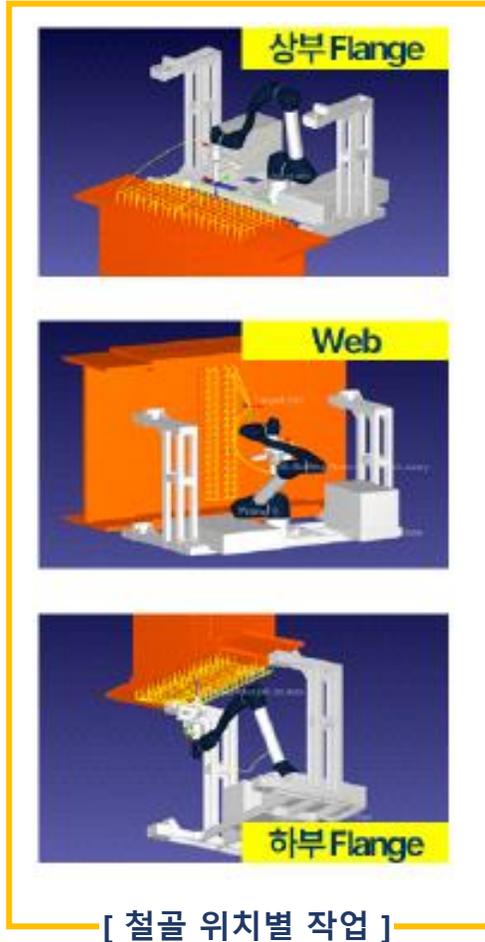
추락 위험 **없음**



로봇 기반 조임 자동화

1 기술 개요 _ 자동화 장비 구성

기구부, 양중부, 조작부의 모듈 형태 구성, 고소작업차에 탑재된 로봇 활용 지상 조작 볼트 체결



기구부

- 협동로봇으로 조임 자동 시공
- 구성 : 로봇팔, 센서, Tail 회수 장치 등
- 위치 및 방위 보정을 통한 자동 볼팅

양중부

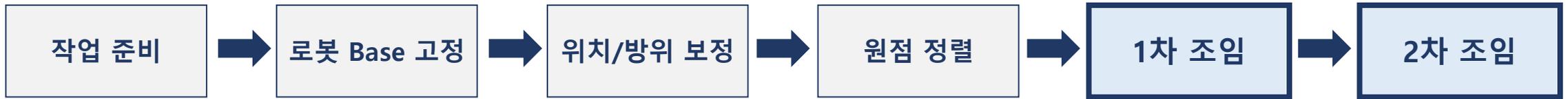
- 기구부를 작업영역으로 이동
- 구성 : 양중 장비, 로봇 베이스, 전자석 등
- 외부 영향 최소화를 위한 전자석 사용 고정

조작부

- 고소 작업을 지상에서 원격조종
- 구성 : 관제 모니터, 제어 모니터 등
- 지상 조작 가능한 작업자 친화형 조종 장치

1 기술 개요 _ 자동화 작업 순서

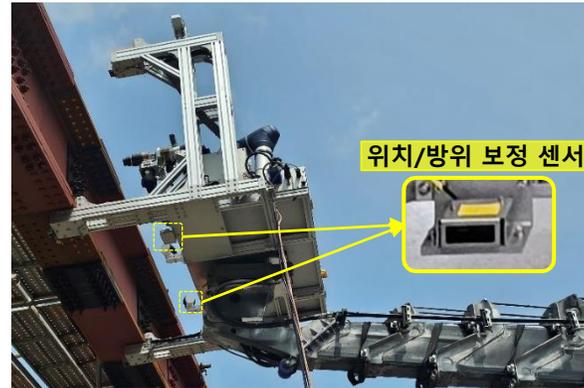
철골 작업부에 로봇 Base를 고정, 위치/방위 보정으로 작업 위치 확인 후, 1차 - 2차 조임 자동 실시



철골 작업부 로봇 Base 고정



위치/방위 보정 및 원점 정렬



1,2차 조임



주요 특징점

2 주요 특징점 _ 오차 보정

항상 변화하는 작업 환경에 대응하는 기술 적용으로 인력 수준의 생산성 확보

생산성 향상

■ 고소 작업 시, 로봇 흔들림 억제를 위한 전자석 활용 고정



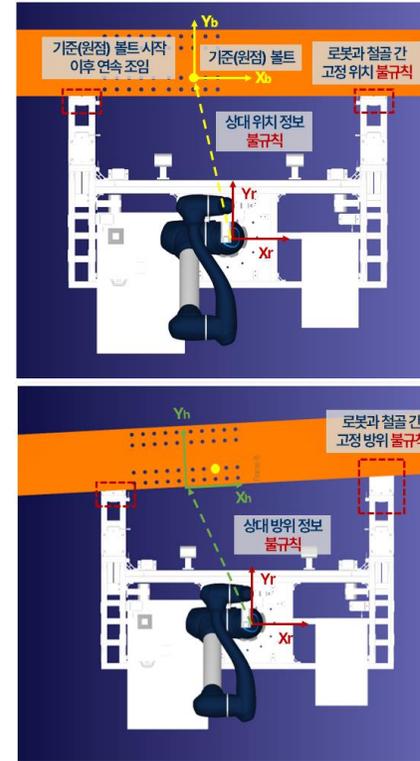
로봇 Base 무게 : 300kg

최대 부착력 500kg/EA

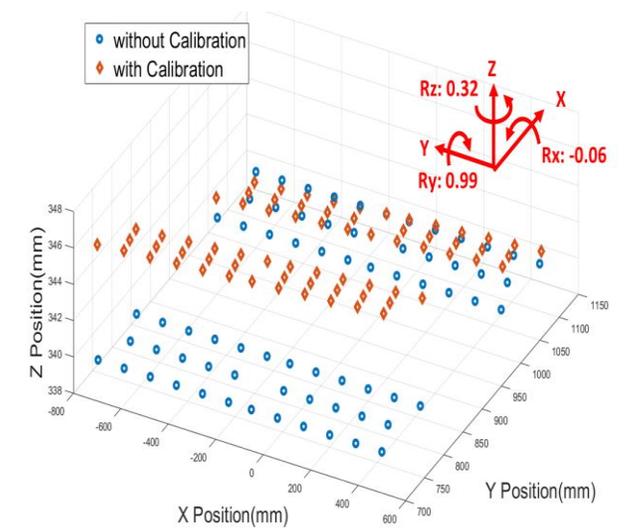


[로봇 Base 고정용 전자석]

■ 작업 시 변화하는 로봇 Base 위치 및 방위 보정 기술 적용



- 로봇 -철골/볼트 상대 위치/방위 오차
- 관제 장치 & 원격조작을 통한 위치 보정
- 센서 기반 로봇 방위 보정 알고리즘 적용



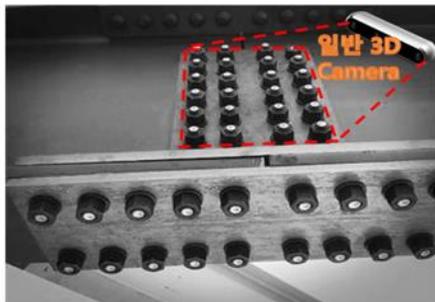
2 주요 특징점 _ 볼트 위치 인식

항상 변화하는 작업 환경에 대응하는 기술 적용으로 인력 수준의 생산성 확보

생산성 향상

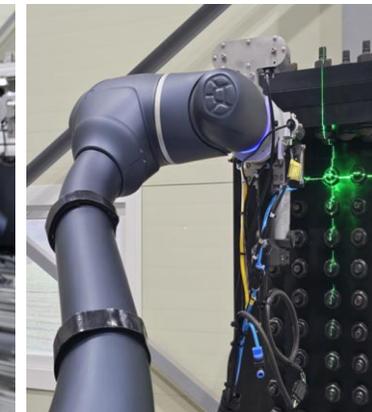
■ 최초 볼트 위치 인식을 위한 3D Vision Camera 및 원격 조종 기술 적용

- 3D Vision Camera



- MG(머신가이드스) 기반 원격 조종 기술

* Vision Camera가 햇빛 영향으로 촬영 불가 시 활용



2 주요 특징점 _ 작업 속도

항상 변화하는 작업 환경에 대응하는 기술 적용으로 인력 수준의 생산성 확보

생산성 향상

■ 조임 공구의 원활한 볼트 삽입을 위한 로봇 제어기술, 유동 기구 적용 및 공구 개선

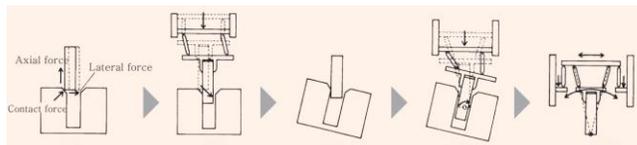
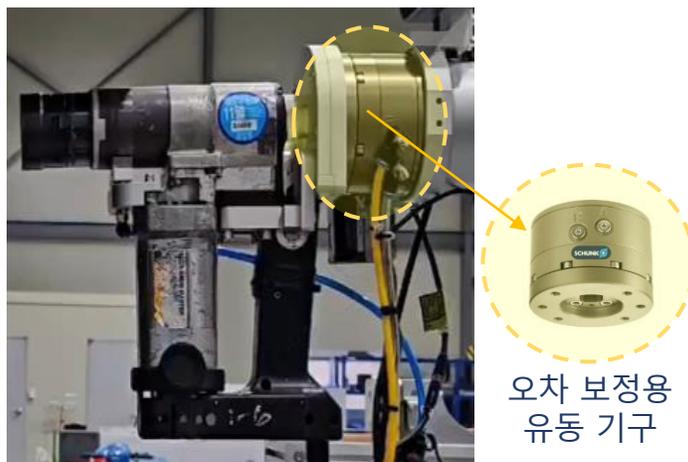
- 협동 로봇 및 Compliance 제어

- 1단계(볼트 결합) : 협동 로봇의 힘 제어 및 Compliance 제어 활용
- 2단계(너트 결합) : Rubbing 동작 생성
→ 공구의 회전 삽입



- 로봇과 조임 공구 사이에 유동 기구 적용

- 수평 및 각도 방향 오차 보정



- 조임 공구 개선

- 볼트 조임 공구 내경 확장
→ 공구 삽입 속도 향상 및 오차 보정



- 공구 외부 소켓 고정 매커니즘 적용
: 내부 소켓 회전 ⇒ 공구와 나사산 일치



2 주요 특징점 _ 작업 생산성

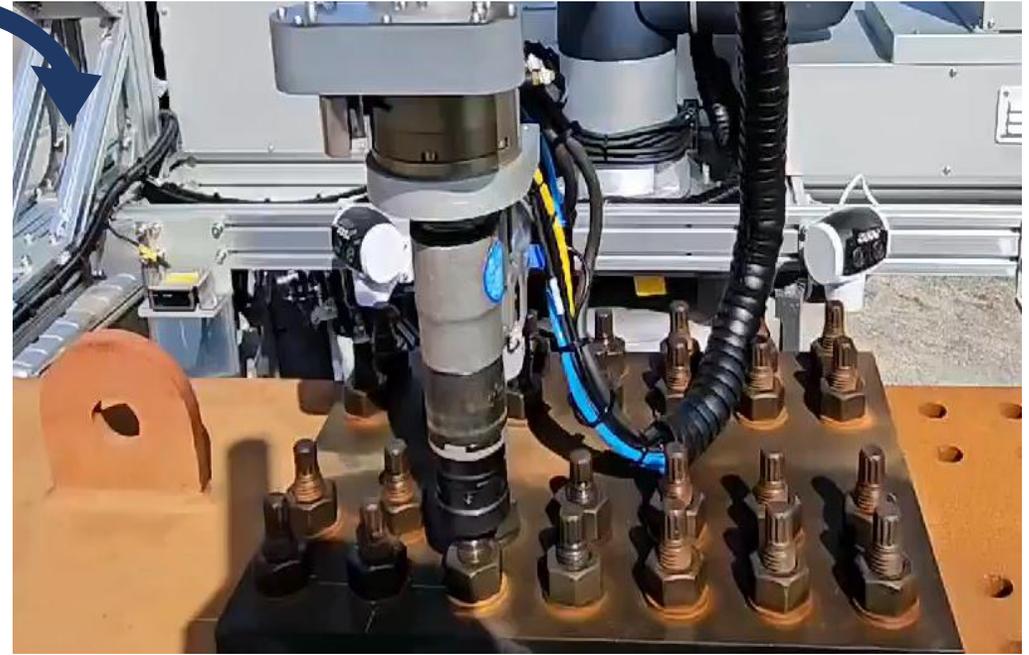
스마트 기술, 공구 끼움 로직 및 공구 개선 등 다양한 기술 적용으로 인력 수준의 생산성 확보

생산성 향상

작업 생산성 56% 개선



[초기 기능 구현 볼팅 작업 (약 30초 소요)]



[고도화/개선 이후 볼팅 작업 (약 13초 소요)]

2 주요 특징점 _ 조작 편의성

작업자 친화형 조종 장치를 통한 사용 편의성 향상과 실용성 확보

생산성 향상

편의성 향상

로봇 원격 조종 및 관제 모듈의 편의성 강화

- 로봇 원격조종 패널 기본 구성



- 로봇 작업 순서에 따른 순차적 화면 구성



2 주요 특징점 _ 작동 안정성

로봇 오작동 등 비상 상황 대응을 위한 안전 솔루션 적용

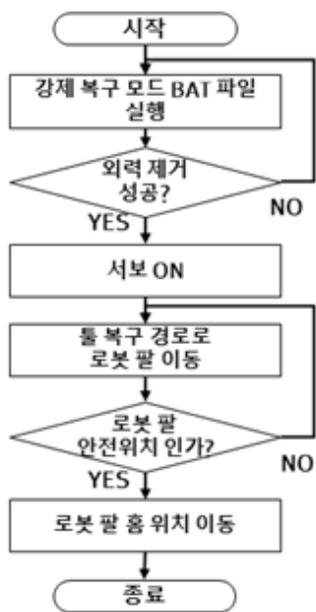
생산성 향상

편의성 향상

안전성 향상

■ 작업 안전을 위한 Fail-safe 기술 적용

- Recovery 기능을 통한 로봇팔 끼임 상황 복구



[오작동 대응 시나리오]



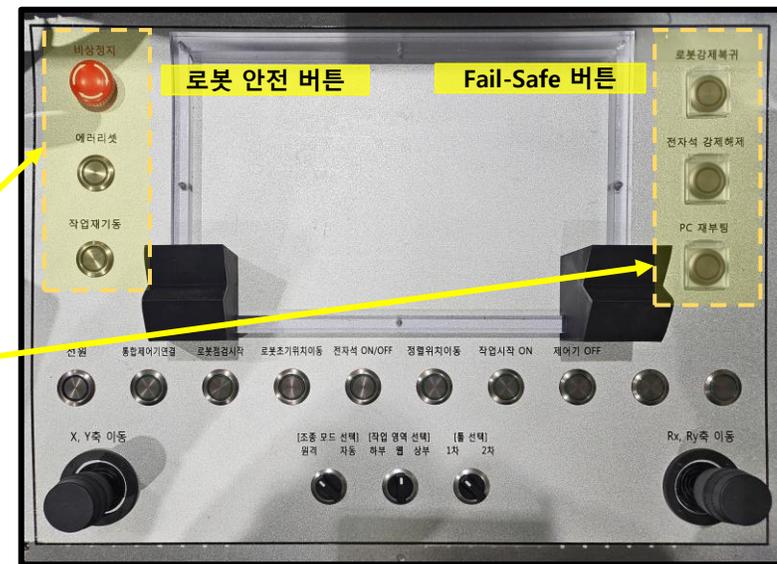
[외력 제거 후 안전 위치 이동]

- Safety PLC 적용을 통한 로봇 구동 안정성 확보

- 비상 정지 및 전자석 강제 해제, 통합 제어 PC 재부팅과 같은 오류 상황에 대응할 수 있도록 제어 시스템 구성



[Safety PLC]



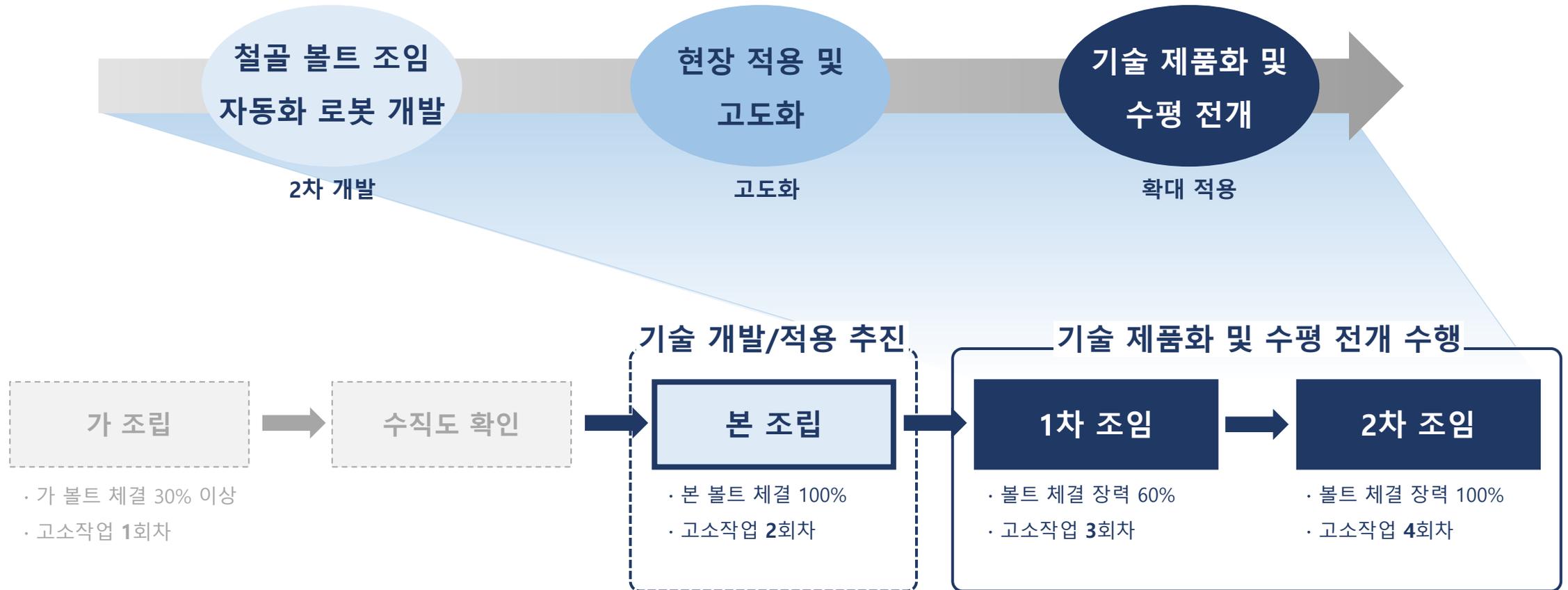
기술 성과 및 계획

3 기술 성과 및 계획 _ 현장 Pilot Test



3 기술 성과 및 계획 _ 향후 계획

철골 볼트 조임 자동화 로봇의 현장 적용 및 고도화, 제품화를 통한 건설 자동화 혁신 지속 수행
 향후, 볼트 조임 외 철골 공종 소 작업의 자동화 추진



Q & A