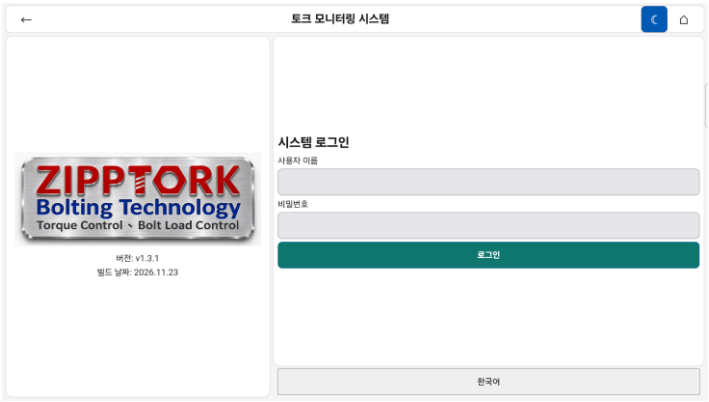
ZIPPTORK

# TMS 토크 모니터링 시스템

## 소프트웨어 설치 및 운영 설명서

한국어판




**적용 대상: ZIPPTORK TMS 1.3.1 (versionCode 27), 패키지 tms.zipptork, SHA b3b48a09**

**지원 플랫폼: Android 8.0 이상, 64비트 ARM 태블릿/스마트폰**

**문서 버전 1.9**

**개정일 2026-11-23**

# 안전 유의사항

- 힘을 가할 때는 공구 제조사와 공장의 안전 규정을 따르십시오. TMS는 측정 및 기록 도구일 뿐이며 외부 기계의 전원을 제어하거나 차단하지 않습니다.
- 센서에 “토크 과부하”, “영점 드리프트” 또는 “하드웨어 손상”이 표시되면 즉시 사용을 중지하고 교정 또는 수리를 의뢰하십시오.
- 힘을 가하는 중에는 작업 화면을 벗어나거나 파라미터를 전환하거나 수신기를 분리하지 마십시오.
- 센서는 지정된 범위 내에서 사용하고 교정 주기에 따라 정기적으로 교정하십시오.
- TMS를 삭제하거나 앱 데이터를 지우면 모든 기록이 삭제됩니다. 반드시 먼저 백업을 내보내십시오.
- Modbus TCP에는 암호화와 인증이 없으므로 관리되는 공장 내부 근거리 통신망에서만 사용해야 합니다.

# 목차

버전 식별 및 이번 릴리스의 새로운 내용 ..... 1

사용 제한 및 결함 보고 ..... 2

제1장 제품 개요 ..... 3

1.1 시스템 소개 ..... 3

1.2 주요 기능 ..... 3

1.3 시스템 구성 ..... 4

1.4 용어집 ..... 5

1.5 이 설명서를 읽는 방법 ..... 7

제2장 권장 하드웨어 사양 ..... 8

2.1 Android 기기 최소 요구 사항 ..... 8

2.2 Android 기기 권장 사양 ..... 9

2.3 화면 크기 및 화면 레이아웃 ..... 10

2.4 주변 장치 ..... 11

2.5 컴퓨터(Windows) 권장 사양 ..... 11

2.6 개발 테스트에 사용한 기기 ..... 12

제3장 설치 절차 ..... 13

3.1 설치 전 준비 ..... 13

3.2 방법 1: Android 기기에 직접 설치 ..... 14

3.3 방법 2: 컴퓨터에서 ADB로 설치 (관리자) ..... 15

3.4 최초 실행 및 시스템 권한 ..... 17

3.5 새 버전으로 업데이트 ..... 18

3.6 삭제 ..... 18

3.7 설치 완료 체크리스트 ..... 19

제4장 공통 화면 조작 ..... 20

4.1 상단 바 버튼 ..... 20

4.2 메뉴 팝업 작동 방식 ..... 21

4.3 숫자 및 날짜 형식 ..... 21

4.4 라이트 모드와 다크 모드 ..... 22
4.5 키보드, 바코드 스캐너, 터치 ..... 23
제5장 최초 설정 및 시스템 로그인 ..... 24
5.1 기본 관리자 계정 (최초 사용) ..... 24
5.2 시스템 로그인 ..... 24
5.3 인터페이스 언어 변경 ..... 27
5.4 사용자 전환 (로그아웃) ..... 28
5.5 작은 화면과 화상 키보드 ..... 29
제6장 메인 메뉴 ..... 30
6.1 최초 사용 시 권장 작업 순서 ..... 31
제7장 시스템 설정 메뉴 ..... 32
제8장 전역 설정 (단위 및 언어) ..... 34
8.1 토크 단위 변경 ..... 35
8.2 힘 단위 변경 ..... 37
8.3 인터페이스 언어 변경 ..... 38
제9장 사용자 관리 및 권한 ..... 39
9.1 사용자 추가 ..... 41
9.2 권한 설명 ..... 42
9.3 계정 사용 중지 및 다시 사용 ..... 43
9.4 비밀번호 변경 ..... 45
제10장 센서 페어링 및 수신기 관리 ..... 46
10.1 화면 설명 ..... 47
10.2 수신기 상태 ..... 47
10.3 무선 채널 변경 ..... 48
10.4 새 센서 페어링 ..... 50
10.5 페어링된 센서 전환 또는 삭제 ..... 51
10.6 센서 정보 필드 ..... 53
10.7 RF 진단 캡처 (유지보수 담당자) ..... 54
10.8 수신기 오류 메시지 ..... 56

제11장 작업 파라미터 설정 (공통 설명) ..... 57
11.1 공통 필드 ..... 58
11.2 센서 선택 ..... 60
11.3 토크 한계값 계산 ..... 61
11.4 토크 증배기 환산 ..... 61
11.5 저장 및 작업 시작 ..... 62
11.6 카메라 바코드 스캔 ..... 63
11.7 목표 토크 설정 범위 안내 ..... 65
제12장 작업 화면: 공통 설명 ..... 68
12.1 화면 영역 ..... 68
12.2 결과 상태 ..... 69
12.3 표준 작업 절차 ..... 70
12.4 부품 번호와 바코드 스캐너 ..... 71
12.5 배치 완료 ..... 71
12.6 배터리 부족 및 센서 오류 ..... 72
12.7 기타 버튼 및 메시지 ..... 73
12.8 작은 화면에서의 작업 레이아웃 ..... 74
12.9 진행 바 ..... 75
12.10 NOK 곡선 진단 (“데이터 곡선”) ..... 77
제13장 토크 렌치 ..... 82
13.1 파라미터 설정 ..... 82
13.2 작업 화면 ..... 83
13.3 예시 ..... 83
제14장 전동 공구 ..... 84
14.1 파라미터 설정 ..... 84
14.2 공구 유형 선택 ..... 85
14.3 작업 화면 ..... 86
14.4 예시 ..... 88
제15장 토크 측정 ..... 89

15.1 파라미터 설정 ..... 89
15.2 작업 화면 ..... 91
15.3 작업 절차 ..... 92
15.4 각도 지점 토크 계산 예시 ..... 93
제16장 토크 & 각도 ..... 94
16.1 파라미터 설정 ..... 94
16.2 모드 및 판정 선택 ..... 96
16.3 판정 규칙 ..... 98
16.4 작은 화면에서의 파라미터 설정 ..... 98
16.5 작업 화면 ..... 99
16.6 예시 ..... 101
제17장 배치 작업 ..... 102
17.1 작업 목록 ..... 102
17.2 작업 추가 및 편집 ..... 105
17.3 예시: 2단계 작업 만들기 ..... 113
17.4 배치 작업 실행 ..... 113
17.5 완료 동작 “뒤로”와 “반복” ..... 116
17.6 중단 및 복구 ..... 116
제18장 기록 및 내보내기 ..... 117
18.1 기록 목록 ..... 117
18.2 기록 조회 ..... 119
18.3 기록 상세 ..... 121
18.4 곡선에서 값 읽기 ..... 122
18.5 조회 결과를 요약 CSV로 내보내기 ..... 123
18.6 개별 기록을 전체 CSV 또는 Excel로 내보내기 ..... 125
18.7 내보내기 파일 형식 ..... 127
18.8 내보내기 실패 처리 ..... 128
제19장 통신 설정 (Modbus TCP) ..... 130
19.1 화면 설명 ..... 131

19.2 서버 활성화 및 PLC 연결 ..... 132
19.3 Modbus 데이터 주소 매핑 테이블 ..... 133
19.4 데이터 해석 방법 ..... 136
19.5 명령 쓰기 (FC16) ..... 136
19.6 PLC 읽기/쓰기 예시 ..... 140
19.7 연결 문제 해결 ..... 144
제20장 센서 오류 기록 및 알림 ..... 146
20.1 오류 기록 조회 ..... 147
20.2 오류 코드 및 처리 ..... 148
20.3 작업 중 오류 ..... 148
20.4 배터리 부족 알림 규칙 ..... 149
제21장 일상 작업 흐름 및 유지보수 ..... 150
21.1 교대 전 점검 ..... 150
21.2 교대 후 점검 ..... 150
21.3 권장 정기 유지보수 ..... 151
제22장 문제 해결 ..... 152
22.1 공급업체에 연락하기 전에 준비할 사항 ..... 154
부록 A 판정 규칙 개요 ..... 155
부록 B 필드 제한 빠른 참조 ..... 156
부록 C 토크 단위 환산 ..... 157
부록 D Modbus 주소 매핑 테이블 ..... 158
부록 E Modbus 코드 값 ..... 162
부록 F 지원 인터페이스 언어 ..... 166
부록 G 문제 보고서 양식 ..... 167

# 버전 식별 및 이번 릴리스의 새로운 내용

이 설명서는 ZIPPTORK의 설치, 최초 로그인, 센서 페어링, 네 가지 측정 모드, 배치 작업, 기록 내보내기 및 Modbus TCP를 설명합니다. 사용하기 전에 애플리케이션 이름, Android 패키지, APK SHA-256을 확인하십시오. 이전 릴리스 APK는 1.0.0 / versionCode 3이라는 같은 표기를 공유했으므로 버전 표기만으로는 프로그램 내용을 식별할 수 없습니다.

이 버전은 다음 릴리스 APK를 기준으로 합니다. 배포하기 전에 공급업체가 전달한 파일을 APK SHA-256과 대조하십시오.

| 항목 | 상세 내용 |
|---|---|
| 애플리케이션 이름/패키지 | TMS RF/tms.zipptork (로그인 화면에는 "ZIPPTORK TMS"가 표시됨) |
| 버전 | 1.3.1 (versionCode 27). 로그인 화면에 "버전: v1.3.1" 및 "빌드 날짜: 2026.11.23"가 표시됩니다 |
| 제품 소스 (커밋) | eec5fee8ed1b40bfe5ff3362440839a9d6ca3d6c |
| APK | ARM64 (arm64-v8a), 디버그 아님, 서명됨, 32,522,643바이트 |
| APK SHA-256 | b3b48a09ae3e23f2912ca8d011e7e4521524409bdf817fcc2cda27ba5289e30d |
| Android 버전 | 최소 Android 8.0 (API 26), 대상 API 36 |

위 표의 APK 크기와 SHA-256은 2026/11/23에 서명된 릴리스 파일 ZIPPTORK-TMS-RF-1.3.1-arm64-release.apk에서 계산한 값입니다. 이 설명서의 이전 버전은 1.1.11(APK SHA-256 c590b83e...)을 대상으로 했습니다. 1.1.11과 비교하여 1.1.12부터 1.3.1까지 다음이 추가되었습니다. Android 홈 화면의 앱 이름 "TMS RF"와 브랜드가 포함된 릴리스 APK 파일 이름, 왼쪽과 오른쪽 영역으로 나뉘고 OK/NOK와 측정값 글자가 더 커진 작업 화면, 주 측정값 아래의 진행 바, 작업 화면에서 NOK 결과의 곡선을 바로 여는 "데이터 곡선" 버튼, 기록 상세의 더 매끄러운 곡선, 센서를 변경하면 비워지는 목표 토크와 필드를 편집하는 동안 표시되는 설정 가능 범위, 페어링된 센서를 삭제하기 전의 확인, 파라미터 설정의 "공차 기준"을 선택하는 메뉴 팝업, 그리고 로그인, 사용자 관리 및 기록 화면의 더 명확한 메시지. 작업 화면에는 더 이상 실시간 곡선이 표시되지 않습니다. 측정, 판정, 내보내기, Modbus TCP 동작은 변경되지 않았습니다. 단, TTAS 각도 토크 센서는 예외입니다. 힘을 뺄 때 발생하는 잘못된 각도 값으로 측정이 더 이상 중단되지 않으며, 각도 신호가 끊긴 뒤 다시 힘을 가하면 해당 측정은 NOK로 저장됩니다.

## 사용 제한 및 결함 보고

현재 소스는 실제 장비 인수 시험이 아직 완료되지 않았습니다. 카메라 바코드 스캔(11.6절)은 번체 중국어, 기본 글꼴 크기의 토크 렌치 파라미터 페이지에서 Code 128 및 QR 바코드로 제한적인 실제 장비 교차 확인만 거쳤으며, 다른 언어, 다른 페이지, 다른 바코드 형식, 카메라 권한을 처음 요청한 후 화면으로 돌아왔을 때의 동작은 검증되지 않았습니다. 큰 글꼴이나 좁은 창에서는 언어 목록, Modbus 주소 표, 차트 문자가 잘리거나 겹치거나 대비가 부족할 수 있으므로 먼저 가로 전체 화면으로 전환한 후 문제를 보고하십시오. 하드웨어 지원 선언과 호스트 테스트 결과가 모든 장비, RF/PLC 구성, 장시간 부하 또는 16 KiB 런타임이 검증되었음을 의미하지는 않습니다.

# 제1장 제품 개요

## 1.1 시스템 소개

**ZIPPTORK TMS 토크 모니터링 시스템(이하 TMS)은 Android 태블릿 또는 스마트폰에 설치하는 측정 애플리케이션입니다. TMS는 USB를 통해 RF 2.4G 수신기에 연결되어 센서(토크 렌치, 전동 공구 또는 각도 토크 센서)의 토크 및 각도 데이터를 무선으로 수신하고, 측정값을 실시간으로 표시하며, OK/NOK 판정을 자동으로 수행하고, 모든 측정 기록과 곡선을 저장하며, 필요할 때 CSV/Excel로 내보내거나 Modbus TCP를 통해 PLC에 데이터를 제공합니다.**

이 설명서는 ZIPPTORK TMS 1.3.1 버전(versionCode 27, Android 패키지 이름 tms.zipptork, 버전 날짜 2026.11.23)을 기준으로 합니다. 하드웨어 선택, 설치, 최초 로그인부터 모든 화면, 버튼, 기능까지 작업 절차와 예시를 곁들여 설명하며, 작업자, QC 담당자, 시스템 관리자를 대상으로 합니다.

## 1.2 주요 기능

| 기능 | 설명 | 참조 장 |
|---|---|---|
| 토크 렌치 | 최대 토크로 OK/NOK를 판정합니다. 수동 토크 렌치에 적합합니다. | 제13장 |
| 전동 공구 | 펄스, 임팩트, 클러치 방식 전동 공구의 토크를 측정하고 펄스 수와 작업 시간을 표시합니다. | 제14장 |
| 토크 측정 | "지정 각도까지 회전한 시점"의 토크(각도 지점 토크)를 측정하고 이를 기준으로 판정합니다. | 제15장 |
| 토크 & 각도 | 토크가 착좌 임계값에 도달한 이후의 회전 각도를 계산하며, 판정 기준으로 "각도 제어" 또는 "토크 제어"를 선택할 수 있습니다. | 제16장 |
| 배치 작업 | 서로 다른 모드와 센서를 사용할 수 있는 여러 작업 단계를 하나로 묶어 순서대로 자동 전환되는 흐름으로 만듭니다. | 제17장 |
| 기록 및 내보내기 | 날짜, 모드, 결과별로 기록을 조회하고 곡선을 확인하며 차트가 포함된 CSV 또는 Excel로 내보냅니다. | 제18장 |

| 기능 | 설명 | 참조 장 |
|---|---|---|
| 센서 페어링 | 수신기를 감지하고 무선 채널을 설정하며 센서를 페어링하고 전환합니다. | 제10장 |
| 사용자 및 권한 | 계정을 만들고 사용/사용 안 함을 설정하며 8가지 조작 권한을 개별적으로 부여합니다. | 제9장 |
| 통신 설정 | Modbus TCP 서버를 활성화하여 PLC가 측정 결과를 읽거나 명령을 내릴 수 있게 합니다. | 제19장 |
| 센서 오류 모니터링 | 배터리 부족, 과부하, 영점 드리프트, 하드웨어 오류 등에 대한 실시간 알림과 이력을 제공합니다. | 제20장 |
| 다국어 | 인터페이스는 16개 언어(오른쪽에서 왼쪽으로 쓰는 아랍어 포함)를 지원합니다. 최초 실행 시 시스템 언어에 따라 언어가 자동으로 선택되며, 숫자와 날짜는 해당 지역의 형식으로 표시됩니다. | 제8장 |

## 1.3 시스템 구성

TMS의 데이터 흐름은 다음과 같습니다(왼쪽에서 오른쪽).

| 센서 | → | 수신기 | → | Android 기기 (TMS) | → | PLC/컴퓨터 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 토크 렌치, 전동 공구 또는 각도 센서 | RF 2.4G 무선 | USB RF 2.4G 수신기 | USB OTG | 측정, 판정, 기록, 내보내기 | Wi-Fi/이더넷 Modbus TCP | 결과 읽기, 명령 전송 (선택 사항) |

> **팁** 수신기의 USB 연결, 센서의 RF 무선 연결, 센서 자체의 전원은 서로 별개입니다. 수신기에 불이 들어와 있어도 USB 포트에서 전원이 공급되고 있다는 뜻일 뿐이며 올바른 센서 데이터가 수신되고 있다는 뜻은 아닙니다. TMS 화면에 표시되는 상태를 기준으로 판단하십시오.

## 1.4 용어집

| 용어 | 설명 |
|---|---|
| 수신기 | Android 기기의 USB 포트에 꽂는 RF 2.4G 무선 수신기로, 센서와 통신합니다. |
| 센서 | 토크 또는 각도를 측정하는 무선 장치입니다. 화면에서는 모델(TTES, TTAS, TTEB 등), 10진수 시리얼 번호, 사양으로 식별합니다. |
| 사양 | 센서가 측정할 수 있는 최대 토크 상한(예: 100 N·m)입니다. 목표 토크는 최솟값(사양의 10%, 10 N·m 센서는 5%)과 사양 사이여야 하며, "토크 증배기 스위치"를 선택한 경우 둘 다 토크비를 곱한 값입니다. |
| 페어링 | 센서를 수신기에 연결하여 저장하는 것으로, 이후 목록에서 "연결하여 사용"으로 선택할 수 있습니다. |
| 무선 채널 | RF 2.4G 통신 채널입니다. 범위는 3–62이며 기본값은 49입니다. Wi-Fi 채널 및 Modbus 국번과는 무관합니다. |
| 부품 번호 | 체결하는 작업물의 식별 코드입니다. 바코드 스캐너로 스캔하거나 앱 내 카메라로 스캔하거나 직접 입력할 수 있으며, 모든 기록에 저장됩니다. |
| OK/NOK | 판정 결과입니다. OK는 합격, NOK는 불합격을 의미합니다. |
| Rehit | 이전 버전의 "Rehit" 판정 결과입니다. 이번 버전에서는 새 측정에서 더 이상 Rehit가 발생하지 않지만, 이전 기록을 조회할 때는 여전히 나타날 수 있습니다. |
| 공차 기준 | 토크 상한과 하한을 계산하는 방식입니다. "±"는 목표값을 중심으로 대칭이며, "≥"는 목표값 이상을 의미합니다(상한은 여전히 목표값에 공차를 더한 값입니다). |
| 착좌 토크 | 각도 관련 모드에서 토크가 이 임계값에 처음 도달할 때에만 각도 계산이 시작됩니다. |
| 각도 지점 토크 | 토크 측정 모드에서 목표 각도까지 회전한 시점의 토크입니다(앞뒤 데이터 포인트에서 보간). |
| 토크 증배기 | 토크 증배기입니다. 켜면 표시 토크 = 센서 토크 × 토크비, 각도 = 센서 각도 ÷ 기어비가 됩니다. |
| 배치 카운트 / 배치당 OK 수량 | 합격(OK) 수량을 세며, "배치당 OK 수량"에 도달하면 "배치 완료"가 표시되고 카운트가 다시 시작됩니다. |

| 용어 | 설명 |
| --- | --- |
| 배치 작업 (조합) | 여러 작업 단계로 구성된 워크플로우입니다. 각 단계마다 모드, 센서, 합격 수량을 다르게 지정할 수 있습니다. |
| Modbus TCP | 산업용 통신 프로토콜입니다. TMS는 서버(슬레이브)이고 PLC 또는 컴퓨터는 클라이언트(마스터)입니다. |

## 1.5 이 설명서를 읽는 방법

- 화면의 버튼 또는 필드 이름은 따옴표로 표시합니다. 예: “로그인”, “설정 저장 & 적용”.
- 텍스트 없이 아이콘만 있는 버튼은 아이콘의 모양으로 설명합니다. 예: “← (뒤로)”, “⌂ (메인 메뉴)”.
- 작업 절차는 1, 2, 3 순으로 번호가 매겨져 있으며 순서대로 수행하십시오.
- 이 설명서의 본문은 1.3.1을 따릅니다. 모든 이미지를 1.3.1에서 다시 캡처한 것은 아닙니다. 이전 릴리스에서 캡처한 이미지는 그림 12-5의 “데이터 곡선” 버튼 위치(1.3.1에서는 동작 버튼 줄과 같은 너비)와 앱 아이콘 등에서 1.3.1 화면과 약간 다를 수 있습니다. 로그인 화면(표지 포함), 로그인 화면의 언어 메뉴, 화상 키보드를 연 로그인 화면, 메인 메뉴, 네 가지 파라미터 설정 화면(태블릿 및 스마트폰)과 그 팝업 및 메뉴(센서 선택, 공구 유형, 모드, 판정), “페어링 해제” 확인 창(그림 10-6), 기록 상세(그림 18-3 및 18-4)는 TTEB 10 N·m 센서를 페어링한 상태에서 2026/11/23에 스마트폰 SM-S9080(1544×720)과 태블릿 SM-X230(1920×1200)에서 ZIPPTORK 1.3.1 릴리스 APK(versionCode 27)로 캡처했습니다. 네 가지 모드의 작업 화면(태블릿 및 스마트폰, “대기 중” 상태, 다크 모드 포함), 목표 토크 설정 범위 안내(그림 11-3), 진행 바(그림 12-4), NOK 결과(그림 12-5), “데이터 곡선” 창(그림 12-6)은 센서 TTEB 20260902를 연결한 상태에서 2026/11/23에 1.3.0 릴리스 APK(versionCode 26)로 캡처했으며, 그림 12-5를 제외하면 1.3.1에서도 같게 보입니다. 배치 작업 화면(그림 17-13)은 2026/11/21에 1.2.6 릴리스 APK(versionCode 22)로 캡처했으며 1.3.1에서도 같게 보입니다. 그림 17-14의 태블릿 화면은 2026/11/18에 1.1.12 릴리스 APK(versionCode 15)로, 스마트폰 파라미터 설정 팝업(그림 16-4)은 2026/11/17에 1.1.11 릴리스 APK로 캡처했습니다. 그 밖의 화면(시스템 설정, 사용자 관리, 센서 페어링, 배치 작업, 기록 목록 및 내보내기, 통신 설정, Modbus 데이터 주소 매핑 테이블, 센서 오류 기록 등)은 2026/11/03에 1.1.3 릴리스 APK로 캡처했습니다. 시스템 글꼴 배율은 font_scale 1.0이며, Android 상태 표시줄과 태블릿 작업 표시줄만 잘라냈습니다. 그림 16-4는 화면 너비가 700 CSS 픽셀 미만이 되도록 표시 크기를 키운 스마트폰입니다. 이미지에 나타난 파라미터와 목록은 기기에 이미 있던 데이터이며 기본값이 아니므로, 값은 현장 작업 지침서에 따라 입력하십시오.
- 현재 앱과 다른 것으로 알려진 화면: 기록 상세의 내보내기 열.

> **팁** 추가 설명 또는 작업 요령입니다.

> **경고** 인원 안전 또는 데이터 손실과 관련된 사항입니다. 반드시 지키십시오.

> **예시** 실제 값을 사용하여 작업 또는 계산을 보여 줍니다.

# 제2장 권장 하드웨어 사양

TMS는 Android 애플리케이션이며 Android 태블릿 또는 스마트폰(이 설명서에서는 “Android 기기”라고 함)에 설치하여 실행해야 합니다. Windows 컴퓨터에서는 TMS를 실행할 수 없지만, APK를 전송하여 설치하거나 내보낸 CSV/Excel 파일을 열거나 Modbus TCP 연결을 테스트하는 데 사용할 수 있습니다. 두 가지 기기의 권장 사양은 다음과 같습니다.

## 2.1 Android 기기 최소 요구 사항

프로그램이 작동하려면 다음 조건이 필요하며, 하나라도 충족되지 않으면 설치 또는 측정을 할 수 없습니다.

| 항목 | 최소 요구 사항 | 설명 |
|---|---|---|
| 운영 체제 | Android 8.0 (API 26) 이상 | Android 7.x 이하에는 설치할 수 없습니다. |
| 프로세서 아키텍처 | 64비트 ARM (arm64-v8a) | 릴리스 APK는 32비트 ARM 및 x86/x86_64 기기를 지원하지 않습니다. |
| WebView | Android System WebView 버전 107 이상 | 버전이 너무 낮으면 먼저 Play 스토어에서 업데이트하십시오. |
| USB | USB 호스트(OTG) 지원 | 수신기를 연결하는 데 사용합니다. USB-C 포트가 있다고 해서 반드시 OTG를 지원하는 것은 아니므로 기기 사양을 확인하십시오. |
| 화면 방향 및 크기 | 가로 방향, 창은 너비 320 이상, 높이 360 이상(CSS 픽셀) | 너비 320 미만 또는 높이 360 미만(CSS 픽셀)의 창에서는 “창을 더 크게 늘려 주세요.”가 표시됩니다. 세로 방향 및 좁은 창(예: 분할 화면)에서는 대신 단일 열 세로 배치 레이아웃을 사용합니다. 이번 버전에서도 스마트폰과 태블릿은 가로 방향으로 고정되어 있으며 기기를 돌려도 세로 방향으로 전환되지 않습니다. 세로 배치 레이아웃은 앱 창 자체가 좁을 때만 나타납니다. |
| 저장 공간 | 1 GB 이상 사용 가능 | APK는 약 30 MB이며, 나머지는 측정 기록과 내보내기 파일에 사용됩니다. |

## 2.2 Android 기기 권장 사양

| 항목 | 권장 (태블릿, 주 사용) | 권장 (스마트폰, 보조 사용) |
|---|---|---|
| 운영 체제 | Android 13 이상 | Android 13 이상 |
| 프로세서 | 64비트, 8코어, 2.0 GHz급 이상 | 64비트, 8코어, 2.0 GHz급 이상 |
| 메모리(RAM) | 4 GB 이상 (장시간 작동 시 6 GB 이상 권장) | 4 GB 이상 |
| 화면 | 8인치 이상, 해상도 1280×800 이상 | 6인치 이상, 가로 방향으로 사용 |
| 사용 가능한 저장 공간 | 4 GB 이상 | 2 GB 이상 |
| USB | OTG를 지원하는 USB-C, 충전 중에도 OTG를 사용할 수 있는 것이 바람직 | OTG를 지원하는 USB-C |
| 네트워크 (선택 사항) | Wi-Fi 5 이상 또는 USB 이더넷 어댑터 (Modbus TCP 사용 시) | Wi-Fi 5 이상 |
| 배터리 | 7,000 mAh 이상 또는 작동 중 전원 연결 | 4,500 mAh 이상 |

> **팁** 메모리, 화면 크기, 저장 공간은 운영상의 권장 사항이며 프로그램이 강제하는 조건이 아닙니다. 시스템 글꼴 확대, 화면 배율, 내비게이션 바, 분할 화면은 모두 사용 가능한 영역을 줄이므로 측정 중에는 분할 화면과 플로팅 창을 사용하지 마십시오.

## 2.3 화면 크기 및 화면 레이아웃

TMS는 "사용 가능한 화면 크기"에 따라 레이아웃을 자동으로 전환하므로 수동 설정이 필요하지 않습니다.

| 사용 가능한 화면 (너비 × 높이, CSS 픽셀) | 레이아웃 | 작업 화면 차이 |
|---|---|---|
| 너비 < 320 또는 높이 < 360 | 창 크기 부족 안내 | "창을 더 크게 늘려 주세요."와 실시간 측정값만 표시됩니다. 창을 크게 하십시오(예: 분할 화면 닫기). |
| 너비 640–839 | 소형 가로 레이아웃 | 필드가 더 조밀하게 배치됩니다. 진행 바에는 막대만 표시되고 상한/하한 및 목표 값은 표시되지 않습니다. |
| 너비 840 이상 | 표준 가로 레이아웃 | 진행 바에는 막대만 표시되고 상한/하한 및 목표 값은 표시되지 않습니다. |
| 너비 1200 이상 및 높이 600 이상 | 대형 화면 확장 레이아웃 | 결과와 측정값이 더 크게 표시되며, 진행 바에 규격 하한, 목표, 규격 상한 값도 표시됩니다(12.9절). |

이번 버전의 작업 화면에는 어떤 레이아웃에서도 실시간 곡선이 표시되지 않습니다. 곡선을 보려면 NOK 결과 후 "데이터 곡선"을 누르거나(12.10절) 기록 상세를 여십시오(18.3절).

> **예시** 일반적인 8–11인치 태블릿(예: 1280×800)을 가로 방향으로 사용하면 "대형 화면 확장 레이아웃"이 적용됩니다. 6.5인치 스마트폰을 가로 방향으로 사용하면 보통 "소형 가로 레이아웃" 또는 "표준 가로 레이아웃"이 적용됩니다. 어떤 레이아웃에서든 곡선은 기록 상세에서 확인하거나 NOK 결과 후 "데이터 곡선"으로 확인합니다.

## 2.4 주변 장치

| 장치 | 요구 사항 및 권장 사항 |
|---|---|
| RF 2.4G 수신기 | 제조사가 승인한 USB 수신기를 사용하며, Android 기기 한 대에는 한 번에 수신기 하나만 연결하십시오. |
| OTG 어댑터/USB 허브 | 품질이 좋고 접촉이 확실한 제품을 사용하십시오. 사용 중 충전해야 한다면 PD 충전과 OTG를 함께 지원하는 어댑터를 선택하고 기기 자체가 이를 지원하는지 확인하십시오. |
| 센서 | 제조사의 RF 2.4G 토크/각도 센서입니다. 사용 전에 완전히 충전하고 교정 기간 내인지 확인하십시오. |
| 바코드 스캐너 (선택 사항) | “키보드 모드(HID)”의 USB 또는 블루투스 바코드 스캐너입니다. 스캔하면 현재 커서가 있는 필드에 텍스트를 입력합니다. 바코드 길이는 최대 64자입니다. |
| PLC 또는 컴퓨터 (선택 사항) | Modbus TCP 클라이언트(마스터)를 지원하며 Android 기기와 같은 근거리 통신망에 있어야 합니다. |

## 2.5 컴퓨터(Windows) 권장 사양

컴퓨터는 설치와 데이터 처리에만 사용하며, ADB로 APK를 설치하거나 업데이트하기, APK를 기기에 복사하기, 내보낸 CSV/Excel 파일 열기, Modbus TCP 연결 테스트가 이에 해당합니다.

| 항목 | 최소 | 권장 |
|---|---|---|
| 운영 체제 | Windows 10 (64비트) | Windows 11 (64비트) |
| 프로세서 | Intel Core i3 / AMD Ryzen 3급 | Intel Core i5 (8세대 이상) / AMD Ryzen 5급 |
| 메모리 | 4 GB | 8 GB 이상 |
| 사용 가능한 저장 공간 | 2 GB | 10 GB 이상 (이전 내보내기 파일 보관용) |
| USB | USB 2.0 포트와 데이터 전송이 가능한 USB 케이블 | USB 3.0 포트와 정품 또는 인증 케이블 |

| 항목 | 최소 | 권장 |
|---|---|---|
| 설치 도구 | Android SDK Platform-Tools (ADB) | 최신 Platform-Tools |
| 스프레드시트 소프트웨어 | Microsoft Excel 2016 (CSV/.xlsx 열기 가능) | Microsoft 365 Excel (기본 .xlsx 꺾은선형 차트 완전 지원) |
| 네트워크 (선택 사항) | Android 기기와 같은 네트워크 대역 | 유선 이더넷 |
| Modbus 테스트 도구 (선택 사항) | 모든 Modbus TCP 클라이언트 소프트웨어 | 16진수와 32비트 정수를 표시할 수 있는 Modbus 테스트 소프트웨어 |

## 2.6 개발 테스트에 사용한 기기

| 장치 | 환경 | 설명 |
|---|---|---|
| Samsung 태블릿 SM-X230 | Android 16 (API 36), ARM64 | 개발 테스트 및 이 설명서의 화면 캡처에 사용. 화면 1920×1200. |
| Samsung 스마트폰 SM-S9080 | Android 16 (API 36), ARM64 | 개발 테스트 및 이 설명서의 화면 캡처에 사용. 화면 1544×720. |

> **팁** 위 표는 참고용이며, 다른 모델이 호환되지 않는다거나 위 기기가 모든 센서, PLC, 외부 장비와의 인수 시험을 마쳤다는 뜻은 아닙니다. 새 모델을 도입하기 전에 먼저 시험용 부품으로 제21장의 “교대 전 점검”을 완료하십시오.

# 제3장 설치 절차

## 3.1 설치 전 준비

- Android 기기가 2.1절의 최소 요구 사항(Android 8.0 이상, ARM64, OTG 지원)을 충족하는지 확인합니다.
- 공급업체에서 릴리스 APK(파일 이름 예: ZIPPTORK-TMS-RF-1.3.1-arm64-release.apk, 파일 이름은 브랜드로 시작함)를 받아 파일을 APK SHA-256과 대조합니다("버전 식별 및 이번 릴리스의 새로운 내용" 참조). 릴리스 버전 대신 Debug, Benchmark 또는 테스트 APK를 사용하지 마십시오.
- Android 기기에 이전 버전의 TMS가 이미 설치되어 있다면, 먼저 측정과 PLC 통신을 중지하고 제18장에 따라 보관할 기록을 내보냅니다.
- Android 기기의 배터리가 50% 이상이거나 충전기에 연결되어 있어야 합니다.
- 수신기, OTG 어댑터, 사용할 센서(충전된 상태)를 준비합니다.

이후의 수리 요청과 업그레이드 근거로 삼을 수 있도록 설치 전에 아래 표를 작성하는 것이 좋습니다.

| 항목 | 내용 (기입하십시오) |
|---|---|
| APK 파일 이름 | |
| 버전 | 1.3.1 |
| 빌드 날짜 | |
| 입수처/입수 날짜 | |
| 설치한 기기 모델/시리얼 번호 | |
| 설치 담당자 | |

## 3.2 방법 1: Android 기기에 직접 설치

일반 사용자에게 적합하며 컴퓨터 명령이 필요하지 않습니다.

1. APK를 Android 기기로 복사합니다. USB 케이블로 컴퓨터에 연결하고 기기 알림 패널에서 “파일 전송”(Samsung 기기에서는 “파일 전송 중”)을 선택한 후 APK를 “Download” 폴더에 복사합니다. 회사 클라우드 드라이브나 이메일로 다운로드할 수도 있습니다.
2. 기기에서 “내 파일”(또는 “파일”) 앱을 열고 “Download” 폴더로 이동하여 APK 파일을 누릅니다.
3. “보안을 위해 태블릿에서 이 출처의 알 수 없는 앱을 설치할 수 없습니다.”와 같은 메시지가 나타나면(스마트폰에서는 “태블릿” 대신 “휴대전화”로 표시됨) “설정”을 누르고 “이 출처 허용”을 켠 다음 뒤로 가기 키를 누릅니다.
4. 설치 화면에 애플리케이션 이름 “TMS RF”가 표시되면 “설치”를 누릅니다. 업데이트인 경우 “이 앱을 업데이트하시겠습니까?”가 표시되며 “업데이트”를 누릅니다.
5. Google Play Protect 안내가 표시되면, APK가 공급업체에서 제공한 릴리스 버전임을 확인한 후 “무시하고 설치”를 선택합니다.
6. “앱이 설치됨”이 표시되면 “열기”를 누르거나, 나중에 홈 화면의 “TMS RF” 아이콘으로 엽니다.
7. 설치가 완료된 후에는 설정으로 돌아가 3단계에서 켠 “이 출처 허용” 옵션을 끄는 것이 좋습니다.

> **예시** Wang 엔지니어가 ZIPPTORK-TMS-RF-1.3.1-arm64-release.apk를 받았습니다.
> ① USB 케이블로 태블릿을 컴퓨터에 연결 → 태블릿의 알림 패널을 아래로 당김 → “USB 용도: 파일 전송”.
> ② 컴퓨터에서 APK를 “Galaxy Tab > 내장 저장소 > Download”로 끌어다 놓습니다.
> ③ 태블릿에서 “내 파일 > 다운로드”를 열고 APK를 누름 → 출처 허용 → 설치 → 열기. TMS “시스템 로그인” 화면이 나타나면 설치가 완료된 것입니다.

## 3.3 방법 2: 컴퓨터에서 ADB로 설치 (관리자)

많은 기기를 배포하거나 업데이트하는 관리자용입니다. ADB는 설치 도구일 뿐이며 일반 측정 작업에는 실행할 필요가 없습니다.

### 3.3.1 컴퓨터 준비

1. Android 개발자 공식 웹사이트에서 "SDK Platform-Tools for Windows"를 다운로드합니다.
2. 고정된 폴더(예: C:\platform-tools)에 압축을 풉니다.
3. APK 파일을 경로를 입력하기 쉬운 위치(예: C:\TMS\ZIPPTORK-TMS-RF-1.3.1-arm64-release.apk)에 둡니다.

### 3.3.2 Android 기기에서 USB 디버깅 켜기

1. "설정 > 태블릿 정보(또는 휴대전화 정보) > 소프트웨어 정보"를 엽니다.
2. "빌드 번호"를 "개발자 모드가 켜졌습니다"가 나타날 때까지 7번 연속으로 누릅니다.
3. "설정"으로 돌아가 맨 아래에 새로 나타난 "개발자 옵션"으로 들어가 "USB 디버깅"을 켭니다.
4. USB 케이블로 기기를 컴퓨터에 연결합니다. 기기에 "USB 디버깅을 허용하시겠습니까?"가 표시되면 "이 컴퓨터에서 항상 허용"을 선택하고 "허용"을 누릅니다.

### 3.3.3 연결 확인 및 설치

1. 컴퓨터에서 "명령 프롬프트" 또는 PowerShell을 열고 Platform-Tools 폴더로 이동합니다: cd C:\platform-tools
2. 연결된 기기를 나열합니다: adb devices -l. 출력에 기기 시리얼 번호와 device 상태가 있는 줄이 포함되어야 합니다. unauthorized로 표시되면 기기에서 "허용"을 누릅니다.
3. 기존 앱 위에 설치 또는 업데이트합니다: adb install -r C:\TMS\ZIPPTORK-TMS-RF-1.3.1-arm64-release.apk
4. Success가 표시되면 설치가 완료된 것입니다.
5. 여러 기기가 동시에 연결되어 있으면 시리얼 번호를 지정해야 합니다: adb -s R9XXXXXXXXX install -r C:\TMS\ZIPPTORK-TMS-RF-1.3.1-arm64-release.apk
6. 배포가 끝나면 기기에서 "USB 디버깅"을 끕니다(권장).

> **예시** C:\platform-tools> adb devices -l
> R9TW1234ABC device product:gta9pwifi model:SM_X230 device:gta9pwifi
> C:\platform-tools> adb install -r C:\TMS\ZIPPTORK-TMS-RF-1.3.1-arm64-release.apk
> Performing Streamed Install
> Success

### 3.3.4 자주 발생하는 설치 오류 메시지

| 오류 메시지 | 원인 | 조치 |
|---|---|---|
| INSTALL_FAILED_NO_MATCHING_ABIS | 기기가 64비트 ARM이 아님 | 사양을 충족하는 기기로 교체하십시오. |
| INSTALL_FAILED_OLDER_SDK | Android 버전이 8.0 미만임 | 시스템을 업데이트하거나 기기를 교체하십시오. |
| INSTALL_FAILED_UPDATE_INCOMPATIBLE | 설치된 TMS가 새 APK와 다른 인증서로 서명됨 | **바로 삭제하지 마십시오(모든 기록이 삭제됩니다). 먼저 데이터를 내보낸 후 공급업체에 연락하여 APK의 출처를 확인하십시오.** |
| INSTALL_FAILED_VERSION_DOWNGRADE | 현재 버전보다 낮은 APK를 설치하려고 함 | APK 버전을 확인하십시오. 다운그레이드는 권장하지 않습니다. |

| 오류 메시지 | 원인 | 조치 |
|---|---|---|
| INSTALL_FAILED_INSUFFICIENT_STORAGE | 저장 공간 부족 | 최소 1 GB의 공간을 확보한 후 다시 시도하십시오. |
| unauthorized / device not found | USB 디버깅이 허용되지 않았거나 케이블이 충전 전용임 | 기기에서 “허용”을 누르고 데이터 전송이 가능한 케이블을 사용하십시오. |

## 3.4 최초 실행 및 시스템 권한

TMS를 처음 열거나 수신기를 처음 꽂으면 Android가 다음과 같은 시스템 대화상자를 표시할 수 있습니다. 설명에 따라 처리하십시오.

| 시스템 대화상자 | 권장 선택 | 용도 |
|---|---|---|
| “TMS RF에서 알림을 보내도록 허용하시겠습니까?” (Android 13 이상) | 허용 | 센서가 오류(배터리 부족, 과부하 등)를 보고할 때 시스템 알림을 표시합니다. 거부하더라도 알림은 앱 내부에 계속 표시되지만 시스템 알림은 나타나지 않습니다. |
| “TMS RF에서 USB 기기에 액세스하도록 허용하시겠습니까?” | “이 앱에 기본으로 사용”(표시되는 경우)을 선택한 후 “확인”을 누릅니다 | TMS가 수신기를 사용할 수 있게 합니다. 거부하면 화면에 “USB 권한 거부됨”이 표시됩니다. 수신기를 다시 꽂거나 센서 페어링 화면에서 “무선 수신기 다시 감지”를 누르십시오. |
| WebView 버전이 너무 낮다는 알림 | Play 스토어에서 “Android System WebView”를 업데이트하십시오 | TMS 인터페이스에는 WebView 버전 107 이상이 필요합니다. |

카메라 권한: “작업 스테이션” 또는 “부품 번호” 오른쪽의 카메라 아이콘을 처음 누르면 Android가 TMS의 카메라 사용을 허용할지 묻습니다. 바코드를 스캔하려면 “허용”을 선택하십시오. “거부”를 선택하거나 사용할 수 있는 카메라가 없으면 스캔을 취소하고 값을 직접 입력할 수 있으며 다른 기능에는 영향이 없습니다. 나중에 변경하려면 Android “설정 > 앱 > TMS RF > 권한”으로 이동하십시오. 카메라 스캔에는 네트워크가 필요 없으며 사진을 저장하거나 업로드하지 않습니다(11.6절).

## 3.5 새 버전으로 업데이트

1. 진행 중인 측정을 종료하고 메인 메뉴로 돌아갑니다. Modbus TCP를 사용 중이면 먼저 PLC 측에 폴링을 일시 중지하도록 알립니다.
2. 필요에 따라 기록 백업을 내보냅니다(제18장).
3. 3.2절 또는 3.3절의 방법으로 새 APK를 설치합니다(기존 앱 위에 설치). 기존 앱 위에 설치하면 사용자, 센서 페어링, 파라미터, 측정 기록이 유지됩니다.
4. 업데이트 후 앱 브랜드, 패키지 이름, 로그인 화면에 표시되는 버전(이번 버전은 v1.3.1), 공급업체의 APK SHA-256을 확인합니다. 이전 APK들은 버전 번호 1.0.0을 공유했습니다. 계정, 페어링, 파라미터, 기록을 읽을 수 있는지 확인한 후 시험용 부품으로 작업 흐름을 확인합니다.
5. 로그인한 후 “시스템 설정 > 센서 페어링”으로 이동하여 수신기와 센서 상태가 정상인지 확인한 다음 시험용 부품으로 한 번 측정합니다.

CSV / Excel 파일은 기록 데이터를 내보낸 것이며 계정, 페어링, 파라미터, 전체 데이터베이스를 복원할 수 있는 백업이 아닙니다. 이번 버전은 전체 데이터를 복원하는 검증된 절차를 제공하지 않으므로, 기기를 교체하거나 데이터를 지우거나 삭제하기 전에 먼저 관리자가 백업 및 복원 계획을 확인해야 합니다.

## 3.6 삭제

> **경고** TMS를 삭제하거나 Android 설정에서 “데이터 삭제 / 저장 공간 삭제”를 사용하면 로컬 사용자, 페어링, 파라미터 설정, 측정 기록이 모두 영구적으로 삭제되며 되돌릴 수 없습니다. 반드시 먼저 보관할 기록을 내보내십시오.

삭제하려면 “설정 > 앱 > TMS RF > 삭제”를 선택하거나 홈 화면의 TMS RF 아이콘을 길게 누르고 “삭제”를 선택합니다.

## 3.7 설치 완료 체크리스트

| 확인 항목 | 확인 방법 | 결과 |
|---|---|---|
| 앱이 정상적으로 열림 | 홈 화면에서 TMS RF 아이콘을 누르면 로그인 화면 또는 “사용자 추가” 화면이 나타남 | □ |
| 올바른 버전 | 로그인 화면 왼쪽 브랜드 문구 아래에 “버전: v1.3.1”와 “빌드 날짜: 2026.11.23”가 표시됨 | □ |
| 가로 방향 표시가 정상임 | 화면에 “창을 더 크게 늘려 주세요.”가 표시되지 않음 | □ |
| 알림 권한 | 알림이 허용됨 (Android 13 이상) | □ |
| 수신기를 사용할 수 있음 | 센서 페어링 화면에 “Dongle 연결됨” 또는 “페어링됨”이 표시됨 | □ |
| 센서로 측정할 수 있음 | 시험용 부품으로 한 번 측정하면 판정 결과가 나타남 | □ |

# 제4장 공통 화면 조작

## 4.1 상단 바 버튼

모든 화면(로그인 화면과 메인 메뉴 포함)에는 같은 구조의 상단 바가 있습니다. "부품 번호", "기록", "진단 캡처"는 아래 표에 표시된 화면에서만 나타납니다.

| 위치 / 아이콘 | 이름 | 기능 |
|---|---|---|
| 왼쪽 위 "←" | 뒤로 | 이전 화면으로 돌아갑니다. 작업 화면에서 뒤로를 누르면 현재 측정이 종료되므로, 먼저 최종 결과가 저장되었고 힘을 가하고 있지 않은지 확인하십시오. |
| 가운데 문구 | 화면 제목 | 현재 화면 또는 작업 모드의 이름을 표시합니다. 예: "토크 렌치 파라미터 설정", "전동 공구". |
| "부품 번호" 입력란 | 부품 번호 (작업 화면 전용) | 부품 바코드를 스캔하거나 입력합니다(최대 64자). 작업 화면이 열리면 커서가 이 입력란에 자동으로 놓이며, 입력란 오른쪽의 카메라 아이콘으로 앱 내 카메라를 사용해 스캔합니다(12.4절). |
| "기록" | 기록 (작업 화면 전용) | 현재 작업 모드의 측정 기록 목록을 엽니다. |
| "진단 캡처" | 진단 캡처 (센서 페어링 화면 전용이며 진단 권한이 있는 계정만 사용 가능, 10.7절 참조) | RF 진단 캡처 창을 엽니다. 자세한 내용은 10.7절을 참조하십시오. |
| "☾" / "☀" | 라이트 모드와 다크 모드 전환 | ☾는 라이트 모드가 활성화되어 있음을 뜻하며(누르면 다크 모드로 전환), ☀는 다크 모드가 활성화되어 있음을 뜻합니다. 선택한 모드는 기억됩니다. |
| "⌂" | 메인 메뉴 | 메인 메뉴로 바로 돌아갑니다. 작업 화면에서 사용하면 현재 측정도 종료됩니다. |

## 4.2 메뉴 팝업 작동 방식

TMS의 드롭다운 메뉴(예: “모드”, “판정”, “공구 유형”, “사용할 센서 선택”, “완료 동작”)는 모두 전체 화면 팝업으로 표시되며 같은 방식으로 작동합니다(“공차 기준” 메뉴에는 “±”와 “≥”만 있으므로 “검색” 입력란과 “사용 중” 줄이 없으며, 현재 선택 항목이 강조 표시됩니다).

1. 입력란(오른쪽에 “˅” 기호가 있음)을 눌러 메뉴 팝업을 엽니다.
2. 팝업 맨 위에서 현재 선택 항목에 “사용 중”이 표시됩니다.
3. 옵션이 많으면 먼저 “검색” 입력란을 직접 누른 다음 모델, 시리얼 번호 또는 옵션 문구를 입력합니다. 팝업을 열어도 검색 입력란에 자동으로 포커스가 이동하거나 키보드가 열리지 않으며, “사용 중” 옵션은 그대로 유지됩니다.
4. 필요한 옵션을 누르면 팝업이 자동으로 닫히고 새 값이 입력됩니다.
5. 변경하지 않으려면 “취소”를 누르거나(외장 키보드에서는 Esc 키를 눌러) 닫으십시오. 원래 값은 그대로 유지됩니다.

> **팁** 메뉴에서 선택한 값은 현재 화면의 초안만 갱신합니다. 적용하려면 해당 화면의 저장 버튼을 반드시 눌러야 합니다.

## 4.3 숫자 및 날짜 형식

숫자 입력란은 현재 인터페이스 언어의 형식으로 표시되고 입력됩니다. 시스템은 내부적으로 항상 일반 숫자 값을 저장합니다.

| 인터페이스 언어 | 숫자 예시 | 설명 |
|---|---|---|
| 繁體中文, English, 日本語, العربية 등 | 12,345.67 | 쉼표는 천 단위 구분 기호이고 마침표는 소수점입니다. |
| Español, Italiano, Deutsch, Türkçe 등 | 12.345,67 | 마침표는 천 단위 구분 기호이고 쉼표는 소수점입니다. |
| Français, Русский | 12 345,67 | 공백은 천 단위 구분 기호이고 쉼표는 소수점입니다. |

토크의 소수 자릿수는 값에 따라 자동으로 조정됩니다. 100 미만은 소수 둘째 자리까지(예: 48.72), 100–999.9는 소수 첫째 자리까지(예: 509.9), 1,000 이상은 소수 없이(예: 7,081) 표시됩니다. 각도는 항상 소수 첫째 자리까지(예: 90.0°) 표시됩니다. 내보낸 CSV 및 Excel 파일은 다릅니다. 토크는 항상 소수 둘째 자리, 각도는 소수 첫째 자리, 시간은 소수 둘째 자리까지 표시됩니다(Excel 셀에는 전체 정밀도가 그대로 저장됩니다).

날짜는 항상 서기 연도와 두 자리 월, 일로 표시되며 순서는 인터페이스 언어를 따릅니다. 중국어와 일본어는 YYYY/MM/DD(예: 2026/10/16), 영어는 MM/DD/YYYY, 독일어, 터키어, 러시아어는 DD.MM.YYYY, 한국어는 YYYY.MM.DD, 그 밖의 언어는 DD/MM/YYYY를 사용합니다. 시간이 포함되면 24시간제(예: 2026/10/16 09:30:00)로 표시됩니다. 아랍어 인터페이스에서도 숫자는 0–9를 사용합니다. 각 언어의 예시는 부록 F에 있습니다.

## 4.4 라이트 모드와 다크 모드

상단 바의 "☾"를 누르면 조명이 어두운 작업 스테이션에 적합한 다크 모드로 전환되고, "☀"를 누르면 라이트 모드로 돌아갑니다. 한 번도 전환하지 않았다면 기본값은 라이트 모드이며, 선택한 모드는 자동으로 기억되어 다음에 앱을 열 때 사용되고 Android 상태 표시줄과 내비게이션 바 아이콘도 함께 전환됩니다. 다크 모드는 표시 색상만 바꾸며 측정, 판정, 기록, 내보낸 내용에는 영향을 주지 않습니다.

상단 바의 "☾ / ☀" 버튼의 접근성 이름(화면 읽기 프로그램이 읽어 주는 이름)은 "라이트 / 다크 모드 전환"입니다.

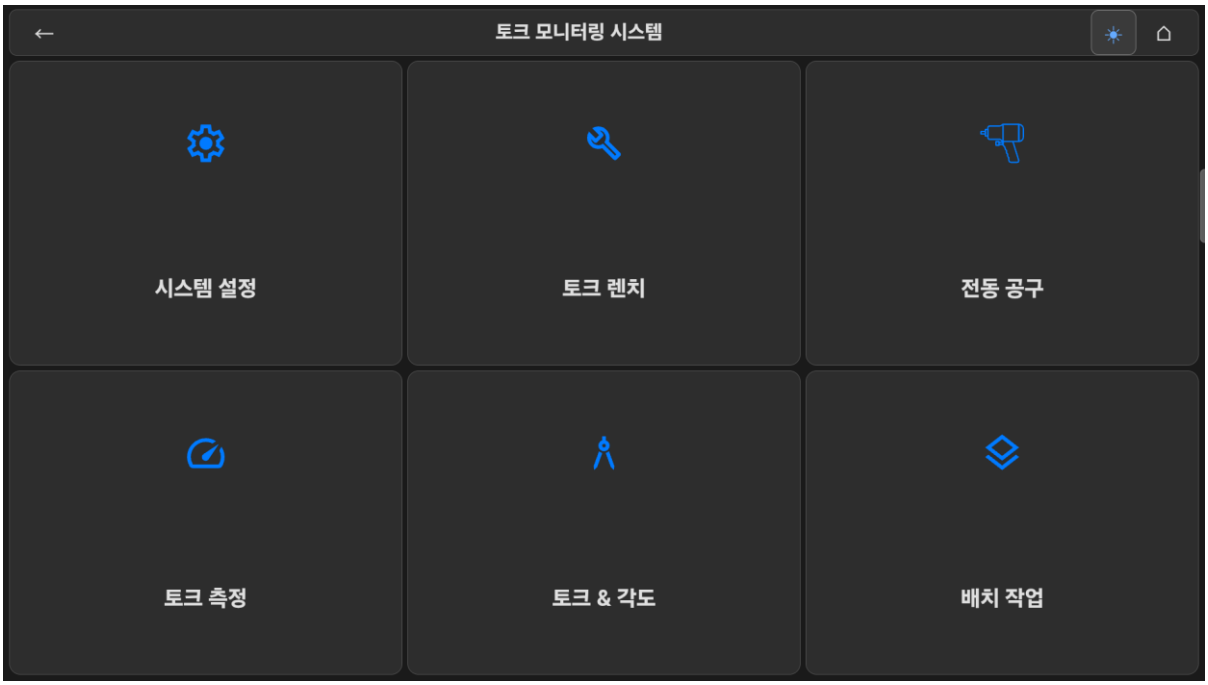



그림 4-1 다크 모드의 메인 메뉴 (태블릿)

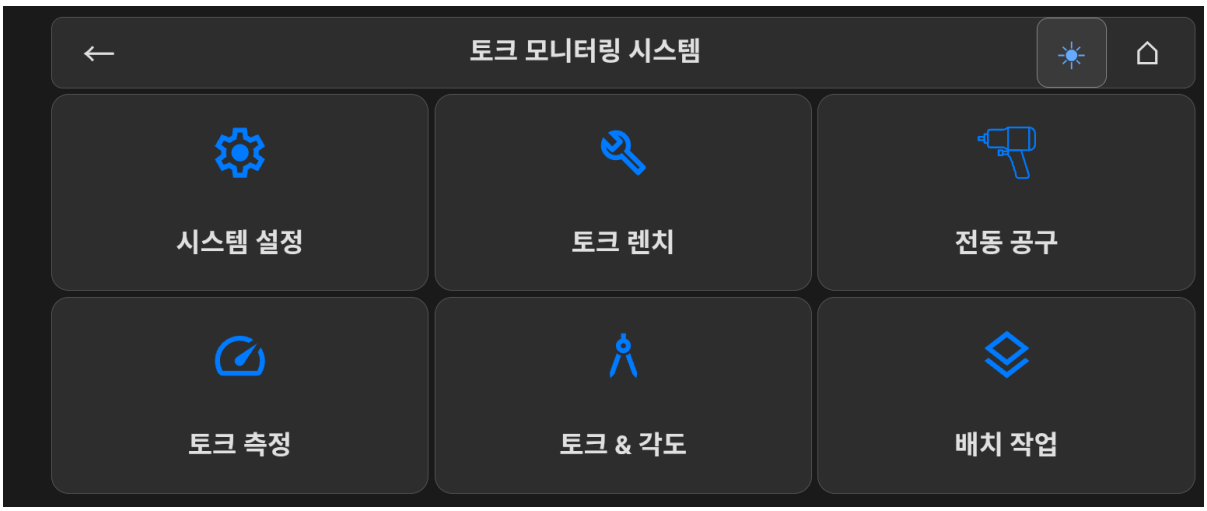



그림 4-1 다크 모드의 메인 메뉴 (스마트폰)

## 4.5 키보드, 바코드 스캐너, 터치

- 일반 텍스트 또는 숫자 입력란: 입력란을 누르면 화상 키보드가 나타납니다. 키보드가 버튼을 가리면 화면을 위아래로 스크롤할 수 있습니다.
- 작업 화면의 "부품 번호" 입력란: 바코드 스캐너로 직접 입력할 수 있도록 기본적으로 화상 키보드가 나타나지 않습니다. 직접 입력하려면 입력란을 한 번 눌러 키보드를 불러내십시오. 입력란을 벗어나면 다시 바코드 모드로 돌아갑니다.
- "작업 스테이션"과 "부품 번호" 입력란 오른쪽에는 앱 내 카메라로 1차원 또는 2차원 바코드를 스캔하는 카메라 아이콘이 있습니다. 스캔 후 먼저 미리보기가 표시되며 "적용"을 눌러야 값이 입력란에 입력됩니다(11.6절).
- 팝업이 열려 있을 때는 바코드가 검색 입력란에 입력되지 않도록 팝업을 닫은 후 바코드를 스캔하십시오.
- 외장 물리 키보드에서는 Tab으로 포커스를 이동하고, Enter로 확인하고, Esc로 팝업을 닫습니다. 로그인 화면에서는 "사용자 이름"에서 Enter를 누르면 "비밀번호"로 이동하고 "비밀번호"에서 Enter를 누르면 로그인됩니다(5.2절).

# 제5장 최초 설정 및 시스템 로그인

## 5.1 기본 관리자 계정 (최초 사용)

새로 설치한 후 TMS를 처음 열었을 때 기기에 사용자가 없으면, 시스템이 모든 권한을 가진 기본 관리자 계정 admin(비밀번호 admin)을 자동으로 만들고 바로 "시스템 로그인" 화면으로 이동합니다. 관리자를 만드는 화면은 나타나지 않습니다.

1. "시스템 로그인" 화면에서 "로그인" 버튼을 약 0.6초 동안 길게 누릅니다. "사용자 이름"과 "비밀번호" 입력란에 기본 사용자 이름 admin과 비밀번호 admin이 자동으로 입력됩니다(자동으로 로그인되지는 않습니다). "로그인"을 한 번 더 누릅니다. admin / admin을 직접 입력해도 됩니다.
2. "시스템 설정 > 사용자 관리"로 이동하여 "비밀번호 변경"을 누르고 admin 비밀번호를 관리자만 아는 비밀번호로 변경합니다(9.4절).
3. 작업자와 QC 담당자에게 각각 별도의 계정을 만들어 주고 필요한 권한만 부여합니다(9.1절).

## 5.2 시스템 로그인

사용자를 만든 후에는 TMS를 열 때마다 "시스템 로그인" 화면이 가장 먼저 표시됩니다.

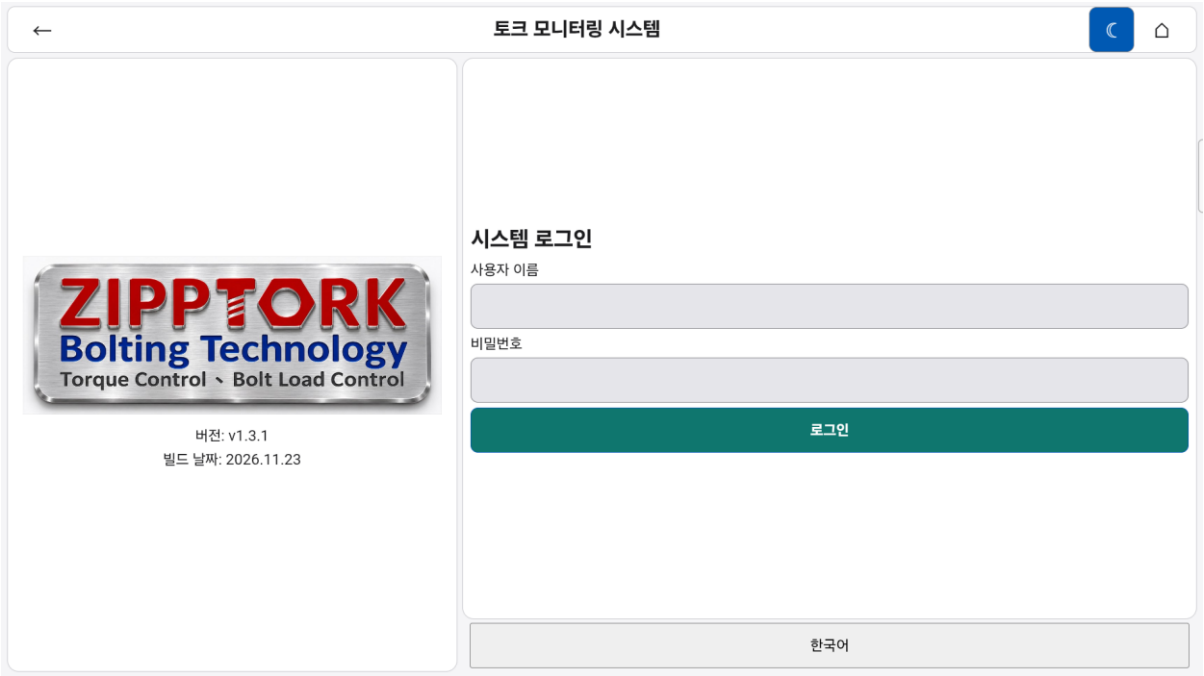



그림 5-1 시스템 로그인 화면 (태블릿)

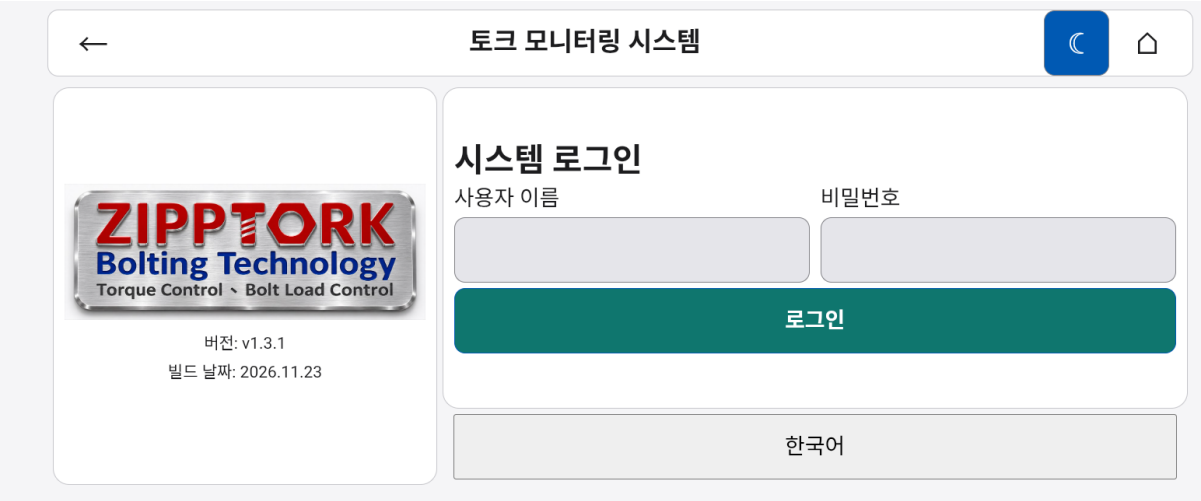



그림 5-1 시스템 로그인 화면 (스마트폰)

| 영역 / 버튼 | 설명 |
|---|---|
| 왼쪽: “ZIPPTORK TMS” | “ZIPPTORK”와 “TMS”를 표시하는 브랜드 문구이며 아래에 버전과 빌드 날짜가 있습니다. 조작 기능은 없습니다. |
| 사용자 이름 | 이 기기에서 만든 사용 가능한 사용자 계정의 사용자 이름을 입력합니다(최대 64자). |
| 비밀번호 | 해당 비밀번호를 입력합니다(최대 256바이트). 점으로 가려져 표시됩니다. |
| “로그인” | 사용자 이름과 비밀번호를 확인하고 성공하면 메인 메뉴를 엽니다. 확인이 진행되는 동안에는 버튼을 다시 누를 수 없습니다. 이 버튼을 약 0.6초 동안 길게 누르면 입력란에 기본 사용자 이름 admin과 비밀번호 admin이 입력됩니다. 자동으로 로그인되지는 않으므로 한 번 더 누르십시오. “사용자 이름”에서 Enter를 누르면 “비밀번호”로 이동하고 “비밀번호”에서 Enter를 누르면 로그인됩니다. 확인이 진행되는 동안 다시 눌러도 무시됩니다. |
| 언어 버튼 (예: “繁體中文”) | 현재 인터페이스 언어를 표시합니다. 누르면 16개 언어 중에서 전환할 수 있으며(5.3절), 선택한 언어는 즉시 저장됩니다. 언어 버튼은 “로그인” 버튼 아래에 있습니다(그림 5-1). |

| 영역 / 버튼 | 설명 |
| --- | --- |
| 버전 | 예: “버전: v1.3.1”. 결함을 보고하거나 업그레이드를 요청할 때 이 정보를 제공하십시오. |
| 빌드 날짜 | APK 빌드 날짜(타이베이 시간)이며 APK 안에 고정되어 있으므로 오늘 날짜가 아닙니다. 형식은 인터페이스 언어를 따릅니다. 이번 버전은 영어 인터페이스에서 “Build date: 11/23/2026”으로 표시됩니다. |

1. 맨 아래의 언어가 필요한 언어인지 확인합니다(필요하면 먼저 전환).
2. “사용자 이름” 입력란을 누르고 사용자 이름을 입력합니다.
3. “비밀번호” 입력란을 누르고 비밀번호를 입력합니다.
4. “로그인”을 누릅니다. 성공하면 “토크 모니터링 시스템” 메인 메뉴가 열립니다.

> **예시** 작업자 Chen 씨의 계정이 op_chen입니다. op_chen 입력 → 비밀번호 입력 → “로그인” 누름 → 메인 메뉴가 열리고 시스템 설정, 토크 렌치, 전동 공구, 토크 측정, 토크 & 각도, 배치 작업의 여섯 개 버튼이 표시됩니다.

### 로그인 실패

사용자 이름이나 비밀번호가 틀렸거나 계정이 사용 중지된 경우 화면에는 “사용자 이름 또는 비밀번호가 잘못되었습니다”만 표시되므로, 이 문구만으로 비밀번호가 틀렸다고 단정할 수는 없습니다. 먼저 다음 항목을 확인하십시오. 계속 실패하면 버전, 시간, 수행한 절차를 기록하여 관리자에게 전달하십시오.

- 사용자 이름의 대소문자와 철자가 맞는지 확인합니다.
- 비밀번호가 맞는지 확인합니다(Caps Lock과 전각 / 반각 문자에 주의).
- 관리자가 계정을 사용 중지했는지 확인합니다(제9장).

> **팁** 기본 계정 빠른 입력: “로그인” 버튼을 약 0.6초 동안 길게 누르면 입력란에 기본 사용자 이름 admin과 비밀번호 admin이 입력됩니다. 자동으로 로그인되지는 않으므로 “로그인”을 한 번 더 누르십시오. 비밀번호를 변경하지 않은 기본 계정에서만 작동하며, admin 비밀번호를 변경했거나 계정을 사용 중지했다면 로그인은 여전히 실패합니다.

앱을 시작할 때 로그인 상태를 읽지 못하면 양식에 "로그인 상태를 불러올 수 없습니다"가 표시되고 "로그인" 버튼이 "다시 시도"로 바뀝니다. "다시 시도"를 누르면 상태를 다시 읽습니다. 읽는 동안에는 로그인할 수 없으며 길게 눌러 입력하는 기능도 작동하지 않습니다. 상태를 읽으면 버튼이 다시 "로그인"으로 바뀝니다. 메시지가 계속 나타나면 TMS를 닫았다가 다시 여십시오.

## 5.3 인터페이스 언어 변경




그림 5-2 로그인 화면의 언어 메뉴 (태블릿)




그림 5-2 로그인 화면의 언어 메뉴 (스마트폰)

1. 로그인 화면에서 아래의 언어 버튼(예: “繁體中文”)을 누릅니다.
2. 언어 팝업에서 필요한 언어를 누릅니다.
3. 팝업이 닫히고 화면 문구가 즉시 전환되며, 선택한 언어는 이후 로그인의 기본값으로 저장됩니다.

지원 언어: 繁體中文, English, 日本語, Italiano, Português, Español, 简体中文, 한국어, Bahasa Indonesia, Deutsch, Français, Tiếng Việt, ภาษาไทย, Türkçe, Русский, العربية, 총 16개입니다. 언어 메뉴는 4 × 4로 배열되며 그 아래에 “취소”가 있습니다(그림 5-2). 로그인한 후에는 “전역 설정”(제8장)에서도 언어를 변경할 수 있습니다.

> **팁** 최초 실행 시 언어 설정이 저장되기 전에는 TMS가 Android 시스템 언어에 따라 인터페이스 언어를 자동으로 선택합니다(번체 또는 간체 중국어는 시스템의 문자 체계와 지역으로 결정됨). 시스템 언어가 지원 목록에 없으면 영어를 사용합니다. 그 이후에는 직접 선택한 언어가 우선하며, 기존 앱 위에 앱 업데이트를 설치하거나 시스템 언어를 변경해도 선택한 언어는 바뀌지 않습니다.

English를 선택하면 로그인 화면 문구가 즉시 영어로 바뀌고 빌드 날짜도 영어 형식 “Build date: 11/23/2026”으로 바뀝니다. العربية를 선택하면 화면이 오른쪽에서 왼쪽 레이아웃으로 전환되며 숫자는 계속 0–9를 사용합니다.

## 5.4 사용자 전환 (로그아웃)

이번 버전에는 “로그아웃” 버튼이 없습니다. 로그인 상태는 TMS를 종료할 때까지 유지됩니다. 다른 사람으로 로그인하려면 다음과 같이 합니다.

1. 진행 중인 측정을 종료하고 메인 메뉴로 돌아갑니다.
2. Android “최근 앱” 키를 누르고 TMS를 위로 밀어 종료합니다.
3. 다시 열어도 로그인 화면이 나타나지 않으면 “설정 > 앱 > TMS RF”로 이동하여 “강제 종료”를 누른 후 앱을 다시 엽니다.
4. 로그인 화면에서 새 사용자의 사용자 이름으로 로그인합니다.

## 5.5 작은 화면과 화상 키보드

로그인 화면 왼쪽에는 브랜드 문구 “ZIPPTORK TMS”와 그 아래 버전 및 빌드 날짜가 있고, 오른쪽에는 위에서 아래로 “사용자 이름”, “비밀번호”, “로그인”, 언어 버튼이 있습니다(그림 5-1). 스마트폰처럼 높이가 낮은 화면에서는 양식이 압축됩니다. 화상 키보드가 열려 있으면 “비밀번호” 입력란과 “로그인” 버튼이 같은 줄에 놓이며(그림 5-3), 키보드를 닫으면 원래 레이아웃으로 돌아가고 입력한 텍스트와 커서 위치는 유지되며 로그인에 실패한 후에도 “로그인” 버튼 전체가 계속 보입니다. 오류 메시지가 나타나거나 더 긴 언어를 선택하면 언어 버튼이 아래로 밀리거나 일시적으로 숨겨질 수 있으므로 위로 스와이프하거나 먼저 키보드를 닫으십시오.

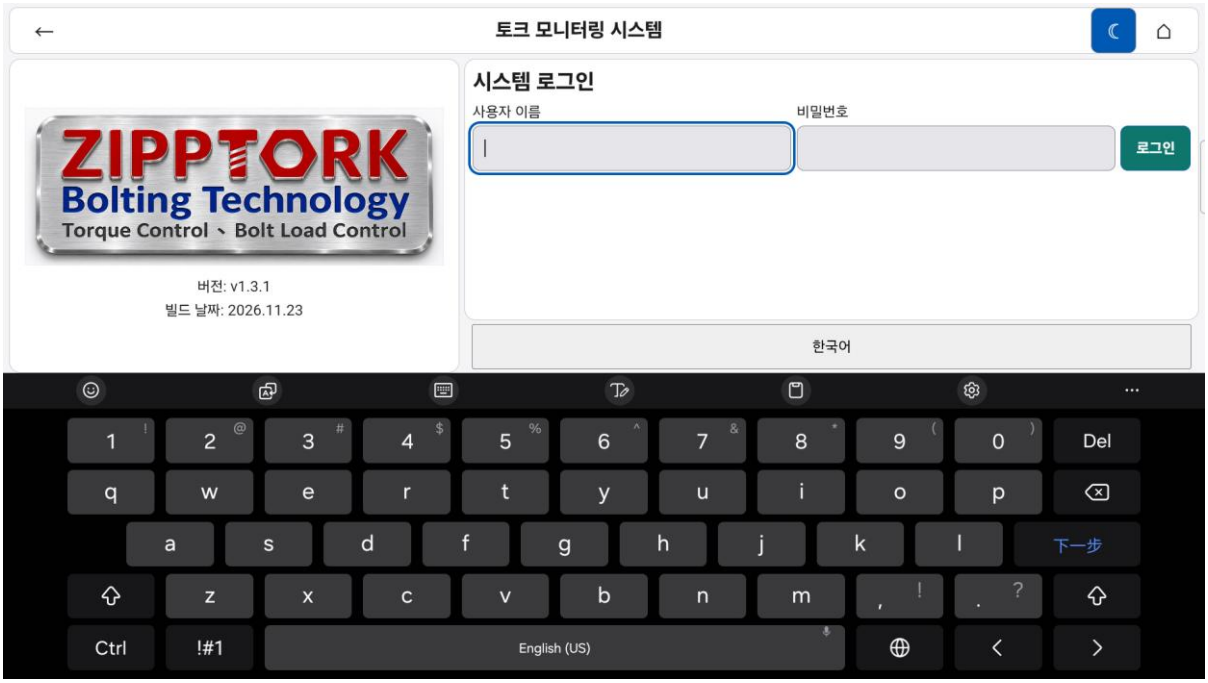



그림 5-3 화상 키보드를 연 로그인 화면 (태블릿)




그림 5-3 화상 키보드를 연 로그인 화면 (스마트폰)

# 제6장 메인 메뉴

로그인에 성공하면 "토크 모니터링 시스템"이라는 제목의 메인 메뉴가 열립니다. 메인 메뉴에는 큰 버튼이 6개 있으며, 버튼을 누르면 해당 기능으로 들어갑니다.

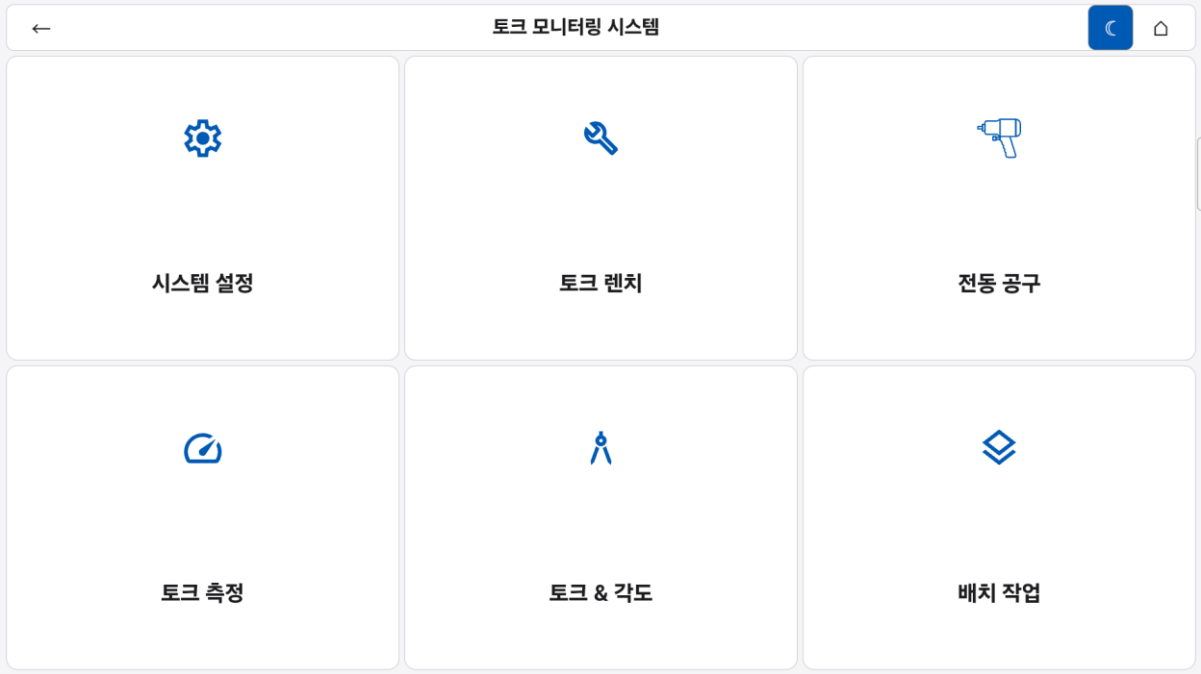



그림 6-1 메인 메뉴 (태블릿)

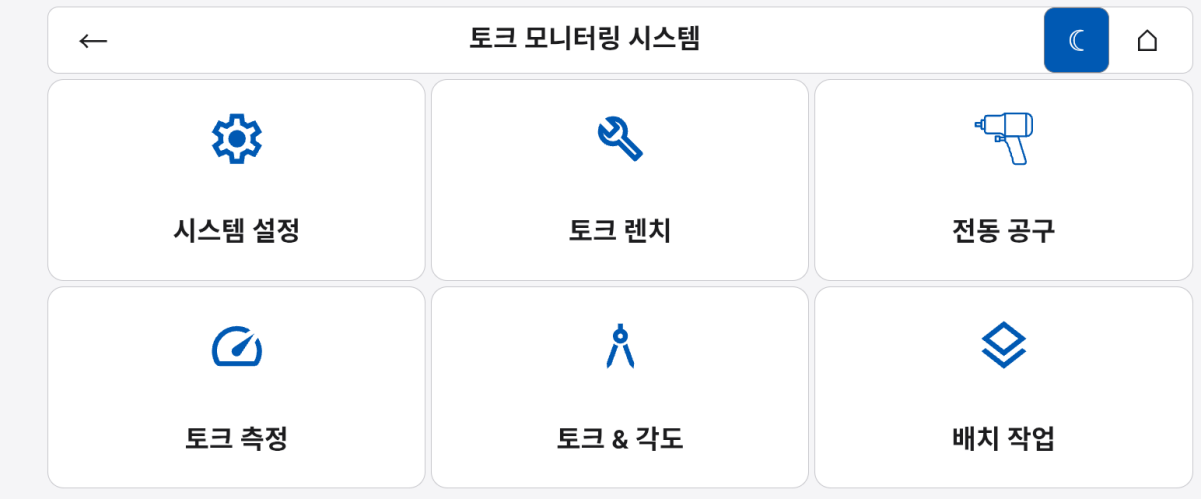



그림 6-1 메인 메뉴 (스마트폰)

| 버튼 | 열리는 화면 | 용도 | 장 |
|---|---|---|---|
| 시스템 설정 (톱니바퀴 아이콘) | 시스템 설정 메뉴 | 전역 설정, 사용자 관리, 센서 페어링, 통신 설정, 기록 및 내보내기, 센서 오류 기록. | 제7장 |
| 토크 렌치 (렌치 아이콘) | 토크 렌치 파라미터 설정 | 수동 토크 렌치 작업이며 최대 토크로 판정합니다. | 제13장 |
| 전동 공구 (전동 드라이버 아이콘) | 전동 공구 파라미터 설정 | 펄스 / 임팩트 / 클러치 방식 전동 공구를 사용하는 작업입니다. | 제14장 |
| 토크 측정 (게이지 아이콘) | 토크 측정 파라미터 설정 | 회전이 목표 각도에 도달했을 때의 토크를 측정합니다. | 제15장 |
| 토크 & 각도 (나침반 아이콘) | 토크 & 각도 파라미터 설정 | 토크와 각도를 함께 사용하는 체결 작업입니다. | 제16장 |
| 배치 작업 (레이어 아이콘) | 배치 작업 (작업 조합 목록) | 여러 단계로 된 작업 조합을 실행하거나 편집합니다. | 제17장 |

## 6.1 최초 사용 시 권장 작업 순서

1. 기본 계정 admin으로 처음 로그인했다면 먼저 “시스템 설정 > 사용자 관리”로 이동하여 “비밀번호 변경”을 눌러 기본 비밀번호를 바꿉니다(9.4절).
2. “시스템 설정 > 전역 설정”: 토크 단위와 인터페이스 언어를 선택한 후 “설정 저장 & 적용”을 누릅니다(제8장).
3. “시스템 설정 > 사용자 관리”: 작업자와 QC 담당자의 계정을 만들고 권한을 설정합니다(제9장).
4. “시스템 설정 > 센서 페어링”: 수신기를 꽂고 사용할 센서를 페어링합니다(제10장).
5. 메인 메뉴로 돌아가 작업 모드를 선택하고 목표 토크와 공차를 설정한 후 “설정 저장 & 적용 → 작업”을 눌러 작업 화면을 엽니다(제11–16장).
6. 부품 번호를 스캔하고 안전 절차에 따라 힘을 가한 후 OK / NOK 결과를 확인합니다.
7. “시스템 설정 > 기록 및 내보내기”로 이동하여 기록을 검색하고 내보냅니다(제18장).

# 제7장  시스템 설정 메뉴

메인 메뉴에서 “시스템 설정”을 눌러 엽니다. 화면에는 6개 설정이 텍스트 버튼으로 나열되며 일반 설정, 장치 및 통신, 데이터 관리의 세 줄로 나뉩니다.




그림 7-1  시스템 설정 메뉴 (태블릿)




그림 7-1  시스템 설정 메뉴 (스마트폰)

| 버튼 | 기능 | 필요한 권한 | 장 |
|---|---|---|---|
| 전역 설정 | 토크 단위, 힘 단위, 인터페이스 언어. | 시스템 설정 | 제8장 |
| 사용자 관리 | 사용자를 추가하고 계정을 사용 또는 사용 중지하며 권한을 설정합니다. | 사용자 관리 | 제9장 |
| 센서 페어링 | 수신기 감지, 무선 채널, 페어링, 사용할 센서 선택. | 센서 페어링 | 제10장 |
| 통신 설정 | Modbus TCP 서버 시작/중지, TCP 포트, Unit ID, 데이터 주소 매핑 테이블. | 시스템 설정 | 제19장 |
| 기록 및 내보내기 | 측정 기록을 검색하고 상세 곡선을 확인하며 CSV / Excel로 내보냅니다. | 측정 기록 (내보내기에는 CSV 내보내기 권한도 필요) | 제18장 |
| 센서 오류 기록 | 아직 해제되지 않은 센서 오류와 이미 해제된 센서 오류를 검색합니다. | — | 제20장 |

> **팁** 해당 권한이 없는 사용자도 버튼은 볼 수 있지만, 열면 화면을 불러오거나 저장하지 못할 수 있습니다(“설정을 불러오거나 저장할 수 없습니다”가 표시되며, 사용자 관리 화면에는 “사용자를 관리할 권한이 없습니다.”가 표시됨). 관리자에게 연락하여 권한을 부여받으십시오.

# 제8장  전역 설정 (단위 및 언어)

경로: 메인 메뉴 → “시스템 설정” → “전역 설정”. 이 화면에서는 시스템 전체의 토크 단위, 힘 단위, 인터페이스 언어를 설정하며, 각 작업 모드의 파라미터 화면에서는 더 이상 단위를 따로 전환하지 않습니다.




그림 8-1  전역 설정 화면 (태블릿)




그림 8-1  전역 설정 화면 (스마트폰)

| 입력란 / 버튼 | 옵션 | 적용 범위 |
|---|---|---|
| 토크 단위 | N·m, kgf·cm, kgf·m, ozf·in, lbf·in, lbf·ft (6가지 단위) | 모든 파라미터 입력, 작업 측정값, 기록, CSV 요약의 토크 표시 단위입니다. |
| 힘 단위 | kN, N, lbf, kgf (4가지 단위) | 힘 관련 값의 표시 단위이며 토크 작업을 힘 측정으로 바꾸지는 않습니다. |
| 언어 | 16개 인터페이스 언어 | 화면 문구, 숫자 및 날짜 형식, 내보낸 파일의 열 이름. |
| “설정 저장 & 적용” | — | 위의 세 가지 설정을 저장하고 즉시 적용합니다. |

## 8.1 토크 단위 변경




그림 8-2 태블릿: 토크 단위 메뉴 (3×2 옵션)




그림 8-2 스마트폰: 토크 단위 메뉴 (3×2 옵션)

1. “토크 단위” 아래의 현재 값(예: “N·m”)을 누릅니다.
2. 팝업에서 새 단위를 누르면 팝업이 자동으로 닫힙니다. 현재 단위를 유지하려면 아래의 “취소”를 누릅니다.
3. 화면 아래의 “설정 저장 & 적용”을 누릅니다. 성공하면 화면은 그대로 유지되며 성공 메시지는 표시되지 않습니다. 실패하면 “설정을 불러오거나 저장할 수 없습니다”가 표시됩니다.
4. 작업 모드의 파라미터 화면으로 돌아가 목표 토크가 새 단위로 변환되었는지 확인합니다.

**예시** 목표 토크 50 N·m를 각 단위로 표시한 값입니다(시스템이 자동으로 변환).
N·m: 50.00 | kgf·cm: 509.9 | kgf·m: 5.10 | ozf·in: 7,081 | lbf·in: 442.5 | lbf·ft: 36.88

**팁** 단위를 전환해도 표시만 바뀝니다. 데이터베이스에는 항상 N·m 단위의 원래 값이 저장되므로 단위를 전환해도 정밀도가 손실되지 않습니다.

## 8.2 힘 단위 변경




그림 8-3 태블릿: 힘 단위 메뉴

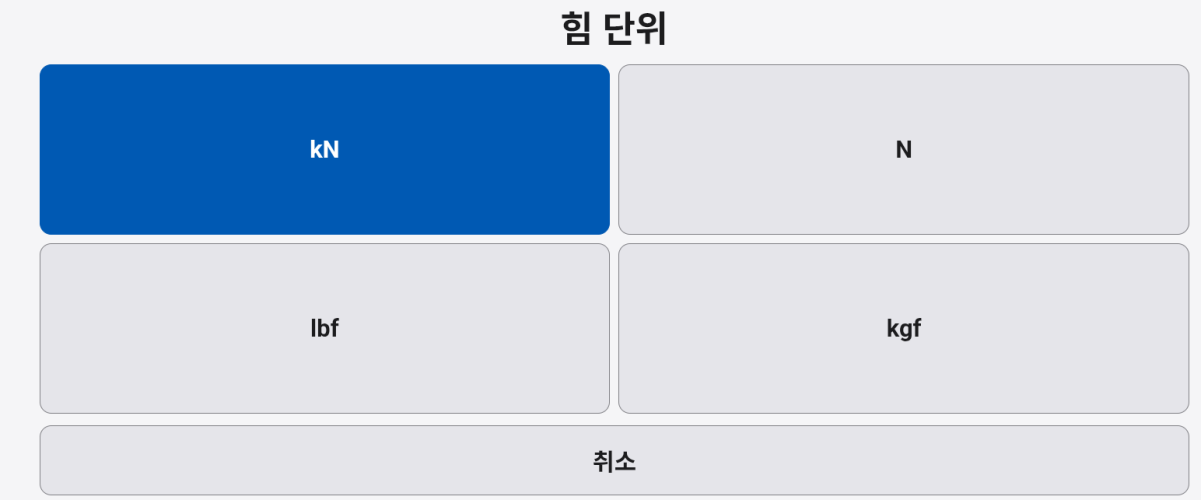



그림 8-3 스마트폰: 힘 단위 메뉴

1. “힘 단위” 아래의 현재 값(예: “kN”)을 누릅니다.
2. kN, N, lbf, kgf 중 하나를 누르거나 “취소”를 누릅니다.
3. “설정 저장 & 적용”을 누릅니다.

## 8.3 인터페이스 언어 변경




그림 8-4 태블릿: 전역 설정의 언어 메뉴




그림 8-4 스마트폰: 전역 설정의 언어 메뉴

1. “언어” 아래의 현재 값(예: “繁體中文”)을 누릅니다.
2. 팝업에서 언어를 누르거나 아래의 “취소”를 누릅니다.
3. “설정 저장 & 적용”을 누르면 화면이 즉시 새 언어로 바뀝니다.

# 제9장 사용자 관리 및 권한

경로: 메인 메뉴 → “시스템 설정” → “사용자 관리”. “사용자 관리” 권한이 필요합니다. 계정을 만들고, 계정을 사용 또는 사용 중지하며, 조작 권한을 하나씩 부여할 수 있습니다.

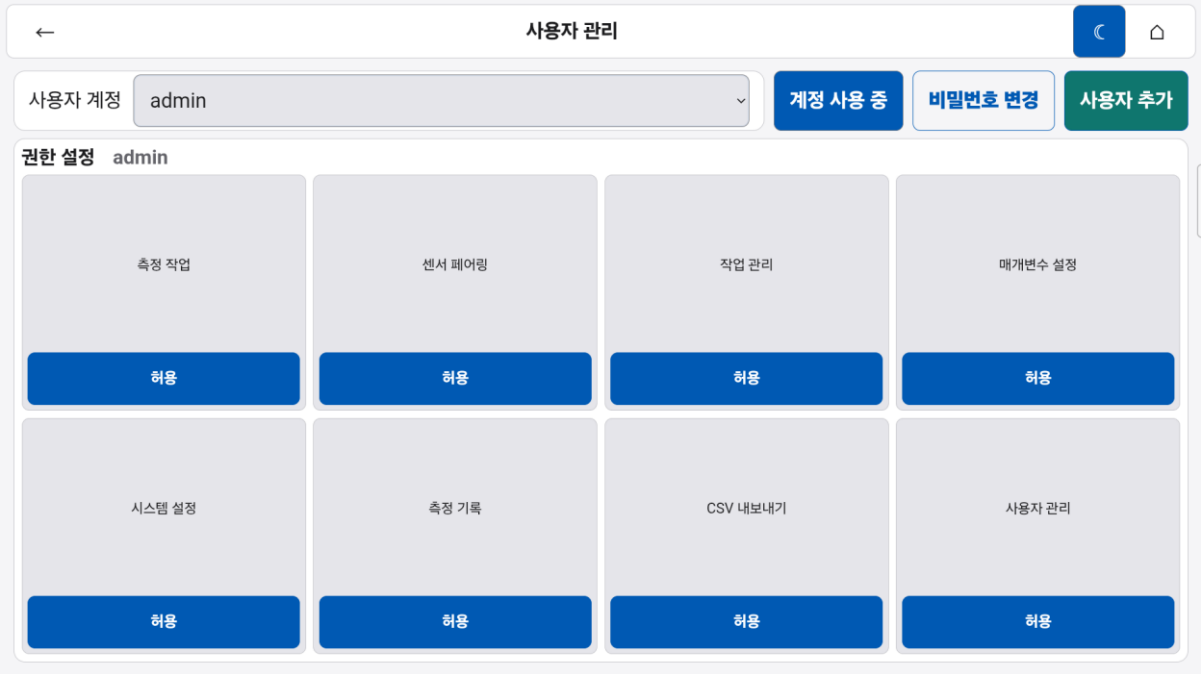



그림 9-1 태블릿: 사용자 관리 화면




그림 9-1 스마트폰: 사용자 관리 화면

| 영역 / 버튼 | 설명 |
| --- | --- |
| 사용자 계정 (드롭다운) | 확인하거나 수정할 사용자를 선택합니다. |
| “계정 사용 중” / “계정 사용 중지” | 선택한 계정의 상태를 표시합니다. 한 번 누르면 사용과 사용 중지가 전환되고 즉시 저장됩니다. |
| “비밀번호 변경” | “계정 사용 중 / 계정 사용 중지”와 “사용자 추가” 사이에 있으며 “비밀번호 변경” 화면을 엽니다. 현재 로그인한 사용자의 비밀번호만 변경할 수 있습니다(9.4절). |
| “사용자 추가” | 사용자 추가 팝업을 엽니다. |
| 권한 설정 (타일 8개) | 각 타일에는 권한이 하나씩 표시되며 그 아래 버튼은 “허용”(파란색) 또는 “허용 안 함”(회색)입니다. 한 번 누르면 전환되고 즉시 저장됩니다. |
| 메시지 영역 (권한 타일 위) | 주의가 필요할 때만 표시됩니다. 목록을 불러오지 못했거나, 변경을 확인하지 못했거나, 현재 계정에 더 이상 권한이 없는 경우입니다. “새로 고침”을 누르면 현재 설정을 다시 읽습니다. 세션이 만료된 경우에는 “로그인”을 누르십시오. 각 메시지는 9.3절에 나와 있습니다. |

## 9.1 사용자 추가




그림 9-2 태블릿: 사용자 추가 팝업

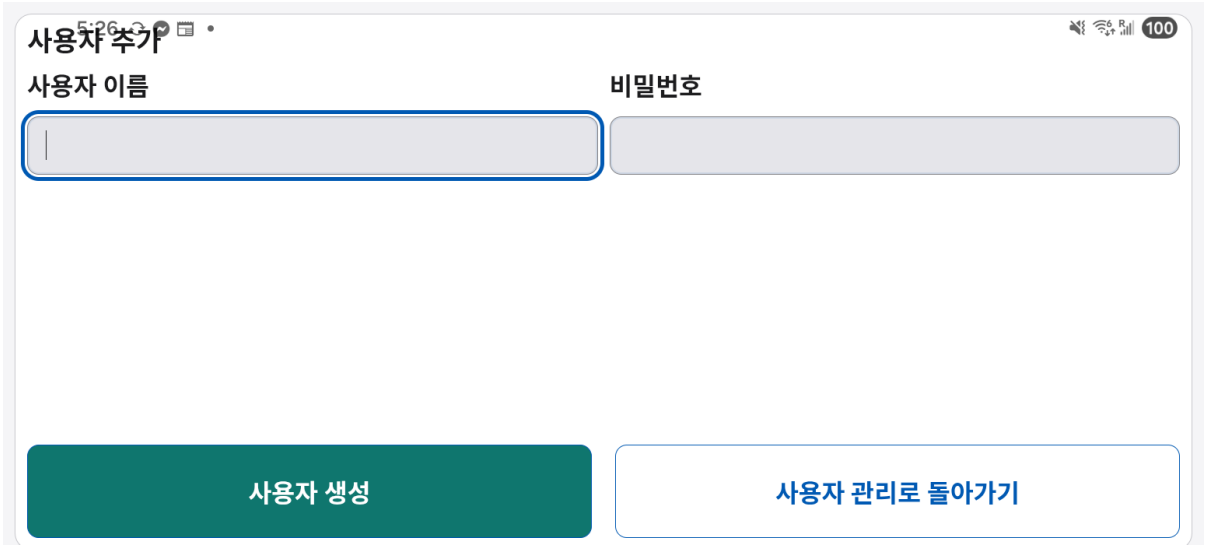



그림 9-2 스마트폰: 사용자 추가 팝업

1. 오른쪽 위의 "사용자 추가"를 누릅니다.
2. "사용자 이름"에 계정 이름을 입력합니다(최대 64자이며 기존 계정과 중복될 수 없음).
3. "비밀번호"에 비밀번호를 입력합니다(최대 256바이트).
4. "사용자 생성"을 누릅니다. 성공하면 팝업이 닫히고 목록이 자동으로 갱신됩니다. 추가하지 않고 취소하려면 "사용자 관리로 돌아가기"를 누릅니다.

"사용자 이름"과 "비밀번호"는 모두 입력해야 하며, 둘 중 하나라도 비어 있으면 계정이 만들어지지 않습니다. 사용자 이름이 이미 있으면 입력란 아래에 "이 사용자 이름이 이미 존재합니다"가 표시됩니다. 다른 이유로 계정을 만들 수 없으면 버튼 위에 "사용자를 만들 수 없습니다. 다시 시도하세요."가 표시됩니다. 계정을 만드는 동안에는 입력란과 버튼을 사용할 수 없습니다.

5. "사용자 계정" 메뉴에서 방금 만든 사용자를 선택합니다. 새 계정은 기본적으로 사용 상태이지만 8가지 권한은 모두 "허용 안 함"입니다.
6. 담당 업무에 따라 필요한 권한 타일의 버튼을 눌러 "허용"으로 바꿉니다. 누를 때마다 즉시 저장되며 별도의 저장 버튼은 없습니다. 권한 버튼 또는 계정 상태 버튼을 누른 후에는 변경 사항이 저장될 때까지 다시 누를 수 없습니다.

## 9.2 권한 설명

| 권한 | 허용되는 작업 |
|---|---|
| 측정 실행 | 네 가지 작업 모드와 배치 작업의 작업 화면에 들어가 측정을 수행하고, 작업 화면에서 자신의 NOK 결과의 "데이터 곡선"을 엽니다(12.10절). |
| 센서 페어링 | 센서 페어링 화면에서 수신기를 감지하고, 채널을 변경하고, 센서를 페어링하고, 연결하여 사용하거나 센서를 삭제합니다. |
| 작업 관리 | 배치 작업을 추가, 편집, 삭제합니다. |
| 파라미터 설정 | 각 작업 모드의 파라미터(목표 토크, 공차 등)를 저장합니다. |
| 시스템 설정 | 전역 설정과 통신 설정을 저장합니다. |
| 측정 기록 | 기록 목록과 기록 상세를 검색합니다. |

| 권한 | 허용되는 작업 |
| --- | --- |
| CSV 내보내기 | 목록 요약 CSV, 개별 기록의 전체 CSV, 개별 기록의 Excel 파일을 내보냅니다(“측정 기록” 권한도 필요). |
| 사용자 관리 | 사용자 관리를 열고 계정을 추가하고, 사용 또는 사용 중지하고, 권한을 부여합니다. |

**예시** 역할별 권장 권한 구성:

작업자: 측정 실행, 측정 기록.

팀장: 작업자 권한에 센서 페어링, 파라미터 설정, 작업 관리를 추가.

QC 담당자: 측정 기록, CSV 내보내기.

시스템 관리자: 8가지 권한 모두.

## 9.3 계정 사용 중지 및 다시 사용

1. “사용자 계정” 메뉴에서 사용자를 선택합니다.
2. “계정 사용 중” 버튼을 누르면 상태가 “계정 사용 중지”로 바뀝니다. 해당 계정은 더 이상 로그인할 수 없으며 즉시 적용되고, 이미 로그인한 세션도 무효가 됩니다.
3. 복원하려면 “계정 사용 중지”를 다시 누르면 상태가 “계정 사용 중”으로 돌아갑니다.

**팁** 시스템은 사용자를 관리할 수 있는 마지막 계정을 보호합니다. 이 계정은 사용 중지할 수 없고 “사용자 관리” 권한도 제거할 수 없습니다. 시도하면 버튼 상태가 그대로 유지되며 해당 항목 이름 뒤에 “최소 한 명의 관리자가 필요합니다”가 표시되고, 현재 설정을 다시 읽는 “새로 고침” 버튼이 함께 표시됩니다.

이번 버전에는 계정을 삭제하거나 관리자가 다른 사람의 비밀번호를 재설정하는 버튼이 없습니다. 퇴사자가 생기면 계정을 사용 중지하십시오. 사용 중지해도 해당 사용자의 과거 측정 기록은 삭제되지 않으며, 사용 중지된 계정으로 로그인하면 “사용자 이름 또는 비밀번호가 잘못되었습니다”가 표시됩니다.

주의가 필요할 때 권한 타일 위의 메시지 영역에 다음 메시지 중 하나가 표시됩니다:

| 화면 메시지 | 원인 및 조치 |
| --- | --- |
| 사용자를 관리할 권한이 없습니다. | 현재 계정에 “사용자 관리” 권한이 없거나 화면이 열려 있는 동안 권한이 제거되었습니다. 모든 컨트롤이 비활성화됩니다. 관리자에게 문의하십시오. |
| 세션이 만료되었습니다. 다시 로그인하세요. | 계정이 사용 중지되었거나 세션이 종료되었습니다. “로그인”을 누르고 다시 로그인하십시오. |
| 아직 로그인하지 않았습니다 | 로그인한 사용자가 없습니다. “로그인”을 누르고 로그인하십시오. |
| 불러오기 실패 | 사용자 목록을 읽지 못했습니다. “새로 고침”을 누르십시오. |
| 변경 사항을 제출했습니다. 새로고침하여 현재 설정을 확인하세요. | 변경 사항은 전송되었지만 목록을 다시 읽지 못했습니다. “새로 고침”을 누르고 설정을 확인하십시오. |
| 업데이트를 완료하지 못했습니다. 새로 고침하여 현재 설정을 확인하세요. | 권한 또는 계정 상태 변경이 완료되지 않았을 때 해당 항목 이름 뒤에 표시됩니다. “새로 고침”을 누르고 현재 설정을 확인한 후 다시 시도하십시오. |
| 최소 한 명의 관리자가 필요합니다 | 사용자를 관리할 수 있는 마지막 계정을 사용 중지하거나 그 계정의 “사용자 관리” 권한을 제거하려고 할 때 해당 항목 이름 뒤에 표시됩니다. “새로 고침”을 누르십시오. |

## 9.4 비밀번호 변경

경로: 메인 메뉴 → “시스템 설정” → “사용자 관리” → “비밀번호 변경”. 변경 대상 계정은 항상 현재 로그인한 계정이며 “사용자 계정” 메뉴에서 선택한 사람이 아닙니다. 이번 버전에는 다른 사용자의 비밀번호를 재설정하는 기능이 없습니다.

1. “비밀번호 변경”을 눌러 “비밀번호 변경” 화면을 엽니다.
2. “현재 비밀번호”에 현재 비밀번호를 입력합니다.
3. “새 비밀번호”와 “새 비밀번호 확인”에 같은 새 비밀번호를 입력합니다(비워 둘 수 없으며 최대 256바이트).
4. “변경 확인”을 누릅니다. “비밀번호가 변경되었습니다”가 표시되면 입력란이 자동으로 지워지고, 다음 로그인부터 새 비밀번호를 사용합니다.

| 화면 메시지 | 원인 및 조치 |
|---|---|
| 모든 필드를 입력하세요 | 입력란이 비어 있습니다. 모든 입력란을 채운 후 “변경 확인”을 다시 누르십시오. |
| 새 비밀번호가 일치하지 않습니다 | “새 비밀번호”와 “새 비밀번호 확인”을 다시 입력하십시오. |
| 현재 비밀번호가 올바르지 않습니다 | 현재 비밀번호의 대소문자와 전각/반각 문자를 확인하십시오. |
| 아직 로그인하지 않았습니다 | 로그인 상태가 만료되었습니다. TMS를 다시 열고 로그인하십시오. |

# 제10장 센서 페어링 및 수신기 관리

경로: 메인 메뉴 → “시스템 설정” → “센서 페어링”. “센서 페어링” 권한이 필요합니다. 화면 왼쪽은 “페어링 제어판”(수신기와 페어링 대기 중인 센서)이고 오른쪽은 “페어링된 센서 개요”입니다.




그림 10-1 태블릿: 센서 페어링 (수신기 감지되지 않음)

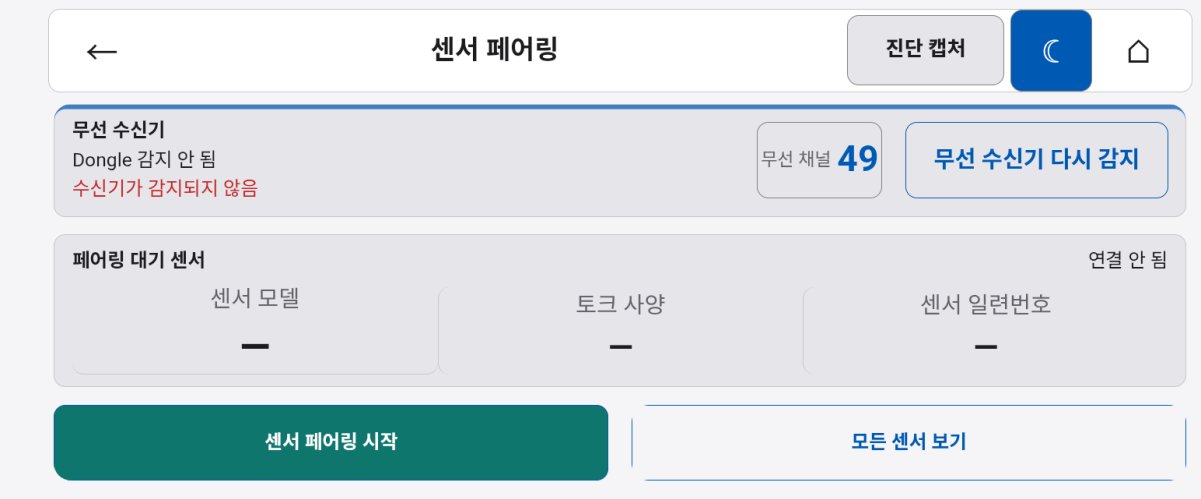



그림 10-1 스마트폰: 센서 페어링 (수신기 감지되지 않음)

## 10.1 화면 설명

| 영역 / 버튼 | 설명 |
|---|---|
| 무선 수신기 (상태 문구) | 현재 수신기 상태를 표시합니다. 10.2절을 참조하십시오. |
| 무선 채널 (큰 숫자) | 현재 사용 중인 RF 채널입니다(기본값 49). 누르면 변경할 수 있습니다(10.3절). |
| "무선 수신기 다시 감지" | USB 수신기를 다시 검색하여 엽니다. 수신기의 사용 가능 상태만 복원하며 페어링된 목록은 삭제하거나 변경하지 않습니다. |
| 페어링 대기 센서 / 페어링된 센서 | 통신 중인 센서의 모델, 토크 사양, 시리얼 번호를 표시합니다. 아직 데이터가 없으면 "—"가 표시됩니다. 오른쪽 위에는 센서 상태(아직 페어링되지 않았습니다, 페어링 중..., 페어링됨, 연결 안 됨)가 표시됩니다. |
| "센서 페어링 시작" | 수신기 상태가 "Dongle 연결됨" 또는 "페어링됨"이고 앱이 작업 중이 아닐 때 누를 수 있으며, 페어링을 수행하고 저장합니다. |
| 페어링된 센서 개요 | 페어링된 모든 센서의 모델, 토크 사양, 시리얼 번호, 무선 채널, 마지막 확인 시간을 나열합니다. 현재 사용 중인 센서는 맨 위에 나열되며 "사용 중"으로 표시됩니다. |
| "모든 센서 보기" | 센서를 전환하거나 삭제하는 데 사용하는 "페어링된 모든 센서" 팝업을 엽니다(10.5절). |

## 10.2 수신기 상태

| 표시 문구 | 의미 | 조치 |
|---|---|---|
| Dongle 감지 안 됨 | 수신기가 꽂혀 있지 않거나 USB에 전원이 없거나 접촉이 불량합니다. | OTG 어댑터와 수신기를 확인하고 다시 연결한 후 "무선 수신기 다시 감지"를 누르십시오. |
| USB 권한 필요 | Android가 USB 액세스를 허용할지 묻고 있습니다. | 시스템 대화상자에서 "확인"을 누르십시오. |
| Dongle 여는 중 | USB 연결을 여는 중입니다. | 몇 초 기다리십시오. |

| 표시 문구 | 의미 | 조치 |
|---|---|---|
| RF 연결 중 | 수신기가 무선 연결을 설정하고 있습니다. | 센서의 전원이 켜져 있는지 확인하고 기다리십시오. |
| Dongle 연결됨 | 수신기는 사용할 수 있지만 아직 센서와 페어링되지 않았습니다. | “센서 페어링 시작”을 누를 수 있습니다. |
| 페어링 | 페어링이 진행 중입니다. | 센서의 전원을 켠 상태로 수신기 가까이에 두고 완료될 때까지 기다리십시오. |
| 페어링됨 | 수신기가 센서와 페어링되어 통신할 수 있습니다. | 작업을 시작할 수 있습니다. |
| Dongle 오류 | USB 또는 RF 오류가 발생했습니다. | 화면의 빨간색 오류 메시지를 확인하십시오(10.8절). 필요하면 수신기를 뽑았다가 다시 꽂고 다시 감지하십시오. |

## 10.3 무선 채널 변경




그림 10-2 태블릿: 무선 채널 선택 팝업 (3–62)




그림 10-2 스마트폰: 무선 채널 선택 팝업 (3–62)

1. 진행 중인 측정 작업이 없는지 확인합니다.
2. “무선 채널” 블록(현재 채널을 보여 주는 큰 숫자)을 누릅니다.
3. 팝업 맨 위에 “현재 채널 49”가 표시됩니다. 새 채널 번호(3–62)를 누릅니다.
4. 설정에 성공하면 팝업이 자동으로 닫히고 변경 사항이 즉시 적용됩니다. 이미 페어링된 센서가 있으면 시스템이 먼저 현재 RF 연결을 끊은 후 채널을 전환하며, 페어링된 목록은 유지됩니다.
5. 변경하지 않으려면 왼쪽 위의 “취소”를 누릅니다.

> **팁** 같은 공장에 여러 TMS 시스템이 있으면 서로의 간섭을 줄이기 위해 각각 다른 채널을 사용하고 최소 3개 채널 이상 간격을 두십시오(예: 49, 52, 55). 센서 자체의 채널 설정 방법은 센서 설명서를 참조하십시오.

## 10.4 새 센서 페어링

1. 모든 측정 작업을 종료하고 수신기를 꽂은 후 USB 액세스를 허용합니다. 필요하면 “무선 수신기 다시 감지”를 누릅니다.
2. 수신기 상태가 “Dongle 연결됨”이고 무선 채널이 사용하려는 채널인지 확인합니다.
3. 센서의 전원을 켜고 센서 설명서에 따라 페어링 모드로 전환합니다.
4. “페어링 대기 센서” 아래에 표시된 모델, 토크 사양, 시리얼 번호가 올바른지 확인합니다.
5. “센서 페어링 시작”을 누르고 상태가 “페어링됨”으로 바뀔 때까지 기다립니다.
6. 센서가 오른쪽의 “페어링된 센서 개요”에 나타나고 “사용 중”으로 표시되는지 확인합니다.

**예시** 100 N·m TTES 페어링: 수신기 꽂기 → 상태 “Dongle 연결됨”, 채널 49 → TTES의 전원을 켜고 페어링 모드로 전환 → 페어링 대기 센서에 “TTES/100 N·m/16909060” 표시 → “센서 페어링 시작” 누름 → 상태 “페어링됨” → 개요 맨 위에 TTES가 “사용 중”으로 표시됩니다.




그림 10-3 태블릿: 페어링됨 상태와 페어링된 센서 개요

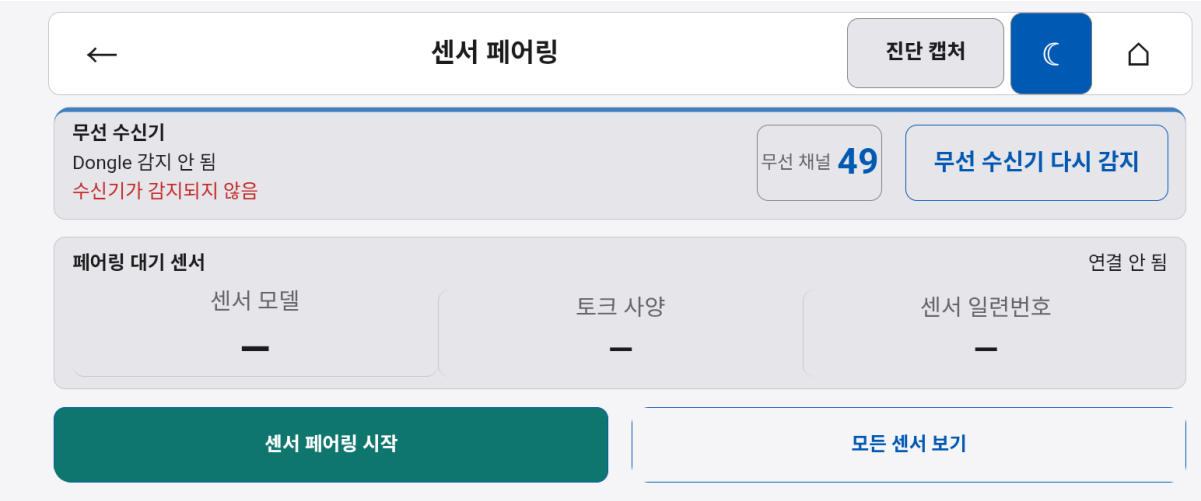



그림 10-3 스마트폰: 페어링됨 상태와 페어링된 센서 개요

## 10.5 페어링된 센서 전환 또는 삭제




그림 10-4 태블릿: 전체 페어링된 센서 팝업




그림 10-4 스마트폰: 전체 페어링된 센서 팝업

1. 오른쪽 위의 “모든 센서 보기”를 누릅니다.
2. 목록에서 사용하려는 센서(모델과 시리얼 번호로 식별) 왼쪽의 둥근 라디오 버튼을 누릅니다.
3. 왼쪽 아래의 “연결하여 사용”을 누르면 해당 센서가 현재 사용 중인 센서가 되고, 수신기가 자동으로 그 센서의 무선 채널로 전환되며, 팝업이 닫힙니다.
4. 삭제하려면 센서를 선택하고 오른쪽 아래의 “센서 삭제”를 누릅니다. 제목이 “페어링 해제”인 확인 창이 열리고, 예를 들어 “센서 TTES 16909060의 페어링을 해제할까요? 다시 사용하려면 페어링해야 합니다.”가 표시됩니다(그림 10-6). 모델과 시리얼 번호를 확인한 후 “페어링 해제”를 눌러 페어링을 삭제하거나 “취소”를 눌러 유지하십시오.
5. 변경하지 않으려면 오른쪽 위의 “취소”를 누릅니다.

> **경고** 확인 창에서 “페어링 해제”를 누르면 해당 센서의 페어링 데이터가 즉시 삭제되며 복구할 수 없습니다. 다시 사용하려면 센서를 다시 페어링해야 합니다. 확인하기 전에 시리얼 번호를 확인하십시오. 삭제해도 이미 저장된 측정 기록에는 영향이 없습니다.

확인 창이 열려 있는 동안 해당 센서의 페어링 데이터가 변경되면(예: 센서를 다시 페어링함) 페어링은 삭제되지 않고 목록이 다시 불러와지며 “센서 페어링 정보가 변경되었습니다. 최신 정보를 확인한 후 페어링을 해제하세요.”가 표시됩니다. 목록을 확인하고 여전히 필요하면 다시 삭제하십시오.

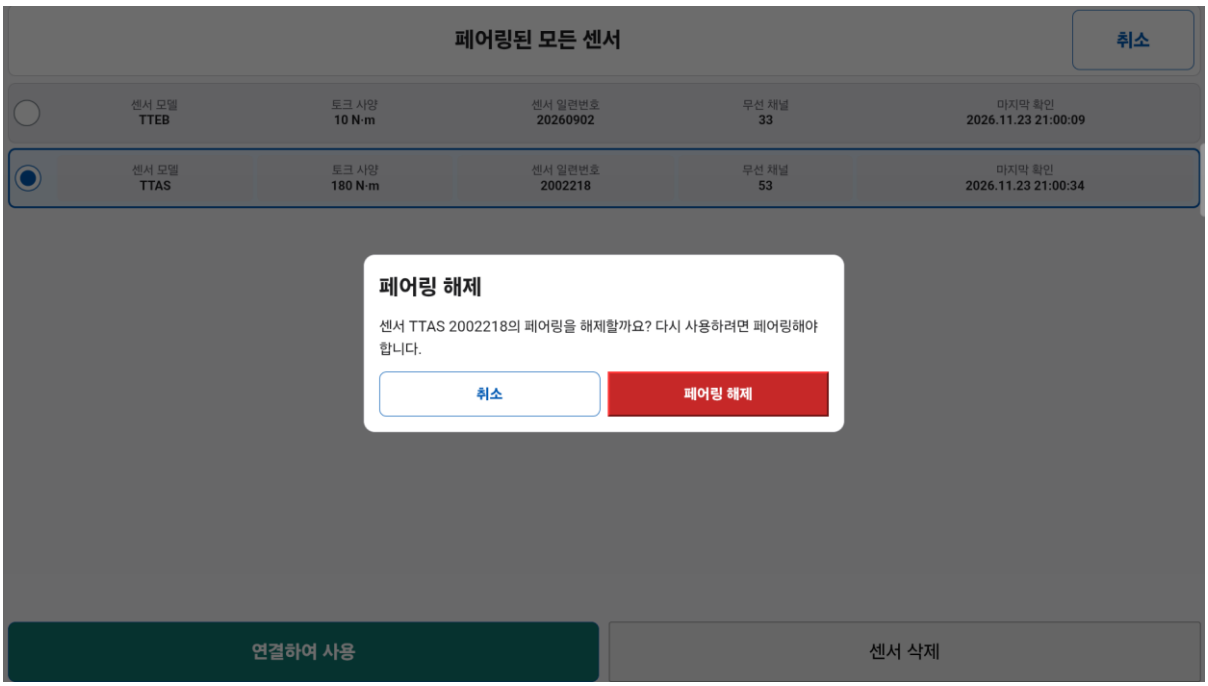



그림 10-6 태블릿: “페어링 해제” 확인 창

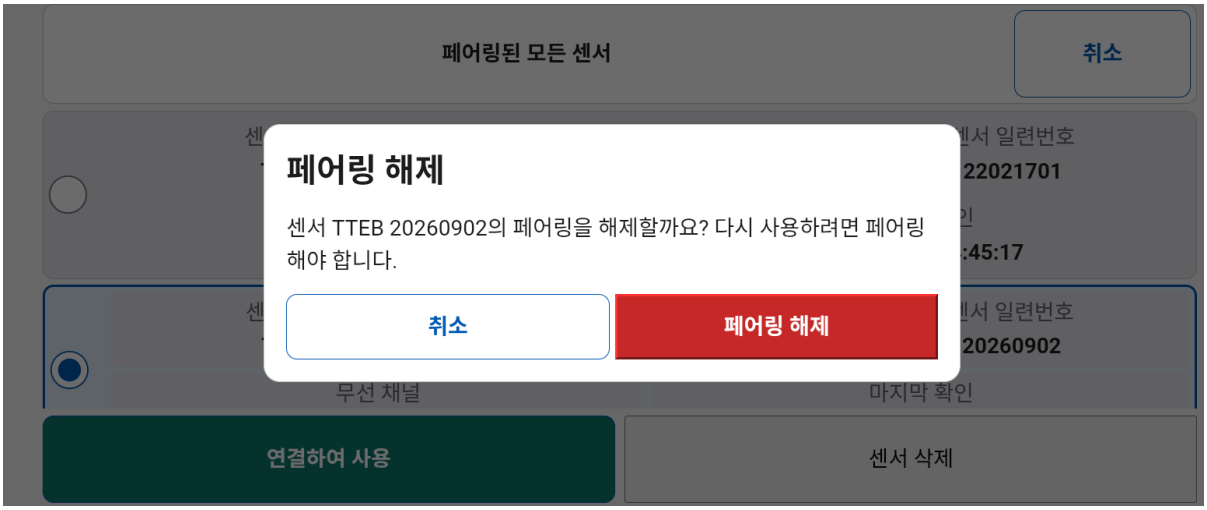



그림 10-6 스마트폰: “페어링 해제” 확인 창

## 10.6 센서 정보 필드

| 필드 | 설명 |
|---|---|
| 센서 모델 | 예: TTES, TTAS, TTEB. |
| 토크 사양 | 전체 측정 범위(풀스케일) 토크이며 전역 토크 단위로 표시됩니다. 예: 100 N·m. |
| 센서 시리얼 번호 | 10진수 시리얼 번호입니다. 예: 16909060. 센서 본체의 라벨과 대조하여 확인하십시오. |

| 필드 | 설명 |
|---|---|
| 무선 채널 | 이 센서를 페어링할 때 사용한 채널입니다. |
| 마지막 확인 시간 | 이 센서의 신원을 마지막으로 확인한 시각입니다. 한 번도 확인하지 않았으면 “확인되지 않음”이 표시됩니다. |

> **팁** 센서 배터리 잔량은 페어링 화면에 표시되지 않습니다. 작업 화면 상단의 “배터리” 필드를 확인하십시오.

## 10.7 RF 진단 캡처 (유지보수 담당자)

진단 권한이 있는 계정에는 센서 페어링 화면의 상단 바에 “진단 캡처” 버튼이 표시되며, 문제를 분석하기 위해 수신기 통신 데이터를 캡처하는 데 사용합니다. 이 권한은 사용자 관리의 8가지 권한에 포함되지 않으며 화면에서 부여할 수 없습니다. 프로그램 설계상 최초 실행 시 자동으로 만들어지는 admin 계정에만 있습니다. 일반 사용자에게는 이 버튼이 보이지 않으며 필요하지도 않습니다.

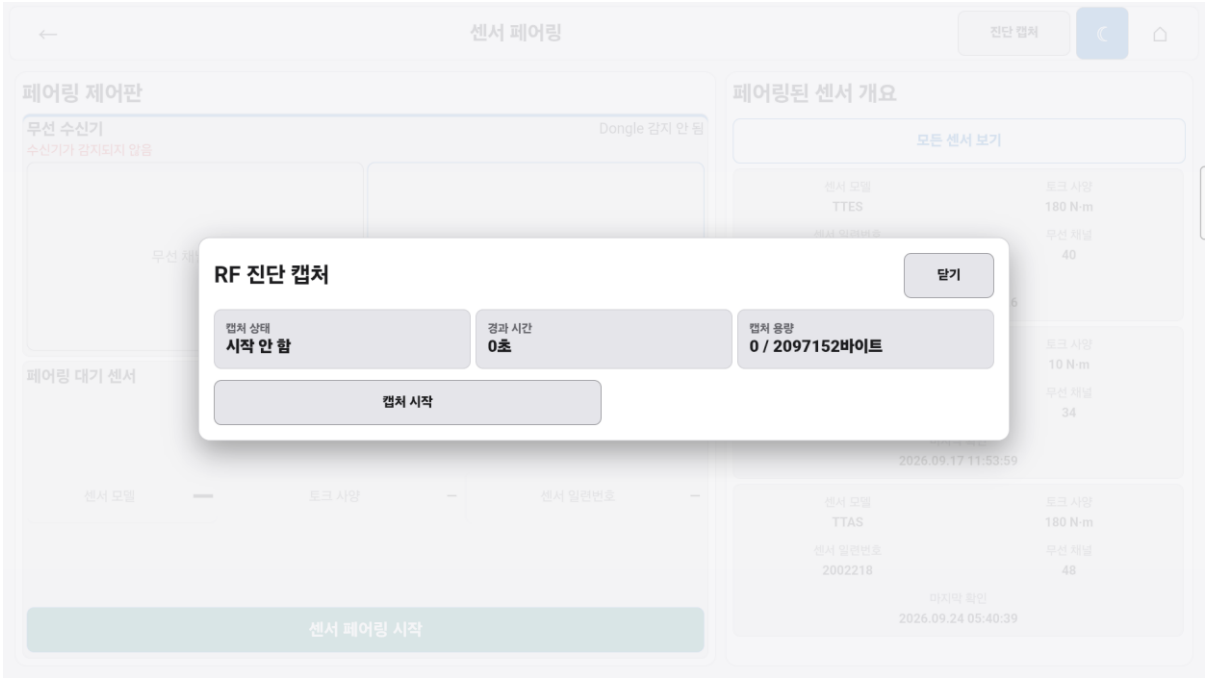



그림 10-5 태블릿: RF 진단 캡처 창

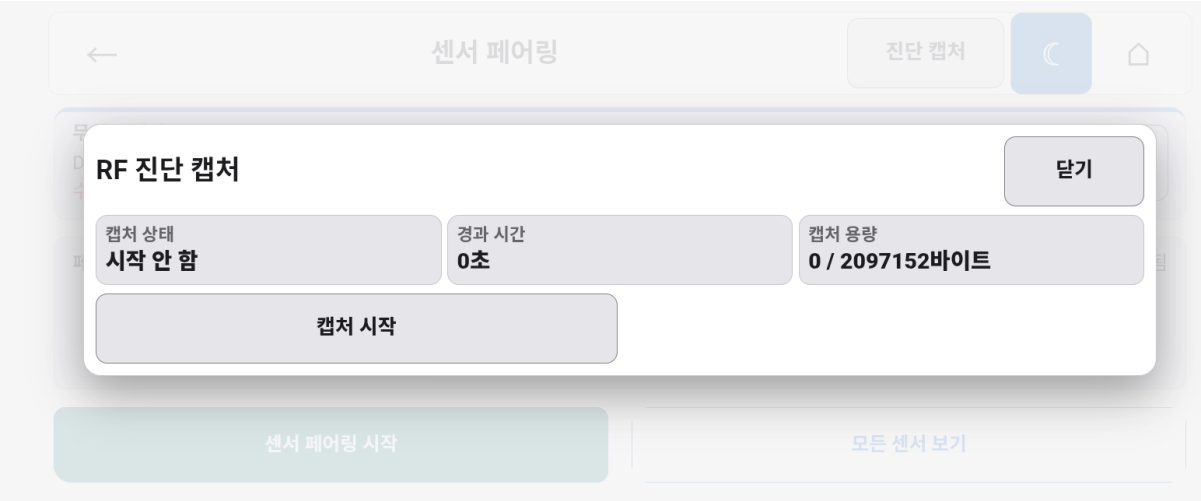



그림 10-5 스마트폰: RF 진단 캡처 창

| 항목 / 버튼 | 설명 |
|---|---|
| 캡처 상태 | 시작 전, 준비 중, 캡처 중, 봉인 중, 내보내기 준비 완료, 캡처 실패. |
| 경과 시간 / 캡처 크기 | 캡처 한도는 약 5분 또는 2 MiB(2,097,152바이트)이며 먼저 도달하는 쪽이 적용됩니다. |
| “캡처 시작” | 통신 데이터 기록을 시작합니다. 그런 다음 문제를 재현하는 작업을 수행하십시오. |
| “완료 및 보관” | 캡처를 중지하고 데이터를 봉인합니다. |
| “진단 파일 내보내기” | 봉인된 데이터를 Android 폴더로 내보내며, 분석을 위해 공급업체에 전달합니다. |
| “캡처 삭제” | 캡처된 데이터를 삭제합니다. 창을 닫아도 캡처는 삭제되지 않습니다. |
| “닫기” | 창을 닫습니다. |

## 10.8 수신기 오류 메시지

| 화면 메시지 | 원인 및 조치 |
|---|---|
| 수신기 감지되지 않음 / 승인된 Dongle이 감지되지 않음 | 꽂혀 있지 않거나 접촉이 불량합니다. 수신기를 다시 연결한 후 "무선 수신기 다시 감지"를 누르십시오. |
| USB 액세스를 허용하세요 / USB 권한 거부됨 | Android USB 권한이 허용되지 않았습니다. 수신기를 뽑았다가 다시 꽂고 시스템 대화상자에서 "확인"을 누르십시오. |
| USB 장치가 승인된 Dongle이 아님 | 꽂은 장치가 정품 수신기가 아닙니다. 정품 수신기를 사용하십시오. |
| 여러 승인 Dongle 감지됨 | 수신기 두 개 이상이 동시에 꽂혀 있습니다. 하나만 남기십시오. |
| Dongle을 열 수 없음 / Dongle 리더 시작 실패 / FTDI 드라이버 없음 | 수신기를 열지 못했습니다. 수신기를 뽑았다가 다시 꽂고 다시 감지하십시오. 계속 발생하면 OTG 어댑터 또는 수신기를 교체하십시오. |
| 이 기기는 USB 호스트 모드를 지원하지 않으므로 수신기를 연결할 수 없습니다. | 앱을 실행 중인 기기가 OTG를 지원하지 않습니다. 사양을 충족하는 기기로 교체하십시오. |
| RF 연결 시간 초과 | 센서의 전원이 꺼져 있거나 너무 멀리 있거나 채널이 일치하지 않습니다. 센서 전원과 채널을 확인한 후 다시 시도하십시오. |
| 현재 작업을 끝내거나 페어링을 해제하세요 | 측정이 진행 중일 때는 채널이나 페어링을 변경할 수 없습니다. 먼저 작업 화면을 나가십시오. |
| 대기 센서 영역에 "페어링 실패"가 표시됨 | 수신기가 오류 상태여서 페어링을 완료할 수 없습니다. 수신기를 뽑았다가 다시 꽂고 다시 감지하십시오. 계속 발생하면 OTG 어댑터 또는 수신기를 교체하십시오. |
| 센서 페어링 정보가 변경되었습니다. 최신 정보를 확인한 후 페어링을 해제하세요. | "페어링 해제" 확인 창이 열려 있는 동안 해당 센서의 페어링 데이터가 변경되어 페어링이 삭제되지 않았습니다. 다시 불러온 목록을 확인하고 여전히 필요하면 다시 삭제하십시오(10.5절). |

# 제11장 작업 파라미터 설정 (공통 설명)

메인 메뉴에서 작업 모드(토크 렌치, 전동 공구, 토크 측정, 토크 & 각도) 중 하나를 누르면 먼저 해당 모드의 “파라미터 설정” 화면으로 들어갑니다. 네 가지 모드는 화면 구조가 같으며 파란색 제목으로 나뉜 열로 구성됩니다. “작업 정보”(“사용할 센서 선택”, “작업 스테이션”, “부품 번호” 순서), “목표 토크”, 그리고 모드별 “파라미터 설정”, “작업 파라미터” 또는 “목표 각도” 열입니다(토크 & 각도는 열이 네 개). 이 장에서는 공통 필드를 설명하며 모드별 필드는 제13–16장에 있습니다.




그림 11-1 태블릿: 파라미터 설정 화면 (토크 렌치 예시)




그림 11-1 스마트폰: 파라미터 설정 화면 (토크 렌치 예시)

## 11.1 공통 필드

| 열 | 필드 | 설명 | 기본값 및 제한 |
|---|---|---|---|
| 작업 정보 | 센서 선택 | 이 모드에서 사용하는 페어링된 센서이며 모델과 사양이 표시됩니다. 누르면 검색 팝업이 열립니다(11.2절). | 필수입니다. 페어링된 센서가 없으면 대신 “센서 페어링” 버튼이 표시됩니다. |
| 작업 정보 | 작업 스테이션 | 작업 스테이션 또는 생산 라인 코드이며 모든 기록에 저장됩니다. 입력란 오른쪽의 카메라 아이콘으로 앱 내 카메라를 사용해 스캔하여 입력할 수 있습니다(11.6절). | 비워 둘 수 있으며 최대 64자. |
| 작업 정보 | 부품 번호 | 미리 입력해 두는 부품 번호입니다(작업 화면에서 스캔할 수도 있음). 입력란 오른쪽의 카메라 아이콘으로 앱 내 카메라를 사용해 스캔하여 입력할 수 있습니다(11.6절). | 비워 둘 수 있으며 최대 128자. 앞자리 0은 유지됩니다. |
| 목표 토크 | 목표 토크 | 체결 목표값이며 전역 토크 단위로 표시됩니다. | 선택한 센서의 최솟값과 최댓값 사이여야 합니다. 최솟값은 사양의 10%(10 N·m 센서는 5%, 0.5 N·m)이고 최댓값은 100%이며, 배율을 선택하면 둘 다 토크 비율을 곱합니다. 토크 하한도 최솟값 미만이면 안 됩니다. 새 설정에서는 비어 있으며, 다른 센서를 선택하면 지워지므로 다시 입력해야 합니다. 필드를 편집하는 동안 설정 가능 범위가 화면 아래에 표시됩니다(11.7절). |

| 열 | 필드 | 설명 | 기본값 및 제한 |
|---|---|---|---|
| 목표 토크 | 토크 공차 % | 허용되는 토크 편차(퍼센트)입니다. | 0 이상 100 미만, 새로 입력할 때의 기본값은 10%. |
| 목표 토크 | 공차 기준 | “±” 또는 “≥”: 하한과 상한을 계산하는 방식을 결정합니다(11.3절). | 기본값은 “±”입니다. |
| 파라미터 설정 | 배치 카운트 | 선택하면 OK 부품을 세며, “배치당 OK 수량”에 도달하면 “배치 완료”가 표시됩니다. | 기본적으로 선택되어 있지 않습니다. |
| 파라미터 설정 | 배치당 OK 수량 | 배치당 필요한 OK 부품 수입니다(NOK 부품은 세지 않음). | 1–999의 양의 정수, 기본값 1. |
| 파라미터 설정 | 토크 증배기 스위치 | 토크 증배기를 사용할 때 선택합니다(전동 공구에는 이 필드가 없음). | 기본적으로 선택되어 있지 않습니다. |
| 파라미터 설정 | 토크비 | 증배기의 토크비입니다. | 토크 증배기를 선택하면 0보다 커야 하며 기본값은 1. |
| 파라미터 설정 | 기어비 | 증배기의 각도 감속비입니다(토크 측정과 토크 & 각도에만 해당). | 토크 증배기를 선택하면 0보다 커야 하며 기본값은 1. |

## 11.2 센서 선택

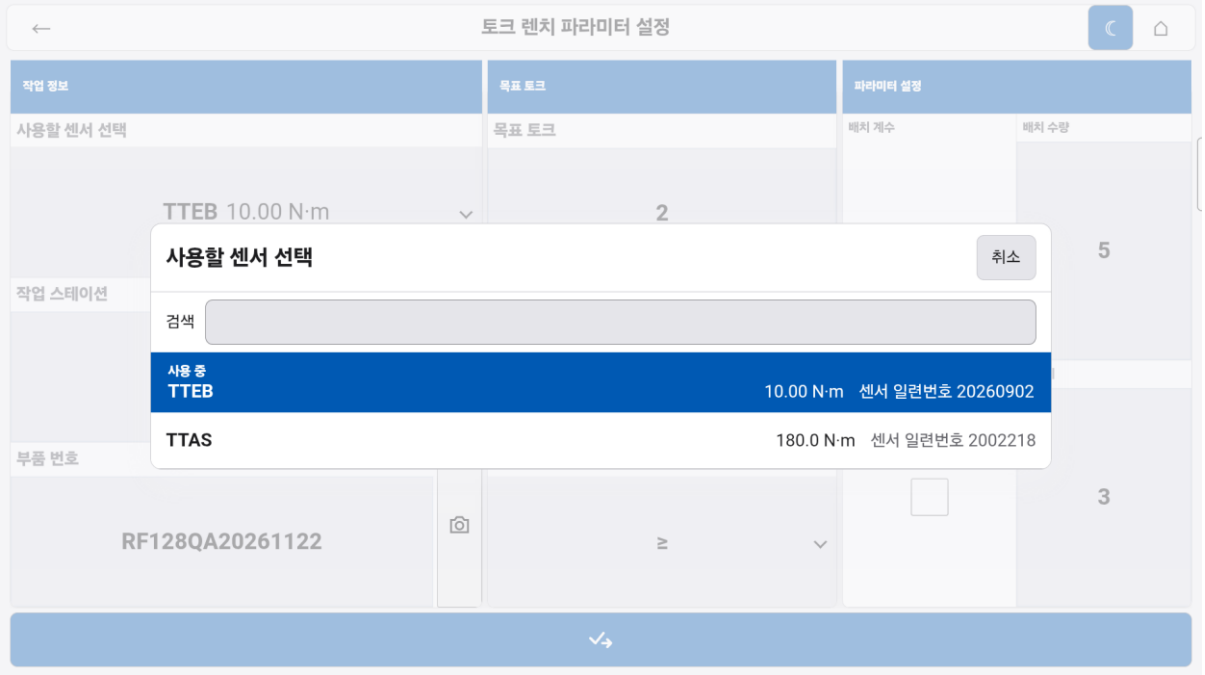



그림 11-2 태블릿: 센서 선택 검색 팝업

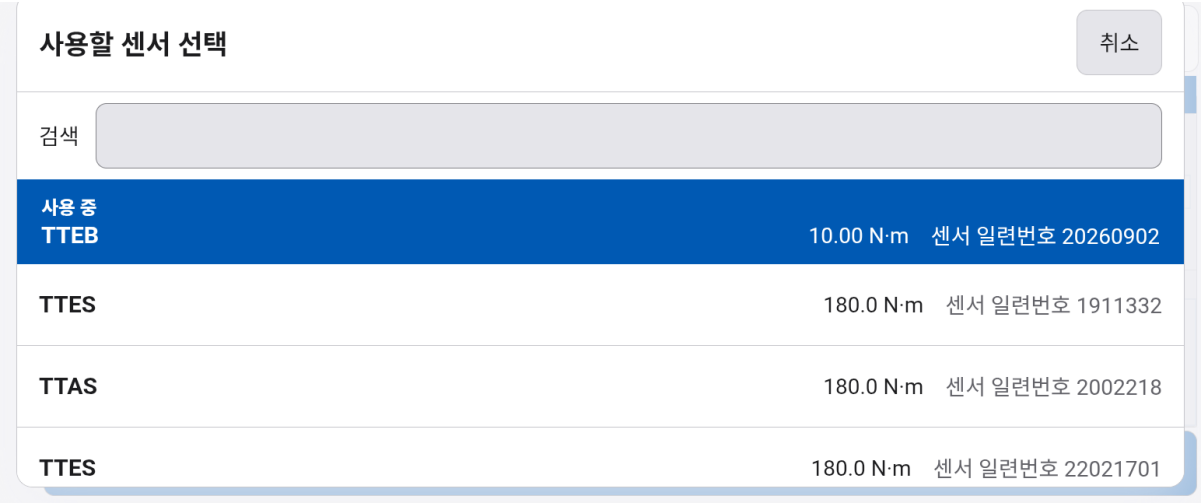



그림 11-2 스마트폰: 센서 선택 검색 팝업

1. “사용할 센서 선택” 입력란(예: “TTES 100.0 N·m”가 표시됨)을 누릅니다.
2. “사용 중”인 센서가 팝업 맨 위에 있습니다.
3. 센서가 많으면 “검색” 입력란에 모델이나 시리얼 번호를 입력하여 목록을 좁힙니다.
4. 사용하려는 센서를 누르면 팝업이 닫힙니다.
5. **목표 토크를 다시 입력하고 착좌 토크를 확인하십시오.** 다른 센서를 선택하면 “목표 토크” 필드가 지워지므로 다시 입력해야 하며, 각도 모드의 착좌 토크는 새 사양의 20%로 설정됩니다. 같은 센서를 다시 선택하면 아무것도 바뀌지 않습니다. 화면을 열었을 때 현재 사용 중인 센서가 설정을 저장할 때의 센서와 다른 경우에도 “목표 토크” 필드가 비어 있습니다.

> **예시** 100 N·m TTES를 목표 50 N·m로 사용하고 있었는데 180 N·m TTAS를 선택하면 “목표 토크” 필드가 비워집니다. 필드를 누르고 화면 아래에 표시되는 범위를 확인한 후(11.7절) 50.00을 다시 입력하십시오.

## 11.3 토크 한계값 계산

| 공차 기준 | 규격 하한 | 규격 상한 |
|---|---|---|
| ± (공차 범위) | 목표 × (1 − 공차 %) | 목표 × (1 + 공차 %) |
| ≥ (이상) | 목표 | 목표 × (1 + 공차 %) |

> **예시** 목표 50.00 N·m, 공차 5%:
> “±” → 하한 47.50, 상한 52.50 N·m. 측정값 48.72는 OK, 측정값 54.20은 NOK입니다.
> “≥” → 하한 50.00, 상한 52.50 N·m. 측정값 48.72는 NOK, 측정값 51.00은 OK입니다.

## 11.4 토크 증배기 환산

“토크 증배기 스위치”를 선택하면 표시와 판정에 사용되는 토크 = 센서 토크 × 토크비, 각도 = 센서 각도 ÷ 기어비가 됩니다.

> **예시** 토크비 4, 기어비 4: 센서가 12.5 N·m를 측정하고 360° 회전하면 → 출력단에는 50.00 N·m, 90.0°로 표시됩니다.

## 11.5 저장 및 작업 시작

화면 아래의 긴 버튼에는 체크 표시와 화살표 아이콘만 있고 텍스트는 없으며, 접근성 이름은 "설정 저장 & 적용 → 작업"입니다. 이 설명서에서는 이 이름을 사용합니다.

1. 모든 입력란의 값과 단위가 올바른지 확인합니다.
2. 아래의 긴 버튼을 누릅니다.
3. 검증을 통과하면 설정이 자동으로 저장되고 작업 화면이 열립니다. 측정은 자동으로 시작되며 별도의 시작 버튼은 없습니다.
4. 검증에 실패하면 버튼에 빨간색 문구 "설정을 불러오거나 저장할 수 없습니다"가 표시됩니다(수신기가 꽂혀 있지 않으면 "수신기가 감지되지 않음"이 표시됨). 범위를 벗어났거나 비어 있는 입력란을 수정한 후 다시 누르십시오. 페어링된 센서가 없으면 버튼을 누를 수 없으며, 센서 오류가 발생한 후에는 대신 "센서 페어링" 링크가 표시됩니다.

| 저장할 수 없는 일반적인 이유 | 해결 방법 |
|---|---|
| 목표 토크가 최솟값(사양의 10%, 10 N·m 센서는 5%, × 토크 비율) 미만이거나 사양 × 토크 비율을 초과함 | 목표 토크를 조정하거나 적절한 사양의 센서를 선택하십시오. |
| 토크 하한이 사양의 10% 미만이 됨(화면에 "목표 토크는 … 이상이어야 합니다 (이보다 낮으면 하한이 센서 측정 기준인 10% 미만이 됩니다)"가 표시되고 "목표 토크" 필드가 빨간색으로 바뀜) | 목표 토크를 표시된 값 이상으로 높이십시오("±"에서는 "공차 %"를 더 작게 해도 그 최솟값이 낮아짐). 또는 사양이 더 낮은 센서를 선택하십시오. |
| 목표 토크가 비어 있음(새 설정이거나 센서를 변경함) | "목표 토크" 필드를 누르고 화면 아래에 표시되는 설정 가능 범위를 확인한 후 범위 안의 값을 입력하십시오(11.7절). |
| 화면 아래에 "설정할 수 있는 목표 토크가 없습니다. 공차, 배율 및 단위를 확인하세요."가 표시됨 | 현재의 공차, 토크 증배기, 단위로는 저장할 수 있는 목표값이 없습니다. "공차 %"를 줄이거나 토크비를 확인하거나 적절한 사양의 센서를 선택하십시오. |
| 토크 공차 %가 비어 있거나 음수이거나 100 이상임 | 0과 99.99 사이의 값을 입력하십시오. |

| 저장할 수 없는 일반적인 이유 | 해결 방법 |
|---|---|
| 배치당 OK 수량이 0이거나 소수이거나 비어 있거나 999를 초과함 | 1–999의 양의 정수를 입력하십시오. |
| 토크 증배기를 선택했지만 토크비 / 기어비가 0임 | 0보다 큰 값을 입력하십시오. |
| 목표 각도가 1°와 최댓값 사이가 아님. 최댓값은 360°와 3276.7 × 기어비 중 작은 값 | 1부터 최댓값까지의 각도를 입력하십시오(최대 360). |
| 페어링된 센서가 없음 | 먼저 센서 페어링 화면에서 페어링을 완료하십시오(버튼이 “센서 페어링”으로 바뀜). |
| 사용자에게 “파라미터 설정” 권한이 없음 | 관리자에게 연락하여 권한을 부여받으십시오. |

## 11.6 카메라 바코드 스캔

네 가지 모드의 파라미터 설정 화면에 있는 “작업 스테이션”과 “부품 번호” 입력란, 그리고 작업 화면에서 편집할 수 있는 “부품 번호” 입력란에는 각각 오른쪽에 카메라 아이콘이 있습니다(그림 11-1). 앱 내 카메라로 1차원 또는 2차원 바코드를 스캔하므로 외부 바코드 스캐너가 필요 없습니다.

1. 입력란 오른쪽의 카메라 아이콘(접근성 이름은 "스캔"에 입력란 이름을 붙인 것)을 누릅니다. 처음에는 Android가 카메라 권한을 요청합니다(3.4절). 권한이 허용되지 않았거나 사용할 수 있는 카메라가 없으면 화면에 "카메라 권한이 허용되지 않았습니다. 취소하고 값을 직접 입력하세요." 또는 "이 환경에서는 스캔을 사용할 수 없습니다. 값을 직접 입력하세요."가 표시됩니다. 취소하고 값을 직접 입력하십시오.
2. 바코드를 카메라 화면 안에 놓습니다(후면 카메라). 화면에 "바코드를 카메라 화면 안에 놓으세요."가 안내되고 인식하는 동안 "인식 중…"이 표시됩니다. 코드를 읽으면 먼저 카메라가 멈추고 스캔된 원본 문자열이 표시됩니다.
3. 내용이 맞는지 확인한 후 "적용"을 누르면 방금 누른 입력란에 입력됩니다. 내용이 틀리면 "다시 스캔"을 누릅니다. "취소"를 누르거나 뒤로 가기를 누르거나 페이지를 전환하면 입력란의 원래 값은 그대로 유지됩니다.
4. 스캔해도 설정이 자동으로 저장되지 않고 측정이 시작되거나 중지되지도 않습니다. 파라미터 설정은 11.5절의 설명대로 아래 버튼으로 저장해야 하며, 작업 화면의 부품 번호는 기존의 다음 부품 동기화를 계속 사용합니다.

스캔된 내용은 항상 일반 텍스트로 처리됩니다. 앞자리 0은 유지되며 URL이나 HTML 형태의 내용은 열리거나 실행되지 않습니다. 내용이 비어 있거나 제어 문자를 포함하거나 형식을 인식할 수 없거나 입력란 길이 제한(작업 스테이션 64자, 파라미터 설정의 부품 번호 128자, 작업 화면의 부품 번호 64자)을 초과하면 화면에 "내용이 비어 있거나 제어 문자를 포함하거나 입력란 길이를 초과하여 적용할 수 없습니다."가 표시되며, 적용할 수 없고 잘라내지도 않습니다. 미리보기 중에 입력란 값이 바뀌었다면 덮어쓰지 않고 화면에 "원래 입력란이 변경되어 덮어쓰지 않았습니다. 다시 스캔하세요."가 표시됩니다. 이번 버전은 스캔 사진이나 인식 이력을 저장하지 않으며 이미지를 업로드하지 않습니다.

스캔 중에 앱이 백그라운드로 전환되면 스캔이 자동으로 취소됩니다. 취소하는 동안에는 카메라가 닫히기를 기다리며 화면에 "카메라를 닫는 중…"이 표시되고, 그동안은 다시 스캔을 시작할 수 없습니다. 카메라가 해제되었음을 확인할 수 없으면 화면에 "카메라가 해제되었는지 확인할 수 없습니다. 앱을 다시 여세요."가 표시되며 어떤 스캔 결과도 받아들이지 않습니다.

> **팁** 프로그램에는 Code 128, Code 39, Code 93, EAN-8, EAN-13, UPC-A, UPC-E, ITF, Codabar, QR Code, Data Matrix, PDF417, Aztec의 13가지 바코드 형식이 나열되어 있습니다. 이는 프로그램이 지원하는 범위이며 모든 형식의 인식 성공률이 실제 기기에서 검증되었다는 뜻은 아닙니다. 현장에서는 먼저 시험용 바코드로 읽을 수 있는지 확인하십시오.

## 11.7 목표 토크 설정 범위 안내

이 안내는 선택한 센서에 저장할 수 있는 목표 토크 범위를 보여 주므로 최솟값을 직접 계산할 필요가 없습니다. 네 가지 모드의 파라미터 설정 화면 맨 아래 줄 왼쪽에, 커서가 "목표 토크" 필드에 있는 동안에만 표시됩니다(그림 11-3). 저장 버튼은 자리를 내주기 위해 오른쪽으로 이동합니다. 필드를 벗어나면 안내가 사라집니다. 배치 작업의 단계 편집 화면에는 이 안내가 표시되지 않습니다.




그림 11-3 태블릿: "목표 토크" 필드를 편집하는 동안 표시되는 목표 토크 설정 범위 안내

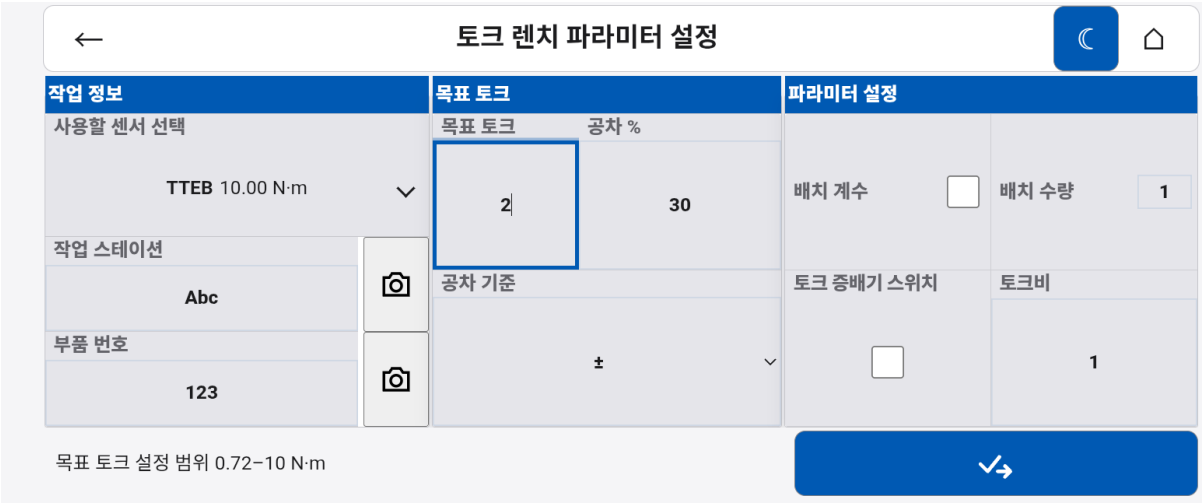



그림 11-3 스마트폰: "목표 토크" 필드를 편집하는 동안 표시되는 목표 토크 설정 범위 안내

안내에는 "목표 토크 설정 범위"와 그 뒤에 최저값, 최고값, 토크 단위가 표시됩니다:

- 최고값은 센서 사양이며, "토크 증배기 스위치"를 선택한 경우 토크비를 곱한 값입니다.
- 최저값은 센서의 최솟값입니다(사양의 10%, 10 N·m 센서는 5%, "토크 증배기 스위치"를 선택한 경우 토크비를 곱한 값). 공차 기준이 "±"이면 토크 하한이 이 최솟값 미만이 되지 않도록 값이 올라갑니다. 최저값 = 최솟값 ÷ (1 − 공차 %).
- 범위는 공차, 토크 증배기, 토크비, 토크 단위에 따라 달라지며 이를 변경하면 바로 갱신됩니다. 값은 표시 단위의 소수 자릿수에 맞춰 범위 안쪽으로 조정됩니다(최저값은 올림, 최고값은 내림).

> **예시** 100 N·m 센서, 공차 10%, 공차 기준 "±", 토크 증배기를 선택하지 않은 경우: 최솟값은 10 N·m이므로 최저값은 10 ÷ (1 − 0.10) = 11.11…이며 올림하여 11.12 N·m가 됩니다. 최고값은 100 N·m입니다.

1. 센서를 선택합니다.
2. "공차 %"를 입력하고 "공차 기준"을 선택합니다.
3. "목표 토크" 필드를 누르고 화면 아래의 범위를 확인합니다.
4. 범위 안의 값을 입력한 후 11.5절에 따라 저장합니다.

같은 위치에 다음 내용이 표시될 수 있습니다:

| 표시 | 의미 | 조치 |
|---|---|---|
| 목표 토크 설정 범위 … | 저장할 수 있는 값의 범위입니다. | 범위 안의 값을 입력하십시오. |
| 범위 위에 한 줄 추가: "목표 토크", 정확한 값, 단위 | 필드에 표시되는 값은 반올림되어 범위를 벗어난 것처럼 보이지만, 이 줄의 정확한 값은 그대로 저장할 수 있습니다. | 조치가 필요 없습니다. |
| 설정할 수 있는 목표 토크가 없습니다. 공차, 배율 및 단위를 확인하세요. | 현재 설정으로는 저장할 수 있는 값이 없습니다. | 공차를 줄이거나 토크비와 단위를 확인하십시오. |
| 센서 페어링 시작 | 선택한 센서가 페어링된 목록에 없습니다. | 먼저 센서를 페어링하십시오(제10장). |

외장 키보드에서는 "목표 토크" 필드에서 ↑ 및 ↓ 키를 누르면 값이 1씩 바뀌며 범위의 양 끝에서 멈춥니다. 필드가 비어 있으면 처음 누를 때 범위의 최저값이 입력됩니다. 사용할 수 있는 범위가 없으면 키가 작동하지 않습니다.

> **팁** 이 안내는 보조 수단일 뿐이며, 저장할 때 값이 다시 확인됩니다(11.5절).

# 제12장 작업 화면: 공통 설명

파라미터 화면에서 “설정 저장 & 적용 → 작업”을 누르면 작업 화면이 열립니다. 네 가지 모드의 작업 화면은 같은 레이아웃 구성 요소를 사용하므로, 이 장에서 먼저 공통 부분을 설명합니다.

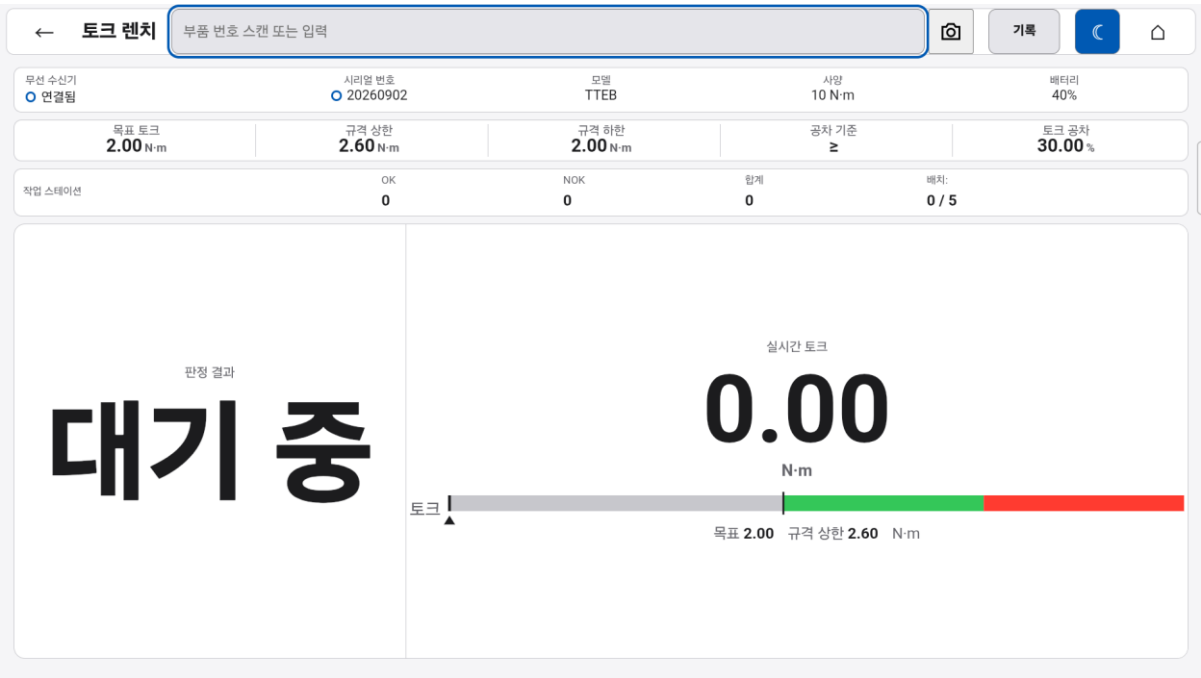



그림 12-1 태블릿: 작업 화면 (토크 렌치, 대형 화면 확장 레이아웃)

## 12.1 화면 영역

| 영역 | 상세 내용 | 설명 |
|---|---|---|
| 상단 바 | ←, 모드 이름, 부품 번호, 기록, ☾, ⌂ | 4.1절을 참조하십시오. |
| 장비 상태 바 | 수신기, 시리얼 번호, 모델, 사양, 배터리 | 수신기 “연결됨” / “연결 안 됨”. 시리얼 번호 앞의 점은 센서 연결 상태를 나타내며, 배터리 값이 “—”이면 아직 배터리 잔량을 수신하지 못한 것입니다. |

| 영역 | 상세 내용 | 설명 |
|---|---|---|
| 결과 카드 | 결과, 주 측정값, 진행 바 | 배경색: OK는 녹색, NOK는 빨간색, 대기 중은 회색. 측정 중에는 주 측정값이 "실시간 토크"(토크 측정에서는 "최대 토크")이고, 판정 후에는 해당 결과에 저장된 최대 토크인 "최대 토크"입니다. 진행 바는 12.9절에서 설명합니다. |
| 측면 카드 | 결과 카드 오른쪽에 있는 모드별 측정값 | 전동 공구, 토크 측정, 토크 & 각도에만 있습니다(제14–16장). 토크 렌치에는 없습니다. |
| 통계 영역 | 작업 스테이션, OK, NOK, 합계, 배치 | OK/NOK는 현재 배치의 수량입니다. "배치: 1 / 5"는 1개 완료, 목표 5개를 뜻합니다. |
| 규격 표시줄 | 목표 토크, 상한, 하한, 공차 기준, 공차 (각도 모드에는 목표 각도도 표시) | 현재 작업에 사용되는 판정 조건입니다. |
| 동작 버튼 줄 (맨 아래) | "데이터 곡선" | NOK 결과 후에만 표시됩니다(12.10절). |

## 12.2 결과 상태

| 표시 | 의미 |
|---|---|
| 대기 중 | 힘을 가하고 푸는 완전한 주기가 아직 끝나지 않았습니다. |
| OK (녹색) | 이 결과는 규격 범위 내이며 자동으로 저장되었습니다. |
| NOK (빨간색) | 이 결과는 규격 범위를 벗어났으며 자동으로 저장되었습니다. 배치 OK 수량에는 포함되지 않습니다. 이때 "데이터 곡선" 버튼이 나타나 이번 결과의 곡선을 확인할 수 있습니다(12.10절). |
| 작업 조건 불충족 | 유효한 판정을 위한 조건에 도달하지 못했습니다(예: 토크 측정에서 목표 각도에 도달하지 못함). OK/NOK가 생성되지 않으며 통계에도 집계되지 않습니다. 작업을 다시 수행하십시오. |

| 표시 | 의미 |
|---|---|
| 연결 안 됨 | 센서 또는 수신기 연결이 끊어졌으며 측정값에 “--”가 표시됩니다. |
| Rehit | 이전 버전의 기록에서만 나타나며, 이번 버전의 새 측정에서는 발생하지 않습니다. |

**팁** 프로그램 설계상 OK 결과에는 경고음이 울리지 않고 NOK에는 짧은 경고음이 두 번 울립니다. 경고음은 실제 기기에서 검증되지 않았습니다.

## 12.3 표준 작업 절차

1. 작업 화면에 들어가면 먼저 “수신기: 연결됨”이 표시되는지, 모델과 시리얼 번호가 올바른지, 배터리가 충분한지 확인합니다.
2. 규격 표시줄의 목표 토크와 상한/하한이 작업 지침서와 일치하는지 확인합니다.
3. 바코드 스캐너로 부품 바코드를 스캔하고(또는 부품 번호 입력란을 눌러 직접 입력하고) 입력란 내용이 맞는지 확인합니다.
4. 안전 절차에 따라 체결하고, 완료되면 공구를 완전히 풉니다. 토크가 센서 사양의 10%(토크 비율을 곱한 값, 10 N·m 센서는 5%)에 도달한 후에만 측정이 시작되며, 그 미만의 측정값은 판정되지 않고 기록되지 않으며 PLC로도 전송되지 않습니다.
5. 체결하는 동안 진행 바의 포인터를 살펴보고 결과 카드에 OK 또는 NOK가 표시될 때까지 기다립니다. OK이면 다음 부품을 준비할 수 있도록 부품 번호가 자동으로 지워지고, NOK이면 재작업이 쉽도록 부품 번호가 유지되며 “데이터 곡선”을 눌러 곡선을 확인할 수 있습니다.
6. 모든 작업이 끝나 힘을 가하지 않는 상태에서 “←” 또는 “⌂”를 눌러 작업 화면을 나갑니다.

**예시** 목표 50 N·m ±5%, 배치당 OK 수량 5:
WP-0001 스캔 → 49.0 N·m까지 체결하고 풂 → OK 표시, 배치 1 / 5, 부품 입력란이 지워집니다.
WP-0002 스캔 → 54.2 N·m까지 체결하고 풂 → NOK 표시, 배치는 그대로 1 / 5, 재작업을 위해 WP-0002가 부품 입력란에 남습니다.

## 12.4 부품 번호와 바코드 스캐너

| 상황 | 부품 번호 입력란 처리 |
|---|---|
| 단일 모드, 결과 OK | 다음 부품을 스캔할 수 있도록 자동으로 지워지며, 저장된 기록에는 원래 번호가 유지됩니다. |
| 결과 NOK 또는 작업 조건 불충족 | 같은 부품을 재작업할 수 있도록 지워지지 않습니다. |
| 배치 작업, 중간 단계의 OK | 유지됩니다. 이후 단계는 같은 부품에 속합니다. |
| 배치 작업 전체 완료 | 다음 회차가 시작되기 전에 지워집니다. |
| 다음 부품의 바코드가 이미 스캔되어 있음 | 이전 부품의 결과로는 지워지지 않지만, 입력란 내용은 다시 확인하십시오. |

편집 가능한 작업 화면(맨 위 줄)에도 "부품 번호" 입력란 오른쪽에 카메라 아이콘이 있으며, 조작 방법과 결과 적용 방식은 11.6절과 같습니다. 적용한 후에는 바코드 스캐너 입력에 사용하는 기존의 다음 부품 동기화가 계속되며, 측정이 자동으로 시작되거나 중지되지 않습니다.

> **팁** 바코드의 앞자리 0은 유지됩니다(000123이 123이 되지 않음). 작업 화면 입력란은 최대 64자까지 입력되므로 길이가 이 한도 이내인 바코드를 사용하십시오.

## 12.5 배치 완료

파라미터 설정에서 "배치 계수"를 선택한 경우 OK 부품 수가 "배치당 OK 수량"에 도달하면 녹색 전체 화면 "배치 완료"가 약 1초 동안 표시됩니다. 이후 OK/NOK 통계와 진행률은 0으로 초기화되며 측정은 중단되지 않으므로 바로 다음 배치를 이어서 진행할 수 있습니다.

## 12.6 배터리 부족 및 센서 오류

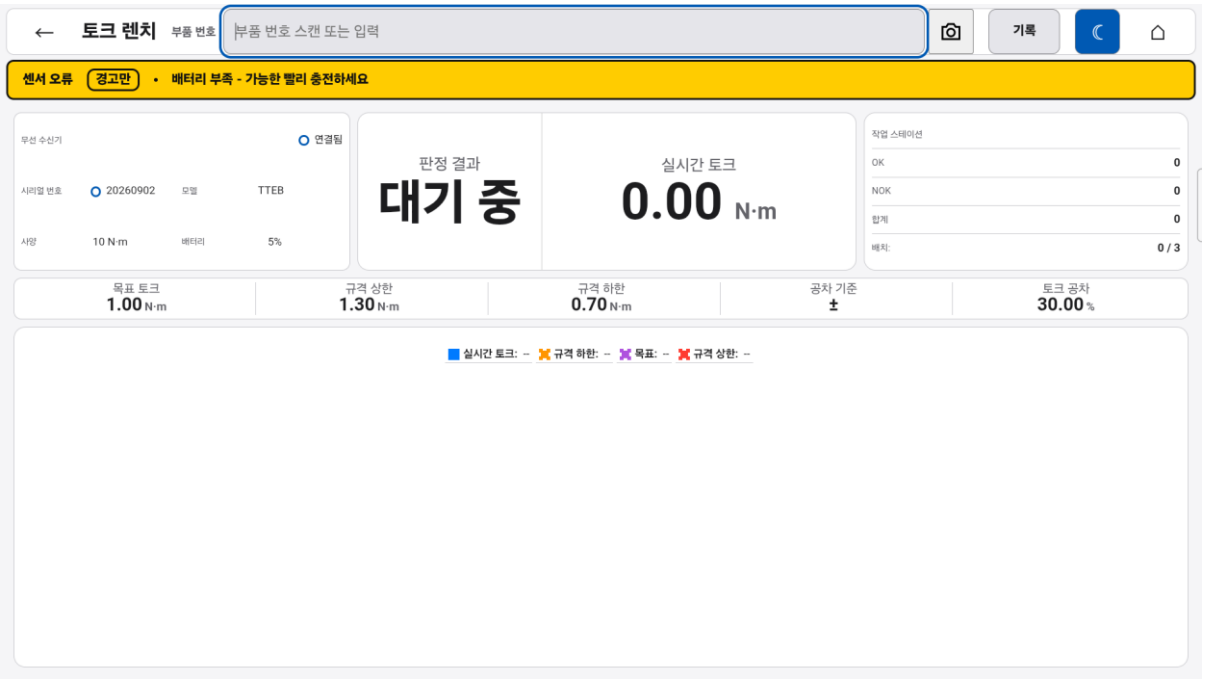



그림 12-2 태블릿: 배터리 부족 경고 (경고만 표시되며 작업은 중단되지 않음)

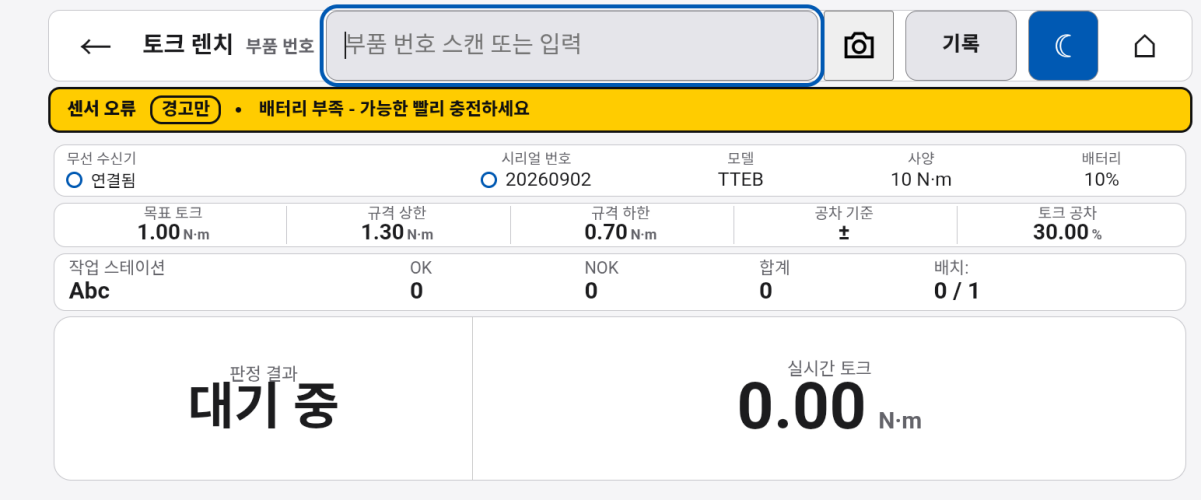



그림 12-2 스마트폰: 배터리 부족 경고 (경고만 표시되며 작업은 중단되지 않음)

센서가 오류를 보고하면 화면 상단에 “센서 오류” 배너가 나타납니다.

- 노란색 “경고만”(배터리 부족, 5,000회 사용 도달): 작업을 계속할 수 있지만 가능한 한 빨리 조치하십시오.
- 빨간색 “작업 중지”(토크 과부하, 영점 드리프트, 하드웨어 손상): 작업이 차단되고 “센서 오류” 대화상자가 나타납니다. “센서 페어링으로 이동”을 눌러 처리하십시오.

오류 코드와 처리 방법은 제20장을 참조하십시오.

## 12.7 기타 버튼 및 메시지

| 표시 | 나타나는 시점 | 조치 |
|---|---|---|
| “결과 저장” / “결과 폐기” | 작업이 수동 확인으로 설정된 경우 측정할 때마다 나타납니다. 이번 버전의 파라미터 화면에는 이를 위한 스위치가 없고 기본값이 자동 저장이므로 일반 작업에서는 나타나지 않습니다. | 결과가 유효하면 “결과 저장”을, 유효하지 않으면 “결과 폐기”를 누릅니다. 둘 중 하나를 수행하기 전에는 다음 측정을 시작할 수 없습니다. 두 버튼은 화면 맨 아래의 동작 버튼 줄에 있습니다. |
| “측정을 수행한 작업자만 곡선을 볼 수 있습니다.” | 수동 확인을 기다리는 NOK 결과에서 측정 후 다른 사용자가 로그인한 경우 “데이터 곡선” 대신 표시됩니다(12.10절). | 평소대로 결과를 저장하거나 폐기하십시오. 또는 측정을 수행한 사용자가 로그인하여 곡선을 확인하십시오. |
| “확인됨 — 저장 중…” | “결과 저장”을 눌렀으며 시스템이 기록을 쓰고 있습니다. | 잠시 기다리십시오. 저장이 완료될 때까지 다음 측정은 시작되지 않습니다. |
| “저장하지 못했습니다. 원래 측정 데이터는 보존됩니다.” | 기록 쓰기에 실패했습니다. 결과는 자동으로 폐기되거나 다시 판정되지 않습니다. | 화면에 머물며 시스템이 재시도하기를 기다리십시오. 계속 나타나면 화면 메시지를 기록하고 공급업체에 연락하십시오. |
| “확인 데이터 다시 읽기” | 확인 대기 중인 결과를 읽지 못했습니다(예: 통신이 잠시 중단됨). | 이 버튼을 눌러 다시 읽으십시오. 읽기에 성공하기 전에는 새 측정이 시작되지 않습니다. |
| “오류” + “정지 다시 시도” | 측정을 중지하는 명령이 완료된 것으로 확인되지 않았습니다. | 먼저 힘 가하기를 멈추고 메시지가 사라질 때까지 “정지 다시 시도”를 누른 다음 나가거나 계속하십시오. |
| 측정 데이터를 수신할 수 없음 - 작업을 다시 시작하세요 | 데이터 스트림이 비정상입니다. | 작업 화면을 나갔다가 다시 들어가십시오. |

| 표시 | 나타나는 시점 | 조치 |
|---|---|---|
| 측정을 시작할 수 없음 | 수신기 또는 센서가 준비되지 않았습니다. | 센서 페어링으로 이동하여 상태를 확인하고 다시 시도하십시오. |
| 세션 만료 - 다시 로그인하세요 | 계정이 사용 중지되었거나 세션이 만료되었습니다. | TMS를 다시 열고 로그인하십시오. |
| 부품 번호가 저장되지 않음 | 부품 번호 갱신에 실패했습니다. | 부품 번호를 다시 입력하십시오. |
| 창을 더 크게 늘려 주세요. | 창의 너비가 320 미만이거나 높이가 360 미만입니다(CSS 픽셀). 예: 매우 작은 분할 화면 또는 플로팅 창. | 창을 크게 하거나 분할 화면을 종료하십시오. 측정값은 계속 표시됩니다. |

## 12.8 작은 화면에서의 작업 레이아웃

너비가 1200 미만이거나 높이가 600 미만이면 정보가 더 조밀하게 배치됩니다. 진행 바에는 막대만 표시되고 상한/하한 및 목표 값은 표시되지 않습니다. 세로 방향 또는 좁은 창(예: 분할 화면)에서는 작업 화면이 진행 바가 없는 단일 열 세로 배치 레이아웃을 사용하며, 작업 화면을 나갔다가 돌아와도 OK/NOK 횟수, 배치 진행 상황, 부품 번호가 유지됩니다. 곡선은 항상 저장되며 기록 상세에서 확인할 수 있습니다.

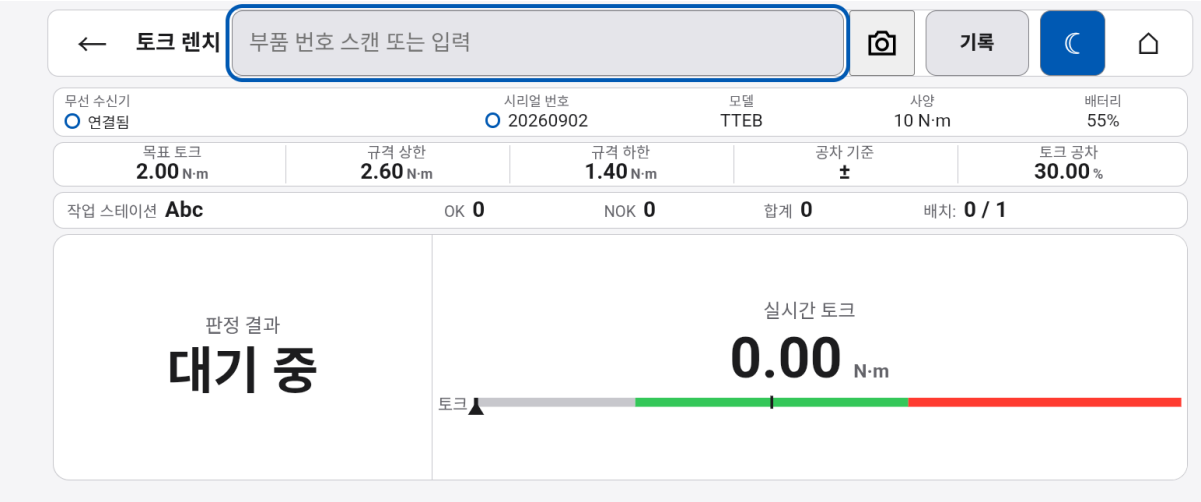



그림 12-3 스마트폰: 일반 가로 레이아웃의 작업 화면 (915×412)

## 12.9 진행 바

진행 바는 현재 값이 규격 하한, 목표, 규격 상한에 대해 어디에 있는지를 한눈에 보여 주므로, 작업자는 숫자를 읽지 않고도 체결이 OK 범위에 얼마나 가까운지 알 수 있습니다. 네 가지 모드의 작업 화면에서 결과 카드 안, 주 측정값 아래에 있습니다(그림 12-4). 배치 작업 화면에는 없습니다.

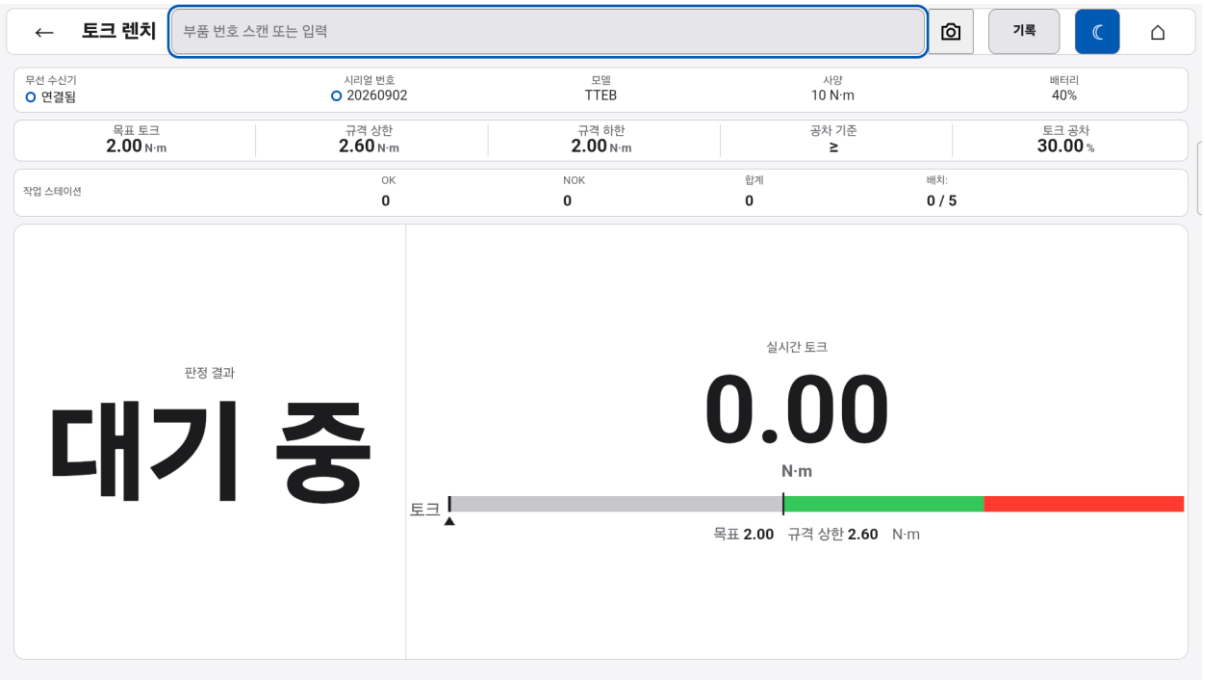



그림 12-4 태블릿: 토크 렌치 작업 화면의 진행 바

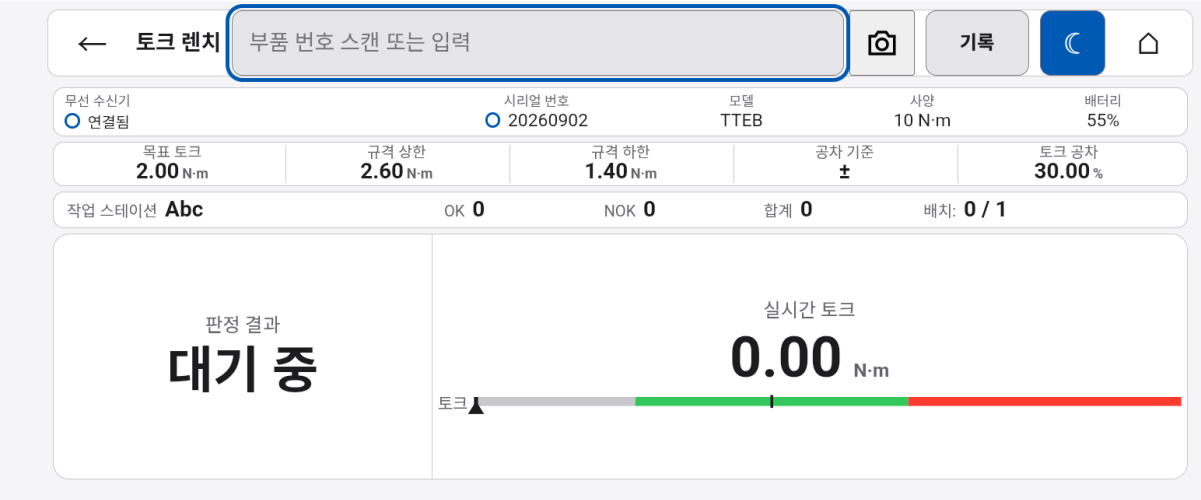



그림 12-4 스마트폰: 토크 렌치 작업 화면의 진행 바

| 항목 | 의미 |
| --- | --- |
| 제목 “토크” 또는 “각도” | 진행 바가 나타내는 양입니다. |
| 회색 구간 (왼쪽) | 하한 미만입니다. |
| 녹색 구간 (가운데) | OK 범위입니다. |
| 빨간색 구간 (오른쪽) | 상한 초과입니다. |
| 세로선 | 목표값입니다. |
| ▲ 포인터 | 현재 값입니다. 값이 변하면 함께 움직이며, 값이 눈금을 벗어나면 끝에 머뭅니다. 센서가 연결되지 않았거나 아직 값이 없으면 포인터가 표시되지 않습니다. |
| “규격 하한”, “목표”, “규격 상한” 및 단위 (태블릿만) | 세 위치의 값입니다. 스마트폰에는 막대만 표시되므로 값은 규격 표시줄에서 확인하십시오. |

눈금은 항상 왼쪽이 작고 오른쪽이 크며, 아랍어 인터페이스에서도 같습니다. 눈금의 왼쪽 끝은 하한의 절반입니다.

모드마다 진행 바가 하나씩 표시됩니다:

| 모드 | 진행 바 | 포인터의 값 |
| --- | --- | --- |
| 토크 렌치 | 토크 | 현재 주기의 최대 토크. 판정 후에는 결과의 최대 토크 |
| 전동 공구 | 토크 | 실시간 토크. 판정 후에는 결과의 최대 토크 |
| 토크 측정 | 토크 | 현재 주기의 최대 토크. 판정 후에는 결과의 최대 토크 |
| 토크 & 각도, 모드 “실시간 각도” | 각도 | 실시간 각도. 판정 후에는 최종 각도 |
| 토크 & 각도, 모드 “실시간 토크” | 토크 | 현재 주기의 최대 토크. 판정 후에는 결과의 최대 토크 |

구간은 판정 조건을 따릅니다. 공차 기준이 "±"이면 녹색 구간은 하한부터 상한까지이고, "≥"이면 목표부터 상한까지입니다. 각도 진행 바에서는 판정이 "≥"이면 녹색 구간이 목표 각도부터 오른쪽 끝까지이고, "≤"이면 왼쪽 끝부터 목표 각도까지입니다.

1. 체결하기 전에 녹색 구간이 작업 지침서와 일치하는지 확인합니다(규격 표시줄과 비교).
2. 체결하는 동안 포인터가 목표선 쪽으로 움직이는지 살펴봅니다.
3. 포인터가 녹색 구간에 있으면 OK 범위 안이고, 빨간색 구간에 있으면 상한을 초과한 것입니다.

제한 사항:

- 진행 바는 시각적 보조 수단입니다. OK/NOK 결과는 진행 바가 아니라 판정 규칙(부록 A)에 따라 결정됩니다. 토크 측정에서는 각도 지점 토크로 판정하지만 진행 바에는 최대 토크가 표시됩니다.
- 다음 경우에는 진행 바가 표시되지 않습니다. 세로 방향 또는 좁은 창(세로 배치 레이아웃), 시스템 글꼴 크기가 너무 커서 카드에 공간이 없는 경우, 또는 높이가 낮은 스마트폰 화면에서 판정 후 최종 각도나 모드가 함께 표시되는 경우입니다.
- 화면 읽기 프로그램은 진행 바를 읽어 주지 않습니다.

## 12.10 NOK 곡선 진단 ("데이터 곡선")

NOK 결과가 나온 후 작업 화면에서 바로 해당 체결의 토크(및 각도) 곡선을 열어 NOK가 된 이유를 확인할 수 있으므로, 작업을 나가 기록에서 찾을 필요가 없습니다. 토크 렌치, 전동 공구, 토크 측정, 토크 & 각도의 작업 화면에서는 결과가 NOK일 때 동작 버튼 줄과 같은 너비의 빨간색 테두리 "데이터 곡선" 버튼이 화면 맨 아래에 나타납니다(그림 12-5). OK, "대기 중", "작업 조건 불충족"에서는 나타나지 않으며 배치 작업 화면에도 이 버튼이 없습니다.

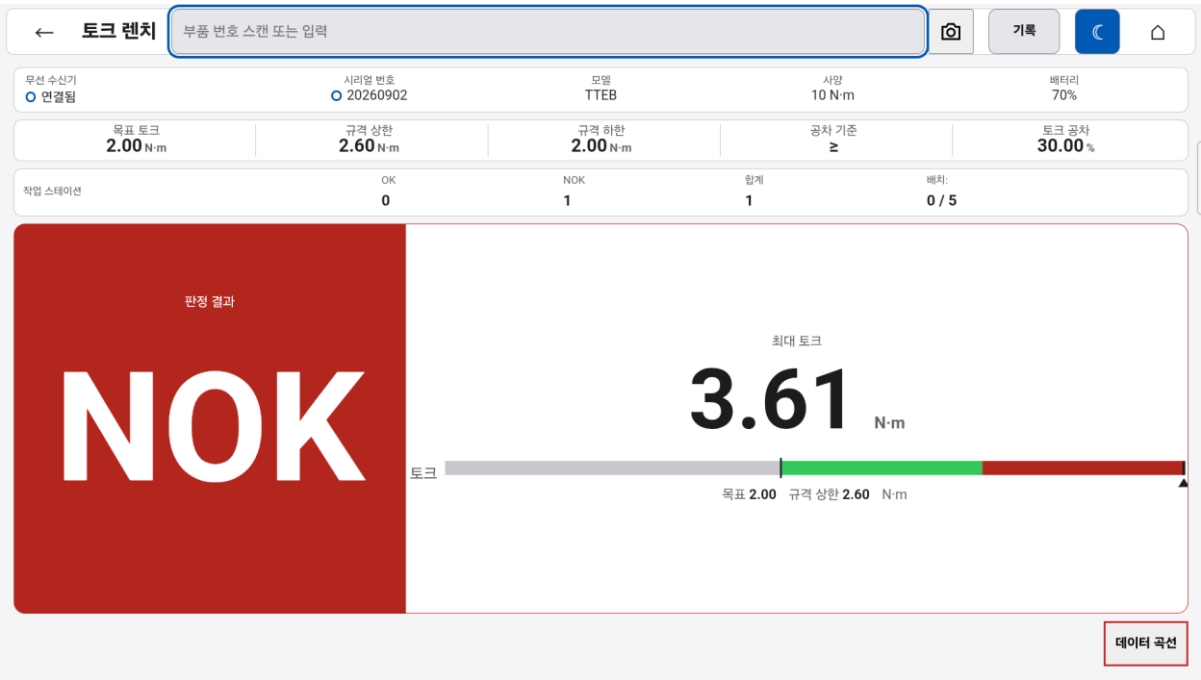



그림 12-5 태블릿: NOK 결과와 "데이터 곡선" 버튼

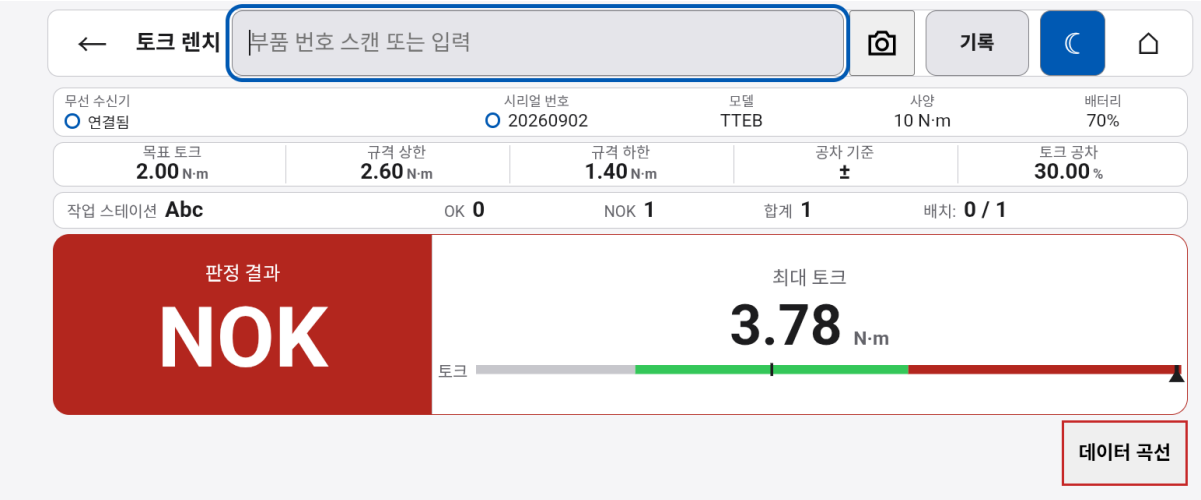



그림 12-5 스마트폰: NOK 결과와 "데이터 곡선" 버튼

1. NOK 결과가 표시될 때까지 기다린 후 공구를 완전히 풉니다.
2. "데이터 곡선"을 누릅니다. 작업 화면 위에 창이 열립니다(그림 12-6). 제목은 "토크 / 시간 곡선"(토크 렌치, 전동 공구) 또는 "토크 / 각도 곡선"(토크 측정, 토크 & 각도)입니다.
3. 위쪽의 요약과 그 아래의 곡선을 확인합니다. 곡선을 누르면 커서와 해당 지점의 값이 표시됩니다(18.4절과 같음).
4. 오른쪽 위의 "뒤로"를 눌러 창을 닫고 작업 화면으로 돌아갑니다.

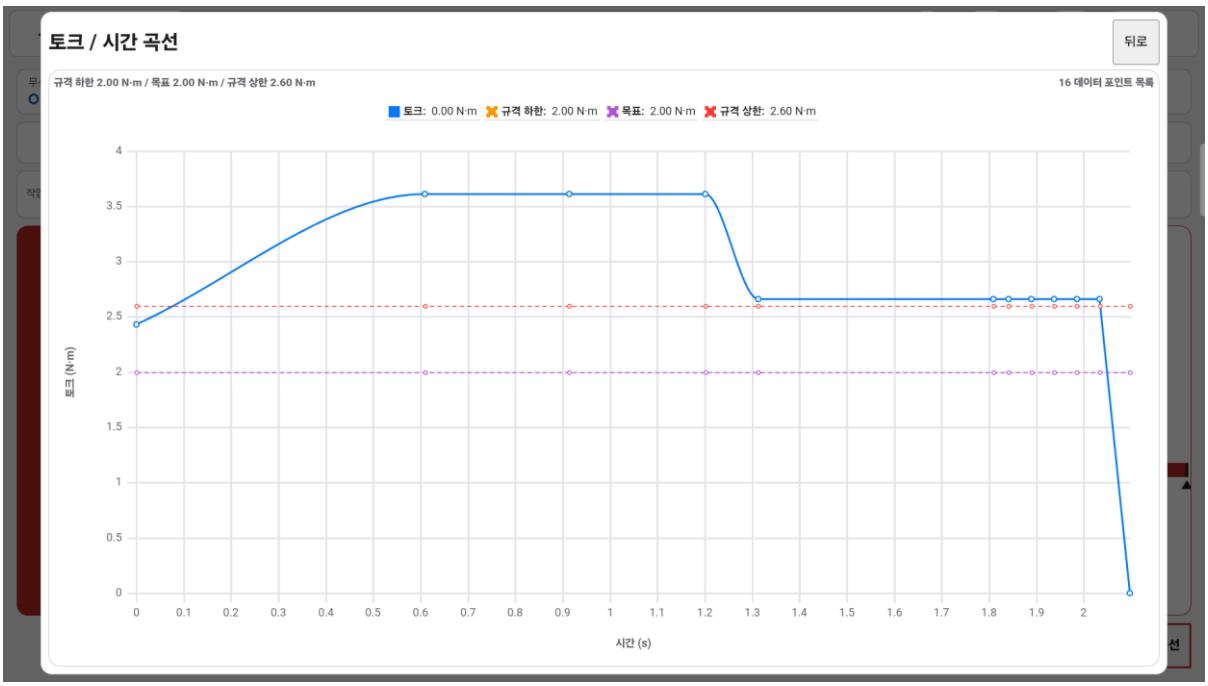



그림 12-6 태블릿: NOK 결과의 "데이터 곡선" 창

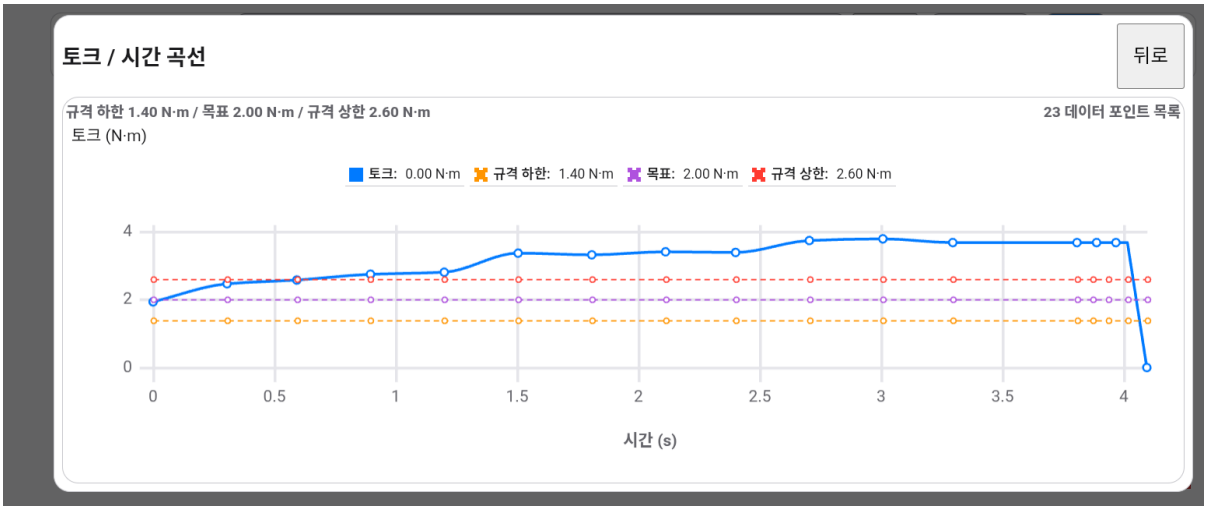



그림 12-6 스마트폰: NOK 결과의 "데이터 곡선" 창

| 항목 | 설명 |
| --- | --- |
| 최대 토크 | 이번 결과의 최대 토크입니다. |
| 각도 지점 토크 | 토크 측정에만 해당: 목표 각도까지 회전했을 때의 토크입니다. |
| 최종 각도 | 토크 측정 및 토크 & 각도에만 해당합니다. |
| 시간 | 저장된 데이터 포인트의 시간 범위이며 “0–x.xx s”로 표시됩니다. |
| 마지막 샘플 토크 / 마지막 샘플 각도 | 마지막으로 저장된 데이터 포인트의 값입니다. 각도는 각도 모드에서만 표시됩니다. |
| 곡선 | 이번 체결에서 저장된 데이터 포인트입니다. 토크, 각도(각도 모드), 그리고 규격 하한, 목표, 규격 상한 선이 표시됩니다. |

| 곡선 대신 표시되는 문구 | 의미 |
| --- | --- |
| 데이터 불러오는 중... | 데이터 포인트를 읽고 있습니다. |
| 데이터 포인트 없음 | 이 결과에는 저장된 데이터 포인트가 없습니다. 요약 값은 계속 표시됩니다. |
| 불러오기 실패: 데이터 포인트 없음 | 곡선을 읽지 못했습니다. 요약 값은 계속 표시됩니다. 곡선은 기록 상세에서 확인하십시오(18.3절). |

제한 사항 및 권한:

- 버튼은 NOK 결과가 화면에 표시되어 있는 동안에만 나타납니다. 다음 체결이 시작되면 결과가 바뀌고 버튼이 사라집니다. 그 후에는 기록 상세에서 곡선을 확인하십시오(18.3절).
- 해당 측정을 수행한 사용자만 곡선을 열 수 있으며, 계정에 “측정 작업” 권한이 있어야 합니다.
- 화면에 “오류”와 “정지 다시 시도”가 표시되면 버튼이 숨겨지고 열려 있던 창도 닫힙니다. 먼저 “정지 다시 시도”를 누르십시오(12.7절).
- 창은 데이터를 표시하기만 하며 결과, 기록, 횟수를 변경하지 않습니다.

**팁** 작업이 수동 확인으로 설정된 경우, 아직 "결과 저장" 또는 "결과 폐기"를 기다리는 NOK 결과의 곡선은 해당 측정을 수행한 사용자만 볼 수 있습니다. 결과를 저장하거나 폐기하기 전에 다른 사용자가 로그인하면 "데이터 곡선" 버튼 대신 "측정을 수행한 작업자만 곡선을 볼 수 있습니다."가 표시됩니다. 평소대로 결과를 저장하거나 폐기하십시오. 또는 측정을 수행한 사용자가 다시 로그인하여 곡선을 확인하십시오. 이번 버전의 파라미터 화면에는 수동 확인을 위한 스위치가 없으므로(12.7절) 일반 작업에서는 이 메시지가 나타나지 않습니다.

# 제13장 토크 렌치

수동 토크 렌치(TTES 시리즈 센서 등)용입니다. 이 모드는 힘을 가하고 푸는 주기마다 최대 토크를 기록하며, 최대값이 규격 상한과 하한 이내이면 결과는 OK입니다.

## 13.1 파라미터 설정

경로: 메인 메뉴 → "토크 렌치" → "토크 렌치 파라미터 설정". 화면에는 "작업 정보", "목표 토크", "파라미터 설정"의 세 열이 있습니다(그림 11-1 참조). 필드 설명은 제11장을 참조하십시오. 이 모드에는 목표 각도, 착좌 토크, 기어비가 없습니다.

1. "작업 스테이션"에 생산 라인 코드를 입력합니다. 예: LINE-A-01.
2. "사용할 센서 선택"에서 토크 렌치 센서를 선택합니다. 예: TTES 100.0 N·m.
3. "목표 토크"에 50.00을, "토크 공차 %"에 5를 입력하고 "공차 기준"에서 "±"를 선택합니다.
4. OK 부품을 세려면 "배치 계수"를 선택하고 "배치당 OK 수량"에 5를 입력합니다.
5. 토크 증배기를 사용하는 경우 "토크 증배기 스위치"를 선택하고 "토크비"를 입력합니다.
6. 아래의 "설정 저장 & 적용 → 작업"을 눌러 작업 화면으로 들어갑니다.

## 13.2 작업 화면

작업 화면은 그림 12-1과 같습니다. 주 측정값인 “실시간 토크”는 가하고 있는 토크를 따라 변하며, 힘을 풀면 다시 내려갑니다. 판정 후에는 레이블이 “최대 토크”로 바뀌고 다음에 힘을 가하기 시작할 때까지 해당 결과에 저장된 최대 토크가 표시됩니다. 측정값 아래에는 토크 진행 바가 있습니다(12.9절).

| 표시 | 설명 |
|---|---|
| 실시간 토크 / 최대 토크 | 지금 가하고 있는 토크입니다. 판정 후에는 레이블이 “최대 토크”로 바뀌고 해당 주기의 최대 토크가 표시됩니다. |
| 결과 | 최대값이 하한과 상한 사이이면 OK, 그렇지 않으면 NOK입니다. |
| 진행 바 (토크) | 포인터가 규격 하한, 목표, 규격 상한에 대한 최대 토크의 위치를 나타냅니다(12.9절). |
| “데이터 곡선” (NOK 후) | 이번 결과의 토크/시간 곡선을 엽니다(12.10절). |

## 13.3 예시

**예시** 조건: TTES 100 N·m, 목표 50 N·m, ±5%(47.50–52.50 N·m), 배치 5개.

① 부품 WP-DEMO-002를 스캔합니다.

② 렌치로 힘을 가하면 화면 측정값이 49.00 N·m까지 오르며, 그런 다음 풉니다.

③ 결과에 녹색 OK, OK = 1, 배치 1 / 5가 표시되고 부품 입력란이 지워집니다.

④ 대신 54.20 N·m까지 힘을 가하면 빨간색 NOK가 표시되고(상한 52.50 초과) 재작업을 위해 부품 입력란이 유지됩니다.

# 제14장 전동 공구

펄스, 임팩트, 클러치 방식 등의 전동 공구용입니다. 판정은 현재 주기의 최대 토크를 기준으로 하며, 작업 화면에는 작업 참고용으로 펄스 수, 최대 토크까지의 시간, 작업 시간도 표시됩니다.

## 14.1 파라미터 설정




그림 14-1 태블릿: 전동 공구 파라미터 설정




그림 14-1 스마트폰: 전동 공구 파라미터 설정

| 필드 (작업 파라미터) | 설명 | 제한 |
|---|---|---|
| 공구 유형 | 실제 공구에 따라 선택하는 “펄스”, “충격” 또는 “클러치”입니다. | 기본값은 “펄스”입니다. |
| 감지 시간 | 선택하면 작업 시간 알림이 활성화됩니다(펄스와 충격에만 해당). | 기본적으로 선택되어 있지 않습니다. |
| 작업 시간 | 알림에 사용하는 작업 시간입니다(초 단위, 소수 셋째 자리까지). | 0 이상. 클러치에는 표시되지 않습니다. |
| 배치 카운트 / 배치당 OK 수량 | 제11장과 같습니다. | — |

이 모드에는 토크 증배기, 펄스 감지, 펄스 수 임계값 설정이 없습니다.

## 14.2 공구 유형 선택

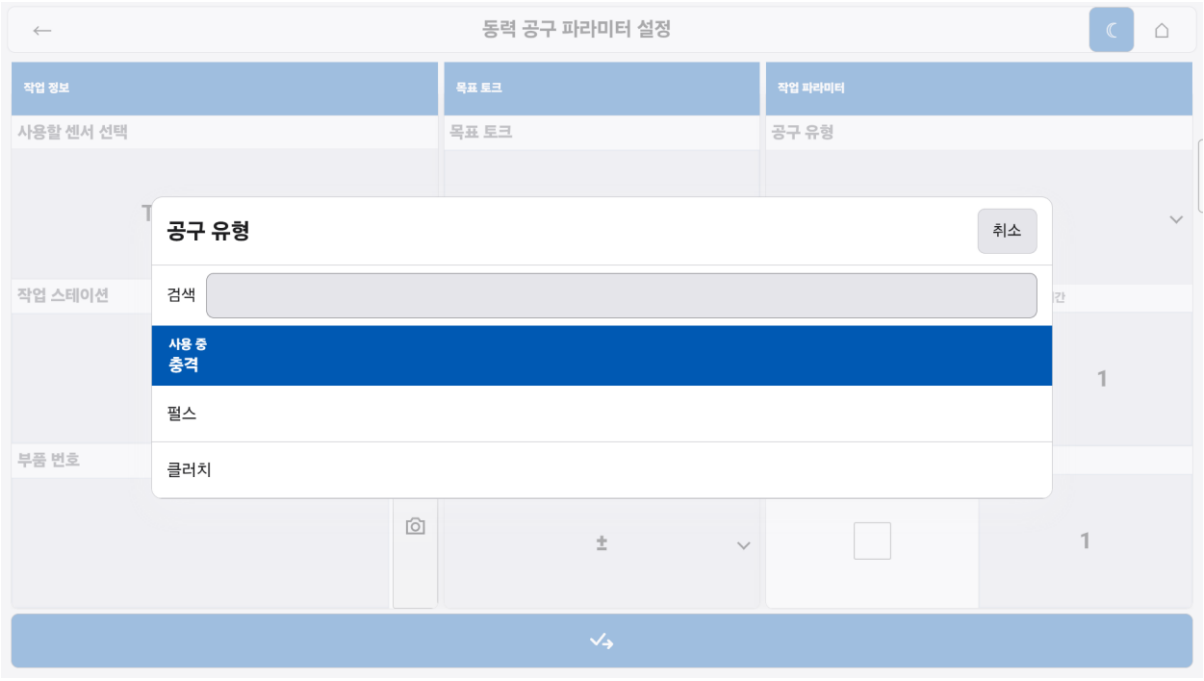



그림 14-2 태블릿: 공구 유형 메뉴




그림 14-2 스마트폰: 공구 유형 메뉴

1. “공구 유형” 입력란을 누릅니다.
2. 팝업에서 “펄스”, “충격” 또는 “클러치”를 누릅니다. 변경하지 않으려면 “취소”를 누릅니다.
3. “클러치”를 선택하면 “감지 시간”과 “작업 시간” 입력란이 숨겨집니다.
4. 나머지 파라미터를 확인한 후 아래의 버튼을 눌러 작업으로 들어갑니다.

## 14.3 작업 화면

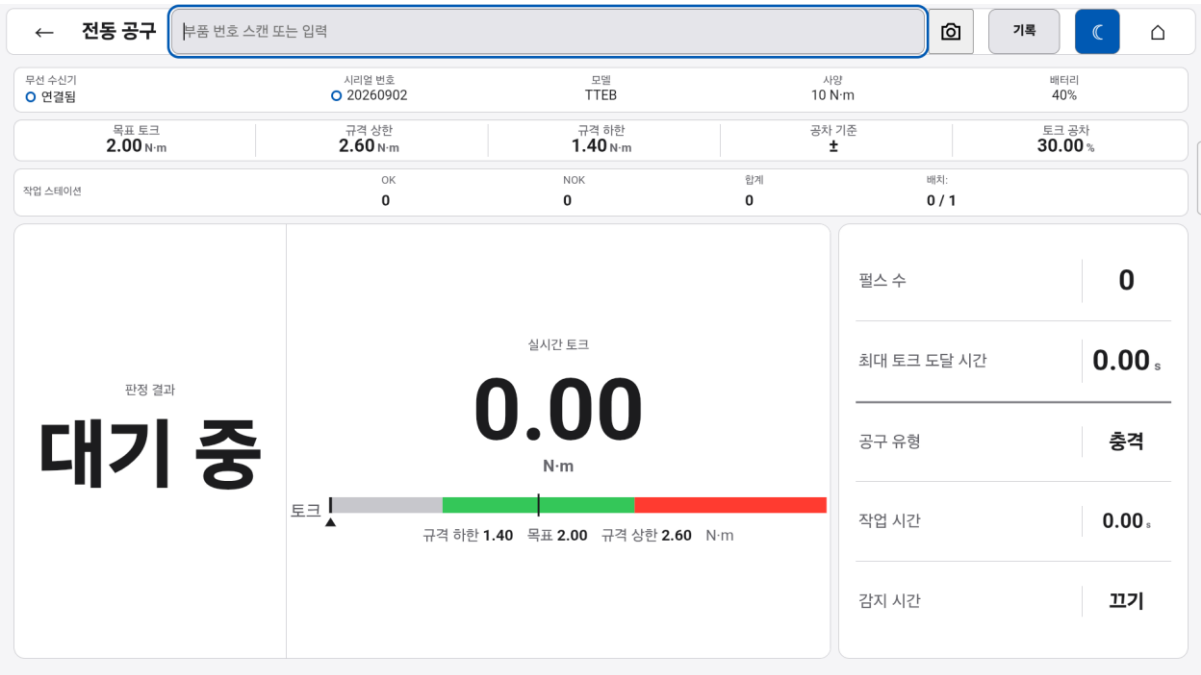



그림 14-3 태블릿: 전동 공구 작업 화면

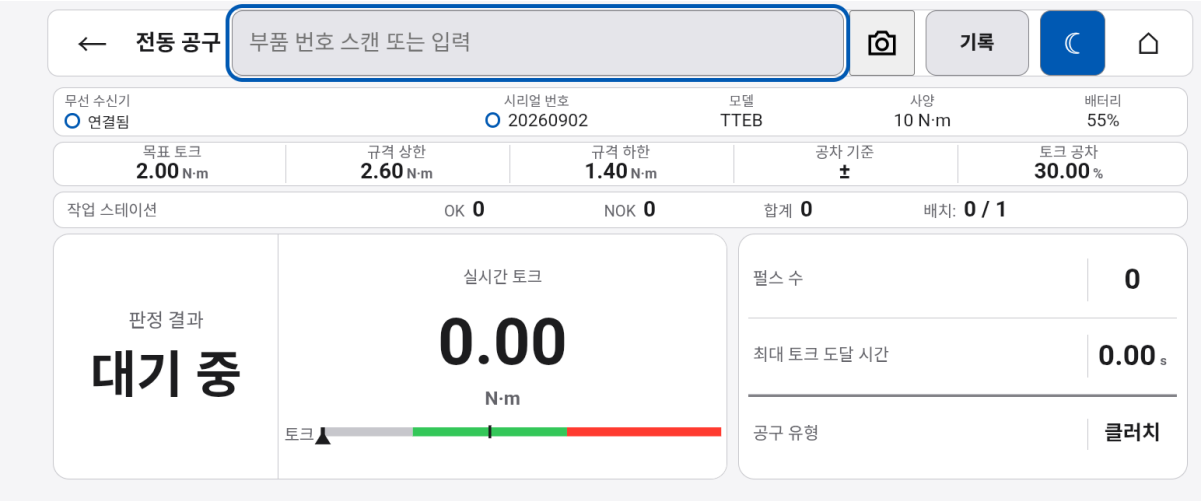



그림 14-3 스마트폰: 전동 공구 작업 화면

| 표시 | 설명 |
|---|---|
| 실시간 토크 / 최대 토크 (주 측정값) | 현재 토크 데이터이며, 판정 후에는 레이블이 “최대 토크”로 바뀌고 이 주기의 최대값을 표시합니다. |
| 결과 | 이 주기의 최대 토크가 규격 상한과 하한 이내이면 OK, 그렇지 않으면 NOK입니다. |
| 펄스 수 | 이 주기에서 토크가 0보다 큰 동안 기록된 가장 높은 펄스 수입니다. 토크가 0으로 돌아간 후 수신된 펄스는 세지 않습니다. 참고용이며 판정에는 영향을 주지 않습니다. 판정 후에는 기록과 함께 저장된 값이 표시됩니다(펄스 수가 기록되지 않은 경우 “--”). |
| 최대 토크까지의 시간 | 토크가 처음 나타난 시점부터 최대 토크에 도달할 때까지의 초 단위 시간입니다. 판정 후에는 기록과 함께 저장된 값이 표시됩니다. |
| 공구 유형 | 현재 설정된 공구 유형입니다(펄스 / 충격 / 클러치). |
| 작업 시간 | 토크가 처음 나타난 시점부터 토크가 0으로 돌아갈 때까지의 초 단위 시간입니다(클러치에는 표시되지 않음). 판정 후에는 기록과 함께 저장된 값이 표시됩니다. |
| 감지 시간 | 작업 시간 알림이 켜져 있는지 여부입니다(켜기 / 끄기). |
| 진행 바 (토크) | 포인터가 규격 하한, 목표, 규격 상한에 대한 실시간 토크의 위치를 나타내며, 판정 후에는 최대 토크의 위치를 나타냅니다(12.9절). |
| “데이터 곡선” (NOK 후) | 이번 결과의 토크/시간 곡선을 엽니다(12.10절). |

**팁** 작업 시간과 펄스 수는 작업 참고 정보일 뿐이며 결과를 NOK로 바꾸지 않습니다. 곡선 데이터는 저장되며 기록 상세에서 확인하거나 NOK 결과 후 "데이터 곡선"으로 확인할 수 있습니다(12.10절).

## 14.4 예시

**예시** 조건: TTEB 10 N·m, 임팩트 공구, 목표 5.00 N·m ±5%(4.75–5.25 N·m).

① 파라미터 설정에서 "공구 유형: 충격"을 선택하고 "감지 시간"을 선택한 후 작업으로 들어갑니다.

② 부품을 스캔하고 공구를 작동시켜 체결이 끝나면 트리거를 놓습니다.

③ 화면에 최대 토크 4.98 N·m, 판정 OK, 펄스 수 25, 최대 토크까지의 시간 11.98 s, 작업 시간 12.73 s가 표시됩니다.

# 제15장 토크 측정

이 모드는 "부품이 지정 각도까지 회전했을 때의 토크는 얼마인가?"라는 질문에 답하며, 잔류 토크 점검과 같은 작업에 적합합니다. 각도를 출력하는 센서(TTAS 등)를 사용해야 합니다. 판정은 전체 과정의 최대 토크가 아니라 각도 지점 토크를 기준으로 합니다.

## 15.1 파라미터 설정




그림 15-1 태블릿: 토크 측정 파라미터 설정




그림 15-1 스마트폰: 토크 측정 파라미터 설정

| 필드 | 설명 | 기본값 및 제한 |
| --- | --- | --- |
| 착좌 토크 | 토크가 이 값에 처음 도달하면 각도 계산이 시작됩니다. | 0 이상. 센서를 전환하면 사양의 20%로 설정됩니다. 0으로 설정하면 센서의 원본 각도를 그대로 사용합니다. |
| 목표 토크 / 토크 공차 % / 공차 기준 | 각도 지점 토크의 판정 범위이며 11.3절과 같은 방식으로 계산합니다. | 목표값은 최솟값(센서 사양의 10%, 10 N·m 센서는 5%)과 100% 사이여야 하며, “토크 증배기 스위치”를 선택한 경우 토크비를 곱한 값입니다. |
| 목표 각도 | 토크를 읽는 각도 위치입니다(“작업 파라미터” 열에 있음). | 1°에서 360°와 3276.7 ÷ 기어비 중 작은 값까지입니다. |
| 배치 카운트 / 배치당 OK 수량 | 제11장과 같습니다(“작업 파라미터” 열에 있음). | — |
| 토크 증배기 스위치 / 토크비 / 기어비 | 토크 증배기를 사용하는 경우 설정합니다. | 선택하면 0보다 커야 합니다. |

## 15.2 작업 화면




그림 15-2 태블릿: 토크 측정 작업 화면

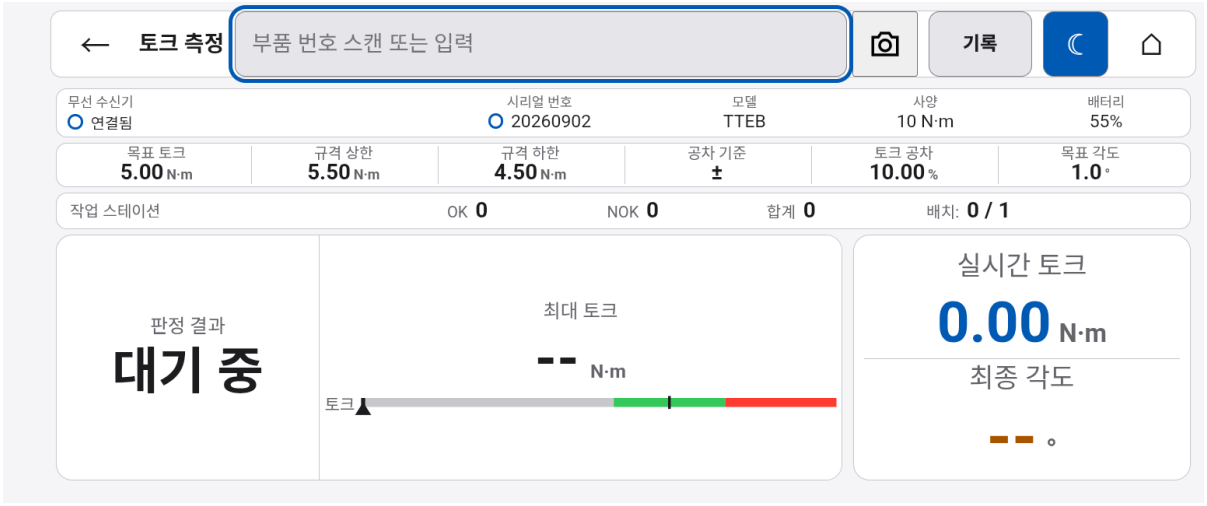



그림 15-2 스마트폰: 토크 측정 작업 화면

| 표시 | 설명 |
| --- | --- |
| 최대 토크 (주 측정값) | 현재 주기의 최대 토크이며 참고용입니다. 판정에는 사용되지 않습니다. |
| 최종 각도 (주 측정값 옆, 판정 후) | 이 주기에서 도달한 최대 각도입니다(착좌 토크 임계값부터 계산). |
| 각도 지점 토크 (측면 카드) | 목표 각도까지 회전했을 때의 토크이며 OK/NOK 판정에 사용됩니다. 값을 얻으면 이 행이 나타납니다. |
| "실시간 토크" 및 "최종 각도" (측면 카드, 측정 중) | 현재 주기의 최대 토크와 최대 각도이며 참고용입니다. |
| 진행 바 (토크) | 포인터가 토크 상한과 하한에 대한 최대 토크의 위치를 나타냅니다(12.9절). 판정 자체에는 각도 지점 토크가 사용됩니다. |
| "데이터 곡선" (NOK 후) | 이번 결과의 토크/각도 곡선을 엽니다(12.10절). |

## 15.3 작업 절차

1. 선택한 센서가 각도를 출력할 수 있는지 확인하고 착좌 토크, 목표 토크, 공차, 목표 각도를 설정합니다.
2. 작업 화면으로 들어가 부품 번호를 스캔합니다.
3. 토크가 착좌 토크를 넘도록 힘을 가하고, 목표 각도를 지나 계속 회전시킨 후 완전히 풉니다.
4. 결과를 기다립니다. 측면 카드에 "각도 지점 토크"가 나타나고 이 값으로 OK/NOK가 판정됩니다. 주 측정값에는 "최대 토크"가 표시됩니다.

## 15.4 각도 지점 토크 계산 예시

**예시** 목표 각도 5°이고, 가장 가까운 두 데이터 포인트는 4° → 20 N·m와 6° → 24 N·m입니다.

각도 지점 토크 = 20 + (24 − 20) × (5 − 4) ÷ (6 − 4) = 22 N·m.

데이터 포인트가 정확히 5°에 있으면 그 포인트의 토크를 그대로 사용합니다.

착좌 토크에 도달하지 않았거나, 회전이 목표 각도를 넘지 않았거나, 목표 각도 앞뒤에 유효한 데이터가 없거나, 각도 지점 토크가 "규격 하한의 절반" 이하입니다.

조건을 확인하고 같은 부품을 다시 측정하십시오.

# 제16장 토크 & 각도

토크가 “착좌 토크”에 도달한 후부터 회전 각도를 세기 시작합니다. 판정 방식으로 “실시간 각도”(각도 제어) 또는 “실시간 토크”(토크 제어)를 선택할 수 있습니다. 각도를 출력하는 센서(TTAS 등)를 사용해야 합니다.

## 16.1 파라미터 설정




그림 16-1 태블릿: 토크 & 각도 파라미터 설정




그림 16-1 스마트폰: 토크 & 각도 파라미터 설정

| 필드 | 설명 | 기본값 및 제한 |
| --- | --- | --- |
| 착좌 토크 | 토크가 이 값에 처음 도달하면 각도 누적이 시작됩니다. | 0 이상. 센서를 전환하면 사양의 20%로 설정됩니다. |
| 목표 토크 / 토크 공차 % / 공차 기준 | 토크 판정 범위(토크 제어에서 사용)이며 작업 규격으로도 표시됩니다. | 목표값은 최솟값(센서 사양의 10%, 10 N·m 센서는 5%)과 100% 사이여야 하며, “토크 증배기 스위치”를 선택한 경우 토크비를 곱한 값입니다. |
| 목표 각도 | 각도 판정의 기준입니다. | 1°에서 360°와 3276.7 ÷ 기어비 중 작은 값까지입니다. |
| 모드 | “실시간 각도”(각도 제어) 또는 “실시간 토크”(토크 제어). | 기본값은 “실시간 각도”입니다. |
| 판정 | 실시간 각도: “≥” 또는 “≤”, 실시간 토크: “±” 또는 “≥”. | 모드를 전환하면 재설정됩니다. 실시간 각도는 “≥”, 실시간 토크는 “±”입니다. |
| 각도 범위 | “실시간 토크” 모드에서만 표시되며 각도의 기준 범위(도)입니다. | 0 이상. |
| 배치 카운트 / 배치당 OK 수량, 토크 증배기 스위치 / 토크비 / 기어비 | 제11장과 같습니다. | — |

## 16.2 모드 및 판정 선택




그림 16-2 태블릿: 모드 메뉴 (실시간 각도 / 실시간 토크)

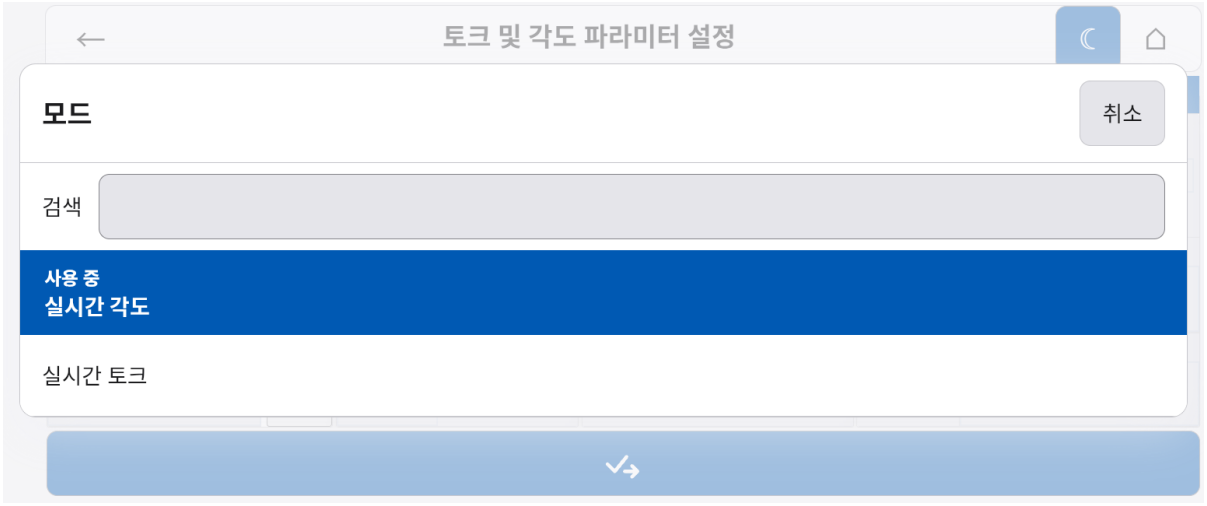



그림 16-2 스마트폰: 모드 메뉴 (실시간 각도 / 실시간 토크)




그림 16-3 태블릿: 판정 메뉴 (각도 모드: ≥ 이상 / ≤ 이하)

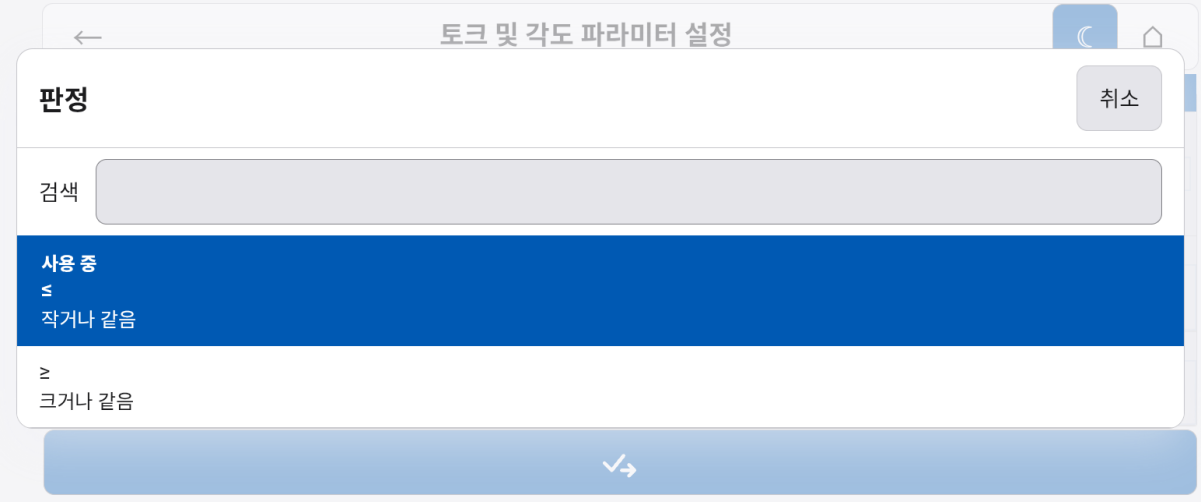



그림 16-3 스마트폰: 판정 메뉴 (각도 모드: ≥ 이상 / ≤ 이하)

1. “모드” 입력란을 누르고 “실시간 각도” 또는 “실시간 토크”를 선택합니다.
2. “판정” 입력란을 누르고 해당하는 조건을 선택합니다. 메뉴의 설명(이상, 이하, 공차 범위)이 각 옵션을 구분하는 데 도움이 됩니다.
3. “실시간 토크”인 경우 “각도 범위”에 각도의 기준 범위를 입력합니다.
4. 확인한 후 아래의 버튼을 눌러 작업으로 들어갑니다.

## 16.3 판정 규칙

| 모드 | 판정 방식 | 예시 (목표 90°, 목표 토크 50 N·m ±5%) |
|---|---|---|
| 실시간 각도 + “≥” | 이 주기의 최대 유효 각도 ≥ 목표 각도이면 OK입니다. | 92.4°까지 회전 → OK, 85.0° → NOK. |
| 실시간 각도 + “≤” | 이 주기의 최대 유효 각도 ≤ 목표 각도이면 OK입니다. | 85.0°까지 회전 → OK, 92.4° → NOK. |
| 실시간 토크 + “±” 또는 “≥” | 최대 토크가 토크 상한과 하한 이내이면 OK입니다. 각도는 계속 표시되고 저장되지만 판정에는 영향을 주지 않습니다. | 최대 48.72 N·m (±) → OK. |

> **팁** 각도는 토크가 “착좌 토크”에 처음 도달한 시점부터만 계산되며, 그 전의 회전은 계산되지 않습니다. 예를 들어 착좌 토크가 5 N·m이면, 토크가 0에서 5 N·m로 오르는 동안 돌린 각도는 계산되지 않습니다.

## 16.4 작은 화면에서의 파라미터 설정

사용 가능한 화면 너비가 700 CSS 픽셀 이하이면 토크 & 각도의 “파라미터 설정” 열(배치와 토크 증배기)이 “파라미터 설정” 버튼으로 접힙니다. 버튼을 눌러 전체 화면 설정을 열고(그림 16-4), 변경한 후 “뒤로”를 누른 다음 아래의 버튼을 눌러 모두 함께 저장합니다. 나머지 세 모드는 접히지 않습니다.




그림 16-4 스마트폰: 좁은 화면 또는 더 큰 표시 크기에서의 파라미터 설정 팝업

## 16.5 작업 화면

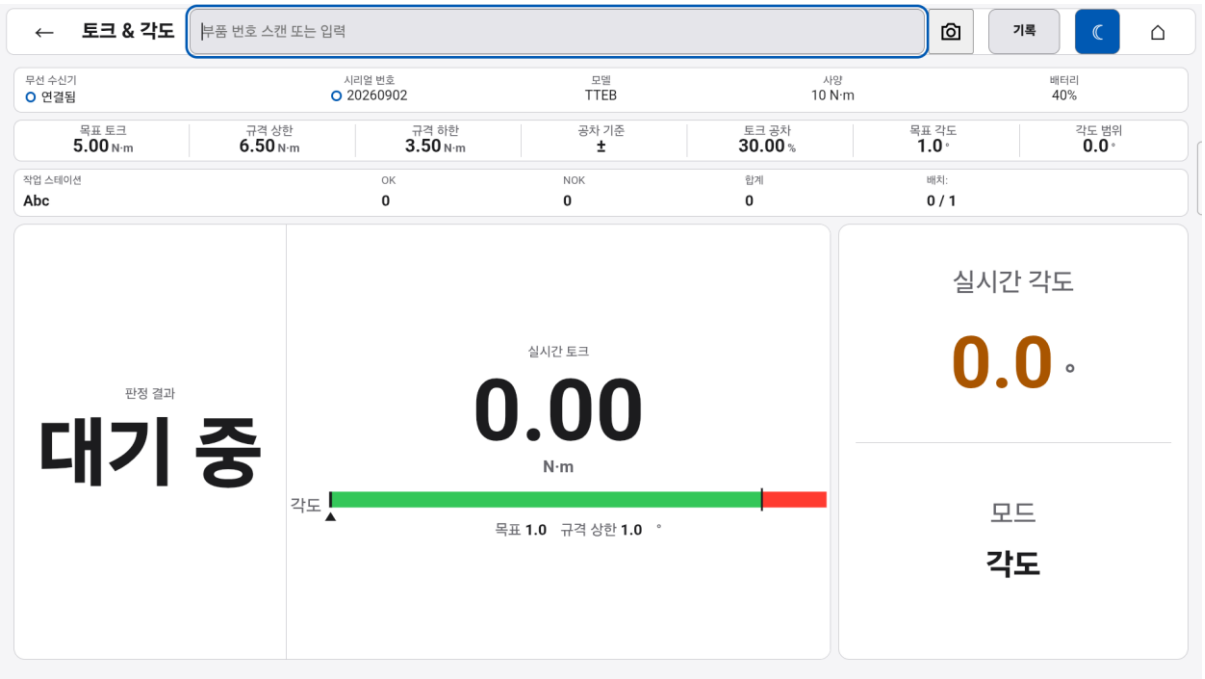



그림 16-5 토크 & 각도 작업 화면 (태블릿)

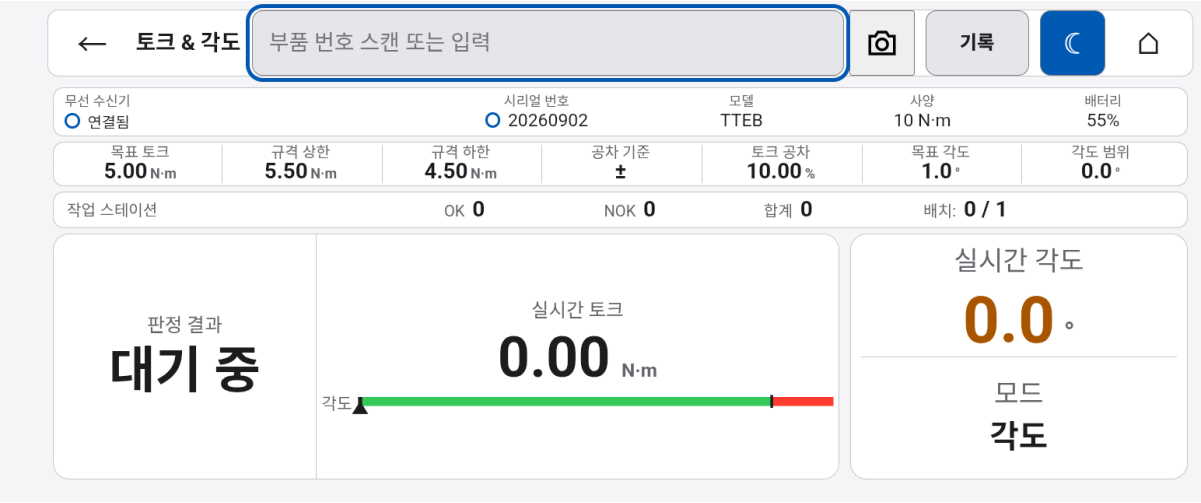



그림 16-5 토크 & 각도 작업 화면 (스마트폰)

| 표시 | 설명 |
| --- | --- |
| 실시간 토크 / 최대 토크 (주 측정값) | 현재 주기의 최대 토크입니다. 판정 후에는 레이블이 “최대 토크”로 바뀝니다. |
| 실시간 각도 (측면 카드, 측정 중) | 착좌 토크 임계값부터 누적된 각도입니다. |
| 모드 | 현재 판정 방식이며 “각도” 또는 “토크”로 표시됩니다. 측정 중에는 측면 카드에 있고, 판정 후에는 결과 카드 안에 측정값과 함께 표시됩니다. |
| 최종 각도 (결과 카드 안, 판정 후) | 이 주기의 최대 유효 각도입니다. |
| 진행 바 | 모드가 “실시간 각도”이면 “각도”, “실시간 토크”이면 “토크”가 표시됩니다(12.9절). |
| “데이터 곡선” (NOK 후) | 이번 결과의 토크/각도 곡선을 엽니다(12.10절). |




그림 16-6 다크 모드의 토크 & 각도 작업 화면 (태블릿)




그림 16-6 다크 모드의 토크 & 각도 작업 화면 (스마트폰)

## 16.6 예시

**예시** 조건: TTAS 180 N·m, 착좌 토크 5 N·m, 목표 각도 90°, 모드 "실시간 각도", 판정 "≥".

① 부품 WP-DEMO-001을 스캔합니다.

② 5 N·m를 넘을 때까지 힘을 가하고 계속 회전시키면 화면의 "실시간 각도"가 누적되기 시작합니다.

③ 92.4°까지 회전한 후 완전히 풀면 판정은 OK입니다(92.4° ≥ 90°).

# 제17장 배치 작업

배치 작업은 여러 작업 단계를 하나의 프로세스(“작업”이라고 함)로 묶습니다. 각 단계마다 작업 모드, 센서, 목표값, OK 수량을 다르게 지정할 수 있습니다. 한 단계가 지정된 OK 수량에 도달하면 시스템이 자동으로 다음 단계로 전환하고, 수신기가 해당 단계 센서의 무선 채널을 따라가도록 합니다.

## 17.1 작업 목록

경로: 메인 메뉴 → “배치 작업”.

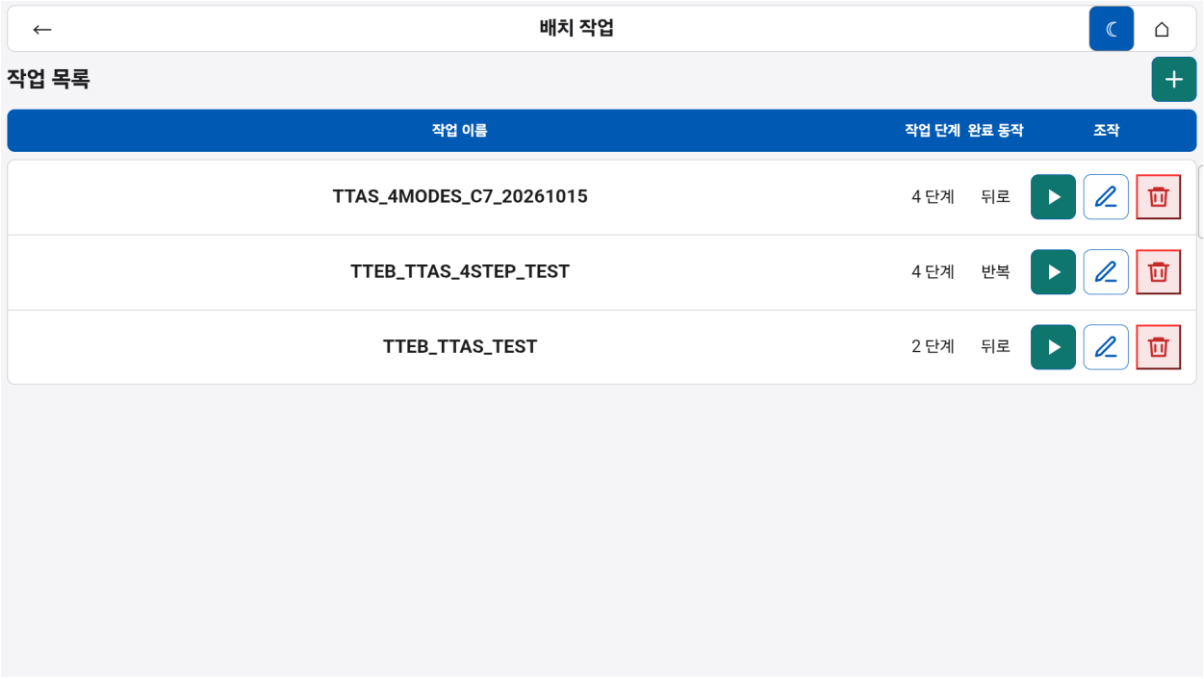



그림 17-1 배치 작업 목록 (태블릿)

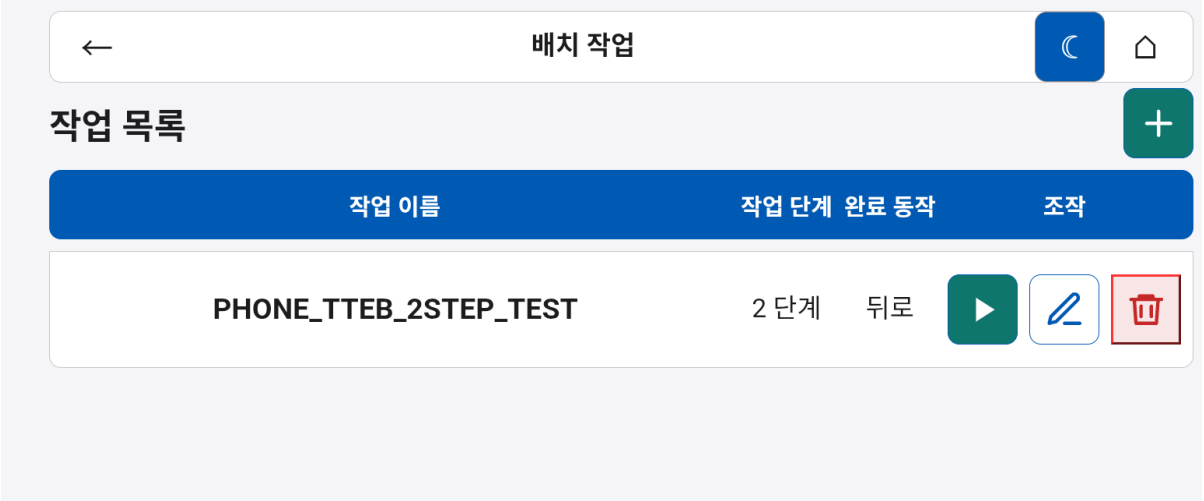



그림 17-1 배치 작업 목록 (스마트폰)

| 영역 / 버튼 | 설명 |
|---|---|
| 그룹 버튼 | 기기에 기본 그룹이 아닌 그룹이 있을 때만 표시되며, 전환하면 목록에 해당 그룹의 작업만 표시됩니다. 이번 버전의 화면에는 그룹을 만드는 조작이 없습니다. |
| 오른쪽 위의 “+” | 작업을 추가합니다(현재 그룹 아래). |
| 작업 이름 / 작업 단계 / 완료 동작 / 조작 | 각 행에는 작업 이름, 단계 수(예: “2 단계”), 완료 동작(뒤로 또는 반복)이 표시됩니다. |
| “▶” (녹색) | 작업을 실행하여 배치 작업 화면으로 들어갑니다. |
| “✎” (파란색 윤곽선) | 작업과 단계 설정을 편집합니다. |
| “🗑” (빨간색 윤곽선) | 작업을 삭제합니다(먼저 확인 대화상자가 표시됨). |

## 작업 삭제

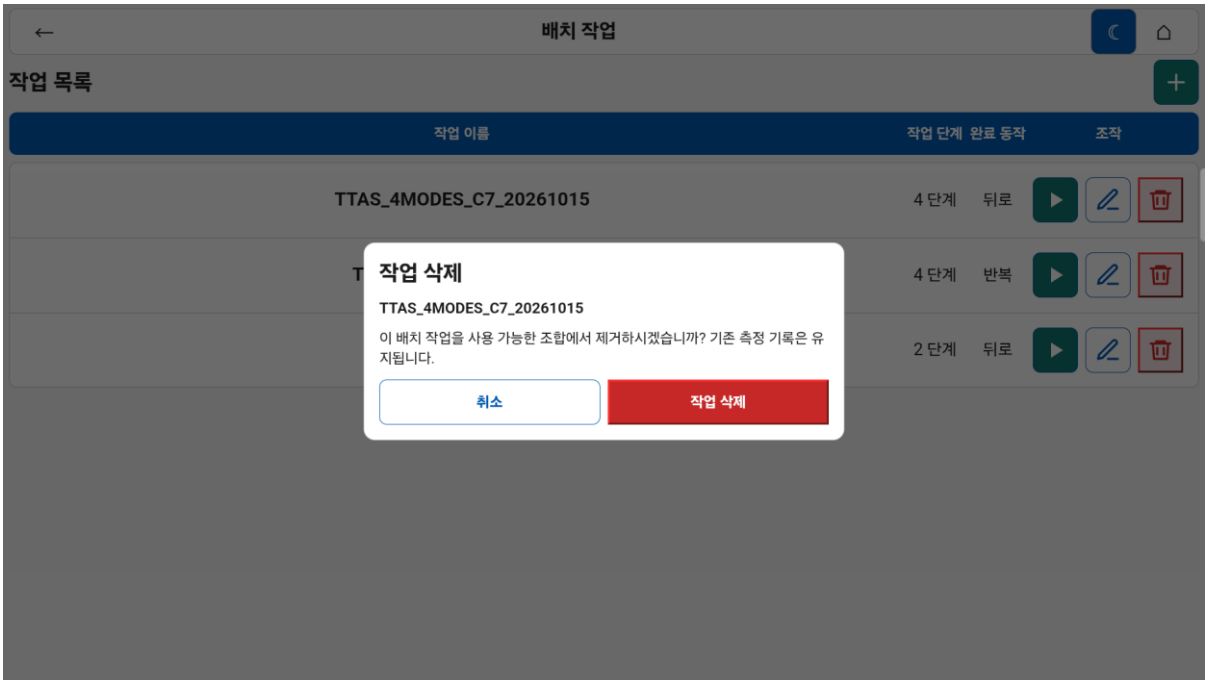



그림 17-2 작업 삭제 확인 대화상자 (태블릿)

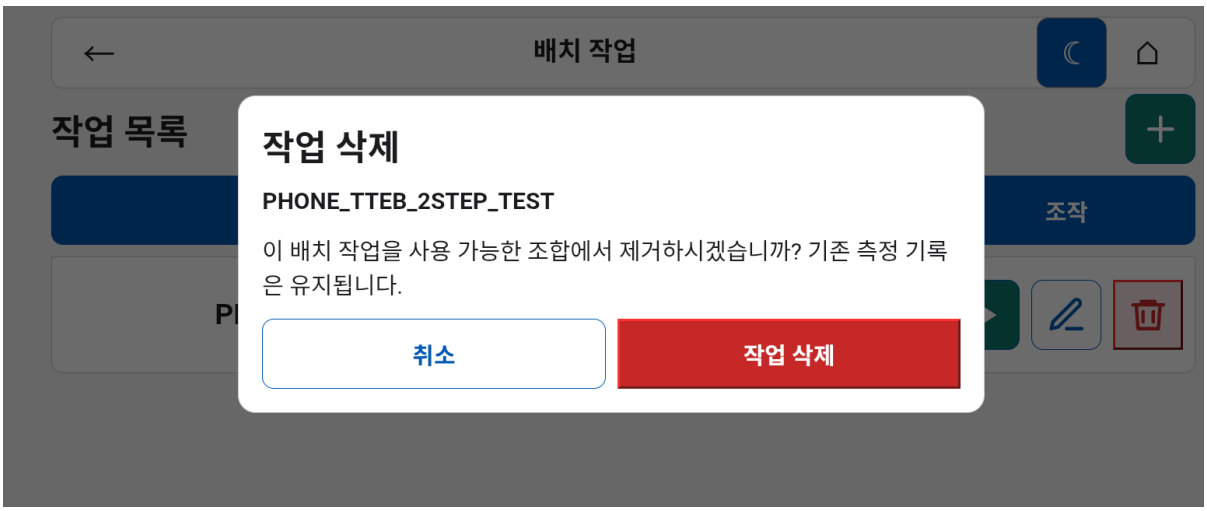



그림 17-2 작업 삭제 확인 대화상자 (스마트폰)

1. 해당 행의 빨간색 휴지통을 누릅니다.
2. 확인 대화상자에 "이 배치 작업을 사용 가능한 조합에서 제거하시겠습니까? 기존 측정 기록은 유지됩니다."가 표시됩니다.
3. "작업 삭제"를 눌러 확인하거나 "취소"를 눌러 중단합니다.

> **팁** 작업을 삭제하면 목록에서만 제거되며, 이전에 해당 작업으로 측정한 기록은 유지되어 기록 및 내보내기에서 찾을 수 있습니다.

## 17.2 작업 추가 및 편집

"+"를 눌러 추가하거나 "✎"를 눌러 편집합니다. "배치 작업 파라미터 설정" 화면이 열립니다.

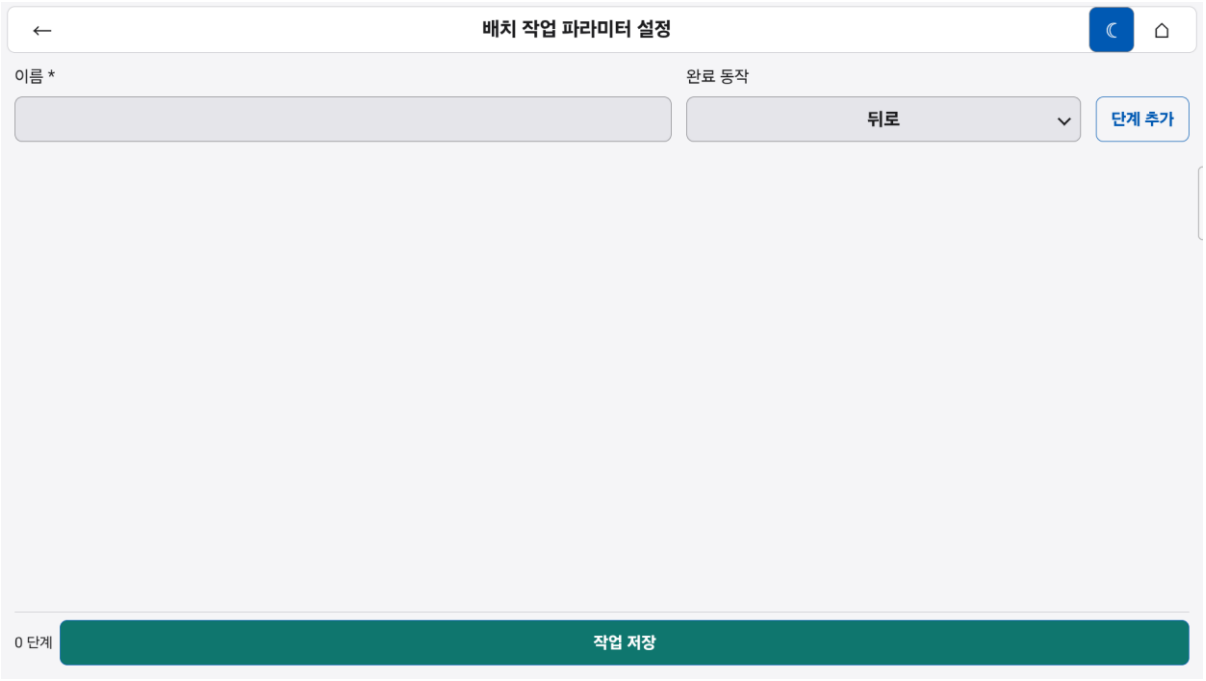



그림 17-3 새 작업 (단계가 아직 추가되지 않음) (태블릿)

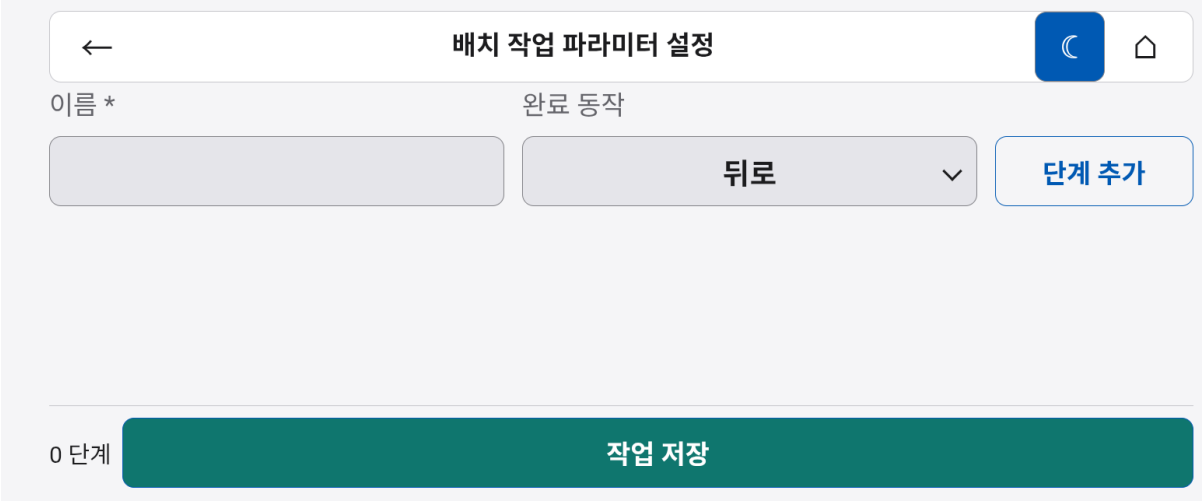



그림 17-3 새 작업 (단계가 아직 추가되지 않음) (스마트폰)




그림 17-4 작업 편집: 1단계 펼침 (태블릿)

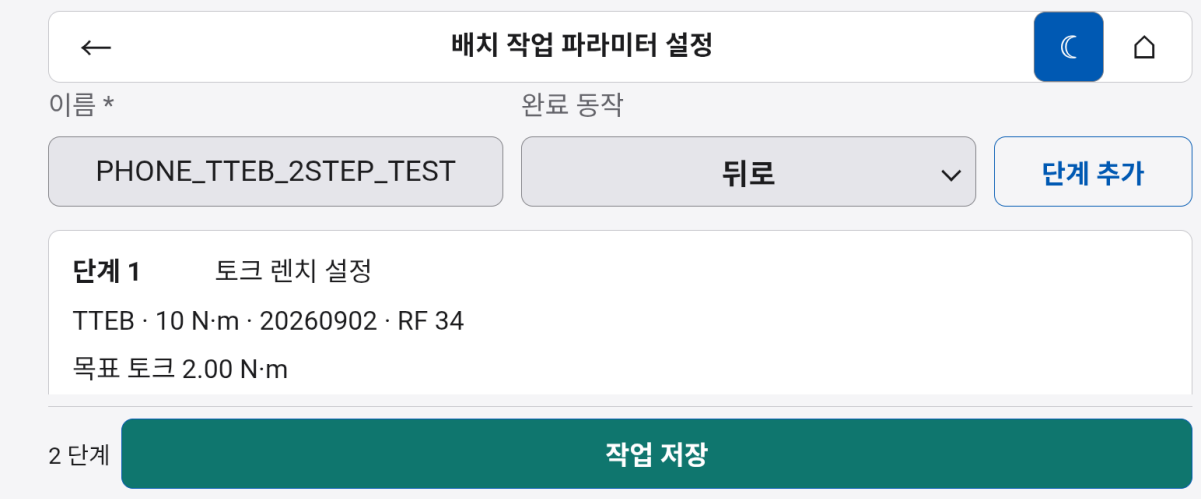



그림 17-4 작업 편집: 1단계 펼침 (스마트폰)

## 작업 수준 필드

| 입력란 / 버튼 | 설명 | 제한 |
|---|---|---|
| 이름 * | 작업 이름입니다. 예: “표준 작업”. | 필수, 최대 64자. |
| 완료 동작 | “뒤로” 또는 “반복”. 17.5절을 참조하십시오. | 기본값은 “뒤로”입니다. |
| “단계 추가” (위쪽) | 사용 가능한 파라미터 설정이 미리 채워진 새 단계를 맨 끝에 추가합니다. | 페어링된 센서가 없으면 “장비가 연결되지 않았습니다. 먼저 장비를 연결하세요”가 표시됩니다. |

| 입력란 / 버튼 | 설명 | 제한 |
|---|---|---|
| “N 단계” (왼쪽 아래) | 현재 전체 단계 수입니다. | 최소 1단계. |
| “작업 저장” | 작업 전체를 검증하고 저장합니다.<br>성공하면 작업 목록으로 돌아갑니다. | 유효하지 않은 단계가 하나라도 있으면 저장할 수 없습니다. |

## 단계 카드

각 단계는 카드로 표시됩니다. 접힌 상태에서는 단계 번호와 모드, 센서(모델, 사양, 시리얼 번호, RF 채널), 배치당 OK 수량, 목표 토크, 목표 각도의 요약이 표시되며, 오른쪽에는 “설정 펼치기 / 설정 접기”와 “삭제” 버튼이 있습니다. 한 번에 한 단계만 펼쳐집니다.




그림 17-5 접힌 상태의 단계 요약 (태블릿)

| 단계 내 구성 영역 | 필드 |
|---|---|
| 작업 모드 / 센서 선택 | 작업 모드(토크 렌치 설정, 토크 & 각도 설정, 전동 공구 설정, 토크 측정 설정)와 센서 선택입니다. |
| 목표 설정 / 판정 | 목표 토크, 판정(±/≥), 토크 공차입니다. 각도 관련 모드에는 목표 각도도 있으며, 토크 & 각도에는 모드, 판정, 각도 범위도 있습니다. |

| 단계 내 구성 영역 | 필드 |
| --- | --- |
| 전동 공구 설정 (전동 공구에만 해당) | 공구 유형, 감지 시간, 작업 시간. |
| 배치당 OK 수량 / 토크 증배기 파라미터 설정 | 배치당 OK 수량(이 단계에서 필요한 OK 수량), 토크 증배기 스위치, 토크비, 기어비입니다(전동 공구에는 배치당 OK 수량만 있음). |
| 단계 조작 버튼 | “위로 이동”과 “아래로 이동”은 순서를 바꾸고, “단계 추가”는 이 단계를 복제하여 그 뒤에 삽입합니다. |

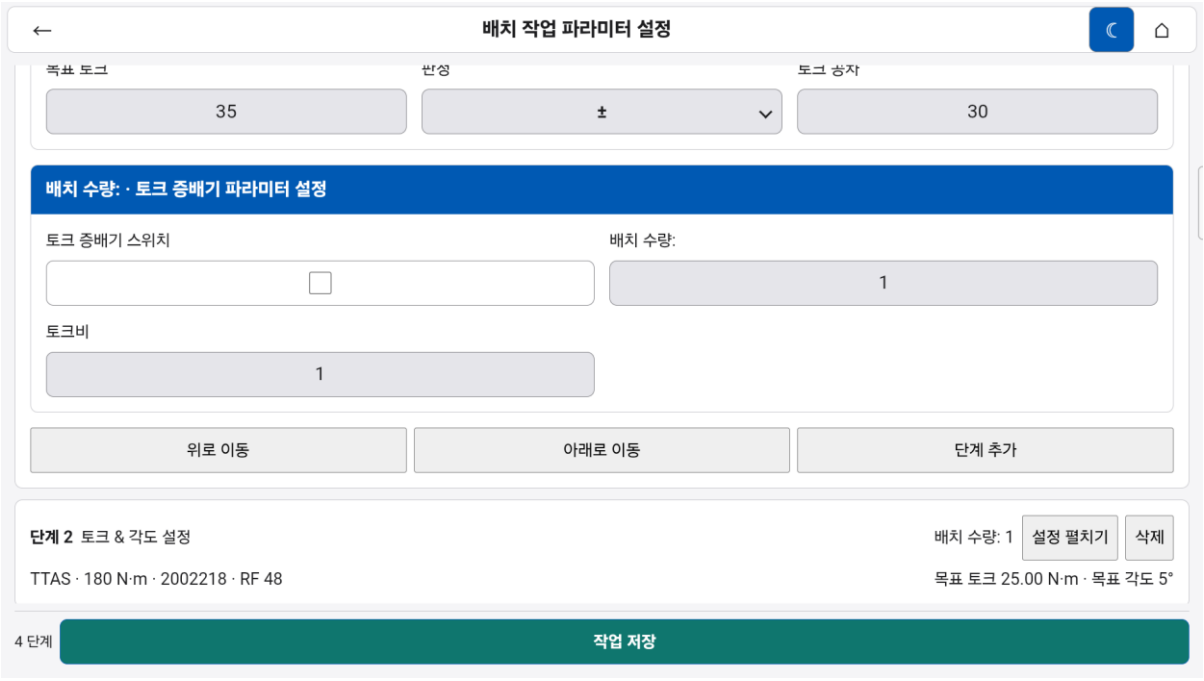



그림 17-6 단계 하단부: 배치 수량과 토크 증배기 파라미터 (태블릿)

## 단계 내 메뉴

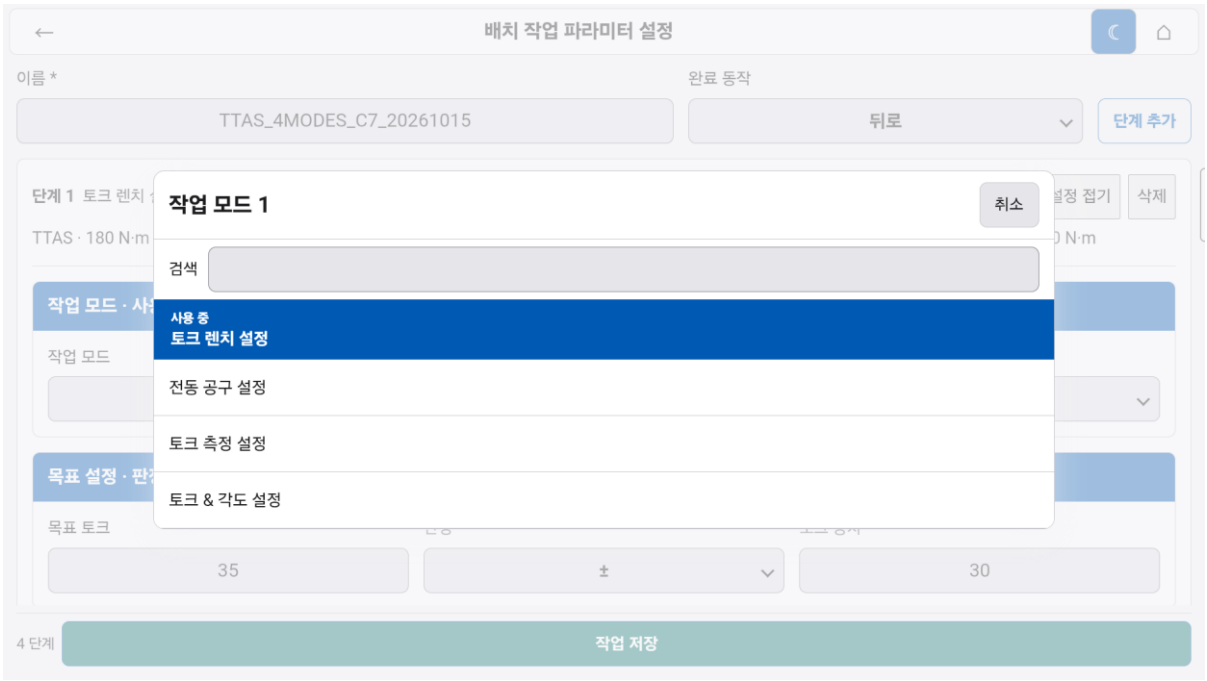



그림 17-7 단계의 작업 모드 메뉴 (태블릿)




그림 17-8 단계의 토크 판정 메뉴 (태블릿)

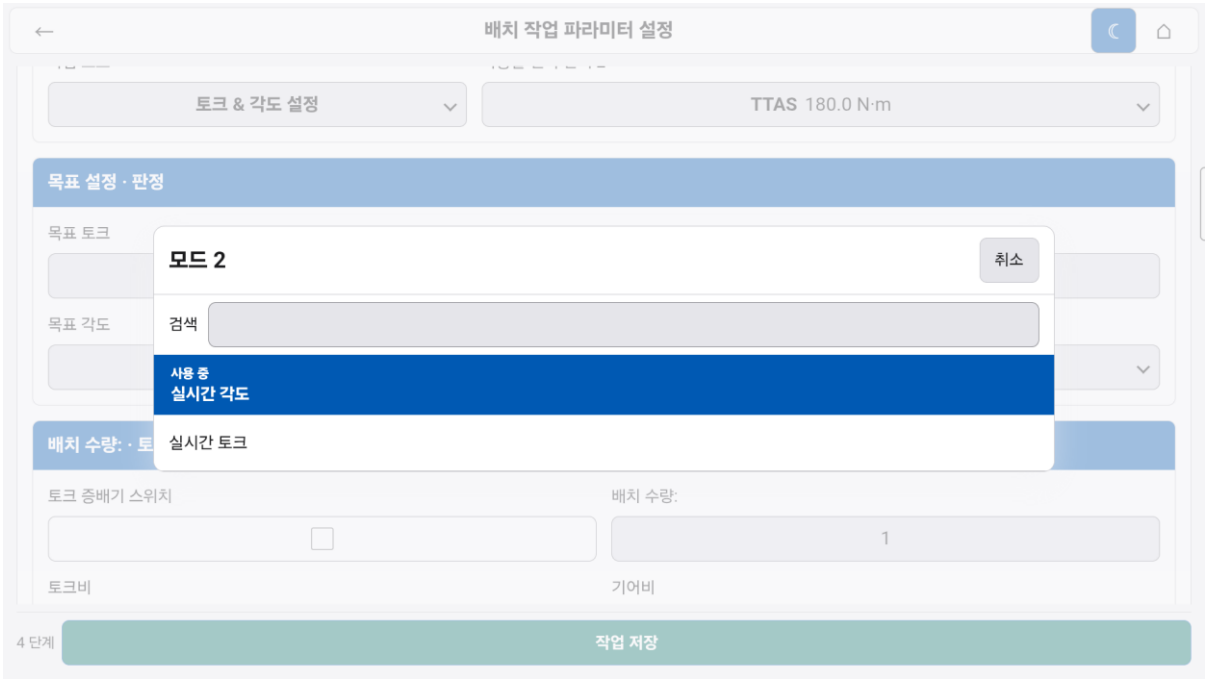



그림 17-9 단계의 각도 제어 모드 메뉴 (태블릿)

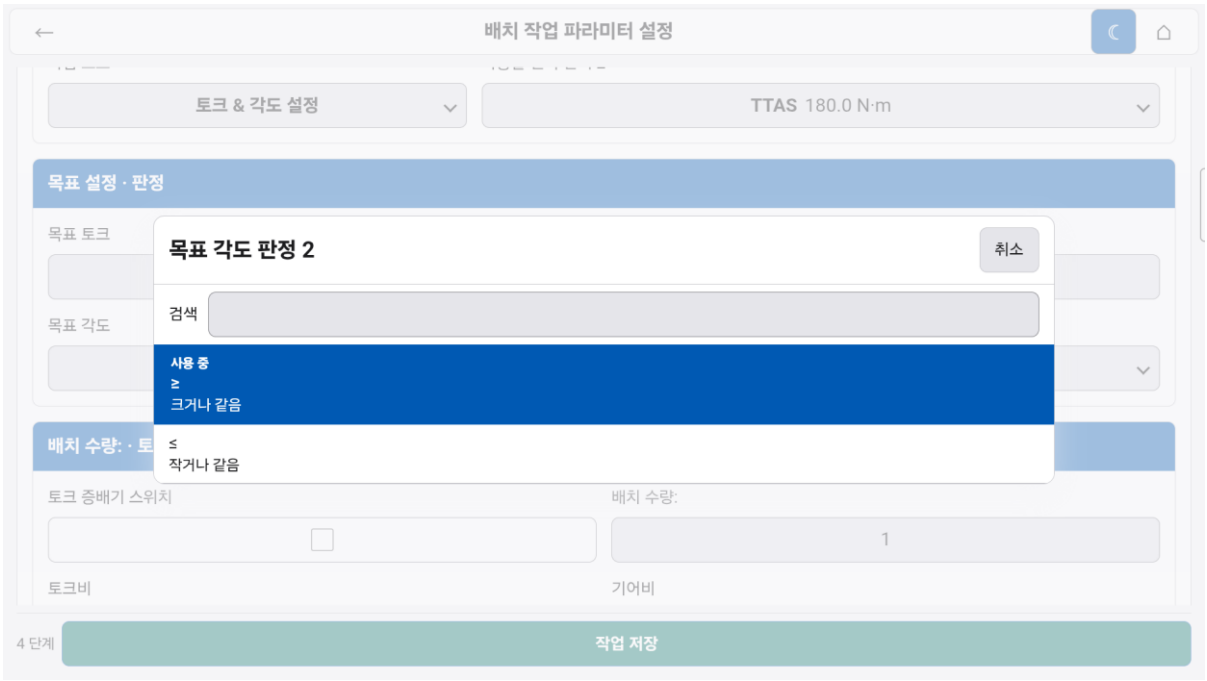



그림 17-10 단계의 목표 각도 판정 메뉴 (태블릿)




그림 17-11 전동 공구 단계의 공구 유형 메뉴 (태블릿)




그림 17-12 작업의 완료 동작 메뉴 (태블릿)

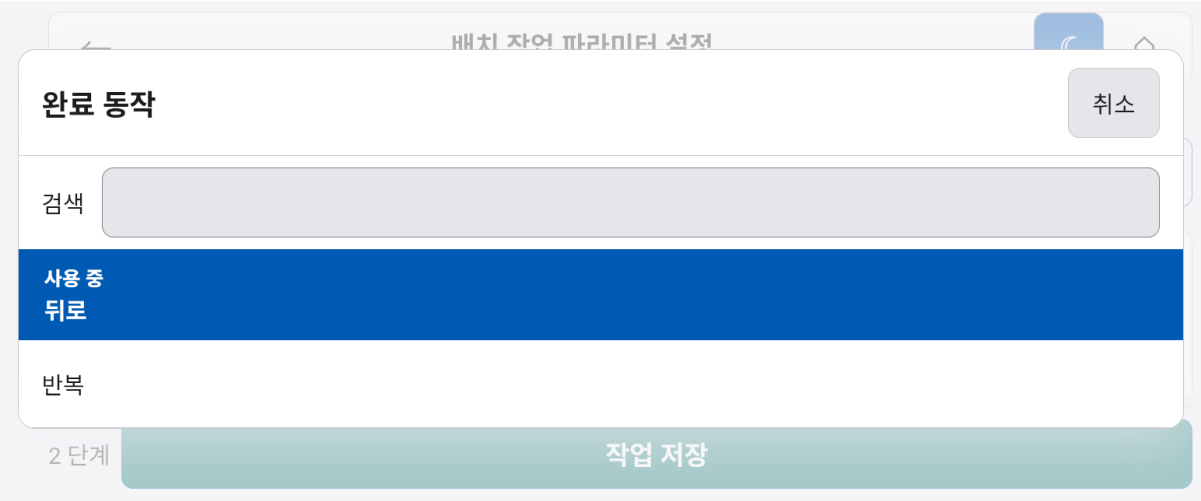



그림 17-12 작업의 완료 동작 메뉴 (스마트폰)

> **팁** "작업 모드"를 전환하면 해당 모드의 설정이 불러와지므로 센서, 목표값, 배치 수량을 다시 확인하십시오. 센서를 전환한 후에는 새 사양에 맞게 목표 토크와 착좌 토크를 다시 확인하십시오(목표 토크는 새 센서에 허용되는 최솟값으로, 착좌 토크는 사양의 20%로 설정됩니다).

## 필드 제한

| 필드 | 유효 범위 |
|---|---|
| 목표 토크 | 최솟값(선택한 센서 사양의 10%, 10 N·m 센서는 5%)–100%; "토크 증배기 스위치"를 선택한 경우 토크비를 곱한 값 |
| 토크 공차 | 0–99.99% |
| 목표 각도 | 1°에서 360°와 3276.7 ÷ 기어비 중 작은 값까지 |
| 각도 범위 | 0 이상 |
| 배치당 OK 수량 | 1 이상의 정수 (이 편집기는 99로 제한하지 않음) |
| 토크비, 기어비 | 0.001 이상 |

## 17.3 예시: 2단계 작업 만들기

**예시** 목적: 같은 부품에서 먼저 토크 & 각도로 볼트 2개를 체결한 후 토크 측정으로 한 번 점검합니다.

① 작업 목록에서 "+"를 누르고 "이름"에 "각도 및 측정 2단계 작업"을 입력한 후 "완료 동작"에서 "뒤로"를 선택합니다.

② "단계 추가" 누름 → 1단계 펼침 → "작업 모드"에서 "토크 & 각도 설정" 선택 → "사용할 센서 선택"에서 TTAS 180 N·m 선택.

③ 목표 토크 50.00, 판정 "±", 토크 공차 5, 목표 각도 90, 모드 "실시간 각도", 판정 "≥", 배치당 OK 수량 2로 설정합니다.

④ 1단계에서 "단계 추가"를 눌러 2단계로 복제 → 2단계 펼침 → "작업 모드"를 "토크 측정 설정"으로 변경 → 센서와 목표값 확인 → 배치당 OK 수량 1.

⑤ "작업 저장"을 누르고 목록으로 돌아가 "2 단계"가 표시되는지 확인합니다.

## 17.4 배치 작업 실행

작업 목록에서 녹색 "▶"를 눌러 시작합니다. 시스템이 1단계에 맞춰 수신기와 센서를 준비한 후 배치 작업 화면으로 들어갑니다.




그림 17-13 배치 작업 화면 (1단계) (태블릿)




그림 17-13 배치 작업 화면 (1단계) (스마트폰)

| 영역 | 설명 |
|---|---|
| 왼쪽 | 수신기, 시리얼 번호, 모델, 사양, 배터리 — 현재 단계에서 사용할 센서가 맞는지 확인합니다. |
| 가운데 | 결과와 실시간 토크(각도 모드에서는 실시간 각도도 표시되며, 토크 측정 단계에서는 각도 지점 토크가 표시됨). |
| 오른쪽 위 | 작업 이름과 “반복 횟수”. |
| 현재 단계 | 예: “1 / 2”와 현재 단계의 작업 모드. |
| 진행률 | “1 / 2”는 저장된 OK 수량 / 이 단계에서 필요한 수량입니다. “대기 중 0”은 저장을 기다리는 OK 결과 수이며, 그 아래에 파란색 진행률 막대가 있습니다. |
| 규격 표시줄 | 이 단계의 목표 토크, 상한과 하한, 토크 공차, 각도 조건. |
| 하단 단계 바 | 각 단계의 상태: 완료됨, 실행 중..., 대기 중, 그리고 “완료 / 필요 수량”. |




그림 17-14 1단계 완료 후 2단계로 자동 전환 (태블릿)




그림 17-14 1단계 완료 후 2단계로 자동 전환 (스마트폰)

1. 부품 번호를 스캔합니다(작업의 모든 단계는 같은 부품에 속함).
2. 현재 단계의 조건에 따라 작업을 완료합니다. OK만 이 단계의 진행률을 올리며, NOK는 저장되지만 진행되지 않습니다.
3. 이 단계가 배치당 OK 수량에 도달하면 시스템이 자동으로 다음 단계로 전환하고 수신기가 해당 단계 센서의 채널을 자동으로 따라갑니다. 다음 센서의 전원이 켜져 있는지 확인하십시오.
4. 모든 단계가 완료되면 녹색 “배치 완료”가 약 1초 동안 표시되고 부품 번호가 지워지며 다음 회차가 1단계부터 시작됩니다.
5. 종료하려면 모든 힘을 풀고 “←” 또는 “⌂”를 눌러 나갑니다.

## 17.5 완료 동작 “뒤로”와 “반복”

| 완료 동작 | 한 회차가 완료된 후의 동작 |
|---|---|
| 뒤로 | 실행이 끝나면 약 1초 후 같은 작업의 새 실행이 자동으로 시작되며, 반복 횟수는 1부터 다시 시작합니다. |
| 반복 | 같은 실행 안에서 다음 회차가 바로 시작되며, 반복 횟수는 순서대로(1, 2, 3…) 증가합니다. |

> **팁** 한 회차가 완료된 후에는 두 완료 동작 모두 자동으로 1단계부터 다시 시작하며, 어느 쪽도 작업 목록으로 자동으로 돌아가지 않습니다. 작업을 중지하려면 작업 화면을 직접 나가십시오.

## 17.6 중단 및 복구

- 수신기 연결이 끊기거나 센서 전원이 꺼지면 화면에 “연결 안 됨”이 표시되며 판정은 생성되지 않습니다. 연결이 복구되면 시스템이 같은 화면에서 다시 준비하며, 완료된 단계와 진행률은 유지됩니다.
- 단계 전환 후 화면이 “대기 중”에 머물러 있거나 “RF 연결 시간 초과”가 표시되면 힘 가하기를 멈추고 다음 센서의 전원이 켜져 있는지, 시리얼 번호와 채널이 맞는지 확인하십시오.
- 복구할 수 없으면 작업 화면을 안전하게 나간 후 “센서 페어링”으로 이동하여 수신기를 다시 감지하고, 올바른 센서에서 “연결하여 사용”을 누른 다음 작업을 다시 시작하십시오.

# 제18장 기록 및 내보내기

경로: 메인 메뉴 → “시스템 설정” → “기록 및 내보내기”. 모든 작업 모드의 기록을 조회할 수 있습니다.

작업 화면 상단 바의 “기록”으로 열면 해당 작업 모드의 기록만 표시됩니다.

## 18.1 기록 목록

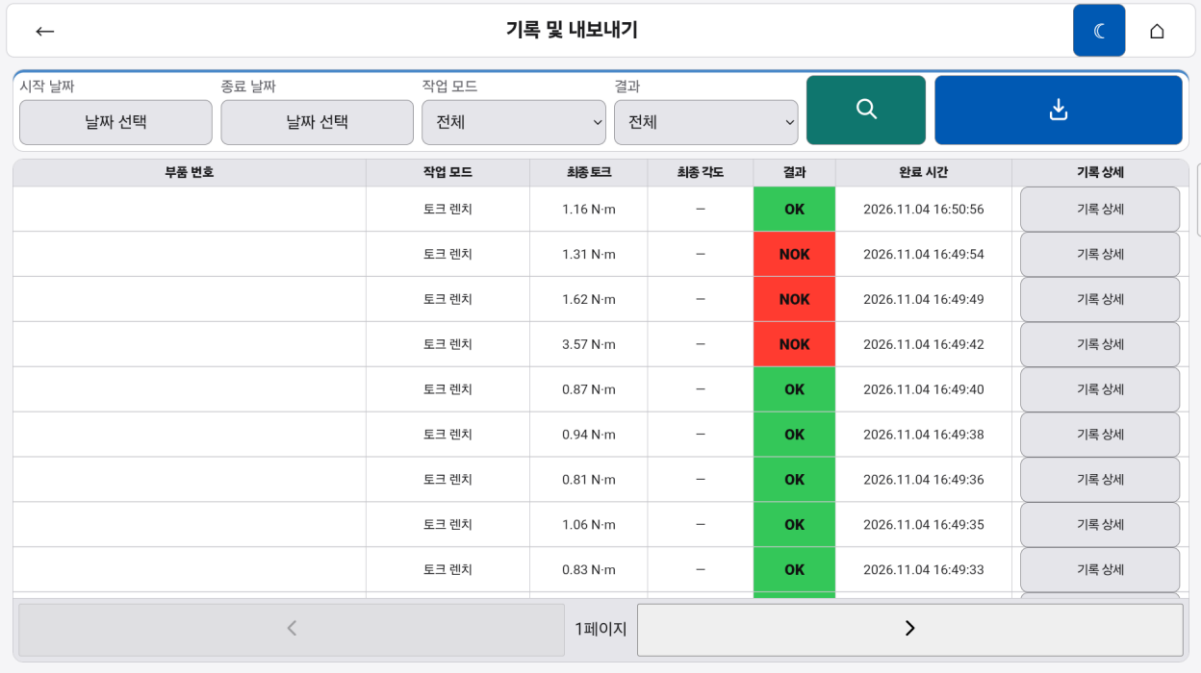



그림 18-1 기록 및 내보내기: 기록 목록 (태블릿)




그림 18-1 기록 및 내보내기: 기록 목록 (스마트폰)

| 입력란 / 버튼 | 설명 |
|---|---|
| 시작 날짜 / 종료 날짜 | “날짜 선택”을 눌러 날짜 팝업을 엽니다. 비워 두면 제한이 없습니다. |
| 작업 모드 | 전체, 토크 렌치, 전동 공구, 토크 측정, 토크 & 각도, 배치 작업. |
| 결과 | 전체, OK, NOK. 이전 버전의 Rehit 기록은 목록에 계속 Rehit로 표시되지만 별도로 필터링할 수 없습니다. |
| 돋보기 (녹색) | 현재 조건으로 조회를 실행합니다. 조건을 변경한 후에는 다시 눌러야 목록이 갱신됩니다. |
| 다운로드 화살표 (파란색) | “현재 조회 결과를 CSV로 내보내기”입니다. 18.5절을 참조하십시오. 목록에 데이터가 없으면 누를 수 없습니다. 조회에 실패한 후에도 누를 수 없습니다(18.2절). |
| 목록 열 | 부품 번호, 작업 모드, 최종 토크(토크 측정으로 필터링하면 “각도 지점 토크”가 표시됨), 최종 각도(토크 렌치 또는 전동 공구로 필터링하면 숨겨짐), 결과, 완료 시간, 기록 상세. |
| “기록 상세” | 해당 기록의 상세 데이터와 곡선을 엽니다. |
| “‹”, “N 페이지”, “›” | 이전 페이지 / 다음 페이지이며 페이지당 최대 50건의 기록이 표시됩니다. 다른 페이지가 없으면 버튼이 비활성화됩니다. |

## 18.2 기록 조회

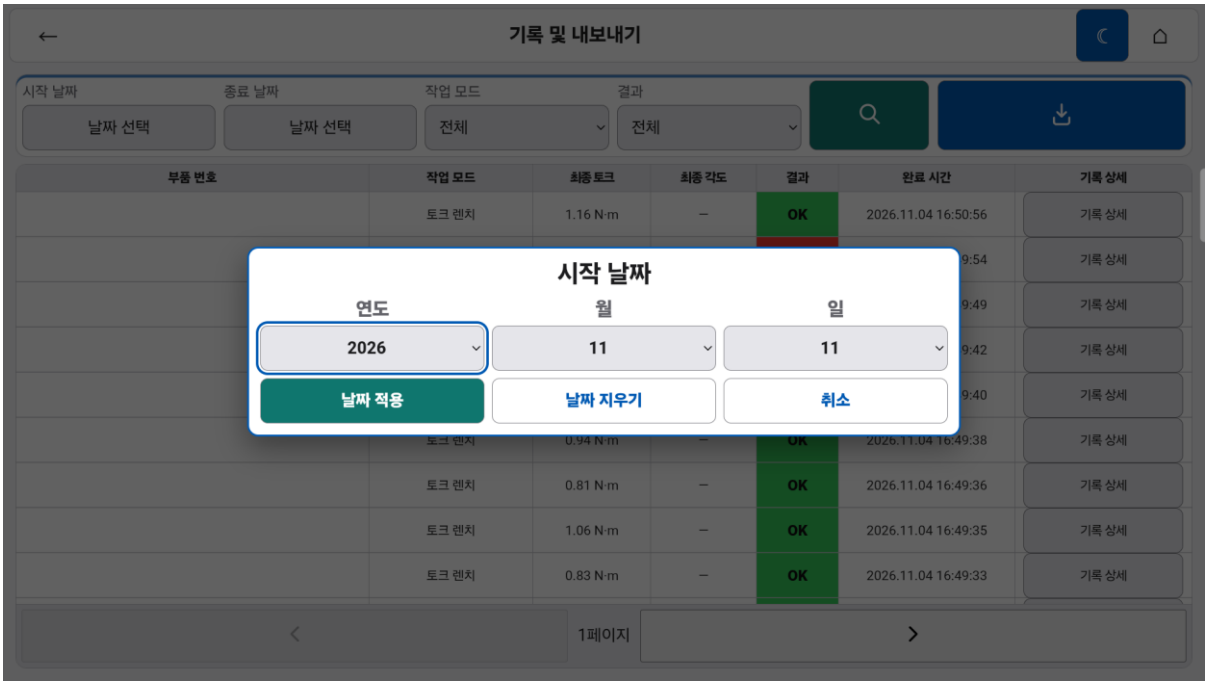



그림 18-2 날짜 선택 대화상자 (태블릿)




그림 18-2 날짜 선택 대화상자 (스마트폰)

1. “시작 날짜” 아래의 “날짜 선택”을 누르고 팝업에서 “연도”, “월”, “일”을 각각 선택한 후 “날짜 적용”을 누릅니다. 날짜 제한을 없애려면 “날짜 지우기”를, 변경을 취소하려면 “취소”를 누릅니다.
2. “종료 날짜”도 같은 방법으로 설정합니다.
3. “작업 모드”와 “결과” 드롭다운 목록에서 조건을 선택합니다.
4. 녹색 돋보기를 눌러 조회하고 목록이 갱신될 때까지 기다립니다.
5. 기록이 50건을 넘으면 “›”를 눌러 다음 페이지로 이동합니다.

목록에 이미 기록이 표시된 상태에서 조회나 페이지 전환에 실패하면 목록에 이전 기록이 그대로 남고 “불러오지 못했습니다. 이전 결과를 표시합니다. 다시 시도하세요.”가 표시됩니다. 조회에 성공할 때까지 다운로드 화살표를 누를 수 없으며, 조회에 실패한 후에는 페이지 버튼도 누를 수 없습니다. 돋보기를 눌러 다시 조회하십시오.

> **예시** 2026년 10월 1일부터 10월 12일까지 토크 렌치의 NOK 결과를 조회하려면: 시작 날짜 2026.10.01, 종료 날짜 2026.10.12, 작업 모드 “토크 렌치”, 결과 “NOK” → 돋보기를 누릅니다.

> **팁 날짜는 기기 위치의 현지 날짜를 기준으로 필터링되며 종료 날짜는 그날 하루 전체를 포함합니다. 날짜를 지우거나 변경한 후에는 목록과 내보내기 범위를 갱신하기 위해 돋보기를 눌러야 하며, 결과가 비어 있으면 유효한 내보내기를 할 수 없습니다.**

## 18.3 기록 상세

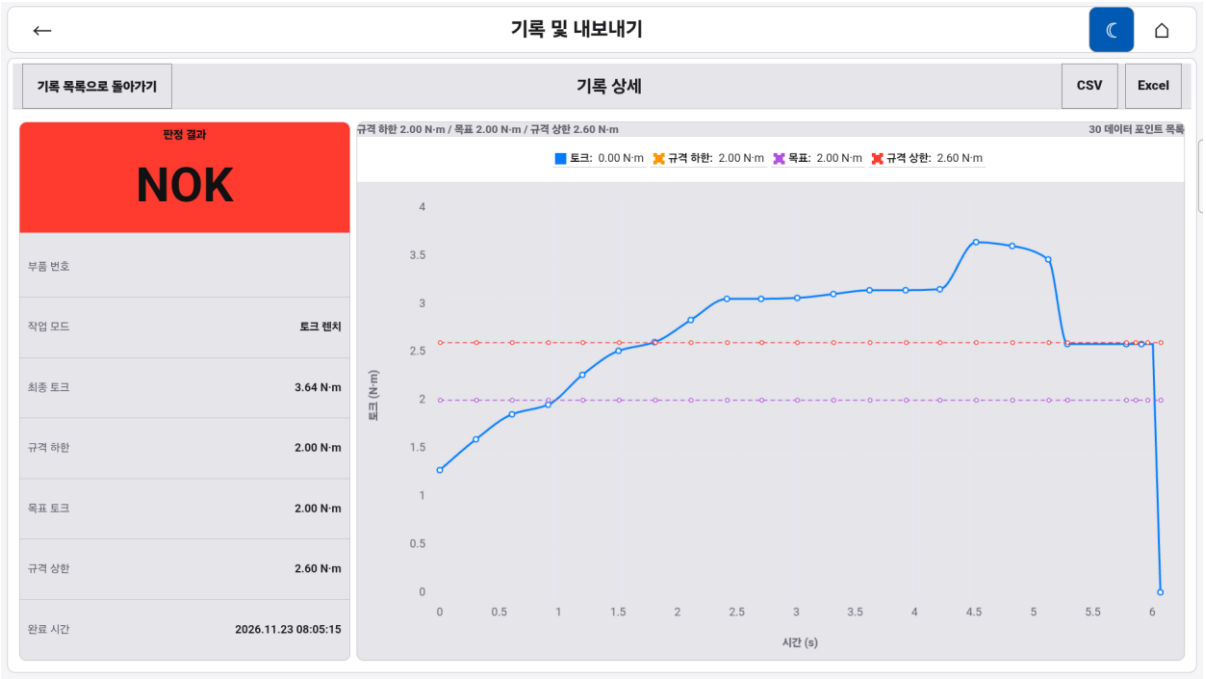



그림 18-3 기록 상세 (태블릿)

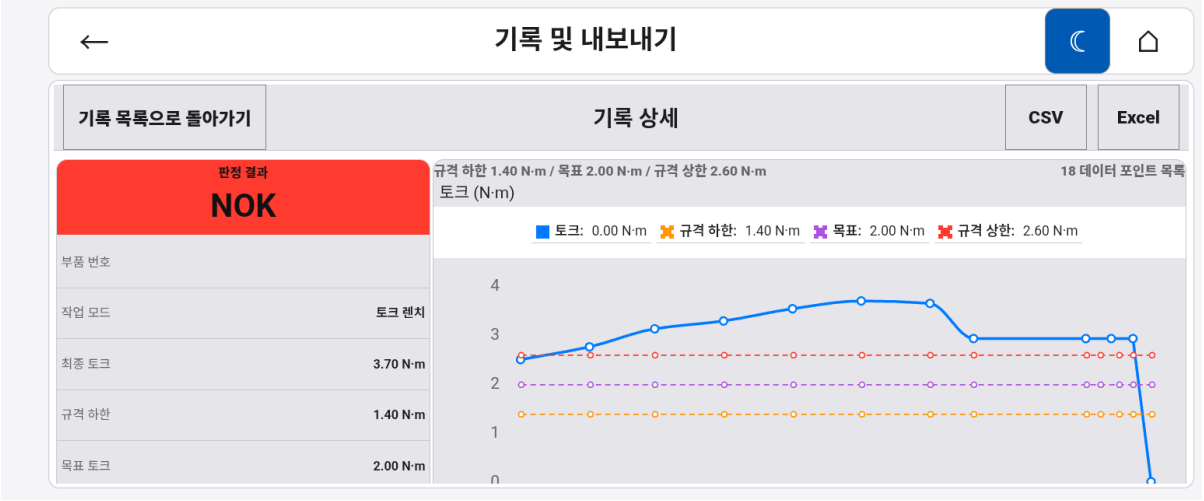



그림 18-3 기록 상세 (스마트폰)

| 영역 / 버튼 | 설명 |
|---|---|
| “기록 목록으로 돌아가기” | 목록으로 돌아가며 기존 조회 조건과 페이지를 유지합니다. |
| “CSV” | 이 기록의 포인트별 전체 데이터를 CSV로 내보냅니다(18.6절). |
| “Excel” | 이 기록의 Excel 파일을 내보내며, 요약, 포인트별 데이터, 편집 가능한 곡선 차트가 포함됩니다(18.6절). |
| 결과 | OK / NOK / Rehit. |

| 영역 / 버튼 | 설명 |
|---|---|
| 부품 번호, 작업 모드, 완료 시간 | 식별 데이터입니다. 부품 번호가 없으면 기록 ID가 대신 사용됩니다. |
| 최종 토크(토크 측정은 각도 지점 토크), 최종 각도 | 이번 실행의 결과입니다. 토크 렌치와 전동 공구에는 각도가 표시되지 않습니다. |
| 하한, 목표 토크, 상한 | 이번 측정 당시 저장된 조건입니다(이후 파라미터를 수정해도 변하지 않음). 한쪽 한계만 있는 조건(≥)에서 존재하지 않는 값은 "--"로 표시됩니다. |
| 곡선 | 이 기록에 저장된 모든 데이터 포인트입니다(위에 "데이터 포인트 N개"가 표시됨). X축은 "경과 시간 (s)"이며, 범례에는 토크, 각도(각도 모드), 하한, 목표, 상한이 포함됩니다. 토크와 각도 선은 저장된 모든 데이터 포인트를 지나는 매끄러운 곡선으로 그려지며, 데이터 포인트가 매우 가까이 있으면 포인트 표식의 일부만 그려집니다. 저장된 데이터와 내보낸 파일은 이로 인해 달라지지 않습니다. |

## 18.4 곡선에서 값 읽기

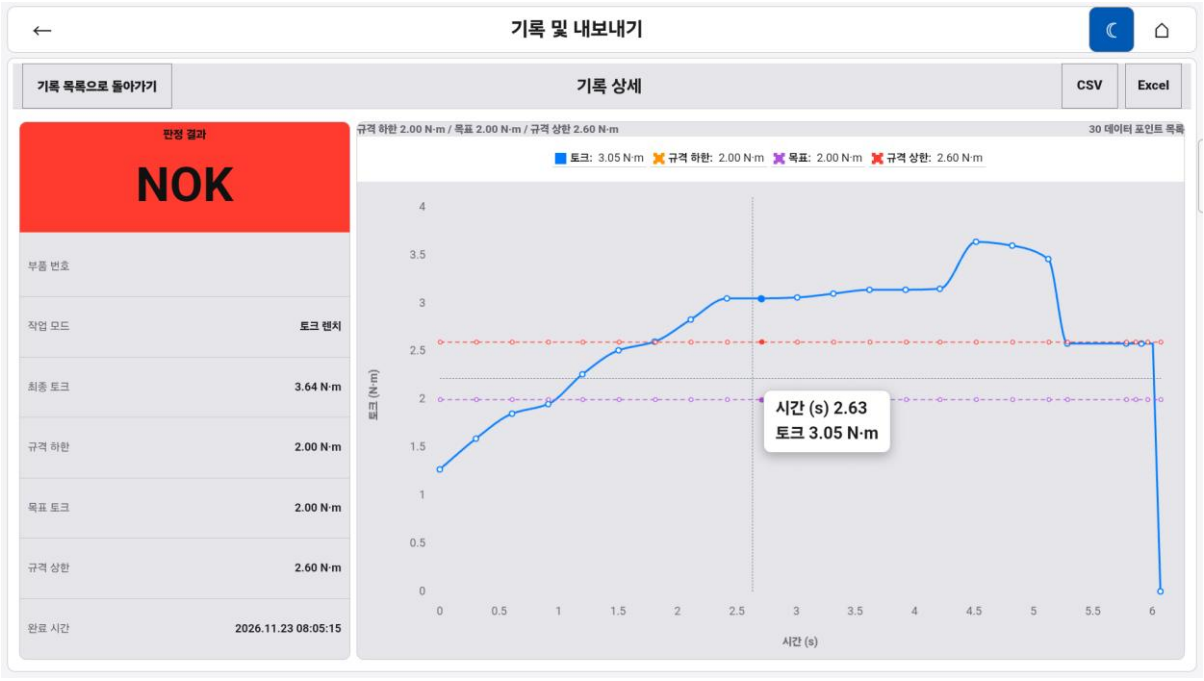



그림 18-4 곡선을 터치하여 특정 시점의 값 읽기 (태블릿)

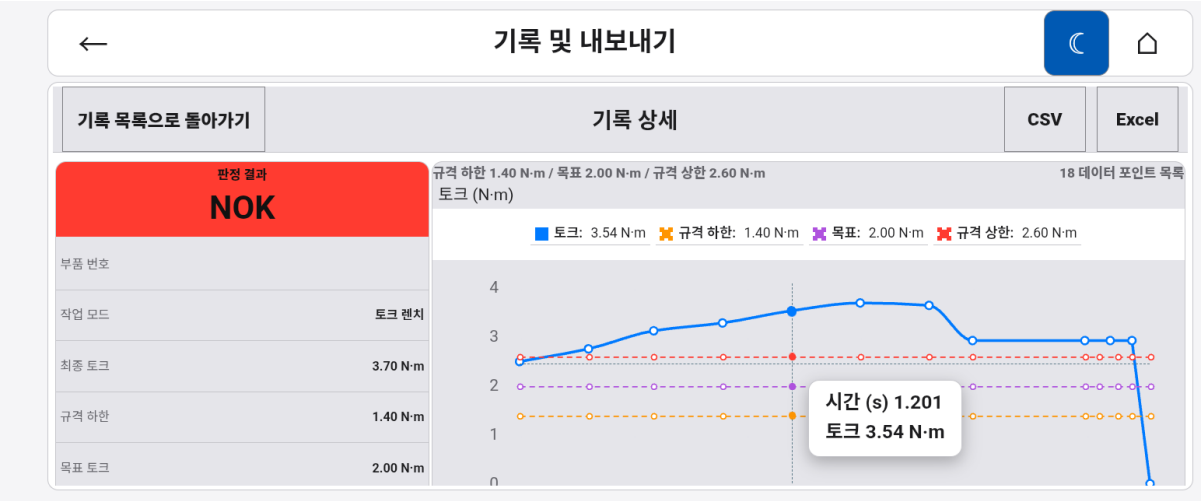



그림 18-4 곡선을 터치하여 특정 시점의 값 읽기 (스마트폰)

1. 기록 상세의 곡선 영역을 한 번 누르면(또는 마우스를 움직이면) 세로 커서와 값 팝업이 표시됩니다.
2. 팝업에는 해당 시점의 시간, 토크, 각도(모드에 따라 다름)가 표시됩니다.
3. 커서가 두 데이터 포인트 사이에 있으면 선형 보간으로 값이 표시됩니다. 읽기 참고용이며 데이터 포인트가 추가되지는 않습니다. 표시되는 시간은 데이터가 저장된 시간이며 내보낸 파일과 같습니다.

## 18.5 조회 결과를 요약 CSV로 내보내기

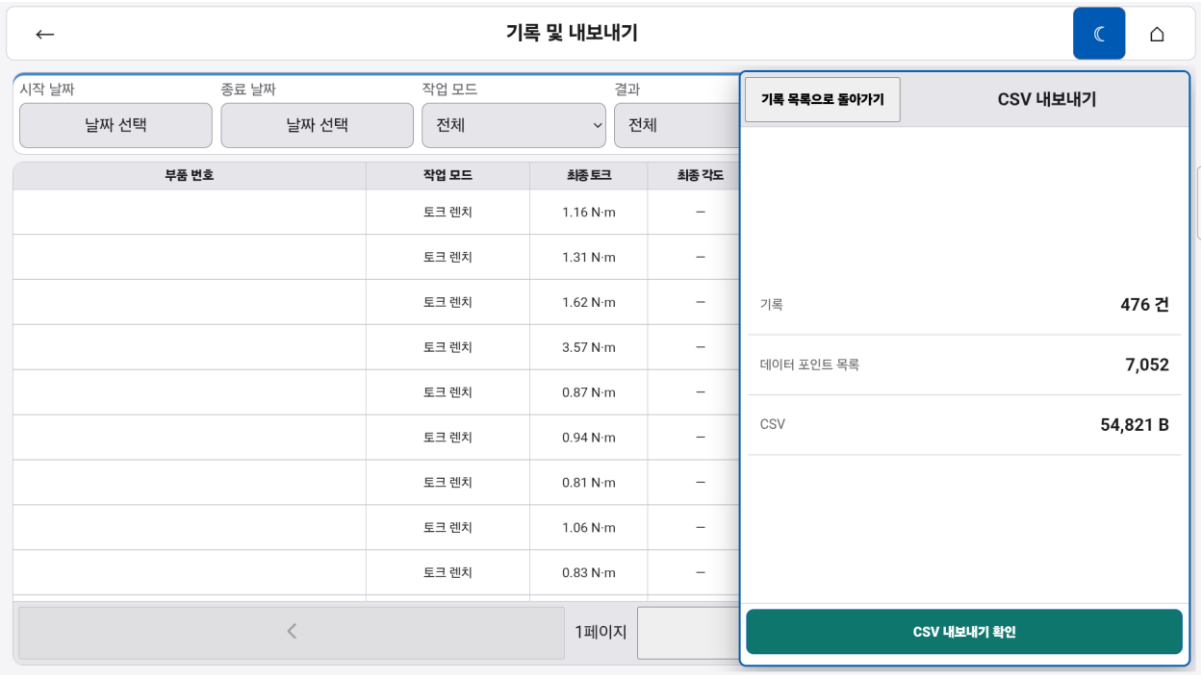



그림 18-5 목록의 요약 CSV 내보내기 확인 (태블릿)




그림 18-5 목록의 요약 CSV 내보내기 확인 (스마트폰)

1. 먼저 목록에서 필요한 데이터를 조회합니다(내보내기는 화면에 표시된 50건뿐 아니라 마지막 조회의 모든 결과를 포함합니다).
2. 파란색 다운로드 화살표 "현재 조회 결과를 CSV로 내보내기"를 누릅니다.
3. 오른쪽의 확인 영역에 "N 건", "데이터 포인트 목록" 수, 예상 파일 크기가 표시됩니다.
4. "CSV 내보내기 확인"을 누르고 Android 폴더 선택 화면에서 저장 위치(예: "Download")를 선택한 후 "이 폴더 사용"을 누르고 "허용"을 눌러 액세스를 허용합니다.
5. 내보내기에 성공하면 확인 영역에 파일 이름이 표시됩니다. "내 파일"에서 파일이 있는지 확인할 수 있습니다.
6. 내보내기를 포기하려면 "기록 목록으로 돌아가기"를 누릅니다.

> **팁** 요약 CSV는 기록당 한 행이며 포인트별 곡선 데이터는 포함하지 않습니다. 완전한 곡선 데이터가 필요하면 18.6절의 개별 기록 내보내기를 사용하십시오.

## 18.6 개별 기록을 전체 CSV 또는 Excel로 내보내기

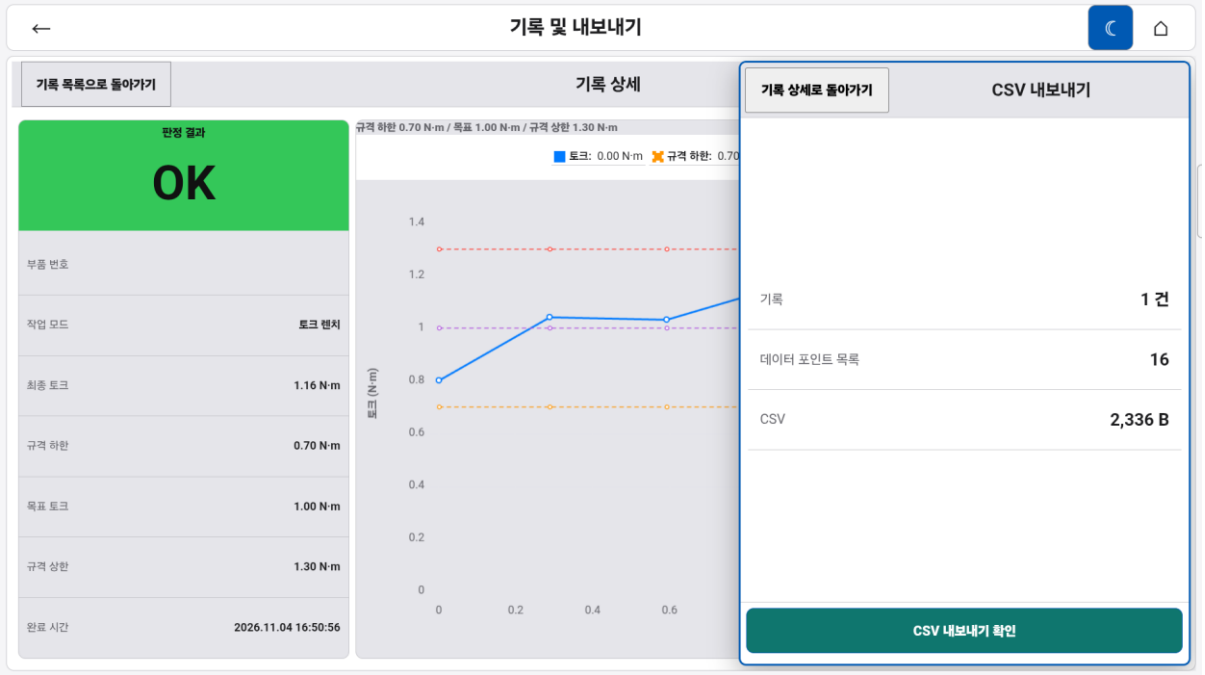



그림 18-6 개별 기록의 전체 CSV 내보내기 확인 (태블릿)




그림 18-6 개별 기록의 전체 CSV 내보내기 확인 (스마트폰)

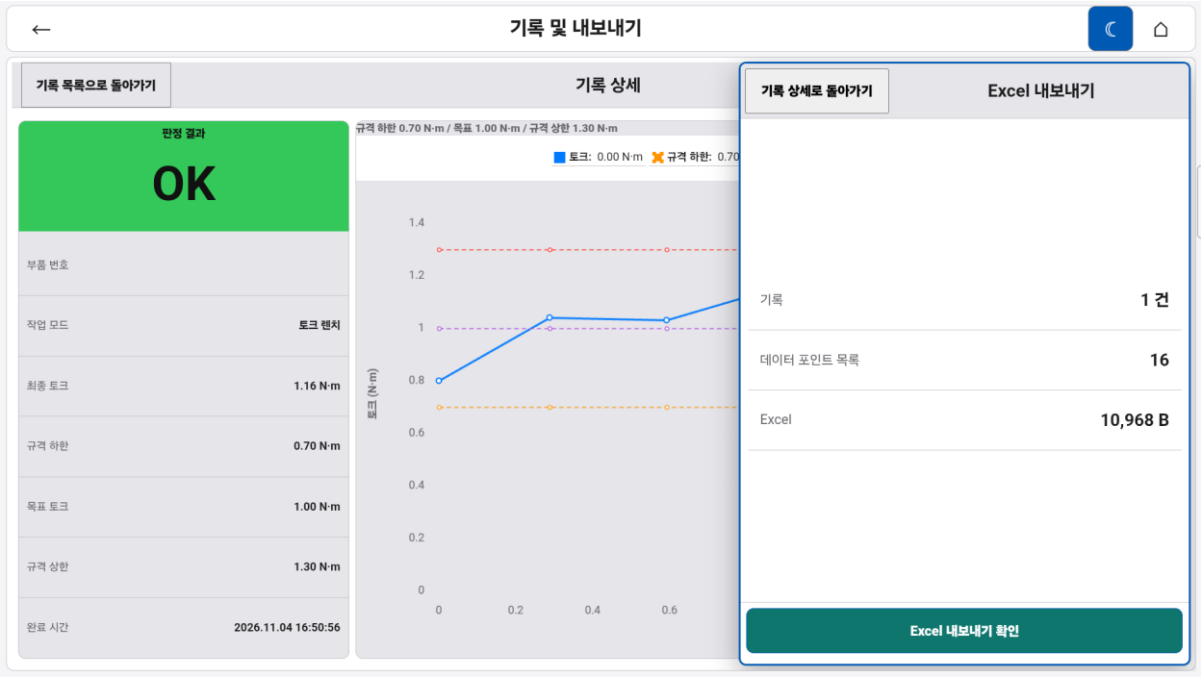



그림 18-7 개별 기록의 Excel 내보내기 확인 (태블릿)

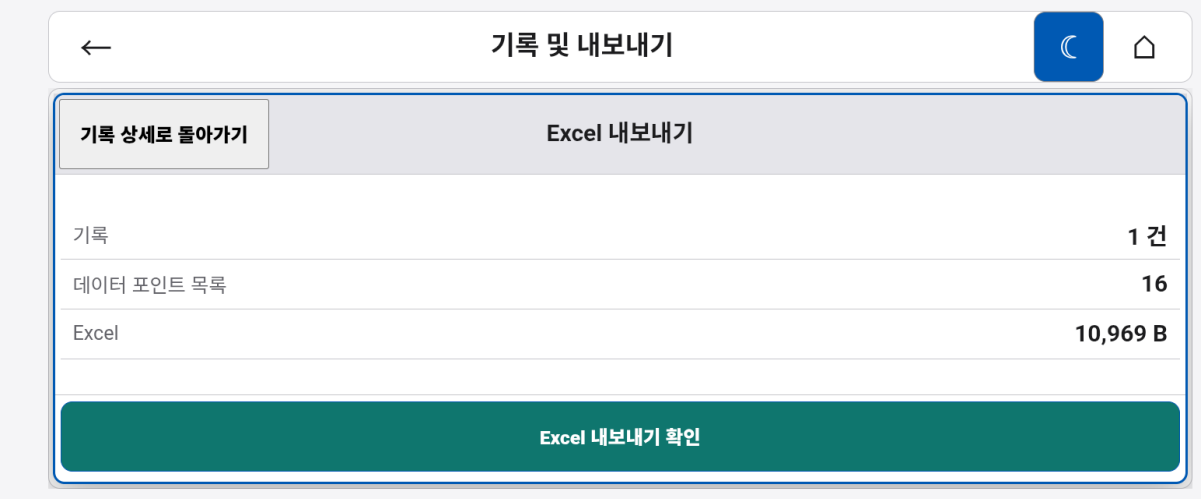



그림 18-7 개별 기록의 Excel 내보내기 확인 (스마트폰)

1. 목록에서 해당 기록의 “기록 상세”를 누르고 부품 번호, 모드, 결과, 시간을 확인합니다.
2. 상단 바에서 “CSV”(포인트별 전체 데이터) 또는 “Excel”(곡선 포함)을 누릅니다.
3. 확인 영역에 “1 건”, 데이터 포인트 수, 예상 크기가 표시됩니다.
4. “CSV 내보내기 확인” 또는 “Excel 내보내기 확인”을 누르고 저장 폴더를 선택한 후 액세스를 허용합니다.
5. 파일 이름이 표시되면 내보내기가 완료된 것입니다. 포기하려면 “기록 상세로 돌아가기”를 누릅니다.

## 18.7 내보내기 파일 형식

| 형식 | 상세 내용 |
| --- | --- |
| 요약 CSV | 파일 이름은 “모드 이름-날짜.csv”이며, 날짜는 인터페이스 언어의 순서를 따르고 하이픈으로 구분합니다. 예: 繁體中文 “扭矩扳手-2026-10-16.csv”, English “Torque Wrench-10-16-2026.csv”. 개별 기록의 CSV와 Excel도 같은 규칙을 사용합니다(Excel 확장자는 .xlsx). 각 기록이 한 행이며 첫 행에는 열 이름이 있습니다. 인코딩은 UTF-8(BOM 포함)이므로 Excel에서 바로 열 수 있고 중국어도 올바르게 표시됩니다. |
| 요약 CSV 열 | 완료 시간, 작업 모드, 결과, 사용자 이름, 작업 스테이션, 부품 번호, 그룹 ID, 단계 ID, 공구 유형, 모델, 시리얼 번호, 목표 토크, 토크 하한, 토크 상한, 최대 토크, 각도 지점 토크, 목표 각도, 각도 하한, 각도 상한, 최대값 도달 시간 (s), 펄스 수, 토크 단위(공구 유형 값은 인터페이스 언어로 기록되며, 모델에는 이 브랜드의 모델명이 표시됩니다). 토크 측정 기록이 포함되면 “각도 토크”가 추가되고, 각도 모드 기록이 포함되면 “최종 각도”가 추가됩니다. |
| 개별 기록 전체 CSV | 저장된 데이터 포인트마다 한 행입니다. 각 행은 기록 요약 열을 반복하고 시간 (s)(상대 시간, 소수 둘째 자리), 토크, 샘플 토크 단위, 각도 (°), 배터리 (%), 샘플 펄스 수를 추가합니다. |
| 개별 기록 Excel (.xlsx) | 세 개의 워크시트: “기록 요약”, “데이터 포인트 목록”, “토크 각도 차트”. 차트는 편집 가능한 기본 Excel 분산형 차트이며, X축은 시간, 주 Y축은 토크, 보조 Y축은 각도이고 목표선과 공차선이 포함됩니다. 요약 시트에서 B열은 왼쪽 정렬이며(아랍어에서는 오른쪽 정렬), 0으로 반올림되는 값은 -0.0이 아니라 항상 0.0으로 표시됩니다. |
| 값 및 언어 | 열 이름, 날짜, 숫자 형식은 내보낼 때의 인터페이스 언어를 따르며 토크는 전역 단위에 따라 환산됩니다. 나중에 언어를 바꿔도 이미 내보낸 파일은 바뀌지 않습니다. |
| 구분 기호 | 번체 중국어, 간체 중국어, 영어, 일본어, 한국어, 태국어, 아랍어는 쉼표를 구분 기호로 사용하며, 독일어, 터키어, 프랑스어, 러시아어, 이탈리아어, 포르투갈어, 스페인어, 인도네시아어, 베트남어는 세미콜론을 사용합니다. 파일은 UTF-8(BOM 포함)이며 줄 끝은 CRLF입니다. 스프레드시트가 수식으로 해석하거나 앞자리 0을 제거하지 않도록 = + - @로 시작하는 텍스트와 앞자리가 0인 숫자 앞에는 작은따옴표(')가 추가됩니다. |

| 형식 | 상세 내용 |
| --- | --- |
| 데이터 포인트 한도 | 개별 기록 내보내기에는 해당 기록에 저장된 모든 데이터 포인트가 포함됩니다. Excel 파일은 1,048,575개 포인트를 초과하면 내보낼 수 없으므로 전체 CSV를 대신 사용하십시오. |
| 포함되지 않는 열 | 사용자 내보내기에는 형식 버전, 기록 ID, 캡처 ID, 주기 ID, 시간대 오프셋, 설정 버전, 해제 토크, 해제 각도와 샘플 순번, 원본 마이크로초, 원본 토크 / 각도 같은 내부 열이 포함되지 않습니다. |

### 부품 번호의 앞자리 0을 유지하며 Excel에서 CSV 열기

1. Excel을 열고 “데이터 > 텍스트/CSV에서”를 선택한 후 내보낸 CSV 파일을 선택합니다.
2. 미리보기 창에서 “파일 원본”이 “65001: Unicode (UTF-8)”이고 구분 기호가 올바른지 확인합니다.
3. “데이터 변환”을 클릭하고 “부품 번호” 열의 데이터 형식을 “텍스트”로 설정한 후 “닫기 및 로드”를 클릭합니다.

### 내보내기 취소 및 다시 내보내기

Android 저장 화면에서 뒤로 가기 또는 취소를 누르면 이번 내보내기는 완료된 것으로 간주되지 않습니다. 내보내기 준비가 지워지고 확인 영역이 닫히며, “CSV”, “Excel” 또는 내보내기 버튼을 다시 누르면 내보내기가 다시 준비됩니다. 내보내는 동안에는 앱을 전면에 두고 완료될 때까지 기다리십시오. 이번 버전에서는 내보내기와 폴더 선택을 실제 기기에서 아직 시험하지 않았습니다. 취소 후에도 다시 내보낼 수 없으면 화면을 그대로 두고 보고하십시오. 앱 데이터를 지우지 마십시오.

## 18.8 내보내기 실패 처리

| 예상 원인 | 조치 |
| --- | --- |
| 목록에 데이터가 없음 | 먼저 기록을 한 건 이상 조회하십시오. |
| 기록에 저장된 데이터 포인트가 없음 | 개별 기록 내보내기는 데이터를 임의로 만들어 내지 않습니다. 대신 요약 CSV를 사용하십시오. |

| 예상 원인 | 조치 |
| --- | --- |
| “측정 기록” 또는 “CSV 내보내기” 권한이 없음 | 관리자에게 부여를 요청하십시오(둘 다 필요합니다). |
| Android 폴더 선택이 취소되었거나 폴더에 쓸 수 없음 | 다시 내보내고 쓸 수 있는 폴더(예: Download)를 선택하십시오. |
| 저장 공간 부족 | 공간을 확보한 후 다시 시도하십시오. |
| 내보내기 영역에 “내보낼 데이터 없음”이 표시됨 | 현재 조회 결과에 기록이 없습니다. 조회 조건을 조정하고 목록에 데이터가 있는지 확인한 후 내보내십시오. |
| 기록 또는 통계 화면에 “불러오기 실패”가 표시됨 | 일시적으로 데이터를 읽지 못했습니다. 목록으로 돌아가 다시 여십시오. 계속 발생하면 시간을 기록하여 공급업체에 보고하십시오. |
| 목록에 “불러오지 못했습니다. 이전 결과를 표시합니다. 다시 시도하세요.”가 표시되고 다운로드 화살표를 누를 수 없음 | 마지막 조회가 실패하여 목록이 화면의 조건과 일치하지 않을 수 있습니다. 돋보기를 눌러 다시 조회한 후 내보내십시오. |

# 제19장 통신 설정 (Modbus TCP)

경로: 메인 메뉴 → “시스템 설정” → “통신 설정”. TMS는 Android 기기에서 Modbus TCP 서버(슬레이브)를 제공하며, PLC 또는 컴퓨터가 클라이언트(마스터)로서 직접 연결하여 측정 결과를 읽거나 명령을 내립니다. 이번 버전은 Modbus TCP만 지원하며 Modbus RTU / RS-485는 지원하지 않습니다.




그림 19-1 통신 설정 (서버 비활성화) (태블릿)

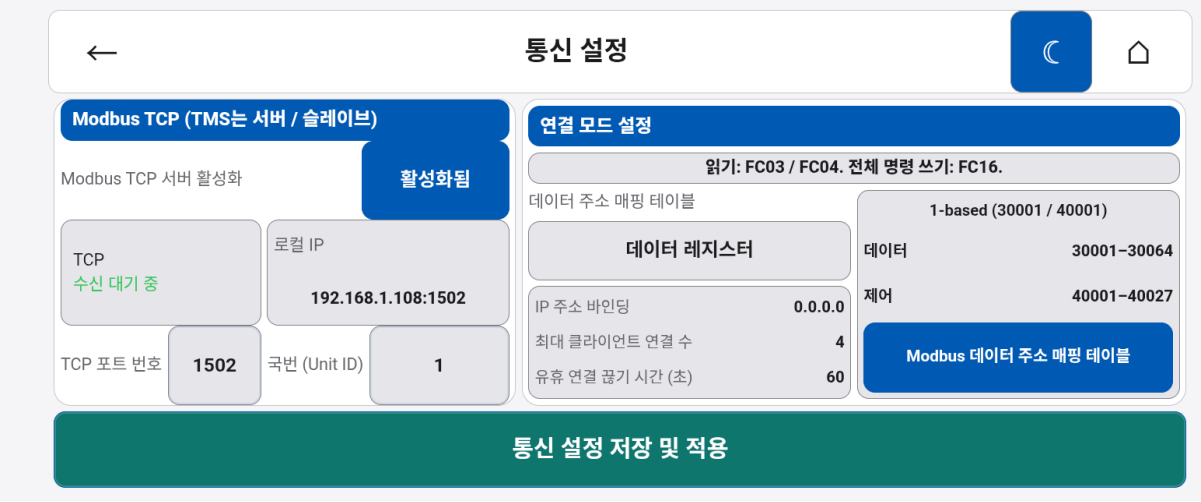



그림 19-1 통신 설정 (서버 비활성화) (스마트폰)

## 19.1 화면 설명

| 영역 / 필드 | 설명 | 기본값 |
|---|---|---|
| Modbus TCP 서버 활성화 | 버튼에 “비활성화됨” 또는 “활성화됨”이 표시되며 한 번 누르면 전환됩니다(저장해야 변경 사항이 적용됨). | 비활성화됨 |
| TCP (상태) | 정지됨, 수신 대기 중(녹색) 또는 오류. 포트가 충돌하면 “바인딩 실패: 포트가 사용 중이지 않은지 확인하거나, 해당 포트에 관리자 권한이 필요한지 확인하세요.”가 표시됩니다. | 정지됨 |
| 로컬 IP | Android 기기의 현재 IP와 포트이며 예를 들어 “192.168.1.70:1502”와 같습니다. PLC 설정에 사용합니다. 네트워크가 없으면 “사용 가능한 네트워크 인터페이스 없음”이 표시됩니다. | — |
| TCP 포트 번호 | PLC 연결용 포트이며 1–65535. | 1502 |
| 국번 (Unit ID) | Modbus 유닛 ID이며 1–247. PLC 측에서도 같은 값을 사용해야 합니다. | 1 |
| 데이터 주소 매핑 테이블 | 항상 “데이터 레지스터”가 표시되며 그 옆에 “읽기: FC03 / FC04. 전체 명령 쓰기: FC16.”라는 설명이 있습니다. | — |
| IP 주소 바인딩 | 0.0.0.0은 모든 네트워크 인터페이스의 연결을 수락한다는 뜻입니다(읽기 전용). | 0.0.0.0 |
| 최대 클라이언트 연결 수 | 동시 연결 수의 상한입니다(읽기 전용). | 4 |
| 유휴 연결 끊기 시간 (초) | 이 시간보다 오래 유휴 상태이면 자동으로 연결이 끊어집니다(읽기 전용). | 60 |
| 주소 표시 기준 | 화면에 “1-based (30001 / 40001)”이 표시됩니다. 데이터 30001–30064(입력 레지스터), 제어 40001–40027(홀딩 레지스터). | — |

| 영역 / 필드 | 설명 | 기본값 |
|---|---|---|
| “Modbus 데이터 주소 매핑 테이블” | 전체 주소 표를 엽니다(19.3절). | — |
| “통신 설정 저장 및 적용” | 설정을 저장하고 서비스를 다시 시작합니다. 저장하는 동안에는 “저장 중…”, 성공하면 “저장 및 적용 완료”, 실패하면 “저장 실패: ” 뒤에 사유가 표시됩니다. | — |

## 19.2 서버 활성화 및 PLC 연결

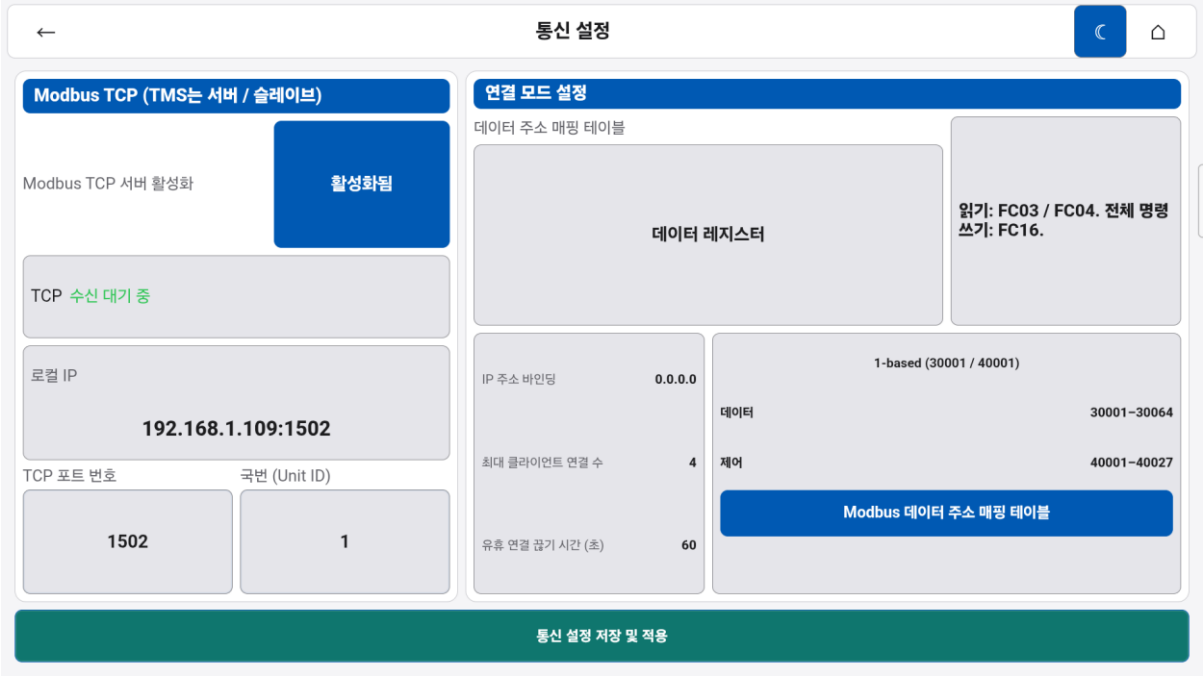



그림 19-2 통신 설정 (서버 실행 중) (태블릿)

1. Android 기기와 PLC를 같은 근거리 통신망(Wi-Fi 또는 USB 이더넷)에 연결하고, 네트워크에 클라이언트 격리가 없는지 확인합니다.
2. “비활성화됨” 버튼을 눌러 “활성화됨”으로 바꿉니다. 필요하면 “TCP 포트 번호”와 “국번 (Unit ID)”을 변경합니다.
3. “통신 설정 저장 및 적용”을 누르고 “저장 및 적용 완료”가 나타나며 TCP 상태가 “수신 대기 중”인지 확인합니다.
4. “로컬 IP”(예: 192.168.1.70:1502)를 기록해 둡니다.
5. PLC에서 Modbus TCP 클라이언트를 설정합니다: IP = 192.168.1.70, Port = 1502, Unit ID = 1.
6. 먼저 FC04로 30001–30002를 읽습니다. 0x544D(10진수 21581)와 2가 읽혀야 하며, 이는 연결과 프로토콜이 올바르다는 것을 보여 줍니다.
7. 그런 다음 30009–30064를 읽어 측정 데이터를 가져옵니다(해석 방법은 19.4절 참조).

**경고** Modbus TCP에는 암호화와 계정 인증이 없습니다. 관리되는 공장 LAN에서만 사용하고 이 포트를 인터넷에 노출하지 마십시오. 사용하지 않을 때는 다시 “비활성화됨”으로 설정하고 저장하십시오.

## 19.3 Modbus 데이터 주소 매핑 테이블

**Modbus 데이터 주소 매핑 테이블** 데이터 레지스터 뒤로

Android는 Modbus TCP만 사용합니다. 이 표는 실시간 상태와 최근 완료 결과를 제공하며 전체 기록 조회용이 아닙니다. D1–D4 제한은 전체 공통 설명을 참조하세요. 전체 공통 설명 / 플랫폼 제한

40002–40021의 레지스터 20개를 한 번에 써야 하며 개별 수정은 안 됩니다. 마지막 워드는 0xA55A입니다. 쓰기 응답은 명령 성공이 아닙니다. 응답 번호, 상태, 오류를 확인하세요.

▶ ZIPPTORK 주소 변환 및 읽기 예시

| 주소 | 데이터 이름 | 데이터 형식 | 레지스터 수 | 배율 | 접근 방식 | 값 설명 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 입력 레지스터(읽기 전용) | | | | | | |
| 30001 | 데이터 형식 식별 코드 Protocol.Magic | UINT16 | 1 | 1 | 읽기 전용 FC04 | 고정값: 0x544D. |
| 30002 | 프로토콜 주 버전 Protocol.VersionMajor | UINT16 | 1 | 1 | 읽기 전용 FC04 | 고정값: 2. |
| 30003 | 프로토콜 부 버전 Protocol.VersionMinor | UINT16 | 1 | 1 | 읽기 전용 FC04 | 고정값: 0. |
| 30004 | 지원 기능 Protocol.Capabilities | BITFIELD | 1 | – | 읽기 전용 FC04 | 각 비트는 별도 상태입니다(비트 0–5). 1은 설정, 0은 해제입니다. |
| 30005 | 토크 환산 배율 Protocol.TorqueScale | UINT16 | 1 | 1 | 읽기 전용 FC04 | 고정값: 1000. |
| 30006 | 각도 환산 배율 Protocol.AngleScale | UINT16 | 1 | 1 | 읽기 전용 FC04 | 고정값: 1000. |
| 30007–30008 | 데이터 게시 식별 코드 Protocol.BootId | UINT32 | 2 | 1 | 읽기 전용 FC04 | 게시 데이터 식별자(BootId)입니다. 데이터 및 명령 시퀀스 번호와 함께 저장하세요. 값의 변경이 반드시 APP 재시작을 의미하지는 않습니다. 레지스터 재구성 관련 제한은 D4를 참조하세요. |

그림 19-3 Modbus 데이터 주소 매핑 테이블 대화상자 (이전 버전. 현재는 공통 사양 1.0에 따라 표시됨) (태블릿)

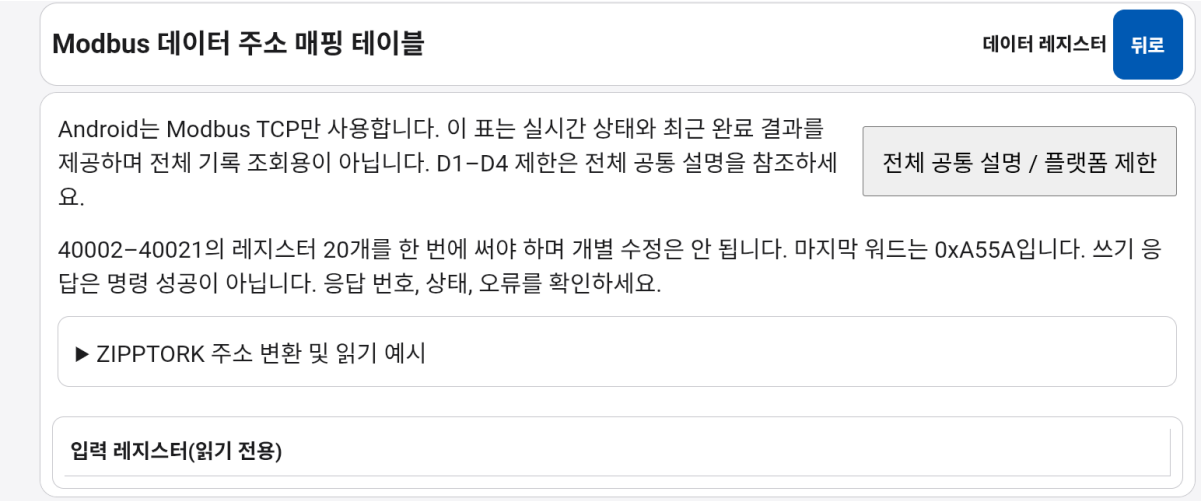



그림 19-3 Modbus 데이터 주소 매핑 테이블 대화상자 (이전 버전. 현재는 공통 사양 1.0에 따라 표시됨) (스마트폰)

"Modbus 데이터 주소 매핑 테이블"을 눌러 엽니다. 제목 아래에 "데이터 레지스터"가 표시되며 "뒤로"를 누르면 닫힙니다. 이 표는 주소 형식을 설명하는 것이며 실시간 값은 표시하지 않습니다. 전체 주소 표는 부록 D를 참조하십시오. 화면은 위에서 아래로 다음과 같이 구성됩니다.

- 설명: “Android는 Modbus TCP만 사용합니다. 이 표는 실시간 상태와 최근 완료 결과를 제공하며 전체 기록 조회용이 아닙니다. D1–D4 제한은 전체 공통 설명을 참조하세요.”
- 쓰기 규칙: “40002–40021의 레지스터 20개를 한 번에 써야 하며 개별 수정은 안 됩니다. 마지막 워드는 0xA55A입니다. 쓰기 응답은 명령 성공이 아닙니다. 응답 번호, 상태, 오류를 확인하세요.”
- “전체 공통 설명 / 플랫폼 제한” 버튼: 일부 필드를 플랫폼 공통 설명으로 전환하고 표 뒤에 “플랫폼 차이 및 제한”(D1–D4, 아래 표 참조)을 추가합니다.
- “ZIPPTORK 주소 변환 및 읽기 예시”(▶를 눌러 펼침): 30031–30032를 예로 들면 30031 − 30001 = 30(0부터 시작하는 주소)이며, FC04로 레지스터 2개를 상위 워드 우선으로 읽습니다. 원시 값 0과 35000 → 35000 ÷ 1000 = 35 N·m(데이터가 유효하고 단위 코드가 1일 때). 이 예시는 연결하지 않습니다. 전체 절차는 19.6.1절을 참조하십시오.
- 레지스터 목록: “입력 레지스터(읽기 전용)”와 “홀딩 레지스터(일부 쓰기 가능)”의 두 그룹으로 나뉘며 주소, 데이터 이름, 데이터 형식, 레지스터 수, 배율, 접근 방식, 값 설명 열이 있습니다. 너비가 915 CSS 픽셀 이하인 가로 화면에서는 대신 레지스터마다 카드 하나가 표시됩니다.

“플랫폼 차이 및 제한”의 내용은 다음과 같습니다. Android는 Modbus TCP만 지원하며 RTU, Open Protocol, 모드 6(공정 능력 지수)은 Windows 전용입니다.

| 항목 | 설명 |
|---|---|
| D1 Command.RevisionOrBootId | 명령 1은 설정 버전을 사용합니다. 명령 2–5에서 Windows는 BootId를 요구하지만 Android는 검사하지 않습니다. |
| D2 Command.Sequence | 0이어서는 안 됩니다. 같은 번호에 같은 내용은 재전송으로 처리되고, 같은 번호에 다른 내용은 거부됩니다. 이전 번호를 거부하는 것은 Windows뿐입니다. |
| D3 Tool.ErrorFlags | 비트 정의가 플랫폼마다 다르므로 하나의 디코더를 두 플랫폼에 재사용하지 마십시오. |
| D4 Data.Validity / Controller.Status | 비트 이름은 같지만 플랫폼별 발생 조건은 상호 검증되지 않았습니다. 앱이 재시작되지 않아도 BootId가 바뀔 수 있습니다. |

## 19.4 데이터 해석 방법

- 주소는 1부터 시작합니다. 30001은 통신 프로토콜의 오프셋 0에 해당합니다. 일부 PLC 소프트웨어는 오프셋 값을 요구하므로 PLC 설명서에 따라 변환하십시오.
- 32비트 데이터는 레지스터 2개를 차지하며 상위 워드가 먼저입니다(ABCD).
- INT32 ×1000: 부호 있는 32비트 정수로 결합한 뒤 1000으로 나눕니다. 예: 토크와 각도.
- UINT64 UTC ms: 결과 시각은 UTC 밀리초 타임스탬프입니다.
- 먼저 30013(Data.Validity)의 유효 비트를 확인한 후 값을 해석하십시오. 읽은 값 0을 정상 데이터로 취급하지 마십시오.
- 알 수 없는 값의 표현 방식: 배터리 65535(0xFFFF), Sensor.AgeMs와 Result.AgeMs 4294967295(0xFFFFFFFF), 완료 시각 0. 0 또는 알 수 없는 값을 읽으면 Data.Validity, Sensor.State(30026), 데이터 시각도 함께 확인하고 유효한 측정값으로 취급하지 마십시오.

> **예시** 30035–30036(Torque.Final)을 읽으면 0x0000, 0xBE50이 나옵니다.
> 결합: 0x0000BE50 = 48720 → 48720 ÷ 1000 = 48.720 N·m.
> 0xFFFF, 0xFA24를 읽은 경우: 결합하면 0xFFFFFA24이고 부호 있는 정수로 해석하면 −1500 → −1.500입니다.

## 19.5 명령 쓰기 (FC16)

PLC는 홀딩 레지스터에 값을 써서 명령을 내릴 수 있습니다. 규칙은 다음과 같습니다.

1. FC16으로 40002–40021의 레지스터 20개를 한 번의 요청으로 씁니다. 나누어 쓰지 말고 FC06도 사용하지 마십시오.
2. 40002 Command.Code: 1 = 파라미터 적용, 2 = 배치 레시피 선택, 3 = 공구 잠금, 4 = 공구 잠금 해제, 5 = 배치 초기화.
3. 40003–40004 Command.Sequence: 명령마다 0이 아닌 새 번호를 사용합니다.
4. 40021 Command.Apply에는 반드시 0xA55A를 써야 합니다.

5. 숫자 필드는 배율에 맞게 변환하여 씁니다. 토크, 각도, 공차는 모두 1000을 곱합니다. 예를 들어 목표 2 N·m는 2000, 90.5°는 90500, 공차 10%는 10000(0.1이 아님)으로 씁니다. 32비트 값은 상위 워드가 먼저입니다.
6. 쓴 후 FC03으로 40022–40027을 읽고 Reply.Sequence가 방금 쓴 번호와 같은지 확인한 다음 Reply.Status와 Reply.Error를 확인합니다. 쓰기 응답은 레지스터에 값이 쓰였다는 뜻일 뿐 명령이 성공적으로 실행되었다는 뜻이 아닙니다. 이전 명령을 처리하는 중에 새 명령을 보내면 busy가 반환됩니다.

> **팁** 파라미터 적용(명령 1)에는 40005–40006(Command.RevisionOrBootId)에 현재 설정 버전이 필요합니다. 현재 버전은 40026–40027(Reply.Revision)에서 읽을 수 있습니다. 앱은 이 두 워드를 주기적으로 갱신하며, TMS 화면에서 파라미터를 수정하면 버전이 바뀝니다. 버전이 일치하지 않으면 Reply.Error가 2입니다. 버전을 다시 읽고 새 번호로 다시 보내십시오.
> 같은 번호에 같은 내용은 재전송할 수 있고, 같은 번호에 다른 내용은 거부됩니다. 이전 명령이 완료되기 전에 새 명령을 연달아 보내지 마십시오.

앱은 FC16을 받으면 먼저 형식을 확인합니다. 형식에 맞지 않으면 Modbus 예외 코드를 바로 반환하며 명령 영역과 응답 영역은 변하지 않습니다.

| 쓰기 경우 | 앱 응답 |
|---|---|
| 40002부터 시작하는 20개 레지스터를 한 번의 요청으로 쓰지 않음 | 예외 코드 02 (잘못된 데이터 주소) |
| 명령 코드가 1–5가 아니거나, 번호가 0이거나, 40021이 0xA55A가 아님 | 예외 코드 03 (잘못된 데이터 값) |
| 이전 명령과 번호는 같지만 내용이 다름 | 예외 코드 03 (잘못된 데이터 값) |
| 이전 명령과 번호와 내용이 모두 같음 | 재전송으로 처리됨: 정상 응답이며 다시 실행되지 않음 |

| 쓰기 경우 | 앱 응답 |
| --- | --- |
| 이전 명령을 아직 처리 중임 (Reply.Status = 1) | 예외 코드 06 (슬레이브 사용 중) |
| FC06으로 레지스터 하나를 씀 | 예외 코드 01 (잘못된 기능) |

형식 확인을 통과하면 Reply.Status가 먼저 1(처리 중)이 되고, 완료되면 2(성공) 또는 3(실패, 원인은 Reply.Error와 부록 E 참조)이 됩니다. Android에서 각 명령의 조건은 다음과 같습니다. 명령 2–5에 필요 없는 필드에는 0을 채웁니다. Android는 명령 2–5에서 40005–40006을 검사하지 않지만, 같은 PLC 프로그램이 Windows 버전에도 연결되어야 한다면 30007–30008의 BootId를 채우십시오(D1).

| 명령 | 채울 필드 | Android 실행 조건 및 결과 |
| --- | --- | --- |
| 1 파라미터 적용 | 40005–40006 현재 설정 버전, 40008 모드 1–4, 40009 단위 1–6, 40010 판정 방식 0 / 1, 40011–40020 값(×1000) | 측정 또는 배치 작업이 진행 중이면 오류 1이 반환되고, 버전이 일치하지 않으면 오류 2, 모드 5이면 오류 5, 그 밖의 잘못된 값이면 오류 3이 반환됩니다. 성공하면 해당 모드의 작업 파라미터가 갱신되며 Reply.Revision에 새 설정 버전이 표시됩니다. |
| 2 배치 레시피 선택 | 40007 배치 레시피 번호 1–999 | 측정 또는 배치 작업이 진행 중이면 오류 1이 반환되고, 번호가 없으면 오류 4가 반환됩니다. |
| 3 공구 잠금 | 명령 코드, 번호, 제출 코드만 필요 | 공구의 연결을 끊고 잠김으로 표시합니다. 30014의 비트 5가 1이 됩니다. |

| 명령 | 채울 필드 | Android 실행 조건 및 결과 |
| --- | --- | --- |
| 4 공구 잠금 해제 | 명령 코드, 번호, 제출 코드만 필요 | 공구를 다시 감지하고 잠금을 해제합니다. 30014의 비트 5가 0이 됩니다. |
| 5 배치 초기화 | 명령 코드, 번호, 제출 코드만 필요 | 현재 선택된 배치 레시피를 초기화합니다. 측정 또는 배치 작업이 진행 중이면 오류 1이 반환되고, 아직 레시피를 선택하지 않았으면 오류 4가 반환됩니다. |

> 먼저 힘을 가하지 않는 안전한 상태에서 명령을 시험하십시오.

## 19.6 PLC 읽기/쓰기 예시

다음 다섯 가지 예시는 PLC 프로그램의 읽기/쓰기 순서를 보여 줍니다. 값은 프로그램과 공통 사양에 따라 계산한 것이며 형식을 설명하는 용도로만 사용됩니다. 기기에서 측정한 값이 아닙니다.

### 19.6.1 예시 1: 실시간 토크 읽기

앱의 Modbus 데이터 주소 매핑 테이블에 있는 "ZIPPTORK 주소 변환 및 읽기 예시"에 해당합니다.

1. FC04로 30001–30002를 읽고 21581(0x544D)과 2인지 확인합니다.
2. 30013(Data.Validity)을 읽고 비트 0(실시간 토크 유효)이 1인지 확인합니다. 30017(Unit.Live)을 읽으며 1은 N·m입니다.
3. FC04로 30031부터 레지스터 2개를 읽습니다. PLC 소프트웨어가 0부터 시작하는 주소를 요구하면 30(30031 − 30001)을 입력하고, 소프트웨어가 30031을 바로 받으면 다시 빼지 마십시오.
4. 상위 워드를 먼저 두고 결합합니다. 읽은 값이 0과 35000이라고 하면 결합 값 = 0 × 65536 + 35000 = 35000입니다.
5. 부호 있는 32비트 정수로 해석하고 1000으로 나눕니다: 35000 ÷ 1000 = 35.000 N·m.

### 19.6.2 예시 2: 공구 잠금 (명령 3)

FC16으로 40002부터 다음 20개 레지스터를 한 번에 씁니다(번호 1을 예로 듦).

| 주소 | 필드 | 쓰는 값 |
|---|---|---|
| 40002 | Command.Code | 3 |
| 40003–40004 | Command.Sequence | 0, 1 |
| 40005–40020 | 나머지 명령 필드 | 모두 0 (Windows 버전에서는 40005–40006에 BootId를 입력) |
| 40021 | Command.Apply | 42330 (0xA55A) |

1. FC03으로 40022–40025를 읽고 Reply.Sequence = 1이 되고 Reply.Status가 1에서 2로 바뀔 때까지 기다립니다.
2. Reply.Status가 3이면 Reply.Error로 부록 E에서 실패 사유를 찾아보십시오.
3. FC04로 30014를 읽습니다. 비트 5(공구 잠김)가 1이어야 합니다. 잠금을 해제하려면 명령 코드를 4로 바꾸고 새 번호(예: 2)를 사용합니다.

### 19.6.3 예시 3: 토크 렌치 파라미터 적용 (명령 1)

목표: 토크 렌치 모드, 단위 N·m, 목표 2 N·m, 플러스/마이너스 공차 10%(허용 범위 1.8–2.2 N·m).

1. TMS가 측정이나 배치 작업을 실행 중이 아닌지 확인합니다.
2. FC03으로 40026–40027(Reply.Revision)을 읽어 현재 설정 버전을 얻습니다. 아래에서는 0과 7을 읽었다고 가정합니다(버전 7).
3. FC16으로 40002부터 아래 표의 20개 레지스터를 한 번에 씁니다(번호 3을 예로 듦).
4. 40022–40027을 읽습니다. Reply.Sequence = 3이고 Reply.Status = 2이면 성공이며 Reply.Revision이 새 설정 버전으로 바뀝니다.
5. Reply.Error = 2는 버전이 바뀌었다는 뜻입니다. 2단계로 돌아가 버전을 다시 읽고 새 번호로 다시 보내십시오.

3단계에서 쓰는 내용:

| 주소 | 필드 | 쓰는 값 |
|---|---|---|
| 40002 | Command.Code | 1 (파라미터 적용) |
| 40003–40004 | Command.Sequence | 0, 3 |
| 40005–40006 | Command.RevisionOrBootId | 0, 7 (2단계에서 읽은 버전) |
| 40007 | Command.PsetId | 0 |
| 40008 | Command.Mode | 1 (토크 렌치) |
| 40009 | Command.Unit | 1 (N·m) |
| 40010 | Command.Condition | 0 (플러스/마이너스 공차) |
| 40011–40012 | Command.TargetTorque | 0, 2000 (2 N·m × 1000) |
| 40013–40016 | Command.TargetAngle, Command.StartTorque | 모두 0 (토크 렌치에서는 사용 안 함) |
| 40017–40018 | Command.Tolerance | 0, 10000 (10% × 1000) |

| 주소 | 필드 | 쓰는 값 |
|---|---|---|
| 40019–40020 | Command.AngleTolerance | 0, 0 |
| 40021 | Command.Apply | 42330 (0xA55A) |

> **예시** 성공하면 TMS의 토크 렌치 파라미터가 목표 2 N·m, 하한 1.8 N·m, 상한 2.2 N·m로 바뀝니다. 이후 완료된 결과에 대해서는 30039–30046에서 같은 목표값과 한계값을 읽을 수 있습니다.

### 19.6.4 예시 4: 완료된 모든 측정 결과 가져오기

생산 라인에서 체결할 때마다의 결과를 기록하려면 "실시간 토크"(매 순간 변함)를 읽지 마십시오. 대신 "완료 결과 갱신 번호"를 폴링하고, 번호가 증가했을 때만 결과를 한 번 읽습니다.

1. FC04로 30001–30002를 읽고 21581과 2인지 확인합니다. 30005–30006을 읽고 토크와 각도의 배율이 모두 1000인지 확인합니다.
2. FC04로 30011–30012(Result.Sequence)를 읽고 이전 번호로 기록해 둡니다. 예를 들어 0과 12를 읽었다면 번호는 12입니다.
3. 200–500 ms마다 30011–30012를 다시 읽습니다. 60초 넘게 유휴 상태인 연결은 TMS가 끊으므로 계속 폴링하면 연결도 유지됩니다. 동시에 최대 4개의 클라이언트가 연결될 수 있습니다.
4. 번호가 증가하면(예: 13이 됨) 새로 완료된 결과가 있는 것입니다. 즉시 FC04 한 번으로 30009부터 레지스터 56개(30009–30064)를 읽어 같은 결과의 모든 필드가 같은 시점의 값이 되도록 합니다. PLC 소프트웨어가 0부터 시작하는 주소를 요구하면 시작 주소로 8을 입력합니다.
5. 먼저 30013(Data.Validity)의 비트 2(완료 결과 유효)가 1인지 확인한 후 값을 해석합니다. 0이면 기록을 쓰지 마십시오.
6. 아래 표에 따라 해석하고 Result.Sequence를 이 기록의 고유 ID로 저장합니다.
7. 새 번호가 이전 번호보다 2 이상 크면 두 번의 폴링 사이에 여러 결과가 완료되었으며 가장 최근 결과만 읽을 수 있습니다. 전체 이력이 필요하면 대신 TMS의 "기록 및 내보내기"를 사용하십시오(제18장).

아래 표는 번호가 13이고 단위가 N·m인 결과를 예로 듭니다(데이터 블록 내 위치 = 주소 − 30009).

| 항목 (주소) | 해석 방법 | 읽은 예시 값 → 결과 |
|---|---|---|
| 완료 결과 갱신 번호 (30011–30012) | UINT32, 상위 워드 우선 | 0, 13 → 13 |
| QC 결과 Result.QC (30021) | 1 = OK, 2 = NOK, 3 = Rehit (부록 E) | 1 → OK |
| 단위 Unit.Result (30018) | 1 = N·m (다른 코드는 부록 E 참조) | 1 → N·m |
| 최종 토크 Torque.Final (30035–30036) | INT32, 1000으로 나눔 | 0, 35120 → 35.120 N·m |
| 최종 각도 Angle.Final (30037–30038) | INT32, 1000으로 나눔. 30013의 비트 6이 1일 때만 유효하며 모드 3과 4에서만 사용 | 0, 0 → 0.000° (이 모드에서는 사용 안 함) |
| 허용 토크 범위 (30043–30046) | Torque.Lower, Torque.Upper, INT32, 1000으로 나눔 | 24500 및 45500 → 24.500–45.500 N·m |
| 배치 진행 상황 (30051–30054) | Batch.CompletedOk, Batch.Size, UINT32 | 3 및 10 → 3/10 |
| 완료 시각 (30057–30060) | UINT64, 1970-01-01 UTC 이후 경과 밀리초, 0 = 알 수 없음 | 0x0000, 0x01A1, 0xA1D1, 0x36C2 → 1793716205250 ms = 2026-11-03 14:30:05.250 (UTC) |

**팁** Result.Sequence(30011–30012)는 "완료 결과 갱신 번호"이며 30009–30010의 실시간 데이터 갱신 번호인 Data.Sequence와는 다릅니다. Data.Sequence는 실시간 데이터가 갱신될 때마다 증가하므로 새 결과가 있는지 판단하는 데 사용할 수 없습니다.

### 19.6.5 예시 5: Python(pymodbus)으로 완료 결과 읽기

다음은 Python pymodbus 패키지로 완료 결과를 폴링하는 최소한의 예시입니다. 읽기만 하며 명령은 쓰지 않습니다. IP, 포트, 유닛 ID를 "통신 설정" 화면의 값으로 바꾸십시오. 주소는 0부터 시작합니다. 30009의 오프셋은 8이고 30011의 오프셋은 10입니다. 이 예시는 pymodbus 3.16으로 검증했으며 유닛 ID 파라미터의 이름이 device_id입니다. 이전 버전은 읽기 함수에서 slave를 사용하므로 설치된 버전에 맞게 조정하십시오.

```
import struct, time
from datetime import datetime, timezone
from pymodbus.client import ModbusTcpClient


client = ModbusTcpClient("192.168.1.70", port=1502)  # IP and port from the TMS screen
client.connect()
last = None
while True:
    # 30011-30012 Result.Sequence (30001 is offset 0, so 30011 is offset 10)
    seq = client.read_input_registers(10, count=2, device_id=1).registers
    now = (seq[0] << 16) | seq[1]
    if last is not None and now != last:
        r = client.read_input_registers(8, count=56, device_id=1).registers  # 30009-30064
        reg = lambda a: r[a - 30009]  # register by 1-based address
        s32 = lambda a: struct.unpack(">i", struct.pack(">HH", reg(a), reg(a + 1)))[0]
        if reg(30013) & (1 << 2):  # Data.Validity bit 2: the completed result is valid
            qc = {1: "OK", 2: "NOK", 3: "Rehit"}.get(reg(30021), "?")
            torque = s32(30035) / 1000  # unit code is in 30018 (1 = N.m)
            ms = (reg(30057) << 48) | (reg(30058) << 32) | (reg(30059) << 16) | reg(30060)
            when = datetime.fromtimestamp(ms / 1000, timezone.utc)
            print(now, qc, torque, when.isoformat())
    last = now
    time.sleep(0.3)
```

참고: 이 장의 Modbus 읽기와 쓰기는 2026/11/04에 ZIPPTORK 1.1.3이 실행되는 태블릿과 스마트폰에서 시험했으며 결과는 이 장의 내용과 일치합니다. FC04 읽기(주소, 배율, 번호, QC 결과, 토크, 타임스탬프), FC16 예외 코드 01, 02, 03, 명령 3(잠금)과 명령 4(잠금 해제), 같은 번호의 재전송을 확인했습니다. 이 절의 pymodbus 예시는 pymodbus 3.16으로 모의 데이터 서버를 대상으로 실행하여 올바르게 해석되었으며(음수 값 포함), 같은 pymodbus로 ZIPPTORK 태블릿의 실제 완료 결과도 읽어 QC 결과 OK, 토크 2.08 N·m, 타임스탬프(캡처 시각과 일치)를 올바르게 해석했습니다. 공구가 연결되지 않은 상태에서 명령 3과 4는 오류 8(장치 통신 오류)을 반환합니다. 명령 1(파라미터 적용)은 시험 중 오류 1(사용 중)을 반환했으므로 ZIPPTORK에서 성공 사례는 검증하지 못했습니다. 도입하기 전에 시험 환경에서 확인하고 현장 요구에 따라 타임아웃, 재연결, 오류 처리를 추가하십시오.

## 19.7 연결 문제 해결

| 증상 | 확인 항목 |
|---|---|
| PLC가 연결되지 않음 | “통신 설정 저장 및 적용”을 눌렀고 상태가 “수신 대기 중”인지, PLC의 IP, Port, Unit ID가 화면과 일치하는지, 둘이 같은 서브넷에 있는지, Wi-Fi에 클라이언트 격리가 켜져 있는지 확인하십시오. |
| “바인딩 실패”가 표시됨 | 포트를 다른 프로그램이 사용 중이거나 1024 이하입니다. 1502 또는 1024보다 큰 다른 포트를 사용하십시오. |

| 증상 | 확인 항목 |
| --- | --- |
| 로컬 IP에 "사용 가능한 네트워크 인터페이스 없음"이 표시됨 | Android 기기가 네트워크에 연결되어 있지 않습니다. 먼저 Wi-Fi 또는 이더넷에 연결하십시오. |
| 읽은 데이터가 모두 0임 | 30001이 0x544D인지 확인하고, 30013의 유효 비트와 센서가 연결되어 있는지 확인하십시오. |
| 클라이언트가 4개를 초과함 | 최대 연결 수는 4입니다. 동시에 연결하는 기기 수를 줄이십시오. |
| FC16이 예외 코드 02 또는 03을 반환함 | 40002부터 20개 레지스터를 한 번에 쓰고 있는지, 명령 코드가 1–5이고 번호가 0이 아니며 40021 = 0xA55A인지 확인하십시오. 같은 번호에 다른 내용은 거부되므로 새 번호를 사용하십시오. |
| FC16이 예외 코드 06(사용 중)을 반환함 | 이전 명령이 끝나지 않았습니다. Reply.Status가 2 또는 3이 될 때까지 기다린 후 보내십시오. |
| Reply.Error = 1 (사용 중) | 측정 또는 배치 작업이 진행되는 동안에는 명령 1, 2, 5가 실행되지 않습니다. 작업을 중지한 후 다시 보내십시오. |
| Reply.Error = 2 (설정 버전이 오래됨) | 40026–40027을 다시 읽고 그 값을 40005–40006에 입력한 후 새 번호로 다시 보내십시오. |
| Result.Sequence가 증가하지 않음 | TMS가 측정을 완료했는지(작업 화면에 QC 결과가 나타남), 30009–30010이 아니라 30011–30012를 폴링하고 있는지, 센서가 연결되어 있는지(30026의 비트 2가 1) 확인하십시오. |
| 폴링한 번호가 건너뜀 | 두 번의 폴링 사이에 여러 결과가 완료되었습니다. 폴링 간격을 줄이거나(200–500 ms 권장) TMS의 "기록 및 내보내기"로 전체 이력을 가져오십시오. |

# 제20장  센서 오류 기록 및 알림

경로: 메인 메뉴 → “시스템 설정” → “센서 오류 기록”. 센서에서 발생한 오류와 아직 활성 상태인 오류를 조회하는 데 사용합니다.




그림 20-1  센서 오류 기록 (태블릿)




그림 20-1  센서 오류 기록 (스마트폰)

## 20.1 오류 기록 조회

| 입력란 / 버튼 | 설명 |
|---|---|
| 상태 | 전체, 활성, 해제됨. |
| 센서 | 센서의 내부 ID로 필터링합니다. 보통은 비워 두십시오(화면에 표시된 시리얼 번호를 입력해도 목록이 필터링되지 않음). |
| “조회” | 조건에 따라 목록을 갱신합니다. |
| 오류 알림 | 오류 메시지입니다. 왼쪽의 색상 막대는 노란색이 경고, 빨간색이 중지형 오류를 뜻합니다. |
| 상태 | 활성 / 해제됨. |
| 센서 시리얼 번호, 센서 모델, 무선 채널 | 오류가 발생한 센서입니다(현재 사용 중인 센서와 같지 않을 수 있음). |
| 발생 시각, 해제 시각 | 오류가 아직 활성 상태이면 해제 시각에 “--”가 표시됩니다. |
| 작업 영향 | “경고만” 또는 “작업 중지”. |
| “‹”, “N 페이지”, “›” | 목록을 페이지별로 넘깁니다. 페이지당 20건입니다. |

1. “상태”를 “활성”으로 설정하고 “조회”를 눌러 아직 남아 있는 오류를 확인합니다.
2. “작업 영향”과 오류 메시지에 따라 오류를 처리합니다(20.2절).
3. 이력을 추적하려면 “상태”를 “전체” 또는 “해제됨”으로 설정하고 조회합니다.

## 20.2 오류 코드 및 처리

| 코드 | 화면 메시지 | 작업 영향 | 조치 |
|---|---|---|---|
| 0x01 | 배터리 부족 - 가능한 한 빨리 충전하세요 | 경고만 | 작업 중 자동으로 꺼지지 않도록 가능한 한 빨리 배터리를 충전하거나 교체하십시오. |
| 0x02 | 토크 과부하 - 자동 전원 차단 보호 | 작업 중지 | 즉시 힘 가하기를 멈추고 센서 사양을 초과했는지 확인하십시오. 확인을 위해 센서를 교정에 보내십시오. |
| 0x04 | 영점 드리프트 - 재교정 필요 | 작업 중지 | 사용을 중지하고 교정에 보내십시오. |
| 0x08 / 0x10 / 0x20 | 하드웨어 손상 - 수리 의뢰 필요 | 작업 중지 | 사용을 중지하고 공급업체에 연락하여 수리를 의뢰하십시오. |
| 0x40 | 5,000회 사용 도달 - 계속 사용하기 전에 교정하세요 | 경고만 | 교정을 준비하십시오. |

## 20.3 작업 중 오류

- 경고만 있는 오류: 작업 화면 상단에 노란색 “센서 오류 경고만” 배너가 나타나며 계속 작업할 수 있습니다.
- 중지형 오류: “센서 오류” 대화상자가 나타나 작업을 차단합니다. “센서 페어링으로 이동”을 눌러 처리하십시오. 먼저 힘 가하기를 멈추고 재연결만으로 작업을 계속하지 마십시오.
- 화면에 “센서 오류 모니터링이 실행되지 않습니다 - 오류를 감지할 수 없습니다”가 표시되면 오류 모니터링이 작동하지 않는 것입니다. 안전한 상태에서 TMS를 다시 시작하십시오. 계속 발생하면 공급업체에 연락하십시오.
- 알림이 허용되어 있으면 오류가 Android 시스템 알림으로도 표시됩니다.

## 20.4  배터리 부족 알림 규칙

배터리 잔량이 2초 연속 10% 이하이거나 센서 자체가 배터리 부족을 보고하면 즉시 경고가 표시되지만(센서가 깨어난 직후의 단일 0% 패킷은 경고를 발생시키지 않음) 측정은 중단되지 않습니다. 경고가 나타난 후에는 배터리 잔량 20% 이상이 5초 동안 연속으로 수신되고 센서의 배터리 부족 플래그가 해제되어야만 알림이 사라집니다. 11%–19%에서는 알림 표시가 깜박이는 것을 방지하기 위해 알림이 사라지지 않습니다.

# 제21장  일상 작업 흐름 및 유지보수

## 21.1  교대 전 점검

| 항목 | 점검 항목 | 결과 |
|---|---|---|
| 소프트웨어 버전 | 로그인 화면의 버전 번호와 빌드 날짜가 올바릅니다. | □ |
| 수신기 | OTG 접촉이 양호하고 페어링 화면에 “페어링됨”이 표시됩니다. | □ |
| 센서 | 모델과 시리얼 번호가 올바르고, 배터리 잔량이 충분하며, 센서가 교정 유효 기간 내에 있습니다. | □ |
| 파라미터 | 단위, 목표 토크, 토크 공차, 착좌 토크, 목표 각도, 토크 증배기 토크비가 작업 지침서와 일치합니다. | □ |
| 시험 측정 | 시험용 부품을 한 번 측정하여 측정값, 판정, 기록 저장이 정상인지 확인합니다. | □ |
| 바코드 스캐너 | 알려진 바코드를 스캔하여 앞자리 0까지 정확하게 부품 번호 입력란에 입력되는지 확인합니다. | □ |
| PLC (선택 사항) | 통신 상태가 “수신 대기 중”이며 PLC가 최신 결과 번호를 읽습니다. | □ |

## 21.2  교대 후 점검

1. 힘 가하기를 멈추고 마지막 결과가 저장되었는지 확인한 후 작업 화면을 나갑니다.
2. 해당 교대의 기록을 날짜와 모드별로 내보내고 파일을 열 수 있는지 확인합니다.
3. 교대 중 발생한 문제를 기록합니다. 발생 시각, 모드, 센서 시리얼 번호, 채널, 화면 메시지.
4. 센서 전원을 끄고 센서를 충전합니다.
5. Modbus TCP를 사용하지 않을 때는 통신 상태를 “비활성화됨”으로 설정하고 저장합니다.

## 21.3 권장 정기 유지보수

| 주기 | 항목 |
|---|---|
| 매주 | 기록을 내보내 회사 서버에 백업하고 Android 기기의 저장 공간을 확인합니다(최소 1 GB 이상 여유 유지). |
| 매월 | “센서 오류 기록”에서 활성 오류가 있는지 확인하고 OTG 어댑터와 수신기 접점을 점검합니다. |
| 교정 주기마다 | 센서를 교정에 보냅니다(또는 5,000회 사용 알림이 나타났을 때). |
| 버전을 업데이트할 때 | 3.5절의 설명대로 기존 앱 위에 설치(install -r)하고, 업데이트 후 교대 전 점검을 완료합니다. |

# 제22장 문제 해결

| 증상 | 예상 원인 | 조치 |
|---|---|---|
| APK를 설치할 수 없음 | ARM64가 아니거나, Android 버전이 너무 낮거나, 공간이 부족하거나, 서명이 다릅니다. | 3.3.4절을 참조하십시오. 서명이 다르면 먼저 삭제하지 마십시오. |
| 연 후에 "창을 더 크게 늘려 주세요."가 계속 표시됨 | 앱 창의 너비가 320 미만이거나 높이가 360 미만입니다(CSS 픽셀). 분할 화면, 플로팅 창, 또는 매우 큰 글꼴 크기나 화면 배율 때문일 수 있습니다. | 분할 화면이나 플로팅 창을 닫고 글꼴 크기와 표시 크기를 줄이십시오. |
| 로그인 시 "사용자 이름 또는 비밀번호가 잘못되었습니다"가 표시됨 | 계정이나 비밀번호가 틀렸거나 계정이 사용 중지되었습니다. | 계정과 비밀번호를 확인하고 관리자에게 계정 상태 확인을 요청하십시오. |
| 로그인 화면에 "로그인 상태를 불러올 수 없습니다"가 표시됨 | 앱이 로그인 상태를 읽지 못했습니다. | "다시 시도"를 누르십시오. 계속 나타나면 앱을 닫았다가 다시 여십시오(5.2절). |
| "설정을 불러오거나 저장할 수 없습니다"가 표시됨 | 입력란이 범위를 벗어났거나, 권한이 없거나, 센서가 선택되지 않았습니다. | 입력란을 수정하고(11.5절) 권한을 확인하십시오. |
| 파라미터 화면을 연 후 목표 토크가 비어 있음 | 현재 사용 중인 센서가 설정을 저장할 때의 센서와 다르거나 새 설정입니다. | 필드를 누르고 화면 아래의 설정 가능 범위를 확인한 후 값을 입력하십시오(11.7절). |
| "수신기가 감지되지 않음"이 표시됨 | OTG 접촉 불량, 수신기에 전원이 없음 또는 USB가 허용되지 않았습니다. | 다시 확실하게 꽂고 "무선 수신기 다시 감지"를 누르십시오. |
| 수신기 표시등은 켜져 있지만 측정값이 없음 | 센서가 꺼져 있거나, 채널이 일치하지 않거나, 페어링되지 않았습니다. | 센서 전원과 채널을 확인하고 페어링 화면에서 올바른 센서의 "연결하여 사용"을 누르십시오. |

| 증상 | 예상 원인 | 조치 |
| --- | --- | --- |
| “RF 연결 시간 초과”가 나타남 | 센서가 꺼져 있거나 너무 멀리 있습니다. | 힘 가하기를 멈추고 센서가 켜져 있는지 확인한 후 수신기에 더 가까이 두십시오. |
| 배터리에 “—”가 표시됨 | 아직 배터리 데이터를 수신하지 못했습니다. | 0%라는 뜻이 아닙니다. 잠시 기다리고 계속 표시되면 센서 연결을 확인하십시오. |
| 토크 측정에 “작업 조건 불충족”이 표시됨 | 착좌 토크에 도달하지 않았거나 목표 각도를 넘지 않았습니다. | 조건을 확인하고 같은 부품을 다시 측정하십시오. |
| 배치 진행률이 증가하지 않음 | 결과가 NOK이거나 작업 조건이 충족되지 않았습니다. | OK만 진행률을 올립니다. |
| 작업 화면에 곡선이 없음 | 이번 버전의 작업 화면에는 실시간 곡선이 표시되지 않습니다. | NOK 결과 후에는 “데이터 곡선”을 누르십시오(12.10절). 다른 결과는 기록 상세에서 곡선을 확인하십시오. |
| “데이터 곡선”에 “불러오기 실패: 데이터 포인트 없음”이 표시됨 | 이번 결과의 곡선 데이터를 읽지 못했습니다. 해당 측정을 수행했고 “측정 작업” 권한이 있는 사용자만 읽을 수 있습니다. | 기록 상세에서 곡선을 확인하십시오(18.3절). |
| 푼 후에도 주 측정값이 0으로 돌아가지 않음 | 토크 렌치와 토크 & 각도는 이번 실행의 최대값을 유지합니다. | 정상입니다. 다음에 힘을 가하기 시작하면 갱신됩니다. |
| 내보내기 실패 | 데이터가 없거나, 권한이 없거나, 폴더에 쓸 수 없습니다. | 18.8절을 참조하십시오. |
| PLC가 데이터를 읽을 수 없음 | 서비스가 활성화되지 않았거나 IP / Port / Unit ID가 일치하지 않습니다. | 19.6절을 참조하십시오. |
| 화면이 멈추거나 비정상적으로 동작함 | 시스템 리소스가 부족합니다. | 측정을 종료하고 TMS를 강제 종료한 후 다시 여십시오. 계속 발생하면 버전과 작업 절차를 기록하여 공급업체에 연락하십시오. |

## 22.1 공급업체에 연락하기 전에 준비할 사항

- TMS 버전 번호와 빌드 날짜(로그인 화면 왼쪽 브랜드 문구 아래).
- Android 기기 모델과 Android 버전.
- 작업 모드, 센서 모델과 시리얼 번호, 무선 채널.
- 발생 시각, 작업 절차, 화면의 전체 오류 문구(사진이나 스크린샷도 가능).
- 보고 내용에 비밀번호를 포함하지 마십시오.

# 부록 A 판정 규칙 개요

| 작업 모드 | 판정 기준 | 비고 |
| --- | --- | --- |
| 토크 렌치 | 최대 토크가 토크 한계 이내이면 OK. | 힘을 완전히 가했다가 푼 후에만 판정됩니다. |
| 전동 공구 | 최대 토크가 토크 한계 이내이면 OK. | 펄스 수와 작업 시간은 판정에 영향을 주지 않습니다. |
| 토크 측정 | 목표 각도에서의 각도 지점 토크가 토크 한계 이내이면 OK. | 각도 지점 토크가 하한의 절반보다 커야 하며, 그렇지 않으면 결과는 "작업 조건 불충족"입니다. |
| 토크 & 각도 (실시간 각도) | 최대 유효 각도가 목표 각도에 대해 ≥ / ≤를 만족하면 OK. | 먼저 착좌 토크에 도달해야 합니다. |
| 토크 & 각도 (실시간 토크) | 최대 토크가 토크 한계 이내이면 OK. | 각도는 계속 표시되고 저장됩니다. |
| 배치 작업 | 각 단계는 해당 단계의 모드로 판정되며 OK만 진행률을 올립니다. | 한 회차가 완료되면 배치 완료 메시지가 표시되고 다음 회차가 자동으로 시작됩니다. |

# 부록 B 필드 제한 빠른 참조

| 필드 | 유효 범위 / 제한 | 기본값 |
|---|---|---|
| 사용자 이름 | 1–64자 | — |
| 비밀번호 | 1–256바이트 | — |
| 작업 스테이션 | 0–64자 | 비어 있음 |
| 부품 번호 (파라미터 화면) | 0–128자 | 비어 있음 |
| 부품 번호 (작업 화면) | 0–64자 | 비어 있음 |
| 목표 토크 | 최솟값(센서 사양의 10%, 10 N·m 센서는 5%)–100%; "토크 증배기 스위치"를 선택한 경우 토크비를 곱한 값 | 비어 있음 (입력 필수) |
| 토크 공차 % | 0 ≤ 공차 < 100 | 10% |
| 착좌 토크 | 0 이상 | 사양의 20% |
| 목표 각도 | 1°에서 360°와 3276.7 ÷ 기어비 중 작은 값까지 | 1° |
| 배치당 OK 수량 (단일 모드) | 1–999의 양의 정수 | 1 |
| 배치당 OK 수량 (배치 작업 단계) | 1 이상의 정수 | 1 |
| 토크비 / 기어비 | > 0 (배치 작업은 0.001 이상) | 1 |
| 작업 시간 (전동 공구) | 0 이상, 소수 셋째 자리까지 (초) | — |
| 무선 채널 | 3–62 | 49 |
| TCP 포트 번호 | 1–65535 | 1502 |
| 국번 (Unit ID) | 1–247 | 1 |
| 작업 이름 | 1–64자 | — |

# 부록 C 토크 단위 환산

| 단위 | 1 단위 = N·m | 1 N·m = | 50 N·m 표시값 |
|---|---|---|---|
| N·m | 1 | 1 | 50.00 |
| kgf·cm | 0.0980665 | 10.1972 | 509.9 |
| kgf·m | 9.80665 | 0.101972 | 5.10 |
| ozf·in | 0.00706155 | 141.612 | 7,081 |
| lbf·in | 0.112985 | 8.85075 | 442.5 |
| lbf·ft | 1.35582 | 0.737562 | 36.88 |

# 부록 D Modbus 주소 매핑 테이블

주소는 1부터 시작합니다. INT32 ×1000 값은 부호 있는 정수로 읽고 1000으로 나누어야 하며, 여러 레지스터에 걸친 데이터는 상위 워드가 먼저입니다. 이 표는 앱의 "Modbus 데이터 주소 매핑 테이블"과 같은 데이터 정의(공통 사양 1.0, 2026-10-25)를 사용합니다. 배율이 "—"이면 코드 또는 비트 필드이므로 직접 환산할 수 없습니다.

| 주소 | 데이터 이름 | 형식 | 배율 | 기능 코드 | 설명 |
|---|---|---|---|---|---|
| 30001 | Protocol.Magic | UINT16 | 1 | FC04 | 21581(0x544D)로 고정. 데이터 형식을 확인하는 데 사용합니다. |
| 30002 | Protocol.VersionMajor | UINT16 | 1 | FC04 | 프로토콜 주 버전, 2로 고정. |
| 30003 | Protocol.VersionMinor | UINT16 | 1 | FC04 | 프로토콜 부 버전, 0으로 고정. |
| 30004 | Protocol.Capabilities | BITFIELD | — | FC04 | 지원 기능 비트 0–5 (부록 E). Android에서는 63(0x003F)으로 고정. |
| 30005 | Protocol.TorqueScale | UINT16 | 1 | FC04 | 토크 배율, 1000으로 고정. |
| 30006 | Protocol.AngleScale | UINT16 | 1 | FC04 | 각도 배율, 1000으로 고정. |
| 30007–30008 | Protocol.BootId | UINT32 | 1 | FC04 | 데이터 게시 식별 코드. 값이 바뀌었다고 반드시 앱이 재시작된 것은 아닙니다(D4). |
| 30009–30010 | Data.Sequence | UINT32 | 1 | FC04 | 실시간 데이터 갱신 번호이며 측정 횟수가 아닙니다. |
| 30011–30012 | Result.Sequence | UINT32 | 1 | FC04 | 완료 결과 갱신 번호. 증가하면 새 결과가 있다는 뜻입니다. |
| 30013 | Data.Validity | BITFIELD | — | FC04 | 유효 비트 0–7 (부록 E). 값을 읽기 전에 먼저 확인하십시오. |
| 30014 | Controller.Status | BITFIELD | — | FC04 | 상태 비트 0–7 (부록 E). |
| 30015 | Mode.Live | UINT16 | — | FC04 | 현재 작업 모드 코드 (부록 E). |
| 30016 | Mode.Result | UINT16 | — | FC04 | 완료된 결과의 작업 모드 코드. |
| 30017 | Unit.Live | UINT16 | — | FC04 | 실시간 토크 단위 코드 (부록 E). |
| 30018 | Unit.Result | UINT16 | — | FC04 | 완료된 결과의 토크 단위 코드. |
| 30019 | Batch.PsetId | UINT16 | 1 | FC04 | 현재 배치 레시피 번호. 0 = 미설정. |

| 주소 | 데이터 이름 | 형식 | 배율 | 기능 코드 | 설명 |
|---|---|---|---|---|---|
| 30020 | Batch.ActiveStep | UINT16 | 1 | FC04 | 현재 배치 단계이며 1부터 셉니다. 0 = 미설정. |
| 30021 | Result.QC | UINT16 | — | FC04 | 판정 결과 코드 0–3 (부록 E). |
| 30022 | Result.DetailFlags | BITFIELD | — | FC04 | 판정 사유 비트 0–6 (부록 E). |
| 30023 | Tool.ErrorFlags | BITFIELD | — | FC04 | 공구 오류 집합. Android에서는 현재 활성 RF 오류에서 생성되며 Windows의 비트와 다릅니다(D3). |
| 30024 | Sensor.BatteryPercent | UINT16 | 1 | FC04 | 배터리 잔량 0–100%. 65535 = 알 수 없음. |
| 30025 | Sensor.ModelCode | UINT16 | — | FC04 | 센서 원본 모델 코드. 0 = 알 수 없음. |
| 30026 | Sensor.State | BITFIELD | — | FC04 | 센서 상태 비트 0–2 (부록 E). |
| 30027–30028 | Sensor.Serial | UINT32 | 1 | FC04 | 센서 시리얼 번호(10진수). 0 = 알 수 없음. |
| 30029–30030 | Sensor.CapacityNm | INT32 | 1000 | FC04 | 센서 사양(N·m). 예: 10000 = 10 N·m. |
| 30031–30032 | Torque.Live | INT32 | 1000 | FC04 | 실시간 토크. 단위는 Unit.Live를 참조. |
| 30033–30034 | Angle.Live | INT32 | 1000 | FC04 | 실시간 각도(°). 예: 90500 = 90.5°. |
| 30035–30036 | Torque.Final | INT32 | 1000 | FC04 | 가장 최근 완료된 결과의 최종 토크. 단위는 Unit.Result를 참조. |
| 30037–30038 | Angle.Final | INT32 | 1000 | FC04 | 가장 최근 완료된 결과의 최종 각도(°). |
| 30039–30040 | Torque.Target | INT32 | 1000 | FC04 | 결과에 사용된 목표 토크. |
| 30041–30042 | Angle.Target | INT32 | 1000 | FC04 | 결과에 사용된 목표 각도(°). |
| 30043–30044 | Torque.Lower | INT32 | 1000 | FC04 | 결과에 사용된 허용 토크 하한. |
| 30045–30046 | Torque.Upper | INT32 | 1000 | FC04 | 결과에 사용된 허용 토크 상한. |
| 30047–30048 | Angle.Lower | INT32 | 1000 | FC04 | 결과에 사용된 허용 각도 하한(°). |

| 주소 | 데이터 이름 | 형식 | 배율 | 기능 코드 | 설명 |
|---|---|---|---|---|---|
| 30049–30050 | Angle.Upper | INT32 | 1000 | FC04 | 결과에 사용된 허용 각도 상한(°). |
| 30051–30052 | Batch.CompletedOk | UINT32 | 1 | FC04 | 이 배치에서 합격한 결과 수. OK만 집계됩니다. |
| 30053–30054 | Batch.Size | UINT32 | 1 | FC04 | 이 배치에서 완료하기로 계획된 총 수량. |
| 30055–30056 | Pulse.Count | UINT32 | 1 | FC04 | 이 결과의 펄스 수. |
| 30057–30060 | Result.TimestampMs | UINT64 | 1 | FC04 | 1970-01-01 UTC 이후 경과 밀리초로 표시한 완료 시각. 0 = 알 수 없음. |
| 30061–30062 | Sensor.AgeMs | UINT32 | 1 | FC04 | 센서 데이터의 경과 시간(밀리초). 4294967295 = 알 수 없음. |
| 30063–30064 | Result.AgeMs | UINT32 | 1 | FC04 | 완료된 결과의 경과 시간(밀리초). 4294967295 = 알 수 없음. |
| 40001 | Command.Version | UINT16 | 1 | FC03 | 명령 프로토콜 버전, 2로 고정. |
| 40002 | Command.Code | UINT16 | — | FC03 / FC16 | 명령 코드 1–5 (부록 E). |
| 40003–40004 | Command.Sequence | UINT32 | 1 | FC03 / FC16 | 0이 아닌 명령 번호. 새 명령마다 새 값을 사용합니다. |
| 40005–40006 | Command.RevisionOrBootId | UINT32 | 1 | FC03 / FC16 | 명령 1: 현재 설정 버전을 입력합니다(40026–40027을 읽음). 명령 2–5: Android는 검사하지 않으며 Windows는 BootId를 요구합니다(D1). |
| 40007 | Command.PsetId | UINT16 | 1 | FC03 / FC16 | 명령 2용 배치 레시피 번호 1–999. |
| 40008 | Command.Mode | UINT16 | — | FC03 / FC16 | 명령 1용 작업 모드. Android는 1–4만 허용합니다. |
| 40009 | Command.Unit | UINT16 | — | FC03 / FC16 | 명령 1용 토크 단위 코드 1–6. |
| 40010 | Command.Condition | UINT16 | — | FC03 / FC16 | 명령 1용 토크 판정 방식 0 / 1 (부록 E). |
| 40011–40012 | Command.TargetTorque | INT32 | 1000 | FC03 / FC16 | 목표 토크 ×1000. 예: 2 N·m는 2000을 씁니다. |

| 주소 | 데이터 이름 | 형식 | 배율 | 기능 코드 | 설명 |
|---|---|---|---|---|---|
| 40013–40014 | Command.TargetAngle | INT32 | 1000 | FC03 / FC16 | 목표 각도 ×1000. 모드 3과 4에서만 사용하며 다른 모드에서는 0을 입력합니다. |
| 40015–40016 | Command.StartTorque | INT32 | 1000 | FC03 / FC16 | 착좌 토크 ×1000. 모드 3과 4에서만 사용하며 다른 모드에서는 0을 입력합니다. |
| 40017–40018 | Command.Tolerance | INT32 | 1000 | FC03 / FC16 | 토크 공차 백분율 ×1000. 예: 10%는 10000을 씁니다. |
| 40019–40020 | Command.AngleTolerance | INT32 | 1000 | FC03 / FC16 | 각도 공차 ×1000. 모드 3에서만 사용하며 다른 모드에서는 0을 입력합니다. |
| 40021 | Command.Apply | UINT16 | 1 | FC03 / FC16 | 42330(0xA55A)으로 고정. 전체 명령과 함께 씁니다. |
| 40022–40023 | Reply.Sequence | UINT32 | 1 | FC03 | 응답이 대응하는 명령 번호. |
| 40024 | Reply.Status | UINT16 | — | FC03 | 명령 상태 0–3 (부록 E). |
| 40025 | Reply.Error | UINT16 | — | FC03 | 실패 사유 0–8 (부록 E). |
| 40026–40027 | Reply.Revision | UINT32 | 1 | FC03 | 현재 설정 버전. 앱이 주기적으로 갱신하며, 명령 1을 보내기 전에 읽으십시오. |

# 부록 E Modbus 코드 값

| 레지스터 | 값 | 의미 |
|---|---|---|
| Mode.Live / Mode.Result / Command.Mode | 0 | 미설정 (Command.Mode는 0이면 안 됨) |
| | 1 | 토크 렌치 |
| | 2 | 전동 공구 |
| | 3 | 토크 & 각도 |
| | 4 | 토크 측정 |
| | 5 | 배치 작업 (명령 1로는 적용할 수 없음) |
| | 6 | 공정 능력 지수 (Windows 전용, Android에서는 사용 안 함) |
| Unit.Live / Unit.Result / Command.Unit | 0 | 미설정 (Command.Unit은 0이면 안 됨) |
| | 1 | N·m |
| | 2 | kgf·cm |
| | 3 | kgf·m |
| | 4 | ozf·in |
| | 5 | lbf·in |
| | 6 | lbf·ft |
| Result.QC | 0 | 아직 결과 없음 |
| | 1 | 합격 (OK) |
| | 2 | 불합격 (NOK) |
| | 3 | 이중 체결 (Rehit) |
| Command.Code | 1 | 파라미터 적용 |
| | 2 | 배치 레시피 선택 |
| | 3 | 공구 잠금 |

| 레지스터 | 값 | 의미 |
|---|---|---|
| | 4 | 공구 잠금 해제 |
| | 5 | 배치 초기화 |
| Command.Condition | 0 | 플러스/마이너스 공차: 목표 ± 공차 |
| | 1 | 목표가 하한이고 목표에 공차를 더한 값이 상한 |
| Reply.Status | 0 | 아직 응답 없음 |
| | 1 | 진행 중 |
| | 2 | Success |
| | 3 | 실패 (사유는 Reply.Error 참조) |
| Reply.Error | 0 | 오류 없음 |
| | 1 | 사용 중 (측정 또는 배치 작업 진행 중) |
| | 2 | 설정 버전이 오래됨 (40005–40006이 현재 버전과 다름) |
| | 3 | 파라미터 오류 |
| | 4 | 찾을 수 없음 (예: 배치 레시피 번호가 없거나 아직 레시피를 선택하지 않음) |
| | 5 | 미지원 (예: 명령 1로 모드 5 적용) |
| | 6 | 데이터베이스 오류 |
| | 7 | 공구 사용 불가 |
| | 8 | 장치 통신 오류 |

| 비트 필드 | 비트 | 의미 |
|---|---|---|
| Protocol.Capabilities (30004) | 비트 0 | 레시피 선택 (Pset) |
| | 비트 1 | 공구 제어 (잠금 / 잠금 해제) |
| | 비트 2 | 배치 초기화 |
| | 비트 3 | 파라미터 적용 |

| 비트 필드 | 비트 | 의미 |
|---|---|---|
| | 비트 4 | 배터리 잔량 |
| | 비트 5 | 공구 오류 |
| Data.Validity (30013) | 비트 0 | 실시간 토크 유효 |
| | 비트 1 | 실시간 각도 유효 |
| | 비트 2 | 완료 결과 유효 (최종 토크) |
| | 비트 3 | 세션 (현재 Android에서는 1로 고정, 발생 조건은 D4 참조) |
| | 비트 4 | 센서 데이터가 최신 상태 |
| | 비트 5 | 값 인코딩 오류 |
| | 비트 6 | 최종 각도 유효 |
| | 비트 7 | 배터리 잔량 유효 |
| Controller.Status (30014) | 비트 0 | 준비 완료 (센서 데이터가 최신 상태) |
| | 비트 1 | 작동 중 (측정 주기 진행 중) |
| | 비트 2 | 작업 완료 |
| | 비트 3 | Dongle 연결됨 |
| | 비트 4 | 센서 데이터가 최신 상태 |
| | 비트 5 | 공구 잠김 |
| | 비트 6 | 배터리 부족 (10% 이하) |
| | 비트 7 | 공구 오류 (Tool.ErrorFlags가 0이 아님) |
| Result.DetailFlags (30022) | 비트 0 | 토크가 하한 미만 |
| | 비트 1 | 토크가 상한 초과 |
| | 비트 2 | 각도가 하한 미만 |
| | 비트 3 | 각도가 상한 초과 |
| | 비트 4 | 이중 체결 (Rehit) |
| | 비트 5 | 센서 / 공구 오류 |

| 비트 필드 | 비트 | 의미 |
|---|---|---|
| | 비트 6 | 데이터 무효 (값 인코딩 오류) |
| Sensor.State (30026) | 비트 0 | 센서 선택됨 |
| | 비트 1 | 페어링됨 |
| | 비트 2 | 데이터가 최신 상태 |

Android에서 Tool.ErrorFlags(30023)는 현재 활성 상태인 RF 오류 집합에서 생성되며, 비트 정의와 해제 조건이 Windows와 다릅니다(D3). 이 설명서는 비트별 해석을 제공하지 않으므로 공구 오류 여부는 Controller.Status 비트 7로 판단하십시오.

# 부록 F 지원 인터페이스 언어

| 언어 | 화면에 표시되는 이름 | 숫자 예시 | 날짜 예시 |
|---|---|---|---|
| 繁體中文 | 繁體中文 | 12,345.67 | 2026/10/16 |
| English | English | 12,345.67 | 10/16/2026 |
| 일본어 | 日本語 | 12,345.67 | 2026/10/16 |
| 이탈리아어 | Italiano | 12.345,67 | 16/10/2026 |
| 포르투갈어 | Português | 12.345,67 | 16/10/2026 |
| 스페인어 | Español | 12.345,67 | 16/10/2026 |
| 중국어 간체 | 简体中文 | 12,345.67 | 2026/10/16 |
| 한국어 | 한국어 | 12,345.67 | 2026.10.16 |
| 인도네시아어 | Bahasa Indonesia | 12.345,67 | 16/10/2026 |
| 독일어 | Deutsch | 12.345,67 | 16.10.2026 |
| 프랑스어 | Français | 12 345,67 | 16/10/2026 |
| 베트남어 | Tiếng Việt | 12.345,67 | 16/10/2026 |
| 태국어 | ภาษาไทย | 12,345.67 | 16/10/2026 |
| 튀르키예어 | Türkçe | 12.345,67 | 16.10.2026 |
| 러시아어 | Русский | 12 345,67 | 16.10.2026 |
| 아랍어 | العربية | 12,345.67 | 16/10/2026 |

아랍어 인터페이스는 오른쪽에서 왼쪽으로 배치되지만 숫자는 항상 0–9를 사용하며, Modbus 주소 범위는 여전히 왼쪽에서 오른쪽으로 표시됩니다. 각 언어 번역이 원어민에게 자연스러운지는 검증되지 않았습니다.

# 부록 G 문제 보고서 양식

문제가 발생하면 아래 표를 작성하여 화면 사진과 함께 공급업체에 보내십시오.

| 항목 | 상세 내용 |
|---|---|
| 보고 날짜 / 시간 | |
| 보고자 / 부서 | |
| TMS 버전 번호 / 빌드 날짜 | |
| Android 기기 모델 / Android 버전 | |
| 작업 모드 | □ 토크 렌치 □ 전동 공구 □ 토크 측정 □ 토크 & 각도 □ 배치 작업 |
| 센서 모델 / 시리얼 번호 / 채널 | |
| 부품 번호 | |
| 화면의 오류 메시지 (전체 문구) | |
| 작업 절차 | 1.<br>2.<br>3. |
| 발생 빈도 | □ 항상 □ 가끔 □ 한 번만 |
| 이미 시도한 조치 | |