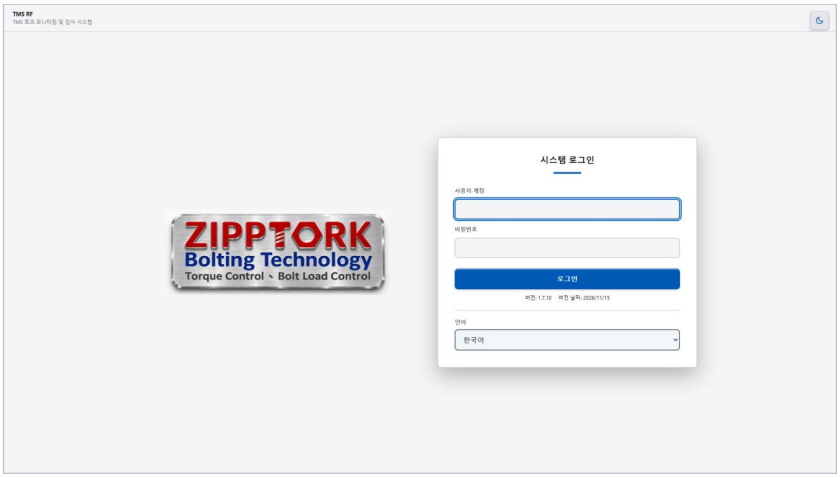
TMS RF

TMS 토크 모니터링 및 검사 시스템

소프트웨어 설치 및 운영 설명서

한국어판



적용 대상: TMS RF 1.7.10 (Windows x64)

지원 플랫폼: Windows 10 / Windows 11, 64비트 PC

문서 버전 1.5

개정일 2026-11-23

안전 유의사항

- 토크를 가할 때는 공구 제조사와 공장의 안전 규정을 따르십시오. TMS RF는 측정 및 기록 도구일 뿐이며 외부 기계의 전원을 제어하거나 차단하지 않습니다.
- 센서에 과부하, 영점 이상 또는 하드웨어 오류가 표시되면 즉시 사용을 중지하고 교정 또는 수리를 의뢰하십시오.
- 토크를 가하는 중에는 작업 화면을 벗어나거나 파라미터를 변경하거나 RF 수신기를 분리하지 마십시오.
- 센서는 지정된 범위 내에서 사용하고 교정 주기에 따라 정기적으로 교정하십시오.
- 작업을 시작하기 전에 센서, 목표 토크, 공차, 단위가 모두 올바른지 확인하십시오. 단위가 잘못되면 판정도 잘못됩니다.
- 설치 버전과 포터블 버전을 동시에 실행하지 말고, 같은 컴퓨터에서 TMS RF 창을 두 개 열지 마십시오.
- Modbus TCP와 Open Protocol에는 암호화와 인증이 없으므로 관리되는 공장 내부 근거리 통신망에서만 사용해야 합니다.
- 업그레이드나 제거를 하거나 "애플리케이션 데이터 삭제하기"를 선택하기 전에는 반드시 데이터를 백업하십시오. 삭제된 데이터는 복구할 수 없습니다.
- 처음 로그인한 후에는 기본 관리자 계정 `admin`의 비밀번호를 즉시 변경하십시오.

목차

제1장 제품 개요 및 안전 지침 1

1.1 시스템 소개 1

1.2 주요 기능 1

1.3 작업 모드 한눈에 보기 2

1.4 역할 및 권한 개요 3

1.5 시스템 구성 및 데이터 저장 3

1.6 안전 지침 4

1.7 이 설명서를 읽는 방법 4

제2장 시스템 요구 사항 및 설치 6

2.1 시스템 요구 사항 6

2.2 설치 방법 선택 7

2.3 방법 1: 설치 프로그램으로 설치 8

2.4 방법 2: 포터블 프로그램 사용 13

2.5 Windows 보안 경고 13

2.6 시작 및 기본 창 14

2.7 데이터 저장 위치 15

2.8 최초 실행 및 기본 관리자 계정 16

2.9 설치 체크리스트 18

제3장 로그인, 언어 및 메인 화면 탐색 20

3.1 로그인 화면 20

3.2 메인 화면 및 탐색 메뉴 25

3.3 상단 바 공통 버튼 30

3.4 언어 및 날짜/시간 형식 31

3.5 로그아웃 및 로그인 세션 34

제4장 처음 사용 시 빠른 설정 36
4.1 준비 36
4.2 처음 사용 시 설정 절차 37
4.3 처음 사용 시 설정 체크리스트 41
4.4 처음 사용 시 자주 발생하는 문제 42
제5장 토크 렌치 44
5.1 모드 개요 44
5.2 작업 화면과 설정 화면의 공통 요소 45
5.3 토크 렌치 작업 화면 57
5.4 토크 렌치 설정 63
5.5 설정 미완료 시 비어 있는 목표 토크와 작업 스테이션 68
5.6 작업 예시 71
제6장 토크 & 각도 73
6.1 모드 개요 73
6.2 토크 & 각도 작업 화면 75
6.3 토크 & 각도 설정 80
6.4 작업 예시 87
제7장 토크 측정 89
7.1 모드 개요 89
7.2 작업 화면 92
7.3 토크 측정 설정 97
7.4 작업 예시 105
제8장 전동 공구 107
8.1 모드 개요 107
8.2 작업 화면 109
8.3 전동 공구 설정 116

8.4 클러치 설정 123

제9장 배치 작업 127

9.1 모드 개요 127

9.2 배치 작업 화면 129

9.3 배치 설정 개요 137

9.4 단계 유형 146

9.5 그룹 및 범주 관리 151

9.6 고급 그룹 관리 154

제10장 능력 지수 159

10.1 개요 및 세 가지 모드 159

10.2 공통 통계 지수 161

10.3 토크 센서 모드 166

10.4 잔류 토크 모드 176

10.5 잔류 토크 + 토크 센서 모드 182

제11장 기록 및 내보내기 187

11.1 기록 유형 및 여는 방법 187

11.2 모든 작업 기록과 “기록 및 내보내기” 페이지 190

11.3 빈 기록 목록 201

11.4 토크 렌치 기록 203

11.5 토크 및 각도 기록 206

11.6 토크 측정 기록 209

11.7 전동 공구 기록 213

11.8 배치 작업 기록 217

11.9 능력 지수 기록 222

제12장 시스템 설정: 전역, 센서 및 보조 설정 232

12.1 시스템 설정 개요 및 하위 페이지 이동 232

12.2 전역 설정 234
12.3 센서 및 RF 페어링 239
12.4 토크 계수 247
12.5 토크 증배기 253
12.6 표시등 257
12.7 센서 오류 이력 263
제13장 통신 설정 269
13.1 통신 설정 개요 269
13.2 Modbus TCP 275
13.3 Modbus RTU 289
13.4 Open Protocol 296
13.5 Modbus 레지스터 맵 308
13.6 Modbus 진단 및 테스트 317
제14장 동기화 및 읽기 API 322
14.1 동기화 설정 개요 322
14.2 동기화 대상: 데이터베이스 및 게이트웨이 325
14.3 읽기 API(읽기 전용 API) 329
14.4 동기화 상태 및 실패 처리 339
제15장 사용자 및 권한 345
15.1 권한 모델 345
15.2 사용자 목록 349
15.3 사용자 편집 353
15.4 사용자별 권한 설정 357
15.5 사용자 추가 361
15.6 비밀번호 재설정 365
15.7 보안 권장 사항 368
제16장 오류 처리 및 문제 해결 370

16.1 기본 원칙 370

16.2 설치 및 시작 371

16.3 로그인, 권한 및 세션 372

16.4 센서 및 RF 수신기 373

16.5 작업 설정 및 판정 375

16.6 기록 및 내보내기 376

16.7 통신 설정 및 동기화 377

16.8 문제 보고 시 제공할 정보 378

16.9 오류 메시지 참조 379

제17장 백업, 업그레이드 및 제거 403

17.1 보호할 데이터 403

17.2 콜드 백업 405

17.3 콜드 백업에서 복원 406

17.4 새 버전으로 업그레이드 407

17.5 제거 412

17.6 사용 시 유의 사항 415

부록 A 용어집 417

부록 B 문제 보고서 양식 423

제1장 제품 개요 및 안전 지침

1.1 시스템 소개

TMS RF 토크 모니터링 및 검사 시스템(화면 제목 "TMS 토크 모니터링 및 검사 시스템", 이하 TMS RF)은 Windows 컴퓨터에 설치하는 토크 측정 소프트웨어입니다. 컴퓨터는 USB를 통해 RF 2.4G 수신기에 연결되어 토크 센서의 토크 및 각도 데이터를 무선으로 수신합니다. TMS RF는 측정값과 곡선을 실시간으로 표시하고, 설정한 목표값과 공차에 따라 OK/NOK를 자동으로 판정하며, 모든 작업 결과를 컴퓨터의 데이터베이스에 저장합니다. 저장된 결과는 조회, 내보내기, 동기화할 수 있으며 Modbus/Open Protocol을 통해 PLC와 상위 시스템에 제공할 수도 있습니다.

이 설명서는 시스템 요구 사항, 설치, 최초 로그인부터 모든 화면, 필드, 버튼의 작업 절차까지 예시와 함께 설명합니다. 작업자, QC 담당자, 시스템 관리자를 대상으로 합니다.

1.2 주요 기능

기능	설명	참조
토크 렌치	토크를 가하는 동안의 최대 토크로 OK/NOK를 판정합니다. 수동 토크 렌치용입니다.	제5장
토크 & 각도	토크와 회전 각도가 모두 목표에 도달해야만 OK로 판정합니다. 각도 제어가 필요한 체결에 사용합니다.	제6장
토크 측정	"목표 토크 (각도 측정 시작)"부터 각도를 계산하고, 목표 각도에서의 토크 값을 취하여 판정합니다.	제7장
전동 공구	펄스 공구, 클러치 공구 등 전동 공구의 토크를 측정하고 펄스 수 등의 공구 정보를 표시합니다.	제8장
배치 작업	여러 단계(모드 혼합 가능)를 하나의 작업 흐름으로 묶어 작업자가 순서대로 완료하게 합니다.	제9장
능력 지수	샘플을 수집하여 Cp, Cpk 등의 지수를 계산하고 공구 또는 공정 능력을 평가합니다.	제10장
기록 및 내보내기	날짜와 조건으로 조회하고, 상세 내용과 곡선을 확인하며, CSV/Excel로 내보냅니다.	제11장
시스템 설정	단위 및 언어, 센서 페어링, 토크 계수, 토크 증배기, 표시등, 오류 기록.	제12장

기능	설명	참조
통신 설정	PLC와 결과 및 명령을 주고받기 위한 Modbus TCP, Modbus RTU, Open Protocol.	제13장
동기화 및 읽기 전용 API	기록을 외부 데이터베이스 또는 게이트웨이로 동기화하고, 로컬 읽기 전용 API를 제공합니다.	제14장
사용자 및 권한	세 가지 권한 템플릿(A/B/C, 1.4절 참조)과 사용자별 조정. 모든 기록을 작업자까지 추적할 수 있습니다.	제15장

1.3 작업 모드 한눈에 보기

왼쪽 탐색 메뉴의 "회전식 센서" 그룹에는 다섯 가지 체결/측정 모드가 있고, "공구 능력 검사" 그룹에는 능력 지수 검사가 있습니다.

탐색 메뉴 이름	판정 기준	일반적인 용도	장
토크 렌치	최대 토크로 판정	수동 토크 렌치를 사용한 체결 점검 및 발췌 검사	제5장
토크 & 각도	토크와 각도가 모두 목표에 도달해야 함	회전 각도 제어가 필요한 체결	제6장
토크 측정	목표 각도에 도달했을 때의 토크 값을 취함	각도를 기준으로 시작하는 토크 측정	제7장
전동 공구	펄스 수를 먼저 판정한 후 최대 토크를 판정	유압 펄스 공구, 클러치 공구 등 전동 공구	제8장
배치 작업	여러 단계를 순서대로 수행하며 OK 결과만 집계	하나의 부품에 대한 여러 볼트 또는 여러 단계 작업	제9장
능력 지수 검사	Cpk/Cmk 등 공정 능력 계산	신규 공구의 입고 검사, 정기 능력 시험	제10장

1.4 역할 및 권한 개요

모든 계정은 세 가지 권한 템플릿 중 하나를 사용합니다. 템플릿은 화면에 역할 “관리자”, “관리 책임자”, “일반 사용자”로 표시되며 이 설명서에서는 A, B, C라고 합니다. 관리자는 사용자마다 개별 기능을 켜거나 끌 수도 있습니다.

템플릿	대상	가능한 작업(기본값)
A	시스템 관리자	사용자, 서버, 동기화 설정 관리를 포함한 모든 기능.
B	엔지니어, QC 담당자, 교대 조장	작업 파라미터 조정, 센서 페어링, 교정, 파일 및 통신 설정 변경. 사용자 목록은 볼 수 있지만 사용자나 서버/동기화 설정은 편집할 수 없습니다.
C	현장 작업자	작업 실행, 작업 및 시스템 설정 보기, 기록 보기 및 내보내기, 능력 시험 실행. 작업 파라미터, 페어링, 교정은 변경할 수 없습니다.

전체 기능 목록, 템플릿 기본값, 사용자별 조정 방법은 제15장을 참조하십시오.

1.5 시스템 구성 및 데이터 저장

TMS RF의 데이터는 아래 표의 순서대로 흐릅니다.

순서	단계	기능	다음 단계와의 연결
1	토크 센서	토크 렌치, 전동 공구 또는 각도 토크 센서가 토크와 각도를 측정	RF 2.4G 무선
2	RF 수신기	센서 데이터 수신	USB
3	Windows 컴퓨터(TMS RF)	측정값 표시, 판정, 기록, 내보내기	이더넷/RS-485(선택 사항)
4	PLC/상위 시스템	결과 읽기, 명령 전송	—

- 모든 데이터(계정, 설정, 센서, 작업 기록)는 현재 Windows 사용자의 애플리케이션 데이터 폴더에 저장됩니다. 설치 버전과 포터블 버전은 같은 데이터를 공유합니다(2.7절 참조).
- 작업 모드에서 센서를 사용하려면 먼저 “시스템 설정 → 센서 페어링”에서 센서를 페어링해야 합니다. 새로 설치한 직후에는 센서 목록이 비어 있습니다.
- 통신(PLC), 동기화(데이터베이스/게이트웨이), 읽기 전용 API는 선택 사항입니다. 설정하지 않아도 로컬 작업에는 영향이 없습니다.

팁 RF 수신기의 USB 연결, 센서와 수신기 간의 무선 연결, 센서 자체의 전원은 서로 별개입니다. 수신기에 전원이 들어와 있다고 해서 센서 데이터가 수신되고 있다는 뜻은 아닙니다. TMS RF에 표시되는 센서 상태를 기준으로 판단하십시오.

1.6 안전 지침

경고 TMS RF는 측정, 판정, 기록만 수행하며 외부 기계의 전원을 제어하거나 차단하지 않습니다. 토크 공구, 센서, 토크 증배기의 선택, 교정, 안전한 작동은 여전히 제조사 설명서와 현장 규정을 따라야 합니다. OK 판정이 공구가 교정되었다거나 체결 부품이 설계 요구 사항을 충족한다는 뜻은 아닙니다.

- 작업을 시작하기 전에 선택한 센서, 목표 토크, 공차, 단위가 모두 올바른지 확인하십시오. 단위가 잘못되면 판정도 잘못됩니다.
- 센서에 과부하, 영점 이상 또는 하드웨어 오류가 표시되면 즉시 사용을 중지하고 교정 또는 수리를 의뢰하십시오(12.7절 참조).
- 토크를 가하는 중에는 화면을 전환하거나 파라미터를 변경하거나 수신기를 분리하지 마십시오. 작업 화면을 벗어나면 진행 중인 토크 작업은 저장되지 않습니다.
- 설치 버전과 포터블 버전을 동시에 실행하지 말고, 같은 컴퓨터에서 TMS RF 창을 두 개 열지 마십시오(둘 다 같은 데이터를 공유합니다).
- PLC에 명령을 쓰거나 통신을 테스트하는 작업은 생산에 영향을 주지 않는 상태에서만 수행하십시오. Modbus TCP와 Open Protocol에는 암호화와 계정 인증이 없으므로 관리되는 공장 내부 근거리 통신망에서만 사용해야 합니다.
- 계정을 관리하거나 권한을 변경하기 전에 진행 중인 작업을 완료하십시오. 권한이 변경된 계정은 다시 로그인해야 합니다.
- 업그레이드하거나 제거하기 전에 프로그램을 종료하고 데이터를 백업하십시오(제17장 참조).

1.7 이 설명서를 읽는 방법

- 화면의 버튼, 필드, 옵션 이름은 따옴표로 표시합니다. 예: “로그인”, “설정 저장”.
- 텍스트 없이 아이콘만 있는 버튼은 아이콘으로 설명합니다. 예: “← (뒤로)”, “톱니바퀴 (설정)”.
- 작업 절차는 1, 2, 3 순으로 번호가 매겨져 있으며 순서대로 수행하십시오. 각 단계 뒤에는 화면에 나타나는 결과가 설명되어 있습니다.
- 경로는 “→”로 클릭 순서를 나타냅니다. 예: “탐색 메뉴 → ‘시스템 설정’ → ‘센서 페어링’”.

- 스크린샷의 센서, 계정, 스테이션, 값은 예시이며 실제 내용은 설정에 따라 다릅니다. 스크린샷은 1920×1080에서 캡처했으며, 실제 화면은 화면 해상도와 창 크기에 맞게 조정됩니다.

이 설명서에서는 다음과 같은 안내 상자를 사용합니다.

팁 추가 설명 또는 작업 요령입니다.

참고 틀리기 쉬워 특별히 주의해야 하는 사항입니다.

경고 인명 안전, 데이터 손실 또는 되돌릴 수 없는 작업과 관련된 사항입니다. 반드시 지키십시오.

예시 실제 값을 사용하여 작업 또는 계산을 보여 줍니다.

제2장 시스템 요구 사항 및 설치

이 장에서는 컴퓨터에 필요한 조건, 설치 방법 선택, 단계별 설치 절차, 최초 시작 시 수행할 작업을 설명합니다.

2.1 시스템 요구 사항

TMS RF는 64비트 Windows 데스크톱 애플리케이션입니다. 실행하려면 다음 조건이 필요하며, 하나라도 충족되지 않으면 TMS RF를 설치할 수 없거나 화면이 열리지 않습니다.

항목	요구 사항	설명
운영 체제	Windows 10 또는 Windows 11(64비트)	32비트 Windows는 지원하지 않습니다.
Microsoft Edge WebView2 Runtime	필수	TMS RF 화면은 WebView2로 표시됩니다. Windows 11에는 보통 포함되어 있으며, 없는 경우 오프라인 설치 프로그램이 자동으로 설치할 수 있습니다(2.2절 참조).
설치 권한	일반 사용자로 충분	TMS RF는 현재 사용자의 폴더에 설치되므로 관리자 권한이 필요하지 않습니다.
디스크 공간	프로그램 약 19 MB와 데이터 공간	작업 기록은 계속 늘어나므로 여유 공간을 1 GB 이상 확보하십시오.

권장 사양은 다음과 같습니다(운영상의 권장 사항이며 프로그램이 강제하는 조건은 아닙니다).

항목	권장 사항
프로세서	Intel Core i3/AMD Ryzen 3 이상
메모리	8 GB 이상
디스플레이	1920×1080 이상, 최소 권장 1366×768
USB 포트	RF 수신기용 1개 이상. USB 표시등이나 USB-RS-485 변환기를 사용하려면 포트가 추가로 필요합니다
네트워크	Modbus TCP, Open Protocol, 동기화를 사용하거나 표준 설치 프로그램으로 WebView2를 설치할 때 필요

주변 장치는 다음과 같습니다.

장치	용도	참조
RF 2.4G 수신기	컴퓨터의 USB 포트에 꽂아 센서와 무선으로 통신합니다	12.3절
토크 센서	토크 또는 각도를 실제로 측정하는 무선 장치입니다. 사용 전에 완전히 충전하고 교정 유효 기간 내에 있는지 확인하십시오	12.3절
표시등(선택 사항)	램프로 OK/NOK를 알립니다. COM 포트로 연결합니다	12.6절
USB-RS-485 변환기(선택 사항)	PLC와 Modbus RTU 통신을 할 때 필요합니다	13.3절

2.2 설치 방법 선택

TMS RF는 세 가지 파일로 제공됩니다. 세 파일 모두 프로그램 기능은 완전히 같으며, 설치 여부와 WebView2 Runtime을 얻는 방법만 다릅니다.

파일	파일 이름	크기(약)	WebView2 Runtime
오프라인 설치 프로그램	`TMS RF_1.7.10_x64-offline-setup.exe`	304 MB	전체 WebView2 설치 프로그램을 포함하며, 컴퓨터에 없으면 자동으로 설치합니다. 네트워크가 필요 없습니다
표준 설치 프로그램	`TMS RF_1.7.10_x64-setup.exe`	6 MB	컴퓨터에 없으면 설치 중에 다운로드해야 하므로 네트워크 연결이 필요합니다
포터블 프로그램	`ZIPPTORK TMS RF Portable.exe`	19 MB	아무것도 설치하지 않습니다. 컴퓨터에 WebView2가 이미 있어야 합니다

선택 기준은 다음과 같습니다.

1. 생산 라인 컴퓨터에 네트워크가 없거나 WebView2가 있는지 확실하지 않은 경우: **오프라인 설치 프로그램**을 사용합니다.
2. 컴퓨터를 네트워크에 연결할 수 있고 더 작은 파일을 원하는 경우: **표준 설치 프로그램**을 사용합니다.
3. 바로 가기와 제거 항목 없이 프로그램만 실행하려는 경우: **포터블 프로그램**을 사용합니다. 단, 컴퓨터에 WebView2가 이미 있어야 합니다.

> **참고** 포터블 프로그램은 데이터를 함께 가지고 다니지 않습니다. 설치 버전과 같은 위치에서 데이터를 읽고 씁니다(2.7절 참조). USB 플래시 드라이브에서 실행하더라도 데이터는 이 컴퓨터에 저장됩니다.

2.3 방법 1: 설치 프로그램으로 설치

이 절은 오프라인 설치 프로그램과 표준 설치 프로그램에 모두 적용되며, 두 프로그램의 설치 화면은 같습니다.

2.3.1 설치 전 준비

1. 공급업체에서 설치 프로그램을 받고, 회사 정책에 따라 IT 부서에 실행 승인을 요청합니다(설치 프로그램에는 디지털 서명이 없습니다. 2.5절 참조).
2. 파일 무결성을 확인합니다. 설치 프로그램과 같은 위치에 있는 `SHA256SUMS.txt`에 각 파일의 SHA-256 값이 나와 있습니다. PowerShell로 값을 계산하여 비교합니다(2.5절의 예시 참조).
3. 컴퓨터에 TMS RF가 이미 있는 경우: 먼저 작업을 마치고 로그아웃한 후 프로그램을 종료한 다음, 제17장에 따라 데이터를 백업합니다. 업그레이드할 때의 설치 화면은 17.4절을 참조하십시오.
4. 필요 없는 다른 애플리케이션을 종료합니다.

2.3.2 설치 프로그램 언어

설치 프로그램에는 16개 언어(TMS RF 인터페이스 언어와 동일)가 포함되어 있으며, **Windows 표시 언어에 따라 자동으로 하나를 선택**합니다. 언어 선택 창은 나타나지 않습니다. Windows 표시 언어가 16개 언어에 포함되지 않으면 영어가 사용됩니다. 설치 프로그램 언어는 설치 화면에만 적용되며, 시작 후 TMS RF 인터페이스 언어는 3.4절의 규칙에 따라 결정됩니다.

2.3.3 설치 절차

1. 설치 프로그램을 두 번 클릭합니다. Windows 보안 경고가 나타나면 2.5절에 따라 처리합니다. "TMS RF 설치" 창에 시작 페이지 "TMS RF 설치를 시작합니다."가 표시됩니다.

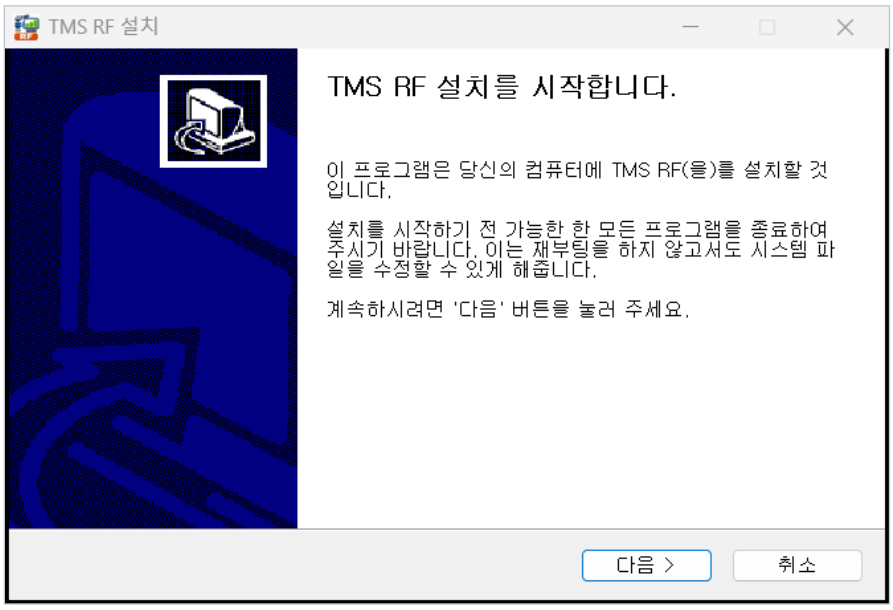


그림 2-1 설치 마법사 시작 페이지

2. "다음 >"을 클릭합니다. "설치 위치 선택" 페이지가 표시됩니다. "설치 폴더"의 기본값은 현재 사용자의 `%LOCALAPPDATA%\TMS RF`입니다(예: `C:\Users\UserName\AppData\Local\TMS RF`). 그 아래에 "필요한 디스크 공간"과 "남은 디스크 공간"이 표시됩니다.

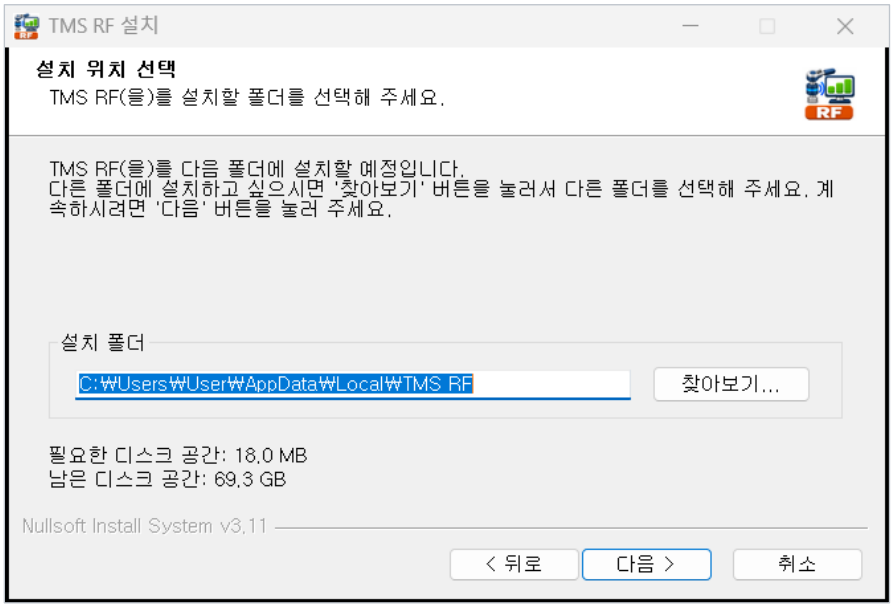


그림 2-2 설치 위치 선택

3. 대부분의 경우 기본 폴더를 사용합니다. 다른 위치에 설치하려면 "찾아보기..."를 클릭하고 폴더를 선택합니다.

> **참고** 이 페이지에서 "다음 >"을 클릭하면 **즉시 설치가 시작**되며 확인 페이지는 나오지 않습니다. 클릭하기 전에 설치 폴더가 올바른지 확인하십시오.

4. "다음 >"을 클릭하여 설치를 시작합니다. "설치중 / TMS RF(을)를 설치하는 동안 잠시 기다려 주세요."와 진행률 표시줄이 표시됩니다. 설치는 보통 몇 초면 끝납니다. 표준 설치 프로그램을 사용하는데 컴퓨터에 WebView2가 없으면 WebView2를 먼저 다운로드하여 설치하므로 시간이 더 걸리고 네트워크 연결이 필요합니다.

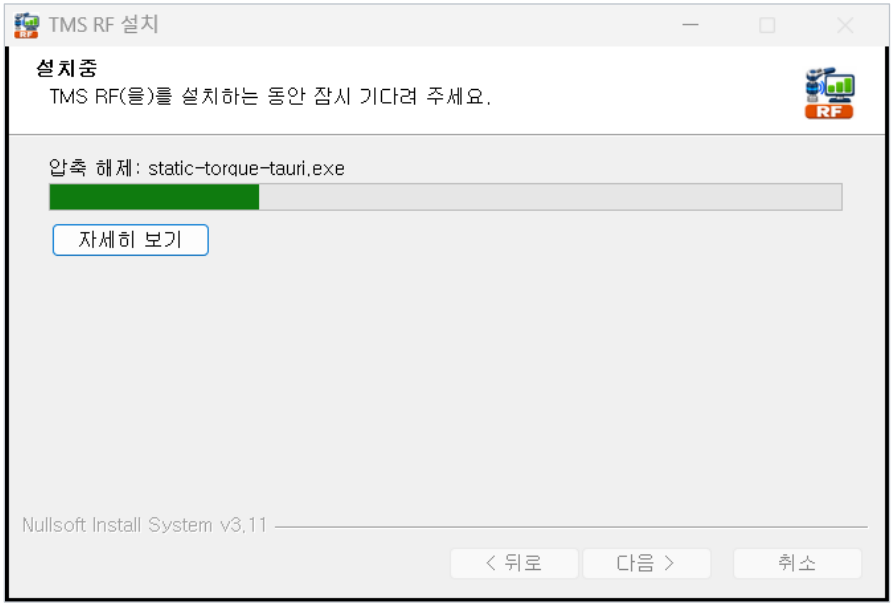


그림 2-3 설치 중

5. 설치가 끝나면 제목이 "설치 완료 / 설치가 성공적으로 완료되었습니다."로 바뀌고 진행률 표시줄에 "완료"가 표시됩니다. "다음 >"을 클릭합니다.

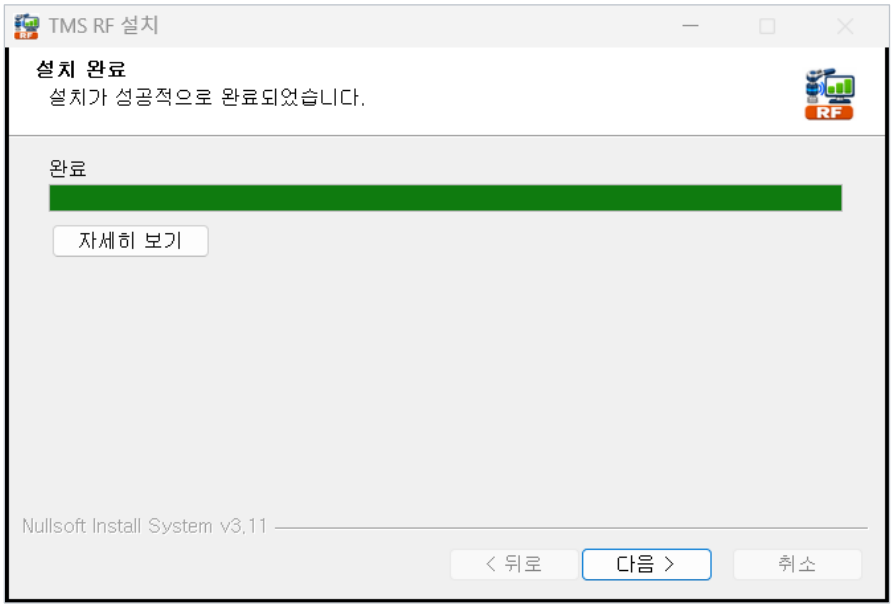


그림 2-4 설치 완료

6. “TMS RF 설치 완료” 페이지가 표시되며, 두 가지 옵션이 모두 기본적으로 선택되어 있습니다.

옵션	설명
TMS RF 실행하기(R)	“마침”을 클릭하면 바로 TMS RF가 시작됩니다.
바탕화면 바로가기 만들기	바탕 화면에 “TMS RF” 바로 가기를 만듭니다. 필요 없으면 선택 해제합니다. 시작 메뉴 바로 가기는 항상 만들어집니다.

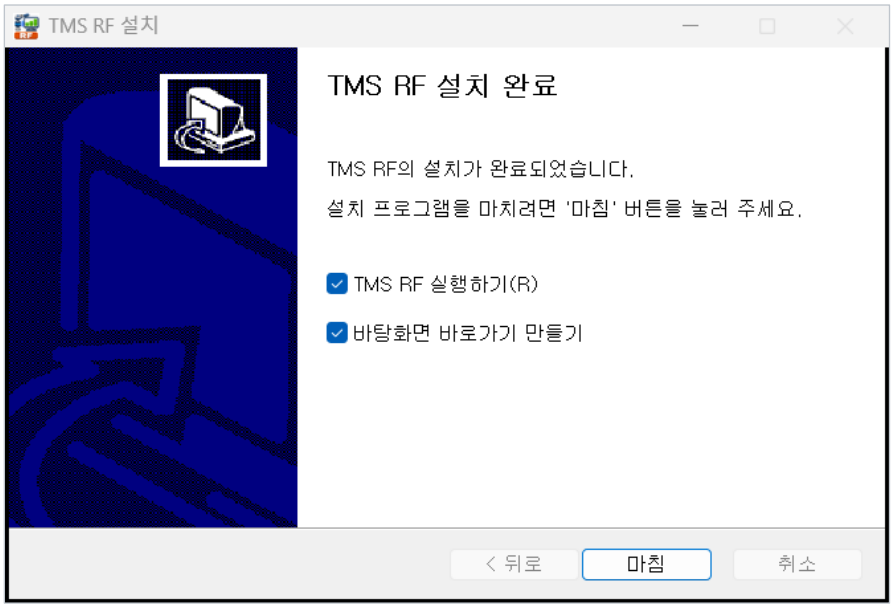


그림 2-5 설치 마법사 완료 페이지

7. 필요한 옵션을 선택하고 “마침”을 클릭하여 설치 프로그램을 닫습니다. “TMS RF 실행하기(R)”가 선택되어 있으면 TMS RF가 자동으로 시작되므로 2.6절로 계속 진행합니다.

예시 Wang 엔지니어가 생산 라인 컴퓨터(네트워크 없음)에 TMS RF를 설치합니다.

① `TMS RF_1.7.10_x64-offline-setup.exe`를 컴퓨터에 복사하고 IT 부서의 승인을 받은 후 두 번 클릭합니다.

② 시작 페이지에서 “다음 >” 클릭 → 기본 설치 위치 유지 → “다음 >”을 클릭하여 설치를 시작합니다.

③ “TMS RF 설치 완료”가 나타나면 두 옵션을 모두 선택된 상태로 두고 “마침”을 클릭합니다. 바탕 화면에 “TMS RF” 아이콘이 나타나고 프로그램이 자동으로 열려 로그인 화면이 표시됩니다. 이것으로 설치가 완료되었습니다.

2.3.4 설치로 생성되는 항목

항목	위치
프로그램 폴더	`%LOCALAPPDATA%\TMS RF`(`static-torque-tauri.exe`와 제거 프로그램 `uninstall.exe` 포함)
시작 메뉴	"시작" → "모든 앱" → "TMS RF"
바탕 화면 바로 가기	"TMS RF"(설치 중에 "바탕화면 바로가기 만들기"를 선택한 경우에만 생성)
Windows 앱 목록	"설정" → "앱" → "설치된 앱"의 "TMS RF". 여기에서 제거할 수 있습니다(17.5절 참조)

이 설치는 "현재 사용자" 설치입니다. 같은 컴퓨터의 다른 Windows 계정에서는 보이지 않습니다. 필요하면 해당 계정에서 별도로 설치하십시오.

2.3.5 설치 중 발생할 수 있는 상황

상황	원인 및 해결 방법
TMS RF가 실행 중이라는 메시지	설치 또는 제거 중에 TMS RF가 아직 열려 있습니다. TMS RF로 돌아가 작업을 마치고 로그아웃한 후 창을 닫은 다음 다시 시도하십시오. 설치 프로그램이 강제로 종료하게 하지 마십시오. 데이터가 완전히 기록되지 않을 수 있습니다.
"이미 설치되어 있습니다" 페이지가 나타나 먼저 제거할지 묻는 경우	컴퓨터에 다른 버전의 TMS RF가 있습니다. 먼저 데이터를 백업한 후 17.4절에 따라 선택하십시오.
최신 버전이 이미 설치되어 있다는 메시지	최신 버전 위에 이전 버전의 설치 프로그램을 설치하려고 합니다. 다운그레이드하지 말고 공급업체에 올바른 버전을 확인하십시오.
WebView2 다운로드 실패	표준 설치 프로그램이 WebView2를 다운로드해야 하는데 컴퓨터가 네트워크에 연결할 수 없거나 방화벽에 차단되었습니다. 오프라인 설치 프로그램을 대신 사용하거나 IT 부서에 WebView2를 먼저 설치해 달라고 요청하십시오.
WebView2 설치 실패	WebView2가 완전히 설치되지 않아 TMS RF를 열 수 없습니다. 설치를 다시 실행하고, 그래도 실패하면 IT 부서에 권한이나 회사 정책을 확인해 달라고 요청하십시오.
설치 프로그램이 차단되어 실행할 수 없음	SmartScreen, 바이러스 백신 소프트웨어 또는 회사의 애플리케이션 제어 정책에 의해 차단되었습니다. IT 부서에 정책에 따른 승인을 요청하십시오. 2.5절을 참조하십시오.

2.4 방법 2: 포터블 프로그램 사용

1. 컴퓨터에 WebView2 Runtime이 설치되어 있는지 확인합니다. Windows "설정" → "앱" → "설치된 앱"을 열고 "WebView2"를 검색합니다. "Microsoft Edge WebView2 Runtime"이 보여야 합니다. 없으면 오프라인 설치 프로그램을 대신 사용하거나 IT 부서에 먼저 설치해 달라고 요청합니다.
2. `ZIPPTORK TMS RF Portable.exe`를 고정된 로컬 폴더(예: IT 부서가 지정한 `D:\TMS RF\`)에 둡니다.
3. 두 번 클릭하여 실행한 다음(처음 실행할 때 2.5절의 보안 경고가 나타날 수 있습니다) 2.6절로 계속 진행합니다.

> **경고** 포터블 프로그램과 설치 버전은 **같은** 데이터베이스와 설정을 사용합니다(2.7절 참조). 같은 컴퓨터, 같은 Windows 계정에서 포터블 버전과 설치 버전을 동시에 실행하지 말고, TMS RF 창을 동시에 두 개 열지 마십시오. 둘을 함께 실행하면 같은 데이터베이스에 동시에 쓰게 되고 통신 포트 충돌이 발생합니다.

2.5 Windows 보안 경고

TMS RF의 세 파일에는 모두 디지털 서명이 없습니다. 따라서 처음 실행할 때 Windows가 다음 경고 중 하나를 표시할 수 있습니다.

경고	설명 및 해결 방법
"파일 열기 - 보안 경고": 게시자를 확인할 수 없습니다. 이 소프트웨어를 실행하시겠습니까?	파일에 디지털 서명이 없으므로 "게시자"에 "알 수 없는 게시자"가 표시됩니다. 파일이 올바른 출처에서 왔고 IT 부서가 승인했는지 확인한 후 "실행"을 클릭합니다. 확실하지 않으면 "취소"를 클릭합니다.
"Windows의 PC 보호"(Microsoft Defender SmartScreen)	파일이 올바른 출처에서 왔고 IT 부서가 승인했는지 확인한 후 "추가 정보"를 클릭한 다음 "실행"을 클릭합니다. 화면에 "실행"이 없으면 회사 정책상 허용되지 않는 것이므로 IT 부서에 문의하십시오.
바이러스 백신 소프트웨어 또는 애플리케이션 제어 정책이 파일을 직접 차단함	IT 부서에 회사 정책에 따라 검토하고 허용 목록에 추가해 달라고 요청하십시오(예: 파일의 SHA-256 값 기준).

> **참고** SmartScreen이나 바이러스 백신 소프트웨어를 직접 끄거나 다른 방법으로 회사 보안 정책을 우회하지 마십시오. SHA-256은 파일이 공급업체가 전달했을 때와 같다는 것만 확인할 뿐이며 디지털 서명이 아닙니다.

예시 PowerShell로 표준 설치 프로그램의 SHA-256을 확인합니다.

① 설치 프로그램이 있는 폴더의 빈 곳에서 Shift 키를 누른 채 마우스 오른쪽 단추를 클릭하고 "터미널에서 열기"를 선택합니다.

② `Get-FileHash ".\TMS RF_1.7.10_x64-setup.exe" -Algorithm SHA256`을 입력하고 Enter 키를 누릅니다.

③ 화면의 Hash 값을 `SHA256SUMS.txt`에서 같은 파일 이름의 줄과 비교합니다. 64자가 모두 같아야만(대소문자 구분 안 함) 파일이 손상되지 않은 것입니다.

2.6 시작 및 기본 창

1. "시작" → "TMS RF" 또는 바탕 화면 바로 가기로 TMS RF를 시작하거나(설치 버전), `ZIPPTORK TMS RF Portable.exe`를 두 번 클릭합니다(포터블 버전).
2. 기본 창의 제목은 "TMS RF"이며, 시작할 때 창이 **자동으로 최대화**됩니다.
3. 자동 최대화는 **전체 화면이 아닙니다**. 창에는 Windows 제목 표시줄과 최소화/복원/닫기 버튼이 그대로 있습니다. "이전 크기로 복원"을 클릭하면 일반 창(1100×720)으로 줄어들고, "최대화"를 클릭하면 다시 최대화됩니다.
4. 화면 내용을 확대하거나 축소할 수 있습니다. Ctrl 키를 누른 채 "+"를 누르면 확대, "-"를 누르면 축소되며, Ctrl+0을 누르면 원래 크기로 돌아갑니다. Ctrl 키를 누른 채 마우스 휠을 돌려도 됩니다.
5. 시작할 때 TMS RF는 지난번에 활성화되어 있던 백그라운드 서비스(읽기 전용 API, Modbus TCP, Modbus RTU, Open Protocol)를 자동으로 복원합니다. 활성화되지 않은 서비스는 시작되지 않습니다. 이 중 하나가 시작에 실패하더라도(예: 포트가 이미 사용 중인 경우) 프로그램은 열립니다. 제13장과 제14장의 설정 화면에서 상태를 확인하십시오.
6. 시작이 완료되면 로그인 화면이 나타납니다. 3.1절을 참조하십시오.

팁 Modbus TCP, Open Protocol 또는 읽기 전용 API를 사용할 때 Windows Defender 방화벽이 TMS RF의 통신을 허용할지 물을 수 있습니다. 회사의 IT 규정을 따르십시오. 일반적인 공장 근거리 통신망에서는 "개인 네트워크"를 선택하고 "액세스 허용"을 클릭합니다.

2.7 데이터 저장 위치

TMS RF 데이터는 프로그램 설치 위치와 관계없이 현재 Windows 사용자의 애플리케이션 데이터 폴더에 저장됩니다.

데이터	위치
주 데이터베이스(센서, 작업 설정, 기록, 계정, 통신 및 동기화 설정)	`%APPDATA%\com.tms.zipptork\static-torque.sqlite3`
읽기 전용 API 설정 파일(설정을 변경한 후에만 생성됨)	`%APPDATA%\com.tms.zipptork\read-api.json`
인터페이스 언어, 라이트/다크 테마, 마지막으로 사용한 수신기 포트 등의 환경 설정	`%LOCALAPPDATA%\com.tms.zipptork\`
동기화 대상 연결 정보의 암호화 키	Windows 자격 증명 관리자의 "일반 자격 증명"(이름에 `static-torque` 포함). 다른 컴퓨터에서 데이터를 복원하면 동기화 연결 정보를 다시 입력해야 합니다(제14장 참조)

> **팁** 파일 탐색기 주소 표시줄에 `%APPDATA%\com.tms.zipptork`를 입력하고 Enter 키를 누르면 주 데이터베이스가 있는 폴더가 열립니다.

> **참고** 1.4.1 이전 버전은 데이터를 `%APPDATA%\com.tms.static-torque`와 `%LOCALAPPDATA%\com.tms.static-torque`에 저장했습니다. 업그레이드 후 새 버전이 처음 시작될 때 해당 데이터를 위 폴더로 자동 복사하며, 이전 폴더는 변경하지 않고 그대로 둡니다(17.4.5절 참조).

주요 사항은 다음과 같습니다.

1. **설치 버전과 포터블 버전은 같은 데이터를 공유합니다**. 포터블 버전에서 만든 센서, 계정, 설정은 설치 버전으로 전환한 후에도 그대로 사용되며, 그 반대도 마찬가지입니다.
2. **데이터는 프로그램 파일과 함께 이동하지 않습니다**. USB 플래시 드라이브에서 프로그램을 실행해도 데이터는 이 컴퓨터에 기록되며, 다른 컴퓨터에는 별도의 데이터가 있습니다.
3. **Windows 계정마다 데이터가 따로 있습니다**.
4. 프로그램을 제거해도 기본적으로 이 데이터는 삭제되지 **않습니다**(17.5절 참조).
5. 백업 및 복원은 제17장을 참조하십시오.

2.8 최초 실행 및 기본 관리자 계정

컴퓨터에서 TMS RF를 처음 시작하면(컴퓨터에 TMS RF 데이터가 없는 경우) 프로그램이 백그라운드에서 데이터베이스를 자동으로 만든 후 바로 로그인 화면을 표시합니다. 설정 마법사는 나타나지 않습니다.

2.8.1 최초 시작 후 상태

항목	최초 시작 후 상태
사용자 계정	기본 관리자 하나만 있습니다. 사용자 이름 `admin`, 역할 A(화면에는 "관리자"로 표시됨), 모든 권한 보유.
센서	목록이 비어 있습니다. 먼저 센서를 페어링하십시오(12.3절 참조).
작업 설정 및 기록	설정도 기록도 없습니다. 각 모드에서 센서를 선택하고 설정을 저장해야 작업을 시작할 수 있습니다(제4장 참조).
Modbus TCP, Modbus RTU, Open Protocol	기본적으로 비활성화되어 있으며 통신 포트가 열리지 않습니다.
읽기 전용 API	기본적으로 활성화되어 있으며, 로컬 컴퓨터(`127.0.0.1`)에서만 포트 8080으로 읽을 수 있고 토크 단위는 N·m입니다. 포트 8080을 다른 프로그램이 사용 중이어도 TMS RF는 열리며, 제14장에서 설명하는 화면에서 변경하거나 비활성화할 수 있습니다.
인터페이스 언어	Windows 표시 언어에 따라 자동으로 적용됩니다. 지원하는 16개 언어에 포함되지 않으면 영어로 표시됩니다(3.4절 참조).

> **경고** 기본 관리자 계정은 `admin`이며 **초기 비밀번호도 `admin`입니다**. 이 자격 증명은 이 설명서에 공개되어 있어 누구나 알 수 있으며, 프로그램은 로그인 후 변경을 강제하지 않습니다. 처음 로그인한 **직후** 2.8.2절에 따라 비밀번호를 변경하고, 현장에 컴퓨터를 넘기기 전에 새 비밀번호로 로그인할 수 있는지 확인하십시오.

> **참고** 컴퓨터에 이미 TMS RF 데이터가 있으면(포터블 버전을 포함하여 어떤 버전이든 실행한 적이 있는 경우) 프로그램은 `admin`을 다시 만들지 **않습니다**. 기존 계정으로 로그인하십시오.

2.8.2 최초 로그인 및 초기 비밀번호 변경

1. TMS RF를 시작합니다. 제목이 "시스템 로그인"인 로그인 화면에 "사용자 계정", "비밀번호", "로그인"이 표시됩니다(3.1절 참조).
2. "사용자 계정"에 `admin`, "비밀번호"에 `admin`을 입력하고 "로그인"을 클릭합니다. 메인 화면이 표시되며, 아직 설정이 없으므로 오른쪽에 "토크 렌치"의 설정 화면이 표시됩니다.

3. 왼쪽 탐색 메뉴가 접혀 있으면 먼저 왼쪽 위의 "탐색 메뉴 전환"을 클릭하여 펼친 다음, 탐색 메뉴 왼쪽 아래의 "사용자 관리"를 클릭합니다. 사용자 목록에는 `admin` 행만 있습니다.
4. `admin` 행의 "조작" 열에서 "비밀번호 재설정"을 클릭합니다. "비밀번호 재설정" 대화 상자가 표시되며, "사용자 이름:admin"과 두 필드 "새 비밀번호", "새 비밀번호 확인"이 있습니다.
5. 두 필드에 같은 새 비밀번호를 입력하고 "변경 확인"을 클릭합니다. 대화 상자가 닫히고 화면에 "비밀번호가 재설정되었습니다"가 표시됩니다.
6. 탐색 메뉴를 열고 "로그아웃"을 클릭한 다음, `admin`과 새 비밀번호로 로그인하여 정상적으로 작동하는지 확인합니다.

> **예시** 시스템 관리자 Chen 씨가 설치를 마치고 `admin/admin`으로 로그인한 후, 회사 규정에 맞는 강력한 비밀번호로 재설정하고 로그아웃했다가 다시 로그인하여 확인합니다. 이어서 "사용자 관리"에서 자신의 개인 관리자 계정 `mgr_chen`(템플릿 A)과 작업자별 템플릿 C 계정을 만듭니다(제15장 참조). 이후에는 개인 계정으로 로그인하므로 기록을 개인까지 추적할 수 있습니다.

주요 사항은 다음과 같습니다.

1. 비밀번호만 재설정해서는 현재 세션이 로그아웃되지 않습니다. 따라서 6단계와 같이 로그아웃한 후 다시 로그인하여 확인하십시오.
2. 비밀번호 앞뒤의 공백은 무시됩니다.
3. 프로그램은 비밀번호가 비어 있지 않은지와 두 입력이 일치하는지만 확인하며, 길이나 복잡성은 확인하지 않습니다. 회사의 보안 규정을 충족할 만큼 강력한 비밀번호를 설정하십시오.
4. 사용자는 자신의 비밀번호를 직접 변경할 수 없습니다. 모든 비밀번호는 "편집 · 사용자 관리" 권한이 있는 관리자가 "사용자 관리"에서 재설정합니다(제15장 참조).

5. 유일한 관리자가 비밀번호를 잊어도 시스템을 관리할 수 있도록 개인 템플릿 A 계정을 두 개 이상 유지하십시오. 마지막으로 남은 유효한 관리자는 삭제하거나 강등할 수 없습니다.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"사용자 이름 또는 비밀번호가 잘못되었습니다"	사용자 이름 또는 비밀번호가 틀렸거나, 컴퓨터의 기존 데이터에서 `admin` 계정의 비밀번호가 변경되었거나 계정이 삭제되었습니다. 대소문자를 확인하고 입력기(IME)를 끈 후 다시 시도하십시오. 기존 데이터를 사용하는 경우 이전 관리자에게 계정을 받으십시오. 잘못 입력을 반복하면 재시도할 때마다 약간 지연됩니다(최대 약 2초). 이는 비밀번호 추측을 막기 위한 것이며 프로그램이 멈춘 것이 아닙니다.
"모든 필드를 입력하세요"	비밀번호를 재설정할 때 "새 비밀번호" 또는 "새 비밀번호 확인"이 비어 있었습니다. 두 필드를 모두 입력한 후 "변경 확인"을 클릭하십시오.
"새 비밀번호가 일치하지 않습니다"	두 필드의 내용이 다릅니다. 같은 비밀번호를 다시 입력하십시오.
모든 관리자 계정의 비밀번호를 잊은 경우	화면에는 비밀번호 복구 기능이 없습니다. 공급업체에 문의하십시오. 데이터베이스를 삭제하여 "재설정"하지 마십시오. 모든 센서, 설정, 기록이 지워집니다.

2.9 설치 체크리스트

현장에 컴퓨터를 넘기기 전에 각 항목을 확인하십시오.

확인 항목	확인 방법	결과
프로그램이 정상적으로 열림	시작 메뉴나 바탕 화면 바로 가기로 시작하면 로그인 화면이 나타남	☐
창이 올바르게 표시됨	창이 자동으로 최대화되며, "이전 크기로 복원"을 클릭하여 줄였다가 다시 최대화할 수 있음	☐
기본 비밀번호가 변경됨	`admin`이 새 비밀번호로 로그인할 수 있고 이전 비밀번호 `admin`으로는 로그인할 수 없음	☐
개인 계정이 생성됨	관리자와 작업자가 각자 자신의 계정을 가지고 있음(제15장)	☐
인터페이스 언어와 단위가 올바름	로그인 화면과 메인 화면이 필요한 언어로 표시되고, "시스템 설정 → 전역 설정"의 단위가 올바름(12.2절)	☐
수신기와 센서가 작동함	"시스템 설정 → 센서 페어링"에서 수신기와 페어링된 센서가 보임(12.3절)	☐

확인 항목	확인 방법	결과
시험 측정	사용하는 모드에서 시험용 부품으로 측정을 한 번 완료하고 판정과 기록이 올바름(제4장)	□
통신(사용하는 경우)	PLC가 결과를 읽을 수 있음(제13장)	□

제3장 로그인, 언어 및 메인 화면 탐색

이 장에서는 TMS RF에 로그인하는 방법, 인터페이스 언어와 테마를 전환하는 방법, 로그인 후 메인 화면의 탐색 메뉴와 상단 바 버튼을 설명합니다. 각 작업 모드 화면의 내용은 제5장부터 제10장까지를 참조하십시오.

3.1 로그인 화면

경로: TMS RF를 시작한 후 처음 나타나는 화면입니다. 탐색 메뉴에서 "로그아웃"을 클릭해도 이 화면으로 돌아옵니다.

로그인 화면에서는 사용자의 신원을 확인합니다. 로그인하기 전에 인터페이스 언어와 라이트/다크 테마도 선택할 수 있습니다. 로그인에는 권한이 필요 없으며 유효한 계정만 있으면 됩니다. 새로 설치한 직후에는 기본 관리자 계정만 있습니다. 사용자 이름과 초기 비밀번호는 2.8절을 참조하십시오.

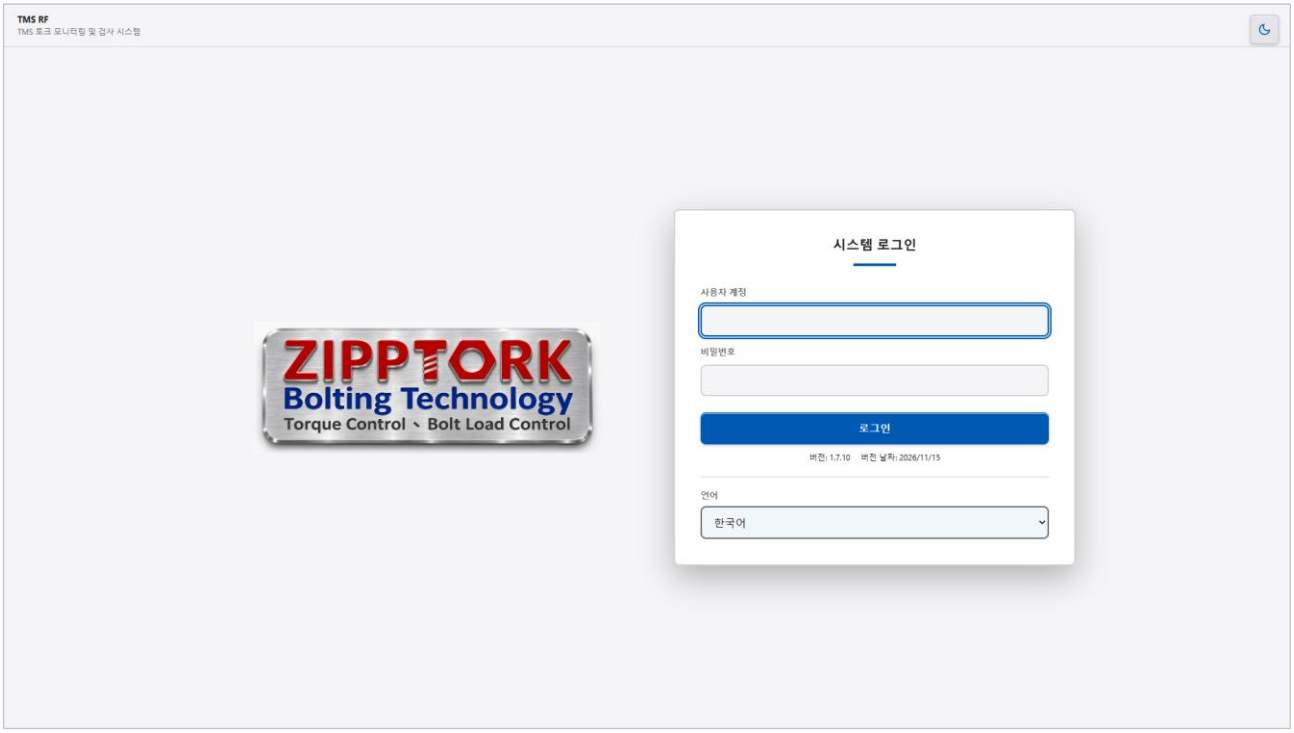


그림 3-1 로그인 화면

3.1.1 화면 설명

영역/버튼	설명
왼쪽 위의 “TMS RF”	제품 이름이며, 그 아래에 시스템 이름 “TMS 토크 모니터링 및 검사 시스템”이 표시됩니다.
오른쪽 위의 달/해 아이콘	“라이트 / 다크 모드 전환”입니다. 라이트 테마에서는 달, 다크 테마에서는 해가 표시됩니다.
왼쪽의 ZIPPTORK 로고	브랜드 로고이며 라이트/다크 테마에 따라 바뀝니다. 창이 좁으면 로그인 카드 위로 이동합니다.
“시스템 로그인”	로그인 카드의 제목입니다.
“사용자 계정”	사용자 이름을 입력합니다. 화면이 열리면 커서가 이미 이 필드에 있습니다.
“비밀번호”	비밀번호를 입력합니다. 입력한 문자는 가려져 표시됩니다.
“로그인”	사용자 이름과 비밀번호를 제출합니다.
“버전”, “버전 날짜”	현재 프로그램의 버전과 빌드 날짜입니다. 날짜는 Windows 지역 형식으로 표시됩니다.
“언어”	16개 인터페이스 언어의 드롭다운 목록입니다. 로그인하기 전에 언어를 선택하면 시스템에 들어간 후에도 같은 언어가 사용됩니다.

TMS RF를 새로 설치한 후 처음 시작하면 라이트 테마가 사용됩니다. 오른쪽 위의 달 아이콘을 클릭하면 다크 테마로 전환됩니다(그림 3-2). 이전 버전을 이미 사용하던 컴퓨터는 업그레이드 후에도 이전 테마를 유지합니다. 이 설명서의 스크린샷은 라이트 테마를 사용합니다.

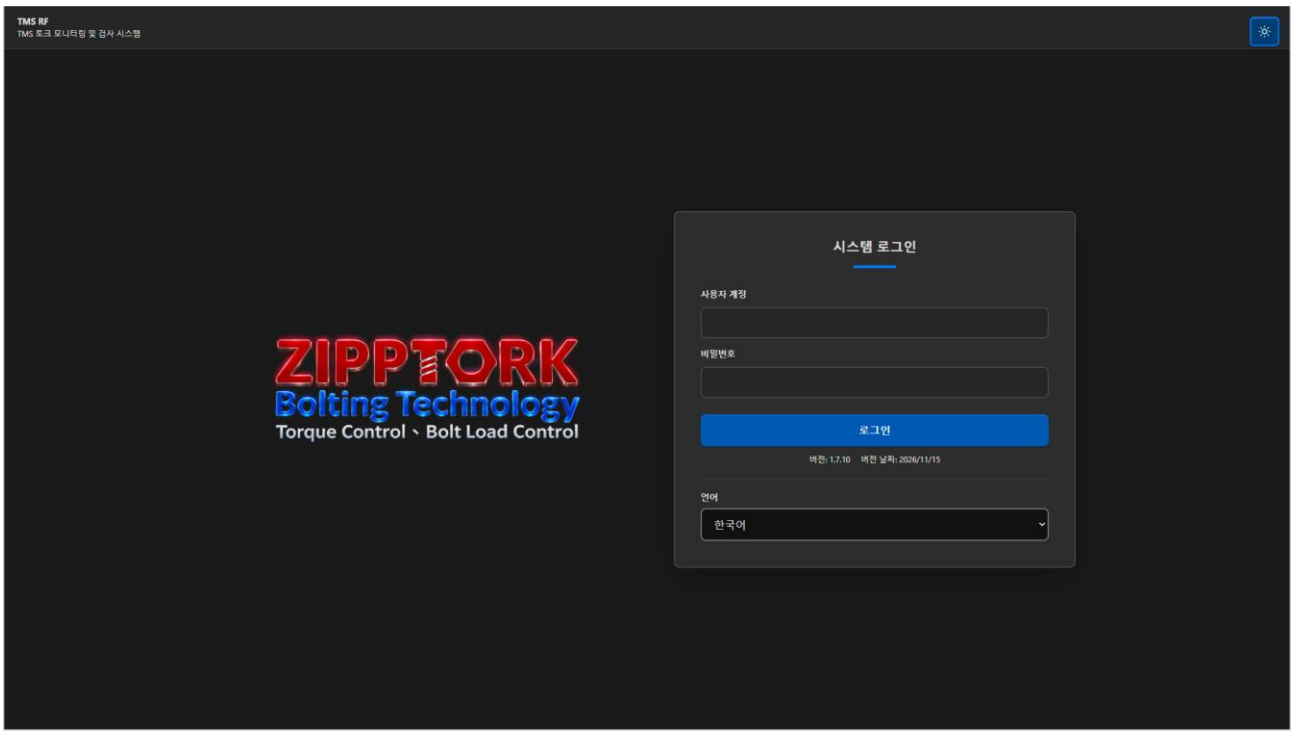


그림 3-2 로그인 화면(다크 테마)

3.1.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
사용자 계정	로그인할 계정의 이름입니다.	필수. 대소문자를 구분합니다. 앞뒤 공백은 자동으로 제거됩니다. 마지막 사용자 이름은 기억되지 않습니다.
비밀번호	해당 계정의 비밀번호입니다.	필수. 대소문자를 구분합니다. 앞뒤 공백은 자동으로 제거됩니다.
언어	인터페이스 언어이며, 선택하는 즉시 적용됩니다.	16개 언어. 최초 시작 시 Windows 표시 언어에 따라 자동으로 적용되며, 지원하지 않는 언어이면 영어로 표시됩니다(3.4절 참조).

3.1.3 버튼

버튼	설명
로그인	사용자 이름과 비밀번호를 확인합니다. 성공하면 신호음이 울리고 메인 화면이 열립니다. 사용자 이름이나 비밀번호가 비어 있으면 제출할 수 없으며, 처리 중에는 다시 클릭할 수 없습니다.
라이트 / 다크 모드 전환	전체 인터페이스의 색 구성을 즉시 전환하고, 다음 시작 시에도 선택을 기억합니다. 측정, 판정, 기록에는 영향을 주지 않습니다.
언어(드롭다운 목록)	전체 인터페이스의 언어를 즉시 전환하고 선택을 기억합니다. 로그인한 후와 다음 시작 시에도 유지됩니다.

팁 언어와 테마는 이 컴퓨터(같은 Windows 사용자)의 설정이며 모든 TMS RF 계정이 공유합니다. 다른 사용자가 로그인해도 언어나 테마는 바뀌지 않습니다.

3.1.4 작업 절차: 로그인

1. TMS RF를 시작합니다. 커서가 "사용자 계정" 필드에 있는 로그인 화면이 표시됩니다.
2. 필요하면 "언어"에서 인터페이스 언어를 선택합니다. 화면 전체가 즉시 선택한 언어로 바뀝니다.
3. "사용자 계정"에 사용자 이름을 입력합니다.
4. "비밀번호"에 비밀번호를 입력합니다. 대소문자에 주의하고 영문/숫자 입력 상태로 입력하십시오.
5. "로그인"을 클릭하거나 "비밀번호" 필드에서 Enter 키를 누릅니다. 로그인을 확인하는 동안 버튼에 "로그인 중..."이 표시되고 다시 클릭할 수 없으므로 로그인이 두 번 제출되지 않습니다.
6. 로그인에 성공하면 컴퓨터에서 신호음이 한 번 울리고 메인 화면이 열립니다. 왼쪽에는 탐색 메뉴가 있고 오른쪽에는 "토크 렌치" 페이지가 열립니다(3.2절 참조). "토크 렌치"가 아직 설정되지 않았으면 설정 화면이 표시되고, 이미 설정되어 있으면 작업 화면이 표시되며 작업이 자동으로 시작됩니다.

예시 작업자 Wang Xiaoming의 사용자 이름은 op_wang입니다.
"사용자 계정"에 op_wang을, "비밀번호"에 관리자에게 받은 비밀번호를 입력한 후 "로그인"을 클릭합니다.
신호음이 울린 후 메인 화면이 열립니다. 관리자가 이미 토크 렌치 모드를 설정해 두었으므로 오른쪽에 바로 "토크 렌치 작업" 화면이 상태 "대기 중"으로 표시되며, 바로 체결을 시작할 수 있습니다.

3.1.5 로그인에 실패한 경우

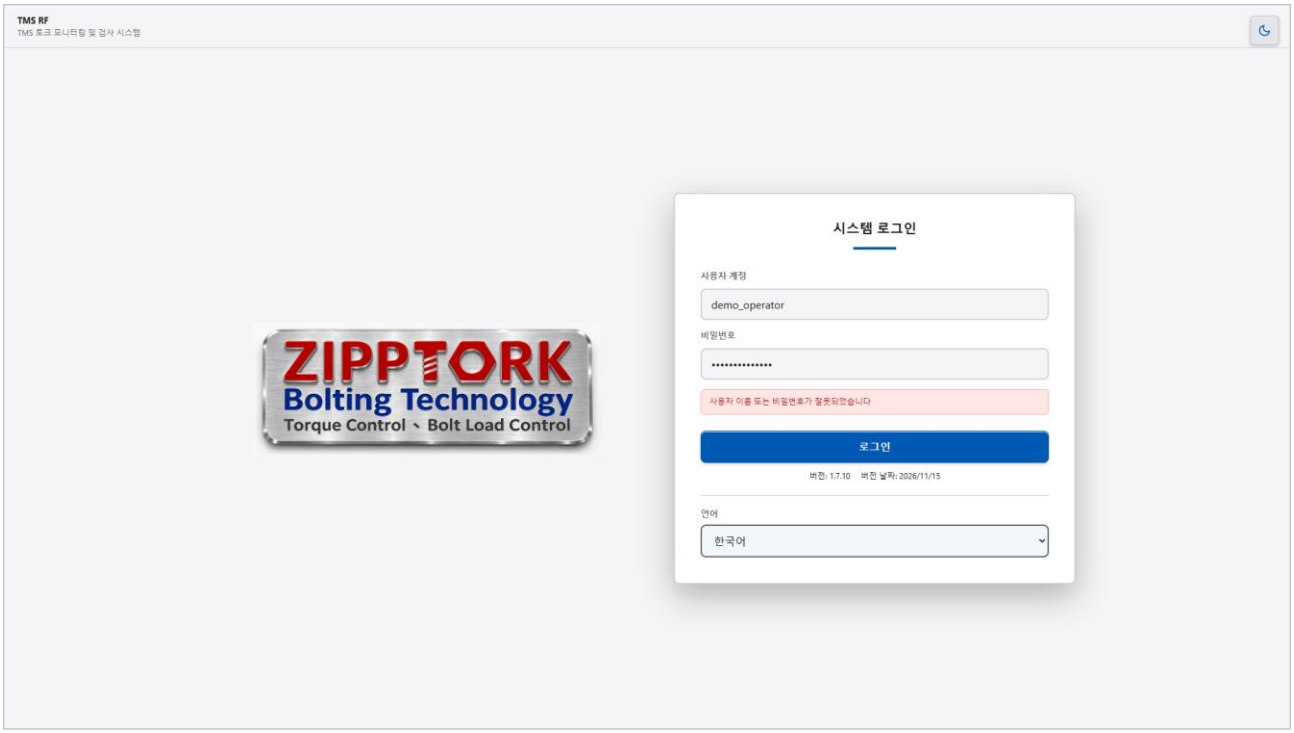


그림 3-3 로그인 화면: 사용자 이름 또는 비밀번호 오류

로그인에 실패하면 버튼이 “로그인”으로 돌아가고, “비밀번호” 필드 아래에 그 이유가 빨간색으로 표시되며, 사용자 이름과 비밀번호 필드에는 입력한 내용이 그대로 남아 있습니다. 입력 내용을 수정한 후 “로그인”을 다시 클릭하십시오.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“사용자 이름 또는 비밀번호가 잘못되었습니다”	계정이 없거나 삭제되었거나 비밀번호가 틀렸습니다. 보안을 위해 사용자 이름과 비밀번호 중 어느 것이 틀렸는지는 표시하지 않습니다. 대소문자와 입력기 상태를 확인한 후 다시 시도하십시오. 비밀번호를 잊은 경우 관리자에게 재설정을 요청하십시오(15.6절 참조).
“로그인 서비스를 일시적으로 사용할 수 없습니다.”	지금은 로컬 데이터를 읽을 수 없습니다. 잠시 기다린 후 다시 시도하고, 그래도 실패하면 TMS RF를 닫았다가 다시 시작하십시오. 계속 발생하면 16.8절에 따라 정보를 기록한 후 공급업체에 문의하십시오.
“로컬 서비스에 연결할 수 없습니다. 데스크톱 애플리케이션에서 열어 주세요.”	화면이 TMS RF 프로그램에서 열리지 않았습니다(예: 일반 웹 브라우저에서 열림). 시작 메뉴나 바탕 화면 바로 가기로 TMS RF를 시작하십시오.
“권한이 변경되었습니다. 다시 로그인하세요.”	역할이나 기능 권한이 방금 변경되어 저장되었으며, 프로그램이 자동으로 로그아웃했습니다. 새 권한을 사용하려면 다시 로그인하십시오.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
필드 옆에 입력을 요청하는 안내가 나타남	사용자 이름 또는 비밀번호를 비워 두었습니다. 입력한 후 "로그인"을 다시 클릭하십시오. 이 안내는 Windows가 표시하므로 Windows 버전에 따라 문구가 약간 다를 수 있습니다.
버전 날짜 위치에 "기록을 불러오지 못했습니다. 표시된 데이터가 업데이트되지 않았습니다."가 표시됨	지금은 Windows 날짜 형식을 읽을 수 없습니다. 로그인에는 영향이 없습니다. 다시 시작한 후에도 나타나면 Windows 지역 설정을 확인하십시오.

> **팁** 같은 계정으로 3회 이상 연속해서 잘못 입력하면 이후의 로그인 시도는 0.25~2초 지연된 후에 응답합니다. 이는 비밀번호 추측을 막기 위한 것이며 프로그램이 멈춘 것이 아닙니다. 로그인에 성공하거나 10분 동안 잘못된 입력이 더 없으면 지연이 해제됩니다.

3.2 메인 화면 및 탐색 메뉴

경로: 로그인에 성공하면 자동으로 열립니다.

메인 화면은 맨 위의 상단 바, 왼쪽의 탐색 메뉴, 오른쪽의 내용 영역 세 부분으로 구성됩니다. 탐색 메뉴로 작업 모드, 시스템 설정, 능력 지수 검사, 사용자 관리 사이를 전환하거나 로그아웃합니다. 모든 계정이 메인 화면을 볼 수 있으며, 사용할 수 있는 메뉴 항목은 계정의 기능 권한에 따라 다릅니다(3.2.4절 및 제15장 참조).

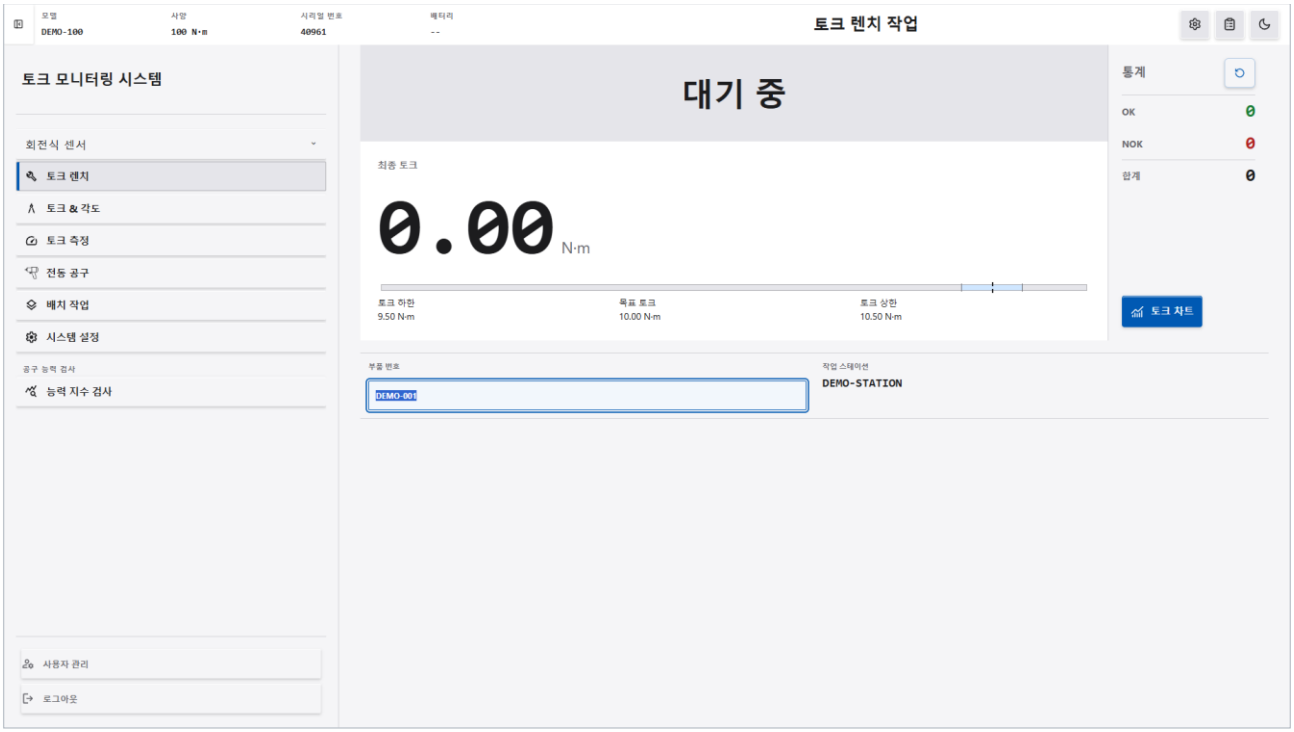


그림 3-4 메인 화면 및 탐색 메뉴

3.2.1 화면 설명

영역/버튼	설명
상단 바	화면 맨 위의 행입니다. 왼쪽에는 “탐색 메뉴 전환”, 가운데에는 센서 요약과 페이지 제목, 오른쪽에는 페이지 버튼과 “라이트 / 다크 모드 전환”이 있습니다(3.3절 참조).
“토크 모니터링 시스템”	탐색 메뉴의 제목입니다.
“회전식 센서” 그룹	그룹 제목을 클릭하면 접히거나 펼쳐집니다. “토크 렌치”, “토크 & 각도”, “토크 측정”, “전동 공구”, “배치 작업”, “시스템 설정”이 들어 있습니다.
“공구 능력 검사” 그룹	“능력 지수 검사”가 들어 있습니다.
현재 페이지 표시	현재 열려 있는 항목은 왼쪽의 색 막대와 배경색으로 표시됩니다.
메뉴 아래쪽	“사용자 관리”와 “로그아웃”입니다. “사용자 관리”는 계정에 “보기 · 사용자 목록” 권한이 있을 때만 나타납니다.
오른쪽 내용 영역	현재 열려 있는 페이지입니다. 작업 모드가 아직 설정되지 않았으면 설정 화면이, 이미 설정되어 있으면 작업 화면이 표시됩니다. 불러오는 동안에는 “불러오는 중…”이 표시됩니다.

> **팁** 탐색 메뉴에는 기록 항목이 없습니다. 기록을 보려면 작업 모드 페이지의 상단 바에서 "기록"을 클릭하거나, "시스템 설정" → "기록 및 내보내기"로 이동하십시오(제11장 참조).

3.2.2 탐색 메뉴 항목

항목	열리는 화면	필요한 권한	설명
토크 렌치	토크 렌치 작업 또는 설정 화면	"실행 · 작업" 또는 "보기 · 작업 설정". 둘 다 없으면 항목이 회색으로 표시되어 클릭할 수 없음	제5장
토크 & 각도	토크 & 각도 작업 또는 설정 화면	위와 같음	제6장
토크 측정	토크 측정 작업 또는 설정 화면	위와 같음	제7장
전동 공구	전동 공구 작업 또는 설정 화면	위와 같음	제8장
배치 작업	배치 작업의 작업 또는 설정 화면	위와 같음	제9장
시스템 설정	시스템 설정 화면("전역 설정"이 먼저 표시됨)	"보기 · 시스템 설정". 권한이 없으면 항목이 회색으로 표시되며 클릭할 수 없음	제12장
능력 지수 검사	능력 지수 검사 작업 또는 설정 화면	"보기 · 작업 설정", 또는 "실행 · 작업"과 "실행 · 능력 지수 검사" 모두. 이 중 어느 것도 없으면 항목이 회색으로 표시되어 클릭할 수 없음	제10장
사용자 관리	사용자 관리 화면	"보기 · 사용자 목록". 권한이 없으면 항목이 표시되지 않음	제15장
로그아웃	로그인 화면	권한 필요 없음	3.5절

3.2.3 작업 절차: 페이지 전환

1. 탐색 메뉴가 접혀 있으면 상단 바 맨 왼쪽의 "탐색 메뉴 전환"을 클릭합니다. 탐색 메뉴가 펼쳐집니다. 창 너비가 759픽셀 이하이면 로그인 후 탐색 메뉴가 기본적으로 접혀 있습니다.
2. 사용할 항목(예: "토크 측정")을 클릭합니다. 오른쪽이 해당 페이지로 전환되고 탐색 메뉴는 자동으로 접힙니다.
3. 모드를 처음 사용할 때는 설정 화면이 표시되므로 해당 모드의 장에 따라 설정을 완료합니다. 이미 설정된 모드이면 작업 화면이 표시되고, 프로그램이 선택된 센서로 자동으로 작업을 시작합니다.

> **팁** 탐색 항목에 포커스가 있을 때는 키보드의 화살표 키로도 항목 사이를 이동할 수 있으며, 이동한 항목으로 페이지가 전환됩니다.

경고 페이지를 전환할 때 프로그램은 확인을 요청하지 않습니다. 작업 화면을 벗어나는 즉시(다른 탐색 항목 클릭, 화살표 키로 이동, 상단 바의 "설정" 또는 "기록" 클릭, 시스템 설정 또는 사용자 관리 열기, 로그아웃) 프로그램이 현재 작업을 자동으로 중지합니다. 체결 또는 측정 중인 부품을 마치고 결과를 확인한 후에 페이지를 전환하십시오.

3.2.4 계정별로 보이는 메뉴

탐색 메뉴와 사용할 수 있는 기능은 계정의 기능 권한에 따라 다릅니다. 아래 표는 세 가지 역할의 기본값입니다(역할 설명은 15.1절 참조). 관리자는 사용자마다 개별적으로 조정할 수 있으며, 계정의 실제 설정이 적용됩니다.

항목	일반 사용자	관리 책임자	관리자
다섯 가지 작업 모드와 "능력 지수 검사"	열기와 작업 실행 가능. 설정 화면은 열 수 있지만 저장할 수 없음	열기, 작업 실행, 설정 저장 가능	모두 사용 가능
시스템 설정	열기 가능. 언어와 단위는 전환할 수 있지만 센서 페어링, 토크 계수 등의 설정은 저장할 수 없음	동기화 설정을 제외하고 열기 및 변경 가능	모두 사용 가능
상단 바의 "기록"	조회 및 내보내기 가능	조회, 내보내기, 삭제 가능	모두 사용 가능
사용자 관리	표시되지 않음	목록 보기만 가능	추가, 편집, 비밀번호 재설정, 삭제 가능

예시 작업자 op_wang의 역할은 "일반 사용자"이며, 관리자가 권한을 개별적으로 조정하지 않았습니다.
로그인하면 탐색 메뉴의 "회전식 센서" 그룹에 "토크 렌치", "토크 & 각도", "토크 측정", "전동 공구", "배치 작업", "시스템 설정"이 표시되고, "공구 능력 검사" 그룹에 "능력 지수 검사"가 표시됩니다.
메뉴 아래쪽에는 "로그아웃"만 표시되고 "사용자 관리"는 표시되지 않습니다.
작업 화면에서 작업할 수 있고, "기록"을 클릭하여 기록을 조회하고 내보낼 수 있습니다. "시스템 설정"을 열면 센서 목록은 볼 수 있지만 센서를 페어링하거나 토크 계수를 저장할 수는 없습니다.
관리자가 이 계정에 "보기 · 사용자 목록"을 허용하고 저장하면 다시 로그인해야 합니다. 그 후에는 메뉴 아래쪽에 "사용자 관리"가 나타나지만 보기만 가능합니다.

3.2.5 화면 위쪽의 메시지

어느 페이지에서든 내용 영역 위에 다음 메시지가 나타날 수 있습니다.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"PC 경고음을 재생할 수 없습니다. 스피커/오디오 장치를 확인하고 화면 표시를 참고하세요."	컴퓨터의 오디오 장치를 사용할 수 없어 OK/NOK 소리가 들리지 않습니다. 스피커와 Windows 오디오 장치를 확인하십시오. 해결될 때까지는 화면의 표시등과 기록을 대신 확인하십시오.
"API 표시 단위가 동기화되지 않았습니다."	읽기 전용 API의 표시 단위를 동기화하지 못했습니다. 메시지 오른쪽의 "새로 고침" 아이콘을 클릭하여 다시 시도하십시오(읽기 전용 API는 14.3절 참조).
"작업 중지를 확인할 수 없습니다. ..."	작업 화면을 벗어날 때 작업 중지 명령이 확인되지 않았습니다. 먼저 RF 수신기가 아직 연결되어 있고 센서가 작업을 멈췄는지 확인하십시오. 필요하면 해당 모드에 다시 들어갔다가 정상적으로 나오십시오. PLC에 쓰기 전에 작업이 중지되었는지 반드시 확인하십시오(제16장 참조).
"센서 경고" 또는 "센서 오류" 배너	센서가 배터리 부족, 과부하, 영점 드리프트 등의 상태를 보고했습니다. 자세한 내용은 배너 뒤에 표시됩니다. TMS RF 창이 앞에 있지 않으면 Windows 알림도 표시됩니다. 해결 방법은 제16장을 참조하십시오.
"센서 오류, 작업 중지됨" 대화 상자	작업 중에 작업을 중지시키는 센서 오류가 발생했습니다. "센서 페어링으로 이동"을 클릭하여 센서를 확인하십시오. 계정에 "보기 · 시스템 설정" 권한이 없으면 대화 상자에 이 버튼 대신 "로그아웃" 버튼이 표시되므로, 로그아웃한 후 관리자에게 문의하십시오. 이렇게 로그아웃한 후 다시 로그인하면 작업이 자동으로 시작되지 않습니다. 센서 오류가 해소되면 내용 영역 위에 "작업" 버튼이 나타나며, 이 버튼을 클릭해야 작업이 시작됩니다.
"동기화 상태를 로드할 수 없습니다."	로그인 후 동기화 대기 중인 기록 수를 읽지 못했습니다. 14.4절을 참조하십시오.
"토크 렌치 설정을 불러오지 못했습니다."(다른 모드에서는 "토크 및 각도 설정을 불러오지 못했습니다." 등)	작업 모드 페이지를 열 때 설정을 읽지 못했습니다. 메시지 옆의 "설정 다시 불러오기"를 클릭하고, 그래도 실패하면 제16장을 참조하십시오. 설정을 다시 불러오는 데 성공해도 설정이 완료된 모드는 작업을 자동으로 시작하지 않습니다. 내용 영역 위에 "작업" 버튼이 나타나며, 이 버튼을 클릭해야 작업이 시작됩니다.
옆에 "설정 다시 불러오기"가 없는 "토크 렌치 설정을 불러오지 못했습니다."(또는 다른 모드의 메시지)	모드가 아직 설정되지 않았고 계정에 "보기 · 작업 설정" 권한이 없거나, 계정에 해당 모드를 실행할 권한이 없습니다. 권한이 있는 계정으로 먼저 설정을 완료하거나, 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(5.2.14절 및 제15장 참조).

3.3 상단 바 공통 버튼

경로: 로그인 후 모든 페이지의 맨 위(그림 3-4 참조).

상단 바는 화면 맨 위에 고정되어 있습니다. "탐색 메뉴 전환"과 "라이트 / 다크 모드 전환"은 모든 페이지에 있으며, 가운데의 센서 요약과 제목, 오른쪽의 "설정", "기록", "작업", "뒤로"는 현재 페이지에 따라 다릅니다. 상단 바 자체에는 권한이 필요 없으며, 각 버튼을 사용할 수 있는지는 페이지의 규칙에 따릅니다(각 장 참조).

3.3.1 상단 바(왼쪽에서 오른쪽 순)

1. "탐색 메뉴 전환"(탐색 메뉴가 펼쳐져 있으면 사이드바 아이콘, 접혀 있으면 세 줄 아이콘): 모든 페이지에 있습니다.
2. 페이지 요약: 작업 모드 페이지에는 선택한 센서의 "모델", "사양", "시리얼 번호", "배터리"가 표시됩니다.
3. 페이지 제목: 예: "토크 렌치 작업", "토크 렌치 — 설정", "사용자 관리".
4. 페이지 버튼: 페이지에 따라 다릅니다. 3.3.2절을 참조하십시오.
5. "라이트 / 다크 모드 전환": 항상 맨 오른쪽에 있으며, "뒤로"가 있으면 "뒤로"는 이 버튼의 왼쪽에 있습니다.

3.3.2 버튼

버튼	설명
탐색 메뉴 전환(사이드바/세 줄 아이콘)	왼쪽 탐색 메뉴를 접거나 펼칩니다. 저장하거나 화면을 전환하지 않습니다.
설정(톱니바퀴 아이콘)	작업 화면에 나타납니다. 같은 모드의 설정 화면으로 전환합니다. 작업 화면을 벗어나므로 작업이 자동으로 중지됩니다.
기록(클립보드 아이콘)	현재 모드의 기록만 표시하는 기록 페이지를 엽니다(제11장 참조). "보기 · 기록" 권한이 필요합니다. 작업 화면에서 클릭하면 작업이 자동으로 중지되고, 설정 화면에서 클릭하면 저장하지 않은 변경 사항은 유지되지 않습니다.
작업	설정 화면에 나타납니다. 설정을 확인하고 저장한 후 성공하면 작업 화면으로 전환합니다. 확인에 실패하면 설정 화면에 그대로 남고 오류가 표시됩니다.

버튼	설명
뒤로(왼쪽 화살표 아이콘)	현재 화면을 벗어나며, 동작은 페이지에 따라 다릅니다. 작업 모드 설정 화면에서는 먼저 설정을 확인하고 저장한 후 작업 화면을 엽니다. 기록 페이지에서는 원래 작업 모드로 돌아갑니다. 시스템 설정과 사용자 관리에서는 상위 단계나 이전 페이지로 돌아갑니다(제12장 및 제15장 참조).
라이트 / 다크 모드 전환	전체 인터페이스의 색 구성을 전환하고, 다음 시작 시에도 선택을 기억합니다.

> **참고** 작업 모드 설정 화면의 "뒤로"는 설정을 저장하며 변경 사항을 취소하지 않습니다. 변경 사항을 취소하려면 대신 탐색 메뉴로 다른 페이지로 전환하십시오. 저장하지 않은 변경 사항은 유지되지 않습니다.

3.3.3 작업 절차

1. 아무 페이지에서나 상단 바 맨 오른쪽의 "라이트 / 다크 모드 전환"을 클릭합니다. 전체 인터페이스가 라이트와 다크 사이에서 전환되며, 다음 시작 시에도 선택이 유지됩니다.
2. 작업 모드의 작업 화면에서 "기록"을 클릭합니다. 기록 페이지가 열리고 해당 모드의 기록만 표시됩니다. 동시에 해당 모드의 작업은 자동으로 중지됩니다.
3. 기록 페이지에서 "뒤로"를 클릭합니다. 원래 작업 모드의 페이지로 돌아가며, 작업 화면에서 작업이 다시 시작됩니다.

> **예시** 작업자가 "토크 렌치 작업" 화면에서 부품 하나를 마치고 결과를 확인하려고 합니다.
> 상단 바에서 "기록"을 클릭합니다. "토크 렌치 — 기록"이 열리고 방금 완료한 기록이 맨 위에 있습니다.
> 확인한 후 "뒤로"를 클릭하면 상태가 "대기 중"인 "토크 렌치 작업" 화면으로 돌아가 다음 부품을 작업할 수 있습니다.

3.4 언어 및 날짜/시간 형식

TMS RF의 화면 텍스트와 숫자는 인터페이스 언어를 따르고, 날짜와 시간은 Windows 지역 형식과 표준 시간대를 따릅니다. 두 가지는 따로 설정되며 서로 다를 수 있습니다. 로그인 화면의 언어 메뉴는 그림 3-1을, 로그인 후의 언어 선택 창은 12.2절을 참조하십시오.

3.4.1 인터페이스 언어가 결정되는 방식

1. 최초 시작 시 Windows 표시 언어에 따라 언어가 자동으로 적용됩니다. 중국어의 경우 대만, 홍콩 등 번체 중국어 지역은 "繁體中文", 그 밖의 중국어 지역은 "简体中文"이 적용됩니다. 다른 언어는 지역은 고려하지 않고 언어만 고려합니다. 예를 들어 스페인어(멕시코)는 "Español"이 적용됩니다. 지원 목록에 없는 언어는 "English"로 표시됩니다.
2. 사용자가 직접 언어를 선택하기 전까지는 시작할 때마다 Windows 표시 언어에 따라 언어가 다시 결정됩니다. Windows 표시 언어를 바꾸면 TMS RF도 따라서 바뀝니다.
3. 로그인 화면이나 "시스템 설정" → "전역 설정"에서 한 번 언어를 선택하면, 그 선택이 항상 유지되며 더 이상 Windows를 따르지 않습니다.
4. "العربية"를 선택하면 전체 인터페이스가 오른쪽에서 왼쪽으로 배치됩니다. 다른 언어는 왼쪽에서 오른쪽으로 배치됩니다.
5. 언어 설정은 이 컴퓨터의 Windows 사용자에 속하며 모든 TMS RF 계정이 공유합니다.
6. 설치 프로그램 언어는 따로 결정되며 인터페이스 언어와는 관계가 없습니다(제2장 참조).

지원하는 16개 인터페이스 언어(메뉴에는 각 언어 고유의 이름으로 표시됨): 繁體中文(번체 중국어), English(영어), 日本語(일본어), Italiano(이탈리아어), Português(포르투갈어), Español(스페인어), 简体中文(간체 중국어), 한국어, Bahasa Indonesia(인도네시아어), Deutsch(독일어), Français(프랑스어), Tiếng Việt(베트남어), ภาษาไทย(태국어), Türkçe(튀르키예어), Русский(러시아어), العربية(아랍어).

3.4.2 작업 절차: 로그인 전에 언어 변경

1. 로그인 화면에서 "언어" 드롭다운 목록을 클릭합니다. 16개 언어가 표시됩니다.
2. 원하는 언어를 클릭합니다. 로그인 화면이 즉시 선택한 언어로 바뀝니다.
3. 로그인합니다. 로그인 후의 화면도 같은 언어를 사용합니다.

3.4.3 작업 절차: 로그인 후에 언어 변경

1. 탐색 메뉴 → "시스템 설정" → "전역 설정".
2. "언어"를 클릭합니다. 언어 선택 창이 열립니다.
3. 원하는 언어를 클릭합니다. 다시 시작하지 않아도 전체 인터페이스가 즉시 선택한 언어로 바뀝니다(자세한 내용은 12.2절 참조).

> **예시** 이탈리아인 기술자가 현장 지원을 위해 왔습니다. 로그인 화면의 "언어"에서 "Italiano"를 선택하면 로그인 화면이 즉시 이탈리아어로 바뀌고, 로그인 후에는 전체 인터페이스가 이탈리아어로 표시됩니다. 그가 로그아웃한 후 다음 동료가 로그인 화면을 다시 "繁體中文"으로 전환합니다.

3.4.4 숫자 형식

1. 화면의 숫자는 인터페이스 언어의 관례에 따라 소수점과 천 단위 구분 기호를 표시하며, 항상 아라비아 숫자 0–9를 사용합니다(아랍어 인터페이스 포함).
2. 숫자 입력 필드도 인터페이스 언어에 따라 소수점을 해석합니다. 인터페이스가 Italiano, Português, Español, Bahasa Indonesia, Deutsch, Français, Tiếng Việt, Türkçe, Русский 중 하나이면 소수점은 쉼표 ","이고, 그 밖의 인터페이스 언어에서는 마침표 "."입니다.
3. 잘못 입력한 숫자는 유효하지 않은 것으로 판단되며, 다른 값으로 자동 변경되지 않습니다.

> **예시** 목표 토크 12.5 N·m를 입력하려면, 인터페이스가 繁體中文 또는 English일 때는 "12.5"를, Deutsch 또는 Italiano일 때는 "12,5"를 입력합니다.

> **참고** 인터페이스 언어를 전환하면 숫자 필드에 사용하는 소수점도 바뀝니다. 여러 언어를 사용하는 현장에서는 목표 토크를 입력하기 전에 현재 인터페이스 언어를 확인하십시오.

3.4.5 날짜 및 시간 형식

1. 날짜와 시간은 현재 Windows 사용자의 지역 형식(Windows에서 사용자 지정한 형식 포함)으로 표시되며, 컴퓨터의 표준 시간대(일광 절약 시간 포함)로 변환됩니다. 인터페이스 언어와는 관계가 없습니다.
2. 날짜는 Windows의 간단한 날짜 형식을, 시간은 Windows의 시간 형식을 사용합니다.
3. Windows에서 지역 형식을 변경한 후 TMS RF 창으로 다시 전환하면 형식을 다시 읽습니다.
4. 지금 날짜 형식을 읽을 수 없으면 그 자리에 날짜 대신 오류 메시지가 표시됩니다(3.1.5절 참조).

> **예시** 인터페이스 언어가 English이고 Windows 지역 형식이 "중국어(번체, 대만)"이면 화면 텍스트는 영어로 표시되지만, 기록 시간은 여전히 대만 형식(예: 2026/11/15)으로 표시됩니다.

3.4.6 작업 절차: 날짜/시간 형식 변경

날짜/시간 형식은 TMS RF에서 설정하지 않습니다. 회사의 IT 규정에 따라 Windows에서 변경하십시오.

1. Windows "설정" → "시간 및 언어" → "언어 및 지역"을 열고 "지역 형식"에서 필요한 형식을 선택합니다. 실제 이름은 Windows 버전에 따라 약간 다를 수 있습니다(예: Windows 10에서는 "시간 및 언어" → "지역").
2. TMS RF 창으로 다시 전환하여 날짜와 시간이 새 형식으로 표시되는지 확인합니다.

3.5 로그아웃 및 로그인 세션

경로: 탐색 메뉴 아래쪽 → "로그아웃"(그림 3-4의 왼쪽 아래 참조). 탐색 메뉴가 접혀 있으면 먼저 상단 바 맨 왼쪽의 "탐색 메뉴 전환"을 클릭합니다.

로그아웃하면 현재 계정의 로그인이 종료되어 다음 사용자가 자신의 계정으로 로그인할 수 있습니다. 모든 계정이 로그아웃할 수 있으며 권한은 필요 없습니다.

3.5.1 로그아웃할 때 일어나는 일

1. 이번 로그인으로 시작되어 아직 진행 중인 센서 작업이 중지됩니다.
2. 로그인 화면으로 돌아가며 "사용자 계정"과 "비밀번호" 필드는 비워집니다.
3. 확인 창은 없으며 클릭하는 즉시 로그아웃됩니다.
4. 인터페이스 언어와 테마는 바뀌지 않습니다.
5. 다음 사용자가 로그인하면 기본적으로 오른쪽에 "토크 렌치" 페이지가 열립니다.

3.5.2 작업 절차: 교대 시 로그아웃

1. 작업 화면에서 현재 부품을 마치고 결과를 확인합니다.
2. 탐색 메뉴가 접혀 있으면 "탐색 메뉴 전환"을 클릭하여 펼칩니다.
3. 메뉴 아래쪽의 "로그아웃"을 클릭합니다. 사용자 이름과 비밀번호 필드가 비어 있는 로그인 화면으로 돌아갑니다.
4. 다음 사용자가 자신의 계정으로 로그인합니다(3.1절 참조).

> **예시** 주간 작업자 `op_wang`이 마지막 부품을 마치자 화면에 "OK"가 표시됩니다. "로그아웃"을 클릭하여 로그인 화면으로 돌아가면, 야간 작업자 `op_lee`가 자신의 사용자 이름과 비밀번호로 로그인합니다. 그 이후에 생성되는 모든 기록은 `op_lee`의 기록으로 저장됩니다.

3.5.3 로그인 유효 기간

1. 각 로그인은 로그인 후 8시간 동안 유효하며, 계속 사용해도 연장되지 않습니다.
2. TMS RF를 닫으면 로그인이 무효가 되므로 다음 시작 시 다시 로그인해야 합니다.
3. 유효 기간이 만료되면 프로그램이 이번 로그인으로 시작된 작업을 중지하며, 이후의 조작에는 "세션이 만료되었습니다. 다시 로그인해 주세요."가 표시됩니다. 화면은 로그인 화면으로 자동으로 돌아가지 않으므로 "로그아웃"을 클릭하고 다시 로그인하십시오.
4. 관리자가 사용자의 역할이나 기능 권한을 저장하거나 계정을 삭제하면 로그인은 즉시 무효가 되고 진행 중인 작업도 중지됩니다. "사용자 관리"에서 자신의 권한을 변경하면 프로그램이 즉시 로그아웃하며 로그인 화면에 "권한이 변경되었습니다. 다시 로그인하세요."가 표시됩니다.
5. 비밀번호만 재설정해서는 현재 로그인이 무효가 되지 않습니다. 로그인한 사용자는 로그아웃하거나 8시간이 만료될 때까지 계속 사용할 수 있습니다.

> **예시** op_wang이 08:00에 로그인하고 로그아웃하지 않았습니다. 16:00(로그인 후 8시간)에 로그인이 만료되어 진행 중인 작업이 중지되고, 이후의 조작에는 "세션이 만료되었습니다. 다시 로그인해 주세요."가 표시됩니다. "로그아웃"을 클릭하고 다시 로그인한 후 작업 화면으로 돌아가면 작업을 계속할 수 있습니다.

> **경고** 교대 근무가 8시간보다 길거나 작업 중에 관리자가 계정 권한을 변경하면 진행 중인 작업이 중지됩니다. 교대할 때는 로그아웃하고 다음 사용자가 로그인하게 하십시오. 계정을 관리하기 전에는 관련 인원에게 먼저 작업을 마치도록 알리십시오(제15장 참조).

3.5.4 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"세션이 만료되었습니다. 다시 로그인해 주세요."	로그인 후 8시간이 지났거나 역할이 변경되었습니다. "로그아웃"을 클릭하고 다시 로그인한 후 작업 모드 페이지에 다시 들어가십시오.
"로그인해 주세요."	로그인이 취소되었습니다(예: 관리자가 권한을 변경하거나 계정을 삭제함). "로그아웃"을 클릭하고 다시 로그인하십시오.
"이 작업을 수행할 권한이 없습니다."	계정에 이 작업을 수행할 권한이 없습니다. 관리자에게 역할과 기능 권한을 확인해 달라고 요청하십시오(제15장 참조).
"권한이 변경되었습니다. 다시 로그인하세요."	권한이 방금 변경되어 프로그램이 자동으로 로그아웃했습니다. 다시 로그인하십시오.

제4장 처음 사용 시 빠른 설정

이 장은 TMS RF를 처음 사용할 때 권장하는 작업 흐름입니다. 이 장을 순서대로 따라 하면 시스템 관리자는 새로 설치한 컴퓨터에 로그인하는 것부터 첫 번째 시험 측정을 완료하고 그 기록을 찾는 것까지 진행할 수 있습니다. 각 단계에서는 수행할 작업과 화면에 나타나는 내용만 설명합니다. 자세한 화면 설명은 각 단계에서 안내하는 절을 참조하십시오.

4.1 준비

항목	준비할 내용	설명
프로그램	TMS RF 설치 또는 포터블 프로그램 배치	설치는 제2장을 참조하십시오.
관리자 계정	기본 관리자 계정 `admin`과 초기 비밀번호	2.8절을 참조하십시오.
하드웨어	RF 수신기와 충전된 토크 센서	수신기를 컴퓨터에 연결하면 Windows가 COM 포트로 인식합니다. 배선은 하드웨어 설명서를 따르십시오.
인원 목록	사용자별 사용자 이름, 초기 비밀번호, 역할	작업자, QC 담당자, 관리 책임자, 관리자에게 필요한 기능은 제15장을 참조하십시오.
작업 파라미터	작업 모드, 목표 토크, 공차, 토크 단위, 스테이션 및 부품 번호 규칙	공정 기술 부서나 QC 부서에서 제공합니다. TMS RF가 이 값을 대신 정해 주지 않습니다.
교정 데이터(필요한 경우)	외부 기준 계측기(교정용 토크 측정기)	센서 측정값을 보정해야 하는 경우에만 준비합니다(12.4절 참조).
외부 연결(필요한 경우)	PLC 통신 파라미터, 동기화 대상 또는 읽기 전용 API 연결 정보	다른 시스템과 데이터를 주고받아야 하는 경우에만 준비합니다(제13장 및 제14장 참조).

> **참고** 이 장은 컴퓨터의 데이터가 새것이라고 가정합니다. 이 컴퓨터에서 TMS RF(포터블 버전 포함)를 실행한 적이 있으면 기존 계정, 센서, 설정이 유지되며 `admin`의 비밀번호가 변경되었을 수 있습니다. 이전 관리자에게 계정을 받으십시오. 업그레이드하기 전에는 제17장에 따라 데이터를 백업하십시오.

4.2 처음 사용 시 설정 절차

처음 사용할 때는 다음 순서로 설정을 완료합니다. 각 단계의 자세한 내용은 4.2.1절~4.2.8절과 괄호 안의 절을 참조하십시오.

1. admin으로 로그인하고 즉시 비밀번호를 변경합니다(2.8절 및 15.6절).
2. 인원별 계정을 만듭니다(15.5절).
3. 전역 토크 단위와 인터페이스 언어를 설정합니다(12.2절).
4. 센서를 페어링합니다(12.3절).
5. 필요하면 토크 계수를 설정합니다(12.4절).
6. 작업 모드를 선택하고 설정을 완료합니다(제5장~제10장).
7. 시험 측정을 한 번 하고 판정을 확인합니다(5.3절).
8. 기록을 확인합니다(제11장).

4.2.1 1단계: admin으로 로그인 및 비밀번호 변경

1. TMS RF를 시작합니다. 창이 자동으로 최대화되고(전체 화면이 아니며 일반 창으로 복원할 수 있음) 로그인 화면이 표시됩니다.
2. "사용자 계정"에 admin을, "비밀번호"에 2.8절에 나와 있는 초기 비밀번호를 입력하고 "로그인"을 클릭합니다. 메인 화면이 표시되며, 새 데이터에는 아직 아무것도 설정되지 않았으므로 오른쪽에 "토크 렌치 — 설정" 화면이 표시됩니다.
3. 탐색 메뉴 아래쪽 → "사용자 관리". 사용자 목록에는 역할이 "관리자"인 admin 행만 있습니다.
4. admin 행에서 열쇠 아이콘 "비밀번호 재설정"을 클릭합니다. "비밀번호 재설정" 창이 열리고 "사용자 이름:admin"이 표시됩니다.
5. "새 비밀번호"와 "새 비밀번호 확인"에 같은 새 비밀번호를 입력하고 "변경 확인"을 클릭합니다. 창이 닫히고 화면에 "비밀번호가 재설정되었습니다"가 표시됩니다.
6. "로그아웃"을 클릭한 다음 admin과 새 비밀번호로 로그인하여 로그인에 성공하는지 확인합니다.

> **경고** 초기 비밀번호는 이 설명서에 적혀 있어 누구나 알 수 있습니다. 프로그램은 변경을 강제하지 않으므로, 현장에 컴퓨터를 넘기기 전에 처음 로그인한 직후 반드시 변경하십시오.

4.2.2 2단계: 인원별 계정 만들기

1. “사용자 관리”에서 “+ 사용자 추가”를 클릭합니다. 오른쪽에 추가 양식이 나타나며 “역할”의 기본값은 “일반 사용자”입니다.
2. “사용자 이름”과 “비밀번호”를 입력합니다.
3. “역할”을 선택합니다. 작업자는 “일반 사용자”, QC 담당자나 현장 감독자는 “관리 책임자”, 시스템 관리자는 “관리자”를 선택합니다.
4. 양식 아래쪽의 “추가”를 클릭합니다. 화면에 “사용자가 추가되었습니다”가 표시되고 새 계정이 목록에 나타납니다.
5. 1~4단계를 반복하여 인원마다 개인 계정을 만듭니다.

> **팁** “관리자” 계정을 하나 이상 더 만들어 다른 책임자가 보관하게 하십시오. 시스템에는 비밀번호 복구 기능이 없으므로, 유일한 관리자가 비밀번호를 잊으면 다른 어떤 계정으로도 재설정할 수 없습니다(15.7절 참조).

4.2.3 3단계: 토크 단위 및 언어 설정

1. 탐색 메뉴 → “시스템 설정”. “전역 설정”이 표시됩니다.
2. “토크 단위”를 클릭하고 현장에서 사용하는 단위를 선택합니다. 기본값은 N·m입니다. 이 단위는 기록 표시와 읽기 전용 API에 사용됩니다. 각 작업 모드의 목표 토크 단위는 해당 모드의 설정 화면에서 따로 선택합니다.
3. “언어”를 클릭하고 인터페이스 언어를 선택합니다. 전체 인터페이스가 즉시 선택한 언어로 바뀝니다.
4. 두 필드 모두 선택하는 즉시 적용되며 따로 저장할 필요가 없습니다(자세한 내용은 12.2절 참조).

4.2.4 4단계: 센서 페어링

새로 설치한 직후에는 센서 목록이 비어 있으므로 사용할 센서를 먼저 페어링합니다.

1. RF 수신기가 컴퓨터에 연결되어 있고 센서가 충전되어 켜져 있는지 확인합니다.
2. 탐색 메뉴 → “시스템 설정” → “센서 페어링”. 프로그램이 수신기를 자동으로 감지하며, 성공하면 “연결됨”과 COM 포트 이름이 표시됩니다. “연결되지 않음”이 표시되면 수신기가 제대로 연결되어 있는지 확인하고 “다시 검색”을 클릭합니다.
3. 센서를 페어링 모드로 전환합니다.

4. “채널 선택”에서 채널(03–62)을 클릭합니다. 같은 현장에 센서가 여러 개 있으면 센서마다 다른 채널을 사용합니다.
5. “페어링 시작”을 클릭합니다. 약 1초 후 페어링 결과가 표시됩니다. “센서 정보”에 모델, 사양, 시리얼 번호, 배터리 잔량이 표시되고 오른쪽 목록에 센서가 나타납니다(자세한 내용은 12.3절 참조).

4.2.5 5단계: 토크 계수 설정(필요한 경우)

외부 기준 계측기로 센서 측정값을 보정해야 하는 경우에만 이 단계를 수행합니다. 그렇지 않으면 바로 6단계로 넘어갑니다.

1. 교정할 센서가 “센서 페어링”에서 연결되어 사용 중인지 확인합니다.
2. 탐색 메뉴 → “시스템 설정” → “토크 계수 설정”.
3. “설정 추가”를 클릭하고 “설정 이름”을 입력한 후 “토크 센서”에서 센서를 선택합니다.
4. 외부 기준 계측기와 센서에 동시에 토크를 가합니다. “표시 토크”에 선택한 센서의 값(N·m)이 자동으로 읽힙니다.
5. 기준 계측기의 측정값(N·m)을 “측정 토크값”에 입력합니다. “토크 계수”에 “측정 토크값 ÷ 표시 토크”의 결과가 자동으로 표시됩니다.
6. “표시 토크”에 측정값이 남아 있는 동안 “설정 저장”을 클릭합니다. 화면에 “토크 계수 설정을 저장했습니다.”가 표시됩니다(자세한 내용은 12.4절 참조).

> **예시** 기준 계측기의 측정값이 50.60 N·m이고, 같은 시점에 “표시 토크”는 50.00 N·m입니다.
> 토크 계수 = 50.60 ÷ 50.00 = 1.0120.
> “표시 토크”에 측정값이 없거나 0이면 “설정 저장”을 클릭할 수 없습니다.

4.2.6 6단계: 작업 모드 선택 및 설정 완료

이 단계에서는 토크 렌치를 예로 듭니다. 다른 모드의 설정은 6.3절(토크 & 각도), 7.3절(토크 측정), 8.3절(전동 공구), 9.3절(배치 작업), 제10장(능력 지수 검사)을 참조하십시오.

1. 탐색 메뉴 → “토크 렌치”. 아직 설정되지 않았으면 “토크 렌치 — 설정” 화면이 표시됩니다. 이미 설정되어 있으면 상단 바의 “설정”을 클릭하여 엽니다.
2. “토크 센서”에서 방금 페어링한 센서를 선택합니다. “목표 토크” 아래에 설정 가능 범위가 표시됩니다(예: “설정 가능 범위 (10%–100%): 10 – 100 N·m”). 목표 토크는 자동으로 입력되지 않습니다.

3. 필요하면 "작업 스테이션"과 "부품 번호"를 입력합니다. 두 필드는 비워 둘 수 있습니다. 모든 모드에서 빈 필드는 공란으로 기록됩니다(5.2.10절 참조). 모든 제품을 추적해야 한다면 토크를 가하기 전에 부품 번호를 입력하거나 스캔하십시오.
4. 먼저 "토크 단위"를 선택한 다음 "목표 토크"에 값을 입력합니다. 목표 토크는 센서 사양의 10%~100% 범위여야 합니다.
5. "±" 또는 "+"를 클릭하여 "공차 기준"을 선택하고, "토크 공차"에 1~30(%)의 정수를 입력합니다.
6. 상단 바의 "작업"을 클릭합니다. 화면에 "토크 렌치 설정을 저장하고 활성화했습니다."가 표시되고 "토크 렌치 작업" 화면으로 전환되어 작업이 시작됩니다(자세한 내용은 5.4절 참조).

4.2.7 7단계: 시험 측정

1. "토크 렌치 작업" 화면에서 상단 바에 선택한 센서의 모델, 시리얼 번호, 배터리 잔량이 표시되고 판정 배너에 "대기 중"이 표시되는지 확인합니다.
2. 현장 안전 절차에 따라 렌치로 시험용 부품을 체결한 후 놓습니다.
3. 토크를 가하는 동안 "최종 토크"가 함께 올라가고, 렌치를 놓으면 판정 배너에 "OK" 또는 "NOK"가 표시되며 오른쪽의 통계가 1 증가합니다. 이 측정의 곡선을 보려면 "토크 차트"를 클릭합니다(자세한 내용은 5.3절 참조).

4.2.8 8단계: 기록 확인

1. 작업 화면에서 상단 바의 "기록"을 클릭합니다. "토크 렌치 — 기록"이 열리고 방금 수행한 시험 측정이 맨 위에 있습니다.
2. 해당 기록의 상세 내용을 열어 최종 토크, 목표 토크, 결과를 확인합니다(자세한 내용은 11.4절 참조).
3. "뒤로"를 클릭하여 작업 화면으로 돌아갑니다.

예시 새 생산 라인에서 사양이 100 N·m인 토크 렌치 센서를 사용합니다. 공정 요구 사항은 목표 토크 50 N·m, 공차 ±5%입니다.

관리자가 `admin`으로 로그인하여 비밀번호를 변경한 후 `adm_chen`(관리자)과 `op_wang`(일반 사용자)을 만듭니다.

"전역 설정"은 "N·m"와 "繁體中文"을 그대로 둡니다.

"센서 페어링"에서 채널 10을 선택하고 "페어링 시작"을 클릭하면 센서가 목록에 나타납니다.

외부 기준 계측기로 보정하지 않으므로 토크 계수는 건너뜁니다.

"토크 렌치 — 설정"에서 이 센서를 선택하고, "토크 단위"에서 N·m를 선택하고, "목표 토크"에 50을 입력하고(허용 범위 10~100 N·m 이내), "공차 기준"에서 "±"를 선택하고, "토크 공차"에 5를 입력한 후 "작업"을 클릭합니다.

OK 범위 = 50 × (1 − 5%) ~ 50 × (1 + 5%) = 47.5~52.5 N·m.

시험으로 한 번 체결하자 최종 토크가 49.8 N·m이고 화면에 "OK"가 표시됩니다. "기록"을 클릭하면 맨 위 기록의 결과가 OK입니다.

팁 위의 단계를 완료한 후 필요에 따라 토크 증배기(12.5절), 표시등(12.6절), PLC 통신(제13장), 동기화 또는 읽기 전용 API(제14장)를 설정하고, 정기적으로 백업하는 습관을 들이십시오(제17장). 외부 연결은 먼저 비생산 환경에서 승인을 받은 후 테스트하십시오.

4.3 처음 사용 시 설정 체크리스트

4.2절의 단계를 완료한 후 각 항목을 확인하고 "결과" 열에 표시하십시오.

확인 항목	확인 방법	결과
프로그램이 정상적으로 시작됨	시작한 후 로그인 화면이 나타나고 창이 최대화됨(전체 화면이 아니며 복원 가능)(제2장)	□
기본 비밀번호가 변경됨	`admin`과 새 비밀번호로 로그인에 성공하고, 초기 비밀번호로 로그인하면 "사용자 이름 또는 비밀번호가 잘못되었습니다"가 표시됨(4.2.1절)	□
관리자가 두 명 이상 있음	"사용자 관리" 목록에서 역할이 "관리자"인 계정이 두 개 이상 있음(15.7절)	□
인원별 계정이 생성됨	모든 인원이 자신의 계정을 가지고 있으며, 작업자가 로그인하면 탐색 메뉴 아래쪽에 "사용자 관리"가 없음(제15장)	□
단위와 언어가 올바름	"전역 설정"의 "토크 단위"와 "언어"가 현장 요구에 맞음(12.2절)	□

확인 항목	확인 방법	결과
센서가 페어링됨	"센서 페어링"에 수신기가 연결됨으로 표시되고, 실제로 사용하는 센서가 목록에 있음(12.3절)	□
토크 계수(필요한 경우)	"토크 계수 설정"의 저장된 설정에서 이번 교정의 계수가 맨 위에 있음(12.4절)	□
작업 설정이 저장됨	작업 화면의 헤더에 올바른 센서가 표시되고, 범위 막대에 올바른 목표 토크와 상한 및 하한이 표시됨(제5장~제10장)	□
판정이 작동함	시험 측정 후 예상대로 "OK" 또는 "NOK"가 표시됨(5.3절)	□
기록을 조회할 수 있음	"기록"을 클릭하면 시험 측정 기록이 표시됨(제11장)	□
백업 방법을 확인함	데이터 저장 위치와 콜드 백업 방법을 알고 있음(2.7절, 제17장)	□

4.4 처음 사용 시 자주 발생하는 문제

상황	원인 및 해결 방법
시작할 때 Windows가 프로그램을 차단하거나 알 수 없는 게시자에 대한 경고가 나타남	TMS RF 설치 프로그램과 프로그램에는 디지털 서명이 없습니다. 회사 IT 정책에 따라 승인을 받은 후에만 실행하십시오. SmartScreen이나 바이러스 백신 소프트웨어를 직접 끄지 마십시오(2.5절 참조).
로그인 시 "사용자 이름 또는 비밀번호가 잘못되었습니다"가 표시됨	사용자 이름이나 비밀번호를 잘못 입력했거나, 이 컴퓨터에 이미 이전 데이터가 있고 `admin`의 비밀번호가 변경되었습니다. 대소문자와 입력기 상태를 확인하십시오. 이전 데이터를 사용하는 경우 이전 관리자에게 계정을 받으십시오(3.1절 참조).
탐색 메뉴에 "사용자 관리"가 없거나 "시스템 설정"이 회색으로 표시되어 클릭할 수 없음	현재 계정에 "보기 · 사용자 목록" 또는 "보기 · 시스템 설정" 권한이 없습니다. 대신 "관리자" 계정으로 로그인하십시오(제15장 참조).
"센서 페어링"에서 RF 수신기를 찾을 수 없음	수신기가 제대로 연결되지 않았거나, Windows가 아직 인식하지 못했거나, 다른 프로그램이 COM 포트를 사용하고 있습니다. 수신기를 다시 연결하고 COM 포트를 사용할 수 있는 프로그램을 닫은 후 "다시 검색"을 클릭하십시오(12.3절 참조).
"토크 계수 설정"의 "설정 저장"을 클릭할 수 없음	"표시 토크"에 측정값이 없거나 0입니다. 센서가 연결되어 사용 중인지 확인하고, 토크를 가하는 동안 저장하십시오(12.4절 참조).

상황	원인 및 해결 방법
작업 설정을 저장할 수 없음	센서를 선택하지 않았거나, 목표 토크가 비어 있거나 센서 사양의 10%~100% 범위를 벗어났거나, 토크 공차가 1~30의 정수가 아닙니다. 화면의 오류 메시지에 따라 수정하십시오(5.4절 및 각 모드의 설정 절 참조).
저장할 때 "이 작업을 수행할 권한이 없습니다."가 표시됨	현재 계정에 "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한이 없습니다("일반 사용자"에게는 기본적으로 없음). 대신 "관리 책임자" 또는 "관리자" 계정으로 설정하십시오(제15장 참조).
시험 측정 후 기록을 찾을 수 없음	필터 조건이나 날짜 범위에 해당 기록이 포함되지 않습니다. 화면에 "필터 조건에 맞는 기록이 없습니다."가 표시되면 "필터 지우기"를 클릭하십시오. 화면에 빈 목록 대신 오류 메시지가 표시되면 제11장과 제16장을 참조하십시오.

제5장 토크 렌치

5.1 모드 개요

"토크 렌치" 모드는 수동 토크 렌치를 사용한 체결에 사용합니다. 토크를 가할 때마다 최대(피크) 토크로 OK 또는 NOK를 판정합니다.

각 토크 인가는 토크가 0보다 커지면 시작되고, 렌치를 놓아 토크가 0으로 돌아오면 끝납니다. 시스템은 해당 토크 인가의 최대 토크를 취하여 설정된 목표 토크 및 공차와 비교하고, 자동으로 판정한 후 기록으로 저장합니다. 이 모드는 토크만 판정하며 각도는 판정하지 않습니다. 측정 방식은 항상 피크이며 전환할 필요가 없습니다.

작업 화면에는 "시작" 또는 "중지" 버튼이 없습니다. 작업 화면에 들어가면 작업이 자동으로 시작되고, 화면을 벗어나면 자동으로 중지됩니다(5.2절 참조).

사용하기 전에 다음 준비를 완료하십시오.

1. "시스템 설정"의 센서 페어링에서 토크 센서를 페어링하고 RF 수신기를 연결합니다(제12장 참조). 새로 설치한 직후에는 센서 목록이 비어 있으므로 먼저 페어링해야 합니다.
2. "토크 렌치 — 설정"에서 센서를 선택하고 목표 토크와 공차를 입력한 후 저장합니다(5.4절 참조).

탐색 메뉴의 "회전식 센서" 그룹에 있는 작업 모드는 다음과 같습니다.

모드	판정 기준	장
토크 렌치	각 토크 인가의 최대 토크	이 장
토크 & 각도	제어 모드에 따라 각도 또는 토크	제6장
토크 측정	목표 각도에 도달했을 때의 토크	제7장
전동 공구	전동 공구 각 동작의 최대 토크	제8장
배치 작업	하나의 부품에 대해 여러 단계를 순서대로 수행	제9장

5.2 작업 화면과 설정 화면의 공통 요소

이 절에서는 토크 렌치, 토크 & 각도, 토크 측정, 전동 공구의 네 가지 모드에 공통인 화면 요소와 동작을 설명합니다. 제6장, 제7장, 제8장에서는 각 모드에서 다른 부분만 설명하므로, 공통 부분은 이 절을 참조하십시오.

5.2.1 헤더 바

작업 화면과 설정 화면 모두 맨 위에 헤더 바가 있습니다.

영역/버튼	설명
"탐색 메뉴 전환"(사이드바 또는 세 줄 아이콘)	왼쪽 탐색 메뉴를 펼치거나 접습니다(제3장 참조).
"모델", "사양", "시리얼 번호", "배터리"	현재 설정에서 선택한 센서의 데이터이며, 센서를 선택하지 않으면 "--"가 표시됩니다. "사양"은 센서의 정격 토크로, 토크 단위와 관계없이 항상 N·m 단위입니다. 화면에는 "100 N·m" 또는 "100 Nm"으로 표시되며 같은 의미입니다.
화면 제목	예: "토크 렌치 작업", "토크 렌치 — 설정".
"설정"(톱니바퀴 아이콘)	작업 화면에만 있습니다. 이 모드의 설정 화면으로 전환합니다. 계정에 "보기 · 작업 설정" 권한이 없으면 이 버튼은 표시되지 않습니다.
"작업"	설정 화면에만 있습니다. 먼저 설정을 저장하고, 성공하면 작업 화면으로 전환합니다.
"기록"(클립보드 아이콘)	이 모드의 기록으로 필터링된 기록 화면으로 전환합니다.
"뒤로"(왼쪽 화살표 아이콘)	설정 화면에만 있습니다. **먼저 설정을 저장**하고, 성공하면 작업 화면으로 전환합니다.
"라이트 / 다크 모드 전환"(달 아이콘)	프로그램 전체를 라이트 테마와 다크 테마 사이에서 전환합니다(제3장 참조).

5.2.2 작업 자동 시작 및 중지

작업 화면에는 시작 또는 중지 버튼이 없으며, 시스템이 자동으로 처리합니다.

1. 작업 화면에 들어가면 시스템이 현재 설정을 불러오고, 선택한 센서에 데이터 전송을 시작하도록 자동으로 알립니다. RF 수신기가 아직 열려 있지 않으면 지난번에 사용한 포트에서 수신기를 자동으로 한 번 감지합니다.

2. 작업을 시작하기 전에 시스템은 RF 수신기가 연결되어 있는지, 설정에서 선택한 센서가 아직 센서 목록에 있는지, 목표 토크가 센서 사양의 10%~100% 이내인지(토크 & 각도와 토크 측정은 목표 각도가 1~360도 이내인지도 확인), 현재 계정에 "실행 · 작업" 권한이 있는지 확인합니다.
3. 조건이 충족되지 않으면 작업을 시작할 수 없으며, 작업 화면 아래쪽에 그 이유가 빨간색으로 표시됩니다. 해결 방법은 각 모드의 오류 메시지 표와 제16장을 참조하십시오.
4. 작업 화면을 벗어나면("설정" 또는 "기록" 클릭, 다른 모드로 전환, 로그아웃) 시스템이 작업을 자동으로 중지합니다. 아직 렌치를 놓지 않은 토크 인가는 저장되지 않습니다.

팁 작업을 시작하지 못한 원인을 해결한 후에는 탐색 메뉴에서 다른 모드로 전환했다가 원래 모드로 돌아오면 작업이 다시 시작됩니다.

참고 다음 두 경우에는 작업이 자동으로 시작되지 않고, 대신 내용 영역 위에 "작업" 버튼이 표시되며 이 버튼을 클릭해야 작업이 시작됩니다. 설정을 읽지 못한 후 "설정 다시 불러오기"를 클릭하여 설정을 성공적으로 읽은 경우, 그리고 센서 오류 대화 상자의 "로그아웃" 버튼으로 로그아웃한 후 다시 로그인한 경우입니다(5.2.3절 참조).

참고 작업 중지에 실패하면 화면 위쪽에 빨간색 메시지 "작업 중지를 확인할 수 없습니다. PLC 쓰기 또는 재시작 시험 전에 RF 수신기 연결과 작업 세션 상태를 확인하세요."가 나타납니다. PLC 쓰기나 기타 후속 작업을 수행하기 전에 RF 수신기 연결이 정상인지 확인하십시오.

5.2.3 RF 연결 끊김 및 센서 오류

작업 화면에는 "연결됨"과 같은 텍스트가 표시되지 않으며, 시스템이 백그라운드에서 RF 연결 상태를 추적합니다.

- 연결이 정상이면 화면에서 최종 토크, 범위 막대, 곡선, 배터리 잔량이 계속 갱신됩니다.
- RF 연결이 끊어지면 최종 토크가 0으로 돌아가고 곡선이 지워지며, 진행 중인 토크 인가는 폐기되어 저장되지 않습니다. 연결이 끊어진 동안 수신된 데이터는 사용되지 않습니다. 연결이 복구된 후 토크를 다시 가하십시오.

RF 연결을 확인하거나 다시 연결하려면 "시스템 설정"의 센서 페어링으로 이동하십시오(제12장 참조).

센서가 문제를 보고하면 화면 위쪽에 배너가 나타납니다.

- "센서 경고": 예를 들어 "배터리 부족 - 가능한 한 빨리 충전하세요." 또는 "5,000사이클 사용 - 검증 후 사용 권장"이 있습니다. 작업은 계속할 수 있지만 가능한 한 빨리 조치하십시오.

- “센서 오류”: 예를 들어 “토크 과부하 - 자동 전원 차단 보호”, “영점 드리프트 - 재보정하세요.”, “하드웨어 손상 - 수리를 위해 공장으로 반품하십시오.”가 있습니다. 작업이 즉시 중지되고, 화면 가운데에 “센서 오류, 작업 중지됨” 대화 상자가 나타나 작업 화면을 가립니다.

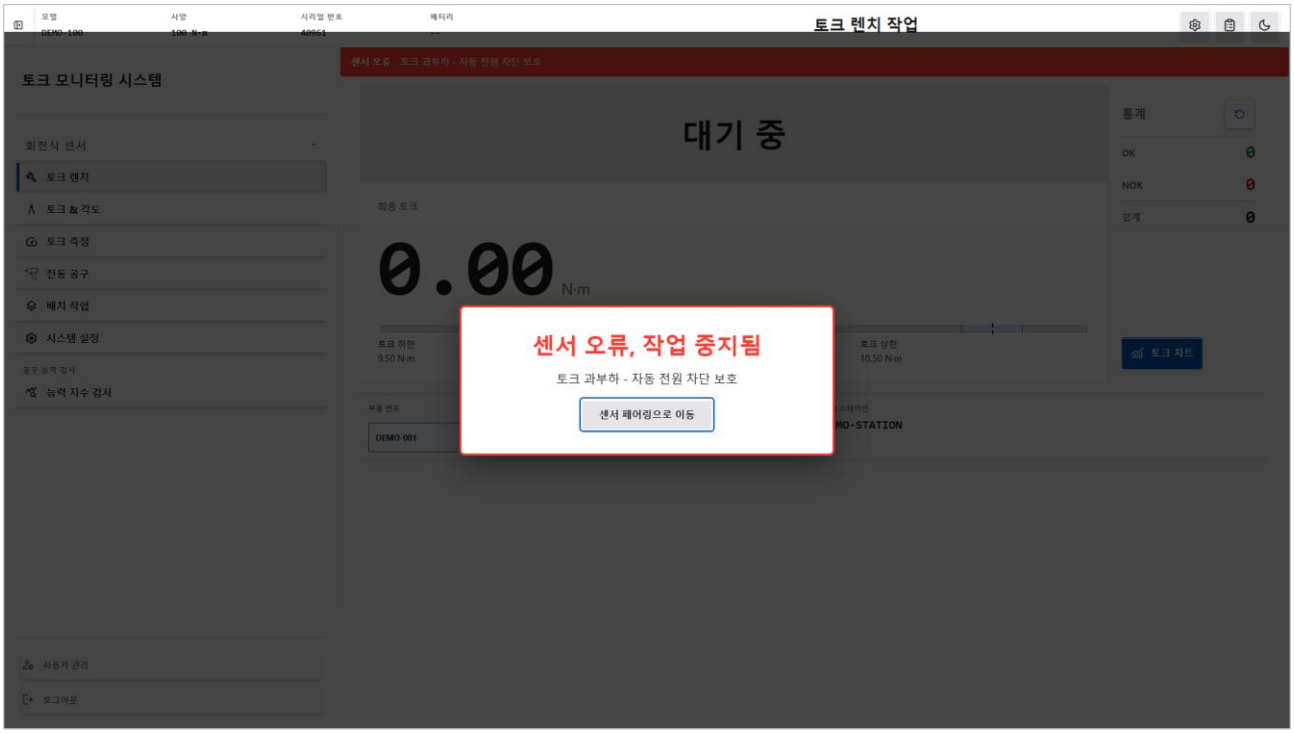


그림 5-1 토크 렌치 작업: 센서 오류 대화 상자

대화 상자에는 오류 내용과 “센서 페어링으로 이동” 버튼이 표시됩니다. 이 버튼을 클릭하면 센서 페어링 화면으로 전환됩니다. 계정에 “보기 · 시스템 설정” 권한이 없으면 대화 상자에 이 버튼 대신 “로그아웃” 버튼이 표시되므로, 로그아웃한 후 관리자에게 문의하십시오. 오류와 해결 방법은 제16장을 참조하십시오.

5.2.4 배터리 잔량

헤더의 “배터리”에는 선택한 센서의 배터리 백분율(예: “80%”)이 표시되며, 아직 데이터를 받지 못했으면 “--”가 표시됩니다.

- 숫자가 깜박이는 것을 막기 위해 작업 화면은 새 측정값이 표시된 값과 10%포인트 이상 차이 날 때만 값을 갱신합니다. 첫 번째 측정값은 즉시 표시됩니다. RF 연결이 끊어지면 마지막으로 기록된 배터리 잔량이 표시됩니다.
- 설정 화면에는 센서의 마지막으로 기록된 배터리 잔량이 표시됩니다.
- 배터리 부족은 배터리 숫자가 아니라 “배터리 부족 - 가능한 한 빨리 충전하세요.” 배너로 알립니다.

5.2.5 결과 패널 및 최종 토크

네 가지 모드 모두 작업 화면 가운데에 결과 패널이 있으며, 배치는 같습니다(그림 5-2 참조).

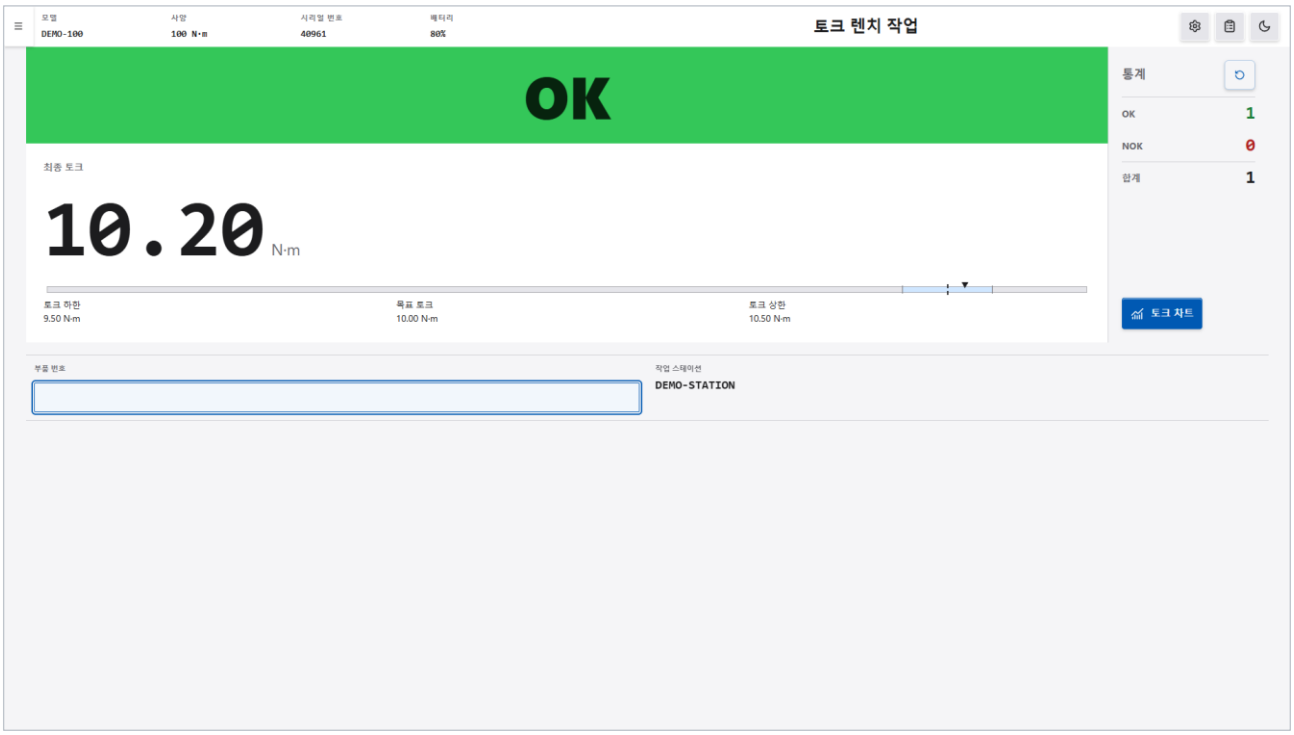


그림 5-2 결과 패널(토크 렌치, 판정 OK)

영역	설명
판정 배너(위쪽)	판정만 큰 글자로 표시합니다. "대기 중"(회색 배경), "OK"(녹색 배경) 또는 "NOK"(빨간색 배경).
측정값 영역(배너 아래)	큰 글자의 "최종 토크"와 단위, 그 아래의 범위 막대. 토크 & 각도에는 "최종 각도"도 있으며, 토크 측정에서는 큰 측정값이 "각도 토크"입니다(제6장 및 제7장 참조).
통계 패널(오른쪽)	이 모드의 카운터입니다(예: "OK", "NOK", "합계"). 제목 "통계"의 오른쪽에는 재설정 버튼이 있으며, 이 버튼은 텍스트 없이 ↺ 아이콘만 있고 마우스를 올리면 "재설정"이 표시됩니다. 맨 아래에는 차트 대화 상자를 여는 버튼이 있습니다(5.2.6절 참조).
파라미터 행(아래쪽)	"부품 번호"(편집 가능)와 "작업 스테이션". 배치 작업이 활성화되어 있으면 "배치 진행률" 행이 추가됩니다. 목표 토크, 공차 등의 설정값은 여기에 표시되지 않으므로 범위 막대 또는 설정 화면에서 확인하십시오. 전동 공구에는 둘째 행도 있으며, 작업 시간, 펄스 수 등을 표시합니다(제8장 참조).

화면의 두 가지 토크는 의미가 서로 다릅니다.

이름	표시 위치	의미
최종 토크	측정값 영역의 큰 숫자	현재 토크 인가에서 지금까지의 최대 토크(피크)입니다. 토크를 가하는 동안 상승하며, 렌치를 놓은 후에는 다음 토크 인가가 시작될 때까지 이번 인가의 피크를 유지합니다. 기록에 저장되고 판정에 사용되는 "최종 토크"가 이 피크입니다(제11장 참조).
목표 토크	설정 화면의 "목표 토크", 작업 화면의 범위 막대	사용자가 설정한 판정 기준입니다. 설정 화면에서 저장한 후에만 바뀝니다.

차트 대화 상자의 "실시간 토크" 선은 각 샘플 지점의 토크이며, 큰 글자의 "최종 토크"는 이 값들의 최댓값입니다.

최종 토크는 다음 순서로 환산됩니다. 센서 측정값을 N·m로 환산 → "토크 멀티플라이어 활성화"가 "켜기"이면 "토크비"를 곱함 → 시스템 설정의 토크 계수를 곱함 → 이 모드의 토크 단위로 환산하여 표시. 토크비는 각 모드의 설정 화면에서 입력합니다(토크 렌치는 5.4절 참조). 토크 계수는 제12장을 참조하십시오. 곡선과 기록도 같은 방식으로 환산합니다.

토크 값의 소수 자릿수: 100 미만은 소수점 이하 두 자리, 100~999는 한 자리, 1000 이상은 소수점 없음.

측정값 아래의 범위 막대는 최종 토크가 OK 범위에 대해 어디에 있는지 표시합니다.

- 눈금: "토크 하한", "목표 토크"(점선), "토크 상한". 하한과 상한 사이의 OK 범위는 연한 파란색으로 칠해집니다. 각 눈금의 이름과 값은 막대 아래에 표시되며, 계산 방법은 5.2.7절을 참조하십시오.
- 삼각형 포인터: 최종 토크의 위치이며, 토크를 가하면 함께 움직입니다. 아직 측정값이 없으면 포인터가 표시되지 않습니다.
- 막대의 오른쪽 끝은 가장 큰 눈금의 약 1.1배입니다. 최종 토크가 이 값을 넘으면 막대가 늘어나므로 포인터가 오른쪽 끝에 멈추지 않습니다.
- 설정이 완료되지 않았거나 목표 토크가 비어 있으면 범위 막대가 표시되지 않습니다.

> **참고** 설정 화면의 "목표 토크"는 소수점 이하 최대 두 자리까지 표시되지만, 이는 데이터가 잘린다는 뜻이 아닙니다. 시스템은 전체 값으로 저장하고 판정하며, 화면에는 반올림하여 표시할 뿐입니다. 예를 들어 10 N·m를 kgf·cm로 전환하면 "101.97"로 표시되지만 환산된 전체 값이 저장됩니다.

5.2.6 차트 대화 상자

통계 패널 맨 아래의 차트 버튼(토크 렌치는 "토크 차트")을 클릭하면 차트 대화 상자가 열립니다(그림 5-3 참조).



그림 5-3 차트 대화 상자(토크 렌치)

- 대화 상자 제목은 버튼 텍스트와 같습니다. 위쪽에는 판정과 측정값이, 그 아래에는 차트가 표시됩니다.
- 범례: "실시간 토크"(실선)와 "토크 상한", "목표 토크", "토크 하한"(점선). 토크 & 각도와 토크 측정에는 각도 선도 있습니다(제6장 및 제7장 참조). 상한 및 하한 점선은 범위 막대와 같은 값을 사용합니다.
- 가로축은 현재 토크 인가가 시작된 후의 시간(초)이고, 세로축은 이 모드의 토크 단위입니다.
- 곡선은 모든 샘플 지점을 지나는 평활 곡선이며, 샘플 지점은 작은 점으로 표시됩니다. 평활화는 곡선을 그리는 방식에만 영향을 주며, 샘플 값, 판정, 기록 및 내보내기의 값은 바뀌지 않습니다.
- 토크 렌치와 토크 & 각도: 렌치를 놓아 토크가 0으로 돌아오면 곡선은 마지막 측정값에서 그 시점까지 수평으로 이어진 후 0으로 수직 하강합니다.
- 토크 인가가 시작될 때마다 이전 곡선이 지워지고 0초부터 다시 그려집니다. 렌치를 놓은 후에는 다음 토크 인가까지 이번 인가의 곡선이 유지됩니다. 곡선은 최근 600개 점까지만 유지합니다.
- 마우스를 곡선 위로 가져가면 해당 지점의 시간과 토크가 표시됩니다.

- 판정이 NOK이어도 대화 상자는 자동으로 열리지 않습니다. 곡선을 확인하려면 차트 버튼을 직접 클릭하십시오.
- 오른쪽 위의 "×"(닫기)를 클릭하거나 Esc 키를 누르면 대화 상자가 닫힙니다. 대화 상자를 닫아도 곡선은 지워지지 않습니다.
- RF 연결이 끊어지면 곡선이 지워집니다.

참고 차트 대화 상자가 열려 있는 동안에도 작업은 계속되고 판정과 통계도 평소처럼 갱신되지만, 작업 화면의 다른 필드(예: "부품 번호")는 사용할 수 없습니다. 다음 부품을 스캔하기 전에 대화 상자를 닫으십시오.

5.2.7 공차 및 OK 범위

"공차 기준"과 "토크 공차"에 따라 OK 범위가 결정되며, 범위 막대의 눈금과 차트 대화 상자의 상한 및 하한 점선도 결정됩니다. 판정은 항상 N·m로 환산한 값으로 비교하므로 결과는 표시 단위와 관계가 없습니다.

공차 기준	토크 하한	토크 상한
"±"	목표 토크 × (1 − 토크 공차 %)	목표 토크 × (1 + 토크 공차 %)
"+"	목표 토크	목표 토크 × (1 + 토크 공차 %)

하한과 상한 사이(경계값 포함)의 토크는 OK이고, 그 밖의 토크는 NOK입니다.

예시 M8 볼트, 사양 100 N·m의 센서, 목표 토크 25 N·m, 공차 기준 "±", 토크 공차 10%.
토크 하한 = 25 × (1 − 10%) = 22.5 N·m, 토크 상한 = 25 × (1 + 10%) = 27.5 N·m, OK 범위 22.5~27.5 N·m.
피크 24.8 N·m → OK, 피크 28.1 N·m → NOK(상한 초과), 피크 21.9 N·m → NOK(하한 미만).
같은 조건에서 공차 기준이 "+"이면 OK 범위 = 25 ~ 25 × (1 + 10%) = 25.0~27.5 N·m이며, 피크 24.8 N·m → NOK입니다.

5.2.8 표시등 및 경고음

판정 결과가 나오면 시스템은 컴퓨터 소리와 표시등(삼색 램프)으로 동시에 알립니다.

판정 상태	컴퓨터 소리	표시등
OK	소리 없음	녹색 램프가 2 Hz로 깜박임
NOK	높은 음의 짧은 신호음 두 번	빨간색 램프와 부저가 2 Hz로 작동하며, 부저는 2초 후 멈춤
대기 중	소리 없음	모두 꺼짐

- 표시등을 사용하려면 먼저 "시스템 설정"에서 COM 포트를 지정해야 합니다(제12장 참조). 지정하지 않으면 화면과 컴퓨터 소리로만 결과를 알립니다.
- 설정 화면에서 저장하고 작업 화면에 들어가면 컴퓨터에서 낮은 음의 신호음이 한 번 울립니다.

5.2.9 센서 선택 필드

설정 화면의 "센서 정보"에 있는 "토크 센서" 드롭다운 목록에는 페어링된 센서가 나열됩니다.

- 첫 번째 옵션 "페어링된 토크 센서 선택"은 센서를 선택하지 않았다는 뜻입니다. 새로 설치한 직후에는 목록에 이 옵션만 있으므로 먼저 센서를 페어링하십시오(제12장 참조).
- 나머지 옵션의 형식은 "모델 / 사양 Nm / 시리얼 번호"입니다(그림 5-8 참조). 사양이 설정되지 않은 센서는 "사양 미설정"으로 표시되며, 선택하면 저장할 수 없습니다.
- 다른 화면에서 센서 페어링이 추가되거나 변경되면 목록이 자동으로 갱신됩니다.
- 센서를 선택하면 헤더의 "모델", "사양", "시리얼 번호", "배터리"가 해당 센서의 데이터로 바뀌고, "목표 토크" 아래에 "설정 가능 범위 (10%–100%): 10 – 100 N·m"와 같은 안내가 표시됩니다. 하한과 상한은 선택한 센서의 사양과 현재 토크 단위로 계산됩니다. 시스템은 목표 토크를 자동으로 입력하지 않습니다. 새로 설정할 때는 "목표 토크"가 비어 있으므로 안내에 표시된 범위 안의 값을 입력하십시오.
- 다른 센서를 선택하면 입력한 "목표 토크"가 지워지므로 다시 입력해야 합니다. 작업 스테이션, 부품 번호 등 다른 필드는 유지됩니다. 토크 & 각도와 토크 측정의 그 밖의 토크 필드는 제6장과 제7장을 참조하십시오. 저장된 설정은 저장하기 전까지 바뀌지 않습니다.
- 첫 번째 옵션 "페어링된 토크 센서 선택"을 선택하면 "목표 토크"가 비워지고 설정 가능 범위 안내가 표시되지 않습니다.

5.2.10 작업 스테이션 및 부품 번호

설정 화면의 "01 / 작업 정보"에는 "작업 스테이션"과 "부품 번호" 두 필드가 있습니다. 저장할 때 앞뒤 공백은 제거됩니다.

작업 화면 아래쪽 파라미터 행에서의 동작은 다음과 같습니다.

- "작업 스테이션"은 설정된 값만 표시하며 작업 화면에서 변경할 수 없습니다.
- "부품 번호"는 입력란이며, 화면에 들어가면 설정된 값으로 채워집니다. 직접 입력하거나 바코드 스캐너로 스캔할 수 있습니다. 작업 화면에서 입력한 번호는 현재 작업에만 사용되며 설정에 다시 기록되지 않습니다. 설정의 "부품 번호"에 값이 있으면 기록에는 그 값이 대신 사용됩니다(5.3.6절 참조).
- 작업 화면에 들어가면 커서가 자동으로 "부품 번호"에 놓이고 내용이 선택되므로, 새 바코드를 스캔하면 바로 대체됩니다. Enter 키를 누르면 확인하고 내용을 다시 선택할 뿐이며, 아무것도 제출하거나 화면을 전환하지 않습니다.
- 각 토크 인가가 시작되는 시점의 부품 번호가 기록됩니다. 토크 인가 중에 변경해도 이 기록에는 영향이 없습니다.
- 판정이 OK이고 토크 인가 중에 번호가 변경되지 않았으면 "부품 번호"가 자동으로 지워지고 커서가 놓여 다음 부품을 스캔할 준비가 됩니다. 판정이 NOK이면 재작업을 위해 번호가 유지됩니다.

"작업 스테이션"과 "부품 번호"는 모두 선택 사항입니다. 비워 두면 기록의 해당 필드는 공란이 되며, 코드가 자동으로 입력되지 않습니다. 네 가지 모드 모두 같습니다(배치 작업은 제9장 참조).

5.2.11 토크 단위

각 모드의 설정 화면에는 각각 "토크 단위"가 있으며 kgf·cm, kgf·m, N·m, ozf·in, lbf·in, lbf·ft 중에서 선택합니다. 새 설정의 기본값은 N·m입니다.

- 단위를 전환하면 화면의 토크 값이 새 단위의 등가값으로 자동 환산되며, 실제 토크는 바뀌지 않습니다. 먼저 단위를 선택한 다음 값을 입력하십시오.
- 작업 화면의 최종 토크, 목표 토크, 범위 막대, 곡선은 모두 이 모드의 단위로 표시됩니다.
- 센서의 "사양"은 항상 N·m 단위입니다.
- 설정의 단위가 위 목록에 없지만 환산할 수 있는 단위(예: gf·cm, mN·m, cN·m)이면, 설정 화면을 열 때 자동으로 환산되고 N·m가 선택됩니다. 이는 저장한 후에 적용됩니다.

- 단위를 인식할 수 없으면 "지원되지 않는 토크 단위: (단위)"가 표시됩니다. 단위를 다시 선택하고 토크를 다시 입력해야 저장할 수 있습니다.
- 기록, 내보내기, 읽기 전용 API는 "시스템 설정"의 전역 토크 단위를 사용하며 각 모드의 토크 단위에는 영향을 받지 않습니다(제11장, 제12장, 제14장 참조).

5.2.12 설정 확인

"설정 저장", "작업" 또는 "뒤로"를 클릭하면 시스템이 먼저 필드를 확인하고, 모든 확인을 통과한 경우에만 저장합니다.

- 유효한 사양의 센서를 선택해야 합니다.
- 목표 토크는 비어 있으면 안 되며, 선택한 센서 사양의 10%~100%(현재 단위로 환산) 이내여야 합니다. 이 범위는 필드 아래의 안내에 표시됩니다(5.2.9절 참조).
- 목표 각도(토크 & 각도, 토크 측정)는 1~360도 이내여야 합니다.
- "토크 멀티플라이어 활성화"가 "켜기"이면 "토크비"(토크 & 각도와 토크 측정은 "기어비"도)는 0보다 큰 숫자여야 합니다.
- 다른 필드의 규칙은 각 모드의 필드 표를 참조하십시오.

범위를 벗어난 값은 상한이나 하한으로 자동 변경되지 **않으며**, 시스템이 스스로 수정하지 않습니다. 메시지에 따라 값을 변경하고 다시 저장하십시오. 확인 또는 저장에 실패하면 설정 화면에 그대로 남고 입력한 내용도 유지됩니다.

> **예시** 센서 사양이 100 N·m이고 토크 단위가 N·m이면, 설정할 수 있는 목표 토크 범위 = 100 × 10% ~ 100 × 100% = 10~100 N·m이며, 필드 아래에 "설정 가능 범위 (10%–100%): 10 – 100 N·m"가 표시됩니다.
> 8을 입력하면 "목표 토크는 선택한 센서 용량의 10%~100%(10.00~100.0 N·m) 범위여야 합니다."가 표시되며, 값은 10으로 자동 변경되지 않습니다.
> 같은 센서에서 lbf·ft를 사용하면 안내가 "설정 가능 범위 (10%–100%): 7.38 – 73.75 lbf·ft"로 바뀝니다.

5.2.13 설정 화면 버튼

설정 화면 버튼은 네 가지 모드에서 모두 같게 동작합니다.

버튼	설명
"설정 저장"	설정을 확인하고 저장한 후, 성공하면 작업 화면으로 전환하고 작업을 자동으로 시작합니다. 설정을 불러오는 중에는 클릭할 수 없습니다.
"작업"(헤더)	저장 버튼과 같습니다. 먼저 저장하고, 성공하면 작업 화면으로 전환합니다.
"뒤로"(헤더의 왼쪽 화살표)	저장 버튼과 같습니다. 먼저 저장하고, 성공하면 작업 화면으로 전환합니다. 변경 사항을 취소하지 **않습니다**.
"기록"(헤더의 클립보드 아이콘)	저장하지 않고 이 모드로 필터링된 기록 화면으로 바로 전환합니다. 저장하지 않은 변경 사항은 사라집니다.
"재설정"	양식을 빈 초기값으로 지웁니다. **저장하지 않습니다**. 적용하려면 저장해야 하며, 필수 필드도 다시 입력해야 합니다.

> **경고** 설정 화면의 "뒤로"와 "작업"은 모두 현재 양식 내용을 먼저 저장합니다. 변경하지 않고 설정만 보려면 필드를 변경하지 말거나, 대신 "기록"을 클릭하거나 탐색 메뉴로 화면을 벗어나십시오.

설정 화면 오른쪽의 "작업 파라미터"는 저장하지 않은 변경 사항을 포함하여 양식 값을 실시간으로 표시하며, 빈 필드에는 "--"가 표시됩니다.

5.2.14 권한

조작	필요한 권한
작업 화면 진입, 작업 시작, 각 측정 결과 저장	"실행 · 작업"
설정 화면 열기(작업 화면 헤더의 "설정" 버튼 포함)	"보기 · 작업 설정"
설정 화면에서 저장("작업" 및 "뒤로" 포함)	"편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정"
"기록" 클릭	"보기 · 기록"

기본 템플릿 A, B, C 모두 "보기 · 작업 설정", "실행 · 작업", "보기 · 기록" 권한이 있습니다. 템플릿 C에는 기본적으로 "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한이 없습니다. 관리자는 사용자마다 권한을 조정할 수 있습니다(제15장 참조).

- "실행 · 작업" 권한은 있고 "보기 · 작업 설정" 권한이 없는 경우: 설정이 완료된 모드의 작업 화면에 들어가 작업할 수 있으며, 헤더에 "설정" 버튼이 없습니다. 설정이 완료되지 않은 모드에서는 설정

화면이 열리지 않고, 설정을 불러오지 못했다는 메시지(예: “토크 렌치 설정을 불러오지 못했습니다.”)가 옆에 “설정 다시 불러오기” 없이 내용 영역 위에 표시됩니다. 권한이 있는 계정으로 먼저 설정을 완료하십시오.

- “보기 · 작업 설정” 권한은 있고 “실행 · 작업” 권한이 없는 경우: 작업 모드를 클릭하면 설정 화면만 열리고 작업 화면으로 들어가지 않습니다. 저장한 후에도 설정 화면에 그대로 머뭅니다.
- 두 권한이 모두 없는 경우: 탐색 메뉴의 작업 모드가 회색으로 표시되어 클릭할 수 없습니다.
- “편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정” 권한이 없으면 설정 화면을 열고 필드를 변경할 수는 있지만, 저장하면 “이 작업을 수행할 권한이 없습니다.”가 표시되고 설정은 바뀌지 않습니다.
- “보기 · 기록” 권한이 없으면 “기록”을 클릭해도 아무 일도 일어나지 않습니다.

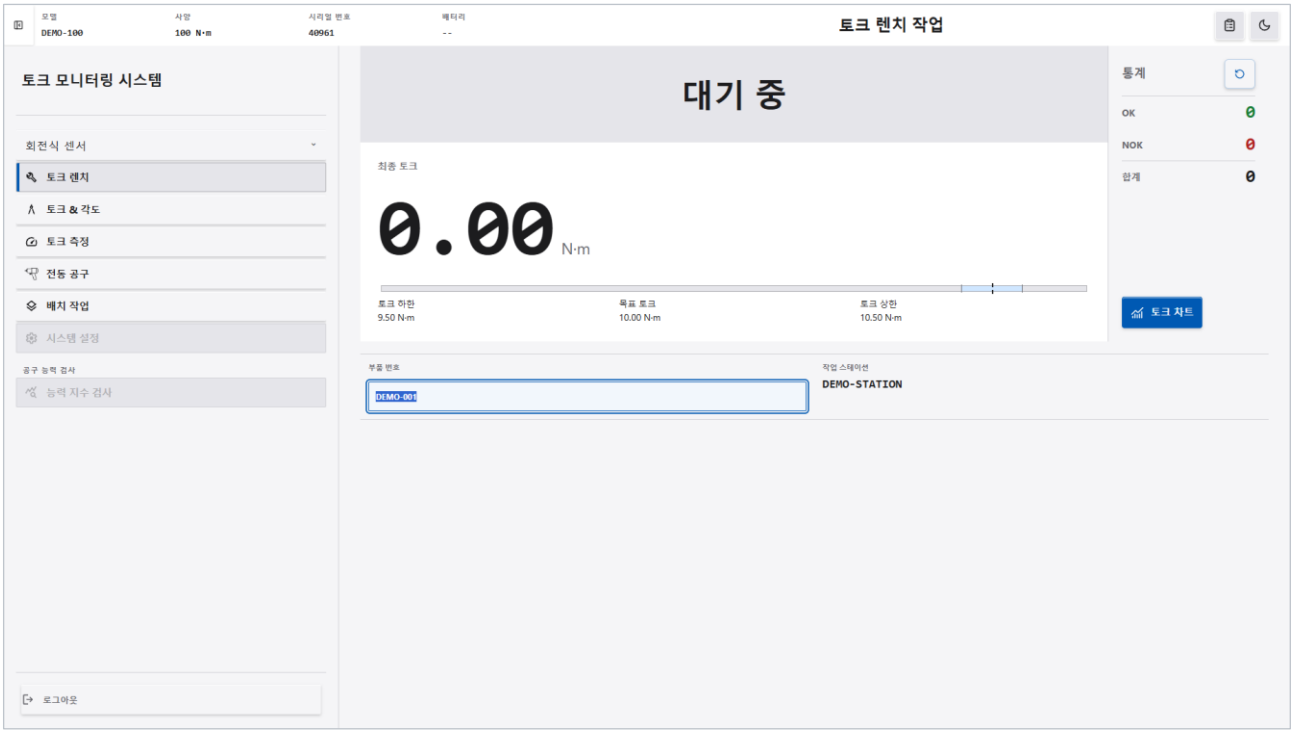


그림 5-4 “실행 · 작업” 권한만 있는 계정: 헤더에 “설정” 버튼이 없음

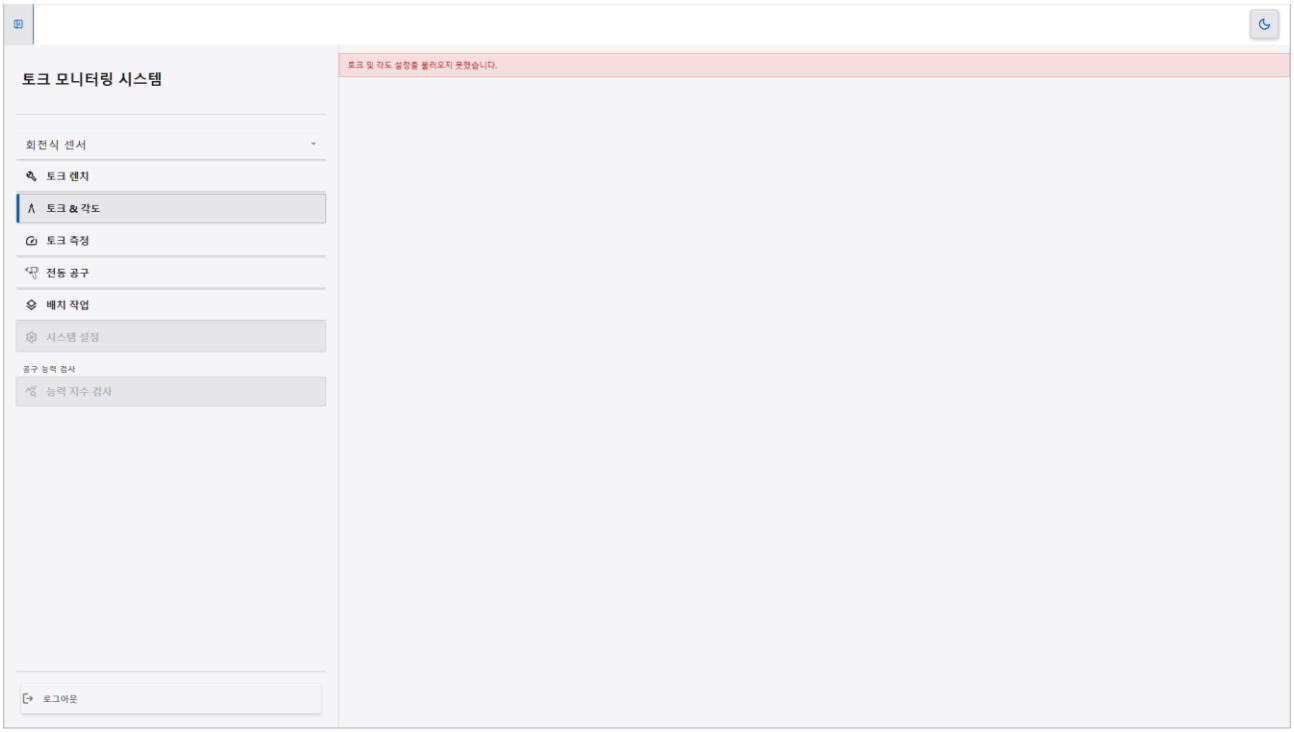


그림 5-5 “실행 · 작업” 권한만 있는 계정: 설정이 완료되지 않은 모드를 연 경우

5.3 토크 렌치 작업 화면

경로: 탐색 메뉴 → “회전식 센서” → “토크 렌치”.

작업자는 이 화면에서 실제 체결 작업을 합니다. 화면에 들어가면 작업이 자동으로 시작되고 최종 토크와 범위 막대가 실시간으로 표시됩니다. 렌치를 놓을 때마다 OK 또는 NOK가 자동으로 판정되고, 기록이 저장되며, 통계가 갱신됩니다. 곡선은 차트 대화 상자에서 확인합니다.

이 화면에 들어가고 작업을 시작하며 결과를 저장하려면 “실행 · 작업” 권한이 필요합니다. 그 밖의 권한은 5.2절을 참조하십시오. 토크 렌치 설정을 한 번도 저장하지 않았으면 “토크 렌치”를 클릭할 때 설정 화면이 먼저 열립니다(5.5절 참조).

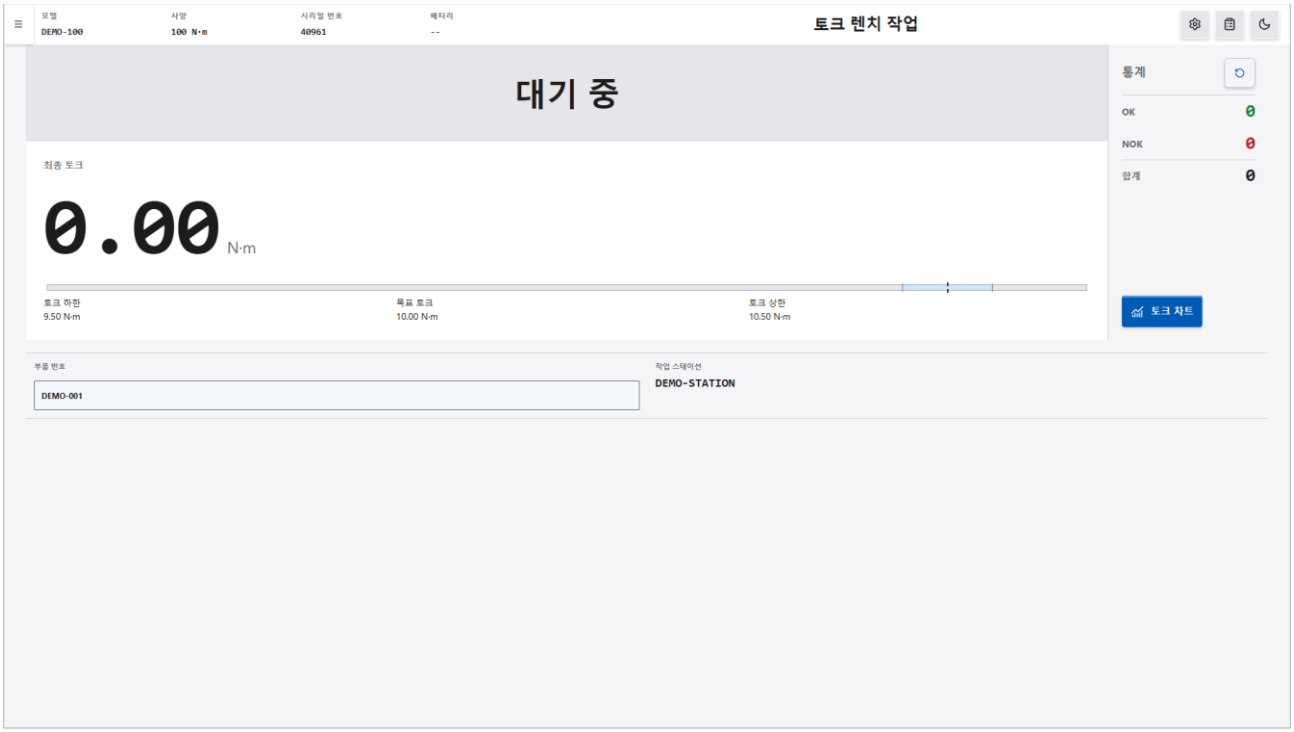


그림 5-6 토크 렌치 작업 화면

5.3.1 화면 설명

영역/버튼	설명
헤더 바	센서 정보, 제목 “토크 렌치 작업”, “설정”, “기록”, 테마 전환 버튼(5.2절 참조).
판정 배너	“대기 중”, “OK” 또는 “NOK”. 아래의 “판정 상태”를 참조하십시오.
“최종 토크”	현재 토크 인가의 최대 토크와 단위입니다. 아래의 범위 막대에는 토크 하한, 목표 토크, 토크 상한과 현재 측정값의 위치가 표시됩니다(5.2.5절 참조). 이 모드에서는 각도를 표시하지 않습니다.
“통계”(오른쪽)	“OK”, “NOK”, “합계”의 세 카운터와 제목 오른쪽의 재설정 버튼(↺ 아이콘만 있으며 마우스를 올리면 “재설정”이 표시됨).
“토크 차트”(통계 패널 맨 아래)	차트 대화 상자를 엽니다. 대화 상자에는 현재 토크 인가의 토크 곡선이 상한 및 하한 점선과 함께 표시됩니다(5.2.6절 참조).
파라미터 행	“부품 번호”(편집 가능)와 “작업 스테이션”. 목표 토크와 상한 및 하한은 범위 막대를 참조하십시오. 그 밖의 설정값은 설정 화면에서 확인하고 변경합니다.
“배치 진행률”	배치 작업이 활성화된 경우에만 파라미터 행 아래에 별도의 행으로 표시됩니다. 완료된 OK 결과 수 / 배치 수량(예: “2 / 5”)과 진행률 표시줄입니다.

영역/버튼	설명
메시지 줄	오류가 발생하면 파라미터 행 아래에 빨간색으로 표시됩니다. 평소에는 숨겨져 있습니다.
“배치 완료”	배치 작업이 활성화되어 있고 OK 수가 배치 수량에 도달하면 화면 가운데에 약 1초 동안 나타납니다.

5.3.2 판정 상태

상태	화면 표시	나타나는 시점
대기	판정 배너에 “대기 중”(회색 배경) 표시, 최종 토크 0.00, 범위 막대에 포인터 없음, 빈 곡선	화면에 들어간 직후, “재설정”을 클릭한 후, RF 연결이 끊어진 후
측정 중	판정 배너에 “대기 중” 표시, 최종 토크가 상승하고 범위 막대의 포인터가 함께 움직이며, 차트 대화 상자에 곡선이 실시간으로 그려짐	렌치로 토크를 가하는 동안. 새 토크 인가가 시작되면 이전 OK/NOK가 “대기 중”으로 돌아감
OK	판정 배너에 “OK”(녹색 배경) 표시, 소리 없음, “OK”와 “합계”가 1 증가, “부품 번호”가 자동으로 지워짐	렌치를 놓았고 피크가 OK 범위 이내임
NOK	판정 배너에 “NOK”(빨간색 배경) 표시, 경고음 두 번, “NOK”와 “합계”가 1 증가, “부품 번호”가 유지됨	렌치를 놓았고 피크가 OK 범위를 벗어남

렌치를 놓으면 작업자가 결과를 바로 볼 수 있도록 화면에 즉시 OK 또는 NOK가 표시되며, 동시에 시스템이 현재 설정으로 다시 판정하여 기록을 저장합니다. 통계는 저장이 완료된 후에만 1 증가하며, 그때 화면에 저장된 결과가 표시됩니다. OK 범위 계산은 5.2절을 참조하십시오.

5.3.3 통계 및 배치 진행률

- “OK”, “NOK”, “합계”는 이번에 화면에 들어온 후 성공적으로 저장된 결과만 집계하며, 저장에 실패한 결과는 집계하지 않습니다.
- 배치 작업이 활성화되어 있으면 OK마다 “배치 진행률”이 1 증가하고, NOK는 증가하지 않습니다. “배치 작업 수량”에 도달하면 “배치 완료”가 약 1초 동안 나타나고 진행률이 0으로 초기화되어 다시 집계됩니다.
- 배치 작업이 활성화되지 않았으면 “배치 진행률”이 화면에 표시되지 않습니다.
- “재설정”은 통계와 배치 진행률을 0으로 설정하고, 곡선을 지우고, 판정 상태를 “대기 중”으로 되돌리며, 아직 놓지 않은 토크 인가를 폐기합니다. 저장된 기록은 **삭제하지 않습니다**.

- 작업 화면을 벗어났다가 다시 들어오면 통계와 배치 진행률은 0부터 시작합니다. 저장된 기록에는 영향이 없습니다.

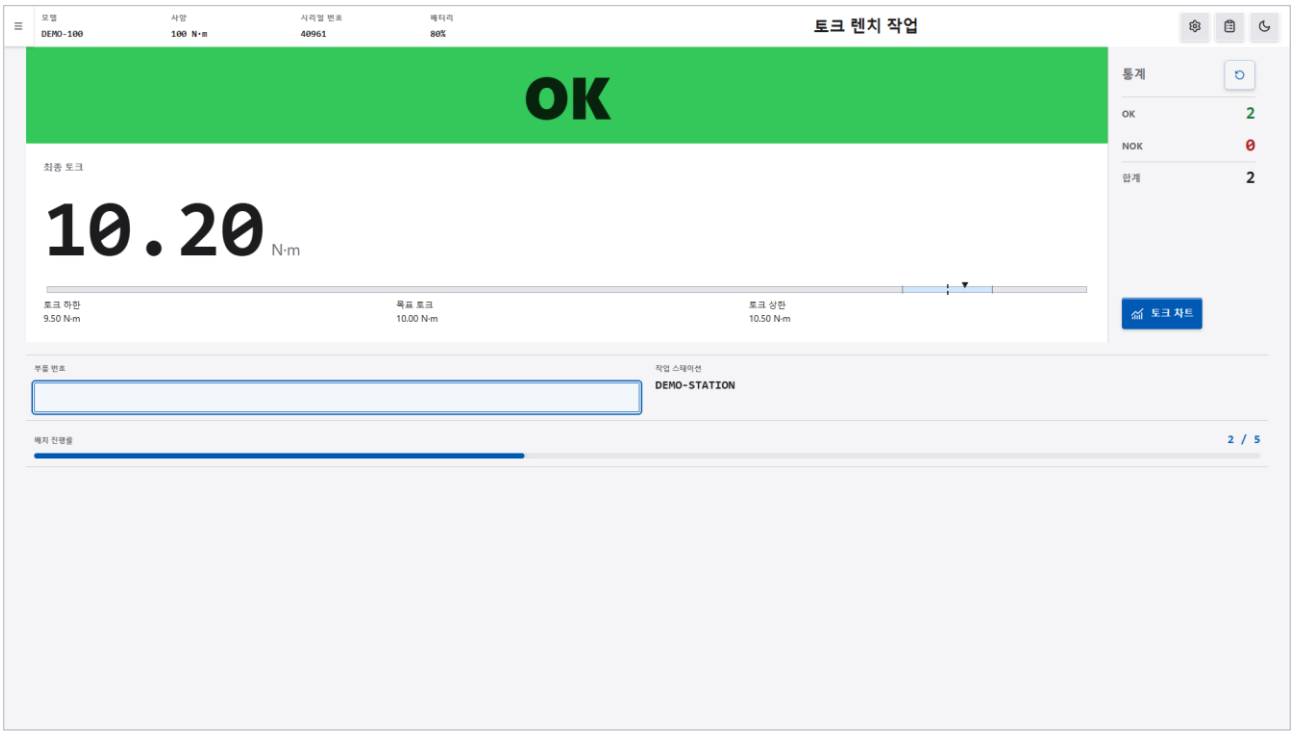


그림 5-7 토크 렌치 작업 화면(배치 작업 활성화)

5.3.4 작업 절차

1. 탐색 메뉴에서 “회전식 센서” → “토크 렌치”를 클릭합니다. 판정 배너에 “대기 중”이 표시된 “토크 렌치 작업” 화면이 표시됩니다(그림 5-6 참조).
2. 헤더의 센서 “모델”과 “시리얼 번호”, 범위 막대의 “토크 하한”, “목표 토크”, “토크 상한”이 작업 지침서와 일치하는지 확인합니다. 일치하지 않으면 “설정”을 클릭하여 변경합니다(5.4절 참조).
3. 헤더의 “배터리”에 백분율이 표시되고 화면 아래쪽에 빨간색 메시지가 없는지 확인합니다.
4. 커서가 “부품 번호”에 있습니다. 바코드를 스캔하거나 부품 번호를 입력한 후 Enter 키를 누릅니다.
5. 렌치로 토크를 가하여 체결합니다. “최종 토크”가 상승하고, 범위 막대의 포인터가 함께 움직이며, 판정 배너는 “대기 중”으로 유지됩니다.
6. 렌치를 놓습니다. 판정 배너에 즉시 “OK” 또는 “NOK”가 표시됩니다. NOK이면 컴퓨터에서 경고음이 두 번 울리고, 표시등이 설정되어 있으면 동시에 작동합니다(5.2절 참조).
7. 저장이 완료되면 통계가 1 증가합니다. OK이면 “부품 번호”가 자동으로 지워지므로 바로 다음 부품을 스캔할 수 있습니다. NOK이면 번호가 유지되므로 체결 부위를 재작업하고 토크를 다시

가합니다. 곡선을 확인하려면 "토크 차트"를 클릭하고, 확인이 끝나면 Esc 키를 누르거나 "×"를 클릭하여 대화 상자를 닫은 후 다음 부품을 스캔합니다.

8. 4~7단계를 반복합니다. 0부터 다시 집계하려면 통계 패널의 재설정 버튼(↺ 아이콘)을 클릭합니다.
9. 작업이 끝나면 "기록"을 클릭하여 결과를 확인합니다(제11장 참조). 이 화면을 벗어나면 시스템이 작업을 자동으로 중지합니다.

"토크 인가 → 해제" 한 번마다 최종 토크, 판정 결과, 부품 번호, 작업 스테이션, 목표 토크, 공차, 곡선이 포함된 토크 렌치 기록이 하나 생성됩니다.

5.3.5 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"토크 렌치 설정을 불러오지 못했습니다."	설정을 읽지 못했습니다. 메시지 옆의 "설정 다시 불러오기"를 클릭하십시오. 그래도 실패하면 다시 로그인한 후 재시도하고, 계속 발생하면 제16장을 참조하십시오. "설정 다시 불러오기" 없이 메시지가 표시되면 5.2.14절을 참조하십시오.
"페어링된 토크 센서 목록을 불러오지 못했습니다."	센서 목록을 읽지 못했습니다. 다른 모드로 전환했다가 돌아오십시오. 그래도 실패하면 제16장을 참조하십시오.
"작업을 시작하지 못했습니다."	작업 시작에 실패했습니다. RF 수신기와 센서 상태를 확인한 후 다른 모드로 전환했다가 돌아오십시오.
"작업을 시작하지 못했습니다."(원인: RF 수신기가 열려 있지 않고 자동 감지도 실패함)	RF 수신기가 열려 있지 않고 자동 감지도 실패했습니다. 센서 페어링에서 다시 검색하여 연결하십시오(제12장 참조).
"작업을 시작하지 못했습니다."(원인: RF 수신기를 찾을 수 없거나 다른 프로그램이 해당 COM 포트를 사용 중임)	USB 연결을 확인하고 해당 COM 포트를 사용 중인 다른 프로그램을 닫으십시오.
"작업을 시작하지 못했습니다."(원인: RF 수신기가 제때 응답하지 않음)	센서가 켜져 있고 수신 범위 내에 있는지 확인한 후 다시 검색하십시오.
"작업을 시작하지 못했습니다."(원인: RF 수신기가 연결되어 있지 않거나 연결이 끊어졌으며 자동 감지에 실패함)	RF 수신기가 연결되지 않았거나 연결이 끊어졌습니다. 다시 검색하여 연결한 후 이 화면에 다시 들어오십시오.
"작업을 시작하지 못했습니다."(원인: 작업 설정에서 선택한 센서가 더 이상 센서 목록에 없음)	설정에서 선택한 센서가 더 이상 목록에 없습니다. 설정 화면으로 돌아가 센서를 다시 선택하고 저장하십시오.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“작업을 시작하지 못했습니다.”(원인: 현재 센서의 시리얼 번호 또는 채널이 유효하지 않음)	센서 페어링 데이터가 불완전합니다. 센서를 다시 페어링하십시오(제12장 참조).
“작업을 시작하지 못했습니다.”(원인: 저장된 목표 토크가 센서 용량의 10%~100%를 벗어남)	센서 데이터가 변경된 경우 등으로 인해 저장된 목표 토크가 센서 사양 범위를 벗어났습니다. 설정 화면으로 돌아가 수정한 후 저장하십시오.
“작업을 시작하지 못했습니다.”(원인: 장치가 제때 응답하지 않았거나 장치 서비스를 일시적으로 사용할 수 없음)	작업을 시작할 때 장치가 응답하지 않았습니다. 수신기와 센서 상태를 확인하고 이 화면에 다시 들어오십시오. 계속 발생하면 제16장을 참조하십시오.
“측정 결과를 저장하지 못했습니다.”(원인: 측정 서비스를 일시적으로 사용할 수 없는 경우 등 결과를 저장할 수 없음)	이번 결과를 저장하지 못했으며 통계에도 집계되지 않았습니다. 상태를 확인하고 토크를 다시 가하십시오.
“峰值扭矩必須大於 0。” / “初始扭矩必須大於 0。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 각각 최대 토크는 0보다 커야 합니다 / 초기 토크는 0보다 커야 합니다)	이번 결과의 저장이 거부되었습니다. 토크를 다시 가하십시오. 계속 나타나면 메시지를 기록해 두고 관리자에게 문의하십시오.
“이 작업을 수행할 권한이 없습니다.”	계정에 “실행 · 작업” 권한이 없습니다. 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(제15장 참조).
“기록은 저장되었지만 기록을 새로 고치지 못했습니다.”	결과는 저장되었으며 기록 목록만 갱신되지 않았습니다. 토크를 다시 가할 필요는 없으며, 기록 화면을 새로 고쳐 확인하십시오.
“바이너리 실시간 데이터 형식이 올바르지 않습니다.”	해석할 수 없는 실시간 데이터가 수신되었습니다. 센서와 수신기가 정상적으로 작동하는지 확인하고 이 화면에 다시 들어오십시오.
“실시간 토크 모니터링을 사용할 수 없습니다.”	실시간 데이터를 수신할 수 없습니다. TMS RF를 다시 시작하고, 그래도 실패하면 제16장을 참조하십시오.

5.3.6 참고 사항

> **참고** “토크 렌치 — 설정”의 “부품 번호”에 값이 있으면 기록에는 항상 설정의 번호가 사용되며, 작업 화면에서 입력하거나 스캔한 번호는 기록에 저장되지 않습니다. 부품마다 부품 번호를 스캔하려면 설정의 “부품 번호”를 비워 두십시오. 설정 화면과 작업 화면 모두에서 아무것도 입력하지 않으면 기록의 부품 번호는 공란이 됩니다.

> **참고** 설정에서 선택한 센서의 페어링이 해제되면 작업을 시작할 수 없습니다. 설정 화면으로 돌아가 센서를 다시 선택하고 저장하십시오.
>
> **참고** 토크 인가 중에 RF 연결이 끊어지거나 "재설정"을 클릭하면 진행 중인 토크 인가는 폐기되어 저장되지 않으며, 판정 상태는 "대기 중"으로 돌아갑니다. 토크를 다시 가하십시오.

5.4 토크 렌치 설정

경로: 탐색 메뉴 → "회전식 센서" → "토크 렌치" → 오른쪽 위의 "설정".

이 화면에서는 토크 렌치 모드에서 사용하는 센서, 목표 토크, 공차, 배치, 토크 증배기를 설정합니다. 저장에 성공하면 설정이 즉시 적용되고, 화면이 작업 화면으로 자동 전환되어 작업이 시작됩니다.

"편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한이 필요합니다. 권한이 없으면 화면을 열고 필드를 변경할 수는 있지만 저장할 수 없습니다.

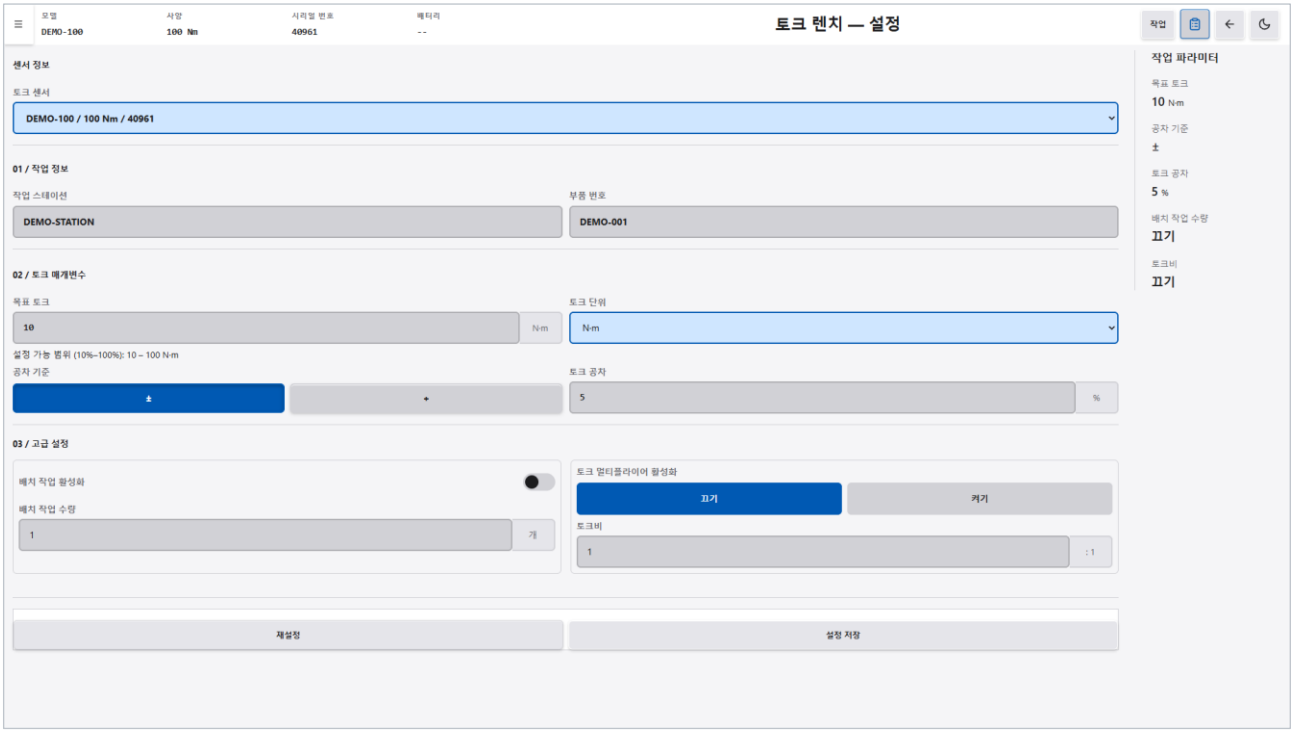


그림 5-8 토크 렌치 설정 화면

5.4.1 화면 설명

영역/버튼	설명
헤더 바	센서 정보, 제목 "토크 렌치 — 설정", "작업", "기록", "뒤로", 테마 전환 버튼(5.2절 참조).
"센서 정보"	"토크 센서" 드롭다운 목록(5.2절 참조).

영역/버튼	설명
"01 / 작업 정보"	"작업 스테이션", "부품 번호".
"02 / 토크 매개변수"	"목표 토크"(오른쪽에 현재 단위가 표시됨), "토크 단위", "공차 기준"("±", "+", 파란색이 현재 선택), "토크 공차"(%).
"03 / 고급 설정"	왼쪽에는 "배치 작업 활성화" 스위치와 "배치 작업 수량"(개), 오른쪽에는 "토크 멀티플라이어 활성화"("끄기", "켜기")와 "토크비" 입력란(": 1")이 있습니다.
메시지 줄	저장에 성공하면 "토크 렌치 설정을 저장하고 활성화했습니다."가 표시되고, 확인 또는 저장에 실패하면 그 이유가 빨간색으로 표시됩니다.
"재설정", "설정 저장"	양식 아래쪽의 버튼입니다. 아래의 버튼 표를 참조하십시오.
"작업 파라미터"(오른쪽)	"목표 토크", "공차 기준", "토크 공차", "배치 작업 수량", "토크비"를 실시간으로 표시합니다. 배치 또는 토크 증배기가 꺼져 있으면 "끄기"가 표시됩니다.

5.4.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
토크 센서	이 모드에서 사용하는 센서입니다. 선택한 센서에 따라 목표 토크의 설정 가능 범위가 결정되며, 다른 센서를 선택하면 "목표 토크"가 지워집니다.	필수. 유효한 사양이 있는 페어링된 센서만 선택할 수 있습니다.
작업 스테이션	작업 위치(예: 생산 라인 코드)입니다. 작업 화면에 표시되지만 작업 화면에서는 변경할 수 없습니다.	선택 사항. 비어 있으면 기록에서 공란이 됩니다.
부품 번호	작업 화면의 "부품 번호" 기본값입니다. 값이 있으면 기록에는 항상 이 값이 사용됩니다(5.3절 참조).	선택 사항. 비어 있으면 작업 화면에서 부품마다 입력할 수 있습니다.
목표 토크	OK/NOK를 판정하는 기준 토크이며, "토크 단위"에서 선택한 단위를 사용합니다. 단위를 전환하면 자동으로 환산됩니다. 필드 아래에 설정 가능 범위 안내가 표시됩니다(5.2절 참조).	필수. 새로 설정할 때는 비어 있습니다. 센서 사양의 10%~100%. 소수점 이하 최대 두 자리까지 표시되며 전체 값이 저장됩니다.
토크 단위	이 모드에서 토크를 입력하고 표시하는 단위입니다.	kgf·cm, kgf·m, N·m, ozf·in, lbf·in, lbf·ft. 기본값 N·m.
공차 기준	"±"는 양방향 편차를 허용하고, "+"는 목표 토크보다 큰 값만 허용합니다(5.2절 참조).	"±" 또는 "+". 기본값 "±".
토크 공차	허용 편차를 백분율로 나타냅니다.	필수. 1~30의 정수. 처음 설정할 때는 10으로 미리 설정됩니다.

필드	설명	범위 및 기본값
배치 작업 활성화	켜면 작업 화면에서 OK 수로 배치 진행률을 계산합니다.	켜기/끄기. 기본값 끄기.
배치 작업 수량	배치당 필요한 OK 수입니다.	배치 작업이 활성화된 경우 필수. 0보다 큰 정수. 기본값 1.
토크 멀티플라이어 활성화	렌치를 토크 증배기와 함께 사용할 때 "켜기"를 선택합니다. 최종 토크, 곡선, 판정에 모두 "토크비"가 곱해집니다.	끄기/켜기. 기본값 끄기.
토크비	토크 증배기의 토크 증폭 배율이며, 토크 렌치 모드에서만 사용합니다. "토크 멀티플라이어 활성화"가 "켜기"일 때만 입력할 수 있습니다. 이 모드에서 토크비를 한 번도 입력하지 않았으면 "시스템 설정"의 토크 증배기 설정에 있는 토크비가 입력되어 사용됩니다(제12장 참조). 여기에서 값을 입력하고 저장하면 이 모드는 그 값을 대신 사용하며, 시스템 설정의 영향을 받지 않고 시스템 설정이나 다른 모드를 변경하지도 않습니다.	0보다 큰 숫자. 토크 증배기가 꺼져 있으면 사용되지 않지만 입력한 값은 유지됩니다.

5.4.3 버튼

버튼	설명
"설정 저장"	확인하고 저장합니다. 성공하면 "토크 렌치 설정을 저장하고 활성화했습니다."가 표시되고, 낮은 음의 신호음이 한 번 울리며, 작업 화면으로 전환되어 작업이 시작됩니다. 실패하면 이 화면에 그대로 남습니다.
"작업", "뒤로"	"설정 저장"과 같으며 먼저 저장합니다(5.2절 참조).
"기록"	저장하지 않고 토크 렌치 기록으로 필터링된 기록 화면으로 전환합니다. 저장하지 않은 변경 사항은 사라집니다.
"±"/"+"	공차 기준을 선택합니다. 저장한 후에만 적용됩니다.

버튼	설명
“끄기”/“켜기”	토크 증배기 적용 여부를 선택합니다. 저장한 후에만 적용됩니다. 실수로 “켜기”를 선택하면 토크와 판정 모두에 토크비가 곱해집니다.
“재설정”	양식을 지웁니다. 센서는 선택되지 않고, 작업 스테이션, 부품 번호, 목표 토크, 토크 공차, 배치 작업 수량은 비워지며, 단위는 N·m, 공차 기준은 “±”, 배치와 토크 증배기는 꺼짐이 됩니다. 저장하지는 않습니다. “토크비”에는 1이 표시됩니다. 재설정 후 저장하면 이 모드에 이전에 입력한 토크비가 지워지고, 이 모드는 다시 “시스템 설정”의 토크 증배기 설정에 있는 토크비를 사용합니다.

5.4.4 작업 절차

1. 토크 렌치 작업 화면에서 오른쪽 위의 “설정”을 클릭합니다. 현재 저장된 설정으로 양식이 채워진 “토크 렌치 — 설정” 화면이 표시됩니다(그림 5-8 참조).
2. “토크 센서”에서 센서를 선택합니다. 헤더가 해당 센서의 데이터로 바뀌고 “목표 토크” 아래에 설정 가능 범위가 표시됩니다. 다른 센서를 선택하면 “목표 토크”가 지워집니다.
3. 필요하면 “작업 스테이션”과 “부품 번호”를 입력합니다. 비워 둘 수 있습니다. 작업 화면에서 부품마다 스캔하려면 “부품 번호”를 비워 두십시오.
4. 먼저 “토크 단위”를 선택한 다음 “목표 토크”에 값을 입력합니다.
5. “±” 또는 “+”를 클릭하여 공차 기준을 선택하고, “토크 공차”에 1~30의 정수를 입력합니다.
6. 배치 집계가 필요하면 “배치 작업 활성화”를 켜고 “배치 작업 수량”을 입력합니다. 렌치를 토크 증배기와 함께 사용하면 “켜기”를 클릭하고 “토크비”에 토크 증배기의 토크비(예: 3.5)를 입력합니다.
7. 오른쪽의 “작업 파라미터”에서 값과 단위를 확인합니다.
8. “설정 저장”을 클릭합니다. 메시지 줄에 “토크 렌치 설정을 저장하고 활성화했습니다.”가 표시되고, 컴퓨터에서 낮은 음의 신호음이 한 번 울리며, 화면이 “토크 렌치 작업”으로 전환되어 작업이 자동으로 시작됩니다.
9. 작업 화면의 헤더와 범위 막대에서 새 설정이 적용되었는지 확인합니다.

새 설정은 다음 토크 인가부터 사용됩니다. 저장된 기록은 당시에 적용된 설정을 유지하며 변경의 영향을 받지 않습니다.

5.4.5 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"토크 센서를 선택하십시오."	센서를 선택하지 않았습니다. 페어링된 센서를 선택하십시오.
"유효한 용량의 토크 센서를 선택하십시오."	센서 사양이 유효하지 않거나, 원래 설정의 센서가 더 이상 목록에 없습니다. 센서를 다시 선택하십시오. 사양이 잘못된 경우 센서 페어링에서 수정하십시오(제12장 참조).
"목표 토크는 선택한 센서 용량의 10%~100%(최솟값~최댓값 단위) 범위여야 합니다."	목표 토크가 비어 있거나 범위를 벗어났습니다. 메시지에 표시된 범위 내의 값으로 변경하십시오.
"허용 오차 범위는 1~30의 정수여야 합니다."	토크 공차가 비어 있거나 소수가 있거나 범위를 벗어났습니다. 1~30의 정수를 입력하십시오.
"배치 수량은 0보다 큰 정수여야 합니다."	배치 작업이 활성화되어 있지만 수량이 유효하지 않습니다. 0보다 큰 정수를 입력하거나 배치 작업을 끄십시오.
"토크 렌치 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 배치 작업이 꺼져 있고 배치 수량이 0이거나 음수임)	배치 작업이 꺼져 있지만 수량이 0이거나 음수입니다. 1 이상의 정수로 변경하거나 비워 두십시오.
"토크 비율은 0보다 큰 유한값이어야 합니다."	토크 증배기가 켜져 있지만 "토크비"가 비어 있거나 0 또는 음수입니다. 토크 증배기의 토크비를 입력하거나 토크 증배기를 "끄기"로 설정하십시오.
"지원되지 않는 토크 단위: (단위)"	설정의 단위를 인식할 수 없습니다. 단위를 다시 선택하고 목표 토크를 다시 입력하십시오.
"이 작업을 수행할 권한이 없습니다."	계정에 "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한이 없습니다. 권한이 있는 사람에게 변경을 요청하거나 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(제15장 참조).
"토크 렌치 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 선택한 센서가 더 이상 없거나 용량이 유효하지 않음)	저장할 때 센서가 더 이상 없거나 사양이 유효하지 않습니다. 센서를 다시 선택하고, 필요하면 다시 페어링하십시오.
"토크 렌치 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: N·m 기준으로 다시 확인했을 때 목표 토크가 센서 용량의 10%~100%를 벗어남)	N·m 기준의 두 번째 확인에 실패했습니다(예: 화면을 연 후 센서 사양이 변경된 경우). 화면에 다시 들어와 센서 용량의 10%~100% 이내의 값을 입력하십시오.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"세션이 만료되었습니다. 다시 로그인해 주세요."	로그인 시간이 초과되었습니다. 다시 로그인한 후 저장하십시오(제3장 참조).
"토크 렌치 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 작업 설정 서비스를 일시적으로 사용할 수 없는 경우 등 기타 저장 실패)	다른 이유로 저장에 실패했습니다. 나중에 다시 시도하고, 계속 발생하면 제16장을 참조하십시오.
"토크 렌치 설정을 불러오지 못했습니다."	설정을 읽지 못했습니다. 이 화면에 다시 들어와 재시도하고, 계속 발생하면 제16장을 참조하십시오.

5.5 설정 미완료 시 비어 있는 목표 토크와 작업 스테이션

경로: 탐색 메뉴 → "회전식 센서" → "토크 렌치"(토크 렌치 설정을 한 번도 저장하지 않은 경우).

토크 렌치 설정을 한 번도 성공적으로 저장하지 않았으면 "토크 렌치"를 클릭해도 작업 화면이 열리지 않고 바로 설정 화면이 열립니다. 새로 설치한 후 이 모드를 처음 사용할 때 이 상태를 보게 됩니다. 처음으로 저장에 성공한 후에는 "토크 렌치"를 클릭하면 바로 작업 화면이 열립니다.

처음 설정을 완료하려면 "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한이 필요합니다. 템플릿 C에는 기본적으로 이 권한이 없으므로 권한이 있는 계정을 사용하십시오(제15장 참조). 계정에 "보기 · 작업 설정" 권한이 없으면 이 화면이 열리지 않고, "토크 렌치 설정을 불러오지 못했습니다."가 옆에 "설정 다시 불러오기" 없이 내용 영역 위에 표시됩니다(5.2.14절 참조). 이 화면을 여는 것 자체에는 센서나 RF 연결이 필요 없습니다.

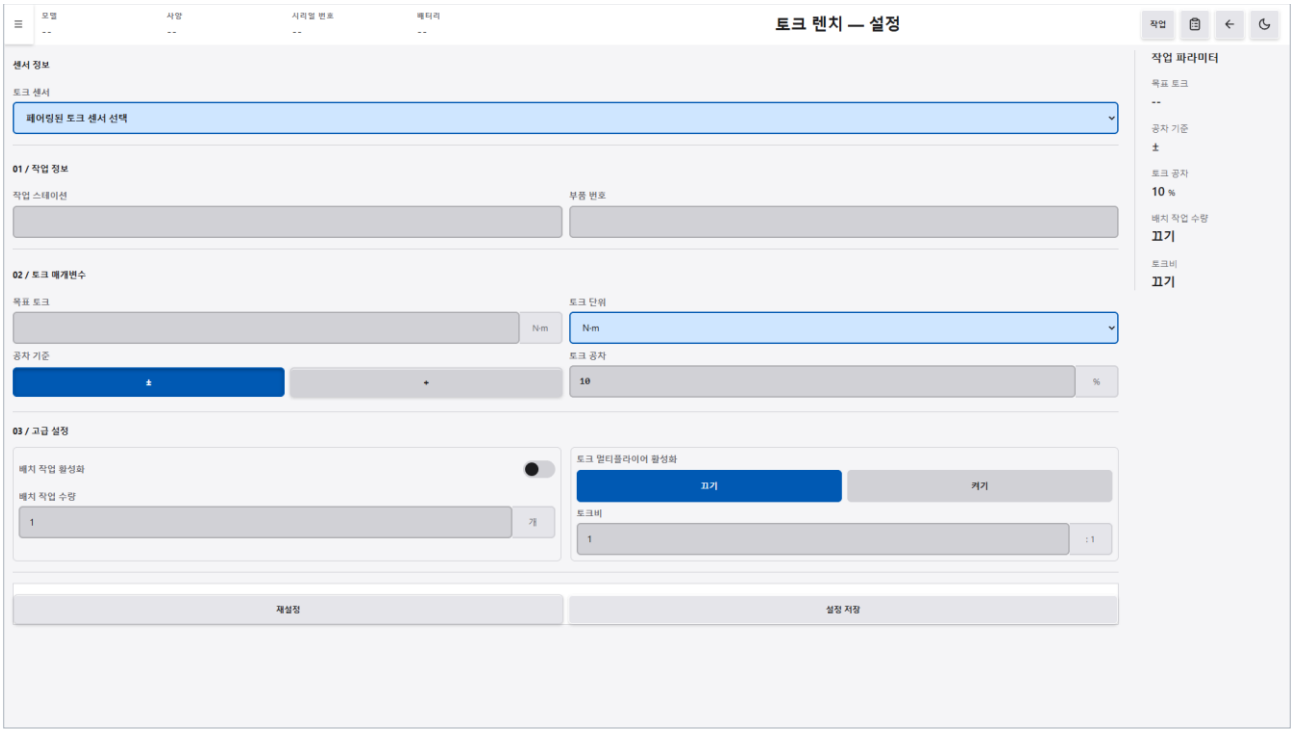


그림 5-9 토크 렌치 설정 화면(설정 미완료)

5.5.1 설정 미완료 시 필드

화면 배치는 5.4절과 같습니다. 헤더의 "모델", "사양", "시리얼 번호", "배터리"에는 "--"가 표시되고, 오른쪽 "작업 파라미터"의 "목표 토크"에도 "--"가 표시됩니다. 각 필드의 초기 상태는 아래와 같습니다. 이 값은 시스템의 초기값이며 권장 작업 값이 아니므로 작업 지침서에 따라 변경하십시오.

필드	설명	범위 및 기본값
토크 센서	"페어링된 토크 센서 선택"이 표시되며, 센서가 선택되지 않았다는 뜻입니다. 시스템은 센서를 자동으로 선택하지 않습니다.	필수. 선택하지 않으면 저장할 수 없습니다.
작업 스테이션	비어 있습니다. 비운 채로 저장하면 기록의 작업 스테이션도 공란이 되며, 코드가 자동으로 입력되지 않습니다.	선택 사항.
부품 번호	비어 있습니다. 설정 화면과 작업 화면 모두에서 아무것도 입력하지 않으면 기록의 부품 번호는 공란이 됩니다.	선택 사항.
목표 토크	비어 있는 것은 0이 아니라 아직 설정되지 않았다는 뜻입니다. 센서를 선택해도 비어 있으며, 필드 아래에 설정 가능 범위가 표시됩니다.	필수. 센서 사양의 10%~100%.
토크 단위	N·m로 미리 설정되어 있습니다.	여섯 가지 단위 중 하나.
공차 기준	"±"로 미리 설정되어 있습니다.	"±" 또는 "+".

필드	설명	범위 및 기본값
토크 공차	10으로 미리 설정되어 있습니다.	1~30의 정수.
배치 작업 활성화/배치 작업 수량	끄기와 1로 미리 설정되어 있습니다.	수량은 0보다 큰 정수.
토크 멀티플라이어 활성화/토크비	토크 증배기는 끄기로 미리 설정되어 있으며, "토크비"에는 시스템 설정의 토크 증배기 설정에 있는 토크비가 표시되고, 토크 증배기를 켠 후에만 변경할 수 있습니다.	끄기/켜기. 토크비는 0보다 큰 숫자.

5.5.2 설정을 저장할 수 없는 경우

다음 중 하나에 해당하면 "설정 저장", "작업" 또는 "뒤로"를 클릭해도 이 화면에 그대로 남고 오류가 표시되므로 작업 화면으로 들어갈 수 없습니다.

1. 센서를 선택하지 않았거나 선택한 센서의 사양이 유효하지 않습니다. 화면에 "토크 센서를 선택하십시오." 또는 "유효한 용량의 토크 센서를 선택하십시오."가 표시될 수 있으며, 해결 방법은 같습니다. 페어링된 센서를 선택하고, 목록이 비어 있으면 먼저 센서 페어링을 완료하십시오(제12장 참조).
2. "목표 토크"가 비어 있거나 센서 사양의 10%~100% 범위를 벗어났습니다.
3. "토크 공차"가 비어 있거나 소수가 있거나 1~30 범위를 벗어났습니다. 예를 들어 "재설정"을 클릭한 후 비워진 경우입니다.
4. "배치 작업 활성화"가 켜져 있지만 "배치 작업 수량"이 0보다 큰 정수가 아니거나, 토크 증배기가 켜져 있지만 "토크비"가 0보다 큰 숫자가 아닙니다.
5. 계정에 "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한이 없으며, 화면에 "이 작업을 수행할 권한이 없습니다."가 표시됩니다.

"작업 스테이션"과 "부품 번호"를 비워 두어도 저장이나 작업 시작에는 영향이 **없습니다**.

설정이 성공적으로 저장된 후에도 작업 화면에 들어갈 때 시스템은 RF 수신기 연결, 센서, "실행 · 작업" 권한을 다시 확인합니다(5.2절 참조). 이 조건이 충족되지 않으면 설정은 저장되었지만 작업 화면에 작업을 시작할 수 없다는 메시지가 표시됩니다(5.3절 참조).

5.5.3 처음 설정 완료하기

1. “시스템 설정”의 센서 페어링에서 토크 센서가 페어링되어 있는지 확인합니다(제12장 참조).
2. 탐색 메뉴에서 “회전식 센서” → “토크 렌치”를 클릭합니다. 설정이 완료되지 않은 설정 화면이 표시됩니다(그림 5-9 참조).
3. “토크 센서”에서 센서를 선택합니다. 헤더에 해당 센서의 데이터가 표시되고 “목표 토크” 아래에 설정 가능 범위가 표시됩니다.
4. 작업 지침서에 따라 “토크 단위”를 선택하고, “목표 토크”를 입력하고, “공차 기준”과 “토크 공차”를 확인합니다.
5. “작업 스테이션”과 “부품 번호”는 필요한 경우에만 입력합니다. 비워 둘 수 있습니다.
6. 필요에 따라 배치와 토크 증배기를 설정합니다(5.4절 참조).
7. “설정 저장”을 클릭합니다. 성공하면 “토크 렌치 설정을 저장하고 활성화했습니다.”가 표시되고 화면이 작업 화면으로 전환됩니다. 실패하면 메시지에 따라 입력 내용을 수정하고 다시 클릭합니다.

5.6 작업 예시

이 절에서는 설정부터 판정까지 전체 작업을 순서대로 설명합니다.

예시 작업 조건: 부품당 M8 볼트 한 개, 작업 지침 25 N·m ±10%, 배치 5개, 부품마다 부품 번호 스캔. 센서 사양 100 N·m. 설정 가능한 목표 토크 범위 = 100 × 10% ~ 100 × 100% = 10~100 N·m이므로 25 N·m는 범위 내입니다.

OK 범위 = 25 × (1 − 10%) ~ 25 × (1 + 10%) = 22.5~27.5 N·m.

① “토크 렌치 — 설정”에서 센서를 선택하고, “토크 단위”에서 N·m를 선택한 후 “목표 토크”에 25를 입력합니다. 공차 기준은 “±”를 클릭하고 “토크 공차”에 10을 입력합니다.

② “배치 작업 활성화”를 켜고 “배치 작업 수량”에 5를 입력합니다. 작업 화면에서 부품마다 스캔할 수 있도록 “부품 번호”는 비워 둡니다.

③ “설정 저장”을 클릭합니다. 화면이 “토크 렌치 작업”으로 전환되고, 범위 막대에 토크 하한 “22.50 N·m”, 목표 토크 “25.00 N·m”, 토크 상한 “27.50 N·m”이 표시되며, 배치 진행률 행에 “0 / 5”가 표시됩니다.

④ 부품 WP-0001을 스캔하고 24.80 N·m까지 토크를 가한 후 놓습니다. 판정 “OK”, OK = 1, 합계 = 1, 배치 진행률 “1 / 5”가 되고 “부품 번호”가 자동으로 지워집니다.

⑤ 부품 WP-0002를 스캔하고 28.10 N·m까지 토크를 가한 후 놓습니다. 28.10이 상한 27.5보다 크므로 판정은 "NOK"이고 경고음이 두 번 울립니다. NOK = 1, 합계 = 2, 배치 진행률은 "1 / 5"로 유지되며 "부품 번호"에는 WP-0002가 남아 있습니다.

⑥ 현장 재작업 절차에 따라 WP-0002를 재작업한 후 25.30 N·m까지 다시 토크를 가합니다. 판정 "OK", 배치 진행률 "2 / 5".

⑦ 다섯 번째 OK가 완료되면 화면 가운데에 "배치 완료"가 약 1초 동안 나타나고 배치 진행률이 "0 / 5"로 돌아갑니다.

⑧ "기록"을 클릭하여 기록을 확인합니다(제11장 참조). 예를 들어 WP-0001의 기록 한 건(OK)과 WP-0002의 기록 두 건(NOK 한 건, 이어서 재작업 후 OK 한 건)이 있습니다.

팁 작업 지침이 목표 토크보다 큰 값만 허용하는 경우(예: "25 N·m, +10%") 공차 기준을 "+"로 변경합니다. OK 범위는 25.0~27.5 N·m가 되며, 피크 24.80 N·m는 NOK로 판정됩니다(5.2절 참조).

제6장 토크 & 각도

6.1 모드 개요

“토크 & 각도” 모드는 먼저 착좌 토크까지 체결한 후 지정한 각도만큼 더 돌리는 체결에 사용합니다. 각 토크 인가마다 최대 토크와 최종 각도를 모두 기록하며, 제어 모드에 따라 OK 또는 NOK를 판정합니다.

각 토크 인가는 토크가 0보다 커지면 시작되고, 렌치를 놓아 토크가 0으로 돌아오면 끝납니다. 렌치를 놓으면 시스템은 이번 토크 인가의 최대 토크와 최종 각도를 기록으로 저장하고 판정합니다. 이 모드에는 렌치를 놓는 순간의 화면 판정이 **없습니다**. OK 또는 NOK는 저장이 완료된 후에만 표시되며, 그때까지 판정 상태는 “대기 중”으로 유지됩니다.

이 장에서는 이 모드에만 해당하는 내용을 설명합니다. 헤더, 작업 자동 시작 및 중지, RF 연결, 배터리 잔량, 결과 패널 및 범위 막대, 차트 대화 상자, 토크 환산, 공차 계산, 표시등 및 경고음, 센서 선택, 작업 스테이션 및 부품 번호, 토크 단위, 설정 확인, 설정 화면 버튼 및 권한은 5.2절을 참조하십시오.

사용하기 전에 각도를 보고할 수 있는 토크 센서를 페어링하고 RF 수신기를 연결하십시오(제12장 참조). 작업 화면에 들어가면 시스템은 5.2절의 조건 외에 “목표 각도”가 1~360도 이내인지도 확인합니다.

6.1.1 각도 계산 시작 시점

설정 화면의 “착좌 토크”에 따라 각도의 시작점이 결정됩니다.

1. 착좌 토크가 0보다 큰 경우: 토크 인가 중 토크가 처음으로 착좌 토크에 도달한 순간을 0도로 하고, 그 이후에 회전한 각도만 계산합니다. 토크가 착좌 토크에 도달할 때까지 각도는 0으로 표시됩니다.
2. 착좌 토크가 0인 경우: 센서가 보고한 각도를 그대로 사용합니다.
3. 토크 인가의 “최종 각도”는 토크 인가 중의 최대 각도이며, 소수점 이하 1자리까지 표시됩니다.
4. “토크 멀티플라이어 활성화”가 “켜기”이면 토크에 “토크비”를 곱하고 각도를 “기어비”로 나눕니다. 두 비율 모두 이 모드의 설정 화면에서 입력합니다(6.3절 참조).

여기에서 비교하는 토크 값은 모두 토크 계수와 토크 증배기의 토크비를 적용한 후의 값입니다(5.2절 참조).

6.1.2 판정 규칙

판정 방법은 설정 화면의 "제어 모드"에 따라 결정됩니다.

제어 모드	OK 조건	판정에 사용하지 않는 설정
"각도"	최대 토크 ≥ 착좌 토크**이고** 최종 각도가 "각도 공차 기준"을 충족함. "≥"이면 최종 각도 ≥ 목표 각도, "≤"이면 최종 각도 ≤ 목표 각도	목표 토크, 토크 공차 기준, 토크 공차(범위 막대와 곡선 기준선에만 사용)
"토크"	최대 토크가 목표 토크의 OK 범위 이내임. OK 범위는 토크 렌치와 같은 방식으로 계산(5.2절 참조)	목표 각도, 각도 공차 기준, 각도 범위(범위 막대, 곡선 기준선, 기록에만 사용)

각도 공차 기준의 "≥"와 "≤"는 모두 같은 값을 포함합니다.

참고 제어 모드가 "각도"이면 최대 토크가 "목표 토크"보다 훨씬 높더라도 착좌 토크에 도달하고 각도가 조건을 충족하기만 하면 OK입니다. 제어 모드가 "토크"이면 각도는 어떤 값이든 판정에 영향을 주지 않습니다. 작업 지침서에 따라 올바른 제어 모드를 선택하십시오.

예시 제어 모드 "각도", 착좌 토크 20 N·m, 목표 각도 90도, 각도 공차 기준 "≥".

OK 조건: 최대 토크 ≥ 20 N·m이고 최종 각도 ≥ 90.0도.

피크 46.30 N·m, 최종 각도 92.4도 → OK.

피크 41.20 N·m, 최종 각도 84.0도 → NOK(84.0 < 90).

피크 18.50 N·m에서 놓음 → 토크가 20 N·m에 도달하지 않아 각도 계산이 시작되지 않음(0.0도) → NOK.

예시 제어 모드 "토크", 목표 토크 40 N·m, 토크 공차 기준 "±", 토크 공차 5%.

OK 범위 = 40 × (1 − 5%) ~ 40 × (1 + 5%) = 38.0~42.0 N·m.

피크 41.20 N·m → OK(최종 각도와 관계없음), 피크 43.00 N·m → NOK.

6.1.3 토크 렌치 모드와의 차이점

항목	토크 렌치(제5장)	토크 & 각도(이 장)
판정 기준	최대 토크와 공차	제어 모드에 따라 각도 또는 토크
결과 표시 시점	렌치를 놓을 때 표시되고 저장 후 확정	저장이 완료된 후에만 표시
토크 공차	1~30의 정수	0 이상, 소수 허용

항목	토크 렌치(제5장)	토크 & 각도(이 장)
추가 설정	없음	착좌 토크, 제어 모드, 목표 각도, 각도 공차 기준, 각도 범위, 기어비
센서 선택 시 자동 입력	없음. 목표 토크는 직접 입력	착좌 토크 = 사양의 20%, 목표 토크는 직접 입력
작업 화면의 큰 측정값	"최종 토크"	"최종 토크"와 "최종 각도"(각각 범위 막대 포함)

6.2 토크 & 각도 작업 화면

경로: 탐색 메뉴 → "회전식 센서" → "토크 & 각도".

작업자는 이 화면에서 실제 체결 작업을 합니다. 화면에 들어가면 작업이 자동으로 시작되고, 최종 토크, 최종 각도와 두 범위 막대가 실시간으로 표시됩니다. 렌치를 놓을 때마다 기록이 저장되며, 저장이 완료되면 OK 또는 NOK가 표시되고 통계가 갱신됩니다. 곡선은 차트 대화 상자에서 확인합니다.

작업을 시작하고 결과를 저장하려면 "실행 · 작업" 권한이 필요합니다. 그 밖의 권한은 5.2절을 참조하십시오. 토크 & 각도 설정을 한 번도 저장하지 않았으면 "토크 & 각도"를 클릭할 때 설정 화면이 먼저 열립니다(6.3절 참조).

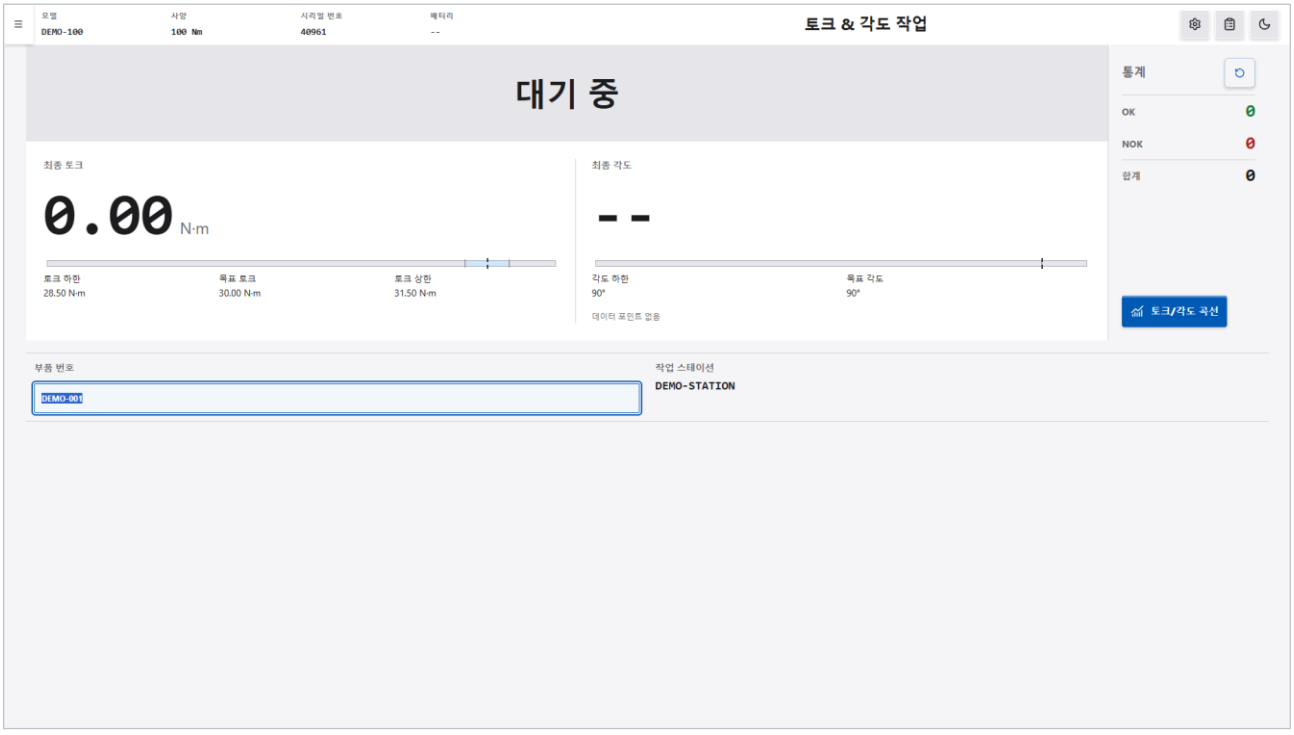


그림 6-1 토크 & 각도 작업 화면

6.2.1 화면 설명

영역/버튼	설명
헤더 바	센서 정보, 제목 "토크 & 각도 작업", "설정", "기록", 테마 전환 버튼(5.2절 참조).
판정 배너	"대기 중", "OK" 또는 "NOK". 아래의 "판정 상태"를 참조하십시오.
"최종 토크"	현재 토크 인가의 최대 토크와 단위입니다. 아래의 범위 막대에는 토크 하한, 목표 토크, 토크 상한과 현재 측정값의 위치가 표시됩니다(5.2.5절 참조). 제어 모드가 "각도"이면 토크 상한과 하한은 참고용이며 판정에 사용하지 않습니다.
"최종 각도"	현재 토크 인가에서 시작점부터의 최대 각도입니다(소수점 이하 한 자리, 숫자 오른쪽 위에 "°" 표시). 각도 데이터를 받기 전에는 "--"가 표시됩니다. 아래 범위 막대의 눈금은 제어 모드에 따라 다릅니다. 아래의 "최종 각도의 범위 막대"를 참조하십시오. 범위 막대 아래의 작은 텍스트는 실시간 데이터를 수신하면 "실시간 각도", 수신하지 않으면 "데이터 포인트 없음"입니다.
"통계"(오른쪽)	"OK", "NOK", "합계"의 세 카운터와 제목 오른쪽의 재설정 아이콘 버튼(↺, 텍스트 없음. 마우스를 올리면 "재설정"이 표시됨).
"토크/각도 곡선"(통계 패널 맨 아래)	차트 대화 상자를 엽니다. 대화 상자에는 현재 토크 인가의 토크 선, 각도 선, 기준 점선이 표시됩니다. 아래의 "차트 대화 상자"를 참조하십시오.
파라미터 행	"부품 번호"(편집 가능)와 "작업 스테이션". 제어 모드, 착좌 토크, 공차, 토크 증배기 등의 설정값은 작업 화면에 표시되지 않으므로 설정 화면에서 확인하고 변경하십시오.
"배치 진행률"	배치 작업이 활성화된 경우에만 파라미터 행 아래에 별도의 행으로 표시됩니다. 완료된 OK 결과 수 / 배치 수량과 진행률 표시줄입니다.
메시지 줄	오류가 발생하면 파라미터 행 아래에 빨간색으로 표시됩니다. 평소에는 숨겨져 있습니다.
"배치 완료"	배치 작업이 활성화되어 있고 OK 수가 배치 수량에 도달하면 화면 가운데에 약 1초 동안 나타납니다.

최종 각도의 범위 막대

눈금은 제어 모드와 각도 공차 기준에 따라 다르며, 차트 대화 상자의 각도 점선과 같은 값을 사용합니다.

제어 모드	각도 공차 기준	범위 막대 눈금
"각도"	"≥"	"각도 하한"과 "목표 각도"이며, 둘 다 목표 각도와 같습니다.
"각도"	"≤"	"목표 각도"와 "각도 상한"이며, 둘 다 목표 각도와 같습니다.
"토크"	"±"	"각도 하한" = 목표 각도 – 각도 범위, "목표 각도", "각도 상한" = 목표 각도 + 각도 범위.
"토크"	"+"	"각도 하한" = 목표 각도, "목표 각도", "각도 상한" = 목표 각도 + 각도 범위.

삼각형 포인터는 최종 각도의 위치를 표시하며, 아직 각도 측정값이 없으면 포인터가 표시되지 않습니다. 제어 모드가 "토크"이면 각도 눈금은 참고용이며 판정에 사용하지 않습니다(6.1절 참조).

차트 대화 상자

통계 패널 맨 아래의 "토크/각도 곡선"을 클릭하면 차트 대화 상자가 열립니다. 대화 상자를 열고 닫는 방법과 평활 곡선은 5.2.6절을 참조하십시오. 이 모드에는 다음 사항도 있습니다.

- 범례: "실시간 토크", "토크 상한", "목표 토크", "토크 하한", "실시간 각도", 그리고 최종 각도의 범위 막대와 같은 각도 점선("각도 상한", "목표 각도", "각도 하한" 중 값이 있는 것).
- 각도 선은 시작점부터 계산합니다. 착좌 토크가 0보다 크면 토크가 착좌 토크에 도달할 때까지 각도 선은 0에 머뭅니다.
- 렌치를 놓아 토크가 0으로 돌아오면 토크 선은 마지막 측정값에서 그 시점까지 수평으로 이어진 후 0으로 수직 하강합니다(토크 렌치와 같음).
- 일부 샘플 지점에 각도 데이터가 없으면 그 부분에서 각도 선이 끊어지며 0도로 그려지지 않습니다. 실제로 측정된 0도는 평소대로 그려집니다.
- 마우스를 곡선 위로 가져가면 해당 지점의 시간, 실시간 토크, 실시간 각도가 표시됩니다.

6.2.2 판정 상태

상태	화면 표시	나타나는 시점
대기	판정 배너에 "대기 중"(회색 배경) 표시, 최종 토크 0.00, 최종 각도 "--"와 "데이터 포인트 없음", 범위 막대에 포인터 없음, 빈 곡선	화면에 들어간 직후, "재설정"을 클릭한 후
측정 중	판정 배너에 "대기 중" 표시, 최종 토크가 상승하고, 토크가 착좌 토크에 도달하면 최종 각도가 증가하기 시작하며, 두 범위 막대의 포인터가 함께 움직이고, 차트 대화 상자에 토크 선과 각도 선이 동시에 그려짐	렌치로 토크를 가하는 동안, 그리고 렌치를 놓은 후 저장이 완료될 때까지. 새 토크 인가가 시작되면 이전 OK/NOK가 "대기 중"으로 돌아감
OK	판정 배너에 "OK"(녹색 배경) 표시, 소리 없음, "OK"와 "합계"가 1 증가, "부품 번호"가 자동으로 지워짐	저장이 완료되었고 6.1절의 판정 규칙을 충족함
NOK	판정 배너에 "NOK"(빨간색 배경) 표시, 경고음 두 번, "NOK"와 "합계"가 1 증가, "부품 번호"가 유지됨	저장이 완료되었고 판정 규칙을 충족하지 않음

화면의 OK/NOK는 저장된 판정 결과입니다. 렌치를 놓은 후 최종 토크와 최종 각도는 다음 토크 인가가 시작될 때까지 이번 인가의 값을 유지합니다. 표시등과 경고음은 5.2절을 참조하십시오.

6.2.3 작업 절차

1. 탐색 메뉴에서 "회전식 센서" → "토크 & 각도"를 클릭합니다. 판정 배너에 "대기 중"이 표시되고 최종 각도가 "--"인 "토크 & 각도 작업" 화면이 표시됩니다(그림 6-1 참조).
2. 두 범위 막대의 눈금(토크 하한, 목표 토크, 토크 상한, 목표 각도)이 작업 지침서와 일치하는지 확인합니다. 제어 모드, 착좌 토크 등 그 밖의 설정은 작업 화면에 표시되지 않으므로, 확인하거나 변경하려면 "설정"을 클릭합니다(6.3절 참조).
3. 헤더의 "배터리"에 백분율이 표시되고 화면 아래쪽에 빨간색 메시지가 없는지 확인합니다.
4. 커서가 "부품 번호"에 있습니다. 바코드를 스캔하거나 부품 번호를 입력한 후 Enter 키를 누릅니다.
5. 토크를 가하여 체결합니다. "최종 토크"가 상승하고 범위 막대의 포인터가 함께 움직이며, 토크가 착좌 토크에 도달하면 "최종 각도"가 증가하기 시작합니다. 판정 배너는 "대기 중"으로 유지됩니다.
6. 필요한 각도까지 돌린 후 렌치를 놓습니다. 시스템이 저장하고 판정하며, 완료되면 판정 배너에 "OK" 또는 "NOK"가 표시되고 통계가 1 증가합니다. NOK이면 컴퓨터에서 경고음이 두 번 울립니다.

7. OK이면 "부품 번호"가 자동으로 지워집니다. NOK이면 번호가 유지되므로 체결 부위를 재작업하고 토크를 다시 가합니다. 곡선을 확인하려면 "토크/각도 곡선"을 클릭하고, 확인이 끝나면 Esc 키를 누르거나 "×"를 클릭하여 대화 상자를 닫은 후 다음 부품을 스캔합니다.
8. 4~7단계를 반복합니다. 0부터 다시 집계하려면 통계 패널의 재설정 아이콘 버튼을 클릭합니다.
9. 작업이 끝나면 "기록"을 클릭하여 결과를 확인합니다(제11장 참조).

"토크 인가 → 해제" 한 번마다 최대 토크, 최종 각도, 제어 모드, 목표값, 공차, 판정 결과, 곡선이 포함된 토크 & 각도 기록이 하나 생성됩니다.

6.2.4 통계 및 재설정

- "OK", "NOK", "합계"는 이번에 화면에 들어온 후 성공적으로 저장된 결과만 집계합니다. 화면을 벗어났다가 다시 들어오면 0부터 시작합니다.
- 배치 작업이 활성화되어 있으면 OK마다 "배치 진행률"이 1 증가하고, "배치 작업 수량"에 도달하면 "배치 완료"가 약 1초 동안 나타나고 진행률이 0으로 초기화됩니다. 배치 작업이 활성화되지 않았으면 "배치 진행률"이 표시되지 않습니다.
- "재설정"은 통계와 배치 진행률을 0으로 설정하고, 곡선, 최종 토크, 최종 각도를 지우고, 판정 배너를 "대기 중"으로 되돌리며, 아직 놓지 않은 토크 인가를 폐기합니다. 저장된 기록은 **삭제하지 않습니다**.

6.2.5 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"토크 및 각도 설정을 불러오지 못했습니다."	설정을 읽지 못했습니다. 메시지 옆에 "설정 다시 불러오기" 버튼이 표시되면 이 버튼을 클릭하여 설정을 다시 읽으십시오. 성공적으로 읽은 후에도 작업은 자동으로 시작되지 않으므로 화면의 "작업"을 클릭하십시오. 그래도 실패하면 탐색 메뉴에서 화면에 다시 들어오십시오.
"작업을 시작하지 못했습니다."	작업 시작에 실패했습니다. RF 수신기와 센서 상태를 확인한 후 다른 모드로 전환했다가 돌아오십시오.
"작업을 시작하지 못했습니다."(원인: 수신기가 열려 있지 않고 자동 감지도 실패한 경우 등 RF 수신기 문제)	토크 렌치와 같습니다. 해결 방법은 5.3절을 참조하십시오.
"목표 각도는 1~360도 사이여야 합니다."	저장된 목표 각도가 범위를 벗어났습니다. 설정 화면으로 돌아가 수정한 후 저장하십시오.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“측정 결과를 저장하지 못했습니다.”	이번 결과를 저장하지 못했거나, 결과는 저장되었지만 기록 목록이 갱신되지 않았습니다. 기록 화면에서 이 기록이 있는지 확인하고, 없으면 토크를 다시 가하십시오.
“실시간 토크 모니터링을 사용할 수 없습니다.”	실시간 데이터를 수신할 수 없습니다. TMS RF를 다시 시작하고, 그래도 실패하면 제16장을 참조하십시오.
“바이너리 실시간 데이터 형식이 올바르지 않습니다.”	해석할 수 없는 실시간 데이터가 수신되었습니다. 센서와 수신기가 정상적으로 작동하는지 확인하고 이 화면에 다시 들어오십시오.

6.2.6 참고 사항

참고 “부품 번호”는 선택 사항입니다. 토크 인가가 시작될 때 비어 있으면(설정 화면과 작업 화면 모두에서 아무것도 입력하지 않은 경우) 기록의 부품 번호는 공란이 되며, 코드가 자동으로 입력되지 않습니다. 부품 번호로 추적해야 하면 토크를 가하기 전에 매번 부품 번호를 입력하거나 스캔하십시오.

참고 RF 연결이 끊어지면 진행 중인 토크 인가는 폐기되어 저장되지 않으며, 곡선이 지워지고, 최종 토크는 0으로, 최종 각도는 “--”로 돌아갑니다. 판정 배너는 이전 판정을 유지하며 자동으로 “대기 중”으로 돌아가지 않습니다. 토크를 다시 가한 후의 결과를 기준으로 판단하십시오.

팁 저장에 실패할 때마다 이 화면에 “측정 결과를 저장하지 못했습니다.”가 표시됩니다. 반복해서 발생하면 시각을 기록해 두고 기록 화면에서 기록 수를 확인하십시오.

6.3 토크 & 각도 설정

경로: 탐색 메뉴 → “회전식 센서” → “토크 & 각도” → 오른쪽 위의 “설정”.

이 화면에서는 센서, 착좌 토크, 목표 토크, 제어 모드, 목표 각도, 각도 조건과 함께 배치와 토크 증배기를 설정합니다. 저장에 성공하면 설정이 즉시 적용되고, 화면이 작업 화면으로 자동 전환되어 작업이 시작됩니다.

“편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정” 권한이 필요합니다. 권한이 없으면 화면을 열고 필드를 변경할 수는 있지만 저장할 수 없습니다.

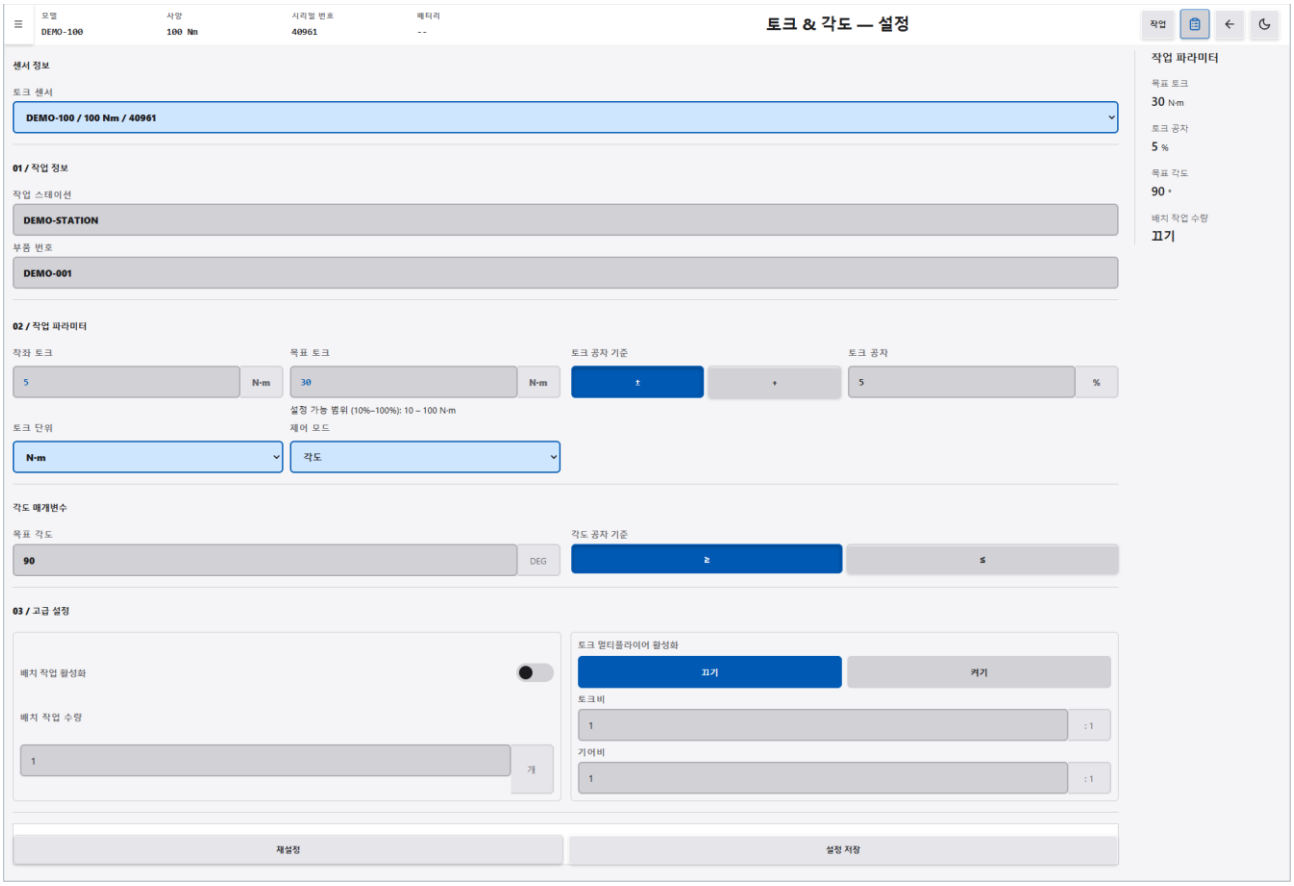


그림 6-2 토크 & 각도 설정 화면

6.3.1 화면 설명

영역/버튼	설명
헤더 바	센서 정보, 제목 "토크 & 각도 — 설정", "작업", "기록", "뒤로", 테마 전환 버튼(5.2절 참조).
"센서 정보"	"토크 센서" 드롭다운 목록(5.2절 참조).
"01 / 작업 정보"	"작업 스테이션", "부품 번호".
"02 / 작업 파라미터"	"착좌 토크", "목표 토크", "토크 공차 기준"("±", "+"), "토크 공차"(%), "토크 단위" 및 "제어 모드" 드롭다운 목록.
"각도 매개변수"	"목표 각도"(DEG)와 "각도 공차 기준" 버튼. 제어 모드가 "토크"이면 "각도 범위"(DEG)도 있습니다.
"03 / 고급 설정"	왼쪽에는 "배치 작업 활성화" 스위치와 "배치 작업 수량"(개), 오른쪽에는 "토크 멀티플라이어 활성화"("끄기", "켜기")와 "토크비" 및 "기어비" 입력란(": 1")이 있습니다.
메시지 줄	저장에 성공하면 "토크 및 각도 설정을 로컬에 저장했습니다."가 표시되고, 확인 또는 저장에 실패하면 그 이유가 빨간색으로 표시됩니다.

영역/버튼	설명
"재설정", "설정 저장"	양식 아래쪽의 버튼입니다. 창 높이가 충분하지 않으면 아래로 스크롤하십시오.
"작업 파라미터"(오른쪽)	"목표 토크", "토크 공차", "목표 각도", "배치 작업 수량"을 실시간으로 표시합니다. 배치가 꺼져 있으면 "끄기"가 표시됩니다.

6.3.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
토크 센서	이 모드에서 사용하는 센서입니다. 선택하면 착좌 토크에 사양의 20%가 자동으로 입력됩니다(현재 단위로 환산). "목표 토크"는 지워지므로 직접 입력해야 합니다.	필수. 유효한 사양이 있는 페어링된 센서만 선택할 수 있습니다.
작업 스테이션	작업 위치입니다. 작업 화면에 표시되지만 작업 화면에서는 변경할 수 없습니다.	선택 사항. 비어 있으면 기록에서 공란이 됩니다.
부품 번호	작업 화면의 "부품 번호" 기본값이며, 작업 화면에서 덮어쓸 수 있습니다.	선택 사항. 설정 화면과 작업 화면 모두에서 아무것도 입력하지 않으면 기록에서 공란이 됩니다.
착좌 토크	토크가 이 값에 도달하면 각도를 0부터 계산하기 시작합니다. 제어 모드 "각도"에서는 OK의 최소 토크이기도 합니다. 0을 입력하면 시작 임계값을 사용하지 않고 센서 각도를 그대로 사용합니다.	필수. 0 이상. 목표 토크보다 작은지는 확인하지 않습니다.
목표 토크	제어 모드 "토크"에서의 판정 기준입니다. 제어 모드 "각도"에서는 범위 막대와 곡선 기준선에만 사용합니다. 센서를 선택하면 필드 아래에 "설정 가능 범위 (10%–100%): 하한 – 상한 단위"가 표시됩니다.	필수. 센서 사양의 10%~100%. 처음 설정할 때는 비어 있습니다. 소수점 이하 최대 두 자리까지 표시되며 전체 값이 저장됩니다.
토크 공차 기준	"±" 또는 "+"(5.2절 참조). 제어 모드 "토크"에서만 판정에 사용합니다.	기본값 "±".
토크 공차	허용 토크 편차를 백분율로 나타내며, 곡선의 토크 상한과 하한도 결정합니다. 제어 모드 "토크"에서만 판정에 사용합니다.	필수. 0 이상, 소수 허용. 처음 설정할 때는 10으로 미리 설정됩니다.
토크 단위	토크를 입력하고 표시하는 단위입니다. 전환하면 착좌 토크와 목표 토크가 함께 환산됩니다.	kgf·cm, kgf·m, N·m, ozf·in, lbf·in, lbf·ft. 기본값 N·m.

필드	설명	범위 및 기본값
제어 모드	"각도" 또는 "토크"로 판정합니다(6.1절 참조). 전환하면 "각도 공차 기준"이 해당 모드의 기본값으로 재설정됩니다.	"각도" 또는 "토크". 기본값 "각도".
목표 각도	각도 판정 기준이며 단위는 DEG(도)입니다.	필수. 1~360, 소수 허용. 처음 설정할 때는 비어 있습니다.
각도 공차 기준(제어 모드 "각도")	"≥": 최종 각도가 목표 각도 이상이어야 합니다. "≤": 최종 각도가 목표 각도 이하여야 합니다. 둘 다 같은 값을 포함합니다.	"≥" 또는 "≤". 기본값 "≥".
각도 공차 기준(제어 모드 "토크")	"±" 또는 "+". 각도 기준선의 방향을 결정하며 판정에는 사용하지 않습니다.	기본값 "±".
각도 범위	제어 모드 "토크"에서만 표시됩니다. 각도 기준 범위의 폭(도)이며, 곡선 기준선과 기록에만 사용합니다.	제어 모드 "토크"에서 필수. 0 이상, 소수 허용. 처음 설정할 때는 10으로 미리 설정됩니다.
배치 작업 활성화	켜면 작업 화면에서 OK 수로 배치 진행률을 계산합니다.	켜기/끄기. 기본값 끄기.
배치 작업 수량	배치당 필요한 OK 수입니다.	배치 작업이 활성화된 경우 필수. 0보다 큰 정수. 기본값 1.
토크 멀티플라이어 활성화	토크 증배기를 사용할 때 "켜기"를 선택합니다. 토크에 "토크비"를 곱하고 각도를 "기어비"로 나눕니다.	끄기/켜기. 기본값 끄기.
토크비	토크 증배기의 토크 증폭 배율이며, 오른쪽에 ": 1"이 있습니다. "토크 멀티플라이어 활성화"가 "켜기"일 때만 입력할 수 있습니다. 이 모드에서 토크비와 기어비를 한 번도 입력하지 않았으면 "시스템 설정"의 토크 증배기 설정이 입력되어 사용됩니다(제12장 참조). 여기에서 토크비 또는 기어비를 변경하고 저장하면 이 모드는 화면의 두 값을 사용하며, 시스템 설정의 영향을 받지 않고 시스템 설정이나 다른 모드를 변경하지도 않습니다.	0보다 큰 숫자. 토크 증배기가 꺼져 있으면 사용되지 않지만 입력한 값은 유지됩니다.
기어비	토크 증배기의 각도 감속 배율이며, 오른쪽에 ": 1"이 있습니다. "토크 멀티플라이어 활성화"가 "켜기"일 때만 입력할 수 있으며, "토크비"와 함께 저장됩니다(이전 행 참조).	0보다 큰 숫자. 토크 증배기가 꺼져 있으면 사용되지 않지만 입력한 값은 유지됩니다.

> **참고** 센서를 선택하면 "착좌 토크"에는 사양의 20%가 자동으로 입력되고, "목표 토크"는 지워지므로 직접 입력해야 합니다. "목표 각도" 등 다른 필드는 유지됩니다. 제어 모드 "각도"에서는 착좌 토크가 OK의 최소 토크이기도 합니다. 자동으로 입력된 값을 그대로 두지 말고 작업 지침서에 따라 변경하십시오.

6.3.3 버튼

버튼	설명
"설정 저장"	확인하고 저장합니다. 성공하면 "토크 및 각도 설정을 로컬에 저장했습니다."가 표시되고, 낮은 음의 신호음이 한 번 울리며, 작업 화면으로 전환되어 작업이 시작됩니다. 실패하면 이 화면에 그대로 남습니다.
"작업", "뒤로"	"설정 저장"과 같으며 먼저 저장합니다(5.2절 참조).
"기록"	저장하지 않고 토크 & 각도 기록으로 필터링된 기록 화면으로 전환합니다. 저장하지 않은 변경 사항은 사라집니다.
"±"/"+"(토크 공차 기준)	토크 공차 기준을 선택합니다. 저장한 후에만 적용됩니다.
"제어 모드" 드롭다운 목록	"각도" 또는 "토크"를 선택합니다. 전환하면 각도 공차 기준이 재설정되므로 다시 확인하십시오.
"≥"/"≤" 또는 "±"/"+"(각도 공차 기준)	각도 조건을 선택합니다. 저장한 후에만 적용됩니다.
"끄기"/"켜기"(토크 멀티플라이어 활성화)	토크 증배기 적용 여부를 선택합니다. 실수로 "켜기"를 선택하면 토크와 각도가 모두 환산됩니다.
"재설정"	양식을 지웁니다. 센서는 선택되지 않고, 작업 스테이션, 부품 번호, 착좌 토크, 목표 토크, 토크 공차, 목표 각도, 각도 범위, 배치 작업 수량은 비워지며, 단위는 N·m, 토크 공차 기준은 "±", 제어 모드는 "각도", 각도 공차 기준은 "≥", 배치와 토크 증배기는 꺼짐이 됩니다. 저장하지는 않으며, 저장하려면 양식을 다시 입력해야 합니다. "토크비"에는 1이, "기어비"에는 "시스템 설정"의 토크 증배기 설정에 있는 기어비가 표시됩니다. 재설정 후 이 두 값을 변경하지 않고 저장하면 이 모드에 이전에 입력한 토크비와 기어비가 지워지고, 이 모드는 다시 "시스템 설정"의 토크 증배기 설정을 사용합니다.

6.3.4 작업 절차

1. 토크 & 각도 작업 화면에서 오른쪽 위의 “설정”을 클릭합니다. 현재 저장된 설정으로 양식이 채워진 “토크 & 각도 — 설정” 화면이 표시됩니다(그림 6-2 참조).
2. “토크 센서”에서 센서를 선택합니다. 헤더가 해당 센서의 데이터로 바뀌고 “착좌 토크”가 자동으로 입력되며, “목표 토크”는 비워지고 필드 아래에 설정 가능 범위가 표시됩니다.
3. 필요하면 “작업 스테이션”과 “부품 번호”를 입력합니다.
4. “토크 단위”를 선택한 다음 “착좌 토크”를 변경하고 “목표 토크”를 입력합니다.
5. “제어 모드”를 선택합니다. 각도로 판정하려면 “각도”, 토크로 판정하려면 “토크”를 선택합니다.
6. 제어 모드가 “각도”이면 “목표 각도”에 1~360의 값을 입력하고 “≥”(최종 각도가 목표 각도 이상이어야 함) 또는 “≤”(최종 각도가 목표 각도 이하여야 함)를 클릭합니다.
7. 제어 모드가 “토크”이면 “토크 공차 기준”과 “토크 공차”를 설정합니다. 각도 기준선이 필요하면 각도 공차 기준과 “각도 범위”도 설정합니다.
8. 필요에 따라 배치와 토크 증배기를 설정합니다. 토크 증배기를 사용하면 “켜기”를 클릭하고 “토크비”와 “기어비”에 토크 증배기의 비율을 입력합니다.
9. 오른쪽의 “작업 파라미터”와 대조하여 확인한 후 “설정 저장”을 클릭합니다. 성공하면 “토크 및 각도 설정을 로컬에 저장했습니다.”가 표시되고, 컴퓨터에서 낮은 음의 신호음이 한 번 울리며, 화면이 작업 화면으로 전환되어 작업이 자동으로 시작됩니다.

새 설정은 다음 토크 인가부터 사용됩니다. 저장된 기록은 당시에 적용된 설정을 유지하며 변경의 영향을 받지 않습니다.

6.3.5 설정 미완료 시 화면

이 모드의 설정을 한 번도 성공적으로 저장하지 않았으면 탐색 메뉴에서 “토크 & 각도”를 클릭할 때 이 화면이 바로 열립니다. 이 상태에서는 “토크 센서”에 “페어링된 토크 센서 선택”이 표시되고, “착좌 토크”, “목표 토크”, “목표 각도”는 비어 있으며, “토크 공차”는 10, “각도 범위”는 10(제어 모드 “각도”에서는 표시되지 않음)으로 미리 설정되어 있습니다. 제어 모드는 “각도”, 각도 공차 기준은 “≥”이고, 배치와 토크 증배기는 꺼져 있습니다. “토크비”와 “기어비”에는 “시스템 설정”의 토크 증배기 설정에 있는 비율이 표시되며, 토크 증배기를 켠 후에만 변경할 수 있습니다. 이 값은 시스템의 초기값이며 권장 작업 값이 아니므로 작업 지침서에 따라 변경하십시오.

바로 저장하면 먼저 "시작 토크는 0 이상이어야 합니다."가 표시됩니다(착좌 토크가 비어 있음). 센서를 선택하고 착좌 토크, 목표 토크, 목표 각도 등의 필드를 순서대로 입력하면 저장할 수 있습니다. 작업 스테이션과 부품 번호를 비워 두어도 저장에는 영향이 없습니다.

6.3.6 오류 메시지

저장할 때 아래 표의 처음 10개 행 순서대로 필드를 확인하며, 첫 번째 오류에서 확인을 멈추고 해당 메시지를 표시합니다. 필드 확인을 통과하면 시스템이 권한과 센서 데이터를 확인합니다. 실패하면 설정 화면에 그대로 남고 양식 내용도 유지됩니다.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"지원되지 않는 토크 단위: (단위)"	설정의 단위를 인식할 수 없습니다. 단위를 다시 선택하고 토크 값을 다시 입력하십시오.
"시작 토크는 0 이상이어야 합니다."	"착좌 토크"가 비어 있거나 음수입니다. 0 이상의 값을 입력하십시오.
"토크 센서를 선택하십시오." / "유효한 용량의 토크 센서를 선택하십시오."	센서를 선택하지 않았거나, 센서 사양이 유효하지 않거나, 센서가 더 이상 목록에 없습니다. 유효한 사양이 있는 페어링된 센서를 선택하십시오.
"목표 토크는 선택한 센서 용량의 10%~100%(최솟값~최댓값 단위) 범위여야 합니다."	목표 토크가 비어 있거나 범위를 벗어났습니다. 메시지에 표시된 범위 내의 값으로 변경하십시오.
"목표 각도는 1~360도 사이여야 합니다."	목표 각도가 비어 있거나 범위를 벗어났습니다. 1~360을 입력하십시오.
"허용 오차 범위는 0 이상이어야 합니다."	토크 공차가 비어 있거나 음수입니다. 0 이상의 값을 입력하십시오.
"각도 범위는 0 이상이어야 합니다."	제어 모드 "토크"에서 각도 범위가 비어 있거나 음수입니다. 0 이상의 값을 입력하십시오.
"배치 수량은 0보다 큰 정수여야 합니다."	배치 작업이 활성화되어 있지만 수량이 유효하지 않습니다. 0보다 큰 정수를 입력하거나 배치 작업을 끄십시오.
"토크 비율은 0보다 큰 유한값이어야 합니다."	토크 증배기가 켜져 있지만 "토크비"가 비어 있거나 0 또는 음수입니다. 토크 증배기의 토크비를 입력하거나 토크 증배기를 "끄기"로 설정하십시오.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"기어 비율은 0보다 큰 유한값이어야 합니다."	토크 증배기가 켜져 있지만 "기어비"가 비어 있거나 0 또는 음수입니다. 토크 증배기의 기어비를 입력하거나 토크 증배기를 "끄기"로 설정하십시오.
"이 작업을 수행할 권한이 없습니다."	계정에 "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한이 없습니다. 권한이 있는 사람에게 변경을 요청하거나 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(제15장 참조).
"토크 및 각도 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 목표 토크가 0 이하이거나, 토크 공차 또는 각도 범위가 음수이거나, 배치 수량이 양의 정수가 아님)	저장 중 두 번째 확인에 실패했습니다. 목표 토크, 토크 공차, 각도 범위, 배치 작업 수량을 확인하고 잘못된 입력을 수정하십시오.
"토크 및 각도 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 각도 조건 또는 제어 모드가 유효하지 않거나 서로 맞지 않음)	각도 조건 또는 제어 모드 데이터가 비정상입니다. 제어 모드와 각도 공차 기준을 다시 선택한 후 저장하십시오.
"토크 및 각도 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 선택한 센서가 더 이상 없거나, N·m 기준으로 다시 확인할 때 목표 토크가 센서 용량의 10%~100%를 벗어남)	저장할 때 센서가 더 이상 없거나, N·m 기준의 두 번째 범위 확인에 실패했습니다. 센서를 다시 선택하거나 목표 토크를 수정하십시오.
"토크 및 각도 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 작업 설정 서비스를 일시적으로 사용할 수 없는 경우 등 그 밖의 저장 실패)	다른 이유로 저장에 실패했습니다. 나중에 다시 시도하고, 계속 발생하면 제16장을 참조하십시오.
"토크 및 각도 설정을 불러오지 못했습니다."	설정을 읽지 못했거나 계정에 "보기 · 작업 설정" 권한이 없습니다. 권한을 확인하고 화면에 다시 들어오십시오.
"페어링된 토크 센서 목록을 불러오지 못했습니다."	센서 목록을 읽지 못했습니다. 화면을 벗어났다가 다시 들어오십시오.

6.4 작업 예시

> **예시** 작업 조건: M10 볼트를 토크-각도 방식으로 체결합니다. 먼저 착좌 토크 20 N·m까지 체결한 후 90도를 더 돌리며, 각도가 부족하면 NOK로 판정합니다.
>
> 센서 사양 100 N·m. 설정 가능한 목표 토크 범위 = 100 × 10% ~ 100 × 100% = 10~100 N·m이며, 목표 각도 90도는 1~360도 이내입니다.

OK 조건: 최대 토크 ≥ 20 N·m이고 최종 각도 ≥ 90.0도.

① “토크 & 각도 — 설정”에서 센서를 선택합니다. 시스템이 착좌 토크 20(사양의 20%)을 입력합니다. “목표 토크”는 비어 있고, 필드 아래에 “설정 가능 범위 (10%–100%): 10 – 100 N·m”가 표시됩니다.

② “토크 단위”에서 N·m를 선택하고, “착좌 토크”는 20으로 두고, “목표 토크”에 40을, “토크 공차”에 10을 입력합니다. 각도 모드에서 이 두 값은 범위 막대와 곡선 기준선(36.0~44.0 N·m)에만 사용됩니다.

③ “제어 모드”에서 “각도”를 선택하고, “목표 각도”에 90을 입력한 후 “각도 공차 기준”에서 “≥”를 클릭합니다.

④ “설정 저장”을 클릭합니다. 화면이 작업 화면으로 전환되고, “최종 각도” 범위 막대의 “각도 하한”과 “목표 각도”가 모두 90°에 표시됩니다.

⑤ 부품 WP-1001을 스캔하고 토크를 가합니다. 토크가 20 N·m에 도달하면 “최종 각도”가 0부터 증가하기 시작합니다. 92.4도, 피크 46.30 N·m에서 놓습니다. 저장 후 판정 배너에 “OK”가 표시됩니다. 46.30 ≥ 20이고 92.4 ≥ 90이기 때문입니다. “최종 토크”의 범위 막대 포인터가 토크 상한 44.0 N·m를 넘어가지만 각도 모드에서는 이 값으로 판정하지 않습니다.

⑥ 부품 WP-1002를 스캔하고 84.0도까지만 돌린 후 놓습니다. 저장 후 판정 배너에 “NOK”가 표시되고(84.0 < 90) 경고음이 두 번 울리며, “부품 번호”에는 WP-1002가 남아 있습니다.

⑦ 현장 재작업 절차에 따라 재작업한 후 토크를 다시 가하고 91.0도에서 놓으면 “OK”가 표시됩니다.

팁 작업 지침이 토크로 판정하도록 바뀌면(예: 40 N·m ±5%) “제어 모드”를 “토크”로 변경합니다. OK 범위는 38.0~42.0 N·m이며, 각도는 기준선으로 그려지고 기록될 뿐 판정에는 영향을 주지 않습니다(6.1절 참조).

제7장 토크 측정

7.1 모드 개요

"토크 측정" 모드는 토크가 시작값에 도달한 후 체결 부위가 지정한 각도만큼 회전한 순간의 토크를 측정하고, 그 토크로 OK 또는 NOK를 판정합니다.

설정 화면에는 시작값이 "목표 토크 (각도 측정 시작)" 하나뿐입니다. 이 값은 각도의 시작점이자 판정의 중심값입니다. "목표 각도"에 도달한 순간의 토크를 "각도 토크"라고 하며, 시스템은 각도 토크로 판정합니다.

이 장에서는 이 모드에만 해당하는 내용을 설명합니다. 헤더, 작업 자동 시작 및 중지, RF 연결, 배터리 잔량, 결과 패널 및 범위 막대, 차트 대화 상자, 토크 환산, 공차 계산, 표시등 및 경고음, 센서 선택, 작업 스테이션 및 부품 번호, 토크 단위, 설정 확인, 설정 화면 버튼 및 권한은 5.2절을 참조하십시오.

사용하기 전에 각도를 보고할 수 있는 토크 센서를 페어링하고 RF 수신기를 연결하십시오(제12장 참조). 작업 화면에 들어가면 시스템은 5.2절의 조건 외에 "목표 각도"가 1~360도 이내인지도 확인합니다.

7.1.1 한 번의 측정 흐름

1. 토크 인가가 시작되면(토크가 0보다 큼) 시스템이 새 측정을 시작하고 그 시점의 부품 번호를 기록합니다.
2. 토크가 "목표 토크 (각도 측정 시작)"에 도달하면 그 순간의 각도를 기준으로 기록하고, 이후의 모든 각도는 이 기준부터 계산합니다.
3. 시작점부터 계산한 각도가 "목표 각도"에 도달하면 시스템은 그 전후의 측정값으로 해당 각도에서의 토크를 보간하여 "각도 토크"로 고정하고 작업 화면의 큰 측정값으로 표시합니다.
4. 공구를 놓아 토크가 0으로 돌아오면 측정이 끝납니다. 각도 토크를 얻었으면 시스템이 저장하고 판정합니다. 목표 각도에 도달하기 전에 놓으면 **기록이 생성되지 않으며** 판정 상태는 "대기 중"으로 유지됩니다.

"토크 멀티플라이어 활성화"가 "켜기"이면 토크에 "토크비"를 곱하고 각도를 "기어비"로 나눕니다. 두 비율 모두 이 모드의 설정 화면에서 입력합니다(7.3절 참조).

7.1.2 판정 규칙

각도 토크를 N·m로 환산하여 목표 토크(각도 측정 시작)의 OK 범위와 비교합니다. OK 범위는 토크 렌치와 같은 방식으로 계산합니다(5.2절 참조).

- 공차 기준 "±": 목표 토크 × (1 − 토크 공차 %) ≤ 각도 토크 ≤ 목표 토크 × (1 + 토크 공차 %)이면 OK.
- 공차 기준 "+": 목표 토크 ≤ 각도 토크 ≤ 목표 토크 × (1 + 토크 공차 %)이면 OK.
- 그 밖의 경우는 NOK.

시스템은 각도 토크가 토크 하한의 절반보다 큰 경우에만 판정하고 저장합니다(공차 기준이 "+"이면 토크 하한은 목표 토크입니다). 그렇지 않으면 기록이 생성되지 않고 통계에도 집계되지 않으며, 화면에 "측정 결과를 저장하지 못했습니다."가 표시됩니다.

> **예시** 센서 사양 100 N·m, 목표 토크(각도 측정 시작) 20 N·m, 공차 기준 "±", 토크 공차 10%, 목표 각도 15도.
> OK 범위 = 20 × (1 − 10%) ~ 20 × (1 + 10%) = 18.0~22.0 N·m.
> 저장 임계값 = 토크 하한 18.0 × 50% = 9.0 N·m. 판정을 받으려면 각도 토크가 9.0 N·m보다 커야 합니다.
> 토크가 20 N·m에 도달한 후 체결 부위가 15도 더 회전하고, 각도 토크가 21.40 N·m → OK.
> 각도 토크 23.10 N·m → NOK(상한 22.0 초과).
> 토크가 20 N·m에 도달한 후 12도만 돌리고 공구를 놓음 → 각도 토크 없음, 기록 없음, 화면은 "대기 중"으로 유지.

7.1.3 화면의 토크 값

이 모드에서는 다음과 같은 종류의 토크를 사용하므로 서로 구분하십시오.

이름	의미	판정에 사용
각도 토크	작업 화면의 큰 측정값입니다. 시작점 이후 목표 각도에 도달한 지점의 토크이며, 값을 얻기 전에는 "--"가 표시됩니다. 범위 막대의 삼각형 포인터가 이 값을 표시하며, 값을 얻기 전에는 포인터가 표시되지 않습니다. 공구를 놓은 후에도 다음 토크 인가까지 계속 표시됩니다.	예
목표 토크(각도 측정 시작)	설정값이며, 각도의 시작점이자 판정의 중심값입니다. 범위 막대와 곡선의 "토크 하한", "목표 토크", "토크 상한"은 이 값과 공차로 계산합니다.	예(기준으로 사용)
최종 토크	현재 측정의 최대 토크입니다(피크, 토크 계수와 토크 증배기의 토크비 적용). 작업 화면에는 표시되지 않으며, 기록에 저장되고 기록 상세 정보에서 볼 수 있습니다(제11장 참조).	아니요

차트 대화 상자에서 "실시간 토크" 선은 각 샘플 지점의 토크이며, 기록의 "최종 토크"는 그중 최고값입니다.

참고 작업 화면의 큰 측정값은 실시간 토크나 피크가 아니라 "각도 토크"입니다. 토크 인가가 시작된 후 목표 각도에 도달하기 전까지는 측정값이 "--"로 유지되고 범위 막대에 포인터가 없으며, 이는 정상입니다. 값은 목표 각도에 도달했을 때에만 나타나고, 그 후 토크를 계속 가해도 바뀌지 않습니다. 범위 막대의 "토크 하한"과 "토크 상한"은 각도 토크의 OK 범위이며, 포인터는 판정에 사용되는 각도 토크를 표시합니다. 토크 인가 중의 실시간 토크와 각도를 보려면 차트 대화 상자를 여십시오.

예시 목표 토크(각도 측정 시작) 20 N·m, 공차 기준 "±", 토크 공차 10%, OK 범위 18.0~22.0 N·m.
체결 부위가 목표 각도를 지날 때 각도 토크는 21.40 N·m이고, 그 후 24.60 N·m까지 토크를 더 가한 후 공구를 놓습니다.
"각도 토크"에는 21.40 N·m가 표시되고 범위 막대의 포인터는 토크 하한 18.0과 토크 상한 22.0 사이에 있습니다. 24.60 N·m는 최종 토크이며, 작업 화면에는 표시되지 않고 기록에만 저장됩니다.
판정에는 각도 토크를 사용합니다. 18.0 ≤ 21.40 ≤ 22.0 → 판정 배너에 "OK"가 표시됩니다.

7.2 작업 화면

경로: 탐색 메뉴 → “회전식 센서” → “토크 측정”.

현장에서 토크를 측정할 때 이 화면을 사용합니다. 화면에 들어가면 작업이 자동으로 시작되고 각도 토크와 범위 막대가 표시됩니다. 목표 각도를 넘게 돌린 후 놓을 때마다 시스템이 각도 토크로 OK 또는 NOK를 자동으로 판정하고, 기록을 저장하며, 통계를 갱신합니다. 곡선은 차트 대화 상자에서 확인합니다.

작업을 시작하고 결과를 저장하려면 “실행 · 작업” 권한이 필요합니다. 그 밖의 권한은 5.2절을 참조하십시오. 토크 측정 설정을 한 번도 저장하지 않았으면 “토크 측정”을 클릭할 때 설정 화면이 먼저 열립니다(7.3절 참조). 불러오는 동안에는 화면에 “불러오는 중…”이 표시됩니다.

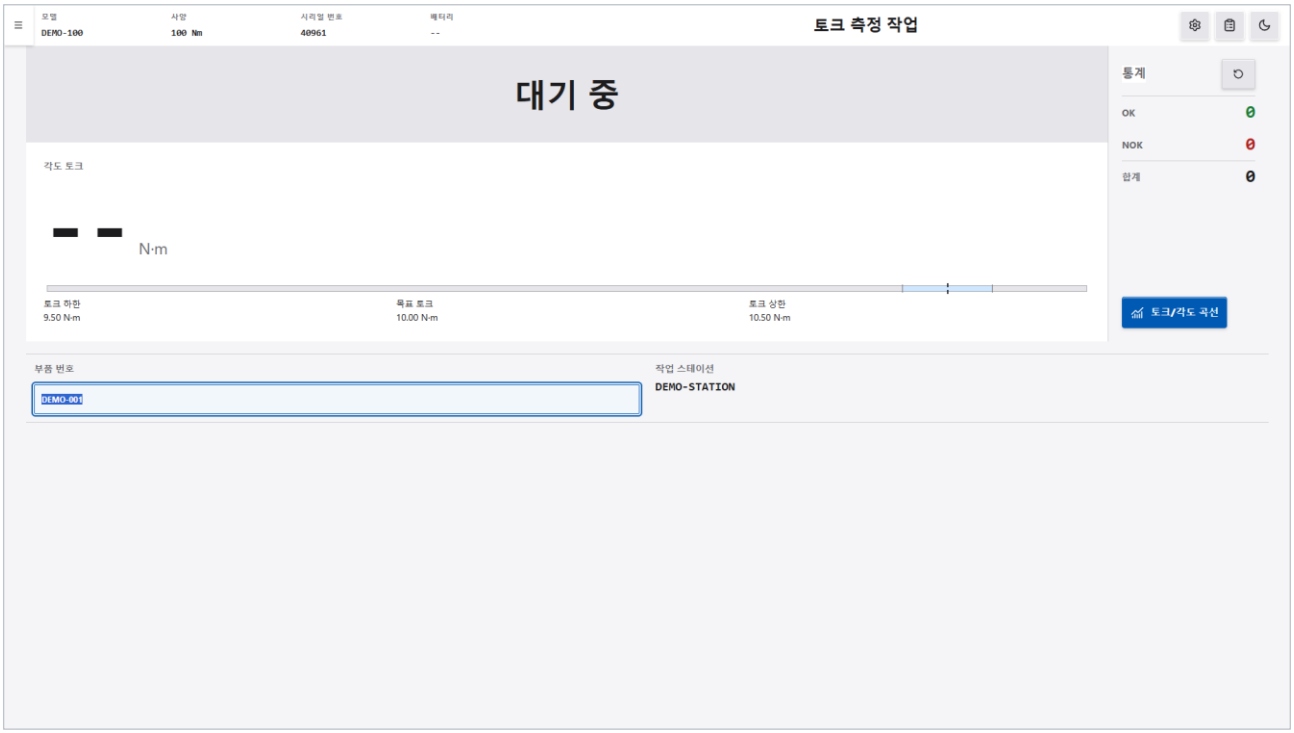


그림 7-1 토크 측정 작업 화면

7.2.1 화면 설명

영역/버튼	설명
헤더 바	센서 정보, 제목 “토크 측정 작업”, “설정”, “기록”, 테마 전환 버튼(5.2절 참조).
판정 배너	“대기 중”, “OK” 또는 “NOK”. 아래의 “판정 상태”를 참조하십시오.

영역/버튼	설명
“각도 토크”	이 화면의 유일한 큰 측정값입니다. 목표 각도에 도달했을 때 고정된 토크와 단위이며, 값을 얻기 전에는 “--”가 표시됩니다. OK/NOK는 이 값으로 판정합니다(7.1절 참조). 아래의 범위 막대에는 토크 하한, 목표 토크, 토크 상한, 각도 토크의 위치가 표시됩니다(5.2.5절 참조). 각도 토크를 얻기 전에는 포인터가 없습니다.
“통계”(오른쪽)	“OK”, “NOK”, “합계”의 세 카운터와 제목 오른쪽의 재설정 아이콘 버튼(↺, 텍스트 없음. 마우스를 올리면 “재설정”이 표시됨).
“토크/각도 곡선”(통계 패널 맨 아래)	차트 대화 상자를 엽니다. 아래의 “차트 대화 상자”를 참조하십시오.
파라미터 행	“부품 번호”(편집 가능)와 “작업 스테이션”. 공차, 목표 각도, 토크 증배기 등의 설정값은 작업 화면에 표시되지 않으므로 설정 화면에서 확인하고 변경하십시오.
“배치 진행률”	배치 작업이 활성화된 경우에만 파라미터 행 아래에 별도의 행으로 표시됩니다. 완료된 OK 결과 수 / 배치 수량과 진행률 표시줄입니다.
메시지 줄	오류가 발생하면 파라미터 행 아래에 빨간색으로 표시됩니다. 평소에는 숨겨져 있습니다.
“배치 완료”	배치 작업이 활성화되어 있고 OK 수가 배치 수량에 도달하면 화면 가운데에 약 1초 동안 나타납니다.

차트 대화 상자

통계 패널 맨 아래의 “토크/각도 곡선”을 클릭하면 차트 대화 상자가 열립니다. 대화 상자를 열고 닫는 방법과 평활 곡선은 5.2.6절을 참조하십시오. 이 모드에는 다음 사항도 있습니다.

- 범례: “실시간 토크”, “토크 상한”, “목표 토크”, “토크 하한”, “실시간 각도”, “목표 각도”. 토크 상한과 하한은 목표 토크와 공차로 계산합니다. 각도는 “목표 각도” 점선 하나만 그려지며, 각도 하한과 상한은 없습니다.
- 각도 선은 시작점부터 계산하며, 시작 전에는 0입니다.
- 공구를 놓아도 토크 선은 0으로 수직 하강하지 **않습니다**. 수직 하강은 토크 렌치와 토크 & 각도에서만 사용됩니다(5.2.6절 참조).
- 일부 샘플 지점에 각도 데이터가 없으면 그 지점에서 각도 선이 끊어지며 0도로 그려지지 않습니다. 실제로 측정된 0도는 평소대로 그려집니다.
- 마우스를 곡선 위로 가져가면 해당 지점의 시간, 실시간 토크, 실시간 각도가 표시됩니다.
- 대화 상자 위쪽에는 판정 상태와 “각도 토크” 및 그 범위 막대가 표시됩니다.

7.2.2 판정 상태

상태	화면 표시	나타나는 시점
대기	판정 배너에 "대기 중"(회색 배경) 표시, 각도 토크 "--", 범위 막대에 포인터 없음	화면에 들어간 직후, "재설정"을 클릭한 후
측정 중	판정 배너에 "대기 중" 표시, 목표 각도에 도달할 때까지 각도 토크는 "--"로 유지되고, 목표 각도에 도달하면 "각도 토크"에 값이 표시되고 범위 막대에 포인터가 나타남	토크 인가 중, 그리고 공구를 놓은 후 저장이 완료될 때까지. 새 토크 인가가 시작되면 이전 OK/NOK가 "대기 중"으로 돌아감
OK	판정 배너에 "OK"(녹색 배경) 표시, 소리 없음, "OK"와 "합계"가 1 증가, "부품 번호"가 자동으로 지워짐	저장이 완료되었고 각도 토크가 OK 범위 이내임
NOK	판정 배너에 "NOK"(빨간색 배경) 표시, 경고음 두 번, "NOK"와 "합계"가 1 증가, "부품 번호"가 유지됨	저장이 완료되었고 각도 토크가 OK 범위를 벗어남

목표 각도에 도달하기 전에 놓으면 기록이 생성되지 않고, 판정 상태는 "대기 중"으로 유지되며, 통계도 바뀌지 않습니다. 공구를 놓은 후 각도 토크는 다음 토크 인가가 시작될 때까지 이번 측정의 값을 유지합니다. 표시등과 경고음은 5.2절을 참조하십시오.

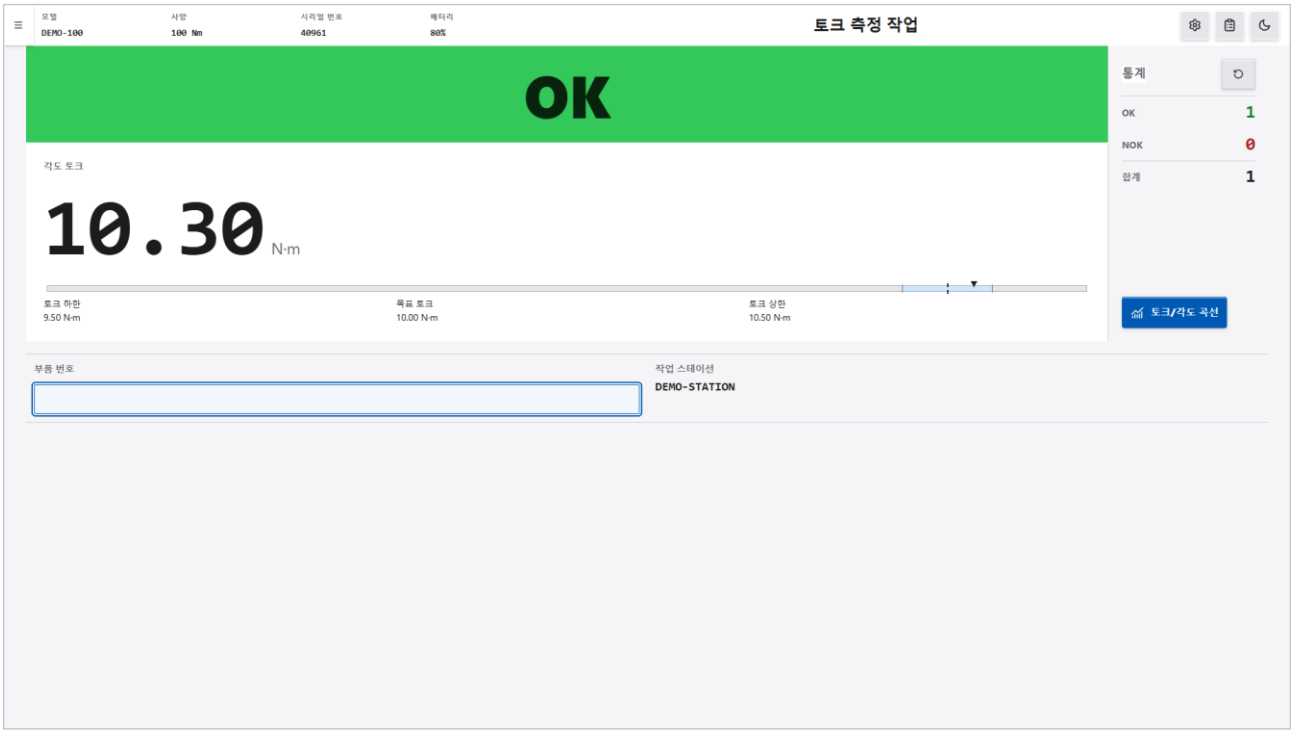


그림 7-2 토크 측정 작업 화면(각도 토크 취득, 판정 OK)

7.2.3 작업 절차

1. 탐색 메뉴에서 “회전식 센서” → “토크 측정”을 클릭합니다. 화면에 먼저 “불러오는 중...”이 표시된 후, 판정 배너에 “대기 중”이 표시되고 커서가 “부품 번호”에 있는 “토크 측정 작업” 화면이 표시됩니다(그림 7-1 참조).
2. 헤더의 센서 모델, 시리얼 번호, 배터리 잔량이 실제로 사용하는 센서와 일치하는지 확인합니다. 일치하지 않으면 “설정”을 클릭하여 변경합니다(7.3절 참조).
3. 범위 막대의 “토크 하한”, “목표 토크”, “토크 상한”이 작업 지침서와 일치하는지 확인합니다. 목표 각도 등 그 밖의 설정은 작업 화면에 표시되지 않으므로, 확인하려면 “설정”을 클릭합니다.
4. “부품 번호”에 부품 번호를 스캔하거나 입력하고 Enter 키를 누릅니다.
5. 토크를 가하기 시작합니다. 토크가 착좌 토크에 도달하면 각도가 누적되기 시작하며, 목표 각도에 도달할 때까지 “각도 토크”는 “--”로 유지됩니다.
6. 목표 각도를 넘을 때까지 계속 토크를 가합니다. “각도 토크”에 값이 표시되고 범위 막대에 포인터가 나타납니다.
7. 공구를 놓습니다. 저장이 완료되면 판정 배너에 “OK” 또는 “NOK”가 표시되고, 해당 카운터와 “합계”가 1 증가합니다. 판정은 화면에 표시된 “각도 토크”를 기준으로 합니다(7.1.3절 참조). OK이면 “부품 번호”가 자동으로 지워져 다음 부품을 준비할 수 있고, NOK이면 번호가 유지됩니다. 곡선을 확인하려면 “토크/각도 곡선”을 클릭하고, 확인이 끝나면 Esc 키를 누르거나 “×”를 클릭하여 대화 상자를 닫은 후 다음 부품을 스캔합니다.
8. 배치 작업이 활성화되어 있으면 OK마다 “배치 진행률”이 1 증가하고, 배치 수량에 도달하면 화면 가운데에 “배치 완료”가 표시되고 진행률이 0으로 초기화됩니다.
9. 기록을 보려면 오른쪽 위의 “기록”을 클릭합니다(제11장 참조).

목표 각도를 넘게 돌린 후 놓을 때마다 각도 토크, 최종 토크, 최종 각도, 판정 결과, 곡선이 포함된 토크 측정 기록이 하나 추가됩니다.

7.2.4 통계 및 재설정

- “OK”, “NOK”, “합계”는 이번에 화면에 들어온 후 성공적으로 기록된 결과만 집계합니다. 화면을 벗어났다가(예: “설정” 클릭 또는 다른 모드로 전환) 다시 들어오면 0부터 시작합니다.
- 배치 작업이 활성화되어 있으면 OK일 때만 “배치 진행률”이 1 증가합니다. 배치 작업이 활성화되지 않았으면 “배치 진행률”이 표시되지 않습니다.

- "재설정"은 판정 상태, 각도 토크, 곡선, 배치 진행률을 지웁니다. "OK", "NOK", "합계"를 0으로 초기화하지 **않으며**, 이미 기록된 결과에도 영향을 주지 않습니다. 카운터를 0부터 다시 시작하려면 화면을 벗어났다가 다시 들어오십시오.

7.2.5 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"토크 측정 설정을 불러오지 못했습니다."	설정 또는 토크 계수를 읽지 못했습니다. 메시지 옆에 "설정 다시 불러오기" 버튼이 표시되면 이 버튼을 클릭하여 설정을 다시 읽으십시오. 성공적으로 읽은 후에도 작업은 자동으로 시작되지 않으므로 화면의 "작업"을 클릭하십시오. 그래도 실패하면 탐색 메뉴에서 다시 들어오십시오. 그래도 실패하면 제16장을 참조하십시오.
"작업을 시작하지 못했습니다."	작업 시작에 실패했습니다. RF 수신기 연결과 "실행 · 작업" 권한을 확인한 후 이 화면을 벗어났다가 다시 들어오십시오.
"작업을 시작하지 못했습니다."(원인: 수신기가 제때 응답하지 않은 경우 등 RF 수신기 문제)	토크 렌치와 같습니다. 해결 방법은 5.3절을 참조하십시오.
"측정 결과를 저장하지 못했습니다."	결과를 기록하지 못했으며 이번에는 기록이 생성되지 않았습니다. 다시 측정하십시오.
"측정 결과를 저장하지 못했습니다."(원인: 결과 기록이 거부됨. 대부분 각도 토크가 토크 하한의 절반을 넘지 않은 경우)	결과 기록이 거부되었습니다. 가장 흔한 원인은 각도 토크가 토크 하한의 절반을 넘지 않은 경우입니다(7.1절 참조). 목표 토크, 공차, 목표 각도가 실제 부품과 맞는지 확인하고 다시 측정하십시오. 이번에는 기록이 생성되지 않았습니다.
"이 작업을 수행할 권한이 없습니다."	계정에 "실행 · 작업" 권한이 없어 결과를 기록할 수 없습니다. 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(제15장 참조).
"실시간 토크 모니터링을 사용할 수 없습니다."	실시간 데이터를 수신할 수 없습니다. 이 화면을 벗어났다가 다시 들어오고, 그래도 실패하면 TMS RF를 다시 시작하십시오.
"바이너리 실시간 데이터 형식이 올바르지 않습니다."	잘못된 형식의 실시간 데이터가 수신되었습니다. 센서와 수신기가 정상적으로 작동하는지 확인하고 이 화면에 다시 들어오십시오.

7.2.6 참고 사항

> **참고** "부품 번호"는 선택 사항입니다. 토크 인가가 시작될 때 비어 있으면(설정 화면과 작업 화면 모두에서 아무것도 입력하지 않은 경우) 기록의 부품 번호는 공란이 되며, 코드가 자동으로 입력되지 않습니다. 부품 번호로 추적해야 하면 측정하기 전에 매번 부품 번호를 입력하거나 스캔하십시오.
>
> **참고** 토크 인가 중에 RF 연결이 끊어지면 진행 중인 측정은 폐기되어 저장되지 않으며, 각도 토크는 "--"로 돌아가고 곡선이 지워집니다. 판정 배너는 이전 판정을 유지합니다. 다시 측정한 후의 결과를 기준으로 판단하십시오.

7.3 토크 측정 설정

경로: 탐색 메뉴 → "회전식 센서" → "토크 측정" → 오른쪽 위의 "설정".

이 화면에서는 토크 측정에서 사용하는 센서, 작업 정보, "목표 토크 (각도 측정 시작)", 공차, 목표 각도, 배치, 토크 증배기를 설정합니다. 저장에 성공하면 신호음이 울리고, 화면이 작업 화면으로 자동 전환되어 작업이 시작됩니다.

"편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한이 필요합니다. 권한이 없으면 화면을 열고 필드를 변경할 수는 있지만 저장할 수 없습니다. 설정을 불러오는 동안에는 모든 필드와 버튼이 일시적으로 비활성화되고, 오른쪽의 "작업 파라미터"에 "--"가 표시됩니다.

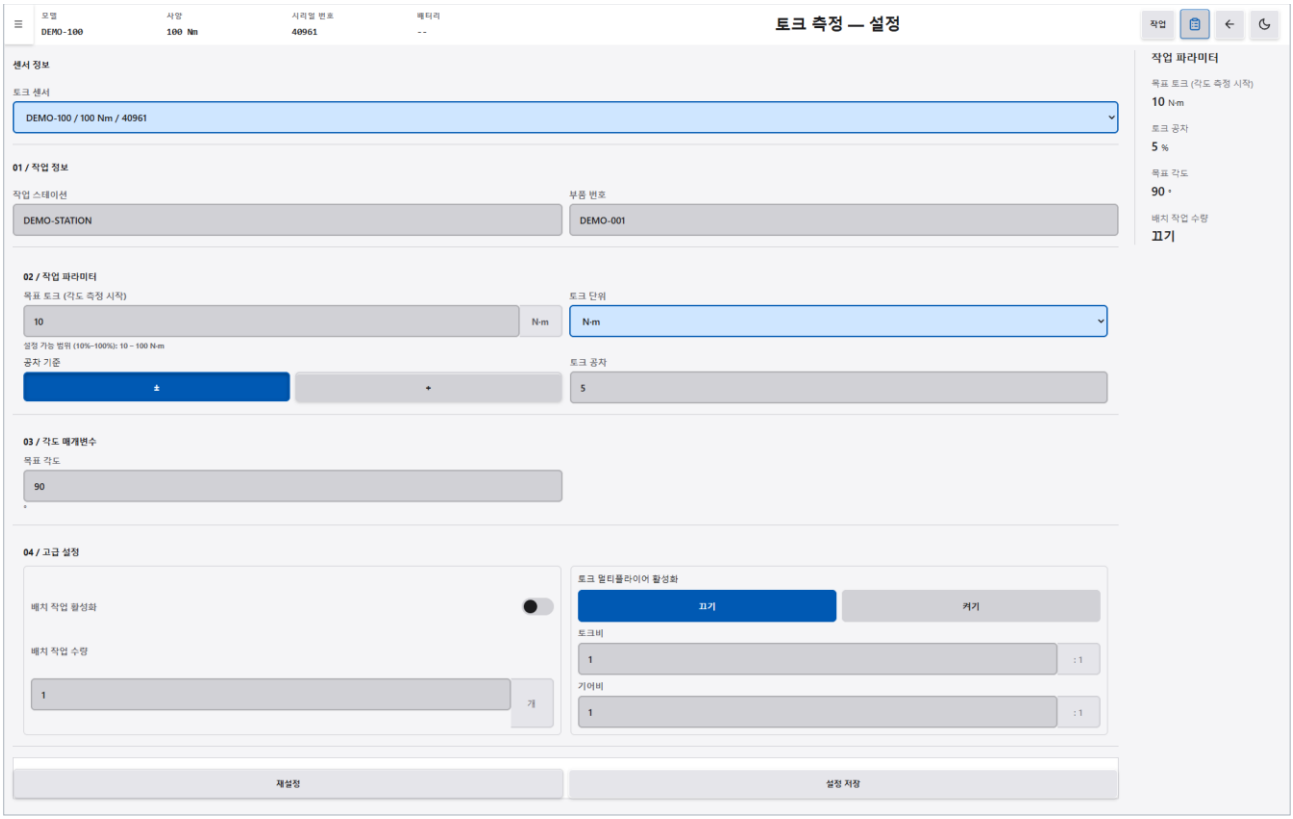


그림 7-3 토크 측정 설정 화면

7.3.1 화면 설명

영역/버튼	설명
헤더 바	센서 정보, 제목 "토크 측정 — 설정", "작업", "기록", "뒤로", 테마 전환 버튼(5.2절 참조). 다른 센서를 선택하면 헤더 정보도 그에 맞게 갱신됩니다.
"센서 정보"	"토크 센서" 드롭다운 목록(5.2절 참조).
"01 / 작업 정보"	"작업 스테이션", "부품 번호".
"02 / 작업 파라미터"	"목표 토크 (각도 측정 시작)"(오른쪽에 현재 단위가 표시됨), "토크 단위", "공차 기준"("±", "+", 파란색이 현재 선택), "토크 공차".
"03 / 각도 매개변수"	"목표 각도"(도).
"04 / 고급 설정"	왼쪽에는 "배치 작업 활성화" 스위치와 "배치 작업 수량"(개), 오른쪽에는 "토크 멀티플라이어 활성화"("끄기", "켜기")와 "토크비" 및 "기어비" 입력란(": 1")이 있습니다.
메시지 줄	저장에 성공하면 "토크 측정 설정을 로컬에 저장했습니다."가 표시되고 작업 화면으로 전환됩니다. 확인 또는 저장에 실패하면 그 이유가 빨간색으로 표시되고 이 화면에 그대로 남습니다.

영역/버튼	설명
"재설정", "설정 저장"	양식 아래쪽의 버튼입니다. 창 높이가 충분하지 않으면 아래로 스크롤하십시오.
"작업 파라미터"(오른쪽)	저장하지 않은 변경 사항을 포함하여 "목표 토크 (각도 측정 시작)", "토크 공차", "목표 각도", "배치 작업 수량"을 실시간으로 표시합니다. 빈 필드에는 "--"가 표시되고, 배치 작업이 활성화되지 않았으면 "배치 작업 수량"에 "끄기"가 표시됩니다.

7.3.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
토크 센서	이 모드에서 사용하는 센서입니다. 다른 센서를 선택하면 "목표 토크 (각도 측정 시작)"가 지워지므로 다시 입력해야 합니다. 선택한 센서에 따라 설정 가능 범위가 결정됩니다.	필수. 사양이 0보다 큰 페어링된 센서만 선택할 수 있습니다. 새로 설치한 직후에는 목록이 비어 있습니다.
작업 스테이션	작업 위치입니다. 작업 화면의 "작업 스테이션"에 이 값이 표시됩니다.	선택 사항. 비어 있으면 기록에서 공란이 됩니다.
부품 번호	작업 화면 "부품 번호"의 초기값입니다. 작업 화면에서 변경한 번호는 이 필드에 다시 기록되지 않습니다.	선택 사항. 설정 화면과 작업 화면 모두에서 아무것도 입력하지 않으면 기록에서 공란이 됩니다.
목표 토크(각도 측정 시작)	각도의 시작점이자 판정의 중심값입니다(아래 규칙 참조). 센서를 선택하면 필드 아래에 "설정 가능 범위 (10%–100%): 하한 – 상한 단위"가 표시됩니다.	필수. 센서 사양의 10%~100%(현재 단위로 환산). 처음 설정할 때는 비어 있습니다. 소수점 이하 최대 두 자리까지 표시되며 전체 값이 저장됩니다.
토크 단위	토크를 입력하고 표시하는 단위입니다. 전환하면 목표 토크가 자동으로 환산됩니다.	kgf·cm, kgf·m, N·m, ozf·in, lbf·in, lbf·ft. 기본값 N·m.
공차 기준	"±"는 양방향 대칭이고, "+"는 목표 토크보다 큰 값만 허용합니다(7.1절 참조).	"±" 또는 "+". 기본값 "±".
토크 공차	허용 편차를 백분율로 나타내며, 곡선의 토크 상한과 하한도 결정합니다.	필수. 1~30의 정수. 기본값 10.
목표 각도	시작점부터 회전할 각도이며, 이 각도에서 "각도 토크"를 취합니다. 토크 증배기가 켜져 있으면 센서 각도를 기어비로 나눈 후 비교합니다.	필수. 1~360, 소수 허용. 처음 설정할 때는 비어 있습니다.
배치 작업 활성화	켜면 작업 화면에 배치 진행률이 표시됩니다.	켜기/끄기. 기본값 끄기.

필드	설명	범위 및 기본값
배치 작업 수량	배치당 완료할 OK 부품 수이며, 배치 작업이 활성화된 경우에만 사용됩니다.	0보다 큰 정수. 배치 작업이 활성화되지 않아도 확인합니다. 기본값 1.
토크 멀티플라이어 활성화	켜면 토크에 "토크비"를 곱하고 각도를 "기어비"로 나눕니다. 끄면 둘 다 1로 계산합니다.	끄기/켜기. 기본값 끄기.
토크비	토크 증배기의 토크 증폭 배율이며, 오른쪽에 ": 1"이 있습니다. "토크 멀티플라이어 활성화"가 "켜기"일 때만 입력할 수 있습니다. 이 모드에서 토크비와 기어비를 한 번도 입력하지 않았으면 "시스템 설정"의 토크 증배기 설정이 입력되어 사용됩니다(제12장 참조). 여기에서 토크비 또는 기어비를 변경하고 저장하면 이 모드는 화면의 두 값을 사용하며, 시스템 설정의 영향을 받지 않고 시스템 설정이나 다른 모드를 변경하지도 않습니다.	0보다 큰 값. 토크 증배기가 꺼져 있으면 계산에 사용되지 않으며, 입력한 값은 유지됩니다.
기어비	토크 증배기의 각도 감속 배율이며, 오른쪽에 ": 1"이 있습니다. 토크 증배기가 켜져 있으면 센서 각도를 먼저 기어비로 나눈 후 목표 각도와 비교합니다. "토크 멀티플라이어 활성화"가 "켜기"일 때만 입력할 수 있으며, "토크비"와 함께 저장됩니다(이전 행 참조).	0보다 큰 값. 토크 증배기가 꺼져 있으면 계산에 사용되지 않으며, 입력한 값은 유지됩니다.

저장할 때 필드는 다음 순서로 확인하며, 한 번에 첫 번째 오류만 표시됩니다. 토크 단위 → 목표 토크가 비어 있거나 음수인지 → 센서를 선택했는지 → 목표 토크가 센서 범위 이내인지 → 목표 각도 → 토크 공차 → 배치 작업 수량 → 토크 증배기의 토크비 → 토크 증배기의 기어비. 이 확인을 통과하면 시스템이 권한과 센서 데이터를 한 번 더 확인합니다.

7.3.3 목표 토크(각도 측정 시작) 규칙

이 모드에는 시작값이 "목표 토크 (각도 측정 시작)" 하나뿐입니다. 이 값은 각도의 시작점이자 판정의 중심값이며, 시스템은 이 값을 "착좌 토크"와 "목표 토크" 모두로 저장하며, 저장한 후에는 두 값이 같습니다.

1. **화면을 열면 현재 시작값이 표시됩니다**: 이 필드에는 현재 설정의 "착좌 토크"가 표시됩니다. 열어서 보기만 하거나 변경한 후 저장하지 않고 화면을 벗어나면 설정은 바뀌지 않습니다.

2. **저장하면 두 값이 동기화됩니다**: "설정 저장", "작업" 또는 "뒤로"를 클릭하여 저장에 성공하면 시스템이 이 필드의 값을 착좌 토크와 목표 토크에 모두 기록합니다. 저장된 측정 기록은 다시 쓰이지 않으며, 다른 작업 모드의 설정에도 영향이 없습니다.
3. **범위만 확인하며 자동으로 제한하지 않습니다**: 이 필드는 선택한 센서 사양의 10%~100%(현재 단위로 환산) 이내여야 합니다. 현재 값이 범위를 벗어나도 화면에는 원래 값이 그대로 표시되며, 저장하면 범위 오류가 표시되고 저장이 거부됩니다. 시스템은 값을 상한이나 하한으로 자동 변경하지 **않으므로** 범위 내의 값을 직접 입력하고 다시 저장하십시오.
4. **소수점 이하 최대 두 자리까지 표시되며 데이터는 잘리지 않습니다**: 필드를 벗어난 후, 단위를 전환한 후, 그리고 오른쪽의 "작업 파라미터"에는 소수점 이하 최대 2자리까지 표시되지만 시스템은 전체 값을 저장합니다. 예를 들어 "10.123"을 입력하면 필드를 벗어난 후 "10.12"가 표시되고 10.123이 저장됩니다. 10 N·m를 lbf·ft로 전환하면 "7.38"이 표시되고, 다시 N·m로 전환하면 "10"이 표시됩니다.
5. **다른 센서를 선택하면 지워집니다**: 드롭다운 목록에서 다른 센서를 선택하면 이 필드는 비워지고 입력한 값은 유지되지 않습니다. 필드 아래에 표시된 설정 가능 범위 안에서 다시 입력하십시오. "목표 각도" 등 다른 필드는 유지됩니다. 화면을 여는 것만으로는 지워지지 않습니다.
6. **처음 설정할 때는 비어 있습니다**: 설정을 한 번도 저장하지 않았으면 이 필드는 비어 있고 "작업 파라미터"에 "--"가 표시됩니다. 센서를 선택한 다음 값을 직접 입력하십시오.

예시 센서 사양 50 N·m, 토크 단위 N·m: 설정 가능 범위 = 50 × 10% ~ 50 × 100% = 5~50 N·m. 이 센서를 선택하면 이 필드 아래에 "설정 가능 범위 (10%–100%): 5 – 50 N·m"가 표시됩니다. 입력한 값이 4 N·m이면 화면에는 그대로 4가 표시되고, 저장하면 "목표 토크는 선택한 센서 용량의 10%~100%(5.00~50.00 N·m) 범위여야 합니다."가 표시되며, 값은 5로 자동 변경되지 않습니다.

참고 PLC가 토크 측정 설정을 원격으로 적용하면(제13장 참조) 착좌 토크와 목표 토크가 서로 다른 값으로 기록될 수 있습니다. 이 경우 작업 화면은 두 값을 각각 사용합니다. 각도는 "착좌 토크"부터 계산하고, 판정에는 "목표 토크"를 사용합니다. 두 값을 같게 하려면 이 화면에서 값을 확인하고 "설정 저장"을 클릭하십시오.

팁 이 필드가 비어 있거나 형식이 잘못되었거나 음수이면 화면 메시지는 "시작 토크는 0 이상이어야 합니다."입니다. 메시지의 "시작 토크"는 이 필드를 가리킵니다.

7.3.4 버튼

버튼	설명
“설정 저장”	순서대로 확인하고 저장합니다. 성공하면 신호음이 울리고 작업 화면으로 전환되며, 실패하면 이 화면에 그대로 남고 오류가 표시됩니다.
“작업”, “뒤로”	“설정 저장”과 같으며, 먼저 저장하고 변경 사항을 취소하지 **않습니다**(5.2절 참조).
“기록”	저장하지 않고 토크 측정 기록으로 필터링된 기록 화면을 엽니다. 저장하지 않은 변경 사항은 사라집니다.
“±”/“+”	공차 기준을 선택합니다. 저장한 후에만 적용됩니다.
“끄기”/“켜기”(토크 멀티플라이어 활성화)	토크 증배기 적용 여부를 선택합니다. 저장한 후에만 적용됩니다.
“재설정”	모든 필드를 빈 초기값으로 지웁니다. 센서는 선택되지 않고, 작업 스테이션, 부품 번호, 목표 토크는 비워지며, 단위는 N·m, 공차 기준은 “±”, 토크 공차는 10, 목표 각도는 빈 값, 배치는 꺼짐, 배치 작업 수량은 1, 토크 증배기는 꺼짐이 됩니다. 저장하지 않으며, 마지막으로 저장된 값을 복원하지도 **않습니다**. “토크비”에는 1이, “기어비”에는 “시스템 설정”의 토크 증배기 설정에 있는 기어비가 표시됩니다. 재설정 후 이 두 값을 다시 변경하지 않고 저장하면 이 모드에 이전에 입력한 토크비와 기어비가 지워지고, 이 모드는 다시 “시스템 설정”의 토크 증배기 설정을 사용합니다.

> **팁** “재설정”을 클릭한 후 이를 취소하려면 저장하지 말고 “기록”을 클릭하거나 탐색 메뉴로 화면을 벗어나십시오. 이 화면에 다시 들어오면 원래 설정이 표시됩니다.

7.3.5 작업 절차

1. 토크 측정 작업 화면에서 오른쪽 위의 “설정”을 클릭합니다(처음 사용할 때는 탐색 메뉴에서 “토크 측정”을 클릭). “토크 측정 — 설정” 화면과 오른쪽의 “작업 파라미터”가 표시됩니다. 처음 설정할 때는 목표 토크와 목표 각도가 비어 있고 “작업 파라미터”에 “--”가 표시됩니다.
2. “토크 센서”에서 센서를 선택합니다. 헤더의 모델, 사양, 시리얼 번호가 즉시 갱신되고 “목표 토크(각도 측정 시작)”는 비워지며 필드 아래에 설정 가능 범위가 표시됩니다.
3. 필요하면 “작업 스테이션”과 “부품 번호”에 데이터를 입력합니다. 비워 둘 수 있습니다. 부품 번호를 비워 두면 작업 화면에서 부품마다 입력할 수 있으며, 두 곳 모두에 입력하지 않으면 기록의 부품 번호는 공란이 됩니다(7.2절 참조).
4. “토크 단위”를 선택합니다. 목표 토크를 이미 입력했으면 새 단위로 자동 환산됩니다.

5. “목표 토크 (각도 측정 시작)”에 각도 시작점이자 판정 중심값을 입력하고, 센서 사양의 10%~100% 이내인지 확인합니다.
6. 공차 기준 “±” 또는 “+”를 선택하고 “토크 공차”에 1~30의 정수를 입력합니다.
7. “목표 각도”에 1~360도를 입력합니다.
8. 필요하면 “04 / 고급 설정”에서 “배치 작업 활성화”를 켜고 “배치 작업 수량”을 입력합니다. 토크 증배기를 사용하면 “켜기”를 클릭하고 “토크비”와 “기어비”에 실제 토크 증배기의 비율을 입력합니다.
9. 오른쪽의 “작업 파라미터”와 대조하여 값을 확인합니다.
10. 아래로 스크롤하여 “설정 저장”을 클릭합니다. 성공하면 신호음이 울리고 작업 화면으로 전환되며, 범위 막대의 “목표 토크”에 방금 입력한 값이 표시됩니다. 실패하면 오류 메시지에 따라 입력 내용을 수정하고 다시 클릭합니다.

저장에 성공한 후에는 다음에 “토크 측정”을 클릭하면 새 설정으로 작업 화면이 바로 열립니다. 저장하지 않고 화면을 벗어나면 설정은 바뀌지 않습니다.

7.3.6 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“토크 측정 설정을 불러오지 못했습니다.”	화면을 열 때 설정을 읽지 못했거나 계정에 “보기 · 작업 설정” 권한이 없습니다. 이 경우 화면에는 현재 설정이 아니라 빈 초기값이 표시되므로 바로 저장하지 마십시오. 화면을 벗어났다가 다시 들어오고, 그래도 실패하면 권한을 확인하거나 제16장을 참조하십시오.
“페어링된 토크 센서 목록을 불러오지 못했습니다.”	센서 목록을 읽지 못했습니다. 화면을 벗어났다가 다시 들어오고 계정 권한을 확인하십시오.
“지원되지 않는 토크 단위: (단위)”	설정의 토크 단위를 인식할 수 없어 단위를 전환할 수 없습니다. “재설정”을 클릭하여 단위를 N·m로 되돌리고, 모든 필드를 다시 입력한 후 저장하십시오.
“시작 토크는 0 이상이어야 합니다.”	“목표 토크 (각도 측정 시작)”가 비어 있거나 형식이 잘못되었거나 음수입니다. 올바른 값을 입력하십시오.
“토크 센서를 선택하십시오.”	센서로 “페어링된 토크 센서 선택”이 선택되어 있습니다. 페어링된 센서를 선택하십시오.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“유효한 용량의 토크 센서를 선택하십시오.”	선택한 센서가 더 이상 목록에 없거나 사양이 설정되지 않았습니다. 다른 센서를 선택하거나 센서 페어링에서 사양을 추가하십시오(제12장 참조).
“목표 토크는 선택한 센서 용량의 10%~100%(최솟값~최댓값 단위) 범위여야 합니다.”	목표 토크가 범위를 벗어났습니다. 괄호 안의 범위는 현재 단위로 환산된 값입니다. 범위 내의 값을 입력하십시오. 시스템이 자동으로 수정하지 않습니다.
“목표 각도는 1~360도 사이여야 합니다.”	목표 각도가 비어 있거나 범위를 벗어났습니다. 1~360을 입력하십시오.
“허용 오차 범위는 1~30의 정수여야 합니다.”	토크 공차가 비어 있거나 소수가 있거나 범위를 벗어났습니다. 1~30의 정수를 입력하십시오.
“배치 수량은 0보다 큰 정수여야 합니다.”	배치 작업 수량이 비어 있거나, 0이거나, 음수이거나, 소수가 있습니다(배치 작업이 활성화되지 않아도 확인합니다). 양의 정수(예: 1)를 입력하십시오.
“토크 비율은 0보다 큰 유한값이어야 합니다.”	토크 증배기가 켜져 있지만 “토크비”가 비어 있거나 0 또는 음수입니다. 토크 증배기의 토크비를 입력하거나 토크 증배기를 “끄기”로 설정하십시오.
“기어 비율은 0보다 큰 유한값이어야 합니다.”	토크 증배기가 켜져 있지만 “기어비”가 비어 있거나 0 또는 음수입니다. 토크 증배기의 기어비를 입력하거나 토크 증배기를 “끄기”로 설정하십시오.
“이 작업을 수행할 권한이 없습니다.”	계정에 “편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정” 권한이 없습니다. 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(제15장 참조).
“토크 측정 설정을 저장하지 못했습니다.”(원인: N·m 기준으로 다시 확인할 때 목표 토크가 센서 용량의 10%~100%를 벗어남)	저장 중 두 번째 확인에 실패했습니다. 예를 들어 이 화면을 연 후 센서 사양이 변경된 경우입니다. 이 화면에 다시 들어와 새 사양에 맞는 값을 입력하십시오.
“토크 측정 설정을 저장하지 못했습니다.”(원인: 선택한 센서가 더 이상 없음)	이 화면을 연 후 센서가 삭제되었습니다. 이 화면에 다시 들어와 다른 센서를 선택하십시오.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"토크 측정 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 작업 설정 서비스를 일시적으로 사용할 수 없는 경우 등 그 밖의 저장 실패)	데이터를 기록할 수 없는 경우 등 다른 이유로 저장에 실패했습니다. 나중에 다시 시도하고, 그래도 실패하면 제16장을 참조하십시오.
"로그인해 주세요." / "세션이 만료되었습니다. 다시 로그인해 주세요."	로그인하지 않았거나 로그인 시간이 초과되었습니다. 예를 들어 계정 권한이 변경된 후 기존 로그인이 무효화된 경우입니다. 다시 로그인한 후(제3장 참조) 설정하십시오.

7.4 작업 예시

예시 작업 조건: 센서 사양 100 N·m, 목표 토크(각도 측정 시작) 20 N·m, 공차 ±10%, 목표 각도 15도, 부품마다 부품 번호 스캔.

설정 가능한 목표 토크 범위 = 100 × 10% ~ 100 × 100% = 10~100 N·m이므로 20 N·m는 범위 내입니다.

OK 범위 = 20 × (1 − 10%) ~ 20 × (1 + 10%) = 18.0~22.0 N·m. 저장 임계값: 각도 토크가 18.0 × 50% = 9.0 N·m보다 커야 합니다.

① "토크 측정 — 설정"에서 센서를 선택합니다. "목표 토크 (각도 측정 시작)"는 비어 있고, 필드 아래에 "설정 가능 범위 (10%–100%): 10 – 100 N·m"가 표시됩니다. 20을 입력합니다.

② 공차 기준은 "±"를 클릭하고, "토크 공차"에 10, "목표 각도"에 15를 입력하며, "부품 번호"는 비워 둡니다.

③ "설정 저장"을 클릭합니다. 작업 화면의 범위 막대에 토크 하한 "18.00 N·m", 목표 토크 "20.00 N·m", 토크 상한 "22.00 N·m"이 표시되고, "각도 토크"는 "--"입니다.

④ 부품 WP-2001을 스캔하고 토크를 가합니다. 토크가 20 N·m에 도달하면 각도가 0부터 누적되기 시작하고, 체결 부위가 15도를 넘게 회전하면 "각도 토크"에 21.40 N·m가 표시되고 범위 막대에 포인터가 나타납니다.

⑤ 공구를 놓습니다. 저장 후 판정 배너에 "OK"가 표시되고(각도 토크 18.0 ≤ 21.40 ≤ 22.0), OK = 1, 합계 = 1이 되며, "부품 번호"가 자동으로 지워집니다. 15도를 넘게 돌린 후 더 높은 값까지 토크를 계속 가하더라도 "각도 토크"와 판정은 모두 영향을 받지 않습니다(7.1.3절 참조).

⑥ 부품 WP-2002를 스캔합니다. 측정된 각도 토크는 23.10 N·m입니다. 공구를 놓으면 판정 배너에 "NOK"가 표시되고(상한 22.0 초과) 경고음이 두 번 울리며, "부품 번호"에는 WP-2002가 남아 있습니다.

⑦ 부품 WP-2003을 스캔합니다. 토크가 20 N·m에 도달한 후 12.0도만 돌리고 공구를 놓습니다. “각도 토크”는 “--”로 유지되고, 기록이 생성되지 않으며, 판정 상태는 “대기 중”으로 유지되고 통계도 바뀌지 않습니다. 다시 측정하십시오.

팁 작업 지침이 목표 토크보다 큰 값만 허용하는 경우(예: “20 N·m, +10%”) 공차 기준을 “+”로 변경합니다. OK 범위는 20.0~22.0 N·m가 되고, 저장 임계값은 20.0 × 50% = 10.0 N·m가 됩니다.

제8장 전동 공구

"전동 공구" 모드는 펄스식, 충격식, 클러치식 전동 공구의 체결 토크를 검사합니다. 공구가 체결할 때마다 시스템은 해당 체결의 최고 토크(피크)를 기록하고 목표 토크와 비교하여 OK 또는 NOK를 판정한 후 자동으로 기록을 저장합니다. 이 모드는 각도를 측정하지 않습니다.

헤더의 센서 정보, RF 연결, 결과 패널 및 범위 막대, 차트 대화 상자, 표시등 및 경고음, 단위, 작업 스테이션 및 부품 번호 등 모든 모드에 공통인 요소는 5.2절을 참조하십시오. 이 장에서는 전동 공구에만 해당하는 내용을 설명합니다.

8.1 모드 개요

8.1.1 공구 형식 선택

설정 화면의 "공구 형식"에는 "펄스", "충격", "클러치"의 세 가지 옵션이 있습니다. 세 형식 모두 최대 토크로 판정하며, 시스템이 읽는 토크 데이터와 "한 번의 체결"이 끝난 것으로 보는 시점이 다릅니다.

공구 형식	적합한 공구	판정 기준
펄스	유압식 펄스 렌치, 공압식 펄스 렌치 등 펄스 유닛으로 연속 타격하는 공구	이번 체결의 최대 토크. 센서의 펄스 토크 데이터를 읽으며, 측정값이 2회 연속 0으로 돌아와야 한 번의 체결이 끝남
충격	공압식 또는 전동식 임팩트 렌치(해머식)	이번 체결의 최대 토크. 센서의 충격 토크 데이터를 읽으며, 측정값이 2회 연속 0으로 돌아와야 한 번의 체결이 끝남
클러치	클러치식(토크에 도달하면 차단) 전동 또는 공압 스크루드라이버 및 렌치	이번 체결의 최대 토크. 센서의 펄스 토크 데이터를 읽으며, 측정값이 처음 0으로 돌아오면 바로 끝남

펄스 공구나 충격 공구는 두 번의 타격 사이에 측정값이 잠시 0으로 돌아올 수 있으므로 측정값이 2회 연속 0이 되어야 체결이 끝납니다. 클러치는 차단된 후 토크가 바로 사라지므로 측정값이 처음 0으로 돌아올 때 체결이 끝납니다.

> **팁** 실제로 사용하는 공구에 맞는 공구 형식을 선택하십시오. 잘못된 형식을 선택하면 시스템이 읽는 토크 데이터와 체결을 구분하는 방식이 모두 바뀌어 판정 결과가 틀릴 수 있습니다.

8.1.2 한 번의 체결 흐름

1. 측정값이 0보다 커지면 시스템이 새 체결을 시작합니다. 이전 결과가 지워지고 상태가 "대기 중"으로 돌아가며 현재 부품 번호가 기록됩니다. "작업 시간 알림"이 켜져 있으면 동시에 시간 측정이 시작됩니다(8.2.4절 참조).
2. 체결 중에는 "최종 토크"에 이번 체결에서 지금까지의 최고값이 표시되고 범위 막대의 포인터가 함께 움직이며, 펄스 공구와 충격 공구는 "펄스 수"도 갱신됩니다.
3. 측정값이 0으로 돌아오고 "공구 형식 선택"의 표에 있는 종료 조건을 충족하면 이번 체결이 끝납니다. 시스템은 피크로 OK 또는 NOK를 판정하고 기록 하나를 저장합니다.

체결 중에 0보다 큰 측정값이 있었으면 항상 기록이 생성됩니다. RF 연결이 끊어지면 진행 중인 체결은 폐기되고 기록이 생성되지 않습니다.

8.1.3 판정 규칙

최대 토크에는 이미 토크 계수가 적용되어 있습니다(제12장 참조). 판정 방법은 "공차 기준"에 따라 다릅니다.

- "+ -": 목표 토크 × (1 − 토크 공차 %) ≤ 피크 ≤ 목표 토크 × (1 + 토크 공차 %)이면 OK, 그 밖에는 NOK.
- "+": 목표 토크 ≤ 피크 ≤ 목표 토크 × (1 + 토크 공차 %)이면 OK, 그 밖에는 NOK.

작업 화면에 있는 범위 막대의 "토크 하한", "목표 토크", "토크 상한"도 같은 방법으로 계산합니다(5.2.5절 참조).

"작업 시간"은 판정에 사용하지 않으며 작업 시간 알림에만 사용합니다.

> **예시** 임팩트 렌치로 프레임 볼트를 체결합니다. 토크는 목표보다 높을 수만 있고 낮으면 안 됩니다.
> 센서 사양 500 N·m, "목표 토크" 300, "토크 단위" N·m, "공차 기준"은 "+", "토크 공차" 15.
> OK 범위: 300 ≤ 피크 ≤ 300 × 1.15 = 345.00 N·m. 범위 막대의 "토크 하한"과 "목표 토크"는 모두 300.0 N·m이고 "토크 상한"은 345.0 N·m입니다(100 이상의 토크 값은 소수점 이하 한 자리로 표시됨).
> 피크 312.40 N·m → OK, 피크 296.80 N·m → NOK(목표 미만), 피크 351.00 N·m → NOK(상한 초과).

8.1.4 화면의 토크 이름

이름	설명
최종 토크	결과 패널의 큰 값으로, 이번 체결에서 지금까지의 최고 측정값(피크)입니다. 체결 중에는 계속 상승하며, 체결이 끝난 후에도 다음 체결이 시작될 때까지 계속 표시됩니다. 기록에 저장되고 판정에 사용되는 "최종 토크"가 이 피크이며, 기록 상세 정보에서 볼 수 있습니다(제11장 참조).
목표 토크	설정 화면에서 입력한 값이며 판정의 중심값입니다. 작업 화면의 범위 막대에도 표시됩니다. 소수점 이하 최대 두 자리까지 표시되지만 데이터가 잘린다는 뜻은 아닙니다.

차트 대화 상자에서 "실시간 토크" 선은 각 샘플 지점의 토크이며, 큰 글자의 "최종 토크"는 그중 가장 높은 값입니다.

8.2 작업 화면

경로: 탐색 메뉴 → "회전식 센서" → "전동 공구".

현장에서 전동 공구를 검사할 때 이 화면을 사용합니다. 화면에 최종 토크와 범위 막대가 실시간으로 표시되며, 각 체결은 자동으로 판정되어 기록으로 저장되고 OK, NOK, 합계 수가 누적됩니다. 곡선은 차트 대화 상자에서 확인합니다.

이 화면에 들어가고 작업을 시작하며 결과를 저장하려면 "실행 · 작업" 권한이 필요합니다. 헤더의 "설정"에는 "보기 · 작업 설정" 권한이 필요하며, 이 권한이 없으면 표시되지 않습니다(5.2절 참조). "기록"을 클릭하려면 "보기 · 기록" 권한이 필요합니다. 기본적으로 A, B, C 세 역할 모두 이 권한이 있으며, 관리자가 사용자마다 조정할 수 있습니다(제15장 참조).

전동 공구 설정을 한 번도 저장하지 않았으면 "전동 공구"를 클릭할 때 설정 화면이 먼저 열리며(8.3절 참조), 저장한 후에만 이 화면에 들어갈 수 있습니다.

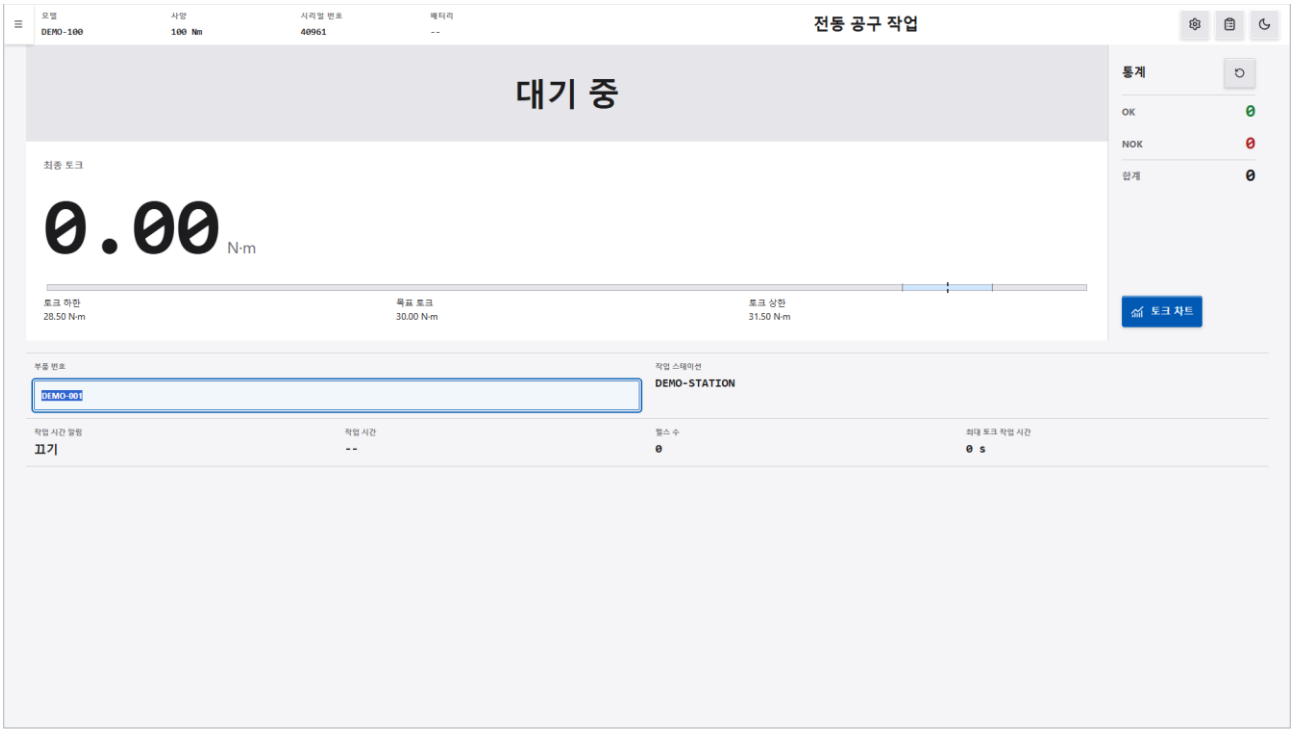


그림 8-1 전동 공구 작업 화면

8.2.1 화면 설명

영역/버튼	설명
헤더 왼쪽	현재 센서의 모델, 사양, 시리얼 번호, 배터리 잔량(5.2절 참조).
화면 제목	“전동 공구 작업”. 공구 형식이 클러치이면 “전동 공구-클러치 작업”. 작업 시간 알림이 나타나면 제목 아래에 노란색 배경의 “작업 시간 알림” 라벨이 추가됩니다(8.2.4절 참조).
“설정”(톱니바퀴 아이콘)	전동 공구 설정 화면으로 전환합니다(8.3절 참조). 이 화면을 벗어나면 작업이 중지되고 통계가 초기화됩니다.
“기록”(클립보드 아이콘)	전동 공구 기록이 선택된 기록 페이지를 엽니다(제11장 참조). “보기 · 기록” 권한이 없으면 클릭해도 아무 일도 일어나지 않습니다.
라이트 / 다크 모드 전환(달 아이콘)	화면 색상을 전환합니다.
판정 배너	아직 결과가 없으면 “대기 중”(회색 배경)이 표시됩니다. 판정 후에는 “OK”(녹색 배경) 또는 “NOK”(빨간색 배경)가 표시되며, 동시에 표시등과 경고음이 작동합니다(5.2절 참조).
“최종 토크”	이번 체결의 피크와 단위. 아래의 범위 막대에 “토크 하한”, “목표 토크”, “토크 상한”과 현재 측정값의 위치가 표시됩니다(5.2.5절 참조).

영역/버튼	설명
통계 패널(오른쪽)	제목 "통계"와 "OK", "NOK", "합계"의 세 카운터가 있으며, "합계" 위에 구분선이 있습니다. 제목 오른쪽에는 재설정 아이콘 버튼(↺, 텍스트 없음. 마우스를 올리면 "재설정"이 표시됨)이 있습니다. 이 버튼을 클릭하면 세 카운터가 0이 되며, 판정 결과, 최종 토크, 곡선, 배치 진행 상황은 바뀌지 않고 저장된 기록도 삭제되지 않습니다. 화면을 벗어났다가 돌아와도 0부터 다시 집계합니다.
"토크 차트"(통계 패널 아래쪽)	클릭하면 차트 대화 상자가 열립니다(아래 설명 참조).
파라미터 첫째 행	"부품 번호"(편집 가능)와 "작업 스테이션".
"배치 진행률"	배치 작업이 활성화된 경우에만 파라미터 첫째 행 아래에 별도의 행으로 표시됩니다. 완료된 OK 결과 수 / 배치 수량과 진행률 표시줄입니다.
파라미터 둘째 행	"작업 시간 알림", "작업 시간", 그리고 이번 체결의 측정 정보(공구 형식에 따라 "펄스 수", "최대 토크 작업 시간" 등, 8.2.2절 참조). 읽기 전용입니다. 목표 토크, 공차, 공구 형식은 작업 화면에 표시되지 않으므로, 확인하거나 변경하려면 "설정"을 클릭합니다.
오류 메시지	오류가 발생하면 파라미터 행 아래에 빨간색 텍스트로 표시됩니다.

이 화면에는 "시작" 또는 "중지" 버튼이 없습니다. 화면에 들어가면 작업이 자동으로 시작되고 화면을 벗어나면 자동으로 중지됩니다(5.2절 참조).

작업 화면에는 곡선이 표시되지 않습니다. 통계 패널 아래쪽의 차트 버튼을 클릭하면 차트 대화 상자에서 볼 수 있습니다. 범례, 평활 곡선 표시, 대화 상자를 닫는 방법, 참고 사항은 5.2.6절을 참조하십시오. 이 모드의 차트에는 토크 선만 있습니다("실시간 토크"와 상한·하한 및 목표 점선). 체결이 시작될 때마다 이전 곡선이 지워지고, 체결이 끝난 후에는 다음 체결까지 이번 체결의 곡선이 유지됩니다.

8.2.2 공구 형식별 표시 정보

항목	펄스, 충격	클러치
화면 제목	전동 공구 작업	전동 공구-클러치 작업
파라미터 둘째 행	"작업 시간 알림", "작업 시간", "펄스 수", "최대 토크 작업 시간"	"작업 시간 알림", "작업 시간", "감지 작업 시간", "목표 작업 시간"
"펄스 수"	이번 체결에서 센서가 보고한 최대 펄스 수	표시되지 않음
"최대 토크 작업 시간" / "감지 작업 시간"	"최대 토크 작업 시간": 체결 시작부터 최고 토크까지의 시간(초, 소수점 이하 최대 두 자리)	"감지 작업 시간": 체결 시작부터 최고 토크까지의 시간(ms)
"목표 작업 시간"	표시되지 않음	ms 단위. 참고용이며 판정에 사용하지 않음

"펄스 수", "최대 토크 작업 시간", "감지 작업 시간"은 다음 체결이 시작될 때까지 유지됩니다. 차트 버튼과 차트 대화 상자 제목은 세 가지 공구 형식 모두 "토크 차트"입니다. 작업 화면에는 공구 형식이 표시되지 않으며, 클러치는 페이지 제목으로 구분할 수 있습니다. 클러치 작업 화면은 그림 8-4를 참조하십시오.

8.2.3 필드

필드	설명	범위 및 기본값
부품 번호	이번 체결에 기록할 부품 번호이며, 직접 입력하거나 바코드 스캐너로 입력합니다. 화면에 들어가면 이 필드에 포커스가 놓이고 내용이 선택됩니다.	화면에 들어가면 설정 화면의 "부품 번호"가 입력됩니다. 여기에서 변경한 내용은 설정에 다시 저장되지 않습니다. 선택 사항: 체결이 시작될 때 필드가 비어 있으면 해당 기록의 부품 번호는 공란이 되며, 코드가 자동으로 입력되지 않습니다.
배치 진행률	완료된 OK 수 / 배치 수량. OK일 때만 증가합니다.	배치 수량에 도달하면 화면 가운데에 "배치 완료"가 약 1초 동안 녹색으로 깜박이고 진행률이 0으로 초기화됩니다. 배치 작업이 활성화되지 않았으면 표시되지 않습니다.
작업 시간 알림	설정의 "켜기" 또는 "끄기"를 표시합니다. 켜져 있으면 오른쪽의 "작업 시간"에 설정한 초 수가 표시되고, 체결 시간이 "작업 시간"에 가까워질 때 알림이 나타납니다(8.2.4절 참조). 꺼져 있으면 "작업 시간"에 "--"가 표시됩니다.	"작업 시간"이 0.5초보다 클 때만 적용됩니다.

부품 번호의 자동 지우기 규칙은 5.2.10절과 같습니다. 결과가 OK이고 체결 중에 번호가 변경되지 않았으면 자동으로 지워지고 다시 포커스가 놓입니다. 결과가 NOK이면 재작업을 위해 번호가 유지됩니다.

8.2.4 작업 시간 알림

설정의 "작업 시간 알림"이 "켜기"이면 체결이 "작업 시간"에 가까워질 때마다 시스템이 작업자에게 알립니다.

- 시간 측정은 이번 체결에서 0보다 큰 첫 측정값부터 시작됩니다. 측정값 0으로는 시간 측정이 시작되지 않습니다.
- 알림은 "작업 시간 – 0.5초"가 지나면 나타납니다. 예를 들어 "작업 시간"이 3초이면 체결이 시작되고 2.5초 후에 나타납니다. "작업 시간"이 0.5초 이하이면 알림이 표시되지 않습니다.

- 알림이 나타나면 창 전체 둘레에 호박색 테두리와 연한 노란색 오버레이가 나타나 헤더, 탐색 메뉴, 작업 영역에서 모두 보입니다. 동시에 헤더 제목 아래에 노란색 배경의 "작업 시간 알림" 라벨이 나타납니다.
- 테두리는 먼저 밝아졌다 어두워지기를 2회 반복한 후 계속 켜진 상태로 유지됩니다. Windows에서 애니메이션 효과를 끄도록 설정하면 처음부터 깜박이지 않고 계속 켜져 있습니다.
- 차트 대화 상자가 열려 있으면 호박색 테두리와 "작업 시간 알림" 라벨이 대신 차트 대화 상자에 표시됩니다.
- 알림은 시각적 신호일 뿐입니다. 마우스 클릭을 막지 않고, 커서가 "부품 번호"에서 벗어나지 않으며, OK/NOK 판정에 영향을 주지 않습니다.
- 이번 체결이 끝나면(측정값이 0으로 돌아오고 8.1.1절의 종료 조건을 충족) 알림이 사라지고, 다음 체결에서 시간 측정이 다시 시작됩니다. 알림 시간 전에 체결이 끝나면 알림이 나타나지 않습니다. RF 연결이 끊어지거나 작업 화면을 벗어나도 알림이 사라집니다.

8.2.5 작업 절차

1. 탐색 메뉴에서 "전동 공구"를 클릭합니다. 화면에 "불러오는 중..."이 표시된 후 작업 화면이 열리고 판정 배너에 "대기 중"이 표시됩니다.
2. 헤더의 센서 모델, 시리얼 번호, 배터리 잔량이 실제로 사용하는 센서와 일치하는지 확인합니다. 클러치 공구를 사용할 때는 페이지 제목이 "전동 공구-클러치 작업"이어야 합니다. 일치하지 않으면 "설정"을 클릭하여 변경합니다(8.3절 참조).
3. 범위 막대의 "토크 하한", "목표 토크", "토크 상한"이 작업 지침서와 일치하는지 확인합니다.
4. "부품 번호"에 부품 번호를 입력하거나 스캔합니다. 부품 번호를 기록할 필요가 없으면 비워 둘 수 있습니다.
5. 공구로 체결을 시작합니다. "최종 토크"가 상승하고 범위 막대의 포인터가 함께 움직이며, 펄스 공구와 충격 공구는 "펄스 수"가 증가합니다. 작업 시간 알림이 켜져 있으면 체결 시간이 "작업 시간"에 가까워질 때 호박색 테두리와 "작업 시간 알림" 라벨이 나타납니다(8.2.4절 참조).
6. 공구가 멈추고 측정값이 0으로 돌아오면 결과가 "OK" 또는 "NOK"로 바뀌고, 해당 카운터와 "합계"가 각각 1 증가합니다.
7. 배치 작업이 활성화되어 있으면 OK마다 "배치 진행률"이 1 증가하고, 배치 수량에 도달하면 화면 가운데에 "배치 완료"가 표시됩니다.

8. 곡선을 확인하려면 통계 패널 아래쪽의 "토크 차트"를 클릭합니다. 확인이 끝나면 Esc 키를 누르거나 "×"를 클릭하여 대화 상자를 닫은 다음 다음 부품을 스캔합니다.
9. 기록을 보려면 오른쪽 위의 "기록"을 클릭합니다(제11장 참조).

예시 펄스 렌치로 플랜지 볼트를 체결합니다. 목표 120 N·m ±8%, 플랜지당 볼트 8개(설정은 8.3절의 예시 참조).
부품 번호 FL-0001 스캔 → 1번 볼트 체결, 피크 118.60 N·m → "OK", 범위 막대의 포인터가 "토크 하한" 110.4 N·m와 "토크 상한" 129.6 N·m 사이에 있음, "배치 진행률" 1 / 8, 부품 번호 필드가 지워짐.
FL-0001 스캔 → 2번 볼트 체결, 피크 131.20 N·m → "NOK"(상한 129.60 초과), 진행률은 1 / 8로 유지되고 부품 번호도 유지됨.
OK가 될 때까지 2번 볼트를 다시 체결합니다. 볼트 8개가 모두 순서대로 OK가 되면 화면 가운데에 "배치 완료"가 표시되고 진행률이 0 / 8로 돌아갑니다.

팁 제품마다 추적해야 하면 체결하기 전에 매번 부품 번호를 입력하거나 스캔하십시오. 입력하지 않으면 기록의 부품 번호가 공란이 됩니다.

8.2.6 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"전동 공구 설정을 불러오지 못했습니다."	설정을 읽지 못했습니다. 메시지 옆에 "설정 다시 불러오기" 버튼이 표시되면 이 버튼을 클릭하여 설정을 다시 읽으십시오. 성공적으로 읽은 후에도 작업은 자동으로 시작되지 않으므로 화면의 "작업"을 클릭하십시오. 그래도 실패하면 탐색 메뉴에서 다시 들어오십시오. 그래도 실패하면 제16장을 참조하십시오.
"작업을 시작하지 못했습니다."	작업 시작에 실패했습니다. RF 수신기가 연결되어 있고 계정에 "실행 · 작업" 권한이 있는지 확인한 후 이 화면을 벗어났다가 다시 들어오십시오.
"找不到可用的 RF 接收器 COM 通訊埠。"(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 RF 수신기에 사용할 수 있는 COM 포트가 없음)	수신기가 연결되어 있지 않습니다. 시스템 설정에서 수신기를 다시 검색하십시오(제12장 참조).

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“找不到 RF 接收器，請確認已連接並保持通電。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 RF 수신기를 찾을 수 없으므로 연결되어 있고 전원이 켜져 있는지 확인하십시오)	수신기가 USB 포트에 꽂혀 있는지 확인하고, 해당 포트를 사용 중인 다른 프로그램을 닫으십시오.
“裝置回應逾時，請確認接收器連線是否穩定。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 장치 응답 시간이 초과되었으므로 수신기 연결이 안정적인지 확인하십시오)	센서가 켜져 있는지 확인한 후 수신기를 다시 검색하십시오.
“측정 결과를 저장하지 못했습니다.”(원인: 측정 서비스를 일시적으로 사용할 수 없는 경우 등 결과를 저장할 수 없음)	이번 결과가 저장되지 않아 기록이 생성되지 않았습니다. 다시 체결하고, 계속 발생하면 제16장을 참조하십시오.
“動力工具擷取需要大於 0 的峰值扭矩。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 전동 공구 수집에는 0보다 큰 최대 토크가 필요함)	수신된 피크가 0이었습니다. 다시 체결하고, 계속 발생하면 센서와 “공구 형식” 설정을 확인하십시오.
“不支援的扭矩單位。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 지원되지 않는 토크 단위)	설정의 토크 단위를 인식할 수 없습니다. 설정 화면을 열고 “토크 단위”를 다시 선택한 후 저장하십시오.
“이 작업을 수행할 권한이 없습니다.”	계정에 “실행 · 작업” 권한이 없어 결과를 기록할 수 없습니다. 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(제15장 참조).
“실시간 토크 모니터링을 사용할 수 없습니다.” 또는 “바이너리 실시간 데이터 형식이 올바르지 않습니다.”	화면이 올바른 실시간 데이터를 수신할 수 없습니다. 이 화면을 벗어났다가 다시 들어오고, 그래도 실패하면 프로그램을 다시 시작하고 수신기와 센서가 정상적으로 작동하는지 확인하십시오.

8.3 전동 공구 설정

경로: 탐색 메뉴 → “회전식 센서” → “전동 공구” → 오른쪽 위의 “설정”.

이 모드에서 사용하는 센서, 작업 스테이션, 목표 토크, 공차, 공구 형식, 작업 시간 알림, 배치를 설정합니다. 저장에 성공하면 알림음이 울리고 화면이 작업 화면으로 전환됩니다(8.2절 참조).

"편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한이 필요합니다. 권한이 없으면 화면을 열고 필드를 변경할 수는 있지만, 저장하면 "이 작업을 수행할 권한이 없습니다."가 표시되고 설정은 바뀌지 않습니다. 기본적으로 역할 A와 B에는 이 권한이 있고 역할 C에는 없습니다.

시작하기 전에 시스템 설정에서 사양이 0보다 큰 토크 센서를 하나 이상 페어링하십시오(제12장 참조). 새로 설치한 직후에는 센서 목록이 비어 있으며, 센서가 없으면 저장할 수 없습니다.

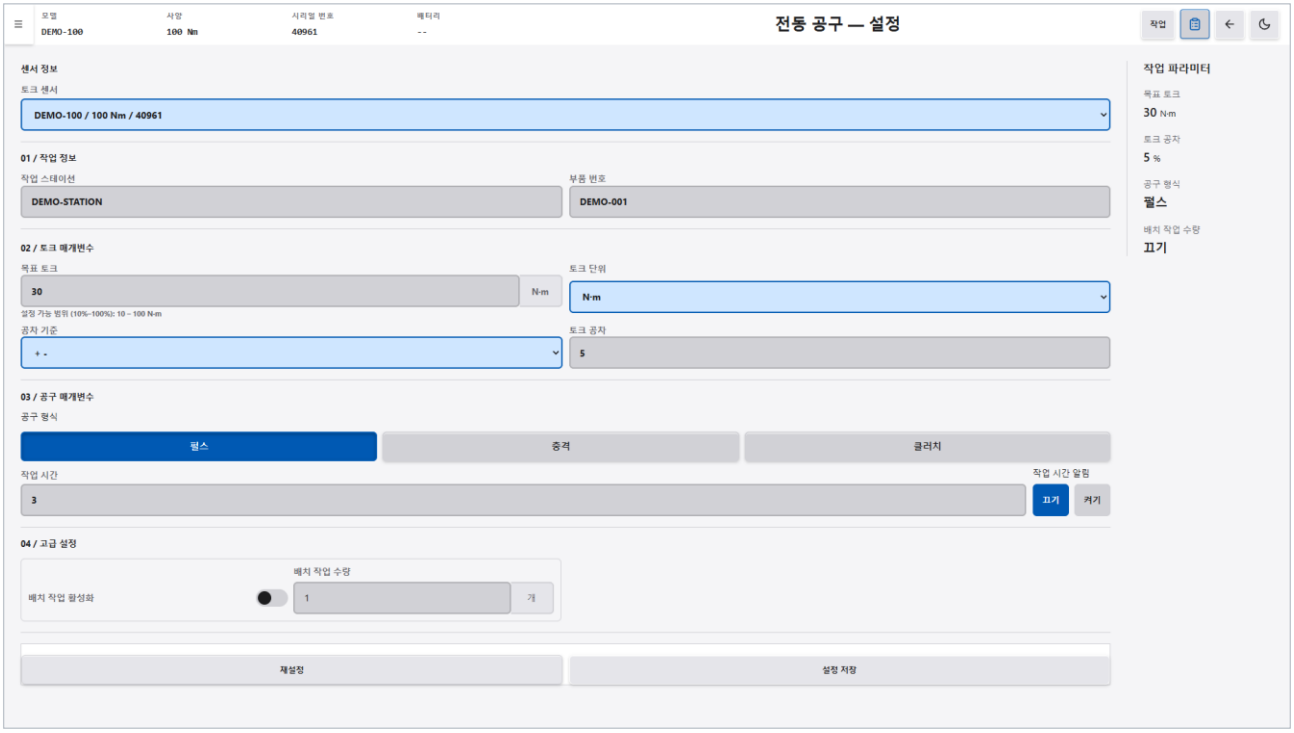


그림 8-2 전동 공구 설정 화면

8.3.1 화면 설명

영역/버튼	설명
헤더 왼쪽	현재 선택한 센서의 모델, 사양, 시리얼 번호, 배터리 잔량이며, 다른 센서를 선택하면 갱신됩니다.
"작업"(오른쪽 위)	확인하고 저장한 후 성공하면 작업 화면으로 전환합니다. "설정 저장"과 같습니다.
"기록"(클립보드 아이콘)	전동 공구 기록이 선택된 기록 페이지를 엽니다. 저장하지 않은 변경 사항은 버려집니다.
"뒤로"(← 아이콘)	확인하고 저장한 후 성공하면 작업 화면으로 전환합니다. "변경 사항 버리기"라는 뜻이 아닙니다(5.2절 참조).
센서 정보	"토크 센서" 드롭다운 목록이며, 옵션은 "모델 / 사양 Nm / 시리얼 번호" 형식으로 표시됩니다.
01 / 작업 정보	"작업 스테이션", "부품 번호". 둘 다 선택 사항입니다.

영역/버튼	설명
02 / 토크 매개변수	"목표 토크", "토크 단위", "공차 기준", "토크 공차".
03 / 공구 매개변수	"공구 형식"의 세 버튼 "펄스", "충격", "클러치"이며, 배경이 파란색인 것이 현재 선택입니다. "펄스" 또는 "충격"을 선택하면 아래에 "작업 시간"과 "작업 시간 알림"이 표시되고, "클러치"를 선택하면 이 두 항목이 숨겨집니다(8.4절 참조).
04 / 고급 설정	"배치 작업 활성화" 스위치와 "배치 작업 수량"(개).
작업 파라미터(오른쪽)	저장하지 않은 "목표 토크", "토크 공차", "공구 형식", "배치 작업 수량"을 화면에 실시간으로 표시합니다. 빈 필드에는 "--"가 표시되고, 배치 작업이 활성화되지 않았으면 "배치 작업 수량"에 "끄기"가 표시됩니다.
"재설정"	모든 필드를 빈 초기값으로 지웁니다(아래 참고 참조). 저장하지 않으며, 마지막으로 저장된 값을 복원하지도 않습니다.
"설정 저장"	확인하고 저장합니다. 성공하면 알림음이 울리고 작업 화면으로 전환되며, 실패하면 이 화면에 그대로 남고 오류가 빨간색으로 표시됩니다.

설정을 불러오는 동안에는 모든 필드와 버튼이 일시적으로 비활성화되고, 오른쪽 요약에 "--"가 표시됩니다.

8.3.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
토크 센서	이 모드에서 사용하는 센서입니다. 다른 센서를 선택하면 "목표 토크"가 지워지므로 다시 입력해야 합니다.	필수. 페어링된 센서만 나열되며, 선택하지 않으면 "페어링된 토크 센서 선택"이 표시됩니다.
작업 스테이션	작업 화면과 기록에 표시되는 작업 스테이션 이름입니다.	선택 사항. 비워 두면 기록의 작업 스테이션이 공란이 되며, 코드가 자동으로 입력되지 않습니다. 앞뒤 공백은 제거됩니다. 처음 설정할 때는 비어 있습니다.
부품 번호	작업 화면 "부품 번호" 필드의 초기값입니다.	선택 사항. 비워 두면 작업 화면에서 부품마다 부품 번호를 입력할 수 있습니다. 처음 설정할 때는 비어 있습니다.

필드	설명	범위 및 기본값
목표 토크	판정의 중심값이며, "토크 단위"에서 설정한 단위를 사용합니다. 센서를 선택하면 필드 아래에 "설정 가능 범위 (10%–100%): 하한 – 상한 단위"가 표시됩니다.	필수. 선택한 센서 사양의 10%~100%(현재 단위로 환산). 처음 설정할 때는 비어 있습니다. 소수점 이하 최대 두 자리까지 표시됩니다.
토크 단위	토크를 입력하고 표시하는 단위입니다. 전환하면 목표 토크가 자동으로 환산됩니다.	kgf·cm, kgf·m, N·m, ozf·in, lbf·in, lbf·ft. 처음 설정할 때는 N·m.
공차 기준	"+ -": 위아래 대칭, "+": 목표보다 큰 값만 허용. 판정 방법은 8.1절을 참조하십시오.	처음 설정할 때는 "+ -".
토크 공차	허용 편차를 백분율로 나타냅니다.	필수. 0 이상, 소수 허용. 처음 설정할 때는 10. 0을 입력하면 피크가 목표와 정확히 같아야 OK로 판정됩니다.
공구 형식	실제로 사용하는 공구의 형식이며, 선택 방법은 8.1절을 참조하십시오.	"펄스", "충격", "클러치". 처음 설정할 때는 "펄스".
작업 시간	작업 시간 알림의 기준 시간이며 단위는 초입니다(설정 화면에는 단위가 표시되지 않으며, 작업 화면의 파라미터 행에는 "s"로 표시됨). 판정에는 사용하지 않습니다.	공구 형식이 펄스 또는 충격이면 필수. 0 이상, 소수점 이하 최대 3자리. 처음 설정할 때는 3.
작업 시간 알림	체결 시간이 "작업 시간"에 가까워질 때 작업 화면에 작업 시간 알림을 표시할지 여부입니다(8.2.4절 참조).	"끄기", "켜기". 처음 설정할 때는 "끄기". "작업 시간"이 0.5초보다 클 때만 적용됩니다.
배치 작업 활성화	켜면 작업 화면에서 배치 진행률을 집계합니다.	처음 설정할 때는 끄기.
배치 작업 수량	배치당 완료할 OK 수량입니다.	배치 작업이 활성화된 경우 필수. 0보다 큰 정수. 처음 설정할 때는 1. 배치 작업이 활성화되지 않았으면 비워 둘 수 있으며(1로 저장), 입력하는 경우에도 양의 정수여야 합니다.

> **참고** "재설정"은 센서를 선택되지 않은 상태로 하고, 작업 스테이션과 부품 번호를 지우고, 목표 토크와 토크 공차를 지우고, 단위를 N·m, 공차 기준을 "+ -", 공구 형식을 "펄스"로 되돌리고, 작업 시간을 지우고, 작업 시간 알림을 끄고, 배치를 끄고 배치 작업 수량을 지웁니다. 재설정한 후에는 필드를 다시 입력해야 저장할 수 있습니다. 변경 사항을 유지하지 않으려면 대신 탐색 메뉴로 이 화면을 벗어나십시오. 저장된 설정은 바뀌지 않습니다.

8.3.3 작업 절차

1. 전동 공구 작업 화면에서 오른쪽 위의 "설정"을 클릭합니다. 처음 사용할 때는 탐색 메뉴에서 "전동 공구"를 클릭하면 이 화면이 바로 열립니다.
2. "토크 센서"에서 사용할 센서를 선택합니다. 헤더 정보가 갱신되고 "목표 토크"는 비워지며 필드 아래에 설정 가능 범위가 표시됩니다.
3. 필요하면 "작업 스테이션"과 "부품 번호"를 입력합니다. 두 필드 모두 비워 둘 수 있습니다. 작업 화면에서 부품마다 부품 번호를 스캔하려면 "부품 번호"를 비워 두십시오.
4. "토크 단위"를 선택하고 "목표 토크"를 입력한 후 센서 사양의 10%~100% 이내인지 확인합니다.
5. "공차 기준"을 선택하고 "토크 공차"에 백분율을 입력합니다.
6. "공구 형식"에서 실제 공구의 형식을 클릭합니다. "펄스" 또는 "충격"을 선택하면 "작업 시간"을 입력하고 "작업 시간 알림"을 선택합니다. "클러치"는 8.4절을 참조하십시오.
7. 필요하면 "배치 작업 활성화"를 켜고 "배치 작업 수량"을 입력합니다.
8. 오른쪽의 "작업 파라미터"를 확인합니다.
9. "설정 저장"을 클릭합니다. 성공하면 알림음이 울리고 작업 화면으로 전환되며, 범위 막대에 새 설정이 반영됩니다. 실패하면 빨간색 메시지에 따라 입력 내용을 수정하고 다시 클릭합니다.

저장한 후에는 다음에 "전동 공구"를 클릭하면 작업 화면이 바로 열립니다. 기존 기록은 영향을 받지 않으며 생성될 때 적용된 설정을 유지합니다.

예시 공압식 펄스 렌치로 플랜지 볼트를 체결합니다. 목표 120 N·m ±8%, 플랜지당 볼트 8개이며, 체결 시간이 2.5초를 넘으면 작업자에게 알려야 합니다.

① “토크 센서”에서 사양 200 N·m의 센서를 선택합니다(목표 토크는 20.00~200.00 N·m 범위에서 입력 가능).

② “작업 스테이션”에 LINE-A-03을 입력하고 “부품 번호”는 비워 둡니다(작업 중에 스캔).

③ “토크 단위”에서 N·m를 선택하고, “목표 토크”에 120을 입력하고, “공차 기준”에서 “+ -”를 선택한 후 “토크 공차”에 8을 입력합니다.

④ OK 범위: 하한 120 × (1 − 0.08) = 110.40 N·m, 상한 120 × (1 + 0.08) = 129.60 N·m.

⑤ “공구 형식”에서 “펄스”를 클릭하고, “작업 시간”에 2.5를 입력한 후 “작업 시간 알림”에서 “켜기”를 선택합니다. 각 체결이 시작되고 2.5 − 0.5 = 2.0초 후부터 이번 체결이 끝날 때까지 창에 호박색 테두리와 “작업 시간 알림” 라벨이 나타납니다.

⑥ “배치 작업 활성화”를 켜고 “배치 작업 수량”에 8을 입력합니다.

⑦ 오른쪽의 “작업 파라미터”에 목표 토크 120 N·m, 토크 공차 8%, 공구 형식 “펄스”, 배치 작업 수량 8이 표시됩니다. “설정 저장”을 클릭하여 작업 화면으로 들어갑니다(작업 과정은 8.2절의 예시 참조).

8.3.4 오류 메시지

화면에는 한 번에 첫 번째로 실패한 확인만 다음 순서로 표시됩니다. 토크 단위 → 센서 → 목표 토크 → 토크 공차 → 작업 시간 → 배치 작업 수량. “작업 스테이션”과 “부품 번호”를 비워 두어도 오류가 발생하지 않습니다.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“전동 공구 설정을 불러오지 못했습니다.”	설정을 읽지 못했습니다. 이 경우 화면에는 현재 설정이 아니라 빈 초기값이 표시되므로 바로 저장하지 마십시오. 화면을 벗어났다가 다시 들어오고, 그래도 실패하면 권한을 확인하거나 제16장을 참조하십시오.
“페어링된 토크 센서 목록을 불러오지 못했습니다.”	센서 목록을 읽지 못했습니다. 화면을 벗어났다가 다시 들어오고 계정 권한을 확인하십시오.
“지원되지 않는 토크 단위: (단위)”	설정의 토크 단위를 인식할 수 없어 단위를 전환할 수 없습니다. “재설정”을 클릭하여 단위를 N·m로 되돌리고, 모든 필드를 다시 입력한 후 저장하십시오.
“토크 센서를 선택하십시오.”	센서를 선택하지 않았습니다. 페어링된 센서를 선택하십시오.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“유효한 용량의 토크 센서를 선택하십시오.”	선택한 센서가 더 이상 목록에 없거나 사양이 없습니다. 다른 센서를 선택하거나 시스템 설정에서 사양을 추가하십시오(제12장 참조).
“목표 토크는 선택한 센서 용량의 10%~100%(최솟값~최댓값 단위) 범위여야 합니다.”	목표 토크가 비어 있거나 범위를 벗어났습니다. 메시지에 표시된 범위 내의 값을 입력하십시오. 시스템이 자동으로 수정하지 않습니다.
“허용 오차 범위는 0 이상이어야 합니다.”	토크 공차가 비어 있거나 음수입니다. 0 이상의 값을 입력하십시오.
“작업 시간은 0 이상이어야 합니다.”	공구 형식이 펄스 또는 충격이고 작업 시간이 비어 있거나 음수입니다. 0 이상의 초 단위 값을 입력하십시오.
“배치 수량은 0보다 큰 정수여야 합니다.”	배치 작업 수량이 0이거나 음수이거나 소수입니다. 양의 정수를 입력하십시오. 배치 작업이 활성화되지 않았으면 비워도 됩니다.
“이 작업을 수행할 권한이 없습니다.”	계정에 “편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정” 권한이 없습니다. 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(제15장 참조).
“전동 공구 설정을 저장하지 못했습니다.”(원인: N·m 기준으로 다시 확인할 때 목표 토크가 센서 용량의 10%~100%를 벗어남)	이 화면을 연 후 센서 사양이 변경되었습니다. 이 화면에 다시 들어와 새 사양에 맞는 값을 입력하십시오.
“전동 공구 설정을 저장하지 못했습니다.”(원인: 선택한 센서가 더 이상 없음)	이 화면을 연 후 센서가 삭제되었습니다. 이 화면에 다시 들어와 다른 센서를 선택하십시오.
“전동 공구 설정을 저장하지 못했습니다.”(원인: 작업 설정 서비스를 일시적으로 사용할 수 없는 경우 등 그 밖의 저장 실패)	저장에 실패했습니다. 나중에 다시 시도하고, 그래도 실패하면 제16장을 참조하십시오.
“로그인해 주세요.” 또는 “세션이 만료되었습니다. 다시 로그인해 주세요.”	로그인하지 않았거나, 로그인 시간이 초과되었거나, 계정 권한이 변경되었습니다. 다시 로그인한 후(제3장 참조) 설정하십시오.

8.4 클러치 설정

경로: 탐색 메뉴 → "회전식 센서" → "전동 공구" → 오른쪽 위의 "설정" → "03 / 공구 매개변수"의 "공구 형식"에서 "클러치" 클릭.

클러치 설정은 8.3절과 같은 설정 화면에 있습니다. 이 절에서는 "클러치"를 선택한 후의 차이점만 설명하며, 여기에서 언급하지 않은 필드, 버튼, 권한, 오류 메시지는 8.3절과 같습니다.

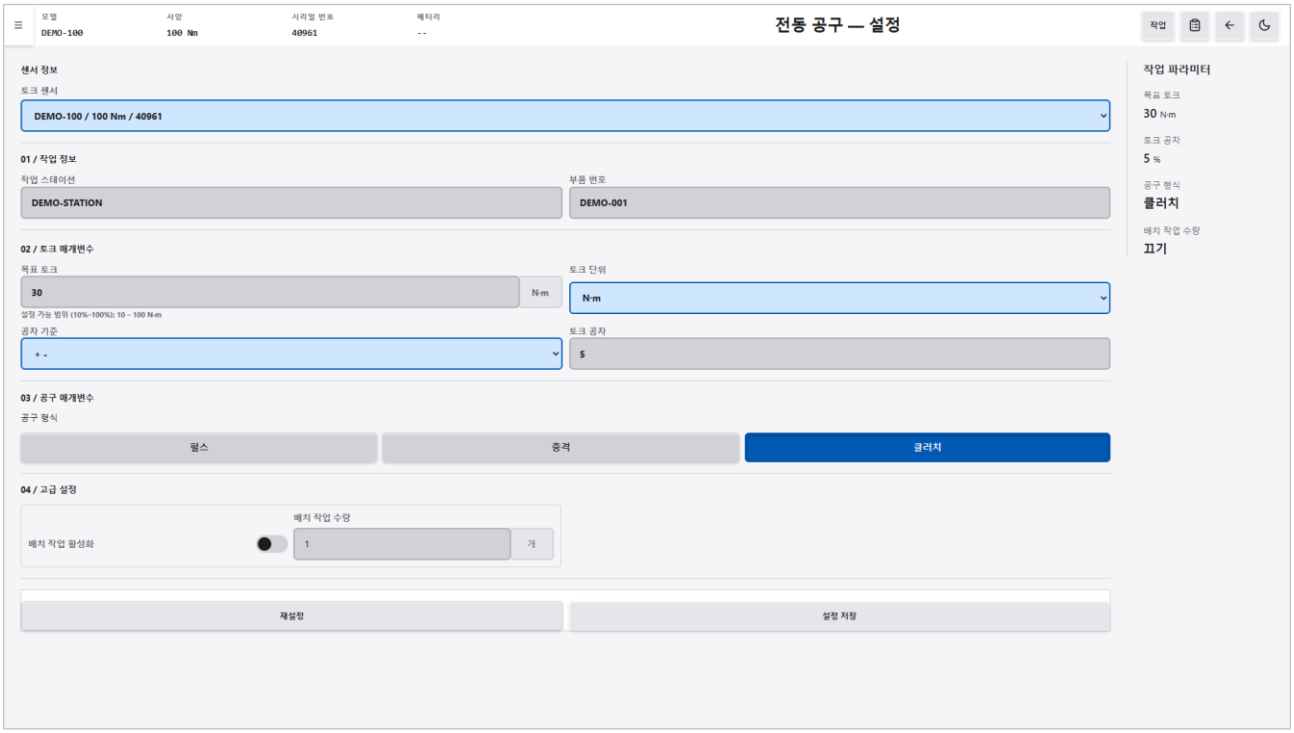


그림 8-3 전동 공구 설정 화면(클러치)

8.4.1 설정 화면의 차이점

영역/필드	"클러치" 선택 후
03 / 공구 매개변수	"공구 형식"의 세 버튼만 표시되며 "클러치"의 배경이 파란색입니다. "작업 시간"과 "작업 시간 알림"은 숨겨집니다.
작업 파라미터	"공구 형식"에 "클러치"가 표시됩니다.
작업 시간(숨김)	저장할 때 확인하지 않습니다. 기존 값은 유지되며, 비어 있었으면 0으로 저장됩니다.
작업 시간 알림(숨김)	전환하기 전의 선택을 유지합니다. 전환하기 전에 "켜기"였으면 클러치 작업 화면에서도 작업 시간 알림이 나타납니다(8.2.4절 참조).

> **참고** 클러치 작업 중에 작업 시간 알림이 필요하지 않으면 먼저 "펄스"를 클릭하고 "작업 시간 알림"을 "끄기"로 설정한 다음 "클러치"를 클릭하고 저장하십시오.

8.4.2 클러치 작업 화면

저장한 후 작업 화면 제목이 "전동 공구-클러치 작업"으로 바뀝니다.

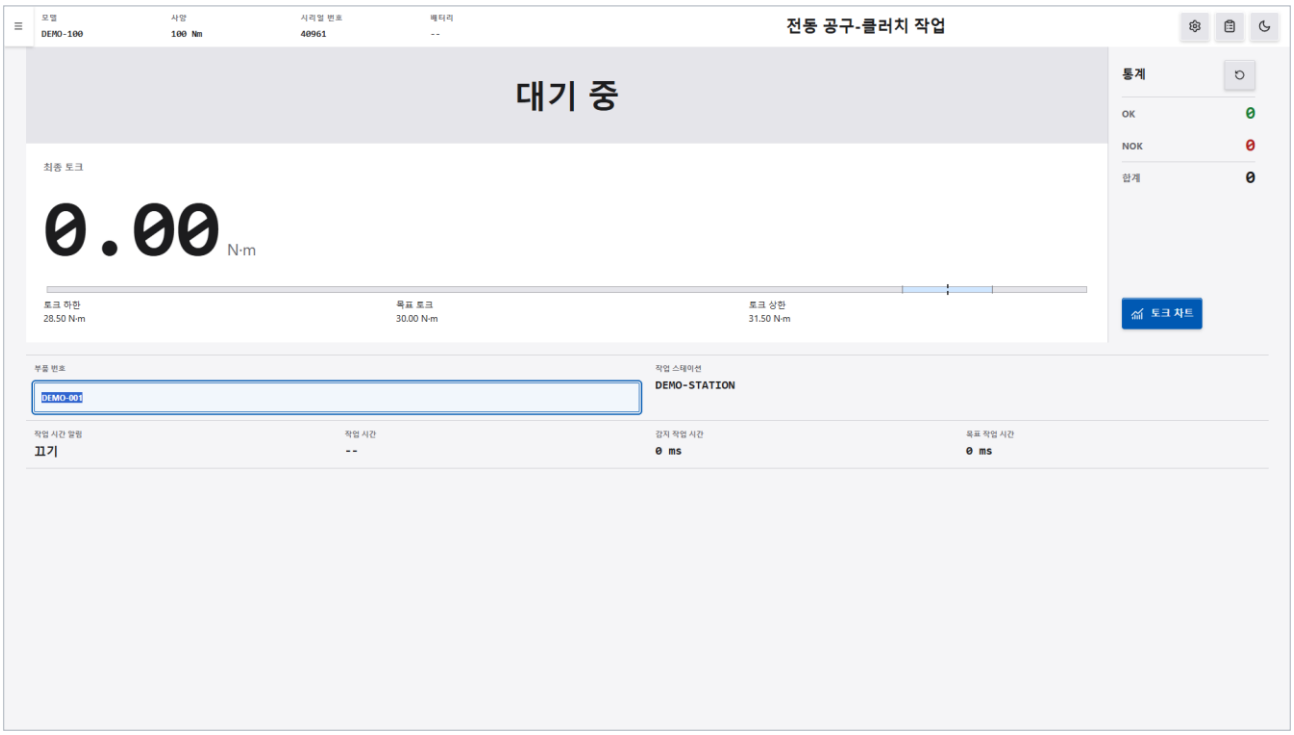


그림 8-4 전동 공구-클러치 작업 화면

펄스 공구 및 충격 공구와 비교하면 클러치 작업 화면은 다음과 같이 다릅니다(전체 비교는 8.2절 참조).

- 측정값이 처음 0으로 돌아오면 바로 체결이 끝나고 판정되므로, 클러치가 차단된 직후에 결과가 표시됩니다.
- 파라미터 둘째 행에는 "감지 작업 시간"(ms)이 표시되며, "펄스 수"와 "최대 토크 작업 시간"은 표시되지 않습니다.
- 파라미터 행 끝에 "목표 작업 시간"(ms)이 추가로 표시됩니다. 참고용이며 판정에 사용하지 않고 설정 화면에서 변경할 수 없습니다. "작업 시간 알림"은 파라미터 행에 그대로 남아 전환하기 전에 유지된 선택을 표시합니다(8.4.1절 참조). "켜기"이면 "작업 시간"에 유지된 초 수가 표시되고, "끄기"이면 "--"가 표시됩니다.
- 판정 규칙은 펄스 공구 및 충격 공구와 같습니다. 최대 토크만 목표 토크와 비교합니다(8.1절 참조). "최종 토크"와 범위 막대도 같은 방식으로 표시됩니다.

8.4.3 작업 절차

1. 전동 공구 설정 화면을 엽니다(8.3절 참조).
2. 작업 시간 알림이 필요하지 않으면 먼저 “펄스”를 클릭하고 “작업 시간 알림”이 “끄기”인지 확인합니다.
3. “클러치”를 클릭합니다. “작업 시간”과 “작업 시간 알림”이 숨겨지고 오른쪽의 “공구 형식”이 “클러치”로 바뀝니다.
4. 8.3절의 설명에 따라 센서, 목표 토크, 공차 기준, 토크 공차, 배치를 확인하고, 필요하면 작업 스테이션을 입력합니다.
5. “설정 저장”을 클릭합니다. 성공하면 화면이 “전동 공구-클러치 작업”으로 전환됩니다.
6. 부품 번호를 입력하고 체결을 시작합니다. 클러치가 차단되고 측정값이 0으로 돌아오면 즉시 “OK” 또는 “NOK”가 표시됩니다.
7. 오른쪽 위의 “기록”을 클릭하여 클러치 기록을 확인합니다(제11장 참조).

예시 클러치식 전동 스크루드라이버로 제어함의 패널 나사를 체결합니다. 목표 4.5 N·m ±10%.

① “토크 센서”에서 사양 10 N·m의 센서를 선택합니다(목표 토크는 1.00~10.00 N·m 범위에서 입력 가능).

② “작업 스테이션”에 BOX-02를 입력하고, “토크 단위”에서 N·m를 선택하고, “목표 토크”에 4.5를 입력하고, “공차 기준”에서 “+ -”를 선택한 후 “토크 공차”에 10을 입력합니다.

③ OK 범위: 4.5 × 0.9 = 4.05 N·m ~ 4.5 × 1.1 = 4.95 N·m.

④ 먼저 “펄스”를 클릭하고 “작업 시간 알림”이 “끄기”인지 확인한 다음 “클러치”를 클릭하고 “설정 저장”을 클릭합니다.

⑤ 작업 화면 제목에 “전동 공구-클러치 작업”이 표시됩니다. 스크루드라이버가 피크 4.62 N·m에서 차단됨 → “OK”, “감지 작업 시간”에 시작부터 최고 토크까지의 밀리초가 표시됩니다.

⑥ 다음 나사는 피크 3.98 N·m → “NOK”(하한 4.05 미만). 스크루드라이버의 클러치 설정을 확인하고 다시 체결합니다.

8.4.4 오류 메시지

오류 메시지와 해결 방법은 8.2절(작업 화면)과 8.3절(설정 화면)을 참조하십시오. 클러치에만 해당하는 상황은 다음과 같습니다.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
오류 메시지는 없지만 체결 중에 클러치 작업 화면에 호박색 테두리와 "작업 시간 알림" 라벨이 나타남	클러치로 전환하기 전에 "작업 시간 알림"이 "켜기"였습니다. 설정을 열고 먼저 "펄스"를 클릭하여 "작업 시간 알림"을 "끄기"로 변경한 다음 "클러치"를 클릭하고 저장하십시오.
메시지는 없지만 한 번의 체결에서 기록이 여러 개 생성됨	실제 공구는 연속 타격하는 펄스 공구나 충격 공구인데 공구 형식이 "클러치"로 설정되어 있을 수 있습니다. 올바른 공구 형식을 선택하고 저장하십시오.

제9장 배치 작업

배치 작업은 여러 체결 단계를 반복 가능한 하나의 절차로 연결합니다. 각 단계에는 자체 센서, 작업 모드, 목표값, OK 수가 있으며, 작업자는 하나의 작업 화면에서 모든 단계를 순서대로 완료합니다. 예를 들어 휠 허브 볼트의 경우 토크 렌치로 볼트 5개를 예비 체결하고, 토크 & 각도로 볼트 5개를 체결한 후, 마지막으로 볼트 5개를 재검사합니다. 이를 3단계로 구성된 하나의 배치로 설정할 수 있습니다.

결과 패널, 범위 막대, 차트 대화 상자, RF 연결, 배터리 잔량, 표시등, 센서 선택, 단위 등 모든 모드에 공통인 요소는 5.2절을 참조하십시오. 이 장에서는 배치 작업에만 해당하는 내용을 설명합니다.

9.1 모드 개요

9.1.1 배치, 단계, 그룹 및 범주

이름	설명
배치	여러 단계를 순서대로 실행하는 실행 가능한 절차입니다. 각 배치에는 시스템이 할당하는 ID(“Pset ID”, 001~999)와 사용자가 입력하는 “배치 번호”, “배치 이름”, “배치 완료 후” 동작이 있습니다.
단계	배치 안의 체결 작업 하나입니다. 각 단계에는 자체 작업 모드, 토크 센서, 목표값, 공차, “배치 수량”(이 단계에 필요한 OK 결과 수)이 있습니다.
배치 그룹	배치의 상위 분류이며, 예를 들어 생산 라인이나 차종별로 나눕니다. 모든 배치는 반드시 하나의 그룹에 속해야 합니다. 그룹에는 “그룹 번호”, “그룹 코드”, “그룹 이름”이 있습니다.
배치 범주	선택적인 분류 태그이며, 예를 들어 제품 라인이나 공정별로 나눕니다. 범주는 측정이나 판정에 영향을 주지 않으며 분류와 조회에만 사용합니다.

그룹과 범주는 배치 설정 화면에서 바로 추가하거나(9.5절 참조) “배치 그룹 관리” 화면에서 한꺼번에 관리할 수 있습니다(9.6절 참조).

9.1.2 지원하는 단계 유형

단계 유형	판정	작업 화면의 추가 값
토크 렌치	이번 체결의 최대 토크가 목표 토크의 공차 이내인지 여부	없음
토크 & 각도	제어 모드 "각도": 토크가 착좌 토크에 도달하고 최종 각도가 각도 조건을 충족하는지 여부. 제어 모드 "토크": 최대 토크가 공차 이내인지 여부	최종 각도
전동 공구	이번 체결의 최대 토크가 공차 이내인지 여부	충격, 펄스: 펄스 수. 클러치: 감지 작업 시간
토크 측정	목표 각도에 도달한 순간의 토크(각도 토크)가 공차 이내인지 여부	각도 토크, 실시간 각도, 최종 각도

각 유형의 필드와 설정은 9.4절을 참조하십시오.

9.1.3 배치 진행 방식

1. 작업 화면을 열면 시스템이 아직 완료되지 않은 첫 번째 단계를 찾아 해당 단계의 센서와 설정으로 작업을 자동으로 시작합니다.
2. 체결할 때마다(토크가 0에서 상승했다가 0으로 돌아옴) 기록이 하나 생성되고 OK 또는 NOK로 판정됩니다.
3. OK: 현재 단계의 OK 수가 1 증가합니다. 단계의 "배치 수량"에 도달하면 화면이 다음 단계로 자동 전환됩니다.
4. NOK: 기록은 저장되고 NOK 수가 1 증가하지만 단계는 진행되지 않습니다. OK가 나올 때까지 다시 체결하십시오.
5. 모든 단계가 완료되면 "배치 완료 후" 설정에 따라 배치가 다음 회차를 위해 다시 시작되거나, 중지되고 설정 화면으로 돌아갑니다(9.2절 참조).

각 체결 후 모든 단계의 OK 수와 NOK 수가 즉시 저장됩니다. 작업 화면을 벗어났다가 돌아오면 같은 단계부터 계속합니다(9.2절의 "중단 및 재개" 참조).

> **참고** 배치 작업은 REHIT(반복 체결)를 판정하지 않습니다.

9.2 배치 작업 화면

경로: 탐색 메뉴 → “회전식 센서” → “배치 작업”.

배치의 모든 단계를 하나의 화면에서 순서대로 실행하고, 현재 단계, 진행률, 판정 결과를 실시간으로 표시하며, 곡선과 체결 중의 토크는 차트 대화 상자에서 확인합니다. 배치를 아직 설정하지 않았으면 “배치 작업”을 클릭할 때 설정 화면이 먼저 열립니다(9.3절 참조).

작업 화면을 열려면 “실행 · 작업” 권한이 필요합니다. 오른쪽 위의 “설정” 버튼에는 “보기 · 작업 설정” 권한이 필요하며, 이 권한이 없으면 표시되지 않습니다. “기록” 버튼에는 “보기 · 기록” 권한이 필요합니다. 기본적으로 A, B, C 세 역할 모두 이 권한이 있으며, 관리자가 사용자마다 조정할 수 있습니다(제15장 참조). “실행 · 작업” 권한은 있지만 “보기 · 작업 설정” 권한이 없는 계정에서는 설정이 완료된 배치가 하나도 없으면 화면에 “배치 작업 데이터를 불러올 수 없습니다.”가 “설정 다시 불러오기” 버튼 없이 표시됩니다. “보기 · 작업 설정” 권한은 있지만 “실행 · 작업” 권한이 없는 계정에서는 “배치 작업”을 클릭하면 설정 화면만 열립니다.

시작하기 전에 모든 단계의 센서가 페어링되어 있고 켜져 있는지, RF 수신기가 연결되어 있는지 확인하십시오(제12장 참조). RF가 연결되지 않은 동안에는 실시간 값이 갱신되지 않고 기록도 생성되지 않습니다.

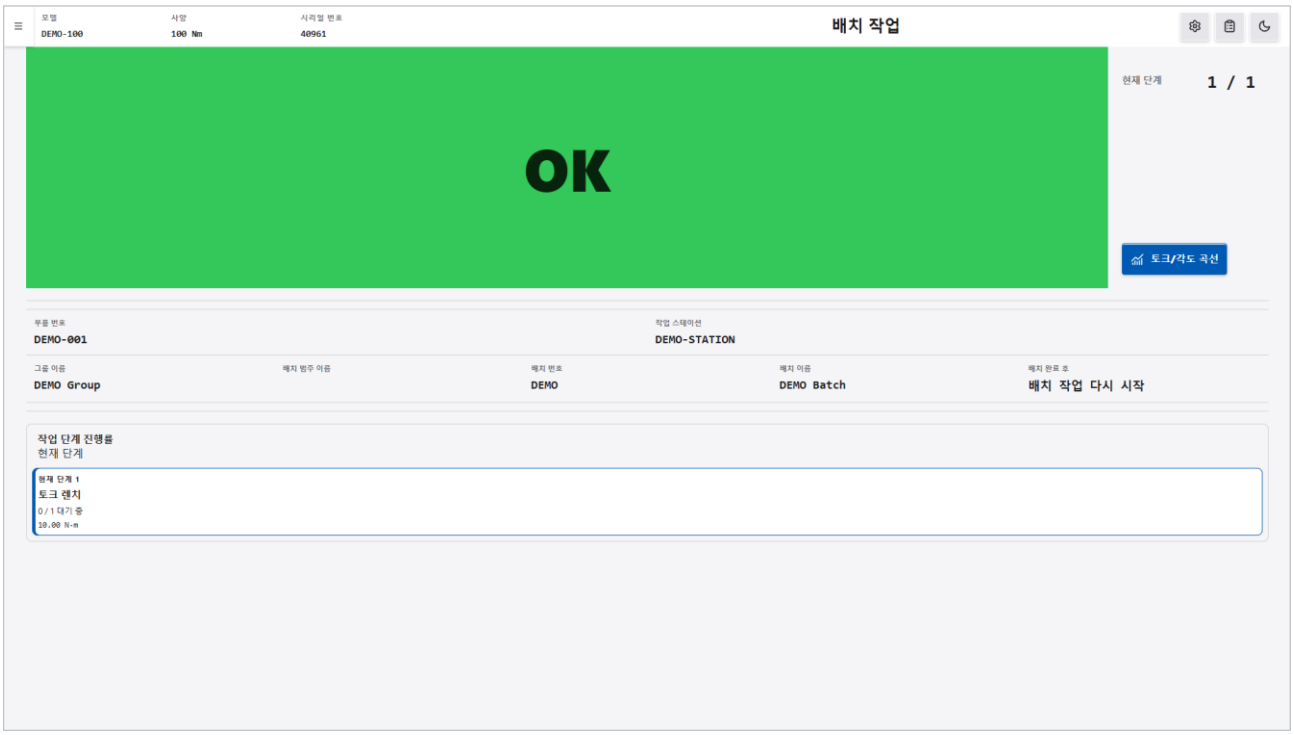


그림 9-1 배치 작업 화면

9.2.1 화면 구성

영역/버튼	설명
헤더	왼쪽에는 현재 단계에서 사용하는 센서의 "모델", "사양", "시리얼 번호"가 표시되며(배터리 잔량은 표시되지 않음), 단계가 바뀌면 함께 바뀝니다. 가운데에는 페이지 제목 "배치 작업"이 표시됩니다.
"설정"(톱니바퀴 아이콘)	배치 설정 화면으로 전환합니다(9.3절 참조). 이 화면을 벗어나면 작업이 중지되며, 토크가 0으로 돌아오지 않은 체결은 기록되지 않습니다. 계정에 "보기 · 작업 설정" 권한이 없으면 이 버튼은 표시되지 않습니다.
"기록"(목록 아이콘)	배치 작업 기록이 선택된 기록 페이지를 엽니다(제11장 참조). 이 화면을 벗어나면 작업이 중지됩니다.
라이트/다크 모드 전환(달 아이콘)	화면의 색 구성을 전환합니다.
판정 배너	"대기 중", "OK" 또는 "NOK". 판정에 따라 배경색이 바뀝니다(5.2.5절 참조). 토크 렌치 단계와 전동 공구 단계에는 큰 측정값이 없으므로 판정 배너가 주 영역 전체를 채웁니다.
"최종 각도"	토크 & 각도 단계와 토크 측정 단계에만 표시됩니다. 이 화면의 유일한 큰 측정값이며, 아직 측정값이 없으면 "--"가 표시됩니다. 그 아래의 범위 막대: 토크 & 각도 단계는 각도 공차 기준에 따라 눈금이 표시되고, 토크 측정 단계는 "목표 각도"만 표시됩니다. 이 화면에는 큰 토크 측정값과 토크 범위 막대가 표시되지 않으므로, 체결 중의 토크는 차트 대화 상자의 "실시간 토크"에서 확인하십시오.
통계 패널(오른쪽)	"현재 단계"만 표시됩니다: 현재 단계 번호 / 전체 단계 수.
차트 버튼(통계 패널 아래쪽)	모든 단계 유형에서 버튼에 "토크/각도 곡선"이 표시됩니다. 클릭하면 차트 대화 상자가 열립니다(9.2.2절 참조).
모드 정보 줄(결과 패널 아래)	토크 측정 단계와 전동 공구 단계에만 나타나며, 해당 단계 유형의 값을 표시합니다(9.2.2절 참조).
현재 작업 정보(첫째 줄)	"부품 번호"와 "작업 스테이션". 둘 다 읽기 전용 텍스트입니다.
현재 작업 정보(둘째 줄)	"그룹 이름", "배치 범주 이름", "배치 번호", "배치 이름", "배치 완료 후"와 단계 유형에 따른 추가 필드(9.2.2절 참조). 특정 상황에서는 "배치 이름"이 드롭다운 목록으로 표시됩니다(아래의 ""배치 이름" 드롭다운 목록" 참조).

영역/버튼	설명
단계 진행(아래쪽)	오른쪽 레이블에는 "작업 단계 진행률"(진행 중), "현재 단계"(마지막 단계) 또는 "배치 완료"가 표시됩니다. 단계마다 카드가 하나씩 있으며 "현재 단계 N", 모드 이름, "OK 수 / 배치 수량", 상태("대기 중", "작업 단계 진행률" 또는 "배치 완료"), 목표값을 표시합니다. 현재 단계의 카드에는 테두리가 표시됩니다.
오류 메시지	화면 아래쪽에 빨간색으로 표시됩니다(이 절의 "오류 메시지" 참조).

이 화면에는 "시작" 또는 "중지" 버튼이 없습니다. 화면을 열면 작업이 자동으로 시작되고 화면을 벗어나면 자동으로 중지됩니다. 배치가 다음 단계로 넘어가면 시스템이 해당 단계의 센서와 설정으로 자동 전환합니다.

배치가 각도가 있는 다음 단계로 넘어가면 "최종 각도"의 범위 막대는 새 단계의 눈금으로 바뀌고 새 단계에서 체결이 시작될 때까지 포인터를 표시하지 않습니다. 이렇게 하여 이전 단계의 측정값이 새 단계의 규격과 비교되지 않도록 합니다.

목표 토크 이외의 단계 파라미터(공차, 토크 단위, 토크 증배기, 착좌 토크, 제어 모드, 공구 형식 등)는 작업 화면에 표시되지 않으므로 설정 화면에서 확인하십시오(9.3절 참조).

> **팁** 배치 작업에는 작업 스테이션과 부품 번호 입력 필드가 없습니다. 배치 기록에는 작업 스테이션이 "WS-01", 부품 번호가 "AUTO-BATCH"로 저장됩니다. "부품 번호"와 "작업 스테이션" 필드에는 현재 단계의 최신 기록의 값이 표시되며, 기록이 아직 없으면 "부품 번호"는 비어 있고 "작업 스테이션"에는 "--"가 표시됩니다.

"배치 이름" 드롭다운 목록

"배치 이름"은 평소에는 텍스트입니다. 다음 두 가지 상황에서는 드롭다운 목록으로 바뀝니다. 각 옵션은 "Pset ID · 배치 이름" 형식이며, 설정이 완료된 배치만 나열됩니다.

- 계정에 "보기 · 작업 설정" 권한이 없고(헤더에 "설정" 버튼이 없음) 설정이 완료된 배치가 둘 이상인 경우: 목록에서 다른 배치를 선택하면 시스템이 먼저 현재 작업을 중지한 후 선택한 배치를 불러와 시작합니다. 체결이 진행 중이거나(토크가 0으로 돌아오지 않음) 결과를 저장하는 중에는 목록이 일시적으로 비활성화됩니다. 전환해도 어떤 배치의 설정도 바뀌지 않습니다. "보기 · 작업 설정" 권한이 있는 계정에는 텍스트로 표시되며, 배치를 바꾸려면 설정 화면으로 이동하십시오.
- 실행할 배치를 더 이상 사용할 수 없는 경우(예: 설정이 미완료 상태가 됨): 화면 위쪽에 "현재 배치 레시피를 사용할 수 없습니다. 사용 가능한 레시피를 선택한 후 작업을 시작하세요."가 빨간색으로 표시되고, 목록의 기본값은 "--"입니다. 사용 가능한 배치를 선택한 후 목록 옆의 "작업 시작"을

클릭해야 작업이 시작됩니다. 사용 가능한 배치가 하나뿐이어도 직접 선택해야 하며, 시스템이 다른 배치로 자동 전환하지 않습니다. 이 상황은 계정의 권한과 관계가 없습니다.

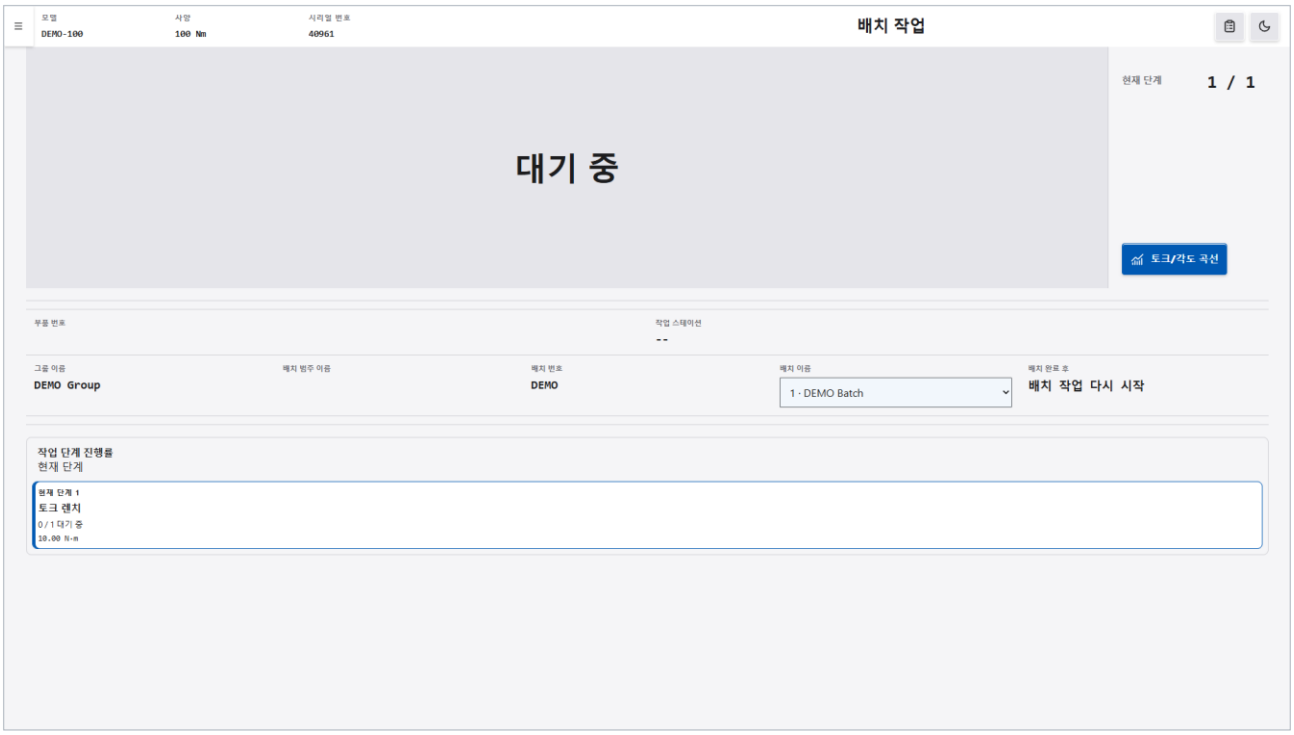


그림 9-2 배치 작업 화면: “배치 이름” 드롭다운 목록

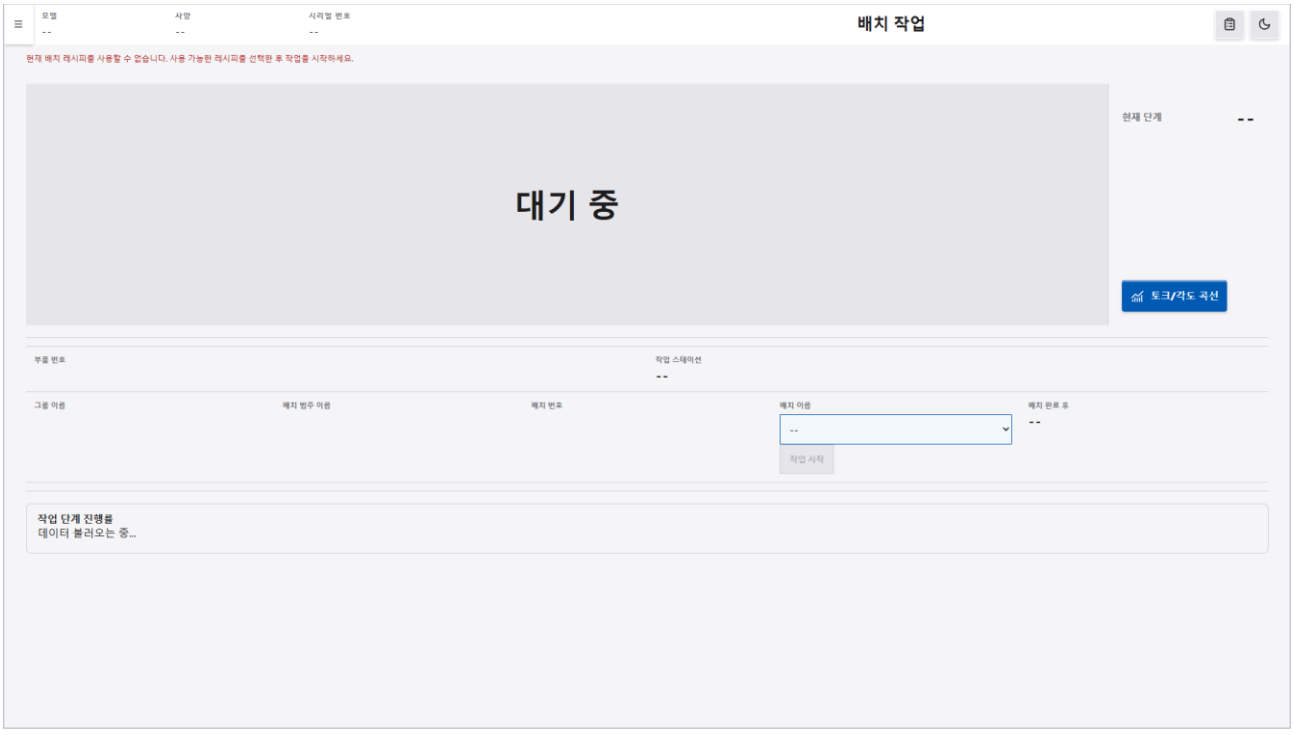


그림 9-3 배치 작업 화면: 실행할 배치를 더 이상 사용할 수 없는 경우

9.2.2 단계 유형별 추가 정보

토크 & 각도 단계와 토크 측정 단계에서는 측정값 영역에 "최종 각도"가 표시되며, 토크 렌치 단계와 전동 공구 단계에는 큰 측정값이 없습니다.

단계 유형	모드 정보 줄	현재 작업 정보 둘째 줄의 추가 필드	차트 버튼
토크 렌치	표시되지 않음	없음	"토크/각도 곡선"
토크 & 각도	표시되지 않음	"최종 각도"	"토크/각도 곡선"
토크 측정	"각도 토크", "실시간 각도"	"각도 토크", "실시간 각도"	"토크/각도 곡선"
전동 공구(충격, 펄스)	"펄스 수"	"펄스 수", "목표 작업 시간", "감지 작업 시간"	"토크/각도 곡선"
전동 공구(클러치)	"감지 작업 시간"(초)	"목표 작업 시간", "작업 시간", "감지 작업 시간"	"토크/각도 곡선"

전동 공구 단계에서 현재 작업 정보의 "감지 작업 시간"에는 설정된 "켜기" 또는 "끄기"가 표시되고, "목표 작업 시간"에는 설정된 초 수가 표시됩니다. 클러치 단계에서 모드 정보 줄의 "감지 작업 시간"과 현재 작업 정보의 "작업 시간"은 같은 측정값(초)입니다.

각도는 토크가 "초기 토크"에 도달한 후에만 계산하며, 초기 토크가 0이면 센서 각도를 그대로 사용합니다. 토크 증배기가 켜져 있으면 토크 증배기 파라미터 세트로 각도를 환산합니다. "각도 토크"는 목표 각도에 도달한 순간의 토크이며, 목표 각도에 도달하지 않았으면 "--"가 표시됩니다.

> **참고** 토크 측정 단계에서 OK/NOK 판정과 기록의 실제 토크는 모두 현재 체결의 피크가 아니라 "각도 토크"입니다. 차트 대화 상자의 "실시간 토크"는 각도 토크보다 높을 수 있고 토크 상한을 넘을 수도 있지만, 판정은 여전히 "OK"일 수 있습니다. 판정은 판정 배너를 기준으로 하십시오.

차트 대화 상자

통계 패널 아래쪽의 차트 버튼을 클릭하면 차트 대화 상자가 열립니다. 대화 상자 제목은 버튼 텍스트와 같습니다. 대화 상자 닫기, 평활 곡선, 커서 위치의 값 표시 등 공통 조작은 5.2.6절을 참조하십시오.

- 차트 위에는 현재 모드 이름과 단계 레이블("토크 렌치", "토크 & 각도", "토크 측정" 또는 "클러치 작업 모드". 공구 형식이 클러치가 아닌 전동 공구 단계에는 "대기 중"이 표시됨)이 "실시간 토크"와 함께 표시됩니다.

- 모든 단계에서 “실시간 토크” 선과, 현재 단계의 목표 토크와 공차에 따라 그린 “토크 상한”, “목표 토크”, “토크 하한” 점선을 그립니다.
- 토크 & 각도 단계는 “실시간 각도”와 함께 제어 모드와 각도 공차 기준에 따라 “목표 각도”, “각도 하한”, “각도 상한” 점선도 그립니다(값이 있는 선만 그림).
- 토크 측정 단계도 “실시간 각도”를 그리지만, “목표 각도” 선만 그리고 각도 상한·하한 선은 그리지 않습니다.
- 토크 렌치 단계와 전동 공구 단계는 토크만 그립니다.
- 공구를 놓아도 배치 작업 곡선은 5.2.6절에서 설명한 영점까지의 수직 하강을 하지 않습니다.

9.2.3 진행 및 상태

상태	화면 표시
불러오기 전	“현재 단계”에 “--”가 표시되고, 차트 대화 상자의 모드 이름에 “데이터 불러오는 중...”이 표시됩니다.
체결 대기	판정 배너에 “대기 중”이 표시됩니다. 단계 카드 상태: OK가 아직 없으면 “대기 중”, OK 결과가 있지만 배치 수량에 도달하지 않았으면 “작업 단계 진행률”, 배치 수량에 도달하면 “배치 완료”.
체결 중	각도가 있는 단계에서는 “최종 각도”와 범위 막대의 포인터가 실시간으로 갱신됩니다. 차트 대화 상자가 열려 있으면 곡선과 “실시간 토크”가 실시간으로 갱신됩니다.
이번 체결 OK	판정 배너에 “OK”가 표시되고 현재 단계 카드의 OK 수가 1 증가합니다.
이번 체결 NOK	판정 배너에 “NOK”가 표시되고, 단계는 진행되지 않으며 단계 카드의 수도 바뀌지 않습니다.
단계 완료	단계 카드에 “배치 완료”가 표시되고, 테두리가 다음 카드로 이동하며, “현재 단계”가 1 증가하고 헤더에 새 단계의 센서가 표시됩니다. 각도가 있는 단계에서는 범위 막대가 새 단계의 눈금으로 바뀌고 새 단계에서 체결이 시작될 때까지 포인터를 표시하지 않습니다.
배치 완료	신호음이 울리고 화면 가운데에 “배치 완료”가 약 1초 동안 나타납니다. 그 후 “배치 완료 후” 설정에 따라 동작합니다(아래의 “배치 완료 후 동작” 참조).
완료 후 다시 들어옴	아래쪽 “작업 단계 진행률”의 레이블에 “배치 완료”가 표시되고, 차트 대화 상자의 모드 이름과 레이블에도 모두 “배치 완료”가 표시되며, 작업이 자동으로 시작되지 않습니다.

9.2.4 배치 완료 후 동작

“배치 완료 후” 설정	모든 단계가 완료되었을 때
배치 작업 다시 시작	모든 단계의 OK 수와 NOK 수가 초기화되고 다음 회차가 단계 1부터 자동으로 시작됩니다. 모든 부품이 같은 절차를 거치는 연속 생산에 적합합니다.
배치 작업을 중지하고 설정으로 돌아가기	작업이 중지되고 배치 설정 화면이 열립니다. 진행 상태는 완료로 유지되며, 작업 화면을 다시 열면 아래쪽 “작업 단계 진행률”의 레이블에 “배치 완료”가 표시됩니다. 다음 회차를 실행하려면 설정 화면에서 “작업 저장” 또는 “작업”으로 다시 저장하십시오. 모든 단계의 수가 초기화됩니다.

9.2.5 중단 및 재개

- “설정” 또는 “기록”을 클릭하거나, 탐색 메뉴에서 다른 페이지로 전환하거나, 로그아웃하면 작업이 중지됩니다. 토크가 0으로 돌아오지 않은 진행 중인 체결은 기록되지 않습니다.
- 완료된 체결은 판정할 때마다 저장됩니다. 탐색 메뉴에서 “배치 작업”을 클릭하여 작업 화면으로 돌아오면 완료되지 않은 첫 번째 단계부터 작업이 계속되며, OK 수와 NOK 수는 유지됩니다.
- RF 연결이 끊어지면 진행 중인 체결은 기록되지 않습니다. 연결이 복구된 후 다시 체결하기만 하면 되며, 완료된 진행 상태에는 영향이 없습니다.

경고 배치 설정 화면에서 “작업 저장”, “작업” 또는 “뒤로”(←, 오른쪽 위)를 클릭하면 배치가 저장되고 모든 단계의 OK 수와 NOK 수가 초기화되므로 배치가 단계 1부터 다시 시작됩니다. 진행을 중단하지 않고 설정만 보려면 이 세 버튼을 클릭하지 말고, 탐색 메뉴에서 다른 페이지(예: “토크 렌치”)로 전환한 다음 “배치 작업”을 클릭하여 작업 화면으로 돌아오십시오. 이미 생성된 기록에는 영향이 없습니다.

9.2.6 작업 절차

1. 탐색 메뉴에서 “배치 작업”을 클릭합니다. 설정 화면이 열리면 먼저 9.3절의 설정을 완료하고 “작업”을 클릭합니다. 화면에 “배치 작업”이 표시되고, 아래쪽의 현재 작업 정보에 배치 번호와 배치 이름이 표시됩니다.
2. 통계 패널의 “현재 단계”와 아래쪽의 테두리가 표시된 단계 카드를 확인하고 해당 공구를 준비합니다. 헤더의 “모델”과 “시리얼 번호”가 손에 든 센서와 일치하는지 확인합니다.

3. 단계 카드의 목표값(목표 토크, 각도가 있는 단계는 목표 각도도 있음)을 확인합니다. 공차 등 그 밖의 파라미터는 설정 화면에서 확인하십시오. 변경해야 하면 "중단 및 재개"의 경고에 유의하십시오.
4. 체결을 시작합니다. 각도가 있는 단계에서는 "최종 각도"와 범위 막대의 포인터가 함께 갱신되며, 공구를 놓아 토크가 0으로 돌아오면 판정 배너에 "OK" 또는 "NOK"가 표시됩니다.
5. OK이면 현재 단계 카드의 OK 수가 1 증가합니다. NOK이면 같은 위치를 다시 체결합니다. 곡선을 확인하려면 통계 패널 아래쪽의 차트 버튼을 클릭하고, 확인이 끝나면 Esc 키를 누르거나 "×"를 클릭하여 대화 상자를 닫습니다.
6. 현재 단계가 배치 수량에 도달하면 화면이 다음 단계로 자동 전환됩니다. 새 단계 카드에 따라 공구나 위치를 바꾸고 4~5단계를 반복합니다.
7. 모든 단계가 완료되면 화면 가운데에 "배치 완료"가 나타나고, "배치 완료 후" 설정에 따라 배치가 다시 시작되거나 설정 화면으로 돌아갑니다.
8. 오른쪽 위의 "기록"을 클릭하여 각 체결의 상세 정보를 확인합니다(제11장 참조).

모든 체결(OK 또는 NOK)마다 그룹, 배치, 단계 번호, 목표값, 실제값, 판정이 포함된 배치 기록이 하나 생성됩니다. 배치를 만들고 실행하는 전체 예시는 9.3절을 참조하십시오.

9.2.7 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 조치
"배치 작업 데이터를 불러올 수 없습니다."	배치 또는 기록을 읽지 못했습니다. 이유가 함께 표시될 수 있습니다(예: "이 작업을 수행할 권한이 없습니다."). 메시지 옆에 "설정 다시 불러오기" 버튼이 표시되면 이 버튼을 클릭하여 데이터를 다시 읽으십시오. 성공적으로 읽은 후에도 작업은 자동으로 시작되지 않으므로 화면의 "작업"을 클릭하십시오. 그래도 실패하면 로그인 상태와 권한을 확인한 후 화면을 다시 여십시오.
"작업을 시작하지 못했습니다."	작업 시작에 실패했으며, 화면에 RF 관련 이유가 표시됩니다. RF 수신기와 센서를 확인한 후(제16장 참조) 탐색 메뉴에서 "배치 작업"을 다시 여십시오.
"측정 결과를 저장하지 못했습니다."	이번 결과가 기록되지 않았습니다. 탐색 메뉴에서 다른 페이지로 전환했다가 "배치 작업"으로 돌아와 다시 시도하십시오.
"측정 결과를 저장하지 못했습니다."(원인: 결과가 더 이상 현재 단계가 아닌 배치 단계에 속함)	결과가 더 이상 현재 단계가 아닌 단계에 속합니다. 탐색 메뉴에서 "배치 작업"을 다시 열고 다시 시도하십시오.

화면 메시지	원인 및 조치
“기록은 저장되었지만 기록을 새로 고치지 못했습니다.”	결과는 저장되었지만 화면의 진행 상태가 갱신되지 않았습니다. “배치 작업”을 다시 열고 기록 페이지를 확인하십시오.
“실시간 토크 모니터링을 사용할 수 없습니다.” 또는 “바이너리 실시간 데이터 형식이 올바르지 않습니다.”	화면이 올바른 실시간 데이터를 수신하지 못하고 있습니다. 수신기 연결을 확인하고 화면을 다시 여십시오. 그래도 실패하면 프로그램을 다시 시작하십시오.
“지원되지 않는 토크 단위: (단위)”	단계의 토크 단위를 인식할 수 없습니다. 설정 화면에서 해당 단계의 “토크 단위”를 다시 선택하고 저장하십시오.
“이 작업을 수행할 권한이 없습니다.”	계정에 “실행 · 작업” 권한이 없습니다. 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(제15장 참조).
“배치 작업 데이터를 불러올 수 없습니다.”(“설정 다시 불러오기” 버튼 없음)	계정에 “보기 · 작업 설정” 권한이 없고 설정이 완료된 배치가 없습니다. 설정 권한이 있는 사람에게 먼저 배치 설정을 완료하도록 요청하거나(9.3절 참조), 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(제15장 참조).
“현재 배치 레시피를 사용할 수 없습니다. 사용 가능한 레시피를 선택한 후 작업을 시작하세요.”	실행할 배치를 더 이상 사용할 수 없습니다(예: 설정이 미완료 상태가 됨). “배치 이름” 드롭다운 목록에서 사용 가능한 배치를 선택한 후 “작업 시작”을 클릭하십시오(9.2.1절 참조). 목록에 사용 가능한 배치가 없으면 설정 권한이 있는 사람에게 먼저 배치 설정을 완료하도록 요청하십시오.
토크 측정 단계에서 체결한 후 결과도 메시지도 없음	이번 체결이 “목표 각도”에 도달하지 않아 시스템이 각도 토크를 얻지 못했습니다. 이번 체결은 기록되지 않으며 NOK로도 집계되지 않습니다. 공구를 놓기 전에 목표 각도를 넘게 돌렸는지 확인하고, 필요하면 “착좌 토크”가 너무 높게 설정되어 있지 않은지 확인하십시오.

9.3 배치 설정 개요

경로: 탐색 메뉴 → “회전식 센서” → “배치 작업” → 오른쪽 위의 “설정”.

배치를 만들고 선택하고 수정합니다. 그룹, 범주, 배치 번호와 이름, 모든 단계가 완료된 후의 동작을 설정하고, “작업 단계” 목록에서 단계를 추가하거나 순서를 바꾸거나 삭제한 다음 각 단계를 하나씩 설정합니다. 저장하면 화면이 작업 화면으로 바로 전환됩니다(9.2절 참조).

이 화면을 열려면 “보기 · 작업 설정” 권한이 필요하고, 배치를 저장하거나 그룹 또는 범주를 추가하려면 “편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정” 권한이 필요합니다. 기본적으로 A와 B 역할에는 편집 권한이 있고 C 역할에는 없습니다. 편집 권한이 없어도 화면을 열고 필드를 변경할 수는 있지만, 저장하면 “로컬

서비스에 연결할 수 없습니다. 데스크톱 애플리케이션에서 열어 주세요."가 표시되고 배치는 변경되지 않습니다.

시작하기 전에 시스템 설정에서 토크 센서를 페어링하고 각 센서에 사양이 있는지 확인하십시오(제12장 참조). 단계에서 토크 증배기를 사용하려면 먼저 시스템 설정에서 토크 증배기 파라미터를 완성하십시오(제12장 참조).

새로 설치하면 시스템에는 아직 설정되지 않은 기본 제공 배치가 하나 있습니다. 이 배치는 기본 제공 기본 그룹에 속하며 이미 네 단계(토크 렌치, 토크 & 각도, 전동 공구, 토크 측정 각각 하나씩)가 들어 있습니다. 처음 열면 그룹 이름, 배치 번호, 배치 이름과 각 단계의 "목표 토크" 및 "목표 각도"가 비어 있으므로 이를 입력해야 저장할 수 있습니다.

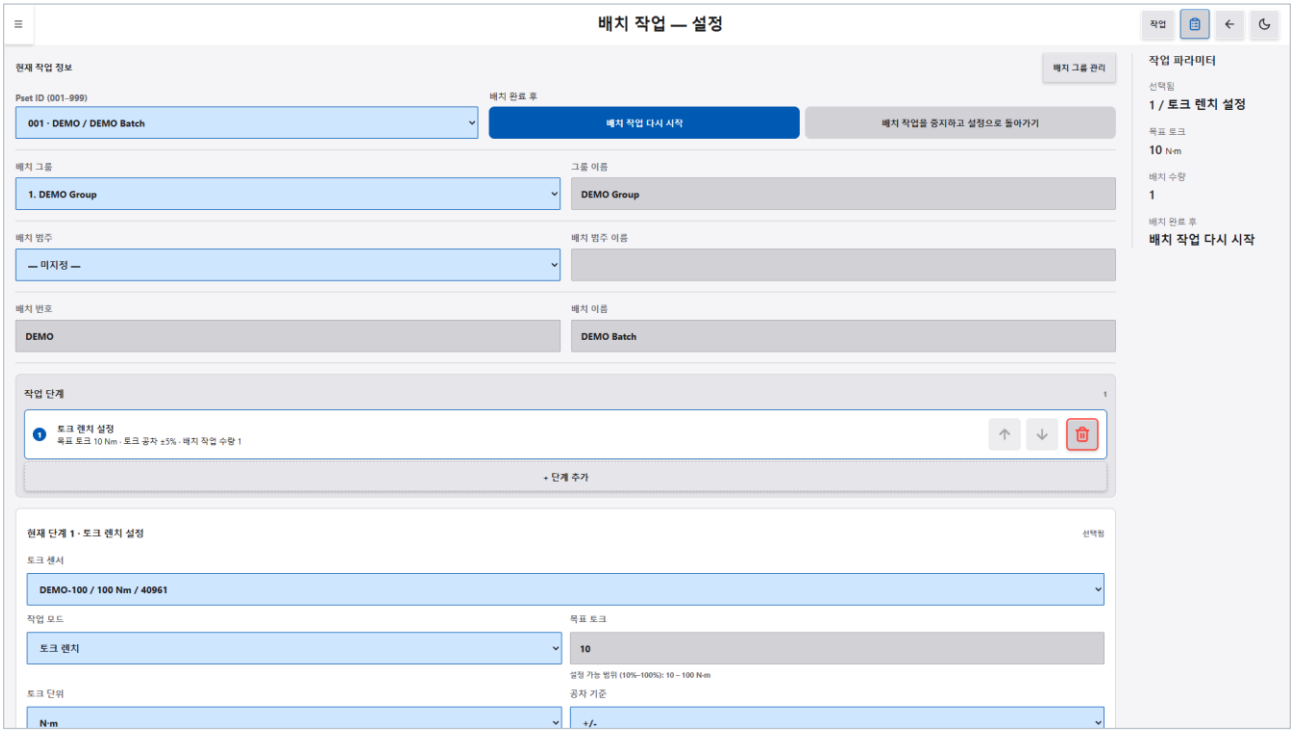


그림 9-4 배치 작업 설정 화면

9.3.1 화면 구성

영역/버튼	설명
"작업"(오른쪽 위)	배치를 검증하고 저장합니다. 성공하면 신호음이 울리고 작업 화면으로 전환됩니다. 모든 단계의 수가 초기화됩니다.
"기록"(목록 아이콘)	배치 작업 기록이 선택된 기록 페이지를 엽니다. 저장하지 않은 변경 사항은 확인 없이 삭제됩니다.

영역/버튼	설명
"뒤로"(← 아이콘)	"작업 저장"과 같습니다. 검증하고 저장한 다음, 성공하면 작업 화면으로 전환됩니다. "변경 사항 버리기"를 의미하지 않습니다.
배치 기본 데이터("현재 작업 정보")	"Pset ID (001–999)", "배치 완료 후", "배치 그룹"과 "그룹 이름", "배치 범주"와 "배치 범주 이름", "배치 번호", "배치 이름". 오른쪽 위의 "배치 그룹 관리"를 클릭하면 빠른 추가 영역이 펼쳐집니다(9.5절 참조).
작업 단계	단계 목록이며, 오른쪽 숫자는 전체 단계 수입니다. 각 행에는 단계 번호, 단계 유형(예: "토크 렌치 설정"), 한 줄 요약이 표시되고, 오른쪽에 위로 이동(↑), 아래로 이동(↓), 삭제(빨간색 휴지통) 버튼이 있습니다. 편집 중인 단계는 파란색 테두리로 표시됩니다. 목록 맨 아래에 "+ 단계 추가"가 있습니다.
단계 상세	제목은 "현재 단계 N · (유형) 설정"이며 오른쪽에 "선택됨"이 있습니다. 필드는 작업 모드에 따라 다릅니다(9.4절 참조). 선택된 단계가 없으면 이 영역에 "선택된 단계가 없습니다. 왼쪽 목록에서 단계를 클릭하여 설정을 편집하십시오."가 표시됩니다. 단계에는 필드가 많으므로 아래로 스크롤하여 모두 확인하십시오.
현재 파라미터(오른쪽, "작업 파라미터")	"선택됨", "목표 토크", "배치 수량", "배치 완료 후"를 표시하며, 저장하지 않은 내용을 실시간으로 반영합니다.
"재설정"	현재 변경 사항을 버리고 마지막으로 불러오거나 저장한 상태로 배치를 되돌립니다. 저장하지 않습니다.
"작업 저장"	배치를 검증하고 저장한 다음, 성공하면 작업 화면으로 전환됩니다. 모든 단계의 수가 초기화됩니다.

단계 목록의 요약 형식:

단계 유형	요약 형식
토크 렌치, 토크 측정	목표 토크 60 Nm · 토크 공차 ±10% · 배치 작업 수량 5
토크 & 각도	목표 토크 120 Nm / 목표 각도 90 ° · 토크 공차 ±10%
전동 공구	공구 형식 충격 · 목표 토크 300 Nm · 토크 공차 +15%

"공차 기준"이 "+"이면 요약의 "±"가 "+"로 바뀌며, 목표값, 각도 또는 공차를 입력하지 않으면 "설정되지 않음"이 표시됩니다.

9.3.2 배치 기본 데이터 필드

필드	설명	범위 및 기본값
Pset ID (001–999)	편집할 배치를 선택합니다. 옵션은 "ID · 배치 번호 / 배치 이름" 형식으로 표시됩니다. 새 배치를 만들려면 "작업 추가"를 선택합니다.	기본적으로 현재 사용 중인 배치가 선택됩니다. 새 배치에는 001~999 중 사용하지 않은 가장 작은 번호가 할당됩니다.
배치 완료 후	모든 단계가 완료된 후의 동작입니다(9.2절 참조).	"배치 작업 다시 시작" 또는 "배치 작업을 중지하고 설정으로 돌아가기". 새 배치는 "배치 작업 다시 시작".
배치 그룹	배치가 속할 그룹을 선택합니다. 옵션은 "그룹 번호. 그룹 이름" 형식으로 표시됩니다. 선택하면 오른쪽의 "그룹 이름"이 채워집니다.	새 배치는 "— 미지정 —".
그룹 이름	선택한 그룹의 이름입니다. 이 필드를 편집하면 그룹 자체의 이름이 바뀝니다(아래 경고 참조).	필수이며 비워 둘 수 없습니다.
배치 범주	기존 범주를 선택합니다. 선택하면 오른쪽의 "배치 범주 이름"이 채워집니다.	새 배치는 "— 미지정 —".
배치 범주 이름	범주 이름입니다. 드롭다운 목록에서 "— 미지정 —"을 선택하고 새 이름을 입력하면 저장할 때 범주가 자동으로 생성됩니다.	선택 사항이며, 비워 두면 범주가 없습니다.
배치 번호	배치의 식별 번호이며 작업 화면과 기록에 표시됩니다. 각 기록에는 체결 당시의 배치 번호가 보존되며, 나중에 배치 번호를 변경해도 저장된 기록은 바뀌지 않습니다.	필수.
배치 이름	배치의 이름입니다.	필수.

경고 "그룹 이름" 텍스트 필드는 그룹 자체의 이름을 변경합니다. 저장하면 같은 그룹의 모든 배치에 새 이름이 표시됩니다. 그룹이 "— 미지정 —"으로 설정된 상태에서 이름을 입력하고 저장하면 배치는 그룹 번호가 가장 작은 그룹에 할당되고, 그 그룹의 이름이 입력한 이름으로 바뀝니다. 새 그룹을 만들려면 먼저 "그룹 추가"를 사용한 다음(9.5절 참조) 해당 그룹을 선택하십시오.

> **참고** 범주를 선택한 후에는 "배치 범주 이름" 텍스트 필드를 편집해도 효과가 없으며, 저장할 때 처음 선택한 범주가 그대로 사용됩니다. 새 범주를 사용하려면 먼저 드롭다운 목록에서 "— 미지정 —"을 선택한 다음 이름을 입력하거나 "범주 추가"를 사용하십시오. 기존 범주의 이름을 바꾸려면 "배치 그룹 관리"로 이동하십시오(9.6절 참조).

9.3.3 모든 단계에 공통인 필드

모든 단계 유형에는 다음 필드가 있습니다. 유형별 추가 필드는 9.4절을 참조하십시오.

필드	설명	범위 및 기본값
토크 센서	이 단계에서 사용하는 센서이며 "모델 / 사양 Nm / 시리얼 번호" 형식입니다. 다른 센서를 선택하면 이 단계의 "목표 토크"만 지워지므로 다시 입력해야 하며, 각도가 있는 단계는 "착좌 토크"가 사양의 20%로 재설정됩니다.	필수이며 페어링된 센서만 표시됩니다. 새 단계는 목록의 첫 번째 센서를 자동으로 선택합니다.
작업 모드	단계 유형: "토크 렌치", "토크 & 각도", "전동 공구", "토크 측정". 변경하면 일부 필드가 재설정됩니다(9.4절 참조).	"+ 단계 추가"로 만든 단계는 "토크 렌치".
목표 토크	판정의 목표값이며 "토크 단위"로 표시됩니다. 센서를 선택하면 필드 아래에 "설정 가능 범위 (10%–100%): 하한 – 상한 단위"가 표시됩니다.	필수이며 센서 사양의 10%~100%(현재 단위로 환산)입니다. 새 단계는 비어 있습니다. 소수점 이하 두 자리까지 표시됩니다.
토크 단위	이 단계의 토크 단위입니다. 변경하면 목표 토크와 착좌 토크가 자동으로 환산됩니다.	kgf·cm, kgf·m, N·m, ozf·in, lbf·in, lbf·ft. 기본값 N·m.
공차 기준	"+/-": 목표값 위아래로 대칭, "+": 목표값보다 높은 값만 허용.	기본값 "+/-".
토크 공차	허용 편차(%)입니다.	0 이상이며 새 단계는 10. 지우고 저장하면 5가 사용됩니다.
토크 멀티플라이어 활성화	이 단계에서 토크 증배기를 사용할지 여부입니다.	"끄기", "켜기". 기본값 "끄기".
단수	시스템 설정의 어느 토크 증배기 파라미터 세트를 사용할지 선택합니다.	"1단", "2단", "3단". 토크 증배기가 켜져 있을 때만 선택할 수 있으며 기본값은 1단.

필드	설명	범위 및 기본값
토크비	선택한 파라미터 세트의 토크비이며 시스템 설정에서 자동으로 채워지고 편집할 수 없습니다. 작업 화면의 토크에 이 비율이 곱해집니다.	"x.xx : 1" 형식으로 표시되며, 토크 증배기가 꺼져 있으면 1.00 : 1.
배치 수량	이 단계에 필요한 OK 결과 수이며 작업 화면 "작업 단계 진행률"의 분모입니다.	필수이며 0보다 큰 정수. 새 단계는 1.

9.3.4 절차: 배치 만들기

1. 탐색 메뉴에서 "배치 작업"을 클릭한 다음 작업 화면 오른쪽 위의 "설정"을 클릭합니다. 화면에 "배치 작업 — 설정"이 표시됩니다.
2. "Pset ID (001–999)"에서 "작업 추가"를 선택합니다. 기본 데이터가 지워지고 단계 목록에 네 단계가 미리 채워지며 단계 1이 선택됩니다. 저장하지 않은 변경 사항이 있으면 확인 메시지 "배치를 전환하거나 새로 만들면 저장하지 않은 변경 사항이 삭제됩니다. 계속하시겠습니까?"가 나타납니다. 계속하려면 "변경 사항 버리기"를, 현재 내용을 유지하려면 "취소"를 클릭합니다.
3. 새 그룹이나 범주가 필요하면 "배치 그룹 관리"를 클릭하여 추가합니다(9.5절 참조). 추가하면 자동으로 선택됩니다.
4. "배치 그룹"과 "배치 범주"를 선택하고 "배치 번호"와 "배치 이름"을 입력한 다음 "배치 완료 후" 동작을 선택합니다.
5. 필요 없는 단계는 빨간색 휴지통으로 삭제하고, 단계를 추가하려면 "+ 단계 추가"를 클릭합니다. 삭제할 때는 확인하지 않으므로, 실수로 단계를 삭제했으면 "재설정"을 클릭하여 마지막으로 불러오거나 저장한 내용으로 되돌립니다.
6. 단계 목록에서 단계를 클릭합니다. 아래 상세 영역에 해당 단계의 필드가 표시됩니다. "토크 센서"와 "작업 모드"를 선택한 다음 9.4절에 따라 필드를 입력합니다. 목록의 요약과 오른쪽의 "작업 파라미터" 패널이 동시에 갱신됩니다.
7. 각 단계에 대해 6번 과정을 반복합니다. 위로 이동 및 아래로 이동 버튼을 사용하거나 끌어서 순서를 바꿉니다. 순서를 바꾸면 상세 영역이 선택되지 않은 상태로 돌아가므로 단계를 다시 클릭하십시오. 작업 화면은 목록 순서대로 위에서 아래로 단계를 실행합니다.
8. "작업 저장"(또는 오른쪽 위의 "작업")을 클릭합니다. 검증을 통과하면 신호음이 울리고 화면이 "배치 작업"으로 전환되어 단계 1부터 자동으로 시작됩니다(9.2절 참조).

9. 검증에 실패하면 화면이 그대로 유지되고 오류가 빨간색으로 표시됩니다. 특정 단계에 속하는 오류에는 “단계 N:” 접두사가 붙고, 상세 영역이 해당 단계로 자동 전환됩니다. 수정한 후 다시 저장합니다.

저장하면 단계 번호가 목록 순서대로 다시 매겨지고 모든 단계의 OK 수와 NOK 수가 초기화됩니다. 이미 생성된 기록에는 영향이 없습니다.

팁 이 화면에는 배치, 그룹 또는 범주 전체를 삭제하는 버튼이 없습니다. 배치 ID는 최대 999개이므로 작은 변경을 위해 새 배치를 만들지 말고 기존 배치를 재사용하십시오.

9.3.5 전체 예시: 3단계 배치 만들기 및 실행

예시 휠 허브에는 볼트가 5개 있습니다. 절차는 토크 렌치로 60 N·m까지 예비 체결하고, 토크 & 각도로 90° 회전한 다음, 마지막으로 토크 측정으로 재검사하는 것입니다. 모든 차량이 같은 절차를 거칩니다.

준비: 사양이 200 N·m이고 각도를 측정할 수 있는 페어링된 토크 렌치 센서 한 개(목표 토크 입력 허용 범위 20.00~200.00 N·m). 실제 값은 부품의 체결 사양에 따라 설정하십시오.

① 탐색 메뉴 “배치 작업” → 오른쪽 위의 “설정” → “Pset ID (001–999)”에서 “작업 추가”를 선택합니다.

② “배치 그룹 관리”를 클릭하고 “그룹 추가”에 “휠 허브 조립”을 입력한 다음 → “그룹 추가”를 클릭합니다. “범주 추가”에 “섀시”를 입력한 다음 → “범주 추가”를 클릭합니다. 두 드롭다운 목록이 새 항목을 자동으로 선택합니다.

③ “배치 번호”에 HUB-5를, “배치 이름”에 “허브 볼트 5개”를 입력하고, “배치 완료 후”에서 “배치 작업 다시 시작”을 선택합니다.

④ 단계 목록에서 단계 3(전동 공구 설정)의 빨간색 휴지통을 클릭하여 삭제하면 토크 렌치, 토크 & 각도, 토크 측정의 세 단계가 남습니다.

⑤ 단계 1 “토크 렌치 설정”을 클릭하고 다음과 같이 설정합니다: “토크 센서” 200 N·m 센서, “작업 모드” 토크 렌치, “목표 토크” 60, “토크 단위” N·m, “공차 기준” +/-, “토크 공차” 10, “토크 멀티플라이어 활성화” 끄기, “배치 수량” 5. OK 범위는 60 × 0.9 = 54.00 ~ 60 × 1.1 = 66.00 N·m입니다. 요약에는 “목표 토크 60 Nm · 토크 공차 ±10% · 배치 작업 수량 5”가 표시됩니다.

⑥ 단계 2 “토크 & 각도 설정”을 클릭하고 다음과 같이 설정합니다: “토크 센서” 같은 센서, “착좌 토크” 60, “목표 토크” 120(곡선 기준선), “토크 단위” N·m, “공차 기준” +/-, “토크 공차” 10, “목표 각도” 90, “제어 모드” 각도, “각도 공차 기준” ≥, “토크 멀티플라이어 활성화” 끄기, “배치 수량” 5. OK 조건: 최종 토크 ≥ 60 N·m이고 최종 각도 ≥ 90°.

⑦ 단계 3 "토크 측정 설정"을 클릭하고 다음과 같이 설정합니다: "토크 센서" 같은 센서, "착좌 토크" 100, "목표 토크" 140, "토크 단위" N·m, "공차 기준" +/-, "토크 공차" 15, "목표 각도" 5, "토크 멀티플라이어 활성화" 끄기, "배치 수량" 5. OK 조건: 5°에 도달한 순간의 각도 토크가 140 × 0.85 = 119.00 ~ 140 × 1.15 = 161.00 N·m 사이.
⑧ "작업 저장"을 클릭합니다. 신호음이 울리고 화면이 "배치 작업"으로 전환됩니다: "현재 단계" 1 / 3, 아래쪽의 단계 1 카드에 테두리가 표시되고 "0 / 5 대기 중"이 표시되며, 차트 버튼 "토크/각도 곡선". 단계 1은 토크 렌치 단계이므로 화면에 큰 측정값이 없고 판정 배너에 "대기 중"이 표시됩니다.
⑨ 볼트 1을 예비 체결하여 피크 토크 61.20 N·m → "OK", 단계 1 카드가 "1 / 5 작업 단계 진행률"로 바뀝니다. 볼트 2가 67.00 N·m → "NOK"(66.00 초과), 카드의 수는 바뀌지 않습니다. 공장 규정에 따라 처리하고 OK가 나올 때까지 다시 체결하십시오.
⑩ 단계 1에서 OK 결과가 5개가 되면 단계 1 카드에 "5 / 5 배치 완료"가 표시되고 화면이 단계 2로 자동 전환됩니다: "현재 단계" 2 / 3, 단계 2 카드에 "0 / 5 대기 중"이 표시되고, 측정값 영역에 "최종 각도"가 나타납니다.
⑪ 볼트 1을 각도 체결하여 최종 각도 92.5° → "OK". 최종 각도가 85.0°밖에 안 되면 → "NOK", 진행 상태는 바뀌지 않습니다. 공장 규정에 따라 처리하고 다시 체결하십시오.
⑫ 단계 2에서 OK 결과가 5개가 되면 화면이 단계 3으로 전환됩니다: "현재 단계" 3 / 3, 아래쪽 레이블에 "현재 단계"(마지막 단계)가 표시되고, 측정값 영역에 "최종 각도"가 표시되며, 모드 정보 줄에 "각도 토크"와 "실시간 각도"가 나타납니다. 볼트 1을 재검사하여 각도 토크 138.60 N·m → "OK". 이번 체결의 피크는 각도 토크보다 높을 수 있지만, 판정에는 각도 토크만 사용합니다. 5°에 도달하기 전에 놓으면 해당 체결은 기록되지 않습니다.
⑬ 단계 3에서 OK 결과가 5개가 되면 신호음이 울리고 화면 가운데에 "배치 완료"가 약 1초 동안 나타나며, 모든 수가 초기화되고 배치가 다음 차량을 위해 단계 1로 돌아갑니다.

9.3.6 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 조치
"모든 필드를 입력하세요"	"그룹 이름", "배치 번호" 또는 "배치 이름"이 비어 있거나 숫자 필드를 인식할 수 없습니다. 입력한 후 다시 저장하십시오.
"단계 N: 지원되지 않는 토크 단위: (단위)"	해당 단계의 토크 단위를 인식할 수 없습니다. 해당 단계의 "토크 단위"를 다시 선택하십시오.
"단계 N: 토크 센서를 선택하십시오."	해당 단계에 센서가 선택되지 않았습니다. 페어링된 센서를 선택하십시오.

화면 메시지	원인 및 조치
“단계 N: 유효한 용량의 토크 센서를 선택하십시오.”	선택한 센서가 페어링 목록에 없거나 사양이 없습니다. 시스템 설정에서 센서 사양을 확인한 후(제12장 참조) 다시 선택하십시오.
“단계 N: 목표 토크는 선택한 센서 용량의 10%~100%(최솟값~최댓값 단위) 범위여야 합니다.”	목표 토크가 비어 있거나 범위를 벗어났습니다. 메시지에 표시된 범위로 수정하십시오.
“단계 N: 목표 각도는 1~360도 사이여야 합니다.”	각도가 있는 단계의 “목표 각도”가 비어 있거나 범위를 벗어났습니다. 1~360을 입력하십시오.
“배치 수량은 0보다 큰 정수여야 합니다.”	단계의 “배치 수량”이 0, 음수 또는 소수입니다. 양의 정수로 변경하십시오.
“시작 토크는 0 이상이어야 합니다.”	각도가 있는 단계의 “착좌 토크”가 비어 있거나 음수입니다. 0 이상의 값을 입력하십시오.
“각도 범위는 0 이상이어야 합니다.”	제어 모드가 “토크”인 토크 & 각도 단계에서 “각도 범위”가 비어 있거나 음수입니다. 0 이상의 값을 입력하십시오.
“허용 오차 범위는 0 이상이어야 합니다.”	“토크 공차”가 음수입니다. 0 이상의 값을 입력하십시오.
“작업 시간은 0 이상이어야 합니다.”	전동 공구 단계의 “작업 시간”이 음수입니다. 0 이상의 값을 입력하십시오.
“토크비 > 0”	“토크비”가 유효하지 않습니다. 시스템 설정에서 토크 증배기 파라미터를 확인하십시오(제12장 참조).
“단수: 1-3”	토크 증배기가 켜져 있지만 “단수”가 1단~3단이 아닙니다. 파라미터 세트를 다시 선택하십시오.
“페어링된 토크 센서 목록을 불러오지 못했습니다.”	센서 목록을 읽지 못했습니다. 이 화면을 다시 열고 센서 설정을 확인하십시오.
“로컬 서비스에 연결할 수 없습니다. 데스크톱 애플리케이션에서 열어 주세요.”	불러오기 또는 저장에 실패했습니다. 저장할 때는 다음 경우도 포함됩니다: 계정에 “편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정” 권한이 없음, 단계 목록이 비어 있음, 또는 배치 ID 001~999가 모두 사용됨. 권한을 확인하고 단계를 하나 이상 유지한 다음 다시 저장하십시오.

팁 불러오기에 실패하면 편집 영역이 잠깁니다. 탐색 메뉴에서 다른 페이지로 전환한 다음 “배치 작업”을 클릭하여 다시 여십시오. 그래도 실패하면 프로그램을 다시 시작하십시오.

9.4 단계 유형

경로: 탐색 메뉴 → "회전식 센서" → "배치 작업" → 오른쪽 위의 "설정" → "작업 단계" 목록에서 단계 클릭 → 상세 영역의 "작업 모드"에서 유형 선택.

네 가지 단계 유형은 모두 9.3절에서 설명한 단계 상세 영역에서 설정하며, 권한과 버튼은 9.3절과 같습니다. 공통 필드(토크 센서, 작업 모드, 목표 토크, 토크 단위, 공차 기준, 토크 공차, 토크 멀티플라이어 활성화, 단수, 토크비, 배치 수량)는 9.3절을 참조하십시오. 이 절에서는 유형별 추가 필드와 판정만 설명합니다. 각도가 있는 유형(토크 & 각도, 토크 측정)에는 각도를 측정할 수 있는 센서가 필요합니다.

"작업 모드"를 변경하면 "토크 센서", "목표 토크", "토크 단위", "공차 기준", "배치 수량"은 유지되고 다음 필드가 재설정됩니다.

필드	재설정 후 값
토크 공차	10
착좌 토크	토크 & 각도, 토크 측정: 이 단계에서 선택한 센서 사양의 20%(단계의 현재 토크 단위 기준); 기타 유형: 지워짐
목표 각도	지워짐. 토크 & 각도와 토크 측정은 다시 입력해야 함
제어 모드, 각도 공차 기준, 각도 범위	토크 & 각도: 각도, ≥, 10; 기타 유형: 지워짐
공구 형식, 감지 작업 시간, 작업 시간	전동 공구: 충격, 끄기, 0; 기타 유형: 지워짐
토크 멀티플라이어 활성화	끄기

> **참고** 토크 & 각도 또는 토크 측정으로 변경하면 "목표 각도"가 비어 있으므로 이를 입력해야 저장할 수 있습니다. 이 단계의 센서에 유효한 사양이 없으면 "착좌 토크"도 비어 있으므로 직접 입력하십시오.

9.4.1 토크 렌치

수동 토크 렌치를 사용하는 체결 단계입니다. 체결할 때마다 최대 토크를 목표 토크 및 공차와 비교하여 OK 또는 NOK를 판정합니다. 이 유형의 상세 영역은 그림 9-4와 같으며 공통 필드만 있습니다.

판정: 최대 토크(토크 계수와 토크 증배기 비율이 이미 곱해진 값)가 "목표 토크 ± 토크 공차%" 이내이면 OK입니다. "공차 기준"이 "+"이면 목표값보다 높은 편차만 허용됩니다.

작업 화면에는 큰 측정값이 없고 판정 배너가 주 영역을 채웁니다. 차트 버튼은 "토크/각도 곡선", 차트 대화 상자의 모드 이름과 레이블은 모두 "토크 렌치"이며, 곡선은 토크만 그립니다.

> **예시** 예비 체결 단계, 목표 60 N·m ±10%, 배치 수량 5: OK 범위 54.00~66.00 N·m. 다음 단계로 넘어가려면 OK 결과가 5개 필요합니다(전체 흐름은 9.3절 예시의 ⑤와 ⑨ 참조).

9.4.2 토크 & 각도

토크와 각도를 함께 측정하는 체결 단계입니다. 제어 모드로 "토크" 또는 "각도"를 선택할 수 있으며, 각도는 토크가 "착좌 토크"에 도달한 후부터 계산합니다. 제어 모드의 일반 개념은 제6장을 참조하십시오.

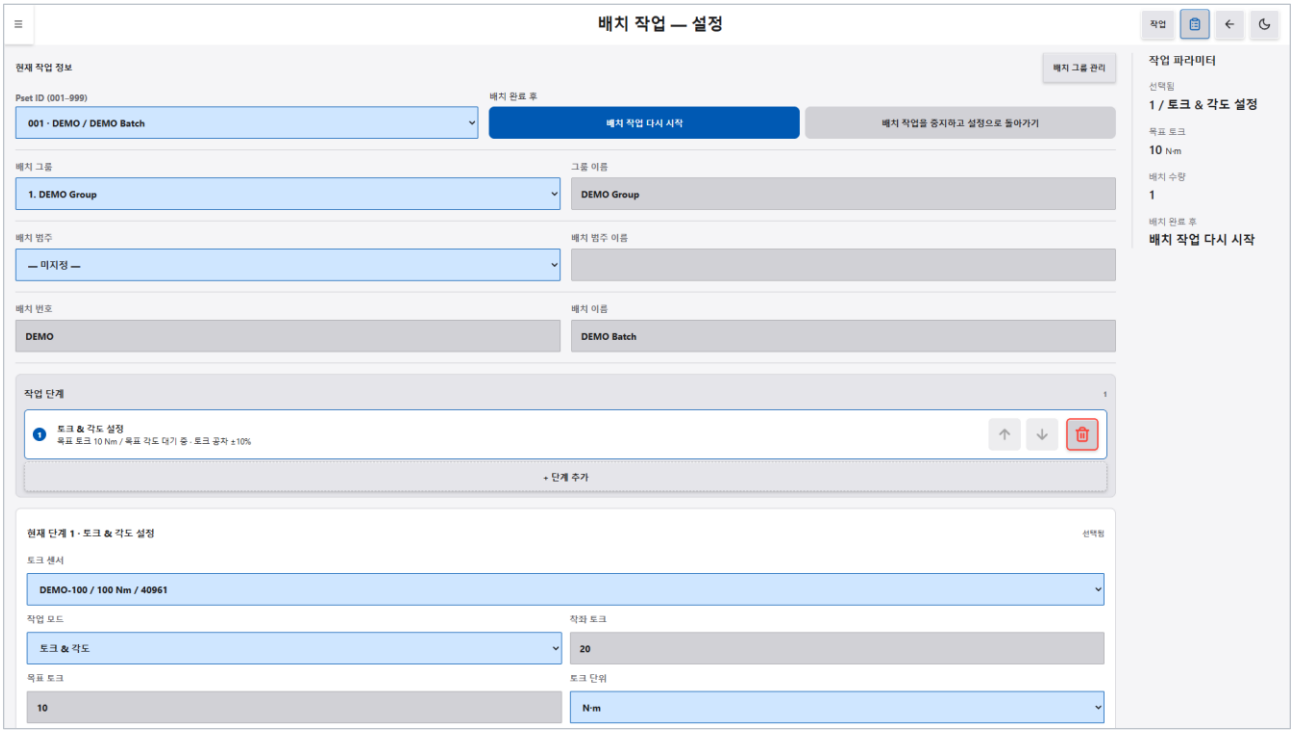


그림 9-5 배치 작업 설정: 토크 & 각도 단계

상세 영역에는 위에서 아래로 "토크 센서", "작업 모드", "착좌 토크", "목표 토크", "토크 단위", "공차 기준", "토크 공차", "목표 각도", "제어 모드", "각도 공차 기준"이 있으며, 제어 모드가 "토크"이면 "각도 범위"가 추가되고, 그 뒤에 토크 증배기 필드와 "배치 수량"이 있습니다.

필드	설명	범위 및 기본값
착좌 토크	토크가 이 값에 도달한 후에만 각도를 계산합니다. 제어 모드가 "각도"이면 OK 판정을 위한 최소 토크이기도 합니다.	필수이며 0 이상. 0이면 센서 각도를 그대로 사용합니다. 센서를 선택하면 사양의 20%가 채워집니다.
목표 각도	각도 판정의 목표값입니다.	필수이며 1~360도. 새 단계는 비어 있음.
제어 모드	"토크" 또는 "각도"를 판정 기준으로 사용합니다. 변경하면 "각도 공차 기준"이 해당 모드의 첫 번째 옵션으로 재설정됩니다.	새 단계는 "각도".
각도 공차 기준	각도를 비교하는 방법입니다.	제어 모드 "각도": "≥", "≤". 제어 모드 "토크": "±", "+".
각도 범위	허용 각도 편차(도)입니다. 제어 모드가 "토크"일 때만 표시됩니다.	필수이며 0 이상. 새 단계는 10.

판정:

- 제어 모드 "각도": 최종 토크가 "착좌 토크"에 도달하고 "최종 각도"가 각도 공차 기준("목표 각도"에 대해 ≥ 또는 ≤)을 충족하면 OK입니다. "목표 토크"와 "토크 공차"는 판정에 관여하지 않지만, 저장하려면 유효 범위 안에 있어야 하며 곡선에 기준선으로 표시됩니다.
- 제어 모드 "토크": 최종 토크가 "목표 토크 ± 토크 공차%" 이내인지만으로 판정합니다. "각도 공차 기준"과 "각도 범위"는 기록되고 표시되지만 OK 또는 NOK에 영향을 주지 않습니다.

작업 화면에서는 측정값 영역에 "최종 각도"가 표시되며, 그 아래의 범위 막대는 제어 모드와 각도 공차 기준에 따라 눈금이 표시됩니다. 제어 모드가 "각도"이면 "≥"는 "각도 하한"을, "≤"는 "각도 상한"을 표시하며, 둘 다 "목표 각도"와 같습니다. 제어 모드가 "토크"이면 "각도 공차 기준"과 "각도 범위"에 따라 하한과 상한이 표시됩니다. 차트 대화 상자의 레이블은 "토크 & 각도"이며, 곡선에는 토크와 각도가 모두 표시되고 범위 막대와 같은 각도 점선이 그려집니다.

참고 센서를 선택하면 착좌 토크만 채워지며(사양의 20%), 목표 토크는 비어 있으므로 직접 입력해야 합니다. 제어 모드가 "각도"이면 토크가 착좌 토크에 도달해야 OK가 가능하므로, 실제 부품에 맞게 두 값을 다시 설정하십시오.

예시 제어 모드 "각도": 착좌 토크 60 N·m, 목표 각도 90, 각도 공차 기준 "≥". 최종 토크 98.40 N·m, 최종 각도 92.5° → OK. 최종 각도 85.0° → NOK(전체 흐름은 9.3절 예시의 ⑥과 ⑪ 참조).
제어 모드 "토크": 목표 토크 80 N·m, 공차 기준 "+/-", 토크 공차 5. OK 범위 80 × 0.95 = 76.00 ~ 80 × 1.05 = 84.00 N·m. 최종 토크 82.30 N·m → 최종 각도와 관계없이 OK.

9.4.3 전동 공구

충격, 펄스, 클러치 공구 등 전동 공구를 사용하는 체결 단계이며 최대 토크로 판정합니다. 공구 형식 선택 방법은 8.1절을 참조하십시오.

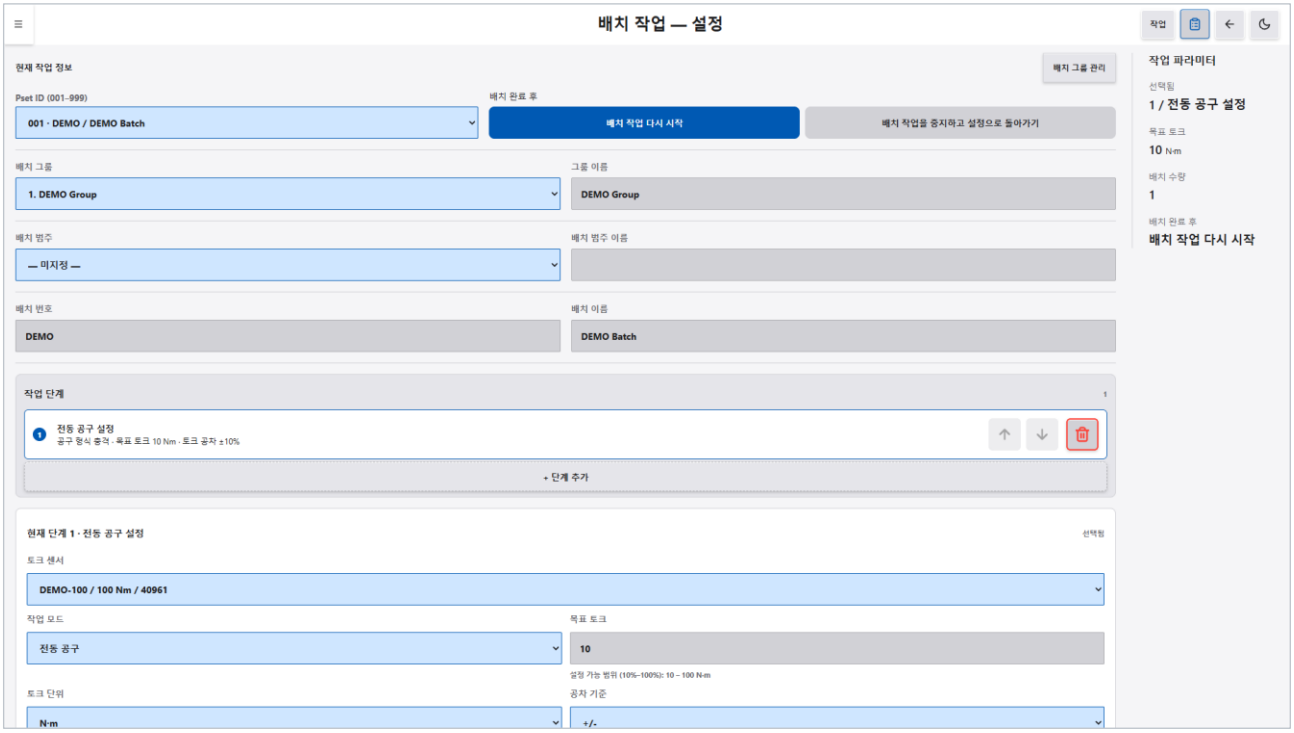


그림 9-6 배치 작업 설정: 전동 공구 단계

상세 영역에는 위에서 아래로 “토크 센서”, “작업 모드”, “목표 토크”, “토크 단위”, “공차 기준”, “토크 공차”, “공구 형식”, “감지 작업 시간”, “작업 시간”이 있고, 그 뒤에 토크 증배기 필드와 “배치 수량”이 있습니다.

필드	설명	범위 및 기본값
공구 형식	전동 공구의 종류입니다. 충격, 펄스: 작업 화면에 “펄스 수”가 표시됩니다. 클러치: 작업 화면에 “감지 작업 시간”이 표시되고 차트 대화 상자의 모드 이름에 “전동 공구 - 클러치”가 표시됩니다.	“충격”, “클러치”, “펄스”. 새 단계는 “충격”.
감지 작업 시간	작업 시간 스위치이며 작업 화면의 정보 줄에 표시됩니다.	“끄기”, “켜기”. 기본값 “끄기”.
작업 시간	목표 작업 시간(초)이며 작업 화면에 “목표 작업 시간”으로 표시됩니다. 감지 작업 시간이 “끄기”여도 입력할 수 있습니다.	0 이상, 소수점 이하 최대 3자리. 기본값 0.

판정: 최대 토크가 “목표 토크 ± 토크 공차%” 이내인지만으로 판정합니다. “공구 형식”, “감지 작업 시간”, “작업 시간”은 OK 또는 NOK에 영향을 주지 않습니다. 배치의 전동 공구 단계에는 “작업 시간 알림” 기능이 없습니다.

작업 화면의 차트 버튼은 클러치를 포함한 모든 공구 형식에서 "토크/각도 곡선"으로 표시됩니다. 곡선은 토크만 그립니다.

> **예시** 임팩트 렌치로 프레임 볼트 4개를 체결하며 목표값보다 높은 값만 허용하는 경우: "토크 센서" 사양 500 N·m 센서, "작업 모드" 전동 공구, "공구 형식" 충격, "목표 토크" 300, "공차 기준" +, "토크 공차" 15, "배치 수량" 4.
>
> OK 범위 300.00 ~ 300 × 1.15 = 345.00 N·m. 요약에는 "공구 형식 충격 · 목표 토크 300 Nm · 토크 공차 +15%"가 표시됩니다. 작업 화면의 모드 정보 줄에는 "펄스 수"가 표시되고, 차트 버튼은 "토크/각도 곡선"입니다. 차트 대화 상자에서 "토크 하한"과 "목표 토크" 점선은 모두 300 N·m에 있고 "토크 상한" 점선은 345 N·m에 있습니다.

9.4.4 토크 측정

체결이 "목표 각도"에 도달한 순간의 토크(각도 토크)로 OK 또는 NOK를 판정합니다. 이미 체결된 볼트를 재검사하는 데 주로 사용합니다.



그림 9-7 배치 작업 설정: 토크 측정 단계

상세 영역에는 위에서 아래로 "토크 센서", "작업 모드", "착좌 토크", "목표 토크", "토크 단위", "공차 기준", "토크 공차", "목표 각도"가 있고, 그 뒤에 토크 증배기 필드와 "배치 수량"이 있습니다. 제어 모드와 각도 공차 기준은 없습니다.

필드	설명	범위 및 기본값
착좌 토크	토크가 이 값에 도달한 후에만 각도를 계산하며, 각도 측정이 시작되는 위치를 결정합니다.	필수이며 0 이상. 0이면 센서 각도를 그대로 사용합니다. 센서를 선택하면 사양의 20%가 채워집니다.
목표 각도	토크를 취하는 각도 위치입니다.	필수이며 1~360도. 새 단계는 비어 있음.

판정: 각도가 "목표 각도"에 도달하면 시스템이 그 순간의 "각도 토크"를 취하고, 각도 토크가 "목표 토크 ± 토크 공차%" 이내인지로 판정합니다. 체결이 목표 각도에 도달하지 않으면 기록되지 않으며 NOK로도 집계되지 않습니다.

작업 화면에서는 측정값 영역에 "최종 각도"가 표시되며, 범위 막대에는 "목표 각도"만 표시됩니다. 모드 정보 줄에는 "각도 토크"와 "실시간 각도"가 표시됩니다. 판정과 기록의 실제 토크는 모두 이번 체결의 피크가 아니라 각도 토크입니다(9.2절의 참고 참조). 차트 대화 상자의 레이블은 "토크 측정"이며, 곡선에는 토크와 각도가 모두 표시되지만 "목표 각도" 선만 그려지고 각도 상한·하한 선은 그려지지 않습니다.

> **참고** 센서를 선택하면 착좌 토크만 채워지며(사양의 20%), 목표 토크는 비어 있으므로 직접 입력해야 합니다. 각도는 토크가 착좌 토크를 넘은 후에만 계산되므로 얻어지는 각도 토크도 대개 착좌 토크보다 높습니다. 채워진 값을 그대로 두면 판정이 목표에서 벗어나기 쉽습니다. 실제 검사 조건에 맞게 다시 설정하십시오.

> **예시** 재검사 단계: 착좌 토크 100 N·m, 목표 각도 5, 목표 토크 140 N·m, 토크 공차 15. OK 범위 119.00~161.00 N·m. 5°에서 각도 토크 138.60 N·m → OK(전체 흐름은 9.3절 예시의 ⑦과 ⑫ 참조).

9.5 그룹 및 범주 관리

경로: 탐색 메뉴 → "회전식 센서" → "배치 작업" → 오른쪽 위의 "설정" → 배치 기본 데이터 영역 오른쪽 위의 "배치 그룹 관리". 같은 버튼을 다시 클릭하면 영역이 접힙니다.

배치 설정 화면 안에서 그룹이나 범주를 빠르게 추가하고 편집 중인 배치에 바로 적용하며, 설정 화면을 벗어나지 않습니다. 기존 그룹의 코드나 이름을 변경하거나 범주의 이름을 바꾸려면 고급 그룹 관리를 사용하십시오(9.6절 참조).

"그룹 추가"와 "범주 추가"는 즉시 저장되며 "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한이 필요합니다. 권한이 없으면 화면에 "배치 그룹을 저장할 수 없습니다." 또는 "배치 범주를 저장할 수 없습니다."가

표시됩니다. 배치 설정을 불러오거나 저장하는 동안에는 이 영역의 입력란과 버튼이 일시적으로 비활성화됩니다.



그림 9-8 배치 작업 설정: 그룹 및 범주 관리

9.5.1 화면 구성

영역/버튼	설명
제목	작은 글씨 "데이터 유형", 큰 글씨 "배치 그룹 관리".
"배치 그룹 관리"(이 영역 안)	"배치 그룹 관리" 화면으로 전환합니다(9.6절 참조). 저장하지 않은 배치 변경 사항은 유지되며, 돌아온 후 계속 편집할 수 있습니다.
"그룹 추가" 입력란과 "그룹 추가" 버튼	이름을 입력하고 "그룹 추가"를 클릭하면 그룹이 즉시 생성되고 현재 배치의 그룹이 새 그룹으로 전환됩니다.
"범주 추가" 입력란과 "범주 추가" 버튼	이름을 입력하고 "범주 추가"를 클릭하면 범주가 즉시 생성되고 현재 배치의 범주가 새 범주로 전환됩니다.

추가 성공 및 실패 메시지는 설정 화면 아래쪽의 메시지 줄에 표시됩니다.

9.5.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
그룹 추가	만들 그룹의 이름입니다. 새 그룹의 "그룹 코드"는 이름과 같은 텍스트로 설정되고, "그룹 번호"는 현재 가장 큰 번호에 1을 더한 값입니다.	"그룹 추가"를 클릭할 때 필수이며, 기존 그룹과 이름이 같아도 됩니다. 추가한 후 자동으로 지워집니다.
범주 추가	만들 범주의 이름입니다. 기존 범주의 이름을 입력하면 해당 범주가 선택되고 중복 범주는 생성되지 않습니다.	"범주 추가"를 클릭할 때 필수이며, 범주 이름은 고유해야 합니다. 추가한 후 자동으로 지워집니다.

9.5.3 절차

1. 배치 설정 화면에서 "배치 그룹 관리"를 클릭합니다. 아래에 "그룹 추가"와 "범주 추가" 입력란이 나타납니다.
2. 그룹 추가: "그룹 추가"에 이름을 입력하고 "그룹 추가"를 클릭합니다. 입력란이 지워지고 "배치 그룹"이 새 그룹으로 전환되며, 오른쪽의 "그룹 이름"에 같은 이름이 표시됩니다.
3. 범주 추가: "범주 추가"에 이름을 입력하고 "범주 추가"를 클릭합니다. 입력란이 지워지고 "배치 범주"가 새 범주로 전환됩니다.
4. 다른 배치 필드를 확인하고 "작업 저장"을 클릭합니다. 그래야 새 그룹과 범주가 배치에 적용됩니다(9.3절 참조).

새 그룹과 범주는 생성되는 즉시 드롭다운 목록과 고급 그룹 관리 목록에 나타납니다. "작업 저장"을 클릭하지 않고 나가면 배치는 원래 그룹과 범주에 그대로 남지만, 새로 만든 그룹과 범주는 목록에 남습니다. 그룹과 범주는 일단 생성되면 화면에서 삭제할 수 없습니다.

> **팁** 빠르게 추가한 그룹은 코드와 이름이 같습니다. 그룹 코드에 별도의 코드 체계(예: 생산 라인 코드)가 필요하면 추가한 후 고급 그룹 관리에서 "그룹 코드"를 변경하십시오.

9.5.4 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 조치
“배치 그룹 이름을 입력하십시오.”	“그룹 추가” 입력란이 비어 있는 상태에서 “그룹 추가”를 클릭했습니다. 이름을 입력하고 다시 클릭하십시오.
“배치 범주 이름을 입력하십시오.”	“범주 추가” 입력란이 비어 있는 상태에서 “범주 추가”를 클릭했습니다. 이름을 입력하고 다시 클릭하십시오.
“배치 그룹을 저장할 수 없습니다.”	그룹 생성에 실패했습니다. 예를 들어 계정에 “편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정” 권한이 없는 경우입니다. 권한을 확인하고(제15장 참조) 다시 시도하십시오.
“배치 범주를 저장할 수 없습니다.”	범주 생성에 실패했습니다. 예를 들어 권한이 없는 경우입니다. 권한을 확인하고 다시 시도하십시오.
“로컬 서비스에 연결할 수 없습니다. 데스크톱 애플리케이션에서 열어 주세요.”	그룹 또는 범주는 생성되었지만 목록을 다시 불러오지 못했습니다. 배치 설정 화면을 다시 열고 새 항목이 목록에 있는지 확인하십시오.

9.6 고급 그룹 관리

경로: 탐색 메뉴 → “회전식 센서” → “배치 작업” → 오른쪽 위의 “설정” → “배치 그룹 관리” → 펼쳐진 영역의 “배치 그룹 관리”.

“배치 그룹 관리” 화면에서 배치 그룹과 배치 범주를 한곳에서 관리합니다. 그룹 추가, 그룹 코드 및 이름 변경, 범주 추가, 범주 이름 변경을 할 수 있습니다. 이 화면에는 삭제 기능이 없습니다.

이 화면을 열려면 “보기 · 작업 설정” 권한이 필요하고, “그룹 저장”과 “범주 저장”에는 “편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정” 권한이 필요합니다(기본적으로 A와 B 역할에는 있고 C 역할에는 없음). 권한이 없으면 화면에 “배치 그룹을 저장할 수 없습니다.” 또는 “배치 범주를 저장할 수 없습니다.”가 표시됩니다.

화면이 열리면 그룹 목록과 범주 목록을 자동으로 불러오고, 각 목록의 첫 번째 그룹과 첫 번째 범주가 미리 선택됩니다.

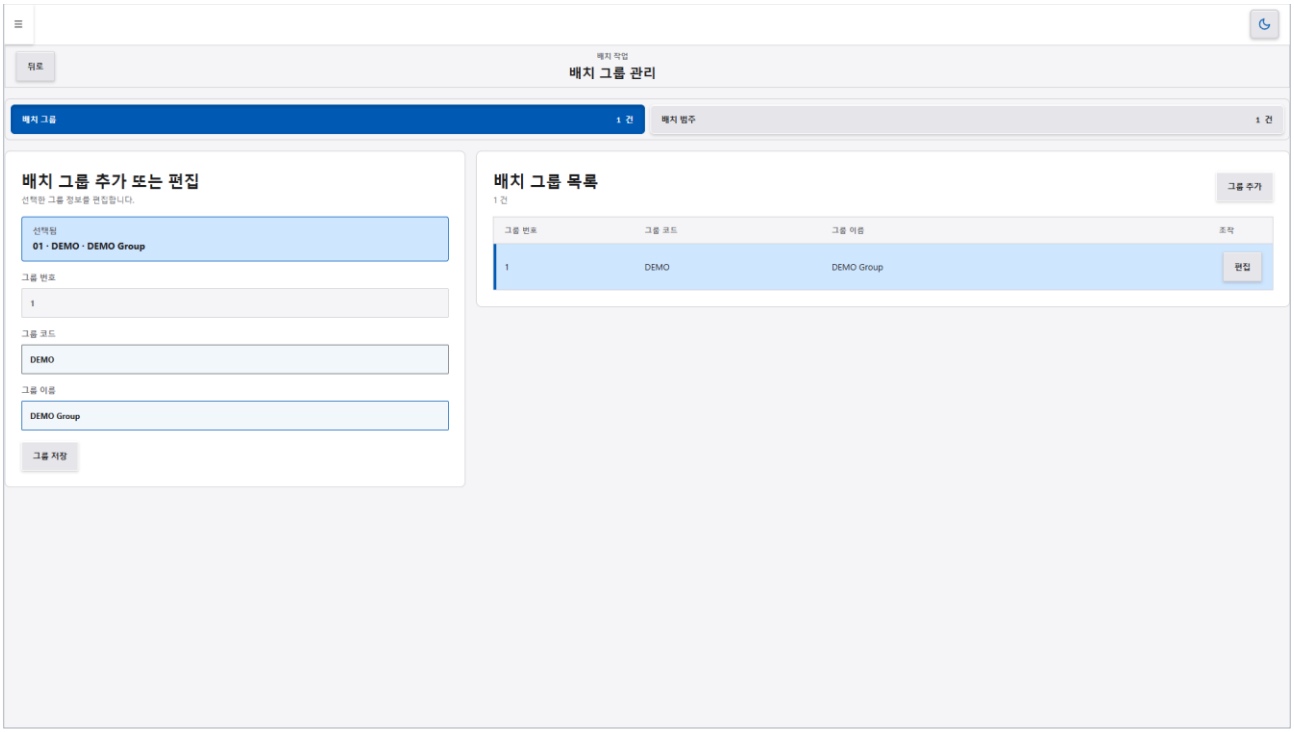


그림 9-9 배치 그룹 관리: 배치 그룹 탭

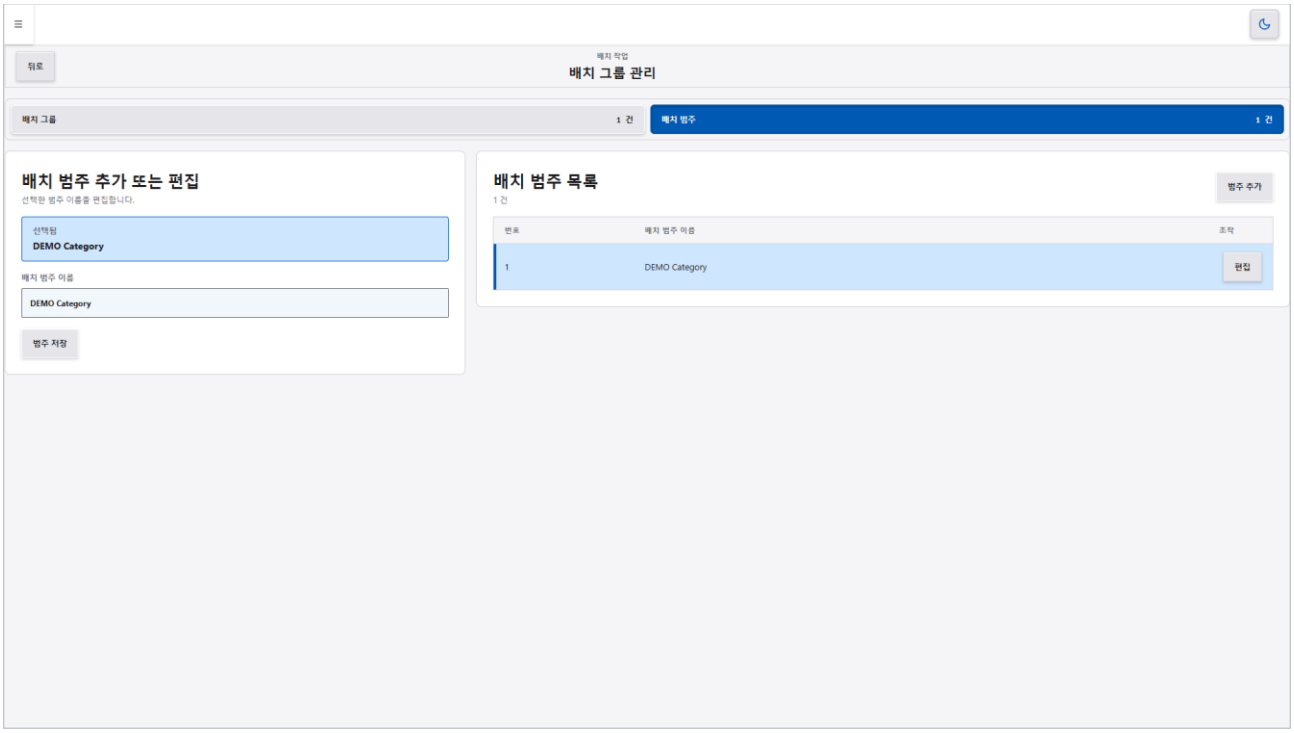


그림 9-10 배치 그룹 관리: 배치 범주 탭

9.6.1 화면 구성

영역/버튼	설명
“뒤로”(왼쪽 위)	배치 설정 화면으로 돌아갑니다. 이 화면에서 저장하지 않은 입력은 삭제되지만, 배치 설정에서 저장하지 않은 변경 사항은 그대로 유지됩니다.
제목	작은 글씨 “배치 작업”, 큰 글씨 “배치 그룹 관리”. 오른쪽 위에는 라이트/다크 모드 전환 버튼만 있습니다.
탭	“배치 그룹”과 “배치 범주”이며, 각각 오른쪽에 개수가 표시됩니다(예: “3 건”). 선택된 탭은 배경이 파란색입니다.
배치 그룹 추가 또는 편집(그룹 탭 왼쪽)	제목은 “배치 그룹 추가 또는 편집”입니다. 파란색 상자에 “선택됨”과 “그룹 번호 · 그룹 코드 · 그룹 이름”이 표시되고, 추가 모드에서는 “추가 모드”와 “새 배치 그룹 생성 중”이 표시됩니다. 그 아래에 “그룹 번호”, “그룹 코드”, “그룹 이름”, “그룹 저장”이 있습니다.
배치 그룹 목록(그룹 탭 오른쪽)	제목 “배치 그룹 목록”과 설명 “N 건”, 오른쪽 위에 “그룹 추가”가 있습니다. 열은 “그룹 번호”, “그룹 코드”, “그룹 이름”, “조작”(“편집” 버튼)이며, 선택된 행은 배경이 파란색입니다. 데이터가 없으면 “기록 없음”이 표시됩니다.
배치 범주 추가 또는 편집(범주 탭 왼쪽)	제목은 “배치 범주 추가 또는 편집”입니다. 파란색 상자에 “선택됨”과 범주 이름, 또는 “추가 모드”와 “새 배치 범주 생성 중”이 표시됩니다. 그 아래에 “배치 범주 이름”과 “범주 저장”이 있습니다.
배치 범주 목록(범주 탭 오른쪽)	제목 “배치 범주 목록”과 설명 “N 건”, 오른쪽 위에 “범주 추가”가 있습니다. 열은 “번호”, “배치 범주 이름”, “조작”(“편집” 버튼)이며 이름순으로 정렬됩니다.
“그룹 추가” / “범주 추가”	왼쪽 양식을 지우고 추가 모드로 들어갑니다. 저장하지 않습니다.
“편집”	해당 행을 왼쪽 양식에 불러와 편집합니다. 저장하지 않습니다.
“그룹 저장”	추가 모드에서는 그룹을 만들고, 편집 모드에서는 선택한 그룹의 코드와 이름을 갱신합니다. 저장하는 동안 버튼 텍스트가 “설정 저장…”으로 바뀝니다. 성공하면 “배치 그룹을 로컬에 저장했습니다”가 표시됩니다.
“범주 저장”	추가 모드에서는 범주를 만들고(같은 이름의 범주가 있으면 대신 그 범주가 선택됨), 편집 모드에서는 선택한 범주의 이름을 바꿉니다. 성공하면 “배치 범주를 로컬에 저장했습니다”가 표시됩니다. 범주 변경 사항은 동기화에 포함됩니다(제14장 참조).

9.6.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
그룹 번호	그룹의 일련번호이며 정렬과 배치 설정의 드롭다운 목록에 사용됩니다("번호. 이름" 형식으로 표시).	읽기 전용이며 시스템이 할당합니다(현재 가장 큰 번호에 1을 더한 값). 추가 모드에서는 비어 있고 저장할 때 생성됩니다.
그룹 코드	그룹의 코드이며 예를 들어 생산 라인 코드입니다.	필수이며 앞뒤 공백은 제거됩니다. 다른 그룹과 중복될 수 있습니다.
그룹 이름	그룹의 표시 이름입니다. 이름을 바꾸면 그룹의 모든 배치에 새 이름이 표시됩니다.	필수이며 다른 그룹과 중복될 수 있습니다.
배치 범주 이름	범주 이름입니다. 이름을 바꾸면 이 범주를 사용하는 모든 배치가 새 이름으로 바뀝니다.	필수이며 다른 범주와 같으면 안 됩니다.

9.6.3 절차

1. 배치 설정 화면에서 "배치 그룹 관리"를 클릭한 다음 펼쳐진 영역의 "배치 그룹 관리"를 클릭합니다. 화면이 "배치 그룹 관리"로 전환되어 "배치 그룹" 탭이 열리고 왼쪽에 첫 번째 그룹을 불러옵니다.
2. 그룹 추가: 오른쪽 위의 "그룹 추가"를 클릭하면 왼쪽에 "추가 모드"가 표시됩니다. "그룹 코드"와 "그룹 이름"을 입력하고 "그룹 저장"을 클릭합니다. 화면에 "배치 그룹을 로컬에 저장했습니다"가 표시되고 새 그룹이 그룹 번호가 할당된 상태로 목록에 나타납니다.
3. 그룹 변경: 목록에서 해당 행의 "편집"을 클릭하면 왼쪽 "선택됨"에 그룹이 표시됩니다. "그룹 코드" 또는 "그룹 이름"을 변경하고 "그룹 저장"을 클릭합니다.
4. 범주 추가 또는 이름 변경: "배치 범주" 탭으로 전환합니다. 추가하려면 "범주 추가"를 클릭하고 "배치 범주 이름"을 입력한 다음 "범주 저장"을 클릭합니다. 이름을 바꾸려면 해당 행의 "편집"을 클릭하고 이름을 변경한 다음 "범주 저장"을 클릭합니다. 화면에 "배치 범주를 로컬에 저장했습니다"가 표시됩니다.
5. 왼쪽 위의 "뒤로"를 클릭하여 배치 설정 화면으로 돌아가 "배치 그룹"과 "배치 범주"의 선택을 확인한 다음 "작업 저장"을 클릭합니다(9.3절 참조).

그룹과 범주는 "그룹 저장" 또는 "범주 저장"을 클릭하는 즉시 저장되며, 이를 위해 배치를 다시 저장할 필요는 없습니다. 다만 현재 배치가 사용하는 그룹이나 범주를 변경하려면 배치 설정으로 돌아가 "작업 저장"을 클릭해야 합니다.

참고 이 화면에서 "그룹 저장"에 성공하면 배치 설정 화면의 "배치 그룹"이 방금 저장한 그룹으로 자동 전환됩니다. 다른 그룹의 데이터만 변경했더라도 돌아온 후 "작업 저장"을 클릭하기 전에 현재 배치의 그룹이 올바른지 확인하십시오.

예시 9.3절의 예시에서 만든 "휠 허브 조립" 그룹에 생산 라인 코드를 설정합니다.

① "배치 그룹" 탭에서 목록의 "휠 허브 조립" 행에 있는 "편집"을 클릭합니다. 왼쪽 "선택됨"에 그룹이 표시되고 현재 "그룹 코드"는 "휠 허브 조립"입니다.

② "그룹 코드"를 L2-HUB로 변경하고 "그룹 저장"을 클릭합니다. 화면에 "배치 그룹을 로컬에 저장했습니다"가 표시되고 목록의 그룹 코드가 L2-HUB로 갱신됩니다.

③ "뒤로"를 클릭하고 "배치 그룹"이 여전히 "휠 허브 조립"인지 확인한 다음 "작업 저장"을 클릭합니다.

9.6.4 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 조치
"배치 그룹을 불러올 수 없습니다." 또는 "배치 범주를 불러올 수 없습니다."	목록을 읽지 못했습니다. "뒤로"를 클릭하고 화면을 다시 여십시오. 그래도 실패하면 프로그램을 다시 시작하십시오.
"배치 그룹 코드를 입력하십시오."	"그룹 코드"가 비어 있습니다. 코드를 입력하고 다시 저장하십시오.
"배치 그룹 이름을 입력하십시오."	"그룹 이름"이 비어 있습니다. 이름을 입력하고 다시 저장하십시오.
"배치 그룹을 저장할 수 없습니다."	저장에 실패했습니다. 예를 들어 "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한이 없거나 그룹이 더 이상 존재하지 않는 경우입니다. 권한을 확인하고(제15장 참조) 이 화면을 다시 연 다음 다시 시도하십시오.
"배치 범주 이름을 입력하십시오."	"배치 범주 이름"이 비어 있습니다. 이름을 입력하고 다시 저장하십시오.
"배치 범주를 저장할 수 없습니다."	저장에 실패했습니다. 예를 들어 권한이 없거나 새 이름이 이미 범주로 존재하는 경우입니다. 권한을 확인하거나 다른 이름을 사용하십시오. 그래도 범주 이름을 바꿀 수 없으면 "범주 추가"를 클릭하여 원하는 이름으로 범주를 만든 다음 선택하십시오.

제10장 능력 지수

이 장에서는 "능력 지수 검사"를 설명합니다. 하나의 규격 조건으로 일련의 토크 샘플을 수집하면 시스템이 Cp, Cpk, Cm, Cmk 등의 지수를 자동으로 계산하여 체결 공구의 반복성을 평가합니다.

10.1 개요 및 세 가지 모드

경로: 탐색 메뉴 → "공구 능력 검사" → "능력 지수 검사".

"능력 지수 검사"는 체결 공구(충격, 펄스, 토크 렌치, 클러치)가 안정적인지 평가합니다. 규격 상한과 하한을 설정하고 반복해서 체결합니다. 샘플이 수집될 때마다 TMS가 OK/NOK를 판정하고 평균, 표준편차, 능력 지수를 계산한 후, 설정한 합격 기준값에 따라 "합격", "조건부 합격" 또는 "불합격"을 표시합니다. 수집할 때마다 능력 검사 기록 한 건으로 저장됩니다(제11장 참조).

10.1.1 세 가지 검사 모드

작업 화면 제목으로 현재 검사 모드를 알 수 있습니다. 세 가지 모드는 통계와 판정 방식이 완전히 같으며, 측정 대상과 화면 내용만 다릅니다.

모드	측정 대상	일반적인 용도	필요한 장비
토크 센서 모드	시험 대상 공구가 체결할 때마다 토크 센서로 측정한 최대 토크	전동 공구나 렌치 자체의 반복성 평가(설비 능력)	사양이 등록되고 페어링된 회전식 토크 센서, RF 2.4G 수신기
잔류 토크 모드	RF 2.4G 측정 장치(화면에서는 "토크 장력계 장치"라고 함)로 측정한 토크. 진동 토크, 참조 토크, 각도도 수동 입력으로 기록할 수 있음	이미 체결된 체결부의 잔류 토크 감사, 토크 계수, 각도 계수, 조합 정보 기록	사양이 등록되고 페어링된 RF 2.4G 센서, RF 2.4G 수신기
잔류 토크 + 토크 센서 모드	토크 센서로 수집한 토크(판정 및 통계에 사용). 다른 계측기로 측정한 잔류 토크는 수동 입력으로 기록	하나의 기록에 공구 체결 토크와 잔류 토크를 함께 남겨 쉽게 비교	페어링된 토크 센서, RF 2.4G 수신기, 잔류 토크 측정용 계측기(예: 토크 렌치)

- 새로 설치하면 토크 센서 모드를 사용합니다.

- 설정 화면의 "모드" 필드는 항상 "토크 센서"로 표시되며 화면에서 전환할 수 없습니다. 잔류 토크 모드와 잔류 토크 + 토크 센서 모드는 로컬 데이터가 이미 해당 모드로 설정되어 있을 때만 나타납니다. 모드를 변경해야 하면 공급업체에 문의하십시오.
- 실제 모드를 확인하려면 작업 화면 제목을 보십시오. 토크 센서 모드는 "능력 지수 검사 작업", 잔류 토크 모드는 "능력 지수 검사 (잔류 토크 모드)", 잔류 토크 + 토크 센서 모드는 "능력 지수 검사 (잔류 토크 + 토크 센서 모드)"로 표시됩니다.
- 세 가지 모드는 하나의 능력 검사 설정을 공유하며, 마지막으로 저장한 설정이 적용됩니다.
- 세 가지 모드의 작업 화면에는 각도가 아니라 토크 측정값만 표시됩니다. 잔류 토크 모드에서 각도는 "수동 참조" 필드에 직접 입력할 뿐입니다.

10.1.2 화면 열기 및 처음 사용

1. 탐색 메뉴에서 "공구 능력 검사" → "능력 지수 검사"를 클릭합니다.
2. 능력 검사 설정을 한 번도 저장하지 않았으면 설정 화면이 먼저 열립니다(10.3절 참조). 저장에 성공하면 자동으로 작업 화면으로 전환됩니다.
3. 이전에 설정을 저장했으면 작업 화면이 바로 열립니다. 설정을 변경하려면 오른쪽 위의 "설정"(톱니바퀴 아이콘)을 클릭합니다.

작업 화면을 열면 TMS가 센서에 작업 시작 명령을 자동으로 보내고, 화면을 벗어나면 작업이 자동으로 중지됩니다. 이 페이지에는 별도의 "시작" 또는 "중지" 버튼이 없습니다. RF 연결, 배터리 잔량, 오프라인 상태 전반은 5.2절을 참조하십시오.

10.1.3 권한

아래 표는 능력 지수 검사에 사용되는 권한을 "사용자 관리" 화면과 같은 이름으로 나열한 것입니다. 각 권한은 사용자마다 조정할 수 있습니다(15.4절 참조).

동작	필요한 권한	기본 템플릿
작업 화면 열기	실행 · 작업 및 실행 · 능력 지수 검사	A, B, C 허용
설정 화면 열기(작업 화면 헤더의 "설정" 버튼)	보기 · 작업 설정	A, B, C 허용
샘플 수집(자동 또는 "능력 검사 수집 확인")	실행 · 능력 지수 검사	A, B, C 허용
능력 검사 설정 저장	편집 · 능력 지수 검사	A, B 허용, C 거부

동작	필요한 권한	기본 템플릿
"데이터 수집 시작"을 클릭하여 새 통계 회차 시작	전체 지우기 · 능력 지수 검사	A, B 허용, C 거부
"기록" 열기	보기 · 기록	A, B, C 허용

- "실행 · 작업"과 "실행 · 능력 지수 검사" 권한은 있지만 "보기 · 작업 설정" 권한이 없는 계정: 설정이 이미 저장되어 있으면 작업 화면이 바로 열리고 헤더에 "설정" 버튼이 없습니다. 아직 저장된 설정이 없으면 화면에 "능력 검사 설정을 불러오지 못했습니다."가 "설정 다시 불러오기" 버튼 없이 표시됩니다. 설정 권한이 있는 사람에게 먼저 설정을 완료하도록 요청하십시오.
- "실행 · 작업" 또는 "실행 · 능력 지수 검사" 중 하나가 없지만 "보기 · 작업 설정" 권한이 있는 계정: "능력 지수 검사"를 클릭하면 설정 화면만 열리고 작업 화면은 열리지 않습니다.

> **참고** "전체 지우기 · 능력 지수 검사" 권한은 "데이터 수집 시작" 버튼을 제어합니다. 작업 화면 위쪽의 "전체 지우기" 버튼은 권한이 필요 없으며 화면 표시만 지웁니다(10.2절 참조).

10.2 공통 통계 지수

이 절의 샘플링, 판정, 통계 규칙은 세 가지 모드 모두에 적용됩니다. TMS는 N·m 단위로 계산하고, 결과를 설정한 토크 단위로 환산하여 표시합니다.

10.2.1 샘플 생성 방식

- **자동 수집**: 토크가 0에서 상승하기 시작하면 TMS가 이번 체결의 최대값을 유지하고, 토크가 0으로 돌아오면 이 최대값으로 샘플 하나를 자동으로 수집합니다.
- **수동 수집**: "능력 검사 수집 확인"을 클릭하면 현재 실시간 토크로 샘플 하나를 수집합니다. 그 순간 0보다 큰 토크가 없으면 화면에 "센서의 양수 토크를 수신하지 못해 능력 검사 수집을 확인할 수 없습니다."가 표시되고 아무것도 수집되지 않습니다.
- 샘플은 저장되기 전에 "토크 계수 설정"의 계수와 "토크 증배기 설정"의 비율(사용하지 않으면 1)을 곱한 후 판정되고 통계에 포함됩니다(12.4절 및 12.5절 참조). 작업 화면의 큰 토크 값(예: "최종 토크")에도 같은 계수가 곱해집니다.
- 설정된 토크 단위가 유효하지 않으면 샘플이 수집되지 않고 화면에 "지원되지 않는 토크 단위: (단위)"가 표시됩니다. 설정 화면으로 이동하여 토크 단위를 다시 선택하고 저장하십시오.

10.2.2 OK/NOK 판정

LSL(규격 하한)과 USL(규격 상한) 사이에 있는 샘플(한계값과 같은 값 포함)은 OK이고, 그렇지 않으면 NOK입니다. 판정은 한계값에만 의존하며 목표 토크와는 관계없습니다. 샘플을 수집하기 전에는 작업 화면의 판정 배너에 "대기 중"이 표시됩니다.

10.2.3 통계 지수 및 공식

공식에서 USL과 LSL은 설정 화면의 상한과 하한, M은 평균, S는 표본 표준편차, n은 샘플 수입니다.

지수	공식	계산 범위 및 표시
M 평균	샘플 합계 ÷ n	이 페이지에 누적된 샘플
S 표준편차	√[Σ(샘플 − M)² ÷ (n − 1)]	이 페이지에 누적된 샘플. 샘플이 2개 미만이면 "--"
Cp(잠재 공정 능력)	(USL − LSL) ÷ (6 × S)	같은 회차의 최근 20개 샘플. 기록에만 저장되며 화면에는 표시되지 않음
Cpk(공정 능력 지수)	min[(USL − M) ÷ (3 × S), (M − LSL) ÷ (3 × S)]	같은 회차의 최근 20개 샘플. "CPK"로 소수점 이하 2자리까지 표시
Cm(잠재 설비 능력)	(USL − LSL) ÷ (6 × S)	같은 회차의 최근 N개 샘플(N = 목표 샘플 수). 기록에만 저장
Cmk(설비 능력 지수)	min[(USL − M) ÷ (3 × S), (M − LSL) ÷ (3 × S)]	같은 회차의 최근 N개 샘플. "CMK"로 소수점 이하 2자리까지 표시
CMU	(USL − M) ÷ (3 × S)	이 페이지에 누적된 샘플. 잔류 토크 관련 모드에서만 표시되며 소수점 이하 3자리
CML	(M − LSL) ÷ (3 × S)	CMU와 같음
규격 내 비율	OK 수 ÷ n × 100%	이 페이지에 누적된 샘플. 소수점 이하 1자리

- Cpk와 Cmk는 같은 공식을 사용하며 샘플 수만 다릅니다. CPK는 최근 20개 샘플, CMK는 최근 N개 샘플(30, 50 또는 100)을 사용합니다.
- 계산 창이 아직 차지 않았으면 지수에 "--"가 표시됩니다. 예를 들어 목표 샘플 수가 30이면 CPK는 샘플 20개 이후, CMK는 샘플 30개 이후에 표시됩니다.
- 창 안의 샘플이 모두 같으면(표준편차 0) 지수를 계산할 수 없어 "--"가 표시됩니다.
- 각 샘플을 저장할 때 그 시점에 계산된 Cp, Cpk, Cm, Cmk가 기록됩니다. 나중에 수집된 샘플은 이전 기록의 값을 바꾸지 않습니다.

- 통계 요약의 N, M, S, 규격 내 비율은 현재 이 페이지에 누적된 샘플로 계산하고, CPK와 CMK는 마지막 수집 시 계산되어 저장된 값입니다. 따라서 누적 샘플이 20개 미만이면 평균에는 이미 값이 있지만 CPK는 아직 "--"입니다.

10.2.4 계산 예시

예시 N·m 단위로 Cpk 계산하기.

조건: 목표 토크 50, LSL 45, USL 55. 같은 회차의 최근 20개 샘플에서 평균 M = 50.4, 표준편차 S = 0.8입니다.

1. 3 × S = 3 × 0.8 = 2.4.
2. 상한 쪽: (USL − M) ÷ (3 × S) = (55 − 50.4) ÷ 2.4 = 4.6 ÷ 2.4 = 1.9167.
3. 하한 쪽: (M − LSL) ÷ (3 × S) = (50.4 − 45) ÷ 2.4 = 5.4 ÷ 2.4 = 2.2500.
4. Cpk는 둘 중 작은 값 = 1.9167이며, 화면의 "CPK"에는 1.92가 표시됩니다.
5. Cp = (USL − LSL) ÷ (6 × S) = 10 ÷ 4.8 = 2.0833이며, 기록에 저장됩니다.
6. CPK 합격 기준값 1.33: 1.92 ≥ 1.33이므로 "합격"이 표시됩니다.

평균이 규격 중심 50에서 0.4 N·m 벗어나 있으므로 Cp(2.08)가 Cpk(1.92)보다 큽니다. 평균이 50으로 돌아오면 Cpk는 Cp와 같아집니다.

목표 샘플 수가 30이고 최근 30개 샘플의 M과 S가 위와 같으면, 같은 계산으로 Cmk 1.92, Cm 2.08이 됩니다.

예시 규격은 같고 S = 1.5인 경우:

1. 3 × S = 4.5, 상한 쪽 4.6 ÷ 4.5 = 1.0222, 하한 쪽 5.4 ÷ 4.5 = 1.2000.
2. Cpk = 1.0222이며, 1.02로 표시됩니다.
3. CPK 합격 기준값 1.33: 기준값에 도달하지 못했지만 1.00 이상이므로 "조건부 합격"이 표시됩니다.
4. CMK도 1.02인 경우: 1.33 미만이므로 "불합격"이 표시됩니다.

10.2.5 판정 등급 및 해석

CPK와 CMK는 아래 표에 따라 판정 문구를 표시합니다. 합격 기준값은 설정 화면에서 입력하며, "조건부 합격"의 하한은 고정되어 있어 변경할 수 없습니다.

조건	CPK 표시	CMK 표시
지수 ≥ 합격 기준값	합격	합격
합격 기준값 미만이지만 CPK ≥ 1.00 / CMK ≥ 1.33	조건부 합격	조건부 합격
위 하한 미만	불합격	불합격
아직 값 없음	--	--

- 판정에는 반올림하지 않은 값을 사용합니다. 예를 들어 Cpk가 1.329이면 화면에는 1.33이 표시되지만, 기준값이 1.33이면 판정은 여전히 "조건부 합격"입니다.
- CMK 합격 기준값을 1.33 이하로 설정하면 CMK에는 "조건부 합격"이 표시되지 않고 "합격" 또는 "불합격"만 표시됩니다.

해석 지침(다음은 업계에서 흔히 쓰는 참고값입니다. 실제 합격 기준은 회사나 고객의 기준에 따라 "CPK" 및 "CMK" 합격 기준값에 설정하십시오):

- Cpk ≥ 1.33: 일반적으로 공정 능력이 충분하다고 봅니다. 평균에서 가장 가까운 규격 한계까지의 거리가 표준편차의 4배 이상입니다.
- 1.00 ≤ Cpk < 1.33: 능력이 경계 수준입니다. 관리를 강화하거나 변동을 줄이는 것이 좋습니다.
- Cpk < 1.00: 능력이 부족하여 규격을 벗어난 샘플이 계속 발생할 수 있습니다. 공구를 사용하기 전에 원인을 찾으십시오.
- 설비 능력(Cmk)에는 더 엄격한 기준을 적용하는 경우가 많으며, 일부 업계에서는 Cmk ≥ 1.67을 요구합니다.
- Cp가 Cpk보다 뚜렷하게 크면 평균이 규격 중심에서 벗어나 있으므로, 먼저 공구 설정을 조정하여 평균을 목표로 되돌리십시오. Cp 자체가 낮으면 변동이 너무 크므로 공구, 체결부 또는 작업 방법을 점검하십시오.

10.2.6 수집 회차: "데이터 수집 시작"과 "전체 지우기"

수집 회차는 같은 조건에서 연속으로 수집한 일련의 샘플입니다. CPK와 CMK는 같은 회차의 샘플로만 계산됩니다.

- **"데이터 수집 시작" 클릭**: 현재 회차를 끝냅니다. 다음 수집부터 새 회차가 시작되어 CPK와 CMK가 처음부터 다시 누적되고, 이 페이지의 통계는 초기화됩니다. 저장된 기록은 삭제되지 않습니다. "전체 지우기 · 능력 지수 검사" 권한이 필요합니다.
- **조건 변경 시 자동으로 새 회차 시작**: 다음 중 하나라도 바뀌면 다음 수집 시 자동으로 새 회차가 시작됩니다. 작업 스테이션, 공구 번호, 토크 센서(모델, 시리얼 번호, 사양 포함), 토크 단위, 검사 모드, 목표 샘플 수, 규격 한계, 작업자, 토크 계수 또는 토크 증배기 비율.
- **"전체 지우기" 클릭**: 이 페이지에 표시된 실시간 측정값, 마지막 결과, 누적 샘플만 지웁니다. 현재 회차를 끝내지 않으며 기록도 삭제하지 않습니다. 지운 후에 수집한 샘플은 지우기 전의 샘플과 같은 회차에 속하므로, CPK와 CMK에는 지우기 전의 샘플도 계속 포함됩니다.

> **참고** 능력 평가를 정식으로 다시 시작하려면 "전체 지우기"만 클릭하지 말고 "데이터 수집 시작"을 클릭하십시오.

10.2.7 토크 분포 히스토그램

작업 화면에서 통계 패널 아래쪽의 "정규 분포 히스토그램"을 클릭하면 히스토그램 대화 상자가 열립니다. 대화 상자 제목은 "정규 분포 히스토그램"이며, 차트 대화 상자와 같은 방법으로 닫습니다(5.2.6절 참조). 세 가지 모드 모두 이 대화 상자를 사용합니다.

- 히스토그램은 샘플이 2개 이상 누적된 후에만 그려집니다. 그 전에는 화면에 "분포도를 생성하려면 최소 2개의 샘플이 필요합니다"가 표시됩니다.
- 가로축은 토크이며 LSL, USL과 모든 샘플을 포함합니다. 세로축은 샘플 수입니다. 구간 수는 샘플 수의 제곱근(올림)이며, 최소 5개, 최대 12개입니다.
- 녹색 막대는 "규격 내" 샘플, 빨간색 막대는 "규격 외" 샘플입니다.
- 차트 아래의 막대에는 왼쪽부터 하한, 규격 중심(목표 토크와 같음), 상한이 표시됩니다.

> **예시** 누적 샘플이 4개이면 √4 = 2로 최소 구간 수보다 작으므로 5개 구간이 그려집니다. 누적 샘플이 30개이면 √30 ≈ 5.48이므로 올림하여 6개 구간이 됩니다.

10.3 토크 센서 모드

토크 센서 모드는 페어링된 회전식 토크 센서로 샘플을 연속 수집하므로, 수집 진행 상황, CPK, CMK, 분포를 실시간으로 확인할 수 있습니다. 먼저 설정 화면에서 규격을 입력한 후 작업 화면에서 샘플을 수집합니다.

10.3.1 설정 화면

경로: 탐색 메뉴 → “공구 능력 검사” → “능력 지수 검사” → 오른쪽 위의 “설정”. 처음 사용할 때는 페이지를 열면 이 화면이 바로 열립니다.

능력 검사의 식별 데이터, 토크 센서, 공구 유형, 규격 한계, 목표 샘플 수, 합격 기준값을 설정합니다. 세 가지 검사 모드가 모두 이 설정을 공유합니다. 화면을 열려면 “보기 · 작업 설정” 권한이, 저장하려면 “편집 · 능력 지수 검사” 권한이 필요합니다. 이 권한이 없으면 화면은 열 수 있지만 저장할 수 없습니다.

사전 조건: 사양이 등록된 토크 센서가 하나 이상 페어링되어 있어야 합니다(12.3절 참조).

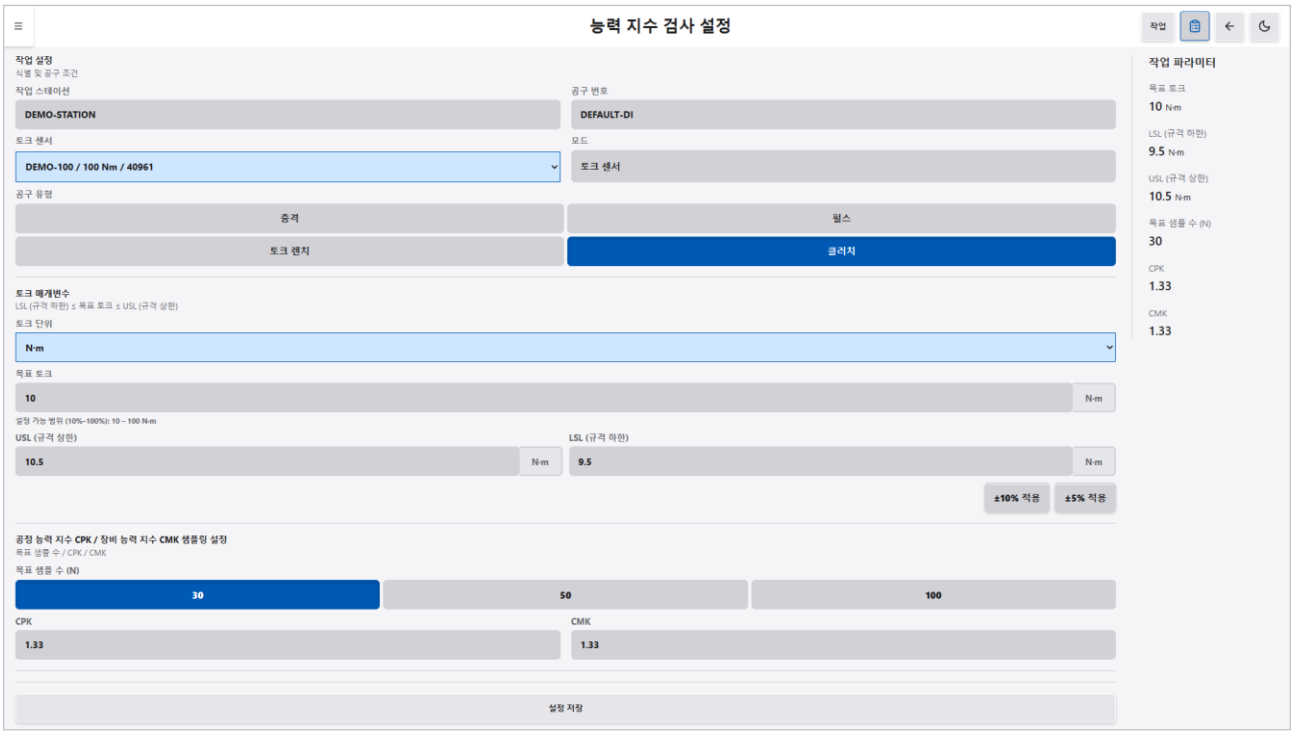


그림 10-1 능력 지수 검사 설정 화면

화면 구성

영역/버튼	설명
헤더	가운데 제목: "능력 지수 검사 설정". 오른쪽: "작업", "기록"(클립보드 아이콘), "←"(뒤로), "라이트 / 다크 모드 전환"
작업 설정(식별 및 공구 조건)	"작업 스테이션", "공구 번호", "토크 센서", "모드", 네 개의 "공구 유형" 버튼
토크 매개변수(하한 ≤ 목표 토크 ≤ 상한)	"토크 단위", "목표 토크", "USL (규격 상한)", "LSL (규격 하한)", "±10% 적용", "±5% 적용"
공정 능력 지수 CPK / 장비 능력 지수 CMK 샘플링 설정(목표 샘플 수 및 합격 기준값)	세 개의 버튼(30, 50, 100)이 있는 "목표 샘플 수 (N)", "CPK" 및 "CMK" 합격 기준값
설정 저장	양식 아래쪽의 전체 너비 버튼입니다. 성공하면 "능력 검사 설정을 로컬에 저장했습니다."가 잠시 표시됩니다
현재 파라미터	오른쪽 열("작업 파라미터")입니다. 양식에 입력 중인 목표 토크, 하한, 상한, 목표 샘플 수(N), 두 합격 기준값을 실시간으로 표시합니다(저장하지 않은 변경 포함)

필드

필드	설명	범위 및 기본값
작업 스테이션	이 평가를 수행하는 작업 스테이션이며, 모든 기록에 저장됩니다	선택 사항이며 비워 둘 수 있습니다. 처음 사용할 때는 비어 있습니다. 비워 두어도 코드가 자동으로 입력되지 않습니다
공구 번호	시험 대상 공구의 번호	필수이며 공백만 입력할 수 없습니다. 처음 사용할 때는 비어 있습니다
토크 센서	샘플 수집에 사용하는 센서입니다. 옵션은 "모델 / 사양 / 시리얼 번호" 형식으로 표시됩니다	필수이며 페어링된 센서만 표시됩니다. 다른 센서를 선택하면 "목표 토크"가 지워지므로 다시 입력해야 하며, "LSL (규격 하한)"과 "USL (규격 상한)"은 값이 유지됩니다
모드	표시 전용이며 변경할 수 없습니다	항상 "토크 센서"로 표시됩니다(10.1절 참조)
공구 유형	시험 대상 공구의 유형입니다. 기록만 되며 판정에는 영향을 주지 않습니다	충격, 펄스, 토크 렌치, 클러치. 선택한 항목은 파란색 배경으로 표시됩니다

필드	설명	범위 및 기본값
토크 단위	설정 화면과 작업 화면의 토크 단위	kgf·cm, kgf·m, N·m, ozf·in, lbf·in, lbf·ft. 새로 설치하면 N·m입니다. 변경하면 이미 입력한 값이 자동으로 환산됩니다
목표 토크	규격 중심이며 "±10% 적용"과 "±5% 적용"의 기준입니다. OK/NOK 판정에는 사용되지 않습니다. 센서를 선택하면 필드 아래에 "설정 가능 범위 (10%–100%): 하한 – 상한 단위"가 표시됩니다	필수이며 선택한 센서 사양의 10%~100%입니다. 소수점 이하 두 자리까지 표시됩니다
USL (규격 상한)	USL, 즉 OK 판정의 상한(포함)	필수이며 하한보다 커야 합니다
LSL (규격 하한)	LSL, 즉 OK 판정의 하한(포함)	필수이며 상한보다 작아야 합니다
목표 샘플 수 (N)	CMK 계산에 사용하는 샘플 수이며 "수집 진행률"의 목표이기도 합니다	30, 50, 100. 기본값 30
CPK 합격 기준값("CPK")	CPK가 이 값에 도달하면 "합격"이 표시됩니다	0 이상의 숫자. 기본값 1.33
CMK 합격 기준값("CMK")	CMK가 이 값에 도달하면 "합격"이 표시됩니다	0 이상의 숫자. 기본값 1.33

버튼

버튼	설명
충격 / 펄스 / 토크 렌치 / 클러치	공구 유형을 선택합니다. "설정 저장"을 클릭해야 적용됩니다
±10% 적용	하한 = 목표 × 0.9, 상한 = 목표 × 1.1(소수점 이하 3자리까지)로 기존 한계값을 덮어씁니다. 저장하지는 않습니다. 목표 토크가 양수일 때만 사용할 수 있습니다
±5% 적용	하한 = 목표 × 0.95, 상한 = 목표 × 1.05. 그 밖에는 위와 같습니다
30 / 50 / 100	목표 샘플 수를 선택합니다. 저장하지는 않습니다
설정 저장	설정을 검증하고 저장합니다. 성공하면 작업 화면으로 전환되고, 검증에 실패하면 이 페이지에 머물며 이유를 표시합니다
작업	"설정 저장"과 같습니다. 먼저 저장하고, 성공하면 작업 화면으로 전환합니다
←(뒤로)	"설정 저장"과 같습니다. 먼저 저장하고, 성공하면 작업 화면으로 전환합니다. 변경 내용을 취소하지 않습니다

버튼	설명
기록	능력 지수 기록을 엽니다(11.9절 참조). 저장하지 않은 변경 내용은 사라집니다
라이트 / 다크 모드 전환	화면 테마를 전환합니다

참고 "←"는 먼저 설정을 저장하며, 취소 기능이 아닙니다. 변경 내용을 취소만 하려면 탐색 메뉴에서 다른 화면으로 전환하십시오.

절차

1. 작업 화면에서 "설정"을 클릭합니다(처음 사용할 때는 이 화면이 바로 표시됨). 화면 제목은 "능력 지수 검사 설정"입니다.
2. "공구 번호"를 입력하고(필수), 필요하면 "작업 스테이션"을 입력합니다(비워 둘 수 있음).
3. "토크 센서"에서 검사에 사용할 센서를 선택합니다. "목표 토크"는 비워지고 필드 아래에 설정 가능 범위가 표시되며, "LSL (규격 하한)"과 "USL (규격 상한)"은 값이 유지됩니다.
4. "공구 유형"을 클릭합니다.
5. 필요하면 "토크 단위"를 변경합니다. 이미 입력한 값은 자동으로 환산됩니다.
6. "목표 토크"를 입력한 후 "±10% 적용" 또는 "±5% 적용"을 클릭하거나, "LSL (규격 하한)"과 "USL (규격 상한)"을 직접 입력합니다.
7. "목표 샘플 수 (N)"를 클릭하고 "CPK" 및 "CMK" 합격 기준값을 입력합니다.
8. "설정 저장"을 클릭합니다. 화면에 "능력 검사 설정을 로컬에 저장했습니다."가 잠시 표시되고 작업 화면으로 전환됩니다.

예시 100 N·m 토크 센서로 펄스 렌치 평가하기:

1. 작업 스테이션에 "ST-01", 공구 번호에 "PT-0123"을 입력합니다.
2. 토크 센서 "TTES / 100 Nm / 16909060"을 선택하면 "목표 토크"는 비어 있고, 필드 아래에 "설정 가능 범위 (10%–100%): 10 – 100 N·m"가 표시됩니다.
3. 공구 유형으로 "펄스"를 클릭합니다.
4. 목표 토크에 50(10~100 사이)을 입력하고 "±10% 적용"을 클릭하면 하한 45, 상한 55가 됩니다.
5. 목표 샘플 수로 "30"을 클릭하고, CPK 합격 기준값은 1.33으로 두고, CMK 합격 기준값은 고객 기준에 따라 1.67을 입력합니다.
6. "설정 저장"을 클릭하면 작업 화면으로 전환됩니다.

팁 처음 사용할 때는 목표 토크와 한계값이 비어 있습니다. 먼저 센서를 선택하고 목표 토크를 입력한 다음 "±10% 적용" 또는 "±5% 적용"을 클릭하거나, 하한과 상한을 직접 입력하십시오. 다른 센서를 선택한 후에는 유지된 하한과 상한이 새 목표 토크에 여전히 맞는지 확인하십시오.

팁 작업 스테이션, 공구 번호, 센서, 단위, 목표 샘플 수 또는 한계값을 변경하여 저장하면 다음 수집 시 자동으로 새 통계 회차가 시작됩니다(10.2절 참조).

오류 메시지

화면 메시지	원인 및 조치
"공구 번호를 입력하세요."	"공구 번호"가 비어 있거나 공백만 있습니다. 공구 번호를 입력하고 다시 저장하십시오. "작업 스테이션"은 비워 둘 수 있습니다
"토크 센서를 선택하십시오."	센서를 선택하지 않았습니다. 페어링된 센서를 선택하십시오
"유효한 용량의 토크 센서를 선택하십시오."	선택한 센서에 유효한 사양이 없습니다. 센서 페어링에서 사양을 확인하거나 다른 센서를 선택하십시오(12.3절 참조)
"목표 토크는 선택한 센서 용량의 10%~100%(최솟값~최댓값 단위) 범위여야 합니다."	목표 토크가 비어 있거나 범위를 벗어났습니다. 메시지에 표시된 범위로 수정하십시오
"하한은 유효한 숫자여야 합니다." / "상한은 유효한 숫자여야 합니다."	하한 또는 상한이 비어 있습니다. 값을 입력하십시오
"목표값은 유효한 숫자여야 합니다." / "규격 중심은 유효한 숫자여야 합니다."	목표 토크가 비어 있습니다. 목표 토크를 입력하십시오
"샘플 수는 30, 50 또는 100이어야 합니다."	목표 샘플 수가 허용된 값이 아닙니다. 30, 50 또는 100을 클릭하십시오
"능력 검사 설정을 저장하지 못했습니다."	하한이 상한보다 크거나 같습니다. 한계값을 수정하십시오
"지원되지 않는 토크 단위: (단위)"	설정의 단위가 지원되지 않습니다. "토크 단위"에서 다시 선택하고 저장하십시오
"페어링된 토크 센서 목록을 불러오지 못했습니다."	센서 목록을 읽지 못했습니다. 이 페이지를 벗어났다가 다시 여십시오

화면 메시지	원인 및 조치
“능력 검사 설정을 불러오지 못했습니다.”	설정을 읽지 못했거나 “보기 · 작업 설정” 권한이 없습니다. 이 페이지를 다시 여십시오. 계속 실패하면 관리자에게 권한 확인을 요청하십시오
“능력 검사 설정을 저장하지 못했습니다.”	저장이 거부되었거나 쓰기에 실패했습니다(예: 권한 부족). 메시지에 이유는 표시되지 않습니다. 권한과 입력 값을 확인한 후 다시 저장하십시오. 권한이 부족하면 관리자에게 문의하십시오

10.3.2 작업 화면

경로: 탐색 메뉴 → “공구 능력 검사” → “능력 지수 검사”.

토크 센서로 샘플을 연속 수집하고 수집 진행 상황, CPK, CMK, 분포를 실시간으로 표시합니다. 이 화면을 열고 샘플을 수집하려면 “실행 · 작업”과 “실행 · 능력 지수 검사” 권한이, “데이터 수집 시작”을 클릭하려면 “전체 지우기 · 능력 지수 검사” 권한이 필요합니다.

사전 조건: 토크 센서가 페어링되어 있고(12.3절 참조) 능력 검사 설정이 저장되어 있어야 합니다(10.3절 참조).

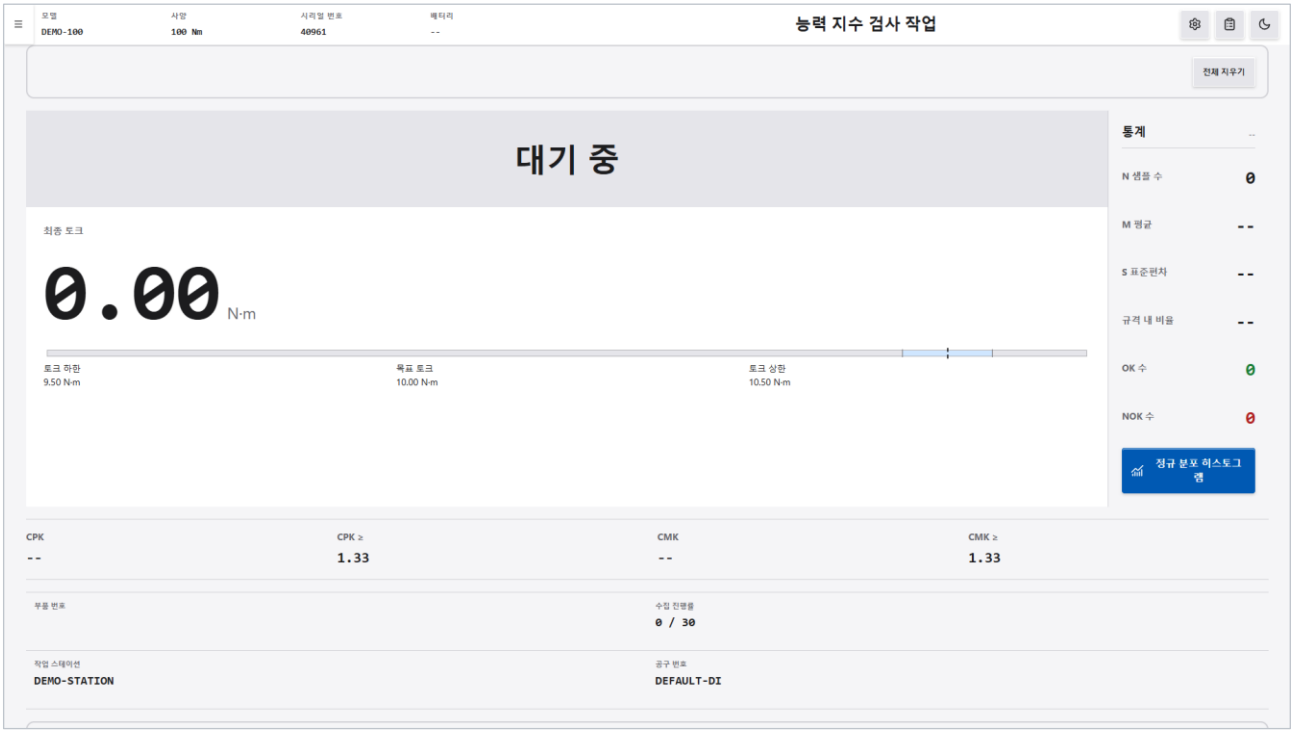


그림 10-2 능력 지수 검사 작업 화면(토크 센서 모드)

화면 구성

영역/버튼	설명
헤더	맨 왼쪽에 “탐색 메뉴 전환”, 센서의 “모델”, “사양”, “시리얼 번호”, “배터리”. 가운데 제목: “능력 지수 검사 작업”. 오른쪽: “설정”(톱니바퀴), “기록”(클립보드), “라이트 / 다크 모드 전환”
전체 지우기	결과 패널 위 오른쪽에 있는 버튼입니다. 이 페이지의 표시만 지웁니다(10.2절 참조)
판정 배너	마지막 수집의 판정: “대기 중”, “OK” 또는 “NOK”. 판정에 따라 배경색이 바뀝니다(5.2.5절 참조)
“최종 토크”	큰 토크 값입니다(아래의 “표시 필드” 참조). 그 아래의 범위 막대에서 “토크 하한”, “목표 토크”, “토크 상한”은 설정된 하한, 목표 토크, 상한이며, 하한과 상한 사이가 허용 범위입니다. 설정이 완료되지 않은 동안에는 범위 막대가 표시되지 않습니다. 이 모드는 각도를 표시하지 않습니다
“통계”(오른쪽 통계 패널)	제목 오른쪽에 CPK 판정(“합격”, “조건부 합격” 또는 “불합격”. 아직 값이 없으면 “--”)이 표시되고, 그 아래에 “N 샘플 수”, “M 평균”, “S 표준편차”, “규격 내 비율”, “OK 수”(녹색), “NOK 수”(빨간색)가 있습니다
“정규 분포 히스토그램”	통계 패널 아래쪽의 버튼입니다. 히스토그램 대화 상자를 엽니다. 대화 상자에는 목표 토크, “규격 외”와 “규격 내” 범례, 히스토그램이 있고, 그 아래에 하한, 규격 중심, 상한이 있습니다(10.2절 참조)
모드 정보 줄	결과 패널 아래에 왼쪽부터 “Cpk”, “Cpk ≥”(합격 기준값), “Cmk”, “Cmk ≥”(합격 기준값)
작업 설정 표시줄	아래쪽의 두 줄짜리 읽기 전용 데이터입니다. 첫째 줄: “부품 번호”(능력 지수 검사는 부품 번호를 사용하지 않으므로 이 필드는 비어 있음)와 “수집 진행률”(이 페이지에 누적된 샘플 수 / 목표 샘플 수). 둘째 줄: “작업 스테이션”과 “공구 번호”. 토크 단위, 공구 유형, 목표 샘플 수는 작업 화면에 표시되지 않으며, 하한, 목표 토크, 상한은 범위 막대를 참조하십시오
상세 측정 데이터 이력	아래로 스크롤하면 보입니다. 제목 행에 “데이터 수집 시작”과 “능력 검사 수집 확인”이 있습니다. 표에는 마지막 수집만 표시됩니다: “시간”, “결과”, “최종 토크”, “USL (규격 상한)”, “목표 토크”, “LSL (규격 하한)”, “CPK”, “CMK”, “OK 수”, “NOK 수”. 수집 전에는 “측정 이력이 없습니다”가 표시됩니다

표시 필드

필드	설명	데이터가 없을 때 표시
모델 / 사양 / 시리얼 번호 / 배터리	설정에서 선택한 센서의 정보와 현재 배터리 잔량	--
판정 배너	마지막 수집의 판정	대기 중

필드	설명	데이터가 없을 때 표시
최종 토크	이 페이지에 이미 수집 결과가 있으면 최신 수집의 토크, 아직 수집 결과가 없으면(또는 "전체 지우기"나 "데이터 수집 시작" 후에는) 최근 체결의 최대 토크입니다. 토크 계수와 토크 증배기 비율이 이미 곱해져 있습니다	0.00
수집 진행률	이 페이지에 누적된 샘플 수 / 목표 샘플 수. 이 페이지에는 최근 N개 샘플까지만 보관됩니다	0 / N
CPK / CMK	마지막 수집 시 계산된 능력 지수(10.2절 참조)	--
N 샘플 수 / M 평균 / S 표준편차 / 규격 내 비율	이 페이지에 누적된 샘플의 통계	0 또는 --
OK 수 / NOK 수	이 페이지에 누적된 OK 및 NOK 결과 수	0

> **참고** 이 페이지에 이미 수집 결과가 있으면 체결 중에도 "최종 토크"와 범위 막대의 포인터는 이전 수집의 값에 머물러 있으며, 토크가 0으로 돌아와 새 수집이 완료된 후에야 새 토크로 갱신됩니다. 판정과 통계는 항상 수집된 값을 기준으로 합니다.

버튼

버튼	설명
탐색 메뉴 전환	왼쪽 탐색 메뉴를 펼치거나 접습니다
설정(톱니바퀴)	설정 화면으로 전환합니다(10.3절 참조)
정규 분포 히스토그램	히스토그램 대화 상자를 엽니다. Esc 키를 누르거나 "×"를 클릭하면 닫힙니다(10.2절 참조)
기록(클립보드)	능력 지수 기록을 엽니다(11.9절 참조). "보기 · 기록" 권한이 필요합니다
전체 지우기	이 페이지의 실시간 측정값, 마지막 결과, 누적 샘플을 지웁니다. 기록을 삭제하지 않으며 현재 회차도 끝내지 않습니다
데이터 수집 시작	현재 회차를 끝냅니다. 다음 수집부터 새 회차가 시작되고 이 페이지의 통계가 지워집니다. 기록은 삭제하지 않습니다. 권한이 없거나 처리 중일 때는 사용할 수 없습니다
능력 검사 수집 확인	현재 실시간 토크로 샘플 하나를 수집하여 기록으로 저장합니다. 0보다 큰 실시간 토크가 없으면 수집되지 않습니다. 이전 수동 수집을 처리하는 동안에는 반복 클릭이 무시됩니다

절차

1. 탐색 메뉴에서 "능력 지수 검사"를 엽니다. 화면 제목은 "능력 지수 검사 작업"이고 판정 배너에 "대기 중"이 표시됩니다.
2. 아래쪽 작업 설정 표시줄에서 작업 스테이션, 공구 번호, 수집 진행률의 목표 샘플 수를 확인하고, 범위 막대에서 토크 하한, 목표 토크, 토크 상한을 확인합니다. 잘못된 항목이 있으면 "설정"을 클릭하여 변경합니다.
3. 헤더의 센서 모델과 시리얼 번호가 맞는지, "배터리"에 값이 표시되는지(센서 데이터를 수신 중이라는 뜻) 확인합니다.
4. 아래로 스크롤하여 "상세 측정 데이터 이력"으로 이동하고 "데이터 수집 시작"을 클릭합니다. "수집 진행률"이 초기화됩니다.
5. 시험 대상 공구로 체결합니다. 토크가 0으로 돌아오면 샘플 하나가 자동으로 수집됩니다. 판정 배너가 OK 또는 NOK로 바뀌고, "최종 토크"에 이 샘플의 토크가 표시되며, 범위 막대의 포인터가 한계값 사이에서 그 위치를 표시하고, "수집 진행률"이 1 증가합니다.
6. 체결을 반복합니다. 샘플 20개 이후에 CPK가 표시되고, "통계" 오른쪽에 CPK 판정 문구가 표시됩니다. 목표 샘플 수에 도달하면 CMK가 표시됩니다. 샘플이 2개 이상 누적되면 "정규 분포 히스토그램"을 클릭하여 분포를 볼 수 있으며, 확인이 끝나면 Esc 키를 누르거나 "×"를 클릭하여 대화 상자를 닫습니다.
7. 센서에 부하가 걸린 상태에서 현재 측정값을 기록하려면 "능력 검사 수집 확인"을 클릭합니다. 클릭할 때마다 기록이 하나씩 추가되므로 반복해서 클릭하지 마십시오.
8. 완료되면 "기록"을 클릭하여 이번 회차의 수집 결과를 확인합니다(11.9절 참조).

> **예시** 위의 설정 예시에 이어서(목표 50 N·m, 하한 45, 상한 55, 목표 샘플 수 30, CPK 기준값 1.33, CMK 기준값 1.67):
>
> 1. "데이터 수집 시작"을 클릭하면 수집 진행 상황에 "0 / 30"이 표시됩니다.
> 2. 첫 번째 체결에서 50.6 N·m가 측정되면 판정 배너에 "OK"가 표시되고, "최종 토크"에는 50.60이 표시되고 수집 진행 상황은 "1 / 30"입니다.
> 3. 두 번째 체결 후 "정규 분포 히스토그램"을 클릭하면 히스토그램을 볼 수 있습니다. 스무 번째 체결 후 CPK에 값이 표시됩니다.
> 4. 서른 번째 체결 후 CMK에 값이 표시됩니다. 최근 30개 샘플이 M = 50.4, S = 0.8이면 CMK = 1.92이며(계산은 10.2절 참조), 1.92 ≥ 1.67이므로 CMK 합격 기준값에 도달합니다.
> 5. 계속 체결하면 CPK는 최근 20개 샘플로, CMK는 최근 30개 샘플로 계속 갱신됩니다.

오류 메시지

화면 메시지	원인 및 조치
“센서의 양수 토크를 수신하지 못해 능력 검사 수집을 확인할 수 없습니다.”	“능력 검사 수집 확인”을 클릭했을 때 0보다 큰 실시간 토크가 없었습니다. 센서가 연결되어 있고 부하가 걸려 있는지 확인한 후 다시 클릭하십시오
“능력 검사 수집을 확인하지 못했습니다.”	원인을 알 수 없는 이유로 수집 결과를 저장하지 못했습니다. 원인이 확인되면 이 메시지 대신 해당 원인에 관한 메시지가 표시됩니다(아래 행 참조. 일부는 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시됨). 그 메시지에 따라 설정을 수정한 후 다시 수집하십시오
“能力檢測擷取需要大於 0 的扭矩。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 능력 검사 수집에는 0보다 큰 토크가 필요하다는 것입니다)	0 또는 유효하지 않은 토크가 수신되었습니다. 센서에 부하가 걸려 있는지 확인한 후 다시 수집하십시오
“이 작업을 수행할 권한이 없습니다.”	계정에 해당 권한이 없습니다. 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(15.4절 참조)
“능력 검사 데이터 수집을 초기화하지 못했습니다.”	“데이터 수집 시작”에 실패했습니다. 권한을 확인한 후 다시 시도하십시오
“능력 검사 설정을 불러오지 못했습니다.”	설정을 읽지 못했습니다. 메시지 옆에 “설정 다시 불러오기” 버튼이 표시되면 이 버튼을 클릭하여 설정을 다시 읽으십시오. 성공적으로 읽은 후에도 작업은 자동으로 시작되지 않으므로 화면의 “작업”을 클릭하십시오. 그래도 실패하면 이 페이지를 다시 열고 권한을 확인하십시오
“능력 검사 설정을 불러오지 못했습니다.”(“설정 다시 불러오기” 버튼 없음)	계정에 “보기 · 작업 설정” 권한이 없고 아직 저장된 능력 검사 설정이 없습니다. 설정 권한이 있는 사람에게 먼저 설정을 완료하도록 요청하거나(10.3절 참조), 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(15.4절 참조)
“지원되지 않는 토크 단위: (단위)”	설정된 토크 단위가 지원되지 않습니다. 설정 화면에서 다시 선택하고 저장하십시오
“작업을 시작하지 못했습니다.”	작업 시작 명령을 보내지 못했습니다. RF 수신기와 센서 연결을 확인한 후(16.4절 참조) 이 페이지를 다시 여십시오
“실시간 토크 모니터링을 사용할 수 없습니다.”	실시간 데이터를 수신할 수 없습니다. 이 페이지를 다시 여십시오. 계속 실패하면 TMS를 다시 시작하십시오

10.4 잔류 토크 모드

잔류 토크 모드의 작업 화면에는 실시간 측정값, 수집 진행 상황, 능력 지수 외에도 능력 검사 측정 지표, 장치 토크 측정값, CMU/CML, "수동 참조" 입력 필드가 있습니다. 샘플링, 판정, 통계 규칙은 토크 센서 모드와 같습니다(10.2절 참조).

샘플은 설정에서 선택한 RF 2.4G 센서(화면에서는 "토크 장력계 장치"라고 함)에서 수집됩니다. "수동 참조" 필드를 사용하면 다른 계측기로 측정한 진동 토크, 참조 토크, 각도를 조합 번호, 헤드 그룹 번호, 렌치 번호와 함께 각 기록에 남길 수 있습니다.

10.4.1 작업 화면

경로: 탐색 메뉴 → "공구 능력 검사" → "능력 지수 검사"(로컬 데이터가 잔류 토크 모드이면 이 화면이 자동으로 나타남).

잔류 토크 모드로 샘플을 수집하면서 수동 참조 데이터도 함께 기록합니다. 권한은 토크 센서 모드와 같습니다. 이 화면을 열고 샘플을 수집하려면 "실행 · 작업"과 "실행 · 능력 지수 검사" 권한이, "데이터 수집 시작"을 클릭하려면 "전체 지우기 · 능력 지수 검사" 권한이 필요합니다.

사전 조건: 사양이 등록된 RF 2.4G 센서가 페어링되어 있고(12.3절 참조) 능력 검사 설정이 저장되어 있어야 합니다(이 절의 설정 화면 참조).

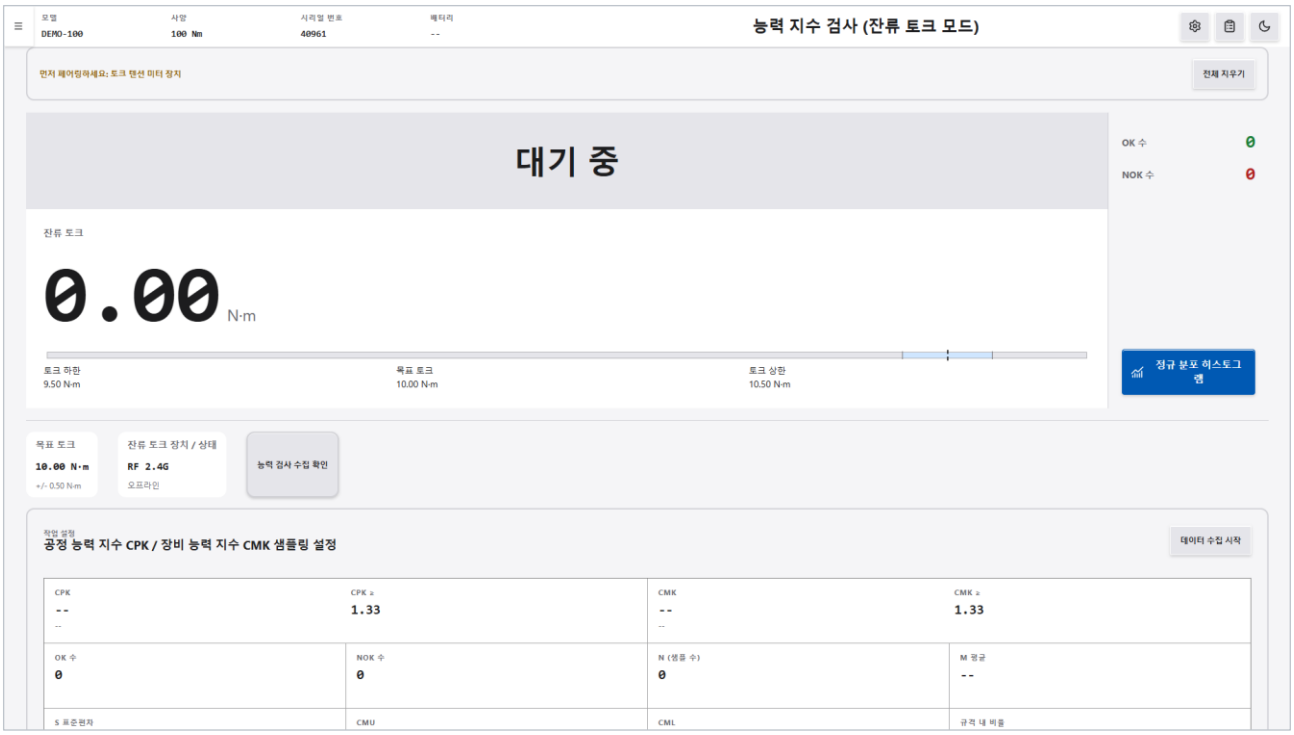


그림 10-3 능력 지수 검사 작업 화면(잔류 토크 모드)

화면 구성

위 그림에는 화면의 위쪽 절반이 표시되어 있습니다. 샘플링 설정 영역의 아래쪽 절반과 작업 설정 표시줄부터 아래 영역은 아래로 스크롤하면 볼 수 있습니다.

영역/버튼	설명
헤더	가운데 제목: "능력 지수 검사 (잔류 토크 모드)". 그 밖에는 토크 센서 모드와 같습니다(10.3절 참조)
동작 표시줄	왼쪽에 안내 문구 "먼저 페어링하세요: 토크 텐션 미터 장치", 오른쪽에 "전체 지우기"가 있습니다. 안내 문구는 항상 표시되며, 현재 장치가 페어링되지 않았다는 뜻이 아닙니다. 데이터 수신 여부는 "잔류 토크 장치 / 상태" 카드에 표시됩니다
판정 배너	마지막 수집의 판정: "대기 중", "OK" 또는 "NOK"(5.2.5절 참조)
"잔류 토크"	큰 토크 값: 이 페이지에 이미 수집 결과가 있으면 최신 수집의 토크, 그렇지 않으면 최근 체결의 최대 토크이며, 토크 계수와 토크 증배기 비율이 이미 곱해져 있습니다. 그 아래의 범위 막대는 토크 센서 모드와 같습니다(10.3절 참조)
통계 패널(오른쪽)	"OK 수"(녹색)와 "NOK 수"(빨간색)
"정규 분포 히스토그램"	통계 패널 아래쪽의 버튼입니다. 히스토그램 대화 상자를 엽니다. 대화 상자의 차트 제목은 "토크 곡선 차트"이며, 시간에 따른 곡선이 아니라 수집한 샘플의 분포 히스토그램을 표시합니다(10.2절 참조)
목표 토크(모드 정보 줄)	설정된 목표 토크입니다. 그 아래의 작은 "+/-" 공차 문구는 참고용이며, OK/NOK는 항상 설정된 하한과 상한(범위 막대의 "토크 하한"과 "토크 상한")으로 판정됩니다
잔류 토크 장치 / 상태(모드 정보 줄)	"RF 2.4G"가 표시되고, 그 아래에 배터리 잔량을 수신하면 "N% 배터리", 배터리 잔량 없이 데이터를 수신하면 "-- 배터리", 아직 데이터를 수신하지 않았으면 "오프라인"이 표시됩니다
능력 검사 수집 확인(모드 정보 줄)	현재 실시간 토크로 샘플 하나를 수동으로 수집합니다
공정 능력 지수 CPK / 장비 능력 지수 CMK 샘플링 설정	모드 정보 줄 아래에 있습니다. 오른쪽에 "데이터 수집 시작", 그 아래에 "Cpk"와 "Cmk"(판정 문구 포함, 각각의 오른쪽에 합격 기준값 셀 "Cpk ≥" 또는 "Cmk ≥"가 있음), "OK 수", "NOK 수", "N (샘플 수)", "M 평균", "S 표준편차", "CMU", "CML", "규격 내 비율"
작업 설정 표시줄	토크 센서 모드와 필드가 같습니다: "부품 번호", "수집 진행률", "작업 스테이션", "공구 번호"
RF 2.4G 센서 페어링	"토크 장력계 장치"의 센서 ID를 표시합니다. 보기 전용이며, 페어링은 센서 페어링 화면에서 하십시오(12.3절 참조)

영역/버튼	설명
능력 검사 측정 지표	"토크 계수", "각도 계수", "펄스 수", "최대 토크 도달 시간"
장치 토크 측정값	"센서 토크"와 "잔류 토크". 이 모드에서는 두 카드에 같은 값이 표시됩니다
수동 참조	제목 "회전식 센서 / 토크 각도 센서", 여덟 개의 입력 필드(아래 표 참조)
최신 능력 검사 상세	한 번 이상 수집한 후에 나타납니다: "소스 모드"(이 모드에서는 "잔류 토크"), "마지막 실측 토크", "마지막 결과", "조합 번호"
상세 측정 데이터 이력	마지막 수집만 표시하며, 열은 토크 센서 모드와 같습니다. 수집 전에는 "측정 이력이 없습니다"가 표시됩니다

수동 참조 필드

이 필드들은 OK/NOK 판정이나 CPK/CMK 계산에 사용되지 않으며, 각 수집(자동 또는 수동) 시 기록에 함께 저장될 뿐입니다.

필드	설명	범위 및 기본값
진동 토크	다른 계측기로 측정한 진동 토크(설정된 토크 단위)	선택 사항. 화면을 열면 비어 있으며, 비어 있으면 기록에 값이 저장되지 않습니다
회전 각도	진동 시의 회전 각도	선택 사항. "참조 각도"와 같은 단위를 사용합니다
참조 토크	참조 계측기의 토크 값(설정된 토크 단위)이며 토크 계수의 분모입니다	선택 사항. 0이거나 비어 있으면 토크 계수가 계산되지 않습니다
참조 각도	참조 계측기의 각도 값이며 각도 계수의 분모입니다	선택 사항. 0이거나 비어 있으면 각도 계수가 계산되지 않습니다
조합 번호	이 체결이 속한 조합의 번호이며 "최신 능력 검사 상세"에 표시됩니다	선택 사항. 앞뒤 공백은 제거됩니다
작업 이름	조합 이름	선택 사항
헤드 그룹 번호	헤드 그룹(소켓, 어댑터)의 번호	선택 사항
토크 렌치 번호	참조 토크 렌치의 번호	선택 사항

- 토크 계수 = 진동 토크 ÷ 참조 토크, 각도 계수 = 회전 각도 ÷ 참조 각도입니다. 두 필드에 모두 값이 있으면 결과가 "능력 검사 측정 지표" 영역에 즉시 표시됩니다(소수점 이하 4자리). 이 토크 계수는 능력 검사 기록에만 기록되며 "토크 계수 설정"의 계수와는 관계가 없습니다.

- 필드는 수집 후 자동으로 지워지지 않으며, 변경하거나 이 화면을 벗어날 때까지 계속 사용됩니다. 화면을 벗어났다가 다시 열면 모두 비어 있습니다.
- "전체 지우기"와 "데이터 수집 시작"은 수동 참조 필드를 지우지 않습니다.

표시 필드

토크 센서 모드와 같은 필드는 10.3절을 참조하십시오. 아래에는 이 화면에만 있는 필드만 나열합니다.

필드	설명	데이터가 없을 때 표시
토크 계수 / 각도 계수	수동 참조 필드로 실시간 계산됩니다. 필드가 불완전하면 마지막 기록에 저장된 값이 표시됩니다	--
펄스 수	현재 체결에서 수신한 최대 펄스 수이며, 수집할 때마다 초기화됩니다	--
최대 토크 도달 시간	현재 체결 시작부터 최대 토크까지의 시간이며 초(S) 단위, 소수점 이하 2자리입니다. 수집할 때마다 초기화됩니다	--
센서 토크 / 잔류 토크	큰 토크 값과 같습니다. 마지막 수집의 토크이며, 수집 전에는 최근 체결의 최대 토크	0.00
CMU / CML	상한 쪽과 하한 쪽 능력 값(공식은 10.2절 참조), 소수점 이하 3자리	--

버튼

버튼	설명
설정(톱니바퀴) / 기록(클립보드)	토크 센서 모드와 같습니다. "기록"은 잔류 토크 모드의 능력 지수 기록을 엽니다(11.9절 참조)
정규 분포 히스토그램	히스토그램 대화 상자를 엽니다. Esc 키를 누르거나 "×"를 클릭하면 닫힙니다(10.2절 참조)
전체 지우기	이 페이지의 실시간 측정값, 마지막 결과, 누적 샘플을 지웁니다. 기록을 삭제하지 않고, 현재 회차를 끝내지 않으며, 수동 참조 필드도 지우지 않습니다
능력 검사 수집 확인	현재 실시간 토크로 샘플 하나를 수집하여 수동 참조 필드와 함께 저장합니다. 0보다 큰 실시간 토크가 없으면 수집되지 않습니다
데이터 수집 시작	현재 회차를 끝냅니다. 다음 수집부터 새 회차가 시작되고 이 페이지의 통계가 지워집니다. 기록은 삭제하지 않습니다

절차

1. 탐색 메뉴에서 "능력 지수 검사"를 엽니다. 화면 제목은 "능력 지수 검사 (잔류 토크 모드)"이고 판정 배너에 "대기 중"이 표시됩니다.
2. 범위 막대에서 토크 하한, 목표 토크, 토크 상한을 확인하고, 작업 설정 표시줄에서 작업 스테이션, 공구 번호, 수집 진행률의 목표 샘플 수를 확인합니다. 변경할 항목이 있으면 "설정"을 클릭합니다.
3. "잔류 토크 장치 / 상태" 카드가 "오프라인"에서 배터리 잔량 표시로 바뀌는지 확인합니다. 이는 센서 데이터를 수신 중이라는 뜻입니다. 계속 "오프라인"이면 센서 전원, 페어링, RF 수신기를 확인하십시오(16.4절 참조).
4. 아래로 스크롤하여 "수동 참조"로 이동하고 진동 토크, 회전 각도, 참조 토크, 참조 각도와 이번에 기록할 각종 번호를 입력합니다(필요 없는 필드는 비워 둘 수 있음). "능력 검사 측정 지표" 영역에 토크 계수와 각도 계수가 즉시 표시됩니다.
5. 결과 패널 아래의 "공정 능력 지수 CPK / 장비 능력 지수 CMK 샘플링 설정" 영역에서 "데이터 수집 시작"을 클릭합니다. 수집 진행 상황이 초기화됩니다.
6. 한 번 측정합니다. 토크가 0으로 돌아오면 샘플 하나가 자동으로 수집되고, "소스 모드"가 "잔류 토크"인 "최신 능력 검사 상세"가 나타나며, 판정 배너가 OK 또는 NOK로 바뀌고 수집 진행 상황이 1 증가합니다.
7. 다음 샘플에 다른 참조 값이 필요하면 측정하기 전에 수동 참조 필드를 변경합니다.
8. 수집 진행 상황이 목표 샘플 수에 도달하고 CPK, CMK, CMU, CML에 모두 값이 표시될 때까지 측정을 반복합니다.
9. "기록"을 클릭하여 이번 회차의 수집 결과와 수동 참조 데이터를 확인합니다(11.9절 참조).

> **예시** 수동 참조와 계수 계산(토크 단위 N·m):
> 1. "진동 토크"에 52.0, "참조 토크"에 50.0을 입력하면 토크 계수 = 52.0 ÷ 50.0 = 1.0400입니다.
> 2. "회전 각도"에 31.5, "참조 각도"에 30.0을 입력하면 각도 계수 = 31.5 ÷ 30.0 = 1.0500입니다.
> 3. "조합 번호"에 "C-01"을 입력하고 한 번 측정하여 50.8 N·m를 얻으면(LSL 45, USL 55) 판정 배너에 "OK"가 표시됩니다. "최신 능력 검사 상세"에는 소스 모드 "잔류 토크", 마지막 실측 토크 50.80 N·m, 조합 번호 "C-01"이 표시됩니다.
> 4. 이 기록에는 토크 계수 1.0400과 각도 계수 1.0500이 함께 저장됩니다.

> **예시** CMU와 CML(토크 단위 N·m): LSL 45, USL 55, 이 페이지에 누적된 샘플의 M = 50.4, S = 0.8.
>
> 1. CMU = (55 − 50.4) ÷ (3 × 0.8) = 4.6 ÷ 2.4 = 1.917.
> 2. CML = (50.4 − 45) ÷ (3 × 0.8) = 5.4 ÷ 2.4 = 2.250.
> 3. 작은 쪽(CMU)이 해당 규격 한계에 더 가까우므로, 샘플이 상한 쪽으로 치우쳐 있다는 뜻입니다.

오류 메시지

오류 메시지는 토크 센서 모드와 같습니다(10.3절 참조). 다음 사항도 참고하십시오.

화면 메시지	원인 및 조치
"잔류 토크 장치 / 상태" 카드에 계속 "오프라인"이 표시됨	아직 센서 데이터를 수신하지 못했습니다. 센서 전원, 페어링, RF 수신기 연결을 확인한 후(12.3절 및 16.4절 참조) 이 페이지를 다시 여십시오
토크 계수 또는 각도 계수에 "--"가 표시됨	진동 값 또는 참조 값이 비어 있거나 참조 값이 0입니다. 두 필드에 유효한 값을 입력하십시오. 참조 값은 0이 아니어야 합니다
"목표 토크" 카드의 공차가 범위 막대의 토크 하한, 토크 상한과 맞지 않음	공차는 참고용입니다. OK/NOK는 설정된 하한과 상한으로 판정됩니다

10.4.2 설정 화면

경로: 잔류 토크 모드의 작업 화면 → 오른쪽 위의 "설정".

설정 화면의 필드, 버튼, 검증 규칙, 오류 메시지는 토크 센서 모드와 완전히 같으므로 10.3절의 설정 화면을 따르십시오. 권한 요구 사항도 같으며, 저장하려면 "편집 · 능력 지수 검사" 권한이 필요합니다.

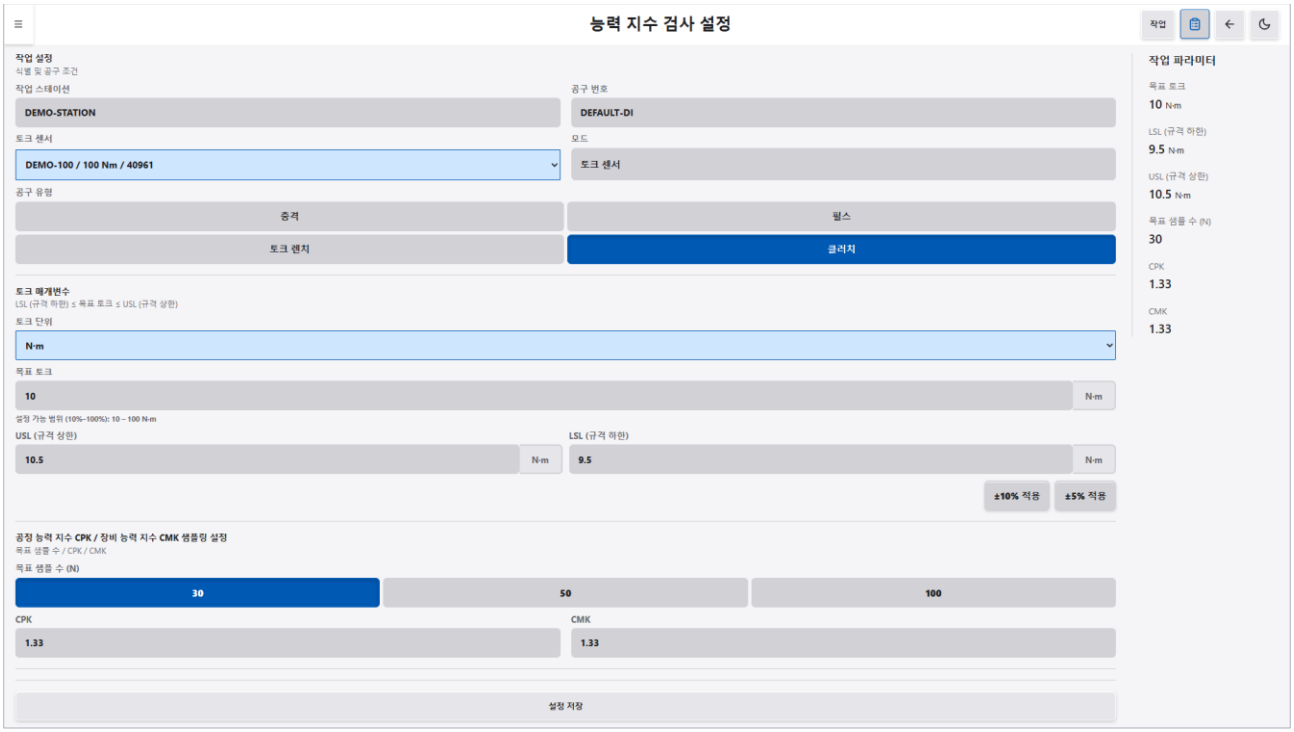


그림 10-4 능력 지수 검사 설정 화면(잔류 토크 모드)

- "모드" 필드에는 여전히 "토크 센서"가 표시됩니다. 저장해도 현재의 잔류 토크 모드는 유지되며 토크 센서 모드로 바뀌지 않습니다. 실제 모드는 작업 화면 제목으로 확인하십시오.
- 이 화면에는 수동 참조 필드가 없으며, 작업 화면에만 있습니다.
- "작업"과 "←"는 모두 먼저 저장하고, 성공하면 잔류 토크 모드의 작업 화면으로 돌아갑니다.

절차

1. 잔류 토크 모드의 작업 화면에서 "설정"을 클릭합니다.
2. 10.3절 설정 화면 절차의 2~7단계와 같이 설정을 입력하거나 변경합니다.
3. "설정 저장"을 클릭합니다. 화면에 "능력 검사 설정을 로컬에 저장했습니다."가 잠시 표시되고 "능력 지수 검사 (잔류 토크 모드)" 작업 화면으로 돌아갑니다.

10.5 잔류 토크 + 토크 센서 모드

잔류 토크 + 토크 센서 모드는 잔류 토크 모드와 같은 화면 배치를 사용합니다. 차이점은 다음과 같습니다. OK/NOK 판정과 모든 통계에는 토크 센서로 수집한 토크만 사용됩니다. 잔류 토크는 사용자가 다른 계측기로 측정하여 "수동 참조"의 "참조 토크"에 입력하며, 기록과 함께 저장됩니다. 샘플링, 판정, 통계 규칙은 10.2절을 참조하십시오.

10.5.1 작업 화면

경로: 탐색 메뉴 → “공구 능력 검사” → “능력 지수 검사”(로컬 데이터가 잔류 토크 + 토크 센서 모드이면 이 화면이 자동으로 나타남).

토크 센서로 수집한 토크와 수동으로 입력한 잔류 토크 및 계수를 같은 기록에 저장합니다. 권한은 다른 모드와 같습니다(10.1절 참조).

사전 조건: 토크 센서가 페어링되어 있고(12.3절 참조) 능력 검사 설정이 저장되어 있어야 합니다. 잔류 토크를 측정할 계측기도 필요합니다.

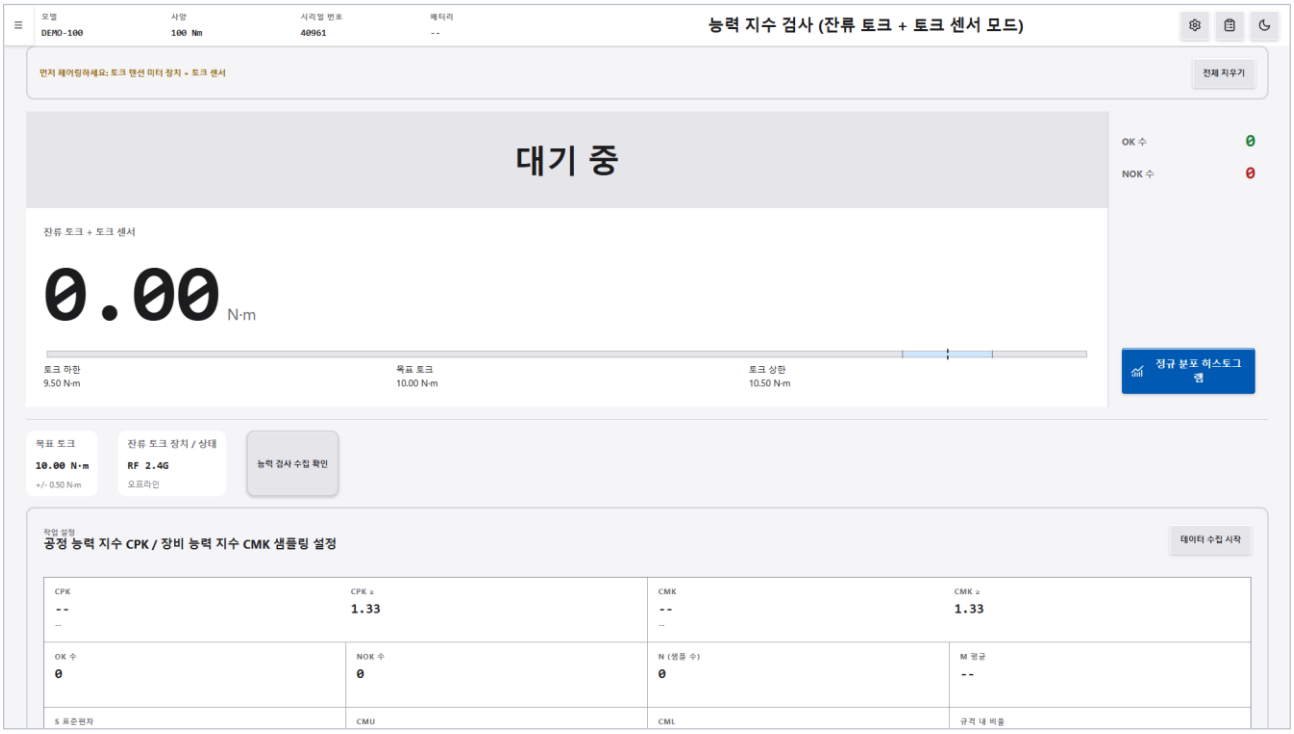


그림 10-5 능력 지수 검사 작업 화면(잔류 토크 + 토크 센서 모드)

화면 구성

아래에는 잔류 토크 모드(10.4절 참조)와 다른 점만 나열합니다. 그 밖의 영역, 위치, 조작은 모두 같습니다.

영역/버튼	설명
헤더 제목	“능력 지수 검사 (잔류 토크 + 토크 센서 모드)”
동작 표시줄 안내 문구	“먼저 페어링하세요: 토크 텐션 미터 장치 + 토크 센서”. 항상 표시되며 현재 페어링 상태를 나타내지 않습니다
큰 토크 값	레이블은 “잔류 토크 + 토크 센서”이며, 값은 토크 센서의 토크입니다. 이 페이지에 이미 수집 결과가 있으면 최신 수집의 토크, 그렇지 않으면 최근 체결의 최대 토크입니다

영역/버튼	설명
"정규 분포 히스토그램"	대화 상자의 차트 제목은 "잔류 토크 + 토크 센서 / 토크 곡선 차트"입니다. 수집한 샘플(토크 센서 토크)의 분포 히스토그램을 표시하며, 잔류 토크는 포함하지 않습니다
RF 2.4G 센서 페어링	"토크 장력계 장치"에는 항상 "--"가 표시됩니다. 추가 필드 "토크 센서"에 선택한 센서의 ID가 표시됩니다
장치 토크 측정값	세 개의 카드: "센서 토크"(큰 토크 값과 같음. 마지막 수집의 토크이며, 수집 전에는 최근 체결의 최대 토크), "잔류 토크"(마지막 수집 시 입력한 참조 토크. 없으면 "--"), "토크 센서"(최근 체결의 최대 토크)
최신 능력 검사 상세	"소스 모드"에 "잔류 토크 + 토크 센서"가 표시됩니다

여덟 개의 수동 참조 필드는 잔류 토크 모드와 같습니다(10.4절 참조). 이 모드에서는 "참조 토크"에 역할이 하나 더 있습니다. 수집 후 "장치 토크 측정값"의 "잔류 토크" 카드에 표시됩니다. 잔류 토크를 기록하려면 수집할 때마다 그 전에 측정한 잔류 토크를 "참조 토크"에 입력하십시오.

> **팁** "참조 토크"는 토크 계수의 분모이기도 합니다. "참조 토크"에 잔류 토크를 입력하고 "진동 토크"도 입력하면, 기록의 토크 계수는 진동 토크 ÷ 잔류 토크가 됩니다. 이렇게 사용할지는 조직의 검사 기준에 따라 결정하십시오.

절차

1. 탐색 메뉴에서 "능력 지수 검사"를 엽니다. 화면 제목은 "능력 지수 검사 (잔류 토크 + 토크 센서 모드)"입니다.
2. 범위 막대와 작업 설정 표시줄을 확인합니다(10.4절 참조). 설정을 변경해야 하면 "설정"을 클릭합니다.
3. "잔류 토크 장치 / 상태" 카드에 배터리 잔량이 표시되는지 확인합니다. 이는 토크 센서 데이터를 수신 중이라는 뜻입니다.
4. 샘플링 설정 영역에서 "데이터 수집 시작"을 클릭하여 새 회차를 시작합니다.
5. 다른 계측기로 잔류 토크를 측정한 후, 아래로 스크롤하여 "수동 참조"로 이동하고 "참조 토크"에 잔류 토크를 입력합니다. 필요하면 다른 필드도 입력합니다.
6. 토크 센서에서 시험 대상 공구로 체결합니다. 토크가 0으로 돌아오면 샘플 하나가 자동으로 수집되고, "잔류 토크" 카드에 방금 입력한 참조 토크가 표시되며, "최신 능력 검사 상세"의 소스 모드는 "잔류 토크 + 토크 센서"입니다.

7. 수집할 때마다 그 전에 "참조 토크"를 갱신하고, 수집 진행 상황이 목표 샘플 수에 도달할 때까지 반복합니다.
8. "기록"을 클릭하여 결과를 확인합니다(11.9절 참조).

> **예시** 설정: 목표 50 N·m, LSL 45, USL 55:
> 1. 토크 렌치로 체결부의 잔류 토크를 측정하니 48.6 N·m입니다. "참조 토크"에 48.6을 입력합니다.
> 2. 토크 센서에서 시험 대상 공구로 체결하여 50.3 N·m를 수집합니다. 45 ≤ 50.3 ≤ 55이므로 판정 배너에 "OK"가 표시됩니다.
> 3. "센서 토크"에는 50.30 N·m, "잔류 토크"에는 48.60 N·m가 표시됩니다.
> 4. 이 기록에는 50.3(판정과 CPK, CMK에 사용)과 48.6(참조 토크)이 함께 저장됩니다. 잔류 토크는 판정이나 통계에 영향을 주지 않습니다.

오류 메시지

오류 메시지는 10.3절 및 10.4절과 같습니다. 다음 사항도 참고하십시오.

화면 메시지	원인 및 조치
"잔류 토크" 카드에 "--"가 표시됨	마지막 수집 시 "참조 토크"가 비어 있었거나 아직 아무것도 수집하지 않았습니다. 수집하기 전에 참조 토크를 입력하십시오. 이미 수집한 기록은 나중에 채워지지 않습니다
"토크 장력계 장치"에 "--"가 표시됨	이 모드에서는 이 필드에 항상 "--"가 표시되며 정상입니다. 실제로 사용하는 센서는 같은 영역의 "토크 센서" 필드에 표시됩니다

10.5.2 설정 화면

경로: 잔류 토크 + 토크 센서 모드의 작업 화면 → 오른쪽 위의 "설정".

설정 화면은 토크 센서 모드와 완전히 같으므로 10.3절의 설정 화면을 따르십시오. 저장하려면 "편집 · 능력 지수 검사" 권한이 필요합니다.

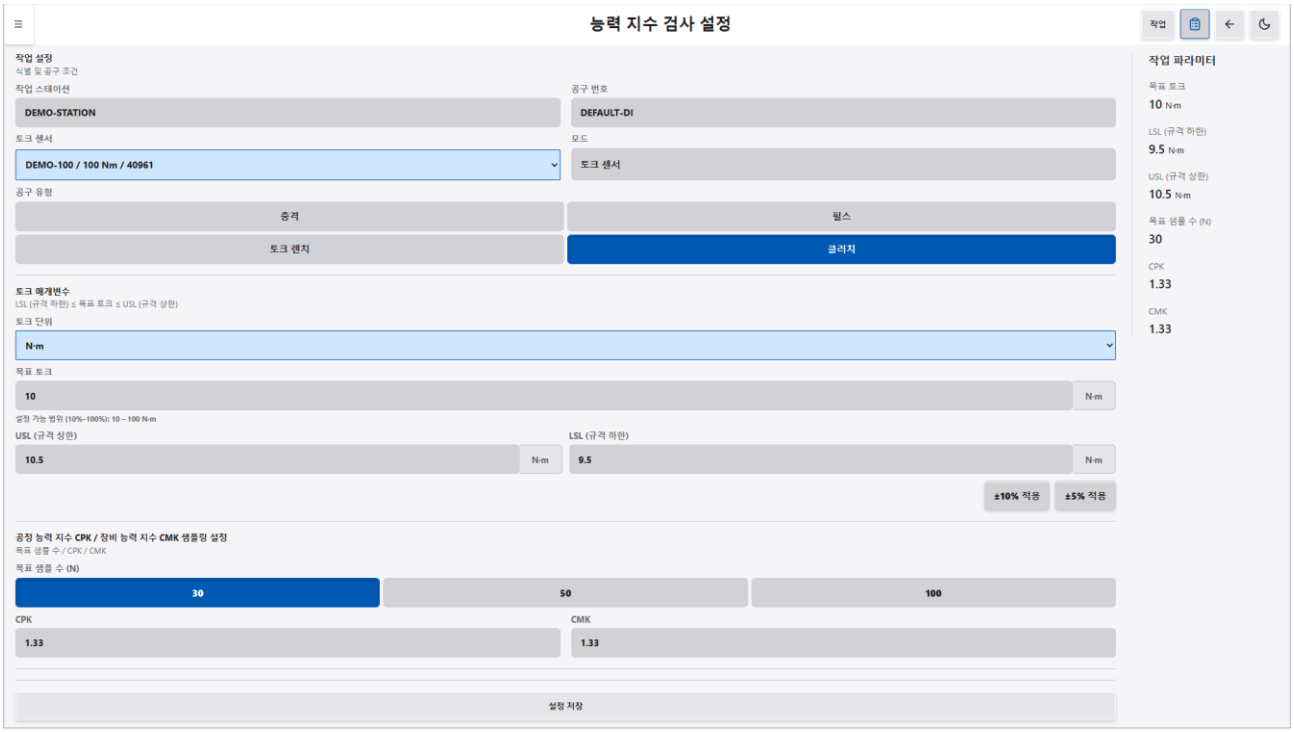


그림 10-6 능력 지수 검사 설정 화면(잔류 토크 + 토크 센서 모드)

- “모드” 필드에도 “토크 센서”가 표시됩니다. 저장해도 잔류 토크 + 토크 센서 모드는 유지됩니다.
- 이 화면에는 잔류 토크 필드가 없습니다. 작업 화면에서 “참조 토크”로 입력하십시오.

절차

1. 이 모드의 작업 화면에서 “설정”을 클릭합니다.
2. 10.3절 설정 화면 절차의 2~7단계와 같이 설정을 입력하거나 변경합니다.
3. “설정 저장”을 클릭합니다. 성공하면 이 모드의 작업 화면으로 돌아갑니다.

제11장 기록 및 내보내기

작업이 완료되어 판정될 때마다 TMS는 결과를 로컬 기록으로 저장합니다. 이 장에서는 먼저 모든 기록에 공통인 조작, 즉 조회, 목록 읽기, 상세 열기, 내보내기, 삭제를 설명합니다(11.1절~11.3절). 그런 다음 각 작업 모드에 고유한 필드와 상세 내용을 설명합니다(11.4절~11.9절).

11.1 기록 유형 및 여는 방법

11.1.1 기록 유형

TMS는 작업 모드별로 기록을 따로 보관합니다. 기록 페이지의 "작업 모드 필터"에는 "모든 작업 모드"와 아래 표의 8가지 기록 유형이 있습니다.

"작업 모드 필터" 옵션	목록 제목	상세 페이지의 차트 및 원시 샘플	관련 장
토크 렌치	토크 렌치 — 기록	"토크 차트" + "데이터 포인트 목록"	제5장, 11.4절
전동 공구	전동 공구 기록	"토크 차트" + "데이터 포인트 목록"	제8장, 11.7절
토크 & 각도	토크 & 각도 — 기록	"토크/각도 곡선" + "측정 데이터 상세"	제6장, 11.5절
토크 측정	토크 측정 — 기록	"토크/각도 곡선" + "측정 데이터 상세"	제7장, 11.6절
배치 작업	배치 작업 — 기록	단계에 목표 각도가 있는지에 따라 토크 렌치 또는 토크 & 각도와 같음	제9장, 11.8절
능력 지수 검사 토크 센서	능력 지수 검사 토크 센서 기록	없음	제10장, 11.9절
능력 지수 검사 잔류 토크	능력 지수 검사 잔류 토크 기록	없음	제10장, 11.9절
능력 지수 검사 잔류 토크 + 토크 센서	능력 지수 검사 잔류 토크 + 토크 센서 기록	없음	제10장, 11.9절

> **참고** 세 가지 능력 지수 기록 유형에는 목록과 상세 페이지만 있습니다. 차트, 데이터 포인트, 곡선 샘플이 없으며, 상세 내보내기에는 필드 값 한 행만 포함됩니다.

11.1.2 기록을 여는 두 가지 방법

- **작업 모드에서 열기**: 작업 화면에서 헤더의 "기록"(클립보드 아이콘)을 클릭합니다. 해당 모드의 기록만 표시되며, 페이지 제목은 해당 모드의 목록 제목(예: "토크 렌치 — 기록")입니다. 능력 지수 검사에서 기록을 열면 현재 검사 모드의 기록 페이지가 열립니다(11.9절 참조).
- **시스템 설정에서 열기**: 경로: 탐색 메뉴 → "시스템 설정" → 왼쪽의 "데이터 관리" → "기록 및 내보내기". 페이지 제목은 "기록 및 내보내기"입니다. 기본적으로 "모든 작업 모드"가 표시되며, 어떤 기록 유형으로든 전환할 수 있습니다.

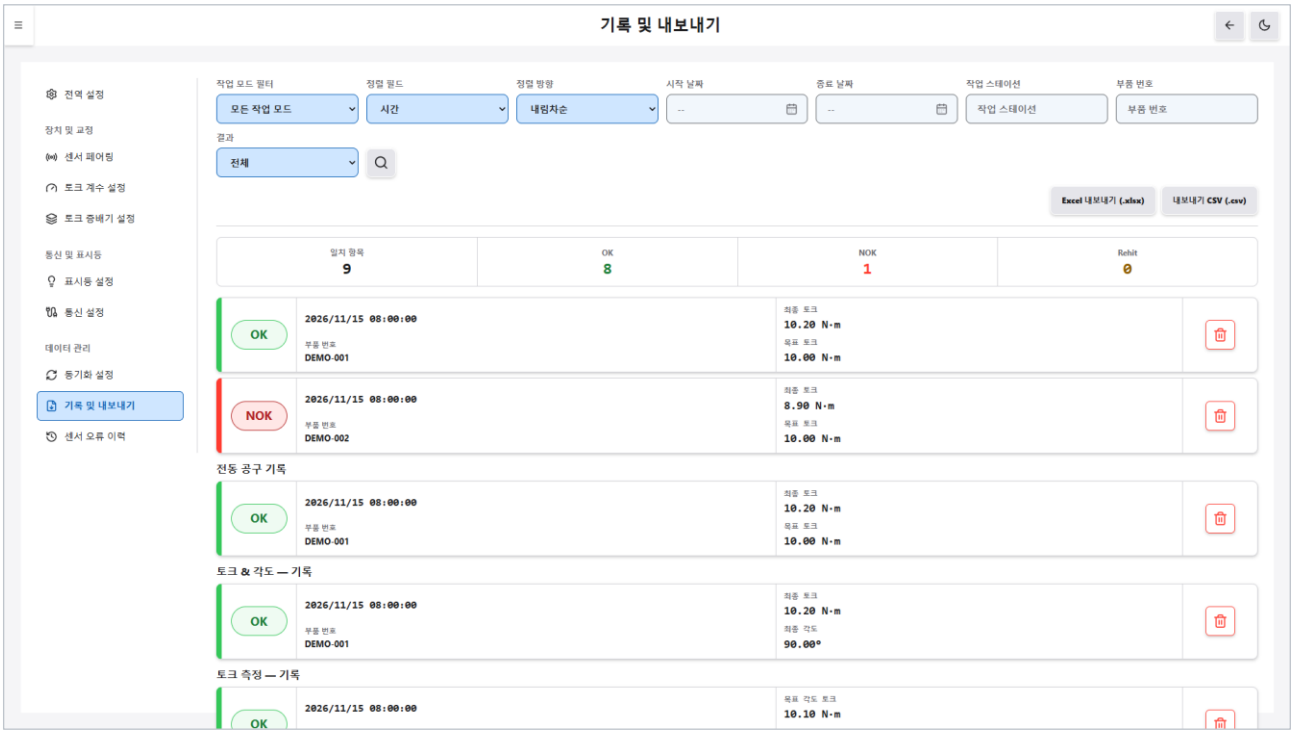


그림 11-1 시스템 설정: 기록 및 내보내기

조회, 상세 페이지, 내보내기, 삭제는 두 경로 모두 같은 방식으로 작동합니다. 차이점은 다음과 같습니다.

항목	작업 모드에서 "기록" 클릭	"시스템 설정" → "기록 및 내보내기"
페이지 제목	해당 모드의 목록 제목	기록 및 내보내기
"작업 모드 필터", "정렬 필드", "정렬 방향"	표시되지 않음. 해당 모드로 고정되며 시간 기준 최신순으로 정렬됨	표시되며 변경할 수 있음
헤더 버튼	"작업"과 "←" 모두 해당 모드의 작업 화면으로 돌아감	"←"는 시스템 설정 홈 페이지로 돌아감
모드별 필터	모드에 따라 표시됨(11.7절, 11.8절, 11.9절 참조)	"배치 작업"을 선택한 경우에만 "배치 번호"와 "배치 이름"이 추가됨

11.1.3 권한

기록 기능은 다음 권한으로 제어됩니다. A, B, C는 기본 템플릿입니다. 관리자는 "사용자 관리"에서 사용자별로 각 권한을 "허용" 또는 "거부"로 변경할 수 있습니다(제15장 참조).

권한 이름	제어 대상	A/B/C 기본값
보기 · 기록	기록 페이지 열기, 조회, 상세 및 차트 열기	모두 허용
내보내기 · 기록 (CSV / Excel)	목록의 "Excel 내보내기 (.xlsx)"와 "내보내기 CSV (.csv)", 상세 페이지의 "Excel"과 "CSV". "보기 · 기록"도 필요함	모두 허용
편집 · 파일 관리	기록 삭제	A와 B 허용, C 거부
보기 · 시스템 설정	"시스템 설정"에서 "기록 및 내보내기" 열기	모두 허용

"내보내기 · 기록 (CSV / Excel)" 권한이 없으면 내보내기 버튼이 회색으로 표시되며 클릭할 수 없습니다. 보기와 내보내기는 별개의 권한이므로, 사용자가 기록을 볼 수는 있지만 내보낼 수는 없도록 설정할 수 있습니다.

> **참고** 빨간색 휴지통 버튼(도구 설명 "삭제")은 모든 사용자에게 표시됩니다. "편집 · 파일 관리" 권한이 없는 사용자가 이 버튼을 클릭하고 확인하면 "기록 삭제 실패"가 나타나며 기록은 삭제되지 않습니다.

11.1.4 시간, 숫자, 단위 표시 방식

- **시간**: 이 컴퓨터의 Windows 시간대와 Windows "지역" 설정의 날짜 및 시간 형식(사용자 지정 형식 포함)으로 표시됩니다. 인터페이스 언어를 따르지 않습니다. 예를 들어 인터페이스가 영어이고 Windows 지역이 대만이면 날짜는 여전히 대만 형식으로 표시됩니다.
- **숫자**: 소수점과 천 단위 구분 기호는 인터페이스 언어를 따릅니다.
- **토크 단위**: 목록, 상세 페이지, 차트, 내보내기 파일의 토크는 항상 "전역 설정"에서 현재 선택한 토크 단위로 환산됩니다(제12장 참조). 단위를 변경하면 표시만 바뀌며 기록 자체는 바뀌지 않습니다.
- **토크 소수 자릿수**: 100 미만의 값은 소수점 이하 두 자리, 100~999는 한 자리로 표시되고, 1000 이상은 소수점 없이 표시됩니다. 이는 표시용 반올림일 뿐이며, 기록에 저장된 값은 잘리지 않습니다.
- **센서 사양**: "센서 사양"은 항상 Nm으로 표시되며 토크 단위로 환산되지 않습니다.
- **작업 스테이션, 부품 번호**: 기록에는 작업 중에 입력한 값이 저장됩니다. 토크 렌치, 토크 & 각도, 토크 측정, 전동 공구 모드에서는 빈 필드가 빈 값으로 기록됩니다. 배치 작업 기록에서는 작업

스테이션이 항상 “WS-01”, 부품 번호가 “AUTO-BATCH”로 기록됩니다(9.2절 참조). 1.4.2 이전 버전에서는 토크 & 각도, 토크 측정, 전동 공구 모드의 빈 부품 번호가 각각 “AUTO-TORQUE-ANGLE”, “AUTO-TORQUE-TEST”, “AUTO-DYNAMIC”으로 기록되었습니다. 업그레이드 후에도 이러한 이전 기록은 원래 값을 유지합니다.

> **예시** 기록의 “최종 토크”가 10.20 N·m로 저장되어 있습니다. “전역 설정”의 토크 단위를 kgf·cm로 변경하고 기록을 다시 엽니다.
>
> 10.20 ÷ 0.0980665 = 104.01 kgf·cm. 값이 100~999 사이이므로 소수점 이하 한 자리만 표시되어, 화면과 내보내기 파일에 “104.0 kgf·cm”가 표시됩니다.
>
> 단위를 N·m로 되돌리면 다시 “10.20 N·m”가 표시됩니다. 기록 자체는 바뀌지 않았습니다.

11.2 모든 작업 기록과 “기록 및 내보내기” 페이지

경로: 탐색 메뉴 → “시스템 설정” → 왼쪽의 “데이터 관리” → “기록 및 내보내기”.

이 페이지에서는 모든 작업 모드의 기록을 한 번에 보고 조회 결과를 Excel 또는 CSV로 내보낼 수 있습니다. 이 절에서 설명하는 조회, 목록, 상세, 내보내기, 삭제 조작은 모든 기록 페이지에서 같으며, 11.4절~11.9절에서는 각 모드에서 다른 점만 설명합니다. “보기 · 기록” 권한이 필요합니다. 내보내려면 “내보내기 · 기록 (CSV / Excel)” 권한도, 삭제하려면 “편집 · 파일 관리” 권한도 필요합니다(11.1절 참조).

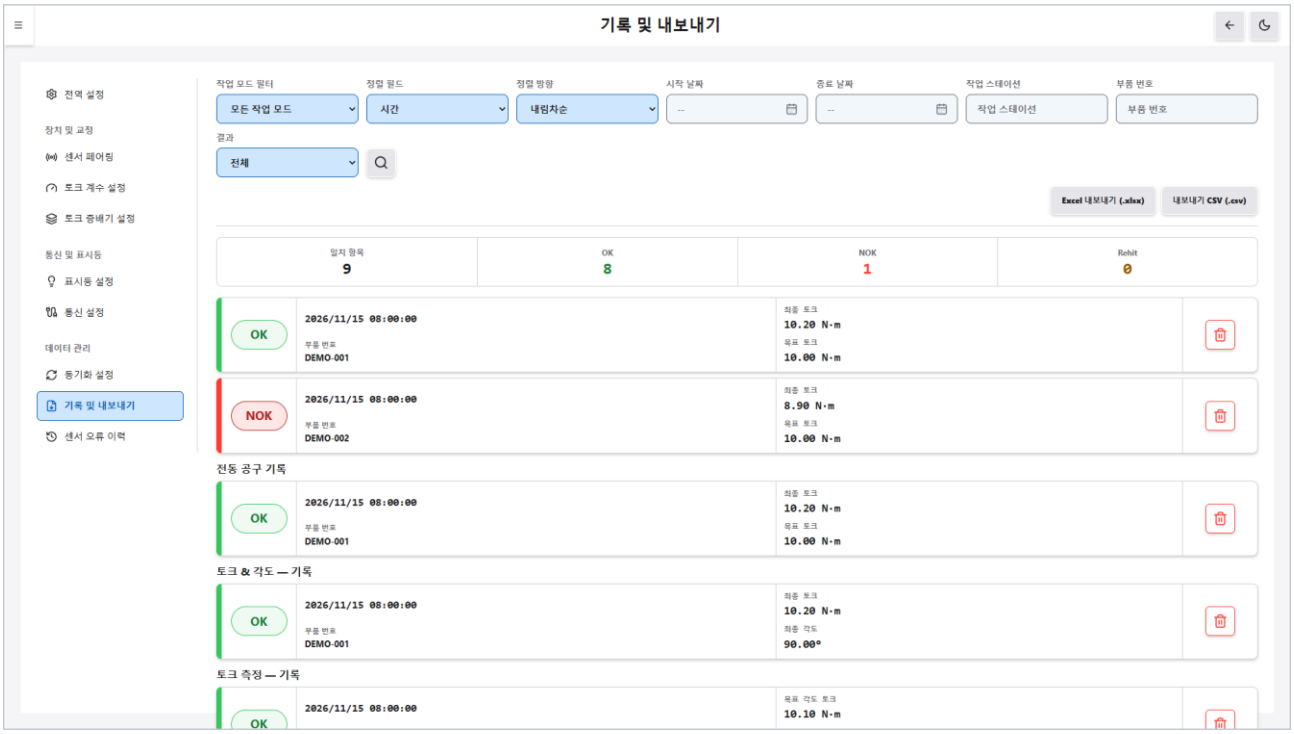


그림 11-2 기록 및 내보내기: 모든 작업 모드

11.2.1 화면 설명

영역/버튼	설명
헤더	왼쪽 위의 "탐색 메뉴 전환"은 탐색 메뉴를 펼치거나 접습니다. 페이지 제목은 가운데에 있습니다. 오른쪽 위의 "←"는 시스템 설정 홈 페이지로 돌아갑니다. 달 아이콘은 라이트 모드와 다크 모드를 전환합니다.
왼쪽 시스템 설정 메뉴	현재 항목인 "기록 및 내보내기"가 파란색으로 강조 표시됩니다. 다른 항목은 제12장~제14장을 참조하십시오.
필터 표시줄	"작업 모드 필터", "정렬 필드", "정렬 방향", "시작 날짜", "종료 날짜", "작업 스테이션", "부품 번호", "결과", 돋보기 "조회". 아래의 "기록 조회"를 참조하십시오.
"Excel 내보내기 (.xlsx)", "내보내기 CSV (.csv)"	화면을 벗어나지 않고 현재 조회 결과를 파일로 저장합니다. 내보내기 권한이 없거나, 조회가 실행 중이거나, 조회에 실패했거나, 날짜가 뒤바뀌어 있으면 회색으로 표시됩니다. 아래의 "Excel 및 CSV로 내보내기"를 참조하십시오.
통계 표시줄	네 가지 개수: "일치 항목", "OK", "NOK", "Rehit".
기록 목록	기록마다 기록 카드 하나가 표시되며, 작업 모드별로 그룹화됩니다. 카드의 아무 곳이나 클릭하면(또는 Tab 키로 카드로 이동한 후 Enter 키나 스페이스바를 누르면) 상세가 열립니다.
빨간색 휴지통	기록을 삭제합니다(도구 설명 "삭제"). 먼저 확인 대화 상자가 나타납니다. 아래의 "기록 삭제"를 참조하십시오.
페이지 이동	그룹의 기록이 50건을 초과하면 그 아래에 "이전 페이지", "N 페이지 / 전체 M 페이지", "다음 페이지"가 나타납니다. 그룹마다 따로 페이지가 나뉩니다.
바닥글	오른쪽 아래의 "N 건". "일치 항목"과 같습니다.

11.2.2 기록 조회

필드	설명	범위 및 기본값
작업 모드 필터	볼 기록 유형을 선택합니다. 내보내기 파일의 열도 이 값으로 결정됩니다	"모든 작업 모드"와 8가지 기록 유형(11.1절 참조). 기본값 "모든 작업 모드"
정렬 필드	"시간" 또는 "번호"(로컬 일련번호)로 정렬합니다	기본값 "시간". 능력 지수 기록은 항상 시간순으로 정렬됨
정렬 방향	"내림차순"은 최신 기록을, "오름차순"은 가장 오래된 기록을 맨 위에 표시합니다. 내보내기 파일의 행 순서도 같습니다	기본값 "내림차순"

필드	설명	범위 및 기본값
시작 날짜	이 날짜(포함) 이후의 기록만 표시합니다. 필드를 클릭하면 날짜 선택기가 열립니다	비어 있으면 "--"로 표시되며 제한 없음을 뜻함
종료 날짜	이 날짜(포함)까지의 기록만 표시합니다	비어 있으면 제한 없음. 시작 날짜보다 이르면 안 됨. 날짜가 뒤바뀌어 있으면 메시지가 표시되고 조회할 수 없음(아래 참고 참조)
작업 스테이션	텍스트 일부로 일치 여부를 확인하며, 영문자의 대소문자를 구분하지 않습니다. 자리 표시자 텍스트 "작업 스테이션"	비어 있으면 제한 없음
부품 번호	"작업 스테이션"과 같습니다. 자리 표시자 텍스트 "부품 번호"	비어 있으면 제한 없음
결과	판정 결과로 필터링합니다	"전체", "OK", "NOK", "재체결". 기본값 "전체"

절차:

1. "작업 모드 필터"에서 기록 유형을 선택합니다. 목록에는 해당 유형의 기록만 남고, 해당 모드 고유의 필터 필드(있는 경우)가 나타납니다.
2. "시작 날짜"를 클릭하고 날짜 선택기에서 날짜를 선택합니다. "종료 날짜"도 같은 방법으로 설정합니다. 날짜 조건을 없애려면 날짜 선택기를 열고 "지우기"를 선택합니다(버튼 문구는 Windows 언어에 따라 약간 다를 수 있음).
3. 필요에 따라 "작업 스테이션"과 "부품 번호"를 입력하고 "결과"를 선택합니다.
4. 조건을 변경할 때마다 조회가 자동으로 다시 실행되고 1페이지로 돌아갑니다(텍스트 필드는 입력을 멈추고 잠시 후에 조회가 실행됨). 통계 표시줄에는 먼저 "--"가, 목록에는 "기록 불러오는 중..."이 표시된 후 둘 다 갱신됩니다.
5. 같은 조건으로 최신 데이터를 다시 읽으려면 돋보기 "조회"를 클릭합니다. 조회가 실행되는 동안에는 이 버튼을 일시적으로 사용할 수 없습니다.

> **참고** "시작 날짜"와 "종료 날짜"는 협정 세계시(UTC) 기준 날짜로 비교되지만, 목록에는 현지 시간이 표시됩니다. 대만(UTC+8)에서는 현지 시간 00:00~07:59에 완료된 기록이 전날로 계산됩니다. 하루 전체를 조회하려면 "시작 날짜"를 하루 앞당겨 설정한 다음, 필요 없는 기록은 "시간"을 보고 제외하십시오.

참고 "종료 날짜"가 "시작 날짜"보다 이르면 필터 표시줄에 "종료일이 시작일보다 빠릅니다. 둘 중 한 날짜를 변경하세요."가 빨간색으로 표시되고, 돋보기 "조회"와 내보내기 버튼을 클릭할 수 없으며, 통계 표시줄, 목록, 바닥글이 표시되지 않습니다. 둘 중 한 날짜를 수정하면 화면이 자동으로 복원되고 조회가 다시 실행됩니다.

팁 "작업 스테이션" 또는 "부품 번호"에 텍스트를 입력하면 해당 필드가 비어 있는 기록은 더 이상 표시되지 않습니다. "모든 작업 모드"에서 "부품 번호"를 입력하면 능력 지수 기록(부품 번호 없음)은 목록에 표시되지 않지만 "일치 항목"에는 계속 포함됩니다.

11.2.3 목록 및 통계

항목	설명
일치 항목	현재 조건에 해당하는 기록의 총수이며, 2000건 불러오기 제한의 영향을 받지 않습니다. 불러오는 중이거나 조회에 실패하면 "--"가 표시됩니다.
OK/NOK	OK 또는 NOK로 판정된 기록 수.
Rehit	"재체결"로 판정된 기록 수.
기록 카드	왼쪽에 색상 막대와 결과 배지(OK는 녹색, NOK는 빨간색), 가운데에 시간과 주요 식별자(대부분의 모드에서 "부품 번호"), 오른쪽에 두 가지 주요 값(모드마다 다름, 11.4절~11.9절 참조), 맨 오른쪽에 빨간색 휴지통이 있습니다. 그 밖의 필드는 상세 페이지나 내보내기 파일에서만 볼 수 있습니다.

"모든 작업 모드"에서는 목록이 모드별로 그룹화됩니다. 토크 렌치 기록이 그룹 제목 없이 맨 먼저 나오고, 이어서 "전동 공구 기록", "토크 & 각도 — 기록", "토크 측정 — 기록", "배치 작업 — 기록", "능력 지수 검사 기록"이 나옵니다. 기록이 없는 모드는 그룹이 표시되지 않습니다. 세 가지 능력 지수 기록 유형은 여기서 "능력 지수 검사 기록" 그룹 하나로 합쳐집니다. 잔류 토크 필드를 보려면 "작업 모드 필터"를 해당 기록 유형으로 전환하십시오.

기록 유형마다 한 번에 최신 기록을 최대 2000건까지 불러옵니다. 그보다 많으면 페이지 위쪽에 "조건에 맞는 기록이 2000건을 초과합니다. 최신 2000건만 표시 및 내보내기됩니다. 나머지를 보려면 날짜 범위를 좁혀 주세요."가 표시됩니다. 이 경우 "일치 항목"에는 실제 총수가 계속 표시되지만, 목록, OK/NOK/Rehit, 내보내기 파일에는 최신 2000건만 포함됩니다. 날짜 범위를 나누어 조회하고 내보내십시오.

11.2.4 기록 상세 열기

목록에서 기록 카드를 클릭하면 "기록 상세"로 전환됩니다. 아래 그림은 토크 렌치 기록을 예로 든 것이며, 토크 & 각도, 토크 측정, 전동 공구, 배치 작업 기록의 상세도 배치가 같습니다. 능력 지수 상세에는 차트와 샘플이 없습니다(11.9절 참조).

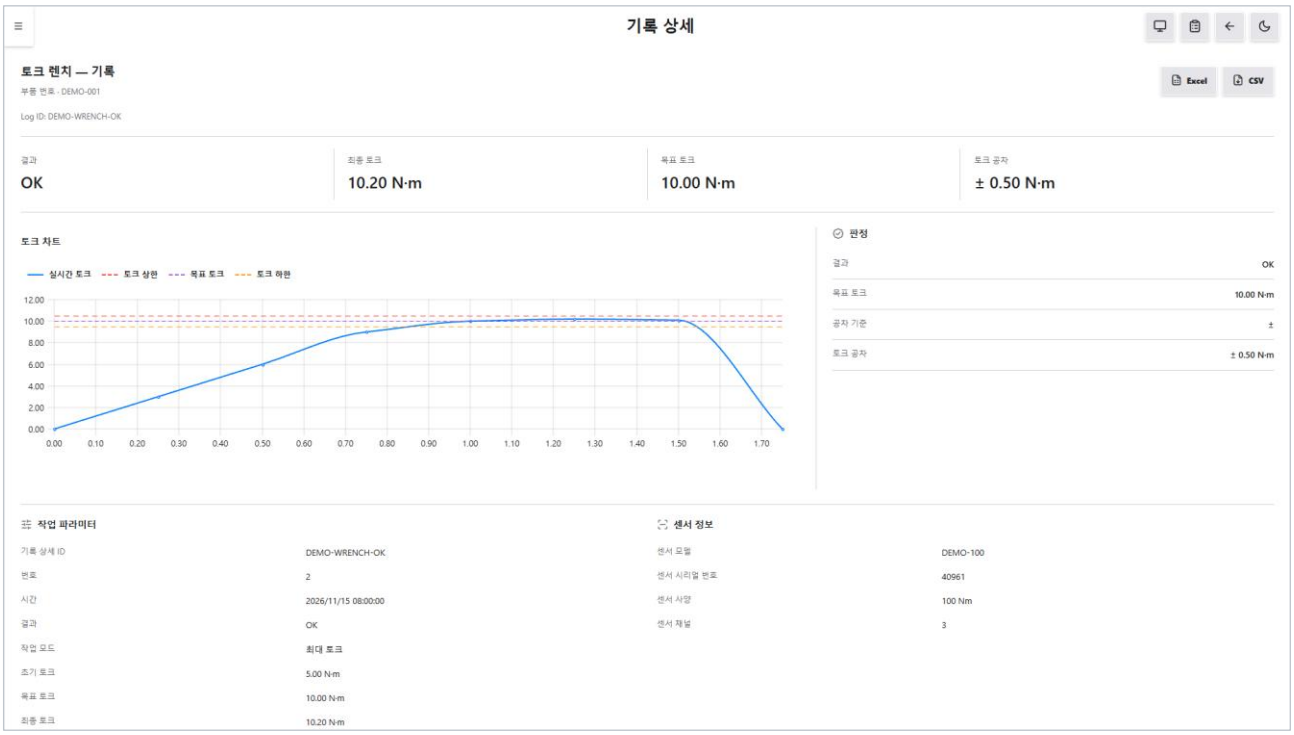


그림 11-3 기록 상세(토크 렌치 기록)

영역/버튼	설명
헤더	화면 아이콘 "작업"은 해당 모드의 작업 화면으로 돌아갑니다(작업 모드에서 기록을 연 경우에만 표시). 클립보드 아이콘 "기록"과 "←"(기록 목록으로 돌아가기)는 이전 필터 조건과 페이지 번호를 유지한 채 목록으로 돌아갑니다. 달 아이콘은 색 구성표를 전환합니다.
제목 영역	기록 유형 이름과 "부품 번호 · …". 오른쪽의 "Excel"과 "CSV"는 이 기록만(샘플 포함) 내보냅니다. 아래의 "Excel 및 CSV로 내보내기"를 참조하십시오.
요약 카드	이 기록의 가장 중요한 값 3~4개(예: "결과", "최종 토크", "목표 토크", "토크 공차"). 결과는 OK/NOK에 따라 색으로 구분됩니다.
차트 영역	이 기록과 함께 저장된 차트이며 더 이상 갱신되지 않습니다. 실선은 "실시간 토크", 점선은 "토크 상한", "목표 토크", "토크 하한"입니다. 목표나 공차가 없으면 해당 점선이 그려지지 않습니다. 가로축은 초 단위이며 첫 번째 샘플부터 계산됩니다. 곡선은 모든 샘플 지점을 지나는 평활 곡선으로 그려집니다. 평활화는 그리는 방식에만 영향을 주며 저장되거나 내보내는 값은 바뀌지 않습니다(5.2.6절 참조). 차트 위에 마우스를 올리면 해당 지점의 시간과 토크가 표시됩니다.

영역/버튼	설명
판정	판정의 근거가 된 조건(예: “목표 토크”, “공차 기준”, “토크 공차”).
작업 파라미터	이 기록의 모든 필드. 모드별 내용은 11.4절~11.9절을 참조하십시오.
센서 정보	작업 중에 사용한 토크 센서의 “센서 모델”, “센서 시리얼 번호”, “센서 사양”, “센서 채널”. 나중에 센서 설정을 변경해도 이전 기록은 바뀌지 않습니다.
데이터 포인트/곡선 샘플	맨 아래에 있으며 기본적으로 접혀 있습니다. 아래를 참조하십시오.

상세 페이지에는 삭제 버튼이 없습니다. 삭제하려면 목록으로 돌아가십시오.

데이터 포인트(원시 샘플) 보기

“데이터 포인트 목록”은 작업 중에 기록과 함께 저장된 곡선 샘플, 즉 차트의 모든 점입니다. 각도가 있는 기록에서는 곡선 샘플(“측정 데이터 상세”)이라고 합니다.

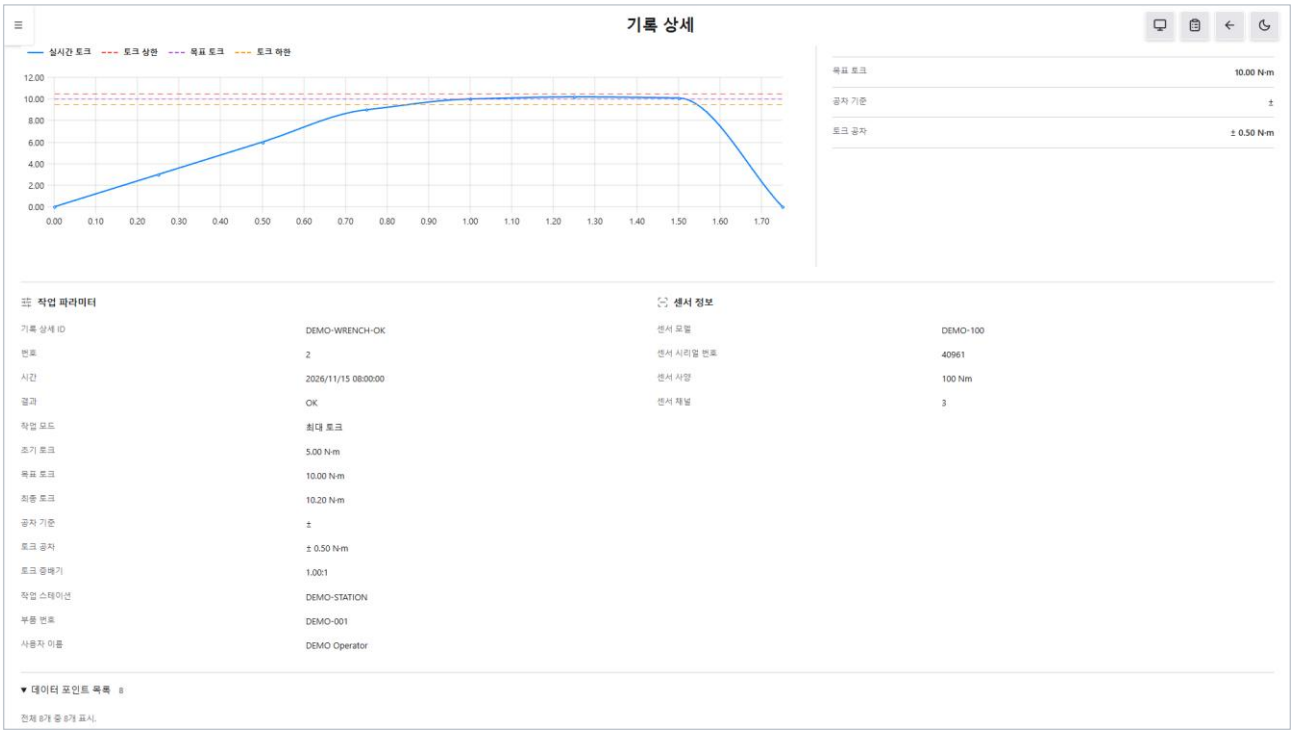


그림 11-4 기록 상세: 데이터 포인트 펼침

1. 상세 페이지 맨 아래로 스크롤하여 “▶ 데이터 포인트 목록 N”(N은 전체 샘플 수)을 클릭합니다. 표가 펼쳐집니다.
2. 표 위에 “전체 N개 중 M개 표시.”가 표시됩니다. 기본적으로 처음 12개만 나열됩니다.

3. 12개를 초과하면 "모든 데이터 포인트 표시"를 클릭하여 모두 보고, "처음 12개만 표시"를 클릭하여 다시 접습니다. 12개 이하이면 이 두 버튼이 표시되지 않습니다.
4. 표는 보기 전용이며 편집할 수 없습니다. 파일로 저장하려면 상세 페이지의 "Excel" 또는 "CSV"를 사용하십시오.

열	설명
샘플 번호	샘플 일련번호이며 오름차순입니다.
시간 (초)	첫 번째 샘플부터 경과한 초, 소수점 이하 두 자리.
토크 (단위)	해당 시점의 실시간 토크. 괄호 안에 현재 토크 단위가 표시됩니다(예: "토크 (N·m)").
각도	해당 시점의 각도(도). 토크 렌치와 전동 공구는 각도를 측정하지 않으므로 항상 0.00이 표시됩니다.

차트 영역에는 다음 상태가 표시될 수 있습니다.

차트 영역 표시	의미 및 조치
"데이터 불러오는 중..."	샘플을 읽는 중입니다. 상세 페이지의 "Excel"과 "CSV"는 일시적으로 사용할 수 없습니다.
"데이터 포인트 없음"	이 기록에는 저장된 샘플이 없습니다. 오류가 아닙니다. 필드 데이터는 여전히 유효하며 내보낼 수 있습니다(샘플 열은 비어 있음).
"차트 샘플 불러오기 실패"와 "다시 불러오기"	읽기에 실패했습니다. "다시 불러오기"를 클릭하십시오. 성공할 때까지 상세 페이지의 "Excel"과 "CSV"는 사용할 수 없습니다. 계속 실패하면 목록으로 돌아가 기록을 다시 열거나 다시 로그인하십시오.

기록이 NOK인 이유 찾기

1. 목록에서 "결과"를 "NOK"로 설정하고 확인할 기록 카드를 클릭합니다.
2. 요약 카드의 최종값(예: "최종 토크")과 "목표 토크", "토크 공차"를 확인합니다.
3. "판정" 영역의 "공차 기준"을 확인합니다. "±"는 위아래 모두 공차가 있다는 뜻이고, "≥"는 목표 토크 이상의 값만 허용된다는 뜻입니다(설정 화면의 "+").
4. 허용 범위를 계산하고 최종값이 범위의 어느 쪽에 있는지 확인합니다.
5. 차트를 보고 최고점이 "토크 하한" 점선에 미치지 못했는지, 또는 "토크 상한" 점선을 넘었는지 확인합니다.

6. “작업 파라미터”의 “토크 증배기”와 “센서 정보”를 보고 당시 올바른 토크 증배기 설정과 센서가 사용되었는지 확인합니다.

판정 조건은 모드마다 다릅니다. 토크 & 각도는 11.5절, 토크 측정은 11.6절, 능력 지수는 11.9절을 참조하십시오.

> **예시** 토크 렌치 NOK 기록 읽기
>
> 요약 카드: “결과” NOK, “최종 토크” 8.90 N·m, “목표 토크” 10.00 N·m, “토크 공차” ± 0.50 N·m. “판정” 영역의 “공차 기준”은 “±”입니다.
>
> 토크 공차 = 목표 토크 × 공차 백분율 = 10.00 × 5% = 0.50 N·m.
>
> 허용 범위: 하한 10.00 − 0.50 = 9.50 N·m, 상한 10.00 + 0.50 = 10.50 N·m.
>
> 8.90 N·m는 하한 9.50 N·m보다 작으므로 토크 부족으로 결과가 NOK입니다. 차트의 최고점도 “토크 하한” 점선보다 아래에 있습니다.
>
> 조치: “토크 증배기”가 당시 사용한 토크 증배기와 일치하는지 확인한 후, 작업 지침에 따라 부품을 다시 체결하십시오.

11.2.5 Excel 및 CSV로 내보내기

TMS에는 두 가지 내보내기 방법이 있습니다.

내보내기 유형	버튼 위치	내보내기 내용	기본 파일 이름
목록 내보내기	목록 위의 “Excel 내보내기 (.xlsx)”와 “내보내기 CSV (.csv)”	현재 조건에 해당하는 모든 기록(현재 페이지만이 아님. 기록 유형당 최대 2000건), 현재 정렬 순서, 기록당 한 행. 샘플 없음	“모드 이름-내보낸 날짜”(예: “토크 렌치-20261115.xlsx”). “모든 작업 모드”는 “전체-20261115.xlsx”
상세 내보내기	상세 페이지 오른쪽 위의 “Excel”과 “CSV”	이 기록만. 데이터 포인트 또는 곡선 샘플 포함(능력 지수 기록 제외)	“모드 이름-기록 날짜”(예: “토크 렌치-20261110.csv”)

절차:

1. “기록 조회”에 설명된 대로 조건을 설정하고 “일치 항목”과 목록 내용이 맞는지 확인합니다. 통계 표시줄에 “--”가 표시되고 빨간색 테두리가 나타나면 조회에 실패한 것이며, 화면에 남아 있는 이전 목록은 최신 상태가 아니고, 내보내기 버튼은 회색으로 표시되어 클릭할 수 없습니다. 먼저 “다시 불러오기”를 클릭하고 조회에 성공한 후 내보내십시오.

2. “Excel 내보내기 (.xlsx)” 또는 “내보내기 CSV (.csv)”를 클릭합니다(상세 페이지에서는 “Excel” 또는 “CSV” 클릭). 제목이 “내보낸 파일 저장”인 Windows “다른 이름으로 저장” 대화 상자가 나타납니다. 기본 파일 이름이 입력되어 있으며, 파일 형식은 “Excel” 또는 “CSV”뿐입니다. 파일을 저장하거나 취소할 때까지 모든 내보내기 버튼을 일시적으로 사용할 수 없습니다.
3. 파일을 저장할 폴더로 이동하고(처음 표시되는 폴더는 Windows가 정함), 필요하면 파일 이름을 변경한 후 “저장”을 클릭합니다. 파일이 기록된 후 성공 메시지는 표시되지 않습니다.
4. 파일을 기록하지 않으려면 “취소”를 클릭합니다. 메시지는 표시되지 않습니다.
5. 화면에 “내보내기 실패”가 나타나면 이 절 끝의 오류 메시지 표를 참조하십시오.

항목	Excel (.xlsx)	CSV (.csv)
파일 구조	모드 이름으로 된 워크시트 하나. 첫 번째 행에 열 이름(고정, 굵게, 회색 배경)	UTF-8 텍스트 파일, 쉼표로 구분. 첫 번째 행에 열 이름
셀 내용	모두 텍스트. 토크에는 단위가 포함됨(예: “10.20 N·m”)	일반 텍스트. =, +, - 또는 @로 시작하는 숫자가 아닌 내용은 스프레드시트가 수식으로 처리하지 않도록 앞에 작은따옴표가 붙음
열 이름 및 시간	열 이름은 인터페이스 언어를 따르고, 시간은 Windows 시간대와 지역 형식을 따름	왼쪽과 같음
상세 내보내기의 추가 내용	두 번째 워크시트 “측정 데이터 상세”: 숫자 열 “시간 (초)”, “토크 (단위)”(각도가 있는 기록은 “각도 (°)”도 포함)와 차트. 샘플이 없으면 첫 번째 워크시트만 있음	샘플마다 한 행. 각 행에 이 기록의 필드 값이 반복되고, 그 뒤에 “샘플 번호”, “시간 (초)”, “토크 (단위)”, “각도”가 옴. 첫 번째 열 “분류”는 모드 이름
파일 크기 제한	64 MiB	64 MiB

각 모드에서 내보내는 열은 11.4절~11.9절을 참조하십시오. 어떤 내보내기 파일에도 “기록 상세 ID”나 “번호”(로컬 일련번호)는 포함되지 않으며, 상세 페이지의 “작업 모드” 필드도 포함되지 않습니다.

> **참고** 토크 렌치 및 토크 & 각도 기록의 상세 페이지에 있는 “작업 모드”(“최대 토크” 또는 “실시간 토크”)는 상세 페이지에만 표시되며, 목록 내보내기와 상세 내보내기 모두 이 열을 포함하지 않습니다. 이 정보가 필요하면 상세 페이지에서 확인하십시오.

“모든 작업 모드” 내보내기의 내용: 열은 “감지 모드”, “번호”, “부품 번호”, “목표 토크”, “측정 토크값”, “QC”, “시간”입니다. 모든 모드가 같은 시트에 있으며, 센서 열과 사용자 이름은 없습니다. 배치 작업 행의

"부품 번호"에는 배치 이름이 들어가고, 능력 지수 행에는 조합 번호가 들어가며 "번호"는 내보내기 순서입니다. 토크 측정 행의 "측정 토크값"은 목표 각도 토크입니다.

> **참고** "모든 작업 모드" 내보내기 파일에는 각 행이 어느 작업 모드에 속하는지 나타내는 열이 없습니다. 모드별 통계나 품질 관리 추적성이 필요하면 "작업 모드 필터"에서 각 모드를 차례로 선택하여 따로 내보내십시오.

> **예시** 이번 주 NOK 기록을 조회하여 품질 관리용으로 내보내기(이번 주는 2026/11/09(월)~2026/11/15(일))
>
> (1) 탐색 메뉴 → "시스템 설정" → "기록 및 내보내기".
>
> (2) "작업 모드 필터"에서 "토크 렌치"를 선택합니다.
>
> (3) "시작 날짜"는 2026/11/08(11/09의 00:00~07:59 기록이 포함되도록 하루 앞당김), "종료 날짜"는 2026/11/15를 선택합니다.
>
> (4) "결과"에서 "NOK"를 선택합니다. 통계 표시줄에 예를 들어 "일치 항목 6", "NOK 6"이 표시되고, 목록에 빨간색 NOK 기록 카드 6개가 나타납니다.
>
> (5) "Excel 내보내기 (.xlsx)"를 클릭합니다. "내보낸 파일 저장" 대화 상자에서 품질 관리 공유 폴더로 이동하여 기본 파일 이름 "토크 렌치-20261115.xlsx"를 "토크 렌치-NOK-20261109-20261115.xlsx"로 변경하고 "저장"을 클릭합니다.
>
> (6) Excel에서 파일을 열고 "시간"이 2026/11/09 00:00보다 이른 행을 삭제합니다(다음 주에 내보내는 경우 2026/11/15 23:59보다 늦은 행도 삭제).
>
> (7) "작업 모드 필터"에서 "전동 공구", "토크 & 각도", "토크 측정", "배치 작업"을 차례로 선택하고, 날짜와 "결과"는 그대로 둔 채 (5)~(6) 단계와 같이 각각 한 번씩 내보냅니다. "일치 항목"이 0인 모드는 내보낼 필요가 없습니다.
>
> (8) 차트를 첨부해야 하면 목록에서 해당 기록을 클릭하고 상세 페이지의 "Excel"을 클릭하여 이 기록을 따로 내보냅니다("측정 데이터 상세" 워크시트와 차트 포함).

11.2.6 기록 삭제

1. 목록에서 기록 카드 맨 오른쪽의 빨간색 휴지통을 클릭합니다.
2. 확인 대화 상자 "이 기록을 삭제하시겠습니까? 삭제로 표시되고 동기화 대기열에 추가됩니다."가 "삭제" 및 "취소" 버튼과 함께 나타납니다.
3. 아무것도 하지 않으려면 "취소"를 클릭합니다. "삭제"를 클릭하면 목록이 자동으로 새로 고쳐지고 기록이 더 이상 표시되지 않으며, 페이지에 "기록이 삭제로 표시되었으며 동기화를 기다립니다."가 표시됩니다.

4. “기록 삭제 실패”가 나타나면 “편집 · 파일 관리” 권한이 있는지 확인한 후 “조회”를 클릭하여 새로 고칩니다.

삭제한 기록은 목록, 통계, 내보내기 파일에 더 이상 나타나지 않으며 동기화 대기열에 추가됩니다. 동기화 기능이 삭제 내용을 원격 데이터베이스로 보냅니다(제14장 참조). 능력 지수 기록을 삭제하면 해당 검사의 Cpk/Cmk 통계가 다시 계산됩니다. 화면에는 삭제를 취소하는 기능이 없습니다.

> **경고** 삭제는 화면에서 되돌릴 수 없습니다. 삭제 내용은 원격 데이터베이스에도 동기화되며 능력 지수 검사의 통계에도 영향을 줍니다. 삭제하기 전에 올바른 기록인지 확인하고, 필요하면 먼저 백업용으로 내보내십시오.

11.2.7 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 조치
“기록을 불러오지 못했습니다. 표시된 데이터가 업데이트되지 않았습니다.”(빨간색 테두리, “다시 불러오기”와 함께 표시)	기록을 읽지 못했습니다. 예를 들어 “보기 · 기록” 권한이 없거나, 로그인이 만료되었거나, 데이터베이스가 사용 중일 수 있습니다. “다시 불러오기”를 클릭하십시오. 계속 실패하면 다시 로그인하거나 관리자에게 권한 확인을 요청하십시오. 화면에 남아 있는 이전 목록은 최신 상태가 아니며, 다시 불러오기에 성공할 때까지 내보낼 수 없습니다.
“종료일이 시작일보다 빠릅니다. 둘 중 한 날짜를 변경하세요.”(빨간색 텍스트)	“종료 날짜”가 “시작 날짜”보다 이릅니다. 둘 중 한 날짜를 수정하십시오. 그때까지는 조회하거나 내보낼 수 없으며, 통계 표시줄과 목록이 표시되지 않습니다.
“시간: 기록을 불러오지 못했습니다. 표시된 데이터가 업데이트되지 않았습니다.”	Windows 지역 설정에 따라 시간을 표시할 수 없습니다. 다른 창으로 전환했다가 TMS로 돌아오거나(자동으로 다시 시도함) 이 페이지를 다시 여십시오. 계속 나타나면 Windows “지역” 설정이 올바른지 확인하십시오.
“조건에 맞는 기록이 2000건을 초과합니다. 최신 2000건만 표시 및 내보내기됩니다. 나머지를 보려면 날짜 범위를 좁혀 주세요.”	한 번에 불러올 수 있는 제한을 초과했습니다. 날짜 범위를 좁혀 나누어 조회하고 내보내십시오.
“내보내기 실패”	파일을 만들거나 쓸 수 없습니다. 예를 들어 내보내기 권한이 없거나, 저장 폴더에 쓸 수 없거나, 파일이 64 MiB보다 큽니다. 다른 폴더에 저장하거나 조회 범위를 좁혀 다시 시도하십시오.

화면 메시지	원인 및 조치
“기록 삭제 실패”	“편집 · 파일 관리” 권한이 없거나, 로그인이 만료되었거나, 기록이 이미 삭제되었습니다. “조회”를 클릭하여 새로 고친 후 다시 확인하십시오.
“차트 샘플 불러오기 실패”	상세 페이지의 샘플을 읽지 못했습니다. 옆의 “다시 불러오기”를 클릭하십시오. 계속 실패하면 목록으로 돌아가 기록을 다시 여십시오.

11.3 빈 기록 목록

경로: 11.2절과 같습니다. 새로 설치한 후 작업을 하나도 완료하지 않았으면 “기록 및 내보내기”가 이 화면으로 열립니다.

목록에 기록 카드가 없는 원인은 “아직 측정 없음”, “조회 결과 없음”, “조회 실패” 중 하나일 수 있습니다. 세 가지는 처리 방법이 완전히 다릅니다. 먼저 화면의 문구로 구분하고, 조회 실패를 데이터 없음으로 착각하지 마십시오.

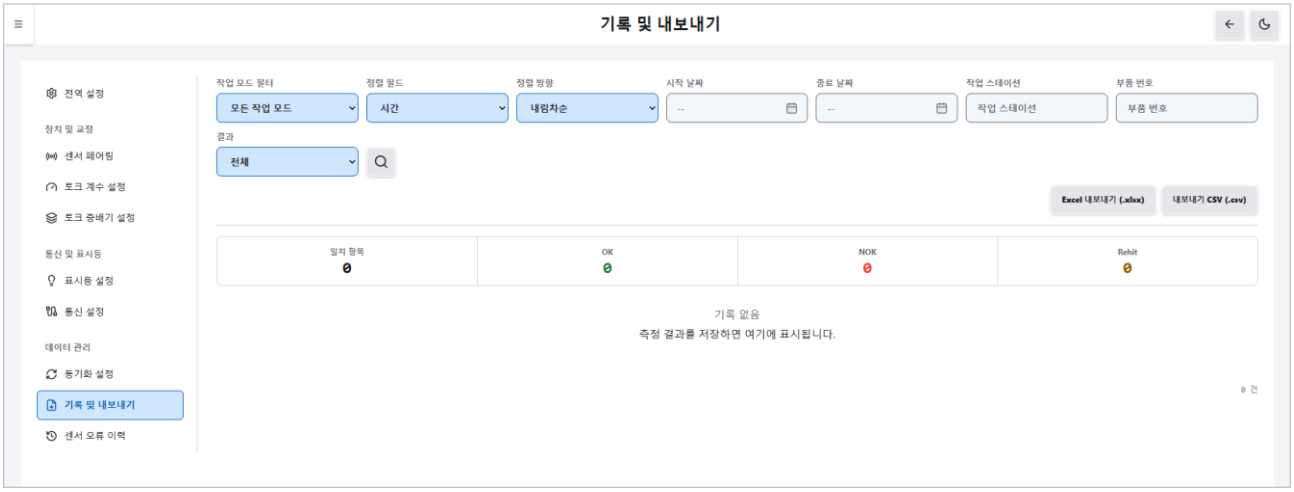


그림 11-5 기록 및 내보내기: 기록 없음

11.3.1 빈 목록의 원인 구분

상태	화면 표시	의미	조치
아직 측정 없음	통계 표시줄의 네 개수가 모두 0이고, 목록 영역에 "기록 없음"과 "측정 결과를 저장하면 여기에 표시됩니다.", 바닥글에 "0 건"이 표시됨	이 컴퓨터에 이 유형의 기록이 하나도 없음(측정한 적이 없거나 모두 삭제됨)	해당 작업 모드에서 작업을 완료한 후 다시 조회
조회 결과 없음	"일치 항목"이 0이고, 목록 영역에 "필터 조건에 맞는 기록이 없습니다."와 "필터 지우기" 버튼, 바닥글에 "0 건"이 표시됨	이 컴퓨터에 기록은 있지만 현재 조건과 일치하는 기록이 없음	"필터 지우기"를 클릭하여 날짜와 모든 텍스트 및 메뉴 조건을 한 번에 지우고 "결과"를 "전체"로 되돌림(작업 모드와 정렬은 유지됨). 또는 개별 조건을 직접 넓힘
날짜가 뒤바뀜	필터 표시줄에 "종료일이 시작일보다 빠릅니다. 둘 중 한 날짜를 변경하세요."가 빨간색으로 표시되고, 통계 표시줄, 목록, 바닥글이 표시되지 않음	"종료 날짜"가 "시작 날짜"보다 이르며, 조회가 실행되지 않음	둘 중 한 날짜를 수정
조회 실패	통계 표시줄의 네 개수가 모두 "--"이고, 필터 표시줄 아래에 빨간색 테두리의 "기록을 불러오지 못했습니다. 표시된 데이터가 업데이트되지 않았습니다."와 "다시 불러오기"가 나타나며, 바닥글에도 같은 메시지가 표시됨	데이터를 읽지 못한 것이며, 기록이 없다는 뜻이 아님. 이전에 불러온 목록이 화면에 남아 있을 수 있음	"다시 불러오기"를 클릭. 계속 실패하면 다시 로그인하거나 관리자에게 "보기 · 기록" 권한 확인을 요청
불러오는 중	통계 표시줄의 네 개수가 모두 "--"이고, 목록 영역에 "기록 불러오는 중...", 바닥글에 "불러오는 중..."이 표시됨	조회가 실행 중임	기다림. "조회" 버튼과 내보내기 버튼은 일시적으로 사용할 수 없음

작업 모드에서 "기록"을 클릭하여 기록을 열면 "아직 측정 없음"은 해당 모드의 기록에만 해당합니다. 예를 들어 토크 렌치 기록은 있지만 전동 공구 기록이 없으면, 전동 공구에서 기록을 열었을 때 "기록 없음"이 표시됩니다.

"아직 측정 없음" 상태에서도 내보내기 버튼은 클릭할 수 있지만, 내보내기 파일에는 열 이름 행만 포함됩니다.

11.3.2 절차

1. 통계 표시줄을 봅니다. 숫자 0이 표시됩니까, "--"가 표시됩니까?
2. "--"가 표시되고 빨간색 테두리가 나타나면 조회에 실패한 것입니다. "다시 불러오기"를 클릭합니다. 계속 실패하면 로그인 상태와 "보기 · 기록" 권한을 확인합니다(제15장 참조).
3. 0이 표시되고 목록 영역에 "필터 조건에 맞는 기록이 없습니다."가 표시되면 "필터 지우기"를 클릭하거나, "시작 날짜", "종료 날짜", "작업 스테이션", "부품 번호"를 지우고 "결과"를 "전체"로 되돌립니다.
4. 0이 표시되고 목록 영역에 "기록 없음"이 표시되면 해당 작업 모드에서 작업을 완료한 후 돌아와서 다시 조회합니다.

> **예시** 작업자가 "어제 기록이 사라졌다"고 보고한 경우
> 관리자가 "기록 및 내보내기"를 엽니다. 통계 표시줄에 "일치 항목 0"이 표시되고 목록 영역에 "필터 조건에 맞는 기록이 없습니다."가 표시됩니다. 데이터는 그대로 있지만 조건 때문에 가려져 있다는 뜻입니다.
> 필터 표시줄을 확인해 보니 "결과"는 "NOK"로 설정되어 있고 "작업 스테이션"에는 "ST-02"가 입력되어 있습니다. "필터 지우기"를 클릭하자(또는 "결과"를 "전체"로 되돌리고 "작업 스테이션"을 지우자) 어제 기록이 목록에 나타납니다.
> 통계 표시줄에 "--"가 표시되고 빨간색 테두리가 나타나면 조회에 실패한 것입니다. 조건을 조정하기 전에 먼저 "다시 불러오기"를 클릭하십시오.

11.4 토크 렌치 기록

경로: 탐색 메뉴 → "회전식 센서" → "토크 렌치" → 헤더의 "기록". "기록 및 내보내기"의 "작업 모드 필터"에서 "토크 렌치"를 선택해도 됩니다.

토크 렌치 모드(제5장)의 체결 결과를 하나씩 확인합니다. 조회, 상세 열기, 내보내기, 삭제는 11.2절을 참조하십시오. 이 절에서는 토크 렌치 기록에 고유한 내용만 설명합니다. "보기 · 기록" 권한이 필요합니다.

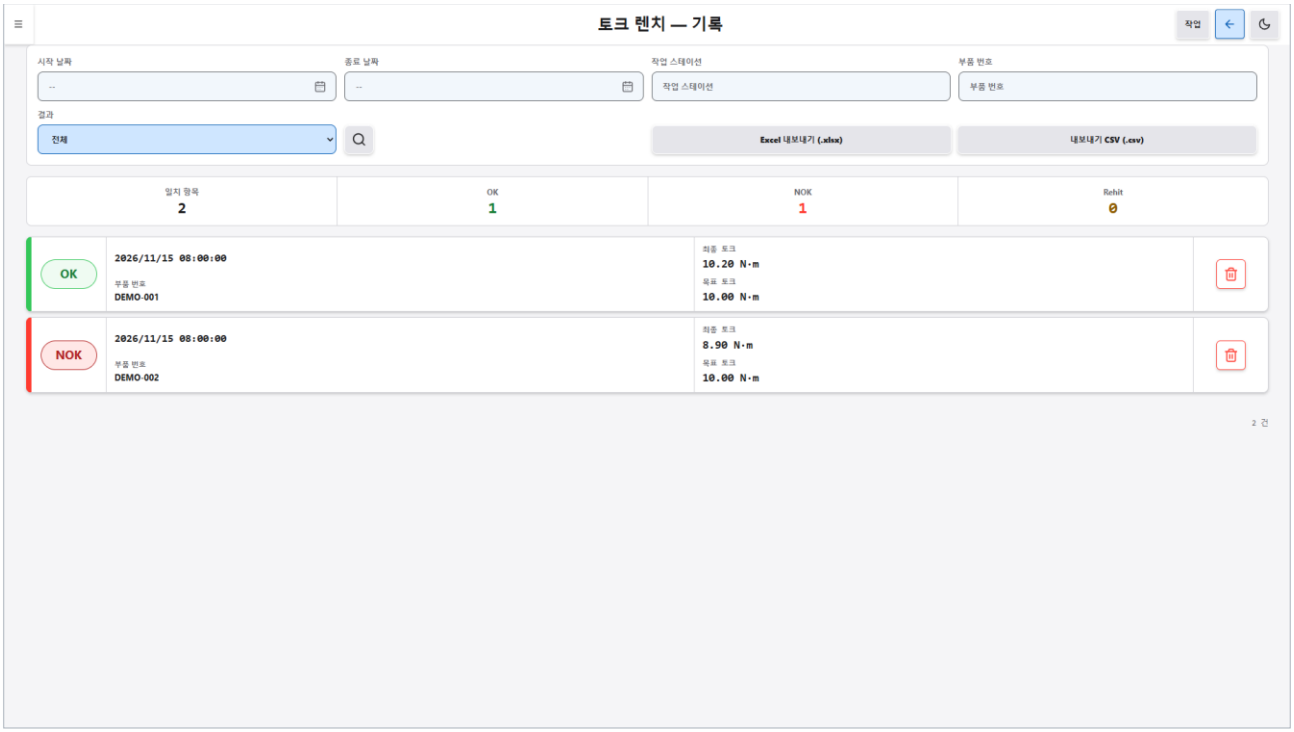


그림 11-6 토크 렌치 기록 목록

11.4.1 목록

- 페이지 제목은 “토크 렌치 — 기록”입니다. 헤더 오른쪽 위에 “작업”, “←”, 달 아이콘이 있으며, “작업”과 “←”는 모두 토크 렌치 작업 화면으로 돌아갑니다.
- 필터 필드는 “시작 날짜”, “종료 날짜”, “작업 스테이션”, “부품 번호”, “결과”뿐이며, 모드별 필터는 없습니다.
- 기록 카드 가운데에는 “부품 번호”가 표시되고, 오른쪽에는 위에 “최종 토크”, 그 아래에 “목표 토크”가 표시됩니다.

11.4.2 상세

상세 배치는 그림 11-3과 그림 11-4(11.2절)를 참조하십시오. 토크 렌치 기록의 특징은 다음과 같습니다.

- 제목 영역에는 “토크 렌치 — 기록”이 표시되고, 그 아래에 “Log ID: (기록 ID)” 줄이 추가로 표시됩니다. 이 줄은 토크 렌치 기록에만 있습니다.
- 요약 카드는 “결과”, “최종 토크”, “목표 토크”, “토크 공차”입니다.
- 차트는 토크만 있는 “토크 차트”이고, 아래쪽의 접힌 영역은 “데이터 포인트 목록”이며, “각도” 열은 항상 0.00입니다.
- “판정” 영역에는 “결과”, “목표 토크”, “공차 기준”, “토크 공차”가 나열됩니다.

"작업 파라미터" 필드:

필드	설명
기록 상세 ID/번호	시스템이 생성한 ID와 로컬 일련번호. 내보내지 않습니다.
시간	작업을 완료한 시간.
결과	OK, NOK 또는 "재체결".
작업 모드	당시 토크를 읽은 방식: "최대 토크" 또는 "실시간 토크". 상세 페이지에만 표시되며 내보내기 파일에는 포함되지 않습니다.
초기 토크	계산을 시작하는 토크 임계값.
목표 토크	작업에 설정된 목표 토크.
최종 토크	판정에 사용한 토크.
공차 기준	"±" 또는 "≥"("≥"는 설정 화면의 "+").
토크 공차	목표 토크 × 공차 백분율이며 "± 값 단위"로 표시됩니다.
토크 증배기	작업 당시 토크 증배기의 토크비. 토크 증배기를 사용하지 않으면 "1.00:1".
작업 스테이션/부품 번호	작업 중에 입력한 값. 빈 필드는 빈 값으로 기록됩니다. 단, 배치 작업 기록과 1.4.2 이전 버전의 기록은 예외입니다(11.1절 참조).
사용자 이름	작업을 수행한 로그인 계정.

> **참고** "공차 기준"이 "≥"이면 "토크 공차"는 여전히 "± 값"으로 표시됩니다. 이 경우 허용 범위는 "목표 토크"부터 "목표 토크 + 토크 공차 값"까지입니다. "공차 기준"에 따라 결과를 해석하십시오.

11.4.3 내보내기 열

- **목록 내보내기**: 시간, 결과, 초기 토크(CSV만), 목표 토크, 최종 토크, 공차 기준, 토크 공차, 토크 증배기, 작업 스테이션, 부품 번호, 사용자 이름, 센서 모델, 센서 시리얼 번호, 센서 사양, 센서 채널.
- **상세 내보내기**: 첫 번째 열은 "분류"(토크 렌치)이고, 그 뒤에 위의 열이 오며, 이어서 샘플 열 "샘플 번호", "시간 (초)", "토크 (단위)", "각도"가 옵니다.
- 토크 렌치 Excel 파일(목록 및 상세)에는 "초기 토크"가 **포함되지 않으며**, CSV에만 있습니다. 초기 토크가 필요하면 CSV를 사용하십시오.

> **예시** 공차 기준이 "≥"인 NOK 기록 읽기
>
> 상세: "목표 토크" 10.00 N·m, "공차 기준" ≥, "토크 공차" ± 0.50 N·m, "최종 토크" 10.62 N·m, "결과" NOK.
>
> "≥"의 허용 범위: 하한 = 목표 토크 10.00 N·m, 상한 = 10.00 + 0.50 = 10.50 N·m.
>
> 10.62 N·m는 상한 10.50 N·m를 초과하므로 토크 과다로 결과가 NOK입니다. "토크 공차"에 "±"가 표시되어 있지만 하한은 9.50 N·m가 아니라 여전히 목표 토크 10.00 N·m입니다.

11.5 토크 및 각도 기록

경로: 탐색 메뉴 → "회전식 센서" → "토크 & 각도" → 헤더의 "기록". "기록 및 내보내기"의 "작업 모드 필터"에서 "토크 & 각도"를 선택해도 됩니다.

토크 & 각도 모드(제6장)의 체결 결과를 토크 판정과 각도 판정을 포함하여 확인합니다. "보기 · 기록" 권한이 필요합니다. 공통 조작은 11.2절을 참조하십시오. 이 절에서는 토크 렌치 기록과 다른 점만 설명합니다.



그림 11-7 토크 & 각도 기록 목록

11.5.1 목록

- 페이지 제목은 "토크 & 각도 — 기록"이며, 목록 위에도 같은 이름의 그룹 제목이 있습니다.
- 필터 필드는 토크 렌치와 같습니다.

- 기록 카드 오른쪽에는 위에 “최종 토크”, 그 아래에 “최종 각도”(도, 소수점 이하 두 자리, 예: “90.00°”)가 표시됩니다.

11.5.2 상세

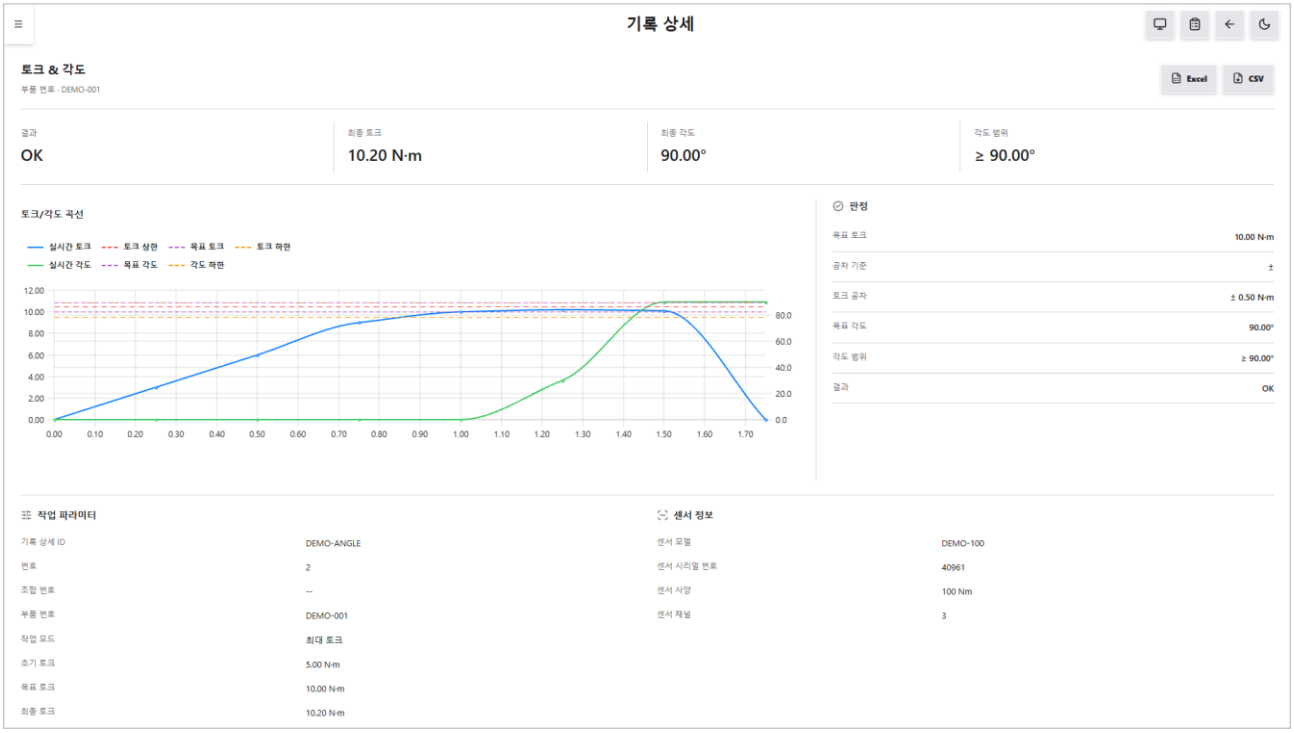


그림 11-8 토크 & 각도 기록 상세

- 제목 영역에는 “토크 & 각도”와 “부품 번호 · …”가 표시되며, “Log ID” 줄은 없습니다.
- 요약 카드는 “결과”, “최종 토크”, “최종 각도”, “각도 범위”입니다.
- 차트는 “토크/각도 곡선”입니다. 왼쪽 세로축은 토크, 오른쪽 세로축은 각도입니다. 토크 실선과 점선 외에 녹색 실선 “실시간 각도”와 점선 “목표 각도”, “각도 상한”, “각도 하한”이 있습니다(기록에 있는 선만 그려짐). 마우스 도구 설명에는 “실시간 각도” 항목이 추가됩니다.
- “판정” 영역에는 “목표 토크”, “공차 기준”, “토크 공차”, “목표 각도”, “각도 범위”, “결과”가 나열됩니다.
- “작업 파라미터”는 순서대로 기록 상세 ID, 번호, 조합 번호, 부품 번호, 작업 모드, 초기 토크, 목표 토크, 최종 토크, 공차 기준, 토크 공차, 목표 각도, 각도 범위, 최종 각도, 토크 증배기, 기어비, 결과, 시간입니다. “작업 스테이션”과 “사용자 이름”은 없습니다.

토크 렌치와 다르거나 추가된 필드:

필드	설명
조합 번호	작업에 사용한 토크 & 각도 조합 번호.
초기 토크	각도 측정을 시작하는 토크. 각도 제어에서는 OK에 필요한 최소 토크이기도 합니다.
목표 각도	설정된 목표 각도(도, 소수점 이하 두 자리).
각도 범위	각도 판정 범위. "≥ 목표°" 또는 "≤ 목표°"로 표시되면 당시 각도 제어를 사용한 것이고, "하한° ~ 상한°"로 표시되면 토크 제어를 사용한 것입니다.
최종 각도	체결 종료 시의 각도(도, 소수점 이하 두 자리).
기어비	작업 당시 토크 증배기의 기어비. 토크 증배기를 사용하지 않으면 "1.00:1".

판정은 당시의 제어 모드에 따라 다릅니다(제6장 참조).

- 각도 제어: "최종 토크" ≥ "초기 토크"이고 "최종 각도"가 "각도 범위" 안에 있을 때만 OK입니다. 목표 토크와 공차는 판정에 사용되지 않습니다.
- 토크 제어: "최종 토크"가 목표 토크의 공차 안에 있을 때만 OK입니다. 각도는 판정에 영향을 주지 않습니다.

11.5.3 곡선 샘플



그림 11-9 토크 & 각도 기록 상세: 곡선 샘플 펼침

상세 맨 아래의 접힌 영역은 이름이 "측정 데이터 상세"이며 "데이터 포인트 목록"과 같은 방식으로 작동합니다(11.2절 참조). "각도" 열은 해당 시점의 실제 각도입니다.

11.5.4 내보내기 열

- **목록 내보내기**: 시간, 결과, 초기 토크, 목표 토크, 최종 토크, 공차 기준, 토크 공차, 목표 각도, 각도 범위, 최종 각도, 토크 증배기, 기어비, 작업 스테이션, 부품 번호, 조합 번호, 센서 모델, 센서 시리얼 번호, 센서 사양, 센서 채널.
- **상세 내보내기**: "분류", 작업 파라미터 필드(기록 상세 ID, 번호, 작업 모드 제외), 토크 센서 열 네 개, 이어서 "샘플 번호", "시간 (초)", "토크 (단위)", "각도". 상세 내보내기에는 "작업 스테이션"이 포함되지 않습니다.
- Excel과 CSV 모두 "초기 토크"를 포함합니다.
- 상세 Excel의 "측정 데이터 상세" 워크시트에는 "각도 (°)" 열이 추가되고, 차트 제목은 "토크/각도 곡선"이며, 각도는 오른쪽 축을 사용합니다.

> **참고** 토크 & 각도 기록의 상세와 내보내기 파일에는 "사용자 이름"이 표시되지 않으며, "작업 스테이션"은 목록 내보내기 파일에만 있습니다. 작업자를 추적하려면 시간과 작업 스테이션을 근무 일정표와 대조하십시오.

> **예시** 각도가 부족한 NOK 기록 읽기
> 요약 카드: "결과" NOK, "최종 토크" 10.20 N·m, "최종 각도" 85.30°, "각도 범위" ≥ 90.00°.
> "각도 범위"가 "≥"로 시작하므로 각도 제어를 사용한 것입니다. "최종 토크"는 "초기 토크" 이상이어야 하고, "최종 각도"는 목표 각도 90.00° 이상이어야 합니다.
> "작업 파라미터"의 "초기 토크"는 5.00 N·m이고 10.20 ≥ 5.00이므로 토크 조건은 충족됩니다.
> 85.30° < 90.00°로 각도가 4.70° 부족하므로 결과는 NOK입니다. "토크/각도 곡선"에서도 녹색 "실시간 각도" 선이 "목표 각도" 점선에 도달하지 않습니다.

11.6 토크 측정 기록

경로: 탐색 메뉴 → "회전식 센서" → "토크 측정" → 헤더의 "기록". "기록 및 내보내기"의 "작업 모드 필터"에서 "토크 측정"을 선택해도 됩니다.

토크 측정 모드(제7장)의 결과, 즉 목표 각도에 도달했을 때의 토크와 풀림 시의 각도 및 토크를 확인합니다. "보기 · 기록" 권한이 필요합니다. 공통 조작은 11.2절을 참조하십시오. 이 절에서는 이 모드에 고유한 내용만 설명합니다.

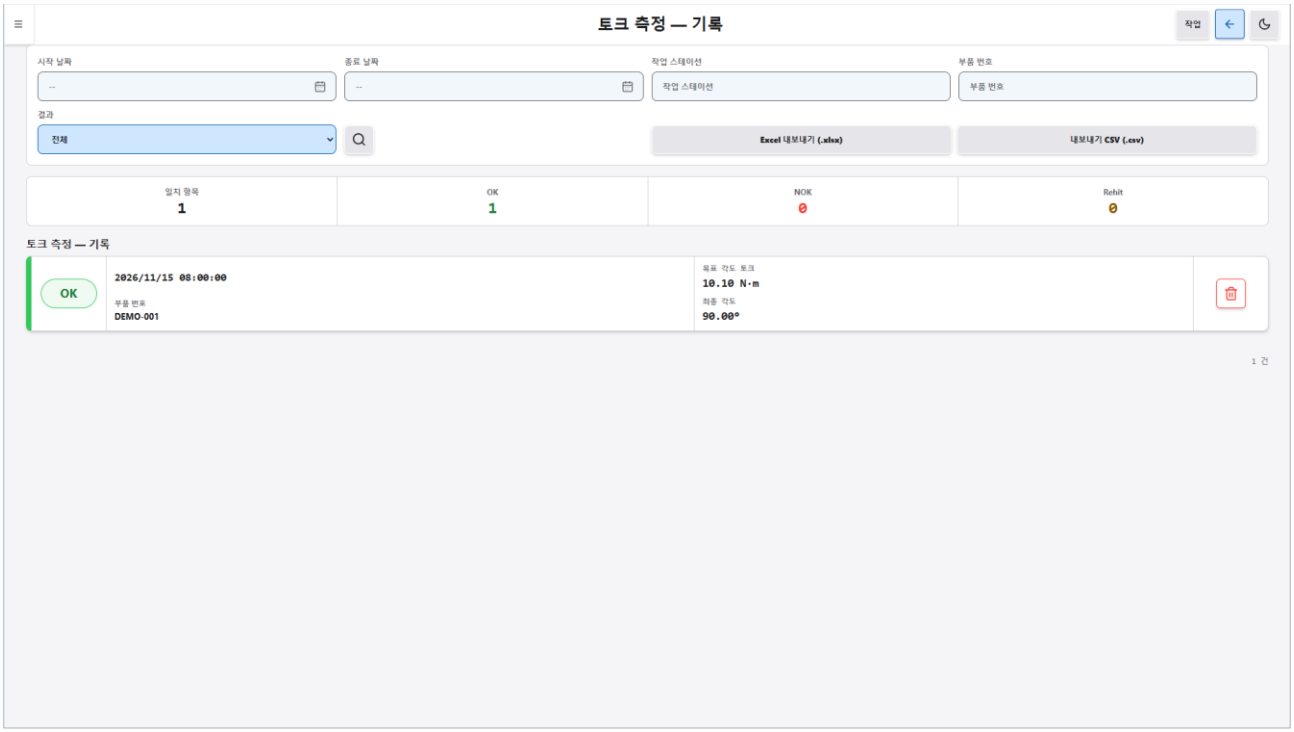


그림 11-10 토크 측정 기록 목록

11.6.1 목록

- 페이지 제목은 “토크 측정 — 기록”이며, 목록 위에도 같은 이름의 그룹 제목이 있습니다.
- 필터 필드는 토크 렌치와 같습니다.
- 기록 카드 오른쪽에는 위에 “목표 각도 토크”, 그 아래에 “최종 각도”가 표시됩니다. 목록의 “최종 각도”는 풀림 각도이며, 상세에도 같은 값이 “최종 각도”라는 이름으로 표시됩니다.

11.6.2 상세

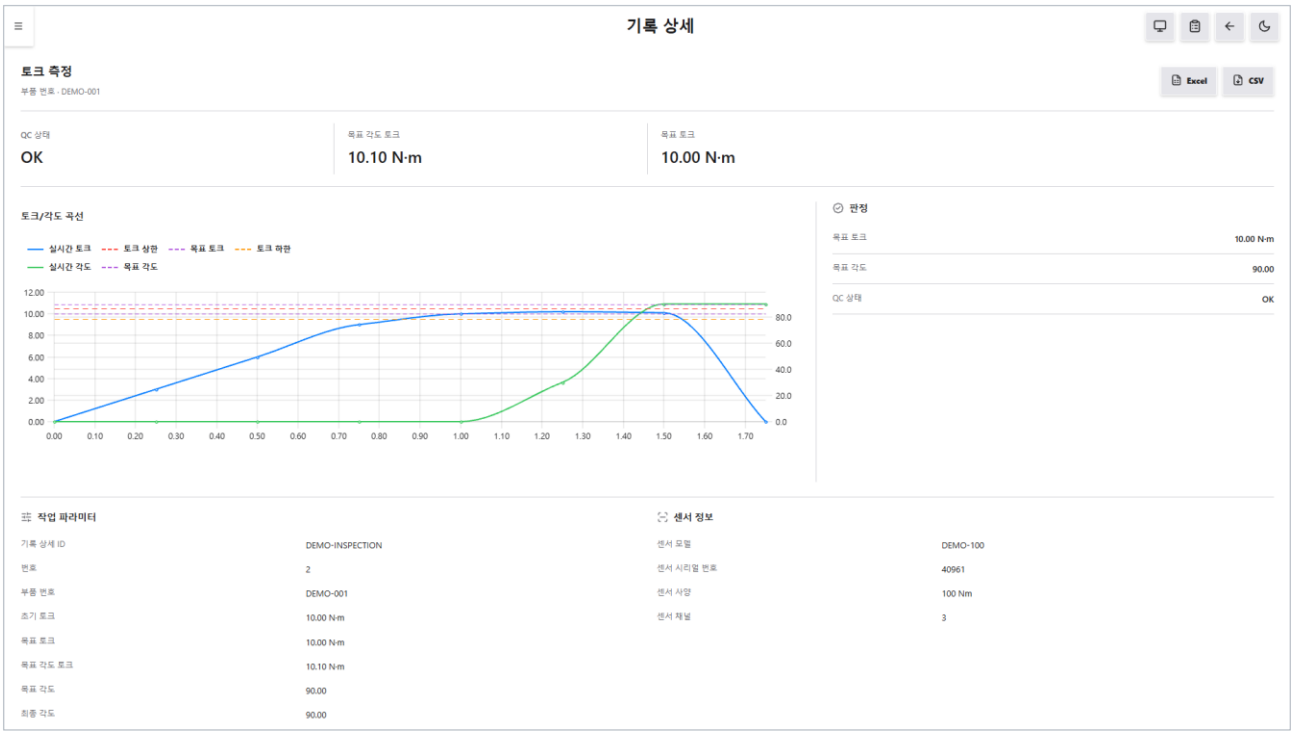


그림 11-11 토크 측정 기록 상세

- 제목 영역에는 “토크 측정”과 “부품 번호 · …”가 표시되며, “Log ID” 줄은 없습니다.
- 요약 카드는 “QC 상태”, “목표 각도 토크”, “목표 토크” 세 개뿐입니다. 결과 필드의 이름은 “QC 상태”입니다.
- 차트는 오른쪽 각도 축이 있는 “토크/각도 곡선”입니다. 각도는 “실시간 각도”와 “목표 각도”만 그려지며, 각도 한계선은 없습니다.
- “판정” 영역에는 “목표 토크”, “목표 각도”, “QC 상태”가 나열됩니다.
- “작업 파라미터”는 순서대로 기록 상세 ID, 번호, 부품 번호, 초기 토크, 목표 토크, 목표 각도 토크, 목표 각도, 최종 각도(풀림 각도), 최종 토크(풀림 토크), 토크 증배기, 기어비, QC 상태, 시간입니다. “작업 스테이션”, “공차 기준”, “토크 공차”, “배치 작업 수량”, “사용자 이름”은 없으며, 작업 스테이션, 공차, 배치 작업 수량은 목록 내보내기 파일에서 확인할 수 있습니다.

필드	설명
초기 토크/목표 토크	각도 측정을 시작하는 토크이며 판정의 중심값이기도 합니다. 설정 화면에는 시작 값으로 “목표 토크 (각도 측정 시작)” 하나만 있으며, 저장할 때 두 필드에 모두 기록되므로 보통 두 값은 같습니다(제7장 참조).
목표 각도 토크	목표 각도에 도달한 순간의 토크. 이 값으로 OK/NOK를 판정합니다.

필드	설명
목표 각도	설정된 목표 각도. 상세 페이지에는 "°" 없이 숫자만 표시됩니다.
최종 각도(풀림 각도)	풀림 시의 각도. 숫자만 표시됩니다. 목록과 내보내기 파일에서도 "최종 각도"라고 합니다.
최종 토크(풀림 토크)	풀림 시의 토크. 상세 페이지와 상세 내보내기에만 나타나며 목록 내보내기에는 없습니다.
QC 상태	OK, NOK 또는 "재체결".

11.6.3 곡선 샘플



그림 11-12 토크 측정 기록 상세: 곡선 샘플 펼침

상세 맨 아래의 접힌 영역은 이름이 "측정 데이터 상세"이며 "데이터 포인트 목록"과 같은 방식으로 작동합니다(11.2절 참조). "각도" 열은 해당 시점의 실제 각도입니다.

11.6.4 내보내기 열

- **목록 내보내기**: 시간, 결과, 초기 토크, 목표 토크, 공차 기준, 토크 공차, 목표 각도 토크, 목표 각도, 최종 각도, 센서 모델, 센서 시리얼 번호, 토크 증배기, 기어비, 작업 스테이션, 부품 번호, 배치 작업 수량, 센서 모델, 센서 시리얼 번호, 센서 사양, 센서 채널. 두 쌍의 "센서 모델/센서 시리얼 번호" 열은 내용이 같습니다.

- **상세 내보내기**: "분류", 작업 파라미터 필드(기록 상세 ID와 번호 제외), 토크 센서 열 네 개, 이어서 샘플 열 네 개. 풀림 토크는 포함되지만 작업 스테이션, 공차, 배치 작업 수량은 포함되지 않습니다.
- 상세 Excel의 "측정 데이터 상세" 워크시트에는 각도 열이 포함되며, 차트 제목은 "토크/각도 곡선"입니다.
- 토크 측정 기록의 상세와 내보내기 파일에는 "사용자 이름"이 표시되지 않습니다.

> **예시** 토크 측정 NOK 기록 읽기
> 상세: "목표 토크" 10.00 N·m, "목표 각도" 90.00, "목표 각도 토크" 10.62 N·m, "QC 상태" NOK. 상세 페이지에는 공차 필드가 없습니다.
> 목록에서 "Excel 내보내기 (.xlsx)"를 클릭하고 파일에서 시간이 같은 행을 찾으면 "공차 기준" ±, "토크 공차" ± 0.50 N·m입니다.
> 허용 범위: 10.00 − 0.50 = 9.50 N·m부터 10.00 + 0.50 = 10.50 N·m까지.
> 목표 각도 토크 10.62 N·m가 상한 10.50 N·m를 초과하므로 결과는 NOK입니다. 90°에 도달했을 때 이미 토크가 너무 높았습니다.

11.7 전동 공구 기록

경로: 탐색 메뉴 → "회전식 센서" → "전동 공구" → 헤더의 "기록". "기록 및 내보내기"의 "작업 모드 필터"에서 "전동 공구"를 선택해도 됩니다.

전동 공구 모드(제8장)에서 각 동작의 최종 토크, 작업 시간, 펄스 수를 확인합니다. 기록은 일반(충격, 펄스 등)과 클러치의 두 가지 열 구성 중 하나를 사용합니다. "보기 · 기록" 권한이 필요합니다. 공통 조작은 11.2절을 참조하십시오. 이 절에서는 이 모드에 고유한 내용만 설명합니다.

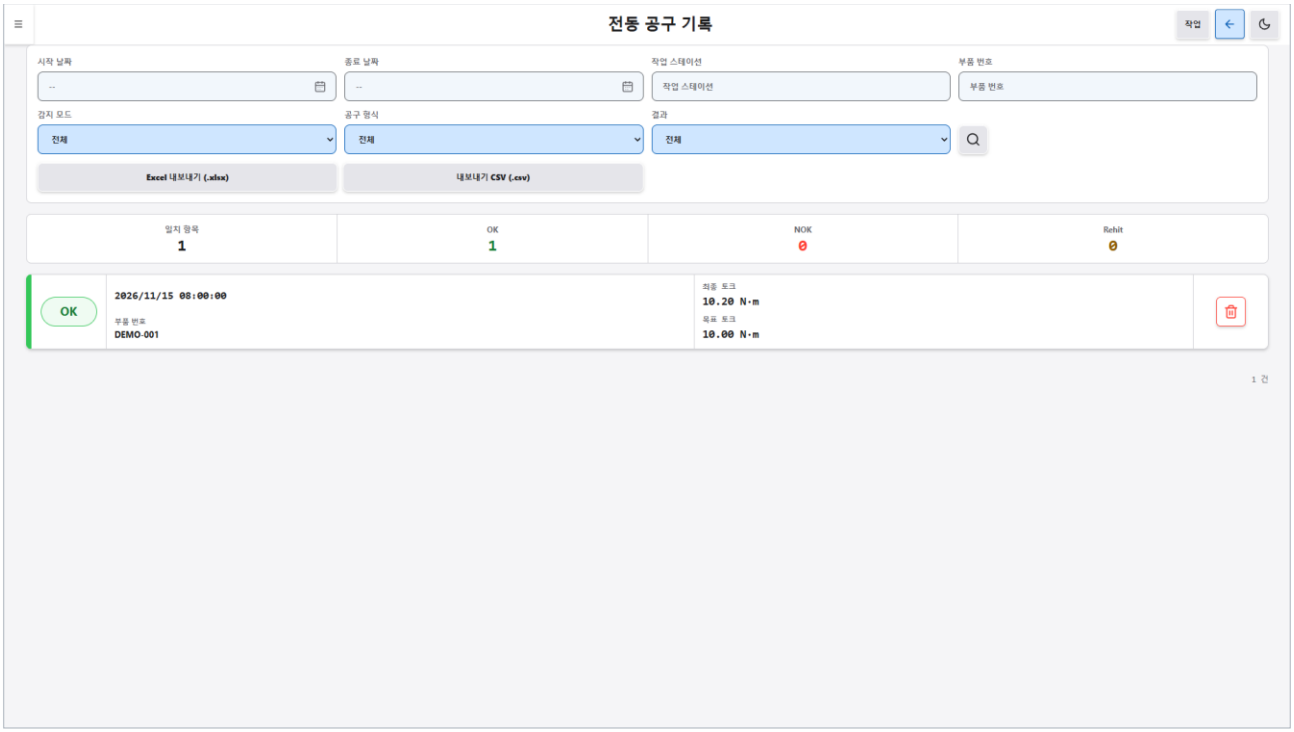


그림 11-13 전동 공구 기록 목록

11.7.1 목록 및 모드별 필터

- 페이지 제목은 “전동 공구 기록”입니다. 검색된 기록이 **모두** 클러치 기록이면 제목이 “전동 공구 클러치 기록”으로 바뀌고, 내보내기에도 클러치 열이 사용됩니다.
- 기록 카드 오른쪽에는 위에 “최종 토크”, 그 아래에 “목표 토크”가 표시됩니다.
- 전동 공구 작업 화면에서 “기록”을 클릭하여 기록을 열면 필터 표시줄의 “결과” 왼쪽에 드롭다운 메뉴 두 개가 추가로 나타납니다. “기록 및 내보내기”에서 “전동 공구”를 선택한 경우에는 이 두 메뉴가 표시되지 않습니다.

필드	설명	범위 및 기본값
감지 모드	동작 중에 사용한 토크 감지 방식으로 필터링합니다. 클러치 기록에는 감지 모드가 없으므로 “최대 토크” 또는 “실시간 토크”를 선택하면 표시되지 않습니다	“전체”, “최대 토크”, “실시간 토크”. 기본값 “전체”
공구 유형	공구 유형으로 필터링합니다. 메뉴에 없는 유형(예: “Hydraulic”)은 “전체”를 사용하십시오	“전체”, “충격”, “펄스”, “클러치”. 기본값 “전체”

> **참고** "공구 유형"에서 "클러치"를 선택하고 검색된 기록이 모두 클러치 기록이면 페이지가 "전동 공구 클러치 기록"으로 전환되고, 필터가 "클러치"로 유지된 채 "감지 모드"와 "공구 유형" 두 메뉴가 숨겨집니다. 모든 전동 공구 기록으로 돌아가려면 "작업"을 클릭하여 작업 화면으로 돌아간 후 "기록"을 클릭하여 기록을 다시 여십시오.

11.7.2 상세

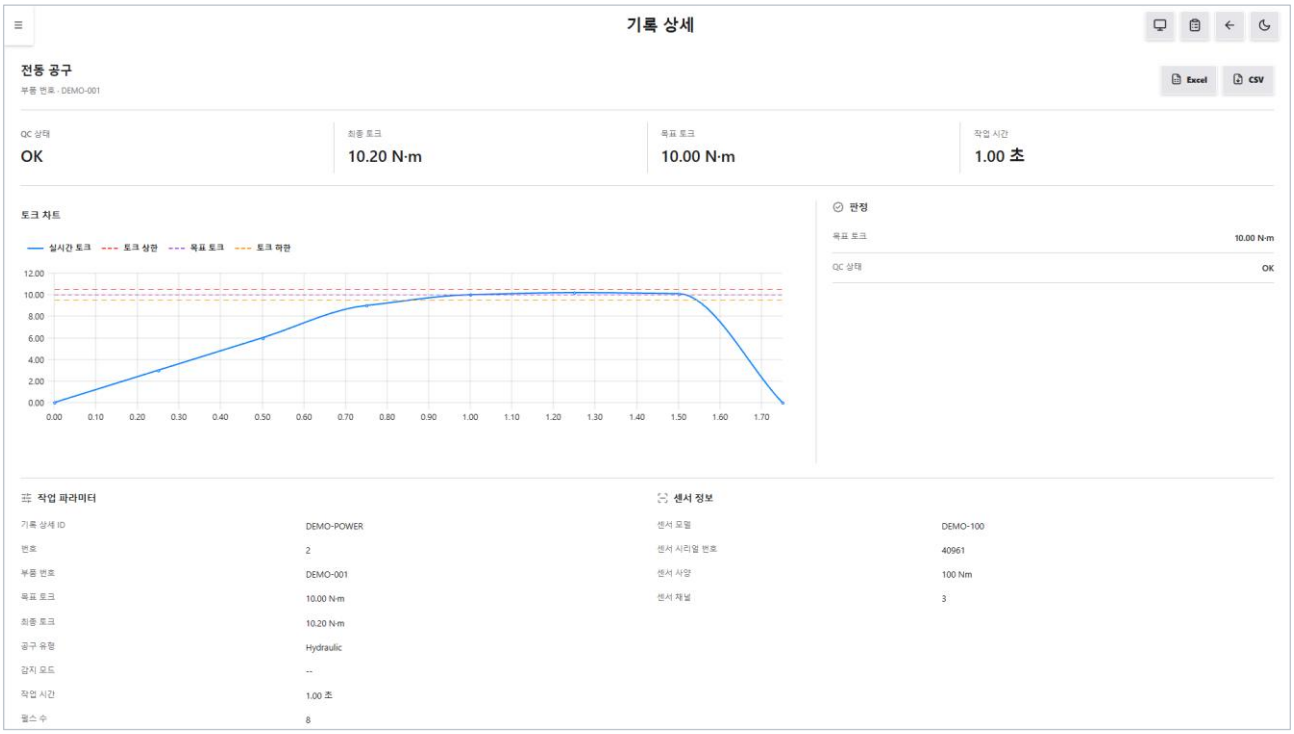


그림 11-14 전동 공구 기록 상세

- 제목 영역에는 "전동 공구"와 "부품 번호 · ..."가 표시되며, "Log ID" 줄은 없습니다.
- 요약 카드: 일반 기록은 "QC 상태", "최종 토크", "목표 토크", "작업 시간"이고, 클러치 기록은 "작업 시간" 없이 처음 세 개만 있습니다.
- 차트는 토크만 있는 "토크 차트"입니다.
- "판정" 영역에는 "목표 토크", "QC 상태"가 나열됩니다.
- "작업 파라미터": 일반 기록은 순서대로 기록 상세 ID, 번호, 부품 번호, 목표 토크, 최종 토크, 공구 유형, 감지 모드, 작업 시간, 펄스 수, QC 상태, 사용자 이름, 시간이고, 클러치 기록은 순서대로 기록 상세 ID, 번호, 부품 번호, 목표 토크, 최종 토크, 공구 유형, 목표 작업 시간, 감지 작업 시간, 감지 모드, 배치 작업 수량, QC 상태, 사용자 이름, 시간입니다.

- 상세에는 “공차 기준”, “토크 공차”, “토크 증배기”, “작업 스테이션”이 없으며, 이 필드들은 목록 내보내기 파일에서 확인할 수 있습니다.

필드	설명
공구 유형	동작 당시의 공구 유형(예: “충격”, “펄스”, “클러치”, “Hydraulic”).
감지 모드	“최대 토크” 또는 “실시간 토크”. 클러치 기록은 “--”.
작업 시간	일반 기록에서 이 동작에 대해 감지된 시간(초, 소수점 이하 두 자리). 의미는 제8장을 참조하십시오.
펄스 수	일반 기록에서 이 동작에 대해 감지된 펄스 수.
목표 작업 시간	클러치 작업 설정의 목표 작업 시간(초, 소수점 이하 두 자리).
감지 작업 시간	클러치 동작에서 시작부터 최고 토크까지의 시간(초, 소수점 이하 두 자리). 의미는 제8장을 참조하십시오.
배치 작업 수량	클러치 동작의 배치 작업 수량 설정.
QC 상태	OK, NOK 또는 “재체결”.

11.7.3 데이터 포인트

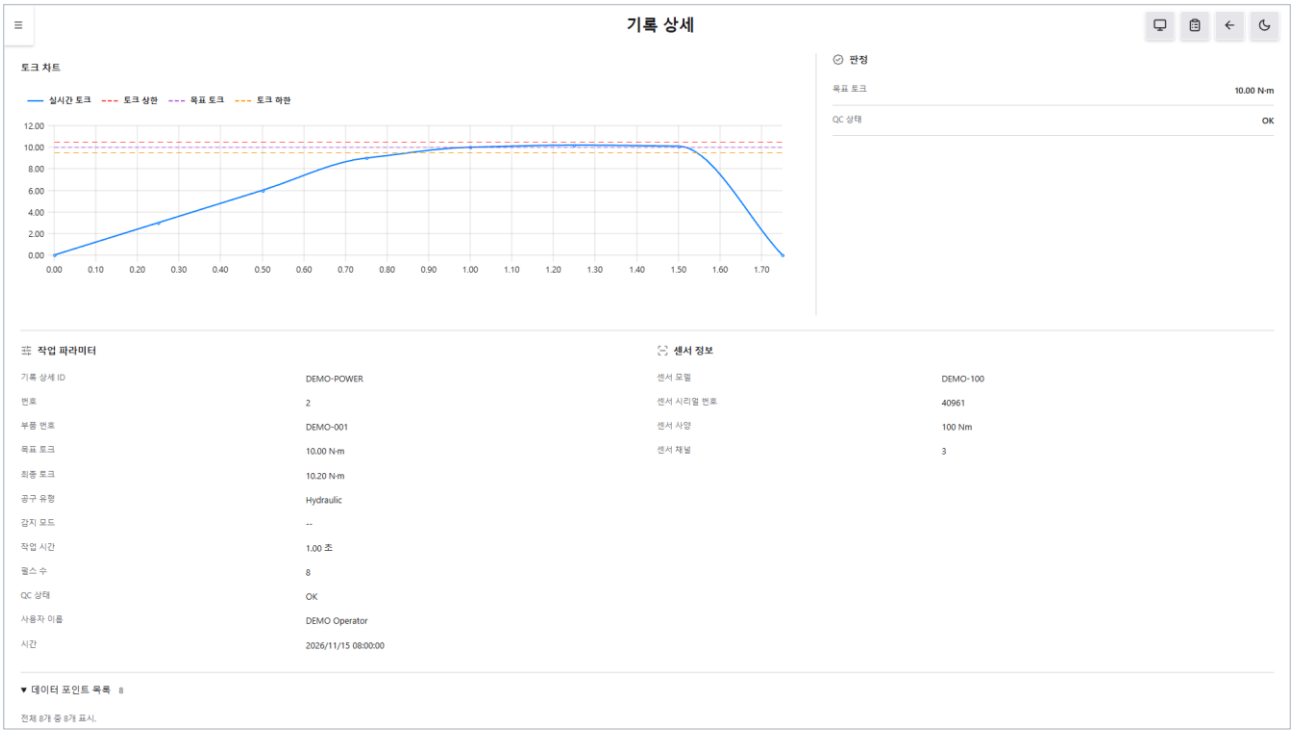


그림 11-15 전동 공구 기록 상세: 데이터 포인트 펼침

“데이터 포인트 목록”은 상세 맨 아래에 있습니다. 11.2절을 참조하십시오. 전동 공구는 각도를 측정하지 않으므로 “각도” 열은 항상 0.00입니다.

11.7.4 내보내기 열

- **목록 내보내기(일반 열)**: 시간, 결과, 최종 토크, 목표 토크, 공차 기준, 토크 공차, 작업 시간, 펄스 수, 토크 증배기, 공구 유형, 감지 모드, 작업 스테이션, 부품 번호, 사용자 이름, 센서 모델, 센서 시리얼 번호, 센서 사양, 센서 채널.
- **목록 내보내기(클러치 열)**: 검색된 기록이 모두 클러치 기록일 때 사용됩니다. 열은 시간, 결과, 최종 토크, 목표 토크, 공차 기준, 토크 공차, 목표 작업 시간, 감지 작업 시간, 공구 유형, 감지 모드, 작업 스테이션, 부품 번호, 배치 작업 수량, 사용자 이름과 토크 센서 열 네 개입니다.
- 일반 기록과 클러치 기록을 함께 내보내면 일반 열이 사용됩니다. 클러치 기록의 "작업 시간" 열에는 감지 작업 시간이 들어가며, "목표 작업 시간"과 "배치 작업 수량"은 출력되지 않습니다.
- **상세 내보내기**: "분류", 작업 파라미터 필드(기록 상세 ID와 번호 제외), 토크 센서 열 네 개, 이어서 샘플 열 네 개. 상세 Excel의 차트 제목은 "토크 차트"입니다.

> **예시** "목표 작업 시간"이 포함된 클러치 기록 내보내기
> (1) 전동 공구 작업 화면에서 "기록"을 클릭합니다. "전동 공구 기록"이 나타납니다.
> (2) "공구 유형"에서 "클러치"를 선택합니다. 검색된 기록이 모두 클러치 기록이면 제목이 "전동 공구 클러치 기록"으로 바뀌고 드롭다운 메뉴 두 개가 숨겨집니다.
> (3) 필요에 따라 날짜와 "결과"를 설정하고 "Excel 내보내기 (.xlsx)"를 클릭하여 파일을 저장합니다(기본 파일 이름 예: "전동 공구-20261115.xlsx").
> (4) 파일을 엽니다. "목표 작업 시간", "감지 작업 시간", "배치 작업 수량" 열을 볼 수 있습니다. 예를 들어 어떤 행의 "감지 작업 시간"이 1.42이면 해당 동작은 시작부터 최고 토크까지 약 1.42초 걸린 것입니다.
> (5) 모든 전동 공구 기록으로 돌아가려면 "작업"을 클릭하여 작업 화면으로 돌아간 후 "기록"을 클릭합니다.

11.8 배치 작업 기록

경로: 탐색 메뉴 → "회전식 센서" → "배치 작업" → 헤더의 "기록". "기록 및 내보내기"의 "작업 모드 필터"에서 "배치 작업"을 선택해도 됩니다.

배치 작업(제9장)의 각 단계 결과를 확인하고, 배치 번호와 배치 이름으로 같은 배치의 단계를 추적합니다. 각 기록은 배치 전체가 아니라 "배치의 한 단계"입니다. "보기 · 기록" 권한이 필요합니다. 공통 조작은 11.2절을 참조하십시오. 이 절에서는 이 모드에 고유한 내용만 설명합니다.

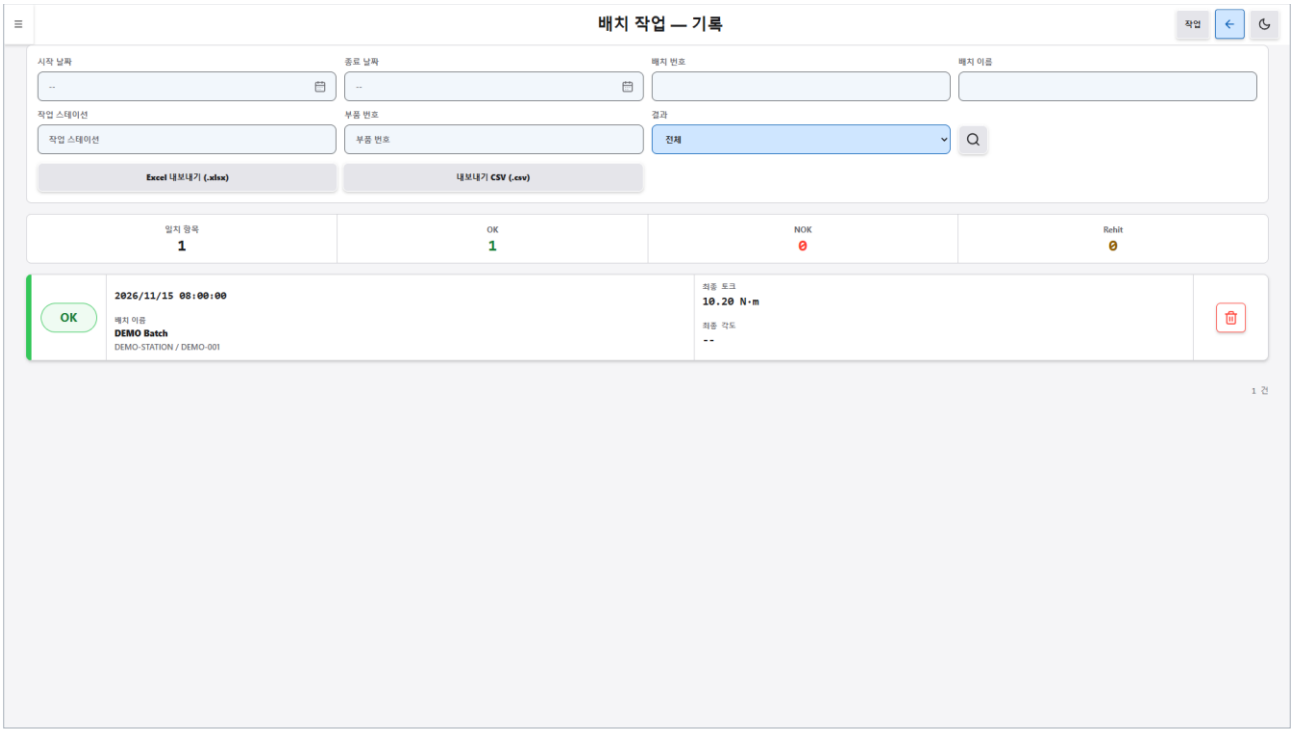


그림 11-16 배치 작업 기록 목록

11.8.1 목록 및 모드별 필터

- 페이지 제목은 “배치 작업 — 기록”입니다.
- 필터 표시줄의 첫 번째 줄에 텍스트 필드 “배치 번호”와 “배치 이름”이 추가됩니다(“기록 및 내보내기”에서 “배치 작업”을 선택할 때도 나타남). “작업 스테이션”, “부품 번호”, “결과”는 두 번째 줄로 이동합니다.
- 기록 카드 가운데의 주요 식별자는 “배치 이름”(굵게)이며, 그 아래에 작은 글씨로 “작업 스테이션 / 부품 번호”가 표시됩니다. 작업 스테이션이 비어 있으면 “ / ” 앞부분이 비고, 부품 번호가 비어 있으면 “--”가 표시됩니다.
- 기록 카드 오른쪽에는 위에 “최종 토크”, 그 아래에 “최종 각도”가 표시됩니다. 각도가 없는 단계(예: 토크 렌치 단계)는 “--”로 표시됩니다.

필드	설명	범위 및 기본값
배치 번호	텍스트 일부로 일치 여부를 확인하며, 영문자의 대소문자를 구분하지 않습니다. 앞뒤 공백은 무시됩니다. “일치 항목”과 내보내기 파일에도 적용됩니다	비어 있으면 제한 없음
배치 이름	텍스트 일부로 일치 여부를 확인합니다. “일치 항목”과 내보내기 파일에도 영향을 줍니다	비어 있으면 제한 없음

참고 각 배치 기록에는 기록이 저장될 당시의 배치 번호가 보존되며, 나중에 배치 설정에서 배치 번호를 변경해도 저장된 기록은 바뀌지 않습니다. 버전 1.7.3 이하에서 업그레이드한 경우, 업그레이드 전에 저장된 배치 기록에는 배치 번호가 없습니다. 내보내기 파일의 "배치 번호" 열에는 "--"가 들어가며, "배치 번호"로 필터링하면 이 기록은 표시되지 않습니다. 이 기록을 찾으려면 "배치 이름"으로 필터링하십시오.

11.8.2 상세

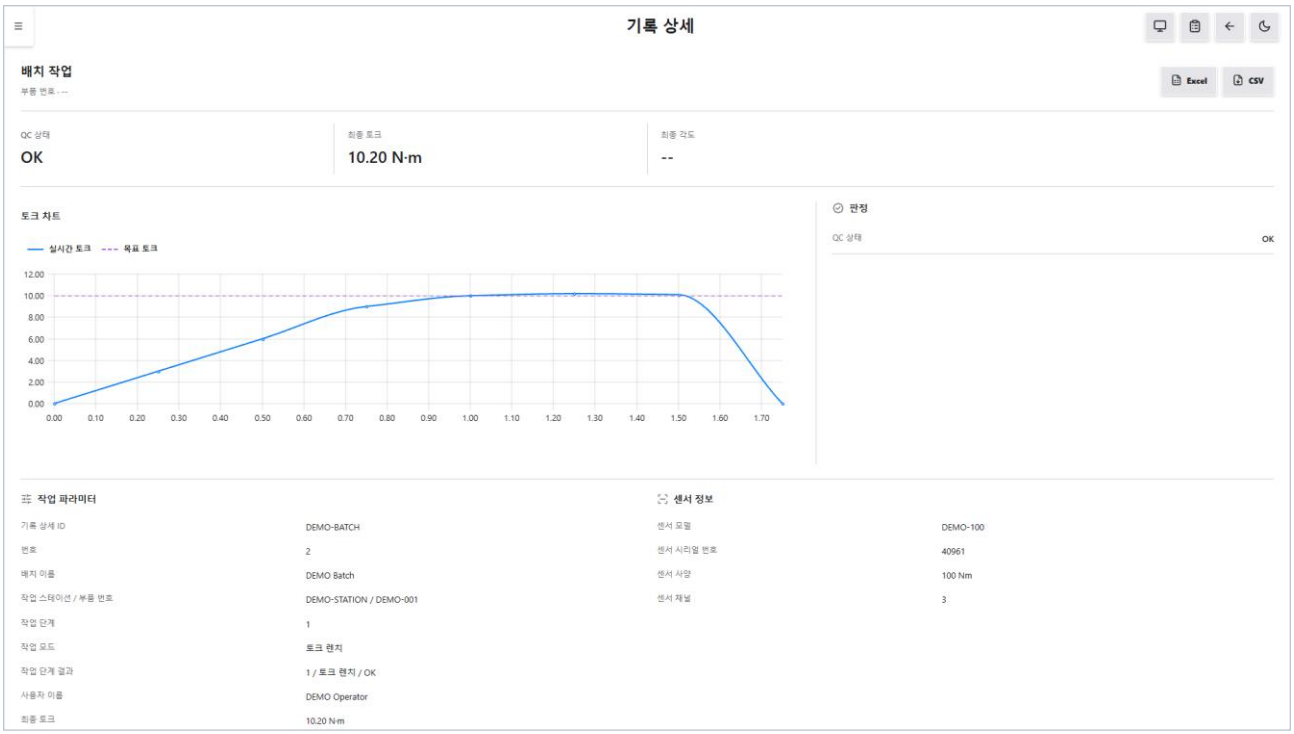


그림 11-17 배치 작업 기록 상세

- 제목 영역에는 "배치 작업"이 표시됩니다. 배치 기록은 작업 스테이션과 부품 번호를 "작업 스테이션 / 부품 번호" 필드 하나에 합쳐서 저장하므로 제목 아래에는 항상 "부품 번호 · --"가 표시됩니다. "작업 파라미터"의 해당 필드를 사용하십시오.
- 요약 카드는 "QC 상태", "최종 토크", "최종 각도" 세 개뿐입니다.
- 차트는 단계에 목표 각도가 있는지에 따라 다릅니다. 목표 각도가 없으면 "토크 차트"와 "데이터 포인트 목록", 목표 각도가 있으면 "토크/각도 곡선"과 "측정 데이터 상세"입니다. 공차 데이터가 없으면 "실시간 토크"와 "목표 토크"만 그려집니다.
- "판정" 영역에는 "QC 상태"만 있습니다.
- "작업 파라미터"는 순서대로 기록 상세 ID, 번호, 배치 이름, 작업 스테이션 / 부품 번호, 작업 단계, 작업 모드, 작업 단계 결과, 사용자 이름, 최종 토크, 최종 각도, 완료 동작, 완료 단계, 반복 횟수,

데이터 출처 기록 상세, QC 상태, 시간입니다. "목표 토크", "목표 각도", "범주", "그룹", "배치 번호"는 없으며, 이 필드들은 목록 내보내기 파일에서 확인할 수 있습니다.

필드	설명
배치 이름	단계가 속한 배치의 이름.
작업 스테이션 / 부품 번호	작업 스테이션과 부품 번호를 함께 표시합니다. 작업 스테이션이 비어 있으면 앞부분이 비고, 부품 번호가 비어 있으면 "--"가 표시됩니다.
작업 단계	배치 안에서 이 기록의 단계 번호.
작업 모드	단계에서 사용한 작업 모드(예: "토크 렌치", "토크 & 각도"). "최대 토크/실시간 토크"가 아닙니다.
작업 단계 결과	"단계 / 작업 모드 / 결과"를 함께 표시합니다(예: "1 / 토크 렌치 / OK").
최종 각도	단계의 최종 각도. 상세 페이지에는 "°" 없이 숫자만 표시됩니다.
완료 동작	단계 완료 후의 동작이며, 시스템 원본 코드로 표시됩니다(예: "cycle").
완료 단계/반복 횟수	완료된 단계 수와 배치가 반복된 횟수.
데이터 출처 기록 상세	이 단계를 생성한 원본 기록이며 "기록 유형 코드 / 기록 ID" 형식으로 표시됩니다(예: "static_torque / ...").
QC 상태	OK, NOK 또는 "재체결".

11.8.3 데이터 포인트 또는 곡선 샘플

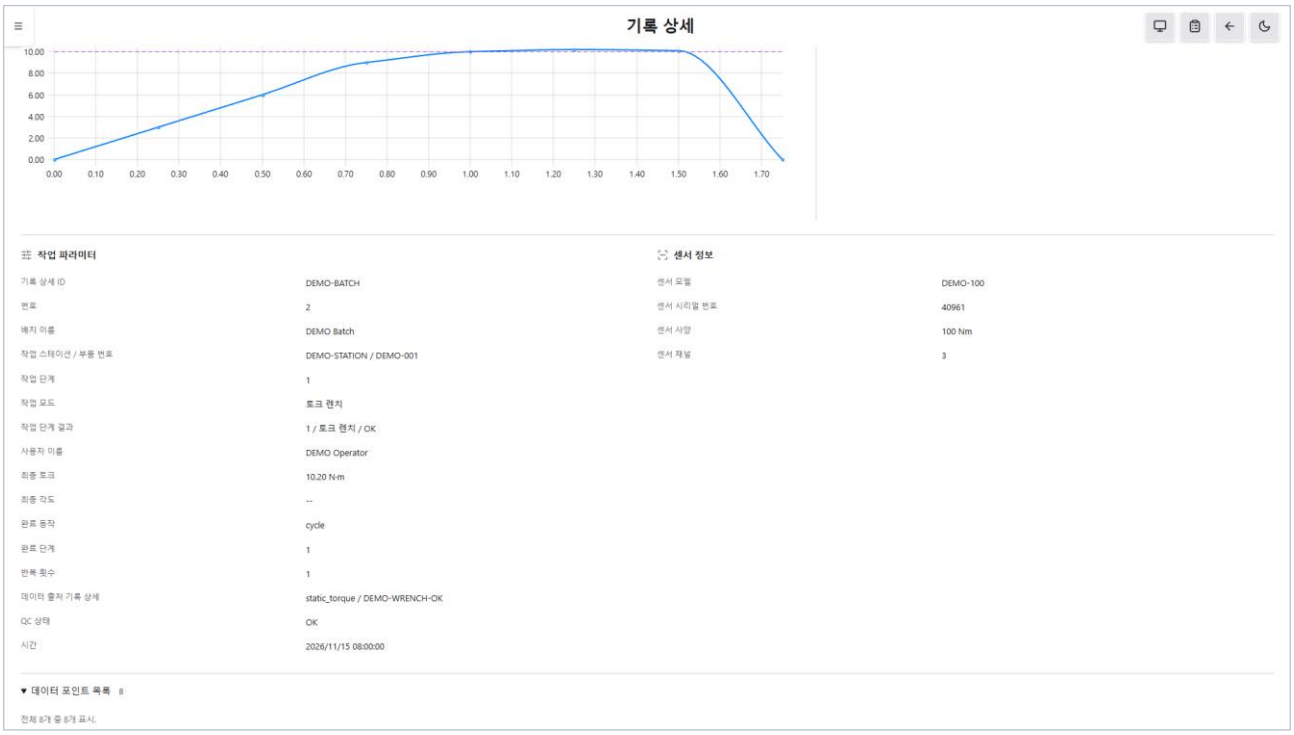


그림 11-18 배치 작업 기록 상세: 데이터 포인트 펼침

목표 각도가 없는 단계에는 "데이터 포인트 목록"("각도" 열은 항상 0.00)이 있고, 목표 각도가 있는 단계에는 "측정 데이터 상세"("각도" 열은 실제 각도)가 있습니다. 조작은 11.2절을 참조하십시오.

11.8.4 내보내기 열

- **목록 내보내기**: 시간, 결과, 목표 토크, 최종 토크, 목표 각도, 최종 각도, 범주, 그룹, 배치 번호, 배치 이름, 작업 스테이션, 부품 번호, 사용자 이름, 완료 동작, 완료 단계, 반복 횟수, 센서 모델, 센서 시리얼 번호, 센서 사양, 센서 채널. "부품 번호"가 비어 있으면 "--"가 채워지고, "작업 스테이션"이 비어 있으면 빈칸으로 두며, 기록에 저장된 배치 번호가 없으면 "배치 번호"에 "--"가 채워집니다(11.8.1절 참조).
- 목록 내보내기에는 각 단계의 "작업 모드"(토크 렌치, 토크 & 각도 등)가 **포함되지 않습니다**. 단계 모드별로 분석해야 하면 상세 페이지에서 확인하거나, "목표 각도"에 값이 있는지로 단계를 구분하십시오.
- **상세 내보내기**: "분류"(배치 작업), 작업 파라미터 필드(기록 상세 ID, 번호, 작업 모드 제외), 토크 센서 열 네 개, 이어서 샘플 열 네 개. 상세 Excel의 차트: 목표 각도가 없는 단계는 "토크 차트", 목표 각도가 있는 단계는 "토크/각도 곡선"이며 각도 열이 포함됩니다.

예시 배치에서 NOK인 단계 추적하기

(1) "배치 작업 — 기록"의 "배치 이름"에 배치 이름의 일부(예: "LINE-A")를 입력하고 "결과"를 "NOK"로 설정합니다.

(2) 목록에 기록 하나가 남으면 상세를 엽니다. "작업 단계 결과"에 "2 / 토크 & 각도 / NOK"가 표시되면 2단계가 토크 & 각도 모드에서 NOK로 판정되었다는 뜻입니다.

(3) "최종 토크"는 10.20 N·m, "최종 각도"는 85.30입니다. "시간"을 기록해 둡니다.

(4) "토크 & 각도 — 기록"으로 이동하여 같은 날짜로 조회하고 시간이 같은 기록을 찾은 후, 11.5절의 예시를 이용하여 토크와 각도 중 어느 쪽이 요구 조건을 충족하지 못했는지 판단합니다.

11.9 능력 지수 기록

능력 지수 검사(제10장)에서 수집한 각 샘플은 기록 하나로 저장됩니다. 수집 당시의 검사 모드에 따라 기록은 토크 센서 모드, 잔류 토크 모드, 잔류 토크 + 토크 센서 모드의 세 가지 기록 페이지로 나뉩니다. "보기 · 기록" 권한이 필요하며, 내보내기와 삭제에 필요한 권한은 11.1절을 참조하십시오. 조회, 내보내기, 삭제, 페이지 이동은 11.2절을 참조하십시오. 이 절에서는 각 페이지에 고유한 필드만 설명합니다.

참고 능력 지수 기록에는 목록과 상세의 두 단계만 있습니다. 차트, 데이터 포인트, 곡선 샘플이 **없습니다**. 상세 내보내기에는 샘플 데이터 없이 필드 값 한 행만 있으며, Excel 파일에도 차트가 없습니다. 11.2절의 "데이터 포인트 보기" 절차는 적용하지 마십시오.

11.9.1 공통 정보

경로: 탐색 메뉴 → "공구 능력 검사" → "능력 지수 검사" → 오른쪽 위의 "기록"(클립보드 아이콘).

TMS는 현재 능력 검사 설정의 검사 모드에 맞는 기록 페이지를 엽니다.

현재 검사 모드	열리는 기록 페이지	화면
토크 센서 모드	능력 지수 검사 토크 센서 기록	그림 11-19, 그림 11-20
잔류 토크 모드	능력 지수 검사 잔류 토크 기록	그림 11-21, 그림 11-22
잔류 토크 + 토크 센서 모드	능력 지수 검사 잔류 토크 + 토크 센서 기록	그림 11-23, 그림 11-24

"기록 및 내보내기"의 "작업 모드 필터"에서 "능력 지수 검사 토크 센서", "능력 지수 검사 잔류 토크" 또는 "능력 지수 검사 잔류 토크 + 토크 센서"를 선택해도 됩니다.

- 기록이 속하는 페이지는 수집 시 사용한 검사 모드에 따라 정해집니다. 세 페이지는 서로 독립적입니다. 현재 모드가 토크 센서 모드이면 이전에 잔류 토크 모드로 수집한 기록은 이 페이지에 나타나지 않으므로, "기록 및 내보내기"로 이동하여 해당 유형을 선택하십시오.
- 판정은 OK 또는 NOK뿐이므로 통계 표시줄의 "Rehit"과 "결과"의 "재체결" 옵션은 항상 0건입니다.
- 기록 페이지의 "공구 모델"은 능력 검사 설정의 "공구 번호"입니다.
- 능력 지수 기록에는 부품 번호가 없으므로 상세 제목 아래에는 항상 "부품 번호 · --"가 표시됩니다.
- 헤더의 "작업"과 "←"는 모두 "능력 지수 검사" 작업 화면으로 돌아갑니다. 이 작업 화면에는 방금 보던 기록 페이지의 모드가 아니라 **현재** 검사 모드가 표시됩니다.
- 능력 지수 기록을 삭제하면 해당 검사의 Cpk/Cmk 통계가 다시 계산되고 동기화 대기열에 추가됩니다(11.2절의 "기록 삭제" 참조).
- 상세의 "Excel"과 "CSV"는 이 기록만 내보냅니다. 열 이름 한 행과 값 한 행이며, 첫 번째 열은 "분류"입니다. 기본 파일 이름은 "모드 이름-수집 날짜"이며, 예를 들면 "능력 지수 검사-20261115.csv"입니다.

11.9.2 토크 센서 모드 기록

경로: 검사 모드가 토크 센서 모드일 때 능력 지수 검사 작업 화면에서 "기록"을 클릭합니다.

토크 센서 모드에서 수집한 각 샘플과 수집 시 계산된 CPK, CMK를 확인합니다.

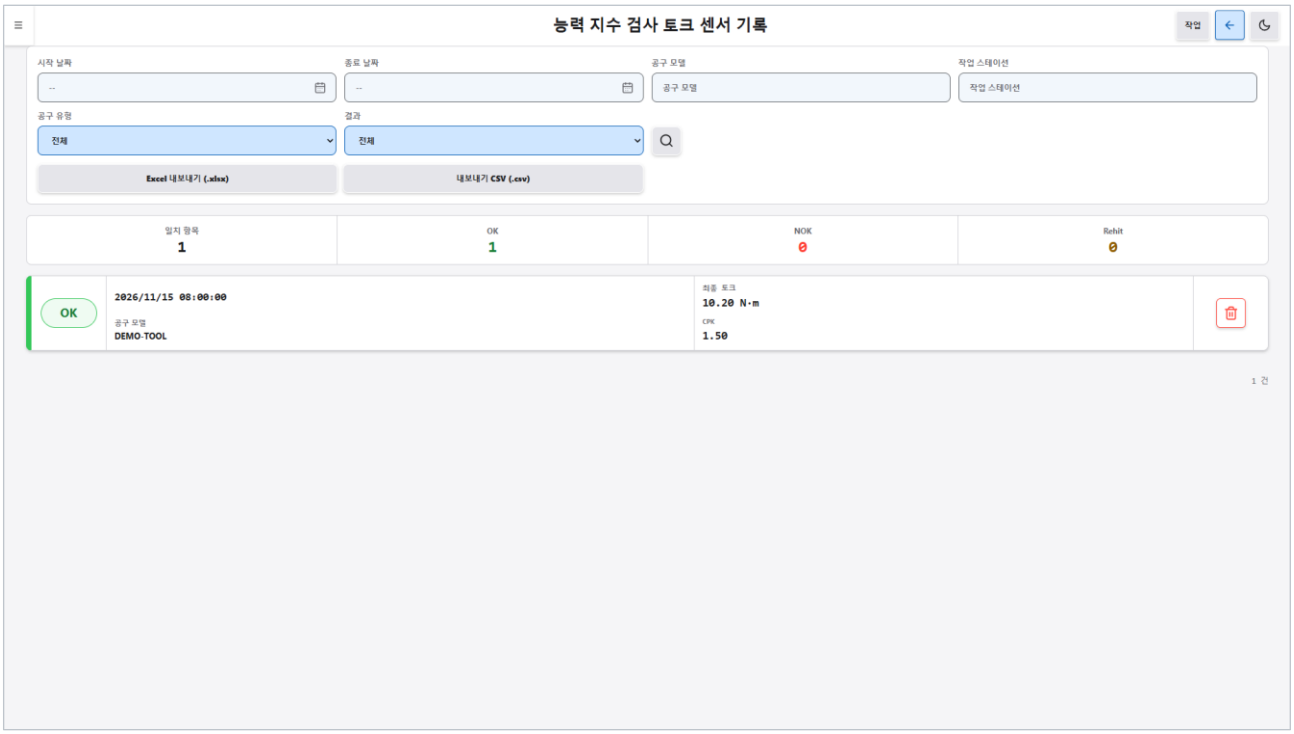


그림 11-19 능력 지수 기록 목록(토크 센서 모드)

목록

필드	설명	범위 및 기본값
시작 날짜/종료 날짜	수집 날짜 범위. 날짜 비교 방식은 11.2절을 참조하십시오	비어 있으면 제한 없음
공구 모델	공구 번호를 텍스트 일부로 일치시킵니다. 자리 표시자 텍스트 “공구 모델”	비어 있으면 제한 없음
작업 스테이션	작업 스테이션을 텍스트 일부로 일치시킵니다. 자리 표시자 텍스트 “작업 스테이션”	비어 있으면 제한 없음
공구 유형	공구 유형으로 필터링합니다. 이 페이지에만 이 필터가 있습니다	“전체”, “충격”, “펄스”, “토크 렌치”, “클러치”. 기본값 “전체”
결과	판정으로 필터링합니다	“전체”, “OK”, “NOK”, “재체결”. 기본값 “전체”

기록 카드에는 왼쪽부터 판정 배지, 시간과 “공구 모델”, “최종 토크”와 “CPK”, 빨간색 휴지통이 표시됩니다. 통계 창이 아직 차지 않았으면 “CPK”에 “--”가 표시됩니다(10.2절 참조).

목록 내보내기 열(기본 파일 이름 “능력 지수 검사-YYYYMMDD”, 워크시트 이름 “능력 지수 검사”):

내보내기 열	내용
시간, 결과	수집 시간, OK 또는 NOK.
최종 토크, USL (규격 상한), 목표 토크, LSL (규격 하한)	수집한 토크와 당시의 규격. 현재 토크 단위로 환산되며 단위가 붙습니다.
작업 스테이션, 공구 모델, 공구 유형	수집 시의 능력 검사 설정.
센서 모델, 센서 시리얼 번호	수집에 사용한 센서.
목표 샘플 수	수집 시의 목표 샘플 수 N.
샘플 번호	내보내기 파일의 행 번호이며 1부터 시작합니다. 필터와 정렬에 따라 바뀌며, 수집 회차 안에서의 샘플 순서를 나타내지 않습니다.
CP, CPK, CM, CMK	수집 시점의 능력 지수. CPK와 CMK는 소수점 이하 두 자리, CP와 CM은 반올림하지 않은 원시 값으로 출력됩니다.
센서 모델, 센서 시리얼 번호, 센서 사양, 센서 채널	수집 시점의 센서 정보.

상세

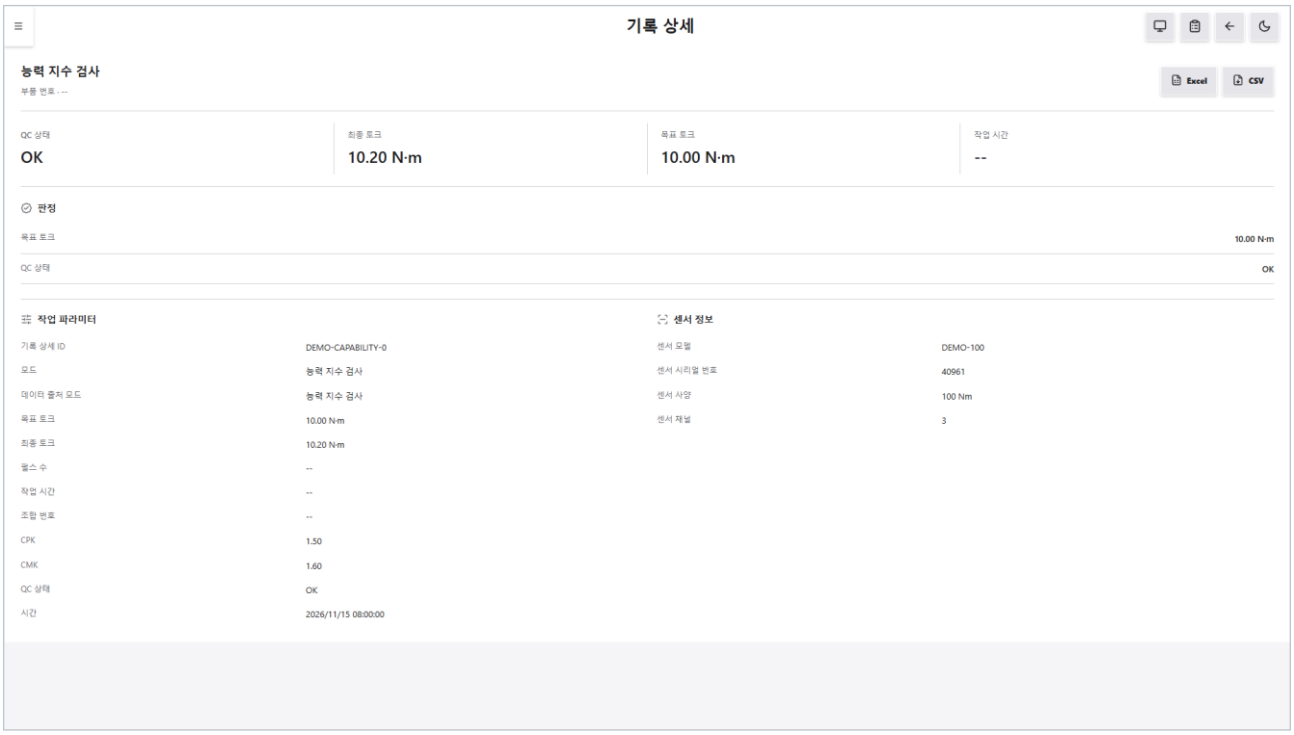


그림 11-20 능력 지수 기록 상세(토크 센서 모드)

- 제목 영역에는 “능력 지수 검사”와 “부품 번호 · --”가 표시되고, 오른쪽에 “Excel”과 “CSV”가 있습니다.
- 요약 카드는 “QC 상태”, “최종 토크”, “목표 토크”, “작업 시간”이고, “판정” 영역에는 “목표 토크”, “QC 상태”가 표시됩니다.
- 아래에 “작업 파라미터”와 “센서 정보”가 있으며, 차트 영역은 없습니다.

필드	설명
모드	수집 시의 검사 모드. 이 페이지에서는 “능력 지수 검사”가 표시됩니다.
데이터 출처 모드	이 샘플의 수집 출처(예: “능력 지수 검사”, “Manual Reference”).
목표 토크/최종 토크	수집 시의 목표 토크, 수집한 토크(전역 토크 계수와 토크 증배기 적용, 10.2절 참조).
펄스 수	해당 체결에서 수신한 최대 펄스 수.
작업 시간	해당 체결 시작부터 최대 토크까지의 시간(초). 작업 화면의 “최대 토크 도달 시간”입니다.
조합 번호	수집 시 기록된 조합 번호. 없으면 “--”.
CPK/CMK	수집 시점에 계산된 Cpk와 Cmk. 나중에 샘플을 추가하거나 삭제해도 바뀌지 않습니다.
QC 상태/시간	판정 결과와 수집 시간.

팁 상세에는 작업 스테이션, 공구 모델, 상한, 하한, CP, CM이 표시되지 않습니다. 이 필드가 필요하면 목록의 “Excel 내보내기 (.xlsx)” 또는 “내보내기 CSV (.csv)”를 사용하십시오.

예시 능력 검사 샘플이 NOK인 이유 확인하기

상세: “QC 상태” NOK, “최종 토크” 10.62 N·m, “목표 토크” 10.00 N·m. 상세에는 상한과 하한이 없습니다.

목록으로 돌아가 “Excel 내보내기 (.xlsx)”를 클릭하고 파일에서 시간이 같은 행을 찾으면 “LSL (규격 하한)” 9.50 N·m, “USL (규격 상한)” 10.50 N·m입니다.

능력 검사는 상한과 하한으로만 판정합니다. 9.50 ≤ 최종 토크 ≤ 10.50이면 OK입니다. 10.62 > 10.50으로 상한을 0.12 N·m 초과하므로 결과는 NOK입니다.

11.9.3 잔류 토크 모드 기록

경로: 검사 모드가 잔류 토크 모드일 때 능력 지수 검사 작업 화면에서 “기록”을 클릭합니다.

잔류 토크 모드에서 수집한 샘플을 확인하고, 통계 카드와 추이 차트로 잔류 토크의 평균과 변동을 파악합니다.

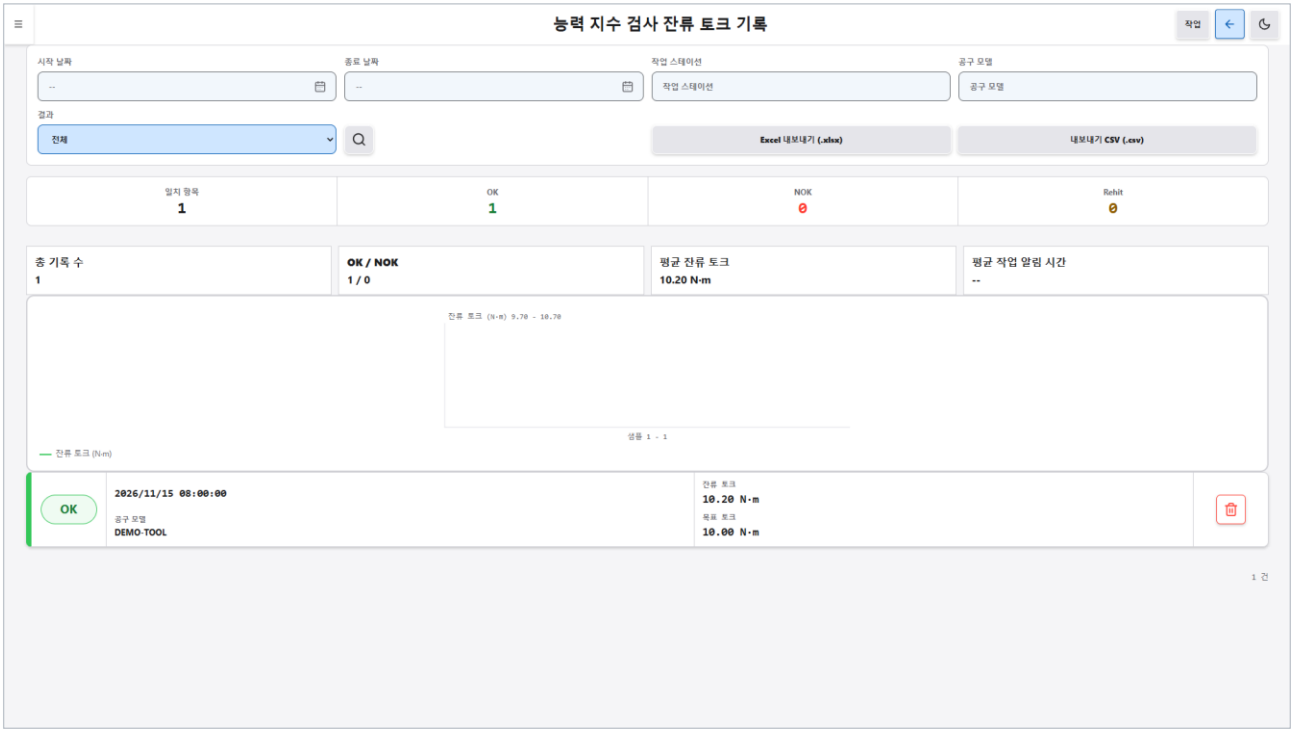


그림 11-21 능력 지수 기록 목록(잔류 토크 모드)

목록

- 필터 필드는 “시작 날짜”, “종료 날짜”, “작업 스테이션”, “공구 모델”, “결과”이며, “공구 유형”은 **없습니다**. 규칙은 토크 센서 모드와 같습니다.

- 이 모드에서는 통계 표시줄 아래에 “잔류 토크 통계”와 추이 차트가 추가됩니다. 둘 다 현재 필터 결과의 모든 기록(현재 페이지만이 아님, 최대 2000건)으로 계산됩니다. 필터링 후 남은 기록이 없으면 둘 다 표시되지 않습니다.
- 기록 카드 오른쪽에는 “잔류 토크”와 “목표 토크”가 있습니다.

항목	설명
총 기록 수	현재 필터 결과의 기록 수.
OK / NOK	OK 수 / NOK 수.
평균 잔류 토크	모든 기록의 “잔류 토크” 평균(현재 토크 단위).
평균 작업 알림 시간	모든 기록의 “알림 시간 (초)” 평균. 값이 있는 기록만 평균을 내며, 값이 있는 기록이 없으면 “--”.
추이 차트	각 기록의 잔류 토크를 오래된 것부터 최신 순으로 표시합니다. 기록이 1건뿐이면 점 하나만 있고 선은 없습니다.
잔류 토크	수집한 토크(전역 토크 계수와 토크 증배기 적용, 10.2절 참조).

목록 내보내기 열(기본 파일 이름 “능력 지수 검사-잔류 토크-YYYYMMDD”): 시간, 결과, 목표 토크, 공차 기준, 토크 공차, 토크 계수, 잔류 토크, 알림 시간 (초), 잔류 토크 장치 모델, 잔류 토크 장치 시리얼 번호, 작업 스테이션, 공구 모델, OK 수, NOK 수, 센서 모델, 센서 시리얼 번호, 센서 사양, 센서 채널.

- “토크 공차” = 기록에 저장된 목표 토크 × 공차 백분율이며, 상한과 하한에서 환산한 값이 아닙니다. 판정은 10.2절을 참조하십시오.
- “토크 계수”는 수집 시 수동 참조의 진동 토크 ÷ 참조 토크이며 원시 값으로 출력됩니다. 입력하지 않았으면 “--”입니다.
- “잔류 토크 장치 모델”과 “잔류 토크 장치 시리얼 번호”는 수집에 사용한 토크 센서입니다.
- “OK 수”와 “NOK 수”는 항상 “--”입니다. 개수가 필요하면 목록 위의 “OK / NOK”를 보거나, 스프레드시트에서 “결과” 열로 세십시오.

상세

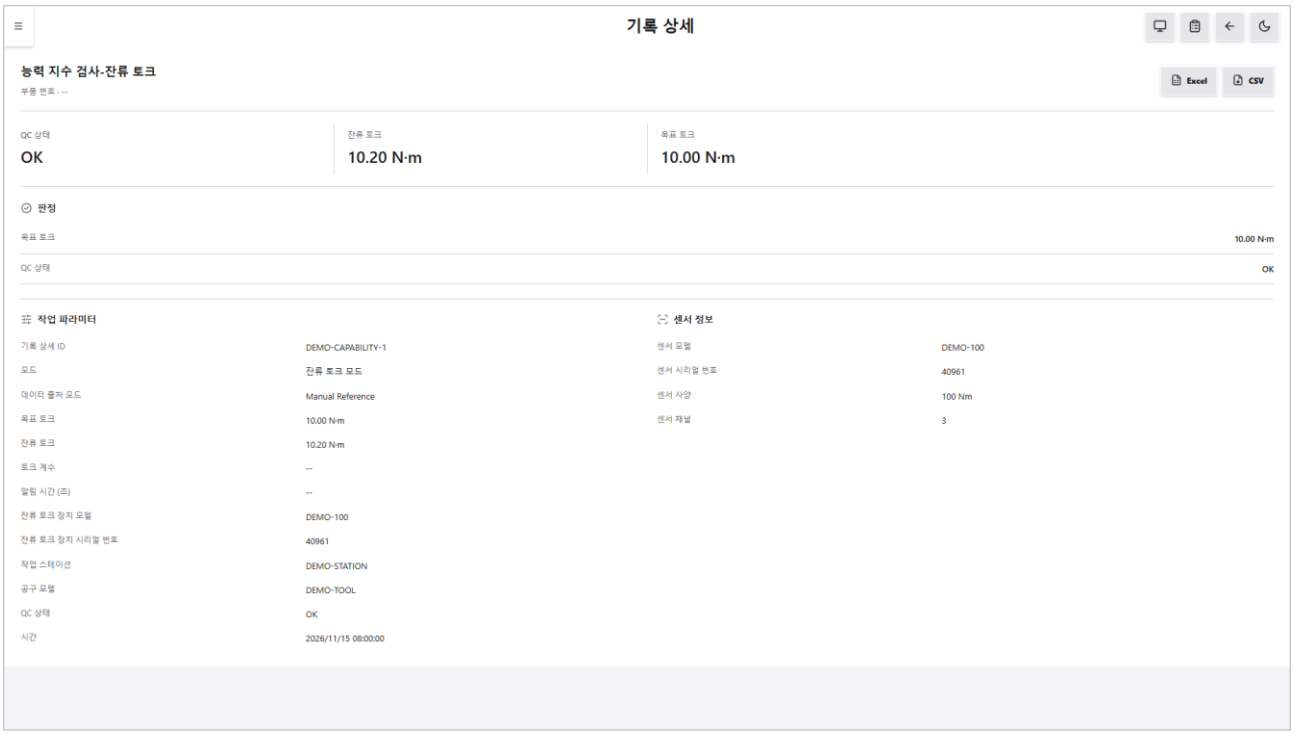


그림 11-22 능력 지수 기록 상세(잔류 토크 모드)

- 제목 영역에는 “능력 지수 검사-잔류 토크”와 “부품 번호 · --”가 표시됩니다.
- 요약 카드는 “QC 상태”, “잔류 토크”, “목표 토크” 세 개뿐이며, “판정” 영역에는 “목표 토크”, “QC 상태”가 표시됩니다.
- “작업 파라미터”: 기록 상세 ID, 모드(“잔류 토크 모드”), 데이터 출처 모드(예: “잔류 토크”, “Manual Reference”), 목표 토크, 잔류 토크, 토크 계수, 알림 시간 (초), 잔류 토크 장치 모델, 잔류 토크 장치 시리얼 번호, 작업 스테이션, 공구 모델, QC 상태, 시간.
- 이 모드의 상세와 내보내기에는 CPK, CMK, 상한과 하한, 조합 번호가 포함되지 않습니다. 작업 화면의 “수동 참조”에 입력한 진동 토크, 회전 각도, 참조 토크, 참조 각도 등의 값은 “토크 계수”로 환산된 경우를 제외하고 기록 페이지에 표시되지도 내보내지지도 않습니다.

예시 “평균 잔류 토크” 이해하기

필터링 후 기록이 3건 있으며, “잔류 토크”는 10.10, 10.30, 9.90 N·m입니다.

평균 잔류 토크 = (10.10 + 10.30 + 9.90) ÷ 3 = 30.30 ÷ 3 = 10.10 N·m. 통계 카드에 “10.10 N·m”가 표시됩니다.

“결과”를 “NOK”로 변경하면 통계 카드와 추이 차트가 NOK 기록만으로 다시 계산됩니다.

11.9.4 잔류 토크 + 토크 센서 모드 기록

경로: 검사 모드가 잔류 토크 + 토크 센서 모드일 때 능력 지수 검사 작업 화면에서 “기록”을 클릭합니다.

토크 센서로 측정한 토크와 수집 시 입력한 잔류 토크(참조 토크)를 비교합니다.

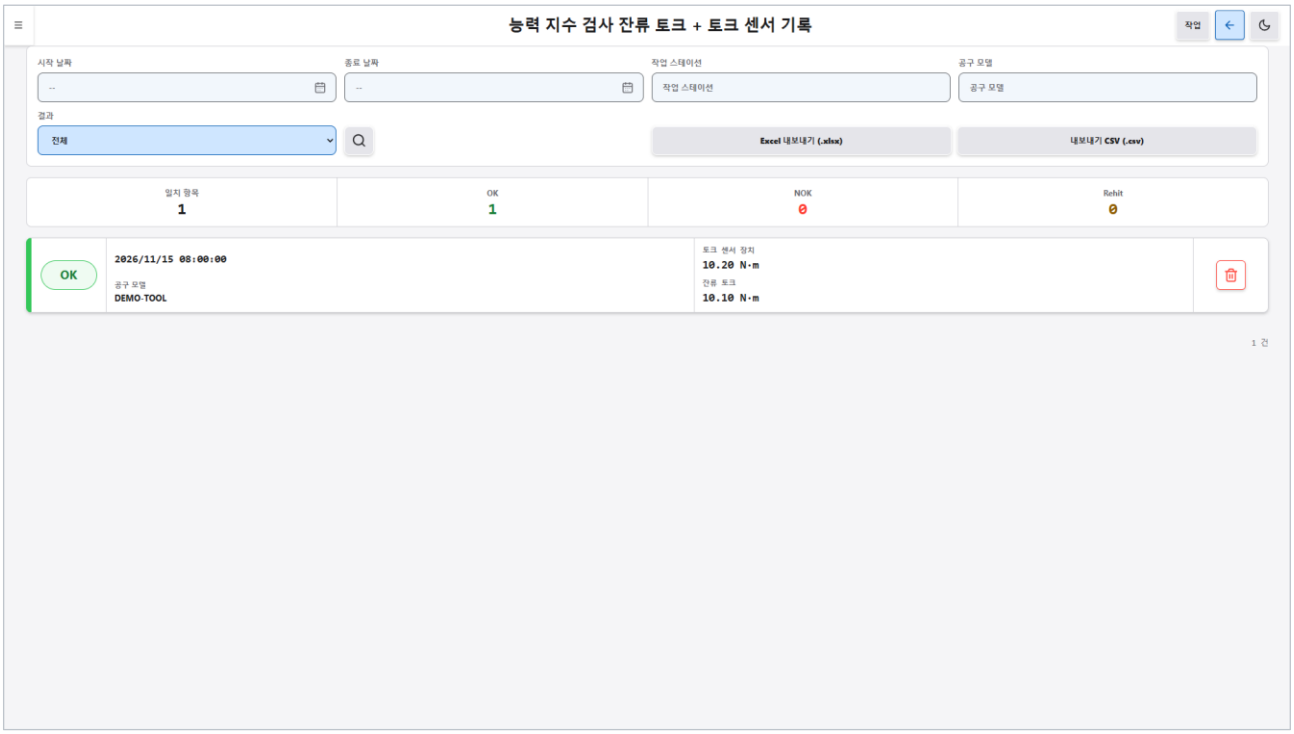


그림 11-23 능력 지수 기록 목록(잔류 토크 + 토크 센서 모드)

목록

- 필터 필드는 잔류 토크 모드와 같으며, “공구 유형”이 없습니다.
- 잔류 토크 통계 카드와 추이 차트가 없습니다.
- 기록 카드 오른쪽에는 “토크 센서 장치”와 “잔류 토크”가 있습니다.

필드	설명
토크 센서 장치	수집한 토크(전역 토크 계수와 토크 증배기 적용). 판정과 통계에 사용하는 값이기도 합니다.
잔류 토크	수집 시 “수동 참조”의 “참조 토크”에 입력한 값. 판정에는 사용되지 않습니다. 수집 시 입력하지 않았으면 “--”.

목록 내보내기 열(기본 파일 이름 “능력 지수 검사-잔류 토크 + 토크 센서-YYYYMMDD”): 시간, 결과, 토크 센서 장치, 잔류 토크, 작업 스테이션, 공구 모델, 잔류 토크 장치 모델, 잔류 토크 장치 시리얼 번호, 잔류 토크 장치 토크 계수, 토크 센서 장치 모델, 토크 센서 장치 시리얼 번호, 토크 센서 계수, OK 수, NOK 수, 센서 모델, 센서 시리얼 번호, 센서 사양, 센서 채널.

- “잔류 토크 장치 토크 계수”는 진동 토크 ÷ 참조 토크이며 원시 값으로 출력됩니다. 입력하지 않았으면 “--”입니다.
- “잔류 토크 장치 모델”과 “잔류 토크 장치 시리얼 번호”는 항상 비어 있으며, “토크 센서 계수”, “OK 수”, “NOK 수”는 항상 “--”입니다.
- 센서 열 이름이 중복되면 자동으로 “(2)”가 붙습니다. 두 세트의 센서 열은 모두 같은 토크 센서에서 나온 것입니다.
- 이 모드의 목록, 상세, 내보내기에는 CPK, CMK, 상한과 하한이 포함되지 않습니다. 능력 지수를 평가하려면 작업 화면의 값을 기준으로 하거나(제10장 참조), 내보내기 파일의 “토크 센서 장치” 열로 직접 계산하십시오.

상세

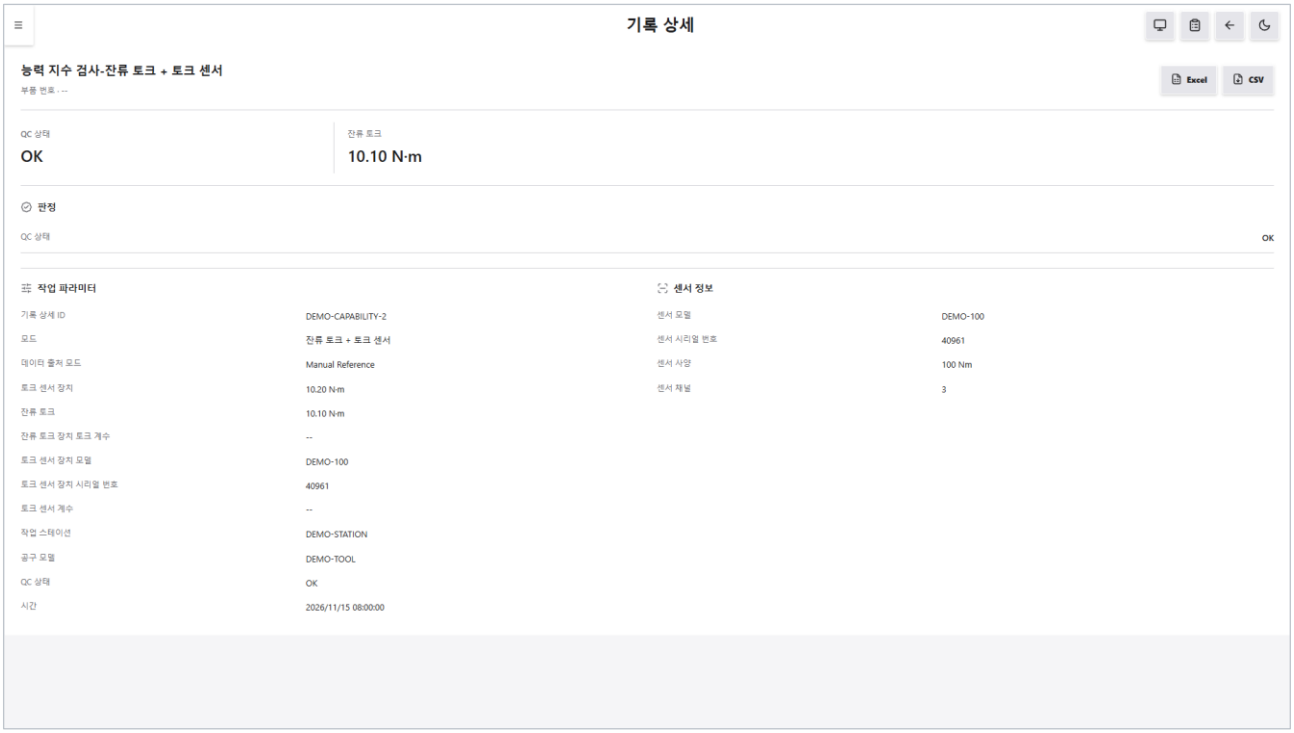


그림 11-24 능력 지수 기록 상세(잔류 토크 + 토크 센서 모드)

- 제목 영역에는 “능력 지수 검사-잔류 토크 + 토크 센서”와 “부품 번호 · --”가 표시됩니다.
- 요약 카드는 “QC 상태”, “잔류 토크” 두 개뿐입니다. 토크 센서의 토크는 요약 카드에 없으므로 “작업 파라미터”의 “토크 센서 장치”를 참조하십시오.
- “판정” 영역에는 “QC 상태”만 있습니다.
- “작업 파라미터”: 기록 상세 ID, 모드(“잔류 토크 + 토크 센서”), 데이터 출처 모드(예: “잔류 토크 + 토크 센서”, “Manual Reference”), 토크 센서 장치, 잔류 토크, 잔류 토크 장치 토크 계수, 토크 센서

장치 모델, 토크 센서 장치 시리얼 번호, 토크 센서 계수, 작업 스테이션, 공구 모델, QC 상태, 시간.

"작업 파라미터"의 "토크 센서 장치 모델"과 "토크 센서 장치 시리얼 번호"는 "센서 정보"의 "센서 모델" 및 "센서 시리얼 번호"와 내용이 같습니다.

예시 "잔류 토크"에 "--"가 표시되는 경우

어떤 기록에 "토크 센서 장치" 10.20 N·m, "잔류 토크" --, "QC 상태" OK가 표시됩니다.

"--"는 수집 전에 "수동 참조"의 "참조 토크"를 입력하지 않았다는 뜻입니다. 판정에는 "토크 센서 장치"만 사용되므로 결과에는 영향이 없습니다.

저장된 기록은 나중에 채울 수 없습니다. 앞으로 수집하기 전에 참조 토크를 먼저 입력하십시오(제10장 참조).

제12장 시스템 설정: 전역, 센서 및 보조 설정

이 장에서는 “시스템 설정” 중 측정 장치와 관련된 설정, 즉 토크 단위와 언어, RF 센서 페어링, 토크 계수, 토크 증배기, 표시등, 센서 오류 이력을 설명합니다.

12.1 시스템 설정 개요 및 하위 페이지 이동

경로: 탐색 메뉴 → “시스템 설정”.

“시스템 설정”에는 작업 설정이 아닌 모든 설정이 모여 있습니다. 왼쪽에 하위 페이지 목록이 있고 오른쪽에 현재 하위 페이지의 내용이 표시됩니다. 시스템 설정에 들어갈 때마다 “전역 설정” 하위 페이지가 먼저 표시됩니다.

“보기 · 시스템 설정” 권한이 필요하며, 기본 템플릿 A, B, C 모두에 포함되어 있습니다. 각 하위 페이지에서 변경하고 저장하는 데 필요한 권한은 해당 절에서 설명합니다. 권한 설정 방법은 제15장을 참조하십시오.

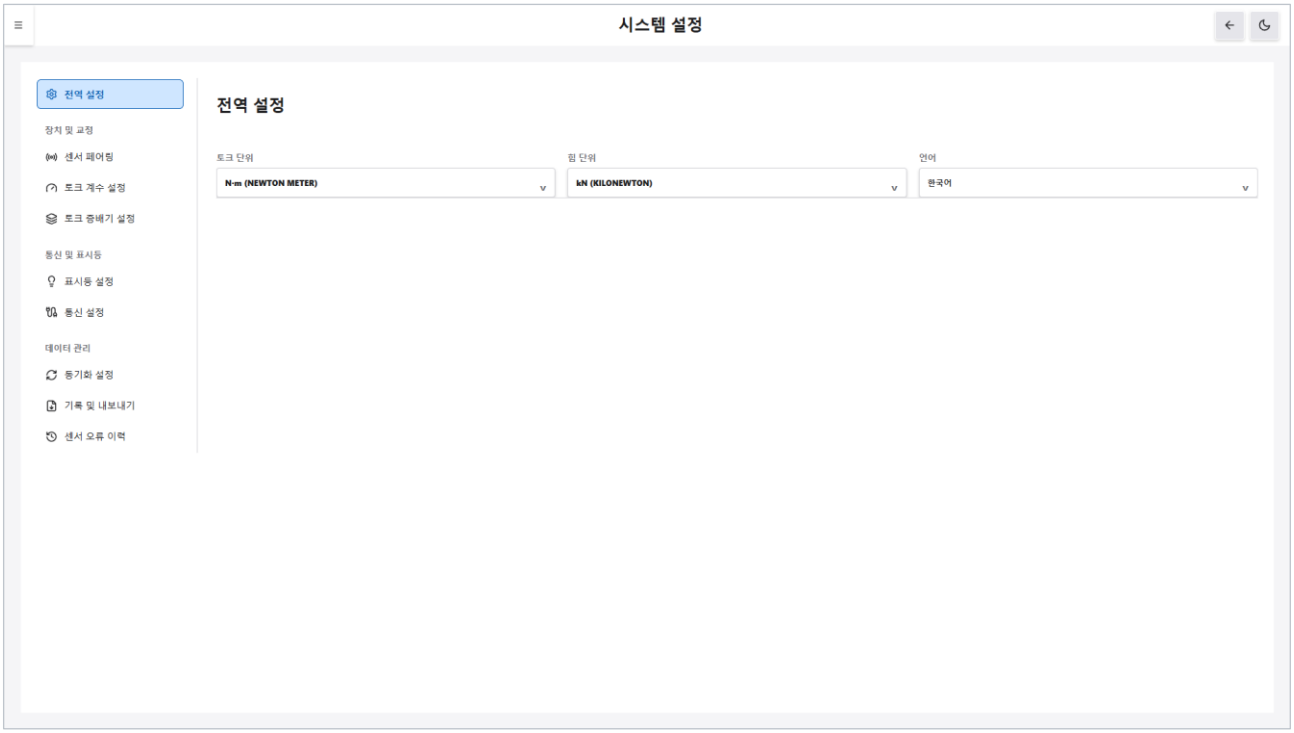


그림 12-1 시스템 설정: 전역 설정 하위 페이지

12.1.1 화면 설명

영역/버튼	설명
"탐색 메뉴 전환"	탐색 메뉴를 펼치거나 접습니다.
페이지 제목	"전역 설정" 하위 페이지에서는 "시스템 설정"이 표시되고, 다른 하위 페이지로 전환하면 해당 하위 페이지의 제목(예: "토크 계수 설정", "토크 증배기 파라미터 설정", "표시등 설정")으로 바뀝니다.
←(뒤로)	"전역 설정" 하위 페이지에서는 시스템 설정을 나가 이전 작업 화면으로 돌아갑니다(이전 작업 화면이 없으면 "토크 렌치"). 다른 하위 페이지에서는 "전역 설정" 하위 페이지로 돌아갑니다. 아무것도 저장되지 않습니다.
달/해 아이콘(라이트 / 다크 모드 전환)	화면 색상을 전환합니다. 설정에는 영향을 주지 않습니다.
왼쪽의 하위 페이지 목록	"전역 설정", "장치 및 교정", "통신 및 표시등", "데이터 관리"의 네 그룹으로 나뉩니다. 하위 페이지 이름을 클릭하면 해당 페이지로 전환되며, 현재 하위 페이지는 파란색으로 강조 표시됩니다. 하위 페이지 이름 위에 마우스를 올리면 간단한 설명이 표시됩니다.
오른쪽의 내용 영역	현재 하위 페이지의 내용을 표시합니다.

12.1.2 하위 페이지 개요

하위 페이지	용도	참조
전역 설정	토크 단위, 힘 단위, 인터페이스 언어	12.2절
센서 페어링	RF 수신기 연결, 센서 페어링·전환·삭제	12.3절
토크 계수 설정	기준 계측기로 측정한 값으로 센서 판독값 보정	12.4절
토크 증배기 설정	토크 증배기 각 단의 토크비와 기어비 설정	12.5절
표시등 설정	외부 삼색 표시등 및 부저의 COM 포트와 램프 테스트	12.6절
통신 설정	Modbus TCP, Modbus RTU, Open Protocol	제13장
동기화 설정	데이터베이스 동기화 및 읽기 전용 API	제14장
기록 및 내보내기	작업 기록 조회 및 내보내기	제11장
센서 오류 이력	센서가 보고한 오류 보기	12.7절
사용자 관리(탐색 메뉴에서 열림, 이 페이지의 목록에는 없음)	계정, 역할, 권한	제15장

12.1.3 작업 절차

1. 왼쪽 위의 “탐색 메뉴 전환”을 클릭하여 탐색 메뉴를 열고 “시스템 설정”을 클릭합니다. 그림 12-1의 화면이 나타나며, 왼쪽에서 “전역 설정”이 선택되어 있습니다.
2. 왼쪽에서 설정할 하위 페이지를 클릭합니다. 오른쪽 내용과 위쪽 제목이 함께 바뀝니다.
3. 변경한 후 해당 하위 페이지의 저장 버튼을 클릭합니다.
4. 위쪽의 “뒤로”(←)를 클릭합니다. 하위 페이지에서는 “전역 설정”으로 돌아가고, “전역 설정”에서는 시스템 설정을 나갑니다.

> **참고** 하위 페이지를 전환하거나 “뒤로”를 클릭해도 자동으로 저장되지 않으며, 저장하지 않은 변경 내용은 버려집니다. 먼저 하위 페이지의 저장 버튼을 클릭한 후 하위 페이지를 전환하십시오.

> **팁** 작업 화면에 센서 오류가 나타나면 오류 메시지의 “센서 페어링으로 이동”을 클릭하여 “센서 페어링” 하위 페이지를 바로 열 수 있습니다. 계정에 “보기 · 시스템 설정” 권한이 없으면 오류 메시지에 이 버튼 대신 “로그아웃” 버튼이 표시됩니다.

12.1.4 문제 해결

상황	원인 및 해결 방법
탐색 메뉴에서 “시스템 설정”에 들어갈 수 없음	계정의 “보기 · 시스템 설정” 권한이 꺼져 있습니다. 관리자에게 “사용자 관리”에서 이 권한을 켜 달라고 요청하십시오(제15장 참조).
하위 페이지를 전환한 후 방금 변경한 내용이 사라짐	하위 페이지를 전환하면 저장하지 않은 내용은 유지되지 않습니다. 해당 하위 페이지로 돌아가 값을 다시 입력하고 저장하십시오.

12.2 전역 설정

경로: 탐색 메뉴 → “시스템 설정” → 왼쪽의 “전역 설정”(시스템 설정에 들어가면 기본으로 표시되는 하위 페이지).

토크 단위, 힘 단위, 인터페이스 언어를 설정합니다. 세 필드 모두 값을 선택하는 즉시 적용되며, 저장 버튼은 없습니다.

“보기 · 시스템 설정” 권한이 있는 계정이면 누구나 변경할 수 있습니다. 이 선택은 이 컴퓨터(현재 Windows 사용자)에 저장되며 로그인 계정을 따르지 않습니다. 누군가 변경하면 다음에 로그인하는 사람에게도 같은 설정이 표시됩니다.

화면은 그림 12-1을 참조하십시오.

12.2.1 필드

필드	설명	범위 및 기본값
토크 단위	"기록 및 내보내기"에서 토크를 표시하는 단위이자 읽기 전용 API가 토크를 반환하는 단위입니다. 작업 모드 화면의 단위는 바꾸지 않으며, 저장된 기록을 다시 쓰지도 않습니다.	kgf·cm, kgf·m, N·m, ozf·in, lbf·in, lbf·ft. 기본값 N·m
힘 단위	힘 단위 옵션입니다. 선택 내용은 저장되지 않으며 어떤 화면에도 영향을 주지 않습니다.	kN, N, lbf, kgf. 시스템 설정을 열 때마다 kN이 표시됨
언어	인터페이스 표시 언어입니다. 선택하면 전체 인터페이스가 즉시 전환되며, 다시 시작할 필요가 없습니다.	16개 언어. 처음 시작할 때 Windows 표시 언어에 따라 자동으로 적용되며, 지원하지 않는 언어이면 영어가 사용됨

12.2.2 토크 단위가 화면과 기록에 미치는 영향

위치	사용하는 토크 단위
각 작업 모드의 설정 화면과 작업 화면(목표 토크, 최종 토크, 범위 막대, 곡선)	해당 모드 설정 화면의 "토크 단위"(제5장~제9장 참조)
기록 목록, 기록 상세, CSV/Excel 내보내기	전역 "토크 단위"(제11장 참조)
읽기 전용 API가 반환하는 토크	전역 "토크 단위"(제14장 참조)
센서의 "사양"	항상 Nm으로 표시

기록은 항상 N·m로 저장되며, 표시할 때 전역 토크 단위로 환산됩니다. 100 미만의 값은 소수점 이하 2자리, 100~999의 값은 소수점 이하 1자리, 1000 이상의 값은 정수로 표시됩니다.

단위	1단위의 N·m 환산값	50 N·m의 기록 표시
kgf·cm	0.0980665	509.9 kgf·cm
kgf·m	9.80665	5.10 kgf·m
N·m	1	50.00 N·m
ozf·in	0.00706155	7081 ozf·in
lbf·in	0.112985	442.5 lbf·in
lbf·ft	1.355818	36.88 lbf·ft

예시 토크 렌치 설정에서 "토크 단위"는 N·m, "목표 토크"는 50입니다. 전역 "토크 단위"를 lbf·ft로 변경한 후:

토크 렌치 설정 화면과 작업 화면에서는 목표 토크가 여전히 50 N·m로 표시됩니다(모드 자체의 단위를 따름).

"기록 및 내보내기"에서는 같은 기록의 목표 토크가 36.88 lbf·ft로 바뀝니다(50 ÷ 1.355818 ≈ 36.88).

외부 시스템이 읽기 전용 API로 얻는 토크도 lbf·ft로 계산됩니다.

다시 N·m로 변경하면 기록에 다시 50.00 N·m가 표시되며, 저장된 데이터는 전혀 바뀌지 않습니다.

12.2.3 선택 창

"토크 단위", "힘 단위" 또는 "언어" 선택 필드를 클릭하면 해당 선택 창이 열립니다. 체크 표시가 있고 강조 표시된 옵션이 현재 선택입니다.

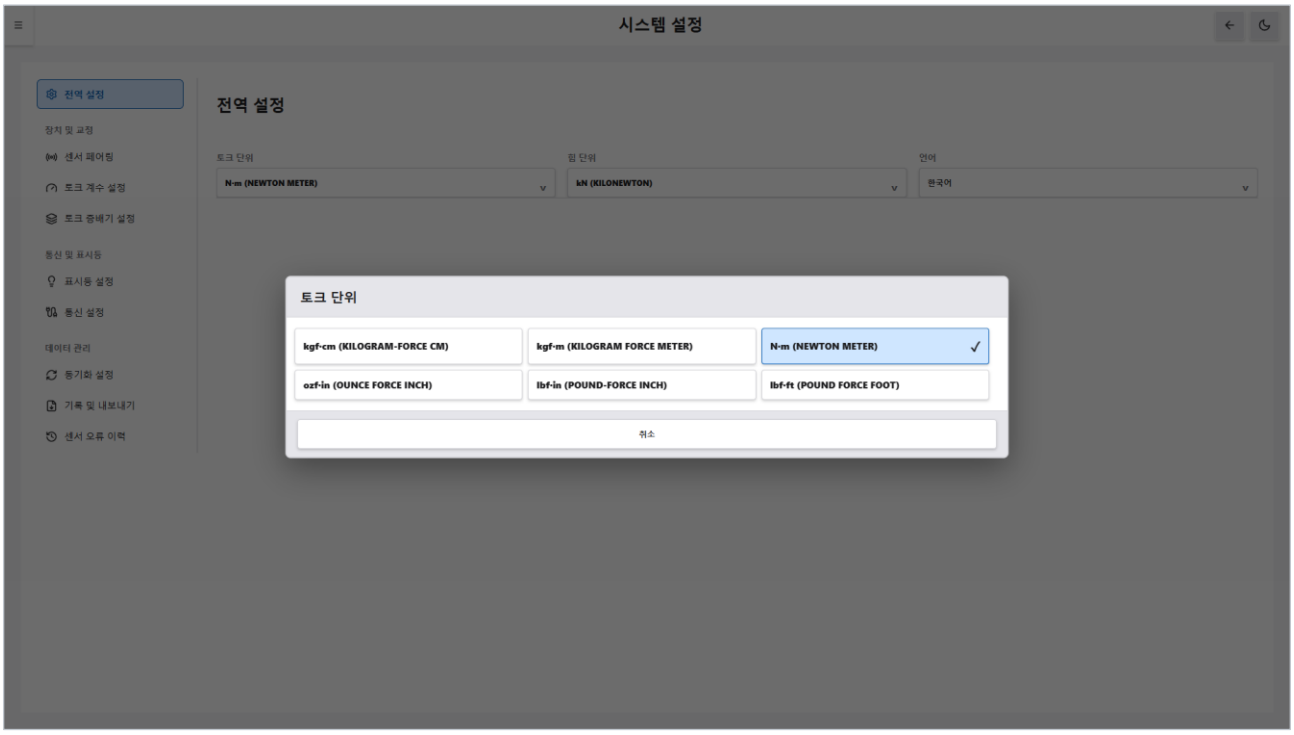


그림 12-2 토크 단위 선택 창

토크 단위 창에는 "kgf·cm (KILOGRAM-FORCE CM)", "kgf·m (KILOGRAM FORCE METER)", "N·m (NEWTON METER)", "ozf·in (OUNCE FORCE INCH)", "lbf·in (POUND-FORCE INCH)", "lbf·ft (POUND FORCE FOOT)"의 여섯 단위가 세 열로 표시되고, 아래쪽에 "취소"가 있습니다.

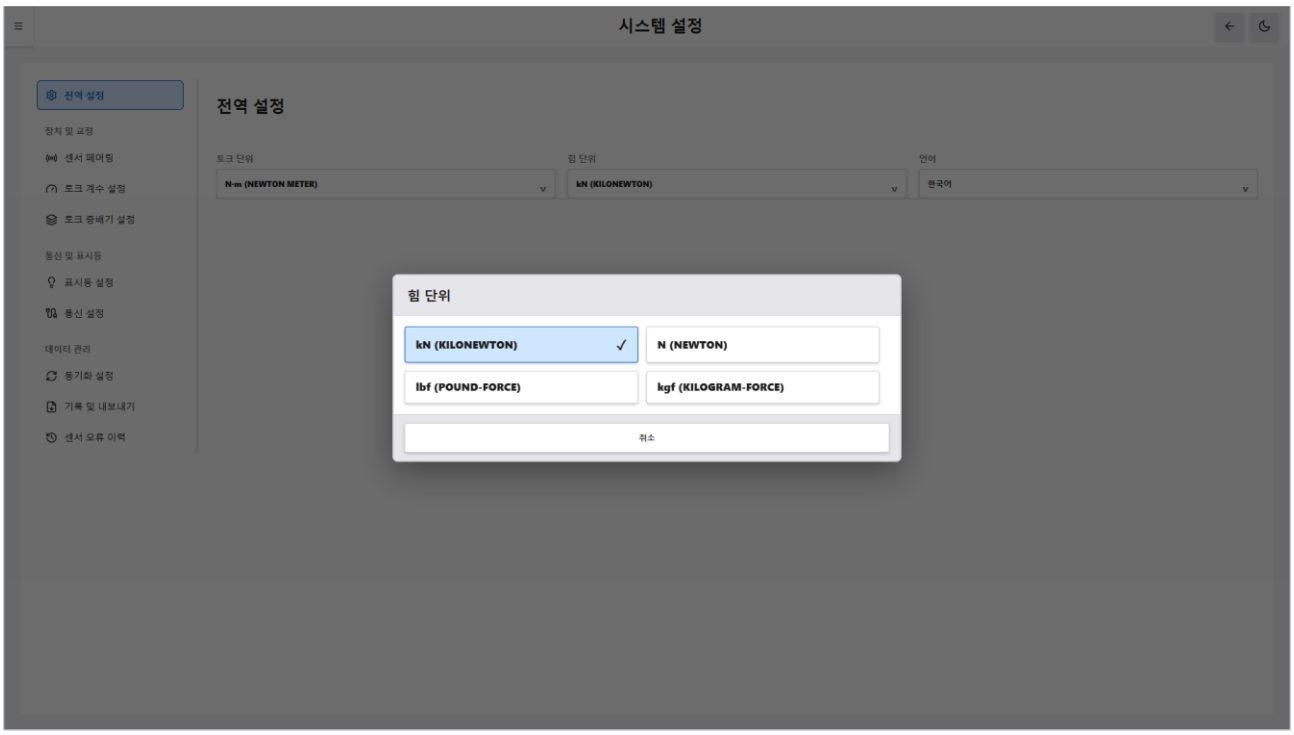


그림 12-3 힘 단위 선택 창

힘 단위 창에는 “kN (KILONEWTON)”, “N (NEWTON)”, “lbf (POUND-FORCE)”, “kgf (KILOGRAM-FORCE)”의 네 옵션이 두 열로 표시되고, 아래쪽에 “취소”가 있습니다.

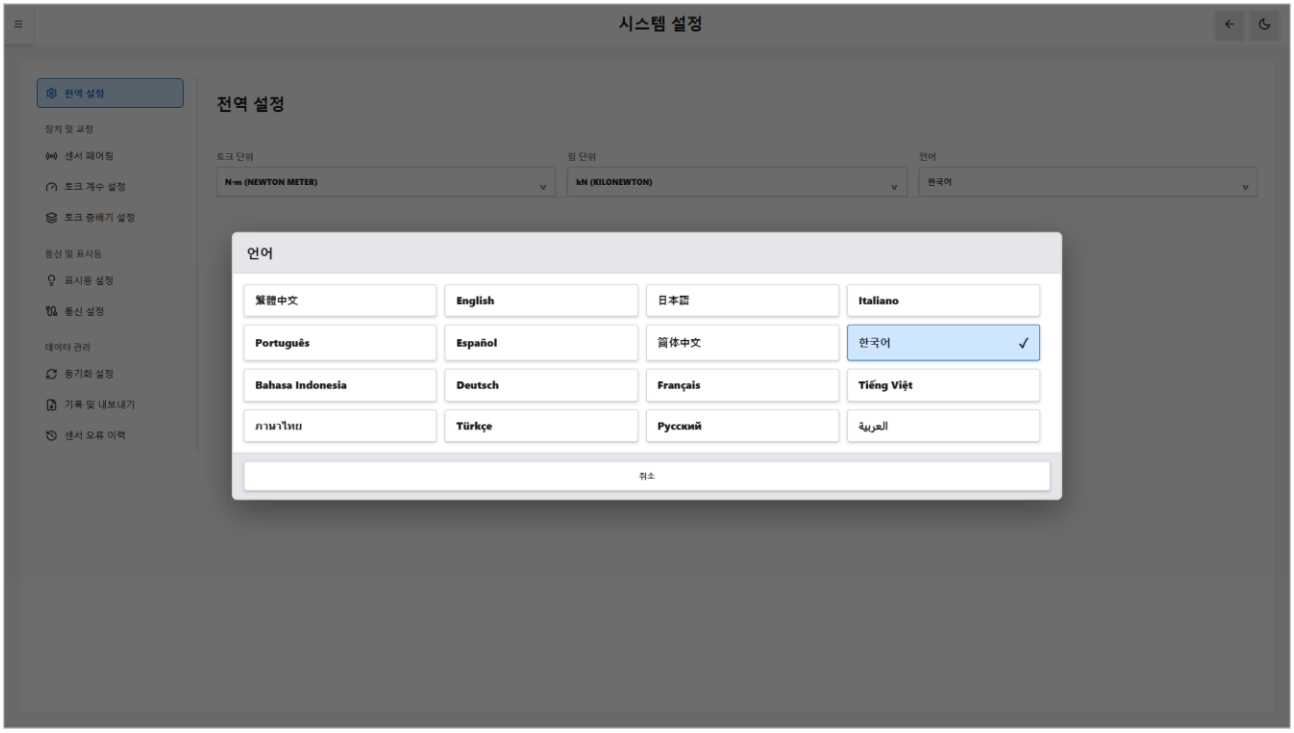


그림 12-4 언어 선택 창

언어 창에는 16개 언어가 네 열로 표시되며, 각 언어는 해당 언어 자체로 표기됩니다. 繁體中文(중국어 번체), English(영어), 日本語(일본어), Italiano(이탈리아어), Português(포르투갈어), Español(스페인어),

简体中文(중국어 간체), 한국어, Bahasa Indonesia(인도네시아어), Deutsch(독일어), Français(프랑스어), Tiếng Việt(베트남어), ภาษาไทย(태국어), Türkçe(튀르키예어), Русский(러시아어), العربية(아랍어). 아래쪽에 "취소"가 있습니다.

버튼	설명
"토크 단위", "힘 단위", "언어" 선택 필드	해당 선택 창을 엽니다.
임의의 옵션	해당 옵션을 적용하고 창을 닫습니다. 토크 단위와 언어는 즉시 저장되지만, 힘 단위는 저장되지 않습니다.
"취소", Esc 키 또는 창 바깥의 회색 영역 클릭	현재 선택을 바꾸지 않고 창을 닫습니다.
화살표 키, Home, End	옵션 사이를 이동합니다. Enter 키나 스페이스바를 눌러 선택합니다.

12.2.4 언어 및 날짜 형식

- 처음 시작할 때 언어는 Windows 표시 언어에 따라 자동으로 적용됩니다. 중국어 번체 Windows는 "繁體中文", 그 밖의 중국어 시스템은 "简体中文"이 되고, 16개 언어 중 하나이면 해당 언어가, 그 밖의 언어이면 "English"가 사용됩니다.
- 언어 창에서 언어를 한 번 선택하면 이후에는 항상 선택한 언어가 사용되며, 더 이상 Windows를 따르지 않습니다.
- "العربية"를 선택하면 인터페이스가 오른쪽에서 왼쪽으로 배치됩니다.
- 날짜 및 시간 형식은 인터페이스 언어가 아니라 Windows "지역 형식"을 따릅니다. 날짜 형식을 변경하려면 Windows "설정" → "시간 및 언어" → "언어 및 지역" → "지역 형식"으로 이동하십시오. 실제 이름은 Windows 버전에 따라 약간 다를 수 있습니다.

> **예시** 인터페이스 언어가 "English"이고 Windows 지역 형식이 "중국어(번체, 대만)"입니다. 기록과 오류 이력의 시간은 여전히 중국어(대만) 날짜 형식으로 표시되고, 인터페이스 텍스트는 영어로 표시됩니다.

12.2.5 작업 절차

토크 단위를 변경하려면:

1. 탐색 메뉴 → "시스템 설정"으로 이동하여 왼쪽에서 "전역 설정"이 선택되어 있는지 확인합니다(그림 12-1).

2. “토크 단위” 선택 필드를 클릭합니다. 그림 12-2의 창이 나타나며, 현재 단위에 체크 표시가 되어 있습니다.
3. 사용할 단위를 클릭합니다. 창이 닫히고 선택 필드에 새 단위가 표시됩니다.
4. “기록 및 내보내기”로 이동하여 토크가 새 단위로 표시되는지 확인합니다(제11장 참조).

인터페이스 언어를 변경하려면:

1. “전역 설정”에서 “언어” 선택 필드를 클릭합니다. 그림 12-4의 창이 나타납니다.
2. 사용할 언어를 클릭합니다. 전체 인터페이스가 즉시 해당 언어로 바뀌며, 프로그램을 닫았다가 다시 열어도 선택이 유지됩니다.

12.2.6 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“API 표시 단위가 동기화되지 않았습니다.”	토크 단위를 변경한 후 읽기 전용 API 단위가 업데이트되지 않아, 외부 시스템이 여전히 이전 단위를 받습니다. 메시지 오른쪽의 새로 고침 아이콘을 클릭하여 다시 시도하십시오. 계속 실패하면 제14장을 참조하십시오.
읽을 수 없는 언어를 선택함	“전역 설정”의 세 번째 선택 필드(언어)를 클릭하고, 창에서 자신의 언어를 찾으십시오. 각 언어는 항상 해당 언어 자체의 문자로 표기됩니다(예: “English”).
언어를 변경했지만 날짜 형식이 바뀌지 않음	정상입니다. 날짜 형식은 Windows 지역 형식을 따릅니다. 위의 설명을 참조하십시오.

12.3 센서 및 RF 페어링

경로: 탐색 메뉴 → “시스템 설정” → 왼쪽의 “센서 페어링”. 위쪽의 페이지 제목은 “센서 페어링”입니다.

이 페이지에서는 RF 2.4G 수신기(컴퓨터의 USB 포트에 꽂으면 COM 포트로 나타나는 무선 수신기)를 연결하고, 토크 센서를 지정한 RF 채널에 페어링하며, 저장된 센서를 관리합니다. 모든 작업 모드는 먼저 여기에서 페어링을 완료해야 실시간 판독값을 받을 수 있습니다.

이 페이지의 각 버튼과 채널 버튼을 사용하려면(페어링 시작과 저장된 센서 삭제 포함) “편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정” 권한이 필요하며, 수신기 감지, 센서 연결 및 전환에는 “실행 · 작업” 권한도 필요합니다(템플릿 A와 B에는 기본적으로 둘 다 있고, 템플릿 C에는 기본적으로 앞의 권한이 없음). 이 권한이 없으면 이 페이지를 열어 저장된 목록을 볼 수는 있지만 각 버튼과 채널 버튼이 회색으로 비활성화되며, 이 페이지에 들어갈 때 수신기가 자동으로 감지되지 않습니다.

새로 설치한 후에는 센서 목록이 비어 있으므로 첫 번째 페어링을 완료해야 합니다.

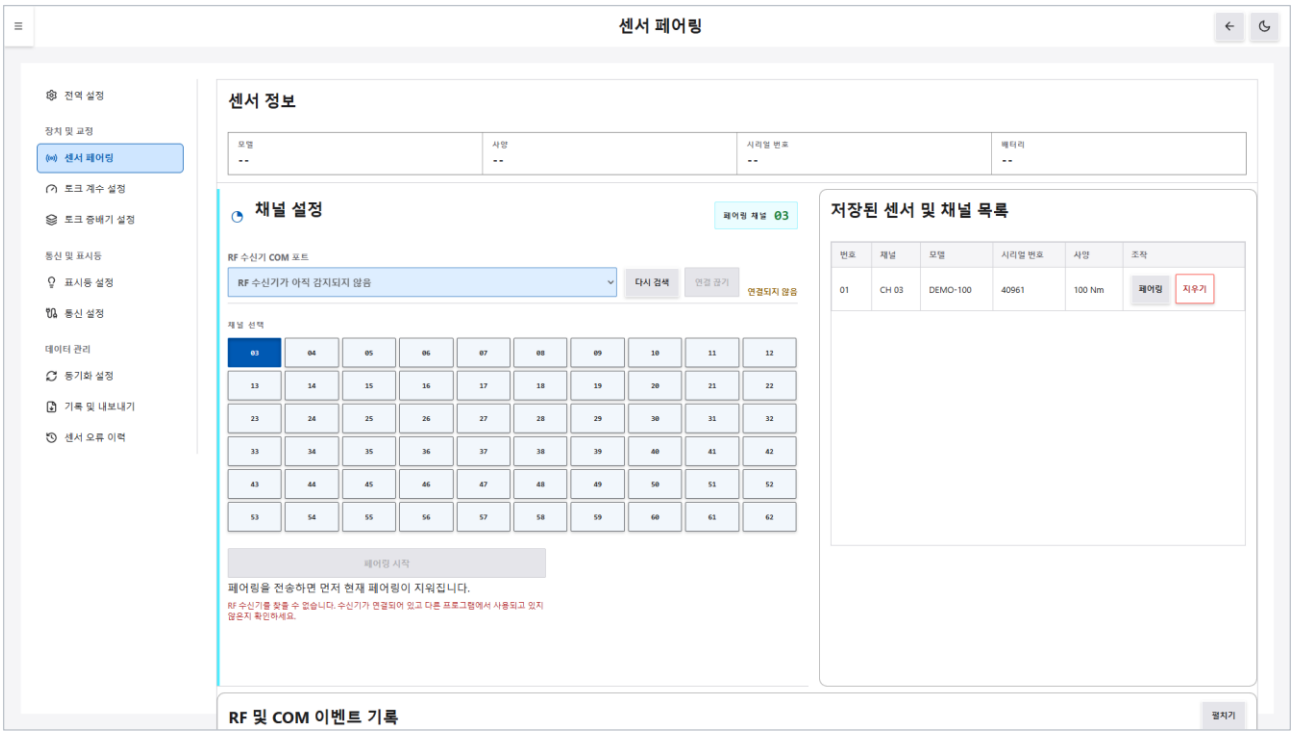


그림 12-5 센서 페어링 화면

그림 12-5는 목록에 센서가 하나 있지만 컴퓨터가 수신기를 감지하지 못한 상태입니다. COM 필드에 “RF 수신기가 아직 감지되지 않음”이 표시되고, 상태는 “연결되지 않음”이며, “페어링 시작”은 회색으로 비활성화되어 있습니다.

12.3.1 화면 설명

영역/버튼	설명
“센서 정보”	현재 연결된 센서의 “모델”, “사양”, “시리얼 번호”, “배터리”. 수신기가 연결되어 있고 이 센서의 데이터를 수신한 경우에만 표시되며, 그렇지 않으면 “--”입니다. 연결되어 있는 동안 상태는 3초마다 업데이트됩니다.
“페어링 채널”	현재 선택한 채널(두 자리). 사용하려는 채널을 표시할 뿐이며, 페어링에 성공했다는 뜻은 아닙니다.
“RF 수신기 COM 포트”	수신기의 COM 포트. 감지된 수신기가 없으면 “RF 수신기가 아직 감지되지 않음”이 표시되며 선택할 수 없습니다. 다른 포트를 선택하면 즉시 연결이 전환됩니다.
“다시 검색”	사용 가능한 첫 번째 수신기를 검색하여 연결합니다(마지막으로 작동한 포트를 먼저 시도). 이 페이지에 들어갈 때 연결된 수신기가 없으면 자동으로 한 번 실행됩니다. 클릭하면 현재 실시간 판독이 중단됩니다.

영역/버튼	설명
“연결 끊기”	수신기와의 연결을 끊습니다. 저장된 센서는 삭제되지 않습니다. 연결되어 있을 때만 클릭할 수 있습니다.
연결 상태	“연결되지 않음”, “RF 수신기 검색 중...” 또는 “COMx 연결됨”.
“채널 선택”	03부터 62까지 60개의 채널 버튼. 진하게 표시된 버튼이 현재 선택입니다. 선택만 바꾸며 패킷은 보내지 않습니다.
“페어링 시작”	먼저 현재 페어링을 지운 후 페어링 패킷을 보내고 센서의 응답을 기다립니다(약 1초). 수신기가 “연결됨” 상태일 때만 클릭할 수 있습니다. 버튼 아래에 “페어링을 전송하면 먼저 현재 페어링이 지워집니다.”가 표시됩니다.
“저장된 센서 및 채널 목록”	최대 3개 항목을 채널 오름차순으로 표시하며, 각 행에 “페어링”과 “지우기”가 있습니다. 3개를 초과하면 오른쪽 위에 “모두 보기(N)”가 나타납니다(그림 12-7).
“RF 및 COM 이벤트 기록”	기본적으로 접혀 있습니다. “펼치기”를 클릭하면 최근 수신기 이벤트 6개가 표시됩니다. “일시 중지”와 “계속하다”를 클릭할 수 있으며, “기록 지우기”는 화면만 지웁니다. 문제 해결에 사용합니다.
←(뒤로)	”전역 설정” 하위 페이지로 돌아갑니다.

12.3.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
모델	센서가 보고한 모델(예: “TTES”, “TTAS”)	데이터가 없으면 “--”
사양	센서의 토크 용량(풀 스케일). 작업 설정의 목표 토크 범위는 이 값을 기준으로 합니다	Nm으로 표시. 정수는 소수점 없이, 그 밖의 값은 소수점 이하 2자리. 데이터가 없으면 “--”
시리얼 번호	센서의 일련번호. 같은 센서를 식별하는 데 사용합니다	십진수. 데이터가 없으면 “--”
배터리	센서의 배터리 잔량	0~100%. 숫자가 흔들리지 않도록 표시된 값과 10%포인트 이상 차이 날 때만 업데이트됨. 데이터가 없으면 “--”
채널 선택/페어링 채널	이번 페어링에 사용하는 RF 채널	03~62. 저장된 센서가 있으면 기본값은 목록 첫 번째 항목의 채널, 없으면 03
번호(목록)	목록 안에서의 순서	01, 02, 03. 센서의 속성이 아님
채널(목록)	해당 센서에 저장된 채널	“CH 03” 형식

12.3.3 연결 및 페어링 상태

상태	화면 표시	의미
연결되지 않음	상태 "연결되지 않음". "페어링 시작"과 "연결 끊기"가 회색으로 비활성화됨	아직 RF 수신기에 연결되지 않음
감지 중	상태 "RF 수신기 검색 중...". 버튼이 일시적으로 비활성화됨	COM 포트를 검색하거나 전환하는 중
연결됨	상태 "COMx 연결됨"	페어링을 시작하거나 저장된 센서를 선택할 수 있음
페어링 중	모든 버튼이 일시적으로 비활성화됨	페어링을 보냈으며 센서의 응답을 기다리는 중
페어링 성공	"패킷 전송 완료", "페어링 결과", "NN 전송, 도구 응답 NN", "채널이 일치합니다. 토크 센서가 대상 페어링 채널을 보고했습니다."가 표시됨	센서가 해당 채널에서 응답함
채널 불일치	"채널이 일치하지 않습니다. 도구가 페어링 모드인지 확인한 후 페어링을 다시 시작하십시오."	센서가 보고한 채널이 보낸 채널과 다름
목록 비어 있음	"저장된 토크 센서 정보가 아직 없습니다."	아직 저장된 센서가 없음

12.3.4 RF 수신기 연결

1. RF 2.4G 수신기를 컴퓨터의 USB 포트에 꽂습니다. COM 포트를 점유할 수 있는 프로그램(예: 직렬 포트 모니터링 도구)을 닫습니다.
2. "센서 페어링"을 엽니다. 프로그램이 수신기를 자동으로 감지하며, 성공하면 상태에 "COMx 연결됨"이 표시됩니다.
3. "연결되지 않음" 또는 오류 메시지가 표시되면 수신기가 제대로 꽂혀 있는지 확인하고 "다시 검색"을 클릭합니다.
4. 컴퓨터에 수신기가 여러 개 연결되어 있으면 "RF 수신기 COM 포트" 메뉴에서 올바른 포트를 선택합니다.

12.3.5 새 센서 페어링

시작하기 전에 수신기가 "연결됨" 상태이고, 센서 전원이 켜져 있으며, 진행 중인 작업이 없는지 확인하십시오.

1. 센서 설명서에 따라 센서를 페어링 모드로 전환합니다.
2. "채널 선택"에서 채널을 클릭합니다. 같은 현장에 센서가 여러 개 있으면 센서마다 다른 채널을 사용하십시오. 오른쪽 위의 "페어링 채널"에 선택한 채널이 표시됩니다.
3. "페어링 시작"을 클릭합니다. 약 1초 후 화면에 "패킷 전송 완료"와 "페어링 결과"가 표시됩니다.
4. "페어링 결과"에 "채널이 일치합니다. 토크 센서가 대상 페어링 채널을 보고했습니다."가 표시되는지 확인합니다. "센서 정보"에 모델, 사양, 시리얼 번호, 배터리가 표시되고, 센서가 오른쪽 목록에 나타납니다.
5. "뒤로"를 클릭하고 각 작업 설정 페이지에서 이 센서를 선택합니다(제5장~제10장 참조).

> **예시** 용량 100 N·m인 센서를 채널 15에 페어링하기
> 수신기를 꽂으면 상태에 "COM5 연결됨"이 표시됩니다(포트 번호는 컴퓨터에 따라 다름).
> 센서를 페어링 모드로 전환하고 채널 "15"를 클릭하면 오른쪽 위의 "페어링 채널"에 15가 표시됩니다.
> "페어링 시작"을 클릭하면 "페어링 결과"에 "15 전송, 도구 응답 15"와 "채널이 일치합니다. 토크 센서가 대상 페어링 채널을 보고했습니다."가 표시됩니다.
> "센서 정보"의 "사양"에 100 Nm이 표시되고, 목록에 "CH 15" 행이 새로 추가됩니다.

12.3.6 저장된 센서로 전환

목록의 "페어링"은 페어링 패킷을 다시 보내지 않고 저장된 데이터로 해당 센서에 다시 연결하며, 채널을 해당 센서의 채널로 전환합니다.

1. 진행 중인 작업을 끝냅니다. 작업이 진행 중일 때는 센서를 전환할 수 없습니다.
2. 상태가 "COMx 연결됨"이고 사용할 센서의 전원이 켜져 있는지 확인합니다.
3. 목록에서 해당 센서의 "페어링"을 클릭합니다. 목록 항목이 3개를 초과하면 "모두 보기(N)"를 클릭한 후 창에서 해당 행의 "선택"을 클릭합니다.
4. 오른쪽 위의 "페어링 채널"이 해당 센서의 채널로 전환되고, 응답을 받으면 "센서 정보"에 모델, 시리얼 번호, 배터리가 표시됩니다.

12.3.7 저장된 센서 삭제

삭제할 때는 수신기 연결이 필요하지 않습니다.

1. 목록(또는 "저장된 모든 센서" 창)에서 해당 센서의 "지우기"를 클릭합니다.
2. 확인 대화 상자 "저장된 이 센서 페어링 기록을 지우시겠습니까? 되돌릴 수 없습니다."가 나타납니다. "지우기"를 클릭하면 삭제되고, "취소"를 클릭하면 유지됩니다.
3. 목록에서 해당 행이 사라집니다.
4. 이 센서를 사용하는 각 작업 설정 페이지로 돌아가 센서를 다시 확인하고 저장합니다.

경고 "지우기"는 이 센서의 저장된 데이터를 삭제하며 되돌릴 수 없습니다. 이 센서를 사용하는 모든 작업 설정(토크 렌치, 토크 & 각도, 토크 측정, 전동 공구, 배치 작업, 능력 지수 검사)은 미설정 상태가 됩니다. 저장된 다른 센서가 있으면 이 설정들은 현재 활성 센서(활성 센서가 없으면 가장 최근에 추가한 센서)에 다시 연결됩니다. 삭제하기 전에 시리얼 번호를 확인하십시오. 완료된 작업 기록에는 영향이 없습니다.

12.3.8 새로 설치: 빈 센서 목록

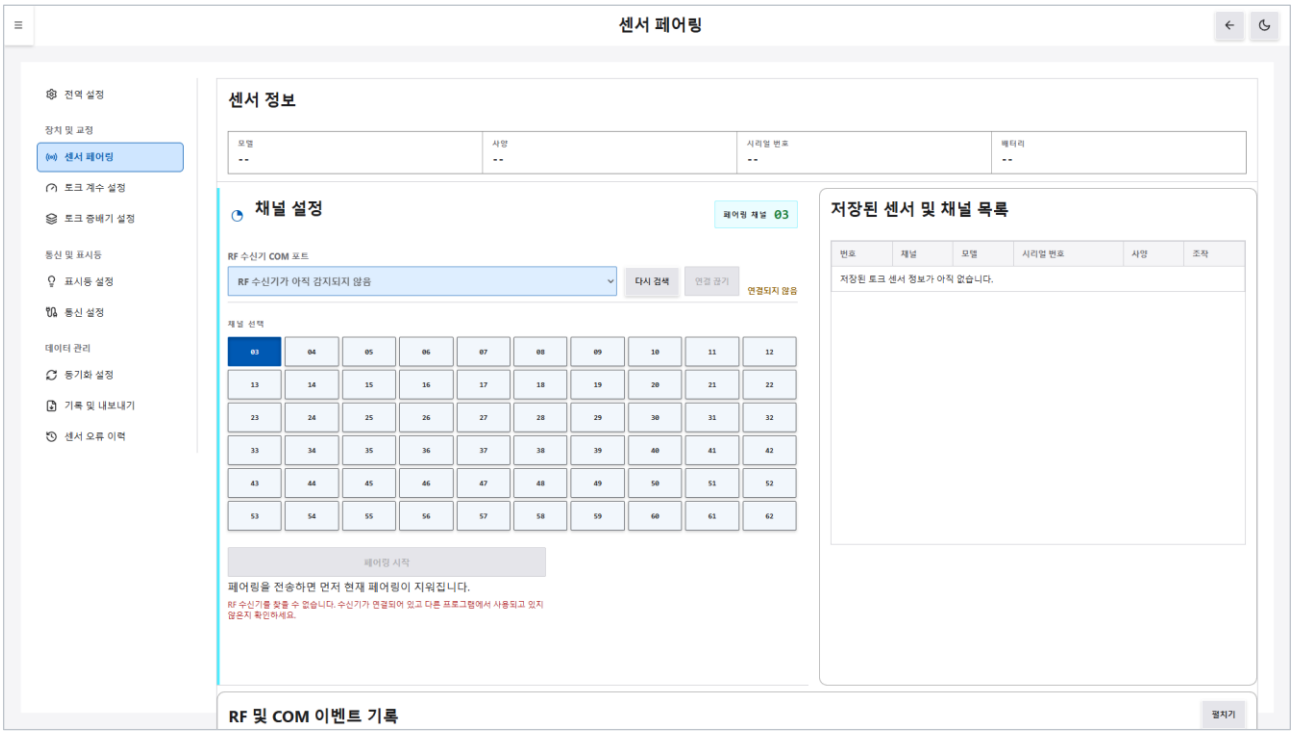


그림 12-6 센서 페어링 화면: 빈 목록

새로 설치한 후 센서를 하나도 페어링하지 않은 상태에서는 목록 영역에 "저장된 토크 센서 정보가 아직 없습니다."가 표시되고, "센서 정보"의 네 칸 모두에 "--"가 표시되며, "페어링 채널"은 03입니다. 컴퓨터에

수신기가 연결되어 있지 않으면 아래에 “RF 수신기를 찾을 수 없습니다. 수신기가 연결되어 있고 다른 프로그램에서 사용되고 있지 않은지 확인하세요.”가 표시됩니다.

- 이 절의 “새 센서 페어링”에 따라 첫 번째 페어링을 완료하십시오.
- 빈 목록은 읽기 실패와 다릅니다. 읽기에 실패하면 빨간색 문구 “토크 센서 정보를 읽을 수 없습니다.”도 표시됩니다.

12.3.9 저장된 모든 센서 창

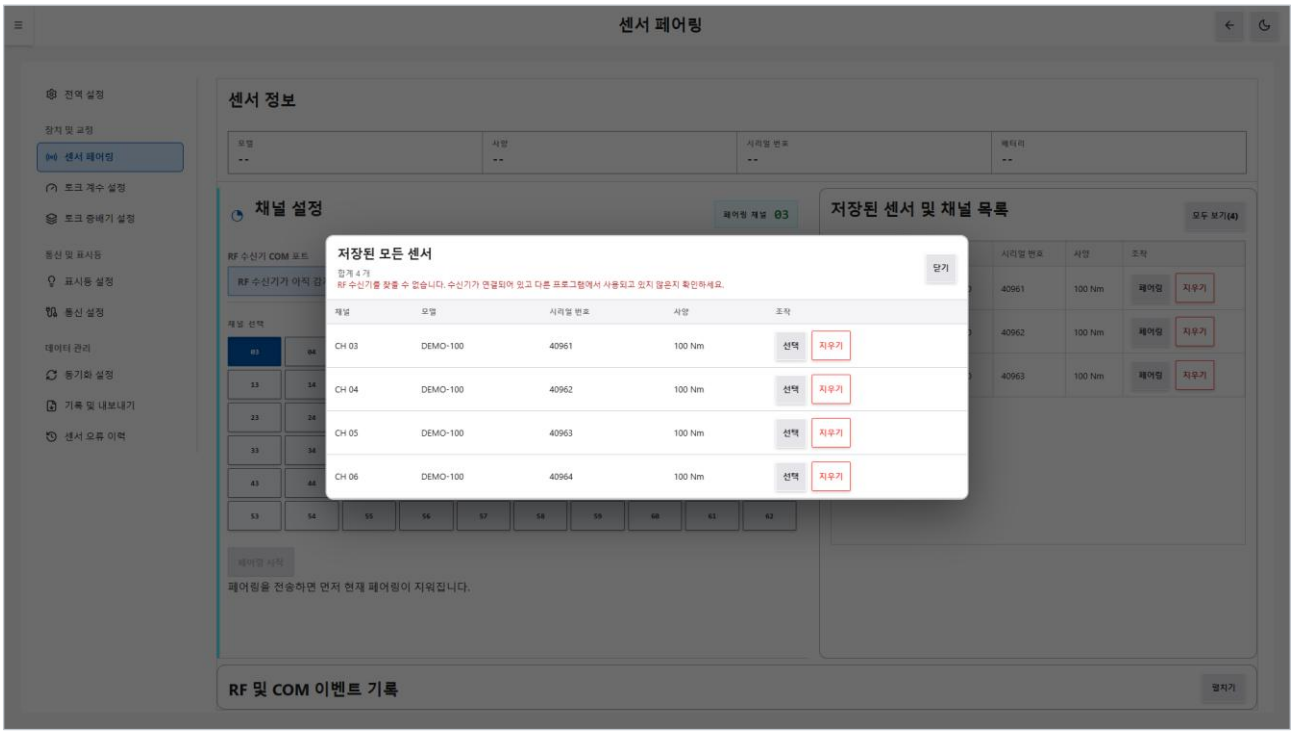


그림 12-7 저장된 모든 센서 창

저장된 센서가 3개를 초과하면 목록 오른쪽 위의 "모두 보기(N)"를 클릭하여 이 창을 엽니다.

영역/버튼	설명
"저장된 모든 센서"와 "합계 N 개"	창 제목과 총 개수. 오류가 발생하면 제목 아래에 오류 메시지가 표시됩니다.
표	"채널", "모델", "시리얼 번호", "사양", "조작". 모든 센서를 채널 오름차순으로 나열합니다.
"선택"	창을 닫고 저장된 데이터로 해당 센서에 다시 연결합니다(목록의 "페어링"과 같음). 수신기가 연결되어 있지 않으면 주 화면에 "먼저 RF 수신기에 연결해 주세요."가 표시됩니다.
"지우기"	확인 후 센서를 삭제합니다(이 절의 "저장된 센서 삭제" 참조). 창은 열린 상태로 유지되고, 해당 행이 사라지며, "합계 N 개"가 그만큼 줄어듭니다.
"닫기", Esc 키 또는 창 바깥의 회색 영역 클릭	창을 닫습니다.

"편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한이 없으면 "선택"과 "지우기"가 회색으로 비활성화되며, 보기만 할 수 있습니다.

12.3.10 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"RF 수신기를 찾을 수 없습니다. 수신기가 연결되어 있고 다른 프로그램에서 사용되고 있지 않은지 확인하세요."	검색에서 수신기를 찾지 못했습니다. 수신기를 뽑았다가 다시 꽂고, COM 포트를 점유할 수 있는 프로그램을 닫은 후 "다시 검색"을 클릭하십시오.
"RF 수신기 감지에 실패했습니다."	감지 중에 오류가 발생했습니다. 해결 방법은 위와 같습니다. 계속 실패하면 "RF 및 COM 이벤트 기록"을 펼쳐 내용을 적어 두고 제16장에 따라 보고하십시오.
"RF 수신기에 쓰지 못했습니다. COM 포트가 사용 중이 아닌지 확인한 후 다시 검색하세요."	COM 포트에 쓸 수 없습니다. 포트를 점유한 프로그램을 닫은 후 "다시 검색"을 클릭하십시오.
"RF 수신기 응답 시간이 초과되었습니다. 토크 센서의 전원이 켜져 있고 페어링 모드인지 확인하세요."	페어링을 보낸 후 약 1초 안에 응답을 받지 못했습니다. 센서의 전원이 켜져 있고 페어링 모드인지 확인한 후 "페어링 시작"을 클릭하십시오.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“채널이 일치하지 않습니다. 도구가 페어링 모드인지 확인한 후 페어링을 다시 시작하십시오.”	센서가 보고한 채널이 보낸 채널과 다릅니다. 센서를 다시 페어링 모드로 전환하고 다시 보내십시오.
“먼저 RF 수신기에 연결해 주세요.”	수신기가 연결되지 않은 상태에서 “페어링”, “선택” 또는 “페어링 시작”을 클릭했습니다. 먼저 “COMx 연결됨”이 표시될 때까지 “다시 검색”을 클릭하십시오.
“선택한 채널은 03~62 범위여야 합니다.”	채널이 범위를 벗어났습니다. 03~62 사이의 채널을 다시 클릭하십시오.
“페어링 명령 전송에 실패했습니다.”	페어링 명령을 보내거나 응답을 받는 데 실패했습니다. 수신기가 연결되어 있는지 확인하고 다시 시도하십시오.
“선택한 RF 수신기의 COM 포트로 전환할 수 없습니다.”	메뉴에서 선택한 포트에 연결할 수 없으며, 메뉴는 자동으로 원래 포트로 돌아갑니다. 해당 포트의 수신기를 확인하고 다시 시도하십시오.
“RF 수신기의 연결을 끊을 수 없습니다.”	연결 끊기에 실패했습니다. 잠시 기다린 후 다시 클릭하십시오. 계속 실패하면 프로그램을 다시 시작하십시오.
“토크 센서 정보를 읽을 수 없습니다.”	목록 읽기, 상태 업데이트 또는 센서 선택에 실패했습니다. 작업이 진행 중이어서 센서 전환이 거부된 경우도 포함됩니다. 먼저 작업을 끝내고 수신기가 연결되어 있는지 확인한 후 “페어링”을 다시 클릭하십시오.
“저장된 센서를 삭제하지 못했습니다.”	삭제에 실패했으며 데이터는 삭제되지 않았습니다. 다시 시도하십시오. 계속 실패하면 프로그램을 다시 시작하십시오.

12.4 토크 계수

경로: 탐색 메뉴 → “시스템 설정” → 왼쪽의 “토크 계수 설정”. 위쪽의 페이지 제목은 “토크 계수 설정”입니다.

외부 기준 계측기(예: 교정용 토크 미터)로 측정한 값을 사용하여 센서 판독값과 실제 토크 사이의 비율 차이를 보정합니다. 프로그램이 선택한 센서의 “표시 토크”를 자동으로 읽고, 사용자가 기준 계측기로 측정한 “측정 토크값”을 입력하면 프로그램이 다음과 같이 계산합니다.

토크 계수 = 측정 토크값 ÷ 표시 토크

저장한 후 작업 중의 토크 = 센서 판독값 × 토크 계수이며, 작업 설정에서 토크 증배기를 켜면 토크비도 곱해집니다(12.5절 참조).

이 페이지를 보려면 "보기 · 작업 설정" 권한이 필요하며(세 템플릿 모두 기본적으로 있음), 변경하고 저장하려면 "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한이 필요합니다(템플릿 A와 B에는 기본적으로 있고, 템플릿 C에는 없음). 편집 권한이 없어도 저장된 설정을 불러와 볼 수는 있지만, 각 필드와 "설정 추가", "설정 저장"은 회색으로 비활성화됩니다.

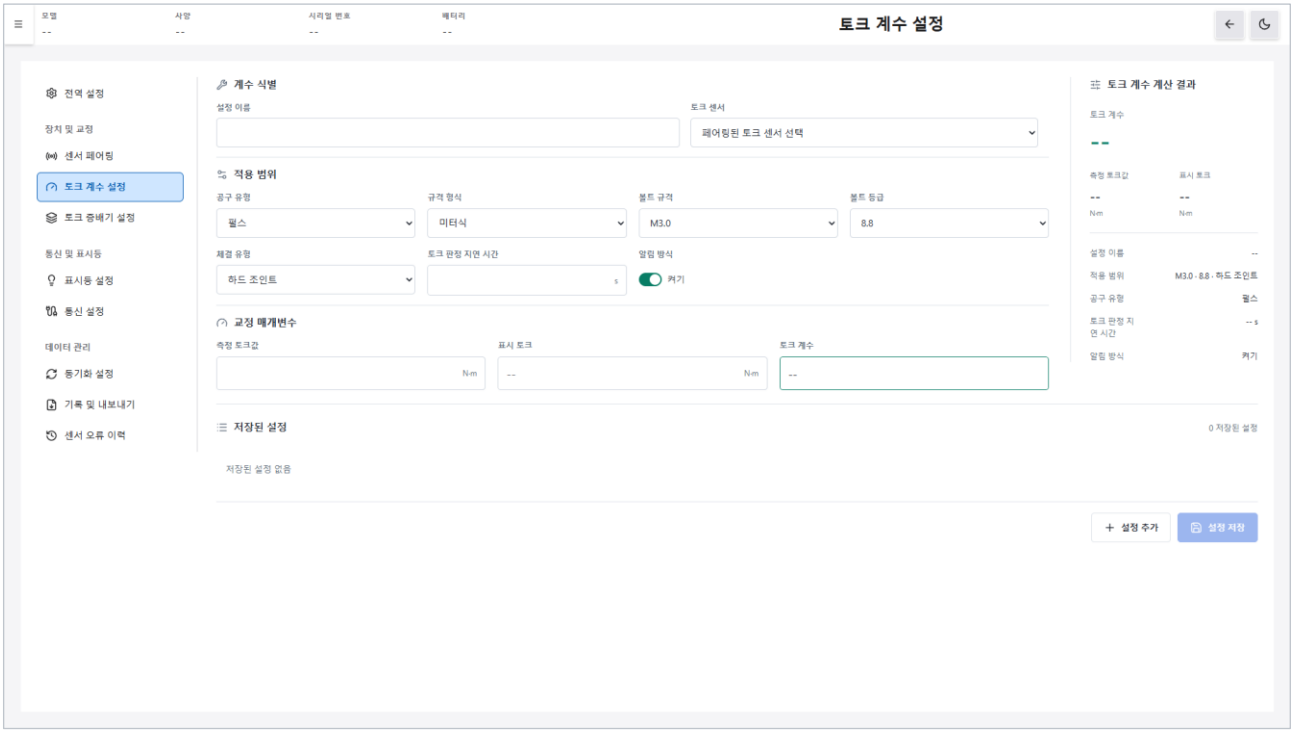


그림 12-8 토크 계수 설정 화면

그림 12-8은 센서를 선택하지 않았고 저장된 설정이 없는 상태입니다. "표시 토크"와 "토크 계수"에 "--"가 표시되고, "저장된 설정"에 "0 저장된 설정"과 "저장된 설정 없음"이 표시되며, "설정 저장"은 회색으로 비활성화되어 있습니다.

12.4.1 화면 설명

영역/버튼	설명
위쪽의 "모델", "사양", "시리얼 번호", "배터리"	"토크 센서"에서 선택한 센서의 데이터. 선택하지 않았으면 "--".
"계수 식별"	"설정 이름"과 "토크 센서".

영역/버튼	설명
“적용 범위”	이 계수가 적용되는 상황을 기록합니다. “공구 유형”, “규격 형식”, “볼트 규격”, “볼트 등급”, “체결 유형”, “토크 판정 지연 시간”, “알림 방식”. 이 필드들은 참고용이며 작업 판정을 바꾸지 않습니다.
“교정 매개변수”	“측정 토크값”(입력), “표시 토크”(자동으로 읽음), “토크 계수”(자동으로 계산).
“토크 계수 계산 결과”(오른쪽)	현재 계산된 토크 계수를 큰 글씨로 표시하고 측정 토크값, 표시 토크, 설정 이름, 적용 범위를 나열하여, 저장하기 전에 확인할 수 있게 합니다.
“저장된 설정”	오른쪽 위에 “N 저장된 설정”이 표시됩니다. 표에는 설정 이름, 공구 유형, 볼트 규격, 체결 유형, 측정 토크값, 표시 토크, 토크 계수가 저장 시간의 최신순으로 나열되며, 현재 불러온 행은 강조 표시됩니다. 데이터가 없으면 “저장된 설정 없음”이 표시됩니다.
폴더 아이콘(불러오기)	해당 설정으로 양식을 채우고 다시 “표시 토크” 판독값을 기다립니다. 불러오기만으로는 적용되지 않습니다.
“설정 추가”	양식을 기본값으로 초기화합니다(“토크 센서” 선택은 유지). 이후 “설정 저장”을 클릭하면 새 항목이 추가됩니다. 저장하지 않은 변경 내용은 묻지 않고 지워집니다.
“설정 저장”	현재 “측정 토크값”과 클릭한 순간의 “표시 토크”로 계산하여 저장합니다. 양식에 불러온 기존 설정이 있으면 해당 항목을 덮어쓰고, “설정 추가” 후에는 새 항목을 추가합니다. “표시 토크”에 유효한 판독값이 없으면 회색으로 비활성화됩니다.
←(뒤로)	“전역 설정” 하위 페이지로 돌아갑니다. 저장하지 않은 변경 내용은 유지되지 않습니다.

이 페이지에는 저장된 설정을 삭제하는 기능이 없습니다.

12.4.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
설정 이름	이 계수를 식별합니다	필수. 앞뒤 공백은 제거됨. 기본값은 비어 있음
토크 센서	“표시 토크”를 읽을 센서를 지정합니다. 교정값을 읽는 데만 사용되며 계수와 함께 저장되지 않습니다	필수. 페어링된 센서. 기본값 “페어링된 토크 센서 선택”, 자동으로 선택되지 않음
공구 유형	적용 공구	“펄스”, “클러치”. 기본값 “펄스”
규격 형식	볼트 규격 체계	“미터식”, “인치식”. 기본값 “미터식”
볼트 규격	적용 볼트 크기	M1.6, M2.0, M3.0, M4.0. 기본값 M3.0
볼트 등급	볼트 강도 등급	4.6, 8.8, 10.9, 12.9. 기본값 8.8

필드	설명	범위 및 기본값
체결 유형	조인트 특성	"소프트 조인트", "하드 조인트". 기본값 "하드 조인트"
토크 판정 지연 시간	적용 범위로 기록하는 초	필수. 0.5~5.0초, 간격 0.1. 기본값은 비어 있음
알림 방식	적용 범위로 기록하는 알림 설정	"켜기", "끄기". 기본값 "켜기"
측정 토크값	외부 기준 계측기로 측정한 실제 토크(공식의 분자)	필수. N·m, 0 이상, 간격 0.01, 상한 없음. 전역 토크 단위에 따라 바뀌지 않음
표시 토크	같은 순간 선택한 센서의 실시간 판독값(공식의 분모). 토크 계수나 토크 증배기를 곱하지 않은 값이며, 직접 입력할 수 없습니다	N·m, 소수점 이하 2자리로 표시. 저장하려면 0보다 커야 함
토크 계수	측정 토크값 ÷ 표시 토크. 입력하는 대로 계산됩니다	0 이상, 상한 없음. 소수점 이하 4자리로 표시되며, 반올림하지 않은 전체 값이 저장됨. 계산할 수 없으면 "--"

12.4.3 계수가 작업에 적용되는 방식

- 작업에는 "계수가 0보다 큰 가장 최근에 저장된 설정"의 계수가 사용됩니다. 센서를 구분하지 않으며, "적용 범위"에 따라 선택하지도 않습니다.
- 계수를 한 번도 저장한 적이 없으면 작업은 계수 1, 즉 보정 없이 계산합니다.
- 계수가 0인 설정은 건너뛰고 그 이전의 0보다 큰 계수를 사용하며, 그런 계수가 없으면 1을 사용합니다. 계수를 끄는 방법으로 0을 사용하지 마십시오.
- 이전 설정을 불러온 후에는 실시간 판독값이 있는 동안 "설정 저장"을 다시 클릭해야 작업에 사용되는 계수가 됩니다. 저장할 때 그 순간의 표시 토크로 다시 계산됩니다.
- 새 계수는 이후 작업에만 영향을 주며, 완료된 기록은 다시 쓰지 않습니다.

12.4.4 작업 절차

시작하기 전에 수신기가 "연결됨" 상태이고, 교정할 센서가 현재 활성 센서이며(12.3절 참조), 작업을 중지시키는 센서 오류가 없는지 확인하십시오. 외부 기준 계측기는 센서와 동시에 하중을 받아 판독값을 표시할 수 있어야 합니다.

1. "토크 계수 설정"을 엽니다. 이전에 저장한 설정이 있으면 양식에 가장 최근에 저장한 설정이 먼저 불러와집니다.
2. 새 계수를 만들려면 "설정 추가"를 클릭하고, 기존 계수를 업데이트하려면 "저장된 설정"에서 해당 행의 폴더 아이콘을 클릭합니다.
3. "설정 이름"을 입력하고 "토크 센서"에서 교정할 센서를 선택합니다. 위쪽 표시줄에 모델, 사양, 시리얼 번호가 표시됩니다.
4. "적용 범위"의 각 필드를 선택하고, "토크 판정 지연 시간"에 0.5~5.0 사이의 값을 입력합니다.
5. 센서와 기준 계측기에 동시에 토크를 가하고 유지합니다. "표시 토크"에 0보다 큰 판독값이 표시되고 "설정 저장"을 사용할 수 있게 됩니다.
6. "측정 토크값"에 기준 계측기의 판독값(N·m)을 입력합니다. "토크 계수"와 오른쪽의 "토크 계수 계산 결과"에 결과가 즉시 표시됩니다.
7. 토크를 계속 유지하여 "표시 토크"에 판독값이 있는 동안 "설정 저장"을 클릭합니다. 화면에 "토크 계수 설정을 저장했습니다."가 표시되고, 항목이 "저장된 설정" 맨 위에 현재 불러온 상태로 표시됩니다.
8. 작업 화면에서 측정하여 결과에 새 계수가 사용되는지 확인합니다(제5장~제9장 참조).

예시 기준 계측기의 측정값이 60.0 N·m이고, 같은 순간 "표시 토크"가 57.00 N·m입니다.
토크 계수 = 60.0 ÷ 57.0 ≈ 1.0526(화면에는 소수점 이하 4자리로 표시되며, 전체 값 1.052631…이 저장됨).
저장한 후 센서 판독값이 57.0 N·m이면 작업 토크 = 57.0 × 1.0526 ≈ 60.0 N·m로, 기준 계측기와 일치합니다.
같은 계수로 센서 판독값이 38.0 N·m이면 작업 토크 = 38.0 × 1.0526 ≈ 40.0 N·m입니다.

팁 저장에는 "설정 저장"을 클릭한 순간의 "표시 토크"가 사용됩니다. 입력하는 동안 토크가 바뀌면 표시 토크와 계수도 함께 바뀌므로, 클릭하기 전에 오른쪽의 "토크 계수 계산 결과"를 확인하십시오.

> **참고** "표시 토크"는 현재 활성 센서만 읽습니다. 센서를 선택하지 않았거나, 판독값이 0이거나, 3초 넘게 새 판독값이 없거나, 수신기 연결이 끊겼거나, 센서에 작업을 중지시키는 오류가 있으면 "표시 토크"가 "--"로 돌아가며 저장할 수 없습니다.

12.4.5 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"설정 저장"이 계속 회색으로 비활성화됨	편집 권한이 없거나, 아직 불러오는 중이거나, "표시 토크"가 "--"입니다. 권한을 확인하고, "센서 페어링"에서 수신기가 연결되어 있고 센서가 선택되어 있는지 확인한 후, 센서에 0보다 큰 토크를 가하십시오.
"토크 감지 지연은 0.5초에서 5.0초 사이여야 합니다."	초 값이 비어 있거나 범위를 벗어났습니다. 0.5~5.0 사이의 값을 입력하십시오.
"측정 토크는 0 이상이어야 합니다."	측정 토크값이 비어 있거나 음수입니다. 기준 계측기의 판독값을 입력하십시오.
"실시간 토크 모니터링을 사용할 수 없습니다."	저장을 클릭했을 때 센서가 선택되지 않았거나, 판독값이 3초 넘게 업데이트되지 않았거나, 센서 목록 읽기에 실패했습니다. 센서를 다시 선택하고 토크를 계속 가한 후 "설정 저장"을 클릭하십시오. 계속 실패하면 "센서 페어링"에서 연결을 확인하십시오.
"토크 계수는 0 이상이어야 합니다."	유효한 계수를 계산할 수 없습니다. "측정 토크값"과 "표시 토크"에 모두 값이 있는지 확인한 후 다시 시도하십시오.
"토크 계수 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: "설정 이름" 또는 다른 필수 필드가 비어 있음)	"설정 이름" 또는 다른 필수 항목이 비어 있습니다. 입력한 후 다시 저장하십시오.
"토크 계수 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 불러온 설정이 더 이상 존재하지 않음)	불러온 설정이 더 이상 존재하지 않습니다. "설정 추가"를 클릭하여 다시 만드십시오.
"토크 계수 설정을 저장하지 못했습니다."	그 밖의 저장 오류입니다. 나중에 다시 시도하십시오. 계속 실패하면 제16장에 따라 보고하십시오.
"토크 계수 설정을 불러오지 못했습니다."	저장된 목록을 읽지 못했습니다. 다른 하위 페이지로 전환했다가 돌아와서 다시 불러오십시오. "토크 계수 설정을 저장했습니다."도 표시되었다면 설정은 저장된 것이며, 목록만 업데이트되지 않은 것입니다.

12.5 토크 증배기

경로: 탐색 메뉴 → "시스템 설정" → 왼쪽의 "토크 증배기 설정". 위쪽의 페이지 제목은 "토크 증배기 파라미터 설정"입니다.

센서를 토크 증배기(토크 인텐시파이어)의 입력 측에 장착한 경우, 이 페이지에서 증배기 각 단의 "기어비"와 "토크비"를 설정합니다. 프로그램은 사용하는 단의 값을 곱하여 "총 토크 비율"과 "총 기어 비율"을 구하고, 다음과 같이 환산합니다.

- 출력 토크 = 센서 토크 × 총 토크 비율
- 출력 각도 = 센서 각도 ÷ 총 기어 비율

이 페이지에는 컴퓨터 전체에서 공유하는 설정 한 세트가 있습니다. 각 작업 설정에는 자체 "토크 멀티플라이어 활성화" 스위치가 있으며, 스위치가 "켜기"로 설정된 작업만 토크 증배기 비율을 적용합니다. 배치 작업은 단계마다 자체 토크 증배기 옵션이 있습니다(제9장 참조).

토크 렌치, 토크 & 각도, 토크 측정의 설정 화면에서는 모드 자체의 "토크비"도 입력할 수 있습니다(토크 & 각도와 토크 측정에는 "기어비"도 있음).

- 모드의 설정 화면에서 비율을 한 번도 입력하지 않았으면 해당 모드는 이 페이지의 총 토크 비율과 총 기어 비율을 사용합니다.
- 설정 화면에서 비율을 입력하고 저장하면 해당 모드는 자체 비율을 사용하며, 이후 이 페이지를 변경해도 그 모드에는 영향을 주지 않습니다. 해당 설정 화면에서 변경한 비율도 이 페이지나 다른 모드를 변경하지 않습니다(제5장~제7장 참조).

이 페이지를 보려면 "보기 · 작업 설정" 권한이 필요하며, 변경하고 저장하려면 "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한이 필요합니다(템플릿 A와 B에는 기본적으로 있고, 템플릿 C에는 없음). 편집 권한이 없으면 모든 필드와 "설정 저장"이 회색으로 비활성화됩니다.

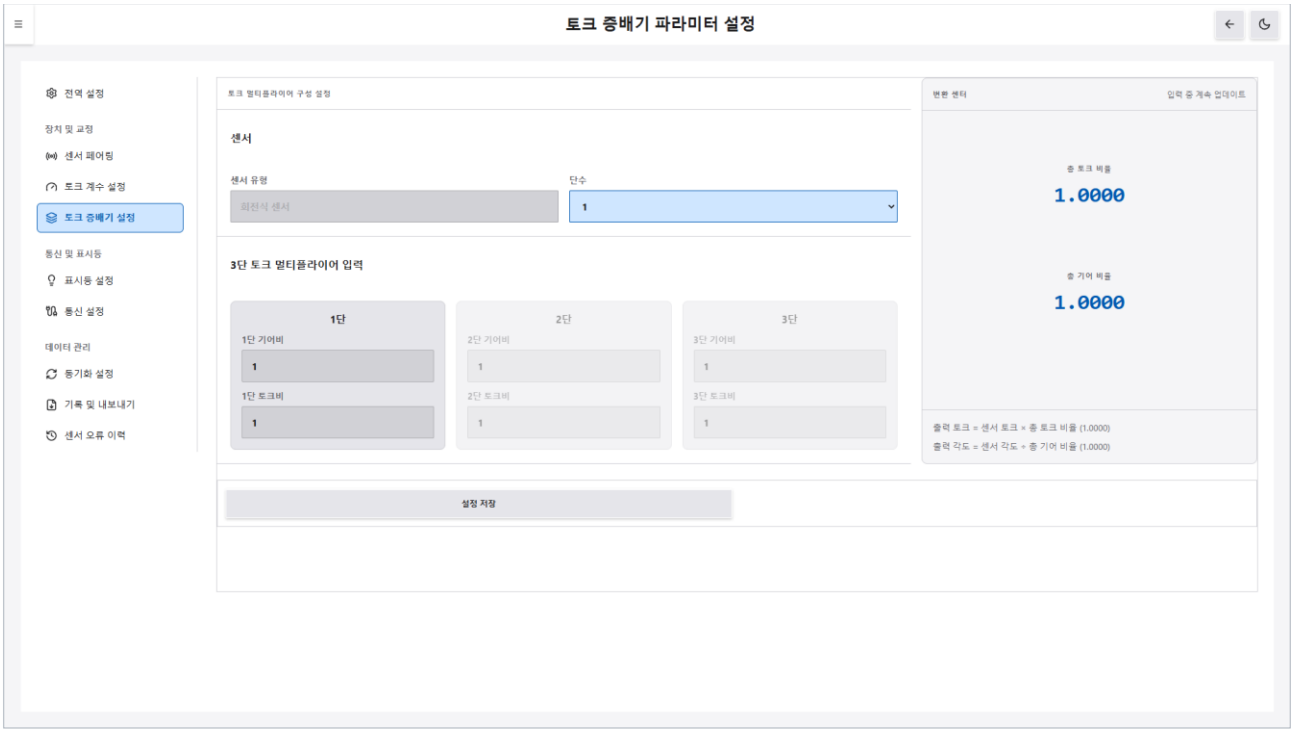


그림 12-9 토크 증배기 설정 화면

그림 12-9는 "단수"가 1이고 여섯 비율이 모두 1인 상태입니다. "총 토크 비율"과 "총 기어 비율"은 모두 1.0000이며, 2단과 3단 카드는 흐리게 표시됩니다.

12.5.1 화면 설명

영역/버튼	설명
"토크 멀티플라이어 구성 설정" → "센서"	"센서 유형"에는 항상 "회전식 센서"가 표시되고, "단수"에서 토크 증배기가 실제로 사용하는 단 수를 선택합니다.
"3단 토크 멀티플라이어 입력"	"1단", "2단", "3단"의 카드 세 개가 있으며, 각 카드에 "N단 기어비"와 "N단 토크비"가 있습니다. 단 수를 넘는 카드는 흐리게 표시되며 총 비율에 포함되지 않습니다.
"변환 센터"	"총 토크 비율"과 "총 기어 비율"을 큰 글씨로 표시하고 두 변환 공식을 보여 줍니다. 오른쪽 위의 "입력 중 계속 업데이트"는 입력하는 대로 값이 업데이트된다는 뜻입니다.
"설정 저장"	여섯 비율을 확인한 후 토크 증배기 설정을 저장하고 활성화합니다. 성공하면 "토크 멀티플라이어 설정을 로컬에 저장했습니다."가 표시됩니다.
↻(새로 고침)	불러오기에 실패한 경우에만 나타나며, 설정을 다시 읽습니다.
←(뒤로)	"전역 설정" 하위 페이지로 돌아갑니다. 저장하지 않은 변경 내용은 유지되지 않습니다.

12.5.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
센서 유형	이 설정이 적용되는 센서 범주	항상 "회전식 센서". 변경할 수 없음
단수	토크 증배기가 실제로 사용하는 단 수. 처음 N개 단의 비율만 곱합니다	1, 2, 3. 기본값 1
1/2/3단 기어비	해당 단의 감속 기어비. 처음 N개 단의 곱 = 총 기어 비율이며, 각도 환산에 사용합니다	0보다 큼, 간격 0.0001. 기본값 1. 사용하지 않는 단을 포함하여 세 단 모두 값이 있어야 함
1/2/3단 토크비	해당 단의 토크 증폭 배수. 처음 N개 단의 곱 = 총 토크 비율이며, 토크 환산에 사용합니다	0보다 큼, 간격 0.0001. 기본값 1. 사용하지 않는 단을 포함하여 세 단 모두 값이 있어야 함
총 토크 비율	자동으로 계산됨	소수점 이하 4자리로 표시
총 기어 비율	자동으로 계산됨	소수점 이하 4자리로 표시

12.5.3 토크비와 기어비의 의미

- **토크비**: 증배기 출력 측(볼트 측)의 토크가 입력 토크의 몇 배인지를 나타냅니다. 토크비가 3이면 100 N·m를 입력할 때 300 N·m가 출력됩니다.
- **기어비**: 출력 측이 1도 회전하려면 입력 측이 몇 도 회전해야 하는지를 나타냅니다. 기어비가 3이면 입력 측이 90° 회전할 때 출력 측은 30° 회전합니다.
- 센서는 입력 측을 측정합니다. 프로그램은 센서 토크에 총 토크 비율을 곱하고 각도를 총 기어 비율로 나누어 볼트에서의 토크와 각도를 구하며, 작업 화면, 판정, 기록은 모두 환산된 값을 사용합니다.
- 토크 계수도 사용하는 경우 작업 토크 = 센서 판독값 × 토크 계수 × 총 토크 비율입니다(토크 계수는 12.4절 참조).

예시 정격 토크비 3, 기어비 3인 단일 단 토크 증배기

"단수"를 1, "1단 토크비"를 3, "1단 기어비"를 3으로 설정하고, "2단"과 "3단"은 1로 둡니다. "변환 센터"에 "총 토크 비율" 3.0000, "총 기어 비율" 3.0000이 표시됩니다.

토크 렌치 설정에서 "토크 멀티플라이어 활성화"를 "켜기"로 전환하고, "토크비"에 3이 표시되는지 확인한 후 저장합니다.

센서가 100 N·m를 측정하면 볼트 토크 = 100 × 3 = 300 N·m이고, 센서가 90° 회전하면 볼트 각도 = 90 ÷ 3 = 30°입니다.

예시 두 단을 직렬로 연결하고 1단 토크비 3.5, 2단 토크비 4이며, "단수"에서 2를 선택합니다.

총 토크 비율 = 3.5 × 4 = 14.0000. 센서가 50 N·m를 측정하면 볼트 토크 = 50 × 14 = 700 N·m입니다.

예시 토크 계수 1.0526(12.4절 참조)과 총 토크 비율 3을 함께 사용하는 경우

센서 판독값이 57.0 N·m이면 작업 토크 = 57.0 × 1.0526 × 3 ≈ 180.0 N·m입니다.

12.5.4 작업 절차

시작하기 전에 토크 증배기 제조업체의 사양서나 교정 보고서에서 각 단의 기어비와 토크비를 확인해 두십시오.

1. "토크 증배기 설정"을 엽니다. 그림 12-9의 화면이 나타나며, 필드에 현재 저장된 값이 표시됩니다.
2. "단수"에서 토크 증배기의 단 수를 선택합니다. 단 수를 넘는 카드는 흐리게 표시됩니다.
3. 각 단 카드에서 "기어비"와 "토크비"를 입력합니다. 사용하지 않는 단은 0보다 큰 값(예: 1)으로 유지합니다.
4. "변환 센터"의 "총 토크 비율", "총 기어 비율"과 공식을 확인합니다.
5. "설정 저장"을 클릭합니다. 화면에 "토크 멀티플라이어 설정을 로컬에 저장했습니다."가 표시됩니다.
6. 토크 증배기가 필요한 각 작업 설정 페이지로 이동하여 "토크 멀티플라이어 활성화"를 "켜기"로 전환하고 저장합니다(제5장~제9장 참조). 토크 렌치, 토크 & 각도, 토크 측정의 설정 화면에는 이 페이지의 비율이 표시됩니다. 해당 모드에 자체 비율을 입력한 적이 있으면 자체 비율이 표시되고 사용됩니다.

참고 새로 설치한 후에는 토크 증배기 설정이 아직 활성화되어 있지 않습니다. 이 페이지에서 "설정 저장"을 한 번 클릭하기 전까지는 작업 설정에서 "토크 멀티플라이어 활성화"를 켜도 토크비가 1로 계산됩니다. 이 페이지에는 비활성화 옵션이 없으므로, 토크 증배기를 사용하지 않으면 작업 설정의 "토크 멀티플라이어 활성화"를 "끄기"로 유지하십시오.

> **참고** 저장한 후에는 "토크 멀티플라이어 활성화"가 "켜기"이고 자체 비율이 없는 작업이 즉시 새 비율로 토크와 판정을 계산합니다. 설정 화면에서 자체 비율을 입력한 토크 렌치, 토크 & 각도, 토크 측정은 영향을 받지 않습니다. 그 모드에서 새 비율을 사용하려면 해당 설정 화면에서 "토크비"와 "기어비"를 변경하십시오. 비율이 잘못되면 판정도 잘못되므로, 저장하기 전에 "변환 센터"를 다시 확인하십시오.

12.5.5 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"토크 비율은 0보다 큰 유한값이어야 합니다."	어떤 단(사용하지 않는 단 포함)의 토크비가 비어 있거나, 0이거나, 음수입니다. 0보다 큰 값으로 변경하십시오. 사용하지 않는 단에는 1을 입력하십시오.
"기어 비율은 0보다 큰 유한값이어야 합니다."	어떤 단의 기어비가 비어 있거나, 0이거나, 음수입니다. 해결 방법은 위와 같습니다.
"토크 멀티플라이어 설정을 불러오지 못했습니다."	설정을 읽지 못했으며, 필드가 회색으로 비활성화된 상태로 유지됩니다. "↻"를 클릭하여 새로 고치십시오. 계속 실패하면 다른 하위 페이지로 전환했다가 돌아오십시오.
"토크 멀티플라이어 설정을 저장하지 못했습니다."	그 밖의 저장 오류입니다. 나중에 다시 시도하십시오. 계속 실패하면 제16장에 따라 보고하십시오.

12.6 표시등

경로: 탐색 메뉴 → "시스템 설정" → 왼쪽의 "표시등 설정".

외부 삼색 표시등(빨간색, 노란색, 녹색 램프와 부저로 구성되며, USB 직렬 포트로 연결하고 Modbus RTU로 제어)이 사용할 COM 포트를 설정하고, 램프를 수동으로 테스트할 수 있습니다. 저장한 후에는 작업 화면에 OK/NOK 등의 판정이 표시될 때 램프가 자동으로 켜집니다.

이 페이지를 열려면 "보기 · 시스템 설정" 권한이 필요합니다. COM 포트 선택, "통신 포트 재구성", "연결", 각 테스트 버튼, "설정 저장"에는 "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한과 "편집 · 통신 및 레이아웃" 권한이 모두 필요합니다(템플릿 A와 B에는 기본적으로 둘 다 있고, 템플릿 C에는 기본적으로 둘 다 없음). 이 권한이 없으면 이 페이지는 보기 전용이며, COM 포트를 자동으로 검색하지 않습니다.

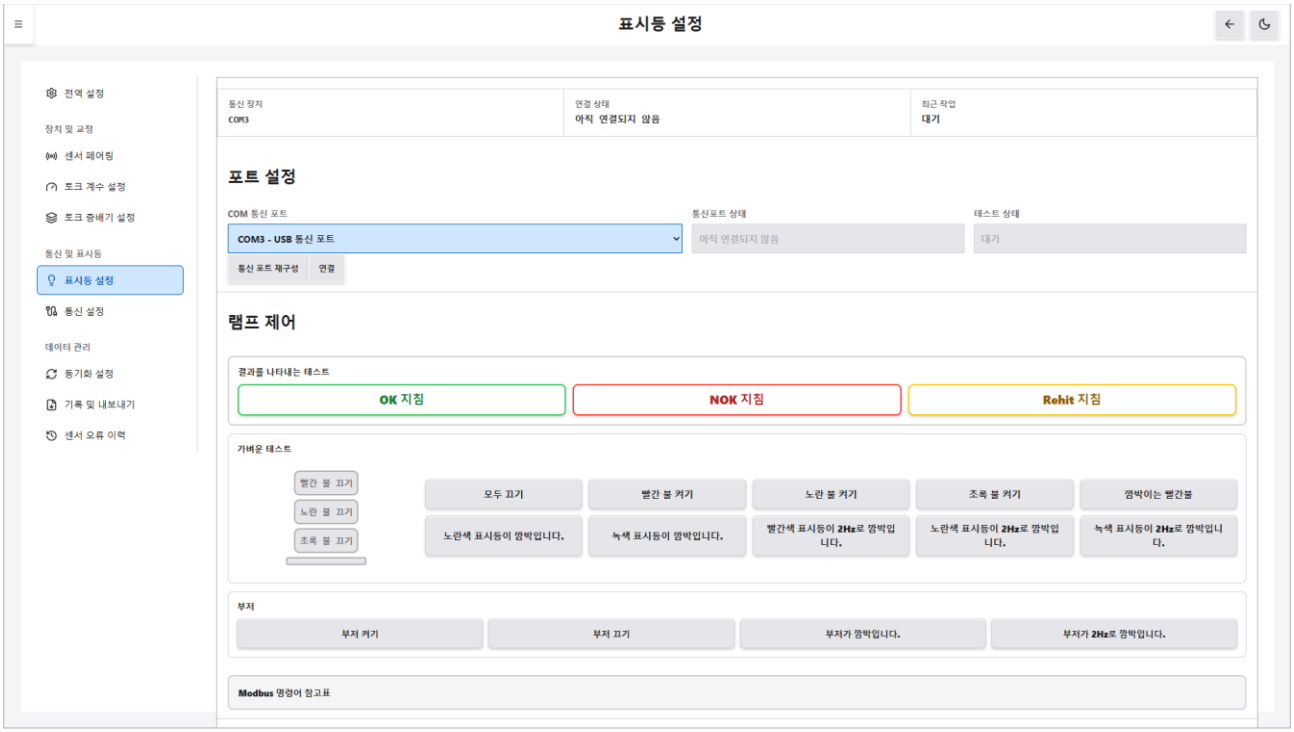


그림 12-10 표시등 설정 화면

그림 12-10은 포트가 COM3으로 설정되어 있지만 컴퓨터에서 해당 포트를 찾을 수 없는 상태입니다. "연결 상태"와 "통신포트 상태"에 모두 "아직 연결되지 않음"이 표시되고, "최근 작업"과 "테스트 상태"에는 "대기"가 표시되며, 램프 타워의 세 램프에는 "빨간 불 끄기", "노란 불 끄기", "초록 불 끄기"가 표시됩니다. 새로 설치한 후에는 아직 포트가 선택되어 있지 않습니다. "통신 장치"에 "아직 선택되지 않음"이 표시되고 "COM 통신 포트" 메뉴도 "아직 선택되지 않음"에 머물러 있으므로, 사용자의 컨트롤러 포트를 선택해야 합니다.

12.6.1 화면 설명

영역/버튼	설명
위쪽의 요약	"통신 장치"(현재 선택한 COM 포트. 선택하지 않았으면 "아직 선택되지 않음"), "연결 상태"("연결됨" 또는 "아직 연결되지 않음"), "최근 작업".
"포트 설정"	"COM 통신 포트" 메뉴(옵션 형식 "COMx - USB 통신 포트"), "통신포트 상태"("연결됨: COMx" 또는 "아직 연결되지 않음"), "테스트 상태"(가장 최근 작업).
"통신 포트 재구성"	COM 포트를 다시 검색하고 결과를 "조작 로그"에 기록합니다. 필요한 권한이 있으면 이 페이지는 2초마다 자동으로도 검색합니다.
"연결"	선택한 COM 포트가 이 컴퓨터에 있는지 확인하며, 있으면 상태가 "연결됨"으로 바뀝니다. 명령은 보내지 않습니다. COM 포트를 선택하지 않은 동안에는 회색으로 비활성화됩니다.

영역/버튼	설명
“결과를 나타내는 테스트”	“OK 지침”, “NOK 지침”, “Rehit 지침”: 해당 결과의 램프 조합을 보냅니다. “Rehit 지침”은 호환성을 위해 유지되는 램프 신호입니다. 작업 모드의 새 측정은 OK 또는 NOK로만 판정되며, 이 버튼을 클릭해도 측정에서 Rehit가 발생하지 않습니다.
“가벼운 테스트”	왼쪽의 램프 타워 아이콘은 이 페이지에서 보낸 빨간색, 노란색, 녹색 램프의 켜기/끄기 명령을 기록하며(예: “빨간 불 끄기”, “빨간불 켜짐”), 실제 램프 상태를 읽지는 않습니다. 오른쪽에는 “모두 끄기”, “빨간 불 켜기”, “노란 불 켜기”, “초록 불 켜기”와 각 램프의 깜박임 및 2Hz 깜박임 버튼(예: “녹색 표시등이 깜박입니다.”, “녹색 표시등이 2Hz로 깜박입니다.”)이 있습니다. “빨간 불 켜기”를 클릭하여 켜기 명령이 전송되면 버튼 텍스트가 “빨간 불 끄기”로 바뀝니다. 다시 클릭하면 끄기 명령이 전송되고 텍스트가 “빨간 불 켜기”로 돌아갑니다. “노란 불 켜기”와 “초록 불 켜기”도 같은 방식으로 동작하며, “모두 끄기”를 클릭하면 세 버튼이 모두 “... 켜기”로 돌아갑니다.
“부저”	“부저 켜기”, “부저 끄기”, “부저가 깜박입니다.”, “부저가 2Hz로 깜박입니다.”
“Modbus 명령어 참고표”	클릭하여 펼칩니다. 각 명령의 이름, 코드, Modbus 프레임을 나열합니다.
“파라미터 개요”	클릭하여 펼칩니다. 고정된 통신 파라미터를 표시합니다.
“조작 로그”	클릭하여 펼칩니다. “지난 20개의 표시등 통신 이벤트”가 Windows 지역 형식의 시간과 함께 표시되며, “로그 지우기”는 화면만 지웁니다. 이 페이지의 모든 오류는 여기에 기록되며, 별도의 창은 나타나지 않습니다.
“설정 저장”	현재 선택한 COM 포트를 작업 화면의 자동 점등용으로 저장합니다. COM 포트를 선택하지 않은 동안에는 회색으로 비활성화됩니다.
↻(새로 고침)	설정 불러오기에 실패한 경우에만 나타나며, 설정을 다시 읽습니다.
←(뒤로)	“전역 설정” 하위 페이지로 돌아갑니다. 저장하지 않은 COM 포트 선택은 유지되지 않습니다.

12.6.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
COM 통신 포트	표시등 컨트롤러의 직렬 포트. "설정 저장"을 클릭한 후에야 작업 화면에서 사용됩니다.	이 컴퓨터에 있는 COM 포트. 새로 설치한 후에는 비어 있으며 "아직 선택되지 않음"으로 표시됨
연결 상태/통신포트 상태	선택한 COM 포트가 이 컴퓨터에 있는지 여부. Windows가 이 포트를 인식한다는 뜻일 뿐, 컨트롤러가 응답한다는 뜻은 아닙니다.	"연결됨", "연결됨: COMx" 또는 "아직 연결되지 않음"
최근 작업/테스트 상태	이 페이지에서 가장 최근에 클릭한 작업	기본값 "대기"
장치 ID, 보드레이트, 데이터 비트, 정지 비트, 패리티	고정된 통신 파라미터. 컨트롤러도 같은 값으로 설정해야 합니다	0x01, 9600, 8, 1, 짝수 패리티. 변경할 수 없음

12.6.3 OK/NOK 및 램프 신호

작업 화면(토크 렌치, 토크 & 각도, 토크 측정, 전동 공구, 배치 작업, 능력 지수 검사)의 판정이 바뀌면 프로그램은 아래 표에 따라 저장된 COM 포트로 명령을 보냅니다. 같은 판정은 연속으로 두 번 보내지 않습니다.

판정	보내는 명령(순서대로)	이후
OK	녹색 표시등 2Hz 깜박임	다음에 판정이 바뀔 때까지 유지
NOK	빨간불 + 부저 2Hz	2초 후 "부저 끄기"를 보냄
재체결(반복 체결)	모두 끄기 → 노란색 표시등 2Hz 깜박임 → 부저 2Hz 깜박임	2초 후 "부저 끄기"를 보냄
대기 중(아직 판정되지 않음)	모두 끄기	—

모든 명령을 보내기 전에 판정이 다시 바뀌면 아직 보내지 않은 명령은 건너뛰므로, 오래된 램프 신호는 전송되지 않습니다. NOK 명령을 보내는 중에 화면이 이미 "대기 중"으로 돌아갔으면 프로그램은 해당 명령을 모두 보낸 후 "모두 끄기"를 보냅니다. 2초 후의 "부저 끄기"는 판정이 바뀌지 않은 경우에만 보냅니다.

Rehit는 호환성을 위해 유지되는 램프 신호입니다. 작업 모드의 새 측정은 OK 또는 NOK로만 판정되므로 Rehit는 발생하지 않습니다.

센서 오류가 발생할 때도 램프가 사용됩니다. 작업을 중지시키는 오류는 "빨간불 + 부저 2Hz"를 보내고, 경고(예: 배터리 부족)는 "모두 끄기" → "노란색 표시등이 2Hz로 깜박입니다." → "부저가 2Hz로 깜박입니다."를 보내며, 2초 후 "모두 끄기"를 보냅니다. 이 명령은 현재 로그인한 계정으로 전송되며, 계정에 "편집 · 통신 및 레이아웃" 권한이 필요합니다. 오류 유형은 12.7절을 참조하십시오.

> **참고** 판정에 따른 자동 점등에는 "실행 · 작업" 권한만 필요하며, 세 템플릿 모두 기본적으로 이 권한이 있습니다. 템플릿 C의 작업자에게 추가 권한은 필요 없습니다. 아직 COM 포트를 저장하지 않았으면 작업 판정 시 램프가 켜지지 않으며, 화면에 경고도 표시되지 않습니다.

12.6.4 작업 절차

1. 표시등 컨트롤러를 USB로 컴퓨터에 연결하고, Windows "장치 관리자"의 "포트(COM & LPT)"에서 COM 포트 번호를 확인합니다. 실제 이름은 Windows 버전에 따라 약간 다를 수 있습니다.
2. "표시등 설정"을 엽니다. 프로그램이 자동으로 검색하여 현재 설정된 COM 포트의 상태를 표시합니다.
3. "COM 통신 포트"에서 컨트롤러의 COM 포트를 선택합니다. 찾을 수 없으면 "통신 포트 재구성"을 클릭하고, "조작 로그"를 펼쳐 "선택사항 COM 감지됨: …"을 확인합니다.
4. "연결"을 클릭합니다. "연결 상태"가 "연결됨"으로, "통신포트 상태"가 "연결됨: COMx"로 바뀝니다.
5. "모두 끄기"를 클릭한 후 "OK 지침"을 클릭하고, 녹색 램프가 2Hz 속도로 깜박이는지 눈으로 확인합니다. "조작 로그"에 "전송된 표시 명령: …"이 표시됩니다.
6. "모두 끄기"를 클릭한 후 "NOK 지침"을 클릭하고, 빨간색 램프가 깜박이고 부저가 2Hz 속도로 울리는지 확인합니다. "모두 끄기"를 클릭하여 멈춥니다.
7. "모두 끄기"를 클릭한 후 "Rehit 지침"을 클릭하고, 노란색 램프가 깜박이고 부저가 2Hz 속도로 울리는지 확인합니다. "모두 끄기"를 클릭하여 멈춥니다.
8. "설정 저장"을 클릭합니다. "조작 로그"에 "표시기 설정이 저장되었습니다: COMx"가 표시됩니다.
9. 작업 화면에서 한 번 측정하여 표시등이 위의 OK/NOK 표대로 동작하는지 확인합니다(제5장~제10장 참조).

예시 컨트롤러가 "장치 관리자"에 COM6으로 표시되는 경우
"COM 통신 포트"에서 "COM6 - USB 통신 포트"를 선택하고 "연결"을 클릭하면 상태에 "연결됨: COM6"이 표시됩니다.
"OK 지침"을 클릭하면 녹색 램프가 2Hz 속도로 깜박입니다. "모두 끄기"를 클릭하여 끕니다. "설정 저장"을 클릭하면 로그에 "표시기 설정이 저장되었습니다: COM6"이 표시됩니다.
이후 토크 렌치가 OK로 판정하면 녹색 램프가 2Hz 속도로 깜박이고, NOK로 판정하면 빨간색 램프와 부저가 2Hz 속도로 동작하며, 2초 후 프로그램이 "부저 끄기"를 보냅니다.

팁 이 페이지의 테스트 버튼은 부저를 자동으로 끄지 않습니다. NOK, Rehit 또는 "부저 켜기"를 테스트한 후에는 "부저 끄기" 또는 "모두 끄기"를 클릭하십시오. 램프 타워 아이콘은 이 페이지에서 보낸 켜기/끄기 명령만 기록하므로, 실제 램프는 눈으로 확인하십시오.

12.6.5 오류 메시지

이 페이지의 오류는 "조작 로그"에 기록되므로, 펼쳐서 확인하십시오.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"저장된 조명 포트 COMx이(가) 아직 연결되지 않았습니다."	자동 검색에서 저장된 COM 포트를 찾을 수 없습니다. 컨트롤러가 연결되어 있는지 확인하고, 올바른 포트를 선택한 후 "설정 저장"을 클릭하십시오.
"표시기 포트를 찾을 수 없습니다: COMx"	"연결"을 클릭할 때 선택한 포트가 존재하지 않습니다. "통신 포트 재구성"을 클릭하고 다시 선택하십시오.
"사용 가능한 포트 COM 가 감지되지 않았습니다."	컴퓨터에 COM 포트가 없습니다. USB 연결과 컨트롤러 드라이버를 확인하십시오.
"아직 연결되지 않았으며 표시등 명령이 전송되지 않았습니다. ..."	상태가 "아직 연결되지 않음"일 때 테스트 버튼을 클릭했습니다. 먼저 "연결됨"이 표시될 때까지 "연결"을 클릭하십시오.
"표시등 명령 전송 실패: ..., 指示燈控制失敗，請檢查 COM 通訊埠與控制器連線。"(쉼표 뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 표시등 제어에 실패했으므로 COM 포트와 컨트롤러 연결을 확인하십시오)	COM 포트를 열거나 쓸 수 없습니다. 예를 들어 다른 프로그램이 포트를 점유하고 있을 수 있습니다. 포트를 점유한 프로그램을 닫고 배선을 확인한 후 다시 시도하십시오.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“표시등 명령 전송 실패: …, 找不到指示燈通訊埠 COMx，請確認裝置已連接。”(쉼표 뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 표시등 포트 COMx을(를) 찾을 수 없으므로 장치가 연결되어 있는지 확인하십시오)	보내는 순간 포트가 사라졌습니다. 컨트롤러를 뽑았다가 다시 꽂은 후 “통신 포트 재구성”을 클릭하십시오.
“표시등 명령 전송 실패: …, 이 작업을 수행할 권한이 없습니다.”	계정에 “편집 · 통신 및 레이아웃” 권한이 없습니다. 관리자에게 이 권한을 켜 달라고 요청하십시오(제15장 참조).
“표시기 COM 스캔 실패: …”, “표시기 연결 확인 실패: …”	COM 포트 목록을 읽지 못했습니다. 잠시 후 “통신 포트 재구성”을 다시 클릭하십시오.
“표시등 설정을 로드하지 못했습니다: …”	설정을 읽지 못했으며, “설정 저장”이 회색으로 비활성화된 상태로 유지됩니다. 아래쪽의 “↻”를 클릭하여 새로 고치십시오.
“표시기 설정 저장 실패: …”	설정을 쓰지 못했습니다. 권한이 부족한 경우도 포함됩니다. 권한을 확인하고 다시 시도하십시오.

12.7 센서 오류 이력

경로: 탐색 메뉴 → “시스템 설정” → 왼쪽의 “센서 오류 이력”.

토크 과부하, 영점 드리프트, 하드웨어 손상 등 센서가 보고한 오류를 발생 시간, 작업 중지 여부, 해제 시간과 함께 확인합니다. 품질 관리 및 유지보수 담당자가 공구 상태를 추적하는 데 사용합니다. 이 페이지는 보기 전용이며, 이벤트를 변경하거나 삭제할 수 없습니다.

“보기 · 시스템 설정” 권한이 필요합니다(세 템플릿 모두 기본적으로 있음). 이 페이지에는 편집 권한이 필요한 버튼이 없습니다.

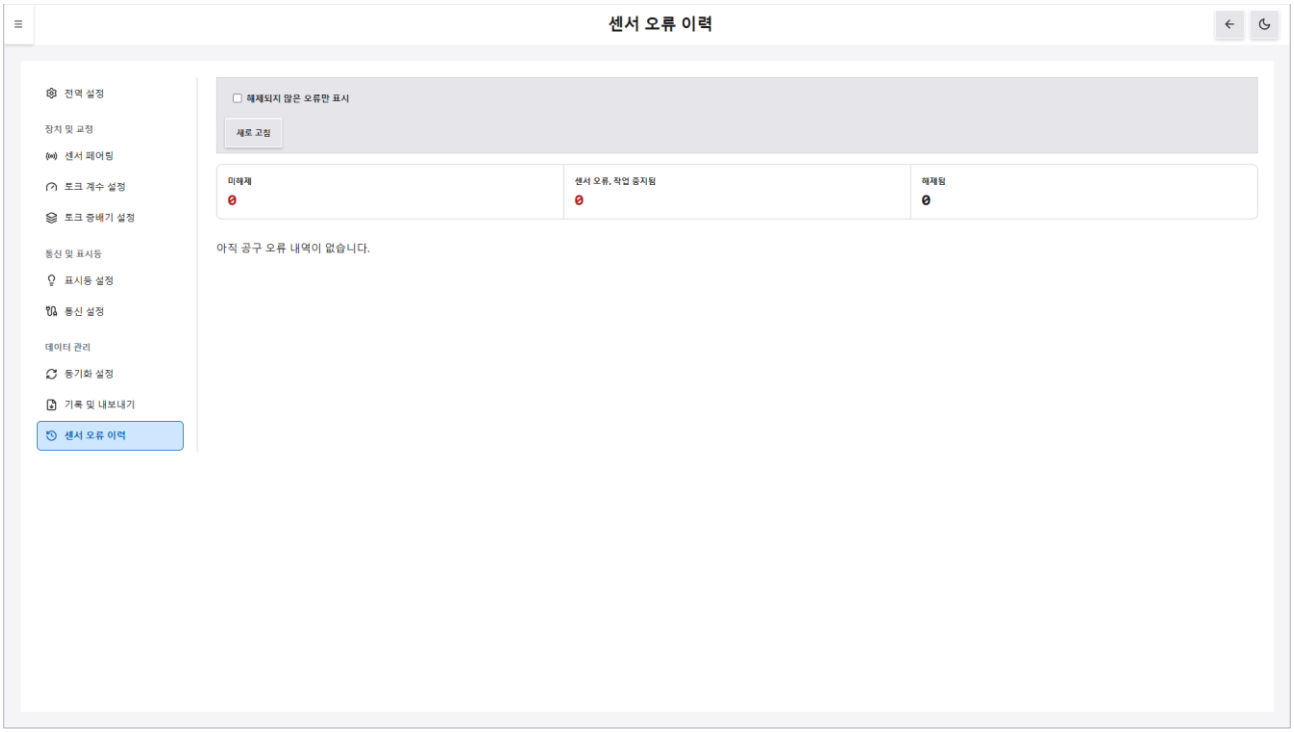


그림 12-11 센서 오류 이력: 이벤트 없음

그림 12-11은 오류 이벤트가 없는 상태입니다. 세 통계가 모두 0이고, 아래에 "아직 공구 오류 내역이 없습니다."가 표시됩니다.

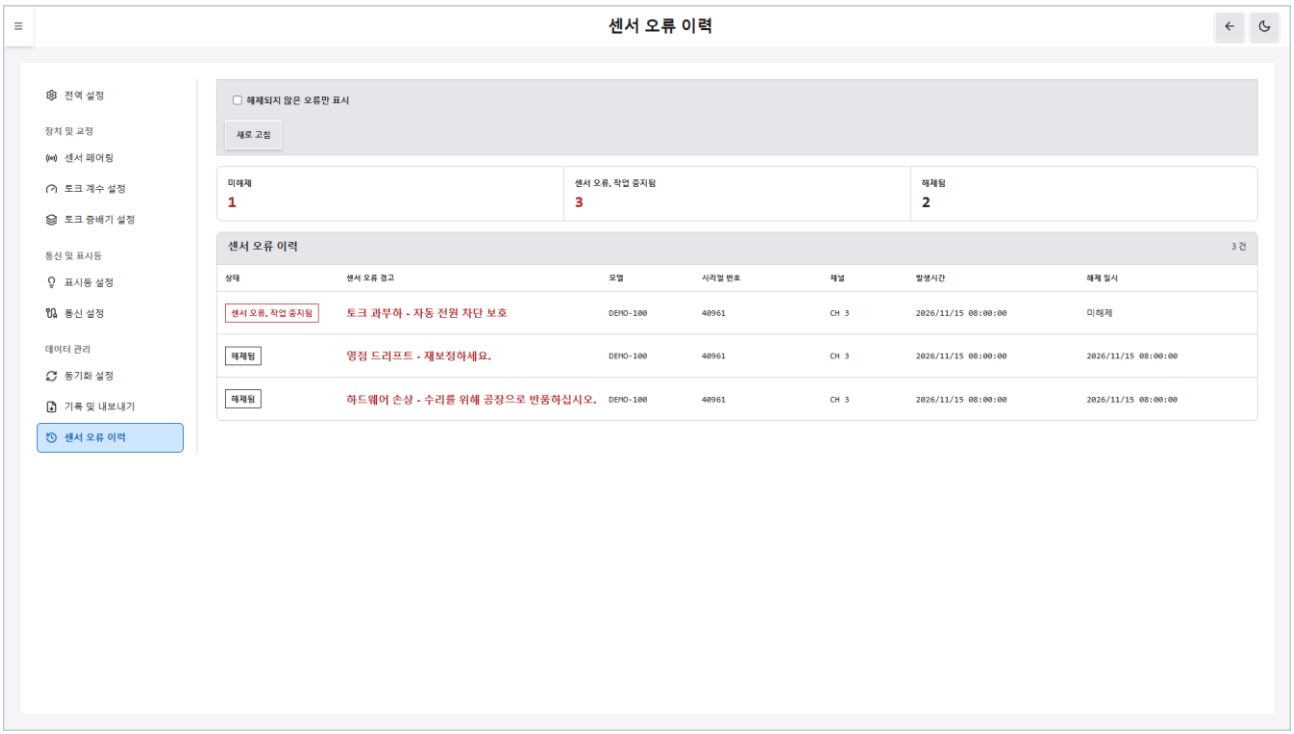


그림 12-12 센서 오류 이력: 오류 이벤트 있음

그림 12-12는 이벤트가 3건 있는 상태입니다. "미해제" 1, "센서 오류, 작업 중지됨" 3, "해제됨" 2이며, "센서 오류 이력" 표의 오른쪽 위에 "3 건"이 표시되고, 해제되지 않은 이벤트는 "해제 일시" 열에 "미해제"가 표시됩니다.

12.7.1 화면 설명

영역/버튼	설명
"해제되지 않은 오류만 표시"	선택하면 해제되지 않은 이벤트만 나열되며, 목록이 1페이지로 돌아갑니다. 기본적으로 선택되어 있지 않습니다.
"새로 고침"	이벤트를 다시 읽습니다. 이 페이지는 자동으로 업데이트되지 않으므로, 최신 이벤트를 보려면 이 버튼을 클릭하십시오.
통계 행	"미해제", "센서 오류, 작업 중지됨", "해제됨"의 세 숫자. 읽는 중이거나 읽기에 실패하면 "--"가 표시됩니다.
"센서 오류 이력" 표	오른쪽 위에 "N 건"이 표시됩니다. 발생 시간의 최신순으로 정렬되며, 페이지당 최대 100건입니다. 읽는 동안에는 "프로세스 중 도구 오류를 읽는 중..."이 표시되고, 이벤트가 없으면 "아직 공구 오류 내역이 없습니다."가 표시됩니다.
"‹", "›" 및 페이지 번호	이벤트가 100건을 초과하면 나타나며, 이전 또는 다음 페이지로 전환합니다.
←(뒤로)	"전역 설정" 하위 페이지로 돌아갑니다.

12.7.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
미해제(통계)	현재 페이지에서 해제되지 않은 이벤트 수	현재 페이지만 계산(최대 100건)
센서 오류, 작업 중지됨(통계)	현재 페이지에서 "작업 중지" 유형인 이벤트 수(해제된 이벤트 포함)	현재 페이지만 계산
해제됨(통계)	현재 페이지에서 해제된 이벤트 수	현재 페이지만 계산
상태	이벤트의 현재 상태	해제됨: "해제됨". 해제되지 않았고 작업을 중지시킴: "센서 오류, 작업 중지됨". 해제되지 않았고 작업을 중지시키지 않음: "미해제"
센서 오류 경고	오류 내용. 작업을 중지시키는 오류는 빨간색으로 표시됩니다	아래 오류 메시지 표 참조

필드	설명	범위 및 기본값
모델, 시리얼 번호	오류가 발생했을 때 센서의 모델과 일련번호	데이터가 없으면 "--"
채널	오류가 발생했을 때 센서의 RF 채널	"CH N" 형식
발생시간	센서가 오류를 보고한 시간	Windows 지역 형식으로 표시되며, 인터페이스 언어와 무관
해제 일시	오류가 해제된 시간	해제되지 않았으면 "미해제"

12.7.3 오류 메시지 참조

오류 메시지	의미	조치
"토크 과부하 - 자동 전원 차단 보호"	가한 토크가 센서 용량을 초과하여, 센서가 보호를 위해 자동으로 전원을 차단했습니다. 작업이 중지되며, 이벤트가 이 페이지에 기록됩니다.	즉시 토크를 가하는 것을 멈추고 센서 사용을 중지하십시오. 목표 토크가 센서 사양 범위 안에 있는지 확인하고, 다시 사용하기 전에 센서를 교정 또는 수리에 보내십시오.
"영점 드리프트 - 재보정하세요."	센서의 영점이 드리프트하여 재보정이 필요합니다. 작업이 중지되며, 이벤트가 이 페이지에 기록됩니다.	센서 사용을 중지하고, 센서 설명서에 따라 재보정하거나 교정을 의뢰하십시오.
"하드웨어 손상 - 수리를 위해 공장으로 반품하십시오."	센서 내부의 스트레인 게이지, 자이로스코프 또는 가속도계가 손상되었습니다(세 경우 모두 같은 메시지가 표시됨). 작업이 중지되며, 이벤트가 이 페이지에 기록됩니다.	센서 사용을 중지하고 공장에 수리를 의뢰하십시오.
"5,000사이클 사용 - 검증 후 사용 권장"	센서를 5,000사이클 사용했다는 경고입니다. 작업은 중지되지 않지만, 이벤트가 이 페이지에 기록됩니다.	교정 일정을 잡으십시오.
"배터리 부족 - 가능한 한 빨리 충전하세요."	센서 배터리가 부족하다는 경고입니다. 작업은 중지되지 않으며, 작업 화면에만 표시되고 이 페이지에는 기록되지 않습니다.	가능한 한 빨리 충전하십시오.

12.7.4 "해제됨"의 의미

"해제됨"과 "해제 일시"는 센서의 이후 보고에 이 오류가 더 이상 포함되지 않는다는 뜻이며, 프로그램이 해제 시간을 자동으로 기록합니다. 이 페이지를 포함하여 프로그램 어디에도 오류를 수동으로 해제하는

버튼은 없으며, 이벤트 기록은 삭제되지 않습니다. 오류의 원인을 실제로 해결하려면(충전, 재보정, 공장 반품) 위의 표와 제16장을 따르십시오.

12.7.5 작업 절차

1. “센서 오류 이력”을 엽니다. 화면에 통계 행과 이벤트 목록이 표시됩니다(이벤트가 없으면 그림 12-11과 같음).
2. 아직 남아 있는 오류만 보려면 “해제되지 않은 오류만 표시”를 선택합니다.
3. “모델”, “시리얼 번호”, “채널”로 오류가 발생한 센서를 식별하고, “센서 오류 경고”, “발생시간”, “해제 일시”를 확인합니다.
4. 작업 중에 새 오류가 발생한 후에는 “새로 고침”을 클릭하여 최신 목록을 가져옵니다.
5. 위의 표에 따라 오류를 처리합니다. 센서가 다시 정상적으로 보고하면 “새로 고침”을 클릭합니다. 해당 이벤트의 상태가 “해제됨”으로 바뀌고 해제 시간이 표시됩니다.

> **예시** 작업자가 토크 렌치가 갑자기 작동을 멈췄다고 보고한 경우
> “센서 오류 이력”을 열고 “해제되지 않은 오류만 표시”를 선택합니다. 목록 맨 위 행에 “센서 오류, 작업 중지됨”과 “토크 과부하 - 자동 전원 차단 보호”, “채널” CH 15, “해제 일시”에 “미해제”가 표시됩니다.
> 시리얼 번호로 센서를 찾아 사용을 중지하고 수리를 보냅니다. 수리 후 센서의 전원을 켜고 다시 사용하면 이 오류를 더 이상 보고하지 않습니다.
> 이 페이지로 돌아와 “새로 고침”을 클릭하면 해당 행의 상태가 “해제됨”으로 바뀌고, “해제 일시”에 오류가 해제된 시간이 표시되며, 통계 행의 “미해제”는 1 줄고 “해제됨”은 1 늘어납니다.

> **팁** 통계는 현재 페이지만 계산합니다. 이벤트가 100건을 초과하면 “해제되지 않은 오류만 표시”를 선택하여 아직 처리해야 할 이벤트를 확인하십시오.

12.7.6 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“도구 오류 기록을 읽을 수 없습니다. 센서 오류 이력을 볼 권한이 없습니다.”	계정에 “보기 · 시스템 설정” 권한이 없습니다. 관리자에게 이 권한을 켜 달라고 요청하십시오(제15장 참조).
“도구 오류 기록을 읽을 수 없습니다. 세션이 만료되었습니다. 다시 로그인해 주세요.”	로그인이 만료되었습니다. 다시 로그인하십시오.
“도구 오류 기록을 읽을 수 없습니다. 로그인해 주세요.”	로그인하지 않았거나 로그인이 더 이상 유효하지 않습니다. 다시 로그인하십시오.
“도구 오류 기록을 읽을 수 없습니다. 센서 오류 이력을 일시적으로 읽을 수 없습니다. 나중에 다시 시도해 주세요.”	현재 데이터를 읽을 수 없습니다. 잠시 후 “새로 고침”을 클릭하십시오. 계속 실패하면 제16장에 따라 보고하십시오.
“시간: 기록을 불러오지 못했습니다. 표시된 데이터가 업데이트되지 않았습니다.”	시간을 Windows 지역 형식으로 변환하지 못했으며, 시간 열에 “--”가 표시됩니다. “새로 고침”을 클릭하십시오. 계속 실패하면 프로그램을 다시 시작하십시오.

제13장 통신 설정

이 장에서는 생산 라인의 PLC, MES 또는 체결 관리 시스템이 TMS의 측정 결과를 읽거나 TMS에 명령을 보내는 방법을 설명합니다. TMS는 Modbus TCP, Modbus RTU, Open Protocol의 세 가지 통신 방식을 제공합니다. 세 가지 모두 TMS는 "연결을 받는 쪽"입니다. 외부 장치가 스스로 연결하여 폴링하거나 명령을 보내며, TMS가 먼저 PLC에 연결하는 일은 없습니다.

방식마다 그대로 따라 할 수 있는 설정 절차와 실제 값을 사용한 예시가 있습니다. Modbus TCP는 13.2절, Modbus RTU는 13.3절, Open Protocol은 13.4절, 전체 레지스터 맵은 13.5절, 연결 테스트와 문제 해결은 13.6절을 참조하십시오.

13.1 통신 설정 개요

경로: 탐색 메뉴 → "시스템 설정" → 왼쪽의 "통신 및 표시등" 그룹 → "통신 설정".

"통신 설정" 페이지에는 세 가지 통신 서비스의 상태, "시작" 및 "중지" 버튼, 그리고 각 서비스의 설정 창, 레지스터 맵, 진단 창을 여는 버튼이 있습니다. 일상 점검에서는 이 페이지만 보아도 서비스가 실행 중인지, 외부 장치가 데이터를 읽고 있는지 알 수 있습니다.

권한: 설정을 변경하거나 서비스를 시작 또는 중지하려면 "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한과 "편집 · 통신 및 레이아웃" 권한이 모두 필요합니다(템플릿 A와 B에 기본 포함). "보기 · 시스템 설정" 권한만 있는 경우(예: 템플릿 C)에는 이 페이지와 각 창을 열어 볼 수 있지만 필드와 버튼은 비활성화됩니다.

> **팁** 화면은 "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한으로 필드의 편집 가능 여부를 판단하고, 저장, 시작 또는 중지를 누를 때 "편집 · 통신 및 레이아웃" 권한을 확인합니다. "사용자 관리"에서 사용자별로 권한을 조정할 때는 두 권한을 함께 설정하십시오. 그렇지 않으면 필드는 편집할 수 있어도 저장할 때 "이 작업을 수행할 권한이 없습니다."가 표시될 수 있습니다(제15장 참조).

13.1.1 세 가지 통신 방식 비교

방식	TMS 역할	연결 매체	일반적인 상대 장치
Modbus TCP	서버(슬레이브), 외부 장치가 마스터	이더넷, 기본 TCP 포트 1502	PLC, SCADA, PC용 Modbus 테스트 도구 또는 자체 개발 소프트웨어
Modbus RTU	슬레이브, 외부 장치가 마스터	RS-485 또는 RS-232 직렬 회선(보통 USB-RS-485 변환기 사용), 기본 COM3, 115200 bps	직렬 포트만 있는 PLC 또는 HMI
Open Protocol	서버(체결 컨트롤러 역할), 외부 장치가 클라이언트	이더넷, 기본 TCP 포트 4545	Open Protocol을 지원하는 체결 관리 시스템, MES 또는 연동 소프트웨어

- Modbus TCP와 Modbus RTU는 완전히 같은 주소에서 같은 데이터를 읽으며(13.5절 참조), 두 방식을 동시에 활성화할 수 있습니다.
- Open Protocol 설정은 Modbus와 별도로 저장되며, Open Protocol은 Modbus와 함께 활성화할 수 있습니다.
- 새로 설치한 직후에는 세 가지 모두 비활성화되어 있으며 통신 포트도 열려 있지 않습니다.

경고 Modbus TCP와 Open Protocol에는 암호화와 사용자 이름/비밀번호 인증이 없습니다. 같은 네트워크에 있는 모든 장치가 TMS 데이터를 읽고, 배치 전환, 공구 잠금, 배치 진행 초기화 같은 명령을 보낼 수 있습니다. 관리되는 생산 LAN에서만 사용하고, 인터넷이나 사무용 네트워크에서 이 포트에 접근할 수 없게 하십시오. 사용하지 않을 때는 활성화 옵션을 선택 해제하고 저장하십시오. 가동 중인 설비에서 쓰기 테스트를 하기 전에 담당 책임자의 승인을 받으십시오.

13.1.2 화면 설명

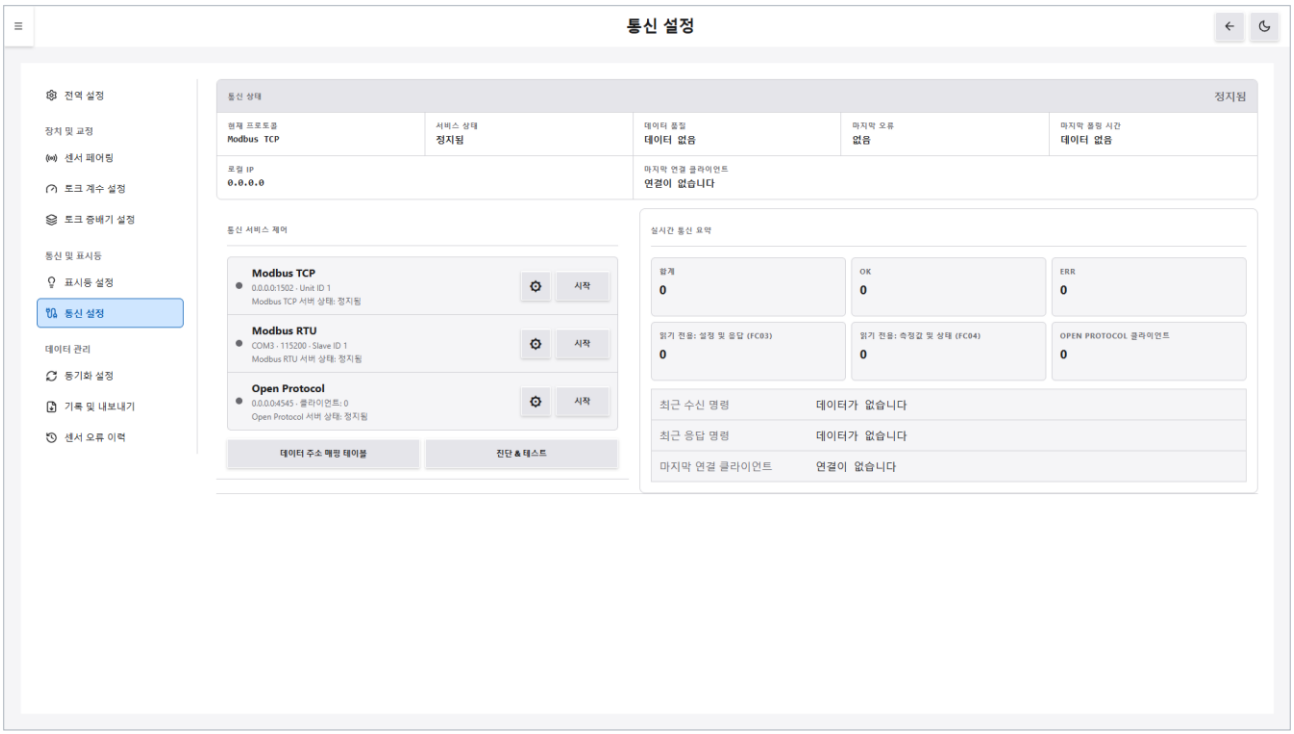


그림 13-1 통신 설정 화면

영역 / 버튼	설명
상단 바	가운데에 페이지 제목 "통신 설정", 오른쪽 위에 "뒤로"(화살표)와 "라이트 / 다크 모드 전환"이 있습니다.
왼쪽 시스템 설정 메뉴	다른 시스템 설정 페이지로 전환합니다. 현재 페이지인 "통신 설정"이 강조 표시됩니다.
통신 상태	오른쪽 위의 큰 글자가 전체 상태를 나타냅니다. 오류가 있으면 오류 내용, 서비스가 실행 중이 아니면 "정지됨", 서비스가 실행 중이고 최근 10초 이내에 외부 읽기가 있었으면 "양호", 서비스는 실행 중이지만 10초 이내에 읽기가 없었으면 "데이터 없음"이 표시됩니다. 그 아래에 7개 필드의 상태 요약이 있습니다(이 절의 "상태 필드" 참조).
통신 서비스 제어	Modbus TCP, Modbus RTU, Open Protocol의 세 행입니다. 각 행에는 현재 설정(예: "0.0.0.0:1502 · Unit ID 1", "COM3 · 115200 · Slave ID 1", "0.0.0.0:4545 · 클라이언트: 0")과 "… 서버 상태: 실행 중 / 정지됨"이 표시됩니다. 서비스가 실행 중이면 왼쪽의 점이 켜집니다.
⚙(Modbus TCP 편집 등)	해당 서비스의 설정 창을 엽니다(13.2절~13.4절 참조). 저장하거나 화면을 전환하지 않습니다.
"시작"	**저장된** 설정으로 서비스를 즉시 시작합니다. 서비스가 실행 중이면 이 버튼은 빨간색 "중지" 버튼으로 바뀝니다. 편집 권한이 없거나 처리 중일 때는 사용할 수 없습니다.

영역 / 버튼	설명
"중지"	확인 메시지 "... 서버를 중지하면 연결된 모든 PLC / MES 통신이 즉시 끊어집니다. 계속하시겠습니까?"가 표시됩니다(Open Protocol은 "... 연결된 모든 클라이언트가 즉시 끊어집니다. ..."). "중지"를 눌러야 서비스가 중지되며, "취소"를 누르면 아무것도 바뀌지 않습니다.
"데이터 주소 매핑 테이블"	Modbus 레지스터 맵 창을 엽니다(13.5절 참조).
"진단 & 테스트"	"진단 & 테스트" 창을 엽니다(13.6절 참조).
실시간 통신 요약	여섯 개의 카운터("합계", "OK", "ERR", "읽기 전용: 설정 및 응답 (FC03)", "읽기 전용: 측정값 및 상태 (FC04)", "Open Protocol 클라이언트")와 "최근 수신 명령", "최근 응답 명령", "마지막 연결 클라이언트"가 표시됩니다. 화면은 매초 자동으로 새로 고쳐집니다.

참고 "합계", "OK", "ERR", FC03/FC04 카운터, "최근 수신 명령", "최근 응답 명령"은 **Modbus TCP**만 집계합니다. Modbus RTU 통신은 이 숫자를 늘리지 않으며, Open Protocol은 현재 연결된 클라이언트 수만 표시됩니다.

13.1.3 상태 필드

필드	설명	데이터가 없을 때
현재 프로토콜	Modbus RTU만 활성화된 경우(TCP는 비활성화) "Modbus RTU", 그 밖의 모든 경우 "Modbus TCP"	"Modbus TCP"
서비스 상태	현재 프로토콜의 서비스 실행 여부: "실행 중" 또는 "정지됨". Modbus RTU가 포트를 기다리는 동안에는 "COMx 대기 중; 2초마다 자동 재시도"가 표시됩니다	"정지됨"
데이터 품질	Modbus TCP: 서비스가 실행 중이고 10초 이내에 읽기 요청을 받았으면 "양호", 그렇지 않으면 "데이터 없음". Modbus RTU: 서비스가 실행 중이면 항상 "양호"이며, PLC가 실제로 읽고 있다는 뜻은 아닙니다	"데이터 없음"
마지막 오류	가장 최근의 시작, 중지, 불러오기 또는 저장 오류	"없음"
마지막 폴링 시간	Modbus TCP로 마지막 요청을 받은 시간(Windows 지역 설정의 형식)	"데이터 없음"

필드	설명	데이터가 없을 때
로컬 IP	저장된 Modbus TCP "IP 주소 바인딩" 설정값이며, 감지된 컴퓨터의 IP 주소가 아닙니다. 0.0.0.0은 모든 네트워크 어댑터를 뜻합니다	"0.0.0.0"
마지막 연결 클라이언트	Modbus TCP로 마지막으로 연결한 장치의 주소(예: "192.168.1.50:50312")	"연결이 없습니다"

13.1.4 시작, 중지 및 자동 시작

TMS를 열 때 서비스가 자동으로 실행되는지는 "시작" 및 "중지" 버튼이 아니라 설정 창의 "... 활성화" 확인란(Open Protocol은 "Open Protocol 사용")에 따라 결정됩니다.

조작	결과
설정 창에서 "... 활성화"를 선택하고 저장	서비스가 즉시 시작되며, 이후 TMS를 열 때마다 자동으로 시작됩니다.
설정 창에서 "... 활성화"를 선택 해제하고 저장	서비스가 즉시 중지되며(확인 메시지 없음), 다음에 TMS를 열 때 시작되지 않습니다.
"시작"을 누름	현재 세션에서만 서비스를 시작하며, "... 활성화"를 선택하지 않습니다. TMS를 닫았다가 다시 열면 서비스가 자동으로 시작되지 않습니다.
"중지"를 누르고 확인	현재 세션에서만 서비스를 중지하며, "... 활성화"를 선택 해제하지 않습니다. 다음에 TMS를 열면 서비스가 다시 자동으로 시작됩니다.

절차:

1. 탐색 메뉴에서 "시스템 설정"을 클릭한 다음 왼쪽의 "통신 설정"을 클릭합니다. "통신 상태"와 세 개의 서비스 행이 표시됩니다.
2. 사용할 서비스가 설정되어 있고 활성화되어 있는지 확인합니다(13.2절~13.4절 참조).
3. 서비스가 실행 중이 아니면 해당 행의 "시작"을 누릅니다. 성공하면 점이 켜지고, 행에 "서버 상태: 실행 중"이 표시되며, 통신 상태가 "데이터 없음"으로 바뀝니다.
4. PLC/MES에 읽기를 시작하도록 요청합니다. Modbus TCP가 요청을 받으면 "합계"와 "OK"가 증가하고, "데이터 품질"이 "양호"로 바뀌며, "마지막 연결 클라이언트"에 원격 장치의 주소가 표시됩니다.
5. 일시 중지하려면 "중지"를 누른 다음 확인 창에서 "중지"를 누릅니다.

팁 외부 장치가 읽기를 멈추고 10초가 지나면 Modbus TCP 상태가 "양호"에서 "데이터 없음"으로 돌아갑니다. 고장이 아닙니다.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"통신 설정을 불러올 수 없습니다."	로컬 설정을 읽지 못했거나 로그인 시간이 초과되었습니다. 이 페이지를 다시 여십시오. 그래도 실패하면 다시 로그인하십시오.
"Modbus TCP 서버 상태를 불러올 수 없습니다."(RTU와 Open Protocol도 같은 형식)	상태 조회에 실패했습니다. 화면이 매초 자동으로 다시 시도합니다. 메시지가 계속 표시되면 다시 로그인하거나 TMS를 다시 여십시오.
"Modbus TCP 서버를 시작할 수 없습니다." 다음에 "${protocol} 서버를 시작할 수 없습니다."(뒷부분은 "${protocol}" 부분을 포함하여 화면에 그대로 표시됨)	포트를 다른 프로그램이 이미 사용하고 있거나, 바인딩 IP가 이 컴퓨터의 네트워크 어댑터가 아닙니다. 사용하지 않는 포트를 사용하고 바인딩 IP를 0.0.0.0 또는 로컬 IP 주소로 설정하여 저장한 후 다시 "시작"을 누르십시오.
"Modbus RTU 서버를 시작할 수 없습니다." 다음에 "${protocol} 서버를 시작할 수 없습니다."(뒷부분은 "${protocol}" 부분을 포함하여 화면에 그대로 표시됨)	직렬 통신 파라미터가 유효하지 않습니다. 13.3절의 설정을 확인한 후 다시 "시작"을 누르십시오. COM 포트를 일시적으로만 사용할 수 없는 경우에는 이 메시지가 표시되지 않고, 대신 TMS가 자동으로 재시도합니다(13.3절 참조).
"Modbus TCP 서버를 시작할 수 없습니다." 다음에 "Modbus TCP 服務已在執行。"(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 Modbus TCP 서비스가 이미 실행 중입니다) / "Modbus RTU 서버를 시작할 수 없습니다." 다음에 "Modbus RTU 服務已在執行。"(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 Modbus RTU 서비스가 이미 실행 중입니다)	서비스가 이미 실행 중입니다. 화면이 새로 고쳐질 때까지 기다리십시오. 서비스를 다시 시작하려면 "중지"를 누른 다음 "시작"을 누르십시오.
"Open Protocol 서버를 시작할 수 없습니다." 또는 "통신 설정을 저장할 수 없습니다." 다음에 "작업을 완료할 수 없습니다."(원인: 시스템 설정 서비스를 일시적으로 사용할 수 없음)	Open Protocol의 "시작"을 눌렀을 때 실패했거나(예: 포트가 사용 중) 로컬 설정에 접근하지 못했습니다. 포트가 사용 중이 아닌지 확인하고 다시 시도하십시오. 그래도 실패하면 TMS를 다시 여십시오.
"이 작업을 수행할 권한이 없습니다."	계정에 "편집 · 통신 및 레이아웃" 권한이 없습니다. 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(제15장 참조).

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“세션이 만료되었습니다. 다시 로그인해 주세요.”	로그인 시간이 초과되었습니다. 다시 로그인한 후 다시 시도하십시오.
“Modbus TCP 서버를 시작할 수 없습니다.” 또는 “Modbus TCP 서버를 중지할 수 없습니다.” 다음에 “${protocol} 서버 상태를 불러올 수 없습니다.”(Modbus RTU도 같은 형식이며, 뒷부분은 “${protocol}” 부분을 포함하여 화면에 그대로 표시됨. 원인: Modbus 서비스를 일시적으로 사용할 수 없음)	그 밖의 시작 또는 중지 오류입니다. 잠시 기다린 후 다시 시도하십시오. 그래도 실패하면 TMS를 다시 여십시오.

13.2 Modbus TCP

경로: “통신 설정” → “Modbus TCP” 행 오른쪽의 ⚙(Modbus TCP 편집).

Modbus TCP에서 TMS는 서버(슬레이브)입니다. TMS가 이 컴퓨터에서 TCP 포트를 열고 연결을 기다리며, PLC, SCADA 시스템 또는 PC 프로그램(마스터)이 연결하여 측정 결과를 읽거나 명령을 씁니다. “편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정” 권한과 “편집 · 통신 및 레이아웃” 권한이 필요합니다. 보기 권한만 있으면 창을 열어 볼 수는 있지만 아무것도 변경하거나 저장할 수 없습니다.

13.2.1 화면 설명

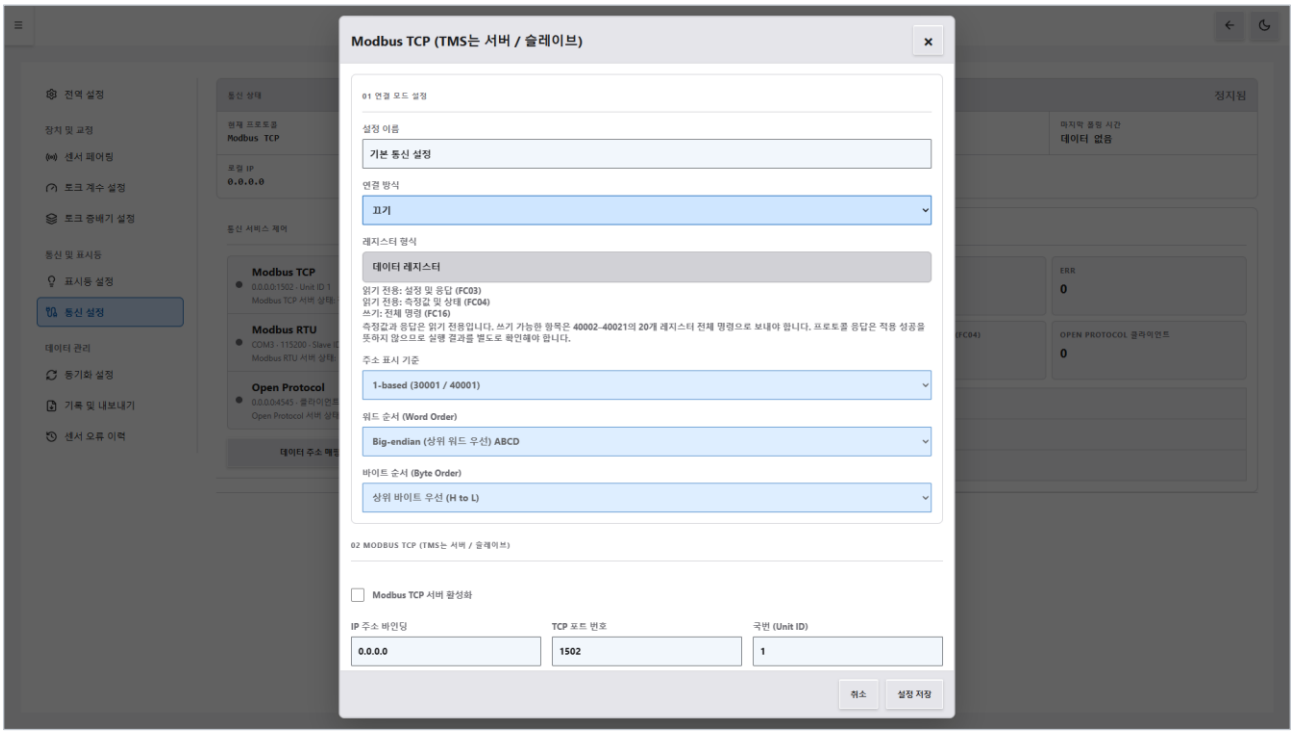


그림 13-2 Modbus TCP 설정 창

영역 / 버튼	설명
“01 연결 모드 설정”	설정 이름, 연결 방식, 고정된 데이터 형식(레지스터 형식, 주소 표시 기준, 워드 순서, 바이트 순서)입니다. 이 영역의 설정은 “Modbus RTU / RS-232 & RS-485” 창과 공유됩니다.
“02 Modbus TCP (TMS는 서버 / 슬레이브)”	Modbus TCP 활성화, IP 주소, 포트, Unit ID 및 연결 제한입니다.
“방화벽: Windows 인바운드 규칙 TCP 1502”	포트 번호는 “TCP 포트 번호”를 따릅니다. Windows 방화벽에서 PLC가 이 포트에 연결하도록 허용해야 한다는 알림입니다. 알림일 뿐이며, TMS는 방화벽 규칙을 확인하거나 만들지 않습니다(이 절의 “Windows 방화벽” 참조).
× / “취소”	저장하지 않고 창을 닫습니다. 저장하지 않은 변경 내용은 버려집니다. Esc 키를 누르거나 창 바깥을 클릭해도 같습니다. 저장 중에는 사용할 수 없습니다.
“설정 저장”	로컬에 저장하고, 활성화 상태에 따라 서비스를 즉시 시작, 재적용 또는 중지합니다. 성공하면 창에 “통신 설정을 로컬에 저장했습니다”가 표시됩니다. 편집 권한이 없거나 설정을 다 불러오기 전에는 사용할 수 없습니다.

참고 Modbus TCP가 실행 중일 때 “설정 저장”을 누르면 연결된 PLC의 연결이 끊어져 다시 연결해야 할 수 있습니다. 설정은 품종 교체나 정지 시간에 변경하십시오.

13.2.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
설정 이름	이 Modbus 설정의 이름이며, 식별용으로만 사용됩니다.	필수, 기본값은 “기본 통신 설정”
연결 방식	빠른 전환: “Modbus TCP”를 선택하면 TCP가 활성화되고 RTU는 비활성화되며, “Modbus RTU”를 선택하면 그 반대가 되고, “끄기”를 선택하면 둘 다 비활성화됩니다. TCP와 RTU를 동시에 사용하려면 대신 각 창의 “... 활성화” 확인란을 사용하십시오.	“끄기”, “Modbus TCP”, “Modbus RTU”. 새로 설치한 직후에는 “끄기”
레지스터 형식	“데이터 레지스터”로 고정: “읽기 전용: 설정 및 응답 (FC03)”, “읽기 전용: 측정값 및 상태 (FC04)”, “쓰기: 전체 명령 (FC16)”.	고정, 변경할 수 없음
주소 표시 기준	표의 주소는 30001/40001부터 시작합니다. PLC가 실제로 보내는 프로토콜 주소는 표의 주소에서 30001 또는 40001을 뺀 값입니다(13.5절 참조).	“1-based (30001 / 40001)”로 고정

필드	설명	범위 및 기본값
워드 순서 (Word Order)	32비트 및 64비트 값은 상위 워드부터 보냅니다.	"Big-endian (상위 워드 우선) ABCD"로 고정
바이트 순서 (Byte Order)	각 레지스터 안에서는 상위 바이트가 먼저 옵니다.	"상위 바이트 우선 (H to L)"으로 고정
Modbus TCP 서버 활성화	선택하고 저장하면 서비스가 즉시 시작되며, 이후 TMS를 열 때마다 자동으로 시작됩니다.	기본값은 선택 해제
IP 주소 바인딩	TMS가 연결을 기다리는 네트워크 어댑터입니다. 0.0.0.0은 이 컴퓨터의 모든 네트워크 어댑터를 뜻합니다. 생산 네트워크의 연결만 받으려면 생산 네트워크 어댑터의 IP 주소를 입력하십시오.	IPv4 주소, 기본값 0.0.0.0
TCP 포트 번호	PLC가 연결하는 포트입니다. 다른 프로그램이나 Open Protocol의 포트와 같으면 안 됩니다.	1~65535, 기본값 1502
국번 (Unit ID)	PLC 요청의 Unit ID가 이 값과 일치해야 합니다. 다르면 TMS가 응답하지 않으며, PLC는 시간 초과될 때까지 기다립니다.	0~255, 기본값 1
최대 클라이언트 연결 수	동시에 연결할 수 있는 PLC/프로그램의 최대 수입니다. 이 한도를 넘는 새 연결은 닫힙니다.	1~32, 기본값 4
유휴 연결 끊기 시간 (초)	연결에서 이 시간 동안 데이터가 오지 않으면 TMS가 연결을 끊습니다. PLC 폴링 간격은 이 값보다 짧아야 합니다.	1~3600초, 기본값 60

13.2.3 Modbus TCP 활성화 및 PLC 연결

시작하기 전에 다음을 확인하십시오.

- TMS 컴퓨터와 PLC가 같은 생산 네트워크 세그먼트에 있거나, 네트워크 관리자가 둘 사이의 라우팅을 열어 두었습니다.
- "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정" 권한과 "편집 · 통신 및 레이아웃" 권한이 있습니다.

절차:

1. TMS 컴퓨터에서 Windows 키를 누르고 `cmd`를 입력하여 "명령 프롬프트"를 연 다음, `ipconfig`를 입력하고 Enter 키를 누릅니다. 생산 네트워크에 연결된 네트워크 어댑터의 "IPv4 주소"(예: `192.168.1.20`)를 메모합니다.

2. TMS에서 “통신 설정”을 열고 “Modbus TCP” 행 오른쪽의 ⚙를 클릭합니다. “Modbus TCP (TMS는 서버 / 슬레이브)” 창이 열립니다(그림 13-2 참조).
3. “연결 방식”에서 “Modbus TCP”를 선택합니다. “Modbus TCP 서버 활성화”가 자동으로 선택됩니다.
4. “IP 주소 바인딩”, “TCP 포트 번호”, “국번 (Unit ID)”를 확인합니다. 특별한 요구 사항이 없으면 0.0.0.0, 1502, 1을 그대로 둡니다.
5. “설정 저장”을 클릭합니다. 창에 “통신 설정을 로컬에 저장했습니다”가 표시되고 서비스가 즉시 시작됩니다.
6. Windows에서 방화벽 알림이 표시되면 이 절의 “Windows 방화벽”에 따라 처리합니다.
7. “취소” 또는 ×를 클릭하여 창을 닫습니다. “Modbus TCP” 행에 “Modbus TCP 서버 상태: 실행 중”이 표시되고, “통신 상태”에 “데이터 없음”이 표시됩니다.
8. PLC에서 Modbus TCP 마스터(클라이언트) 연결을 만듭니다. 1단계에서 확인한 IP 주소, 포트 1502, Unit ID 1을 지정하고, 기능 코드 04로 30001(프로토콜 주소 0)부터 데이터를 읽도록 설정합니다.
9. PLC가 읽기를 시작하면 “합계”와 “OK”가 증가하기 시작하고, “데이터 품질”이 “양호”로 바뀌며, “마지막 연결 클라이언트”에 PLC의 IP 주소가 표시됩니다.

예시 TMS 컴퓨터의 IP 주소는 192.168.1.20이고 PLC의 IP 주소는 192.168.1.50입니다.
TMS 설정: IP 주소 바인딩 0.0.0.0, TCP 포트 번호 1502, 국번 (Unit ID) 1, 최대 클라이언트 연결 수 4, 유휴 연결 끊기 시간 60초.
PLC 설정: 원격 IP 192.168.1.20, 원격 포트 1502, Unit ID 1, 200 ms마다 FC04로 프로토콜 주소 0부터 64개 레지스터 읽기.
연결에 성공하면 TMS의 “마지막 연결 클라이언트”에 “192.168.1.50:...”이 표시되고(콜론 뒤의 숫자는 PLC가 자동으로 정한 포트), “합계”가 초당 약 5씩 증가합니다.

팁 PLC 폴링 간격은 “유휴 연결 끊기 시간 (초)”보다 훨씬 짧아야 합니다. PLC가 필요할 때만 읽으면 통신 없이 60초가 넘게 지났을 때 연결이 닫힙니다. 연결이 끊어지면 PLC 프로그램이 자동으로 다시 연결하도록 하거나 이 설정값을 늘리십시오.

13.2.4 Windows 방화벽

TMS는 Windows 방화벽 규칙을 스스로 만들지 않습니다. PLC가 연결할 수 있는지는 Windows가 TMS에 이 포트의 연결 수락을 허용하는지에 달려 있습니다(2.6절도 참조).

1. Modbus TCP를 처음 시작하면 Windows에서 방화벽 알림이 표시될 수 있습니다. 프로그램 이름은 TMS RF, static-torque-tauri 또는 ZIPPTORK TMS RF Portable로 표시될 수 있습니다.
2. 회사의 IT 규정을 따르십시오. 일반적인 공장 LAN에서는 "개인 네트워크"를 선택하고 "액세스 허용"을 클릭합니다. 정확한 문구는 Windows 버전에 따라 조금 다를 수 있습니다.
3. 이전에 취소를 클릭했거나, IT 부서가 회사 컴퓨터를 중앙에서 관리하여 알림이 표시되지 않으면 PLC 연결이 시간 초과됩니다. IT 부서에 TMS용으로 TCP 1502(또는 설정한 포트)를 허용하는 인바운드 규칙을 추가해 달라고 요청하십시오.

> **팁** 다른 컴퓨터에서 예시 1의 테스트 도구로 연결하여 30001 = 21581을 읽으면 네트워크와 방화벽 모두 연결을 허용하고 있는 것입니다. TMS 컴퓨터 자체(IP 127.0.0.1)에서 테스트에 성공했다고 해서 방화벽이 외부 연결을 허용한다는 뜻은 아닙니다.

13.2.5 예시 1: PC 테스트 도구로 연결 확인

PLC를 연결하기 전에 노트북에서 Modbus 테스트 도구(예: Modbus Poll 또는 QModMaster)로 TMS를 읽어 IP 주소, 포트, Unit ID가 올바른지 확인합니다. 메뉴 이름은 도구 버전에 따라 다르므로 해당하는 설정을 찾아 아래 표의 값을 입력하십시오.

설정	값	설명
연결 유형	Modbus TCP/IP	RTU나 RTU over TCP가 아님
IP 주소	192.168.1.20	TMS 컴퓨터의 IPv4 주소
포트	1502	TMS의 "TCP 포트 번호"
Slave ID / Unit ID	1	TMS의 "국번 (Unit ID)"
기능 코드	04 Read Input Registers	3xxxx 측정값 및 상태 데이터를 읽음
시작 주소	0	표의 주소 30001에서 30001을 뺀 값
수량	6	30001–30006을 읽음

절차:

1. 테스트 도구에서 연결 설정을 열고 Modbus TCP/IP를 선택한 다음 IP 주소와 포트를 입력합니다.

2. 읽기 설정에서 Slave ID 1, 기능 코드 04, 시작 주소 0, 수량 6을 입력합니다.
3. 연결(Connect)을 클릭합니다. 도구가 주기적으로 읽기를 시작하고 표에 6개의 값이 표시됩니다.
4. 아래 표와 비교합니다. 첫 번째 칸이 21581이면 연결, Unit ID, 주소가 모두 올바른 것입니다.

표의 주소	예상 값	의미
30001	21581(십육진수 0x544D)	프로토콜 식별값. TMS에 연결되었음을 나타내는 고정값
30002	2	프로토콜 주 버전
30003	0	프로토콜 부 버전
30004	63(0x003F)	프로토콜 기능 플래그. 배치 선택, 공구 제어, 배치 초기화, 작업 파라미터 적용, 배터리 잔량, 공구 오류를 지원
30005	1000	토크 배율
30006	1000	각도 배율

이번 읽기에서 네트워크로 실제로 전송되는 패킷은 다음과 같습니다(십육진수. 처음 7바이트는 Modbus TCP 헤더이며, 맨 앞의 트랜잭션 ID는 도구가 자동으로 생성합니다).

```
Request : 00 03 00 00 00 06 01 04 00 00 00 06
Response: 00 03 00 00 00 0F 01 04 0C 54 4D 00 02 00 00 00 3F 03 E8 03 E8
```

> **팁** 주소를 0부터 세는지 1부터 세는지가 가장 흔한 설정 오류입니다. TMS의 표의 주소 30001은 프로토콜 주소 0에 해당합니다. 대부분의 테스트 도구는 주소 필드가 0부터 시작하므로 0을 입력합니다. 도구가 1-based 주소(PLC 주소 모드)로 전환되어 있으면 1을 입력합니다. 첫 번째 칸이 21581이 아니라 2이면 주소가 하나 밀린 것이므로 시작 주소를 1 줄이십시오.
>
> **팁** 홀딩 레지스터를 읽는 기능 코드 03으로도 확인할 수 있습니다. 시작 주소 0, 수량 1로 읽으면 2(40001, 명령 버전)가 읽혀야 합니다.

13.2.6 예시 2: PLC에서 완료 결과 폴링

PLC의 가장 일반적인 사용 방법은 TMS를 계속 읽다가 새 완료 결과가 생기면 판정과 최종 토크를 가져오는 것입니다. "새 결과"는 완료 결과마다 1씩 증가하는 30011–30012 "완료 결과 순번"으로 감지합니다.

절차(PLC 프로그램 로직):

1. FC04로 64개 레지스터를 한 번에 읽습니다. 시작 주소 0, 수량 64(30001–30064). 한 번에 최대 125개 레지스터를 읽을 수 있으므로 64개 레지스터를 모두 한 번에 읽을 수 있습니다.

2. 30007–30008 “TMS 부팅 식별자”를 가져옵니다. 지난번에 기억한 값과 다르면(첫 번째 읽기 포함) TMS가 방금 시작되었거나 다시 시작된 것입니다. 새 부팅 식별자와 현재 완료 결과 순번을 기억하고, 이번 주기에는 결과를 처리하지 않습니다.
3. 30011–30012 “완료 결과 순번”을 가져와 지난번에 기억한 값과 비교합니다. 같으면 새 결과가 없으므로 1단계로 돌아갑니다.
4. 순번이 다르고 30013 “데이터 유효성 플래그”의 bit2(완료 결과 유효)가 1이면, 같은 읽기 데이터에서 결과 필드를 가져온(아래 표 참조) 다음 새 순번을 기억합니다.
5. 필요한 간격(예: 200 ms)으로 1단계로 돌아갑니다.

> **예시** TMS가 “토크 렌치” 모드로 작업 중이며, 목표 토크는 25.00 N·m, 공차는 ±5%입니다. 작업자가 최종 토크 25.12 N·m로 체결을 한 번 완료했고 판정은 OK입니다. PLC가 이전 주기에 기억한 완료 결과 순번은 127이며, 이번 주기에 읽은 값의 일부는 아래 표와 같습니다.

표의 주소	읽은 원시 값	변환	의미
30011–30012	0, 128	0 × 65536 + 128 = 128	완료 결과 순번이 127에서 128로 바뀜: 새 결과가 있음
30016	1	코드 1	완료 결과 모드: 토크 렌치
30018	1	코드 1	완료 결과 단위: N·m
30021	1	코드 1	판정 결과: 합격(OK)
30022	0	모든 비트가 0	낮음, 높음 또는 기타 이상 없음
30035–30036	0, 25120	(0 × 65536 + 25120) ÷ 1000 = 25.12	최종 토크 25.12 N·m
30039–30040	0, 25000	25000 ÷ 1000 = 25.00	목표 토크 25.00 N·m
30043–30044	0, 23750	23750 ÷ 1000 = 23.75	토크 하한 23.75 N·m(25 × 95%)
30045–30046	0, 26250	26250 ÷ 1000 = 26.25	토크 상한 26.25 N·m(25 × 105%)
30057–30060	0, 417, 56915, 56128	$417 \times 2^{32} + 56915 \times 2^{16} + 56128 = 1794731400000$	결과 시간 2026-11-15 08:30:00 UTC(대만 시간 16:30:00)

변환 규칙:

- 32비트 값: 상위 워드 × 65536 + 하위 워드.
- 64비트 시간: 4개 레지스터에 순서대로 2^{48}, 2^{32}, 2^{16}, 1을 곱한 후 모두 더하면 1970-01-01 00:00:00 UTC부터의 밀리초 수가 됩니다. 시간은 항상 UTC이며, 대만 시간은 8시간을 더합니다.

- 부호 있는 값(INT32): 32비트 결과가 2147483648 이상이면 4294967296을 뺍니다. 예: 65535, 64036을 읽은 경우 → 65535 × 65536 + 64036 = 4294965796 → 4294967296을 빼면 −1500 → ÷ 1000 = −1.5.
- 배율이 1000인 필드(토크, 각도, 공차): 읽은 정수를 1000으로 나눕니다.

참고 토크 필드는 30018 "완료 결과 단위"(실시간 토크는 30017)에 표시된 단위를 사용하며, 반드시 N·m인 것은 아닙니다. 30029–30030 "센서 용량"만 항상 N·m입니다. PLC 프로그램이 변환하기 전에 단위 코드를 읽도록 하십시오.

참고 완료 결과 순번은 메모리에만 존재하며, TMS를 다시 시작하면 0부터 다시 시작합니다. 2단계의 부팅 식별자 확인을 반드시 하십시오. 그렇지 않으면 PLC가 재시작을 새 결과로 오인합니다.

13.2.7 예시 3: FC16으로 "배치 선택" 명령 보내기

PLC는 FC16으로 명령을 써서 TMS에 배치 전환, 공구 잠금 등을 요청할 수 있습니다. 명령은 항상 40002–40021의 20개 레지스터에 씁니다. FC16의 정상 응답은 TMS가 명령을 "수신"했다는 뜻일 뿐이며, 실행에 성공했는지 알려면 40022–40025의 응답을 읽어야 합니다.

경고 FC16 명령은 TMS의 운전 상태를 직접 변경합니다. 활성 배치를 전환하고, 새 작업 파라미터를 적용하고, 공구를 잠그거나 현재 배치 진행 상황을 지우며, 작업자 화면이 즉시 바뀝니다. 먼저 라인 책임자의 승인을 받고, 정지 시간이나 품종 교체 중에 테스트하십시오.

예시 PLC가 명령 순번 101을 사용하여 TMS에 배치 012(Pset 12)로 전환하도록 요청합니다. 배치 012는 제9장에서 단계와 함께 이미 만들어져 있으며, TMS에는 진행 중인 작업이 없습니다.

절차:

1. FC04로 30007–30008 "TMS 부팅 식별자"를 읽습니다. 시작 주소 6, 수량 2. 이 예시에서는 23100, 37346(십육진수 0x5A3C, 0x91E2)이 읽힙니다.
2. 명령 순번을 정합니다. 이전 명령의 순번보다 크고 0이 아닌 숫자여야 합니다. 이 예시에서는 101을 사용합니다.
3. FC16으로 씁니다. 시작 주소 1(40002), 수량 20이며, 내용은 아래 표와 같습니다.
4. TMS가 FC16 정상 응답을 반환하면 명령이 수락된 것입니다. 예외 코드가 반환되면 13.5절의 예외 코드 표에 따라 처리합니다.
5. FC03으로 40022–40025를 읽습니다. 시작 주소 21, 수량 4.

6. 40022–40023이 0, 101(보낸 순번과 같음)이고 40024 "응답 상태" = 2, 40025 "응답 오류" = 0이면 배치가 성공적으로 전환된 것입니다. 40024 = 1은 처리 중이라는 뜻이므로 100~200 ms 기다린 후 다시 읽습니다. 40024 = 3은 실패이므로 40025의 오류 코드에 따라 처리합니다(13.5절 참조).

FC16 쓰기 내용:

표의 주소	쓰는 값	설명
40002	2	명령 코드: 배치(Pset) 선택
40003	0	명령 순번, 상위 워드
40004	101	명령 순번, 하위 워드(순번 101)
40005	23100	부팅 식별자, 상위 워드(1단계의 30007)
40006	37346	부팅 식별자, 하위 워드(1단계의 30008)
40007	12	선택할 배치 번호: 012
40008–40020	0	명령 2에서는 사용하지 않음. 13개 레지스터를 모두 0으로 채움
40021	42330(0xA55A)	고정 명령 트리거 값. 이 값이 아니면 명령 전체가 거부됨

실제 패킷(십육진수):

```
FC16 request : 00 01 00 00 00 2F 01 10 00 01 00 14 28 00 02 00 00 00 65 5A 3C 91 E2 00 0C
               00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 A5 5A
FC16 response: 00 01 00 00 00 06 01 10 00 01 00 14
FC03 request : 00 02 00 00 00 06 01 03 00 15 00 04
FC03 response: 00 02 00 00 00 0B 01 03 08 00 00 00 65 00 02 00 00
```

FC03 응답에서 `00 00 00 65`는 응답 순번 101, `00 02`는 응답 상태 "성공", 마지막 `00 00`은 응답 오류 "없음"입니다.

다른 명령은 40002의 명령 코드만 바꾸고 40007에 0을 쓰면 되며, 나머지는 같은 방법으로 씁니다.

명령 코드(40002)	명령	TMS 동작
3	공구 잠금	RF 연결을 끊고 공구를 잠급니다. 30014 bit5 "공구 잠금"이 1로 바뀝니다
4	공구 잠금 해제	RF를 다시 감지하고 공구 잠금을 해제합니다
5	현재 배치 초기화	현재 배치의 진행 상황을 지웁니다

> **참고** 명령 1, 2, 5는 작업자가 작업 중일 때 40025 응답 오류 1 "사용 중"으로 실패하므로 작업이 끝난 후에 보내십시오. 이전 명령이 아직 처리 중일 때(40024 = 1) 새 명령을 보내면 TMS가 예외 코드 06을 반환합니다. 응답 상태가 1이 아니게 된 후에 보내십시오.

> **팁** 명령 순번은 항상 증가시키십시오. 같은 순번을 완전히 같은 내용으로 다시 보내면 TMS는 수락하지만 다시 실행하지는 않습니다. 같은 순번에 내용이 다르거나 이전 순번보다 오래된 순번이면 예외 코드 03이 반환됩니다.

작업 파라미터 적용(명령 1)도 위 예시와 같은 방법으로 쓰지만 채워야 할 필드가 더 많습니다. 다음 예시는 명령 순번 102를 사용하여 TMS를 목표 토크 25.00 N·m, 공차 ±5%의 "토크 렌치" 모드로 전환합니다. 먼저 FC03으로 40026–40027 "응답 설정 리비전"을 읽습니다(시작 주소 25, 수량 2). 이 예시에서는 0, 7이 읽힙니다.

표의 주소	쓰는 값	설명
40002	1	명령 코드: 작업 파라미터 적용
40003–40004	0, 102	명령 순번 102
40005–40006	0, 7	현재 설정 리비전(40026–40027에서 읽은 값이며, 부팅 식별자가 아님)
40007	0	명령 1에서는 사용하지 않음
40008	1	작업 모드: 토크 렌치
40009	1	토크 단위: N·m
40010	0	판정 조건: ± 공차 범위
40011–40012	0, 25000	목표 토크 25.00 × 1000
40013–40014	0, 0	목표 각도. 토크 렌치 모드에서는 0이어야 함
40015–40016	0, 0	시작 토크. 토크 렌치 모드에서는 0이어야 함
40017–40018	0, 5000	토크 공차 5% × 1000
40019–40020	0, 0	각도 공차. 토크 & 각도 모드에서만 0이 아닌 값을 지정할 수 있음
40021	42330(0xA55A)	고정 명령 트리거 값

명령 1의 규칙:

- 허용되는 작업 모드: 1 토크 렌치, 2 전동 공구, 3 토크 & 각도, 4 토크 측정, 6 능력 지수 검사. 5 배치 작업은 명령 1로 적용할 수 없으므로(응답 오류 5 "지원되지 않음") 대신 명령 2로 배치를 선택하십시오.
- 토크 렌치 모드에서 공차는 1%~30%의 정수여야 합니다(1000~30000 사이의 1000의 배수를 씀). 능력 지수 검사 모드에서는 공차가 0보다 커야 합니다.
- 토크 렌치, 전동 공구, 능력 지수 검사 모드에서는 목표 각도와 시작 토크가 0이어야 합니다.

- 목표 토크는 센서 용량 이내여야 합니다. 그렇지 않으면 응답 오류 3 "유효하지 않은 매개변수"가 반환됩니다.
- 작업 모드가 TMS에 이미 설정되어 있어야 합니다. 그렇지 않으면 응답 오류 4 "찾을 수 없음"이 반환됩니다.
- 설정 리비전이 현재 리비전과 일치하지 않으면 응답 오류 2 "오래된 리비전"이 반환됩니다. 40026–40027을 다시 읽고 새 순번으로 명령을 다시 보내십시오. 성공하면 40026–40027이 새 리비전으로 갱신됩니다.

13.2.8 예시 4: Python으로 결과 읽기 및 명령 보내기

다음 두 프로그램은 TMS에 접근할 수 있는 모든 컴퓨터에서 실행할 수 있으며, MES 또는 IT 담당자가 연동 로직을 검증할 때 유용합니다. Python 3.9 이상이 필요합니다. 먼저 `pip install pymodbus`를 실행하여 패키지를 설치한 다음, 프로그램 맨 위의 `TMS_IP`를 TMS 컴퓨터의 IP 주소로 바꾸십시오.

프로그램 1: 계속 읽으면서 새 완료 결과가 나올 때마다 출력합니다(예시 2와 같은 로직). 종료하려면 Ctrl+C를 누릅니다.

```
# Poll TMS over Modbus TCP and print each new completed result.
# Requires Python 3.9+ and pymodbus (tested with 3.16): pip install pymodbus
import datetime
import time

from pymodbus.client import ModbusTcpClient

TMS_IP = "192.168.1.20"   # IPv4 address of the TMS computer
TMS_PORT = 1502           # "TCP Port"
UNIT_ID = 1               # "Unit ID"

MODES = {0: "-", 1: "Torque wrench", 2: "Power tool", 3: "Torque & angle",
         4: "Torque measurement", 5: "Batch", 6: "Capability"}
UNITS = {0: "-", 1: "N.m", 2: "kgf.cm", 3: "kgf.m", 4: "ozf.in", 5: "lbf.in", 6: "lbf.ft"}
QC = {0: "No result", 1: "OK", 2: "NOK", 3: "Rehit"}


def u32(regs, i):
    # High word first (ABCD)
    return (regs[i] << 16) | regs[i + 1]


def i32(regs, i):
    value = u32(regs, i)
    return value - 0x1_0000_0000 if value & 0x8000_0000 else value


def u64(regs, i):
    return (u32(regs, i) << 32) | u32(regs, i + 2)


def decode_result(r):
    # r[n] is register 30001 + n
    ts_ms = u64(r, 56)
    when = (datetime.datetime.fromtimestamp(ts_ms / 1000, datetime.timezone.utc)
            if ts_ms else None)
    return {
        "sequence": u32(r, 10),
```

```
        "mode": MODES.get(r[15], r[15]),
        "unit": UNITS.get(r[17], r[17]),
        "qc": QC.get(r[20], r[20]),
        "detail_flags": r[21],
        "final_torque": i32(r, 34) / 1000,
        "target_torque": i32(r, 38) / 1000,
        "lower": i32(r, 42) / 1000,
        "upper": i32(r, 44) / 1000,
        "time_utc": when,
    }


def main():
    client = ModbusTcpClient(TMS_IP, port=TMS_PORT, timeout=2)
    if not client.connect():
        raise SystemExit("Cannot connect: check IP, port and firewall")
    last_boot = None
    last_seq = None
    try:
        while True:
            rr = client.read_input_registers(0, count=64, device_id=UNIT_ID)
            if rr.isError():
                print("Read failed:", rr)
                time.sleep(1)
                continue
            r = rr.registers
            if r[0] != 0x544D:
                raise SystemExit("Register 30001 is not 0x544D: not a TMS device")
            boot = u32(r, 6)
            seq = u32(r, 10)
            if boot != last_boot:
                # First read or TMS restarted: remember the counters, report nothing
                last_boot, last_seq = boot, seq
            elif seq != last_seq and r[12] & 0x0004:
                last_seq = seq
                print(decode_result(r))
            time.sleep(0.2)
    finally:
        client.close()


if __name__ == "__main__":
    main()
```

실행하면 작업자가 결과를 완료할 때마다 한 줄씩 출력됩니다. 예:

```
{'sequence': 128, 'mode': 'Torque wrench', 'unit': 'N.m', 'qc': 'OK', 'detail_flags': 0,
'final_torque': 25.12, 'target_torque': 25.0, 'lower': 23.75, 'upper': 26.25, 'time_utc':
datetime.datetime(2026, 11, 15, 8, 30, tzinfo=datetime.timezone.utc)}
```

프로그램 2: 명령 2를 보내 배치 012로 전환하고 결과를 기다립니다(예시 3과 같은 로직).

```
# Send command 2 (select batch / Pset) to TMS over Modbus TCP and wait for the reply.
# Requires Python 3.9+ and pymodbus (tested with 3.16): pip install pymodbus
import time

from pymodbus.client import ModbusTcpClient

TMS_IP = "192.168.1.20"
TMS_PORT = 1502
UNIT_ID = 1

REPLY_ERRORS = {0: "None", 1: "Busy", 2: "Revision out of date", 3: "Invalid parameter",
                4: "Not found", 5: "Not supported", 6: "Database error",
                7: "Tool unavailable", 8: "Device communication error"}


def select_pset(client, sequence, pset_id):
    # 1. Read the BootId (30007-30008, offset 6)
    boot = client.read_input_registers(6, count=2, device_id=UNIT_ID)
    if boot.isError():
```

```
        return f"Cannot read BootId: {boot}"
    # 2. Build the 20-register command block 40002-40021
    values = [2, sequence >> 16, sequence & 0xFFFF,
              boot.registers[0], boot.registers[1], pset_id] + [0] * 13 + [0xA55A]
    wr = client.write_registers(1, values, device_id=UNIT_ID)
    if wr.isError():
        return f"Command rejected: {wr}"
    # 3. FC16 accepted only means "received"; poll 40022-40025 (offset 21) for the result
    for _ in range(50):
        rep = client.read_holding_registers(21, count=4, device_id=UNIT_ID)
        if not rep.isError():
            r = rep.registers
            if ((r[0] << 16) | r[1]) == sequence and r[2] in (2, 3):
                return "Success" if r[2] == 2 else f"Failed: {REPLY_ERRORS.get(r[3], r[3])}"
        time.sleep(0.1)
    return "No final reply within 5 seconds"


if __name__ == "__main__":
    client = ModbusTcpClient(TMS_IP, port=TMS_PORT, timeout=2)
    if not client.connect():
        raise SystemExit("Cannot connect: check IP, port and firewall")
    try:
        print(select_pset(client, sequence=101, pset_id=12))
    finally:
        client.close()
```

성공하면 `Success`가 출력되고, 배치가 없으면 `Failed: Not found`가 출력되며, TMS가 명령을 거부하면 `Command rejected:` 뒤에 예외 코드 상세 정보가 출력됩니다.

> **팁** 이 예시는 pymodbus 3.16으로 테스트했습니다. 이전 버전의 pymodbus에서 `device_id` 매개변수에 관한 오류가 발생하면 `device_id=UNIT_ID`를 `slave=UNIT_ID`로 바꾸거나 pymodbus를 업그레이드하십시오.

> **경고** 프로그램 2는 실제로 TMS의 배치를 전환합니다. 테스트 환경에서만 실행하거나, 라인 책임자의 승인을 받은 후 실행하십시오.

13.2.9 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"통신 설정을 저장할 수 없습니다." 다음에 "請輸入通訊設定名稱。"(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 통신 설정 이름을 입력하십시오)	"설정 이름"이 비어 있습니다. 이름을 입력하고 다시 저장하십시오.
"통신 설정을 저장할 수 없습니다." 다음에 "TCP 綁定 IP 必須是有效的 IPv4 位址。"(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 TCP 바인딩 IP는 유효한 IPv4 주소여야 합니다)	"IP 주소 바인딩"의 형식이 잘못되었습니다. 0.0.0.0 또는 192.168.1.20 같은 IPv4 주소를 입력하십시오.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"통신 설정을 저장할 수 없습니다." 다음에 "TCP 連接埠必須介於 1 到 65535。"(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 TCP 포트는 1~65535 사이여야 합니다)	"TCP 포트 번호"가 범위를 벗어났습니다. 1~65535로 변경하십시오. 1502를 그대로 사용하는 것을 권장합니다.
"통신 설정을 저장할 수 없습니다." 다음에 "TCP Unit ID 必須介於 0 到 255。"(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 TCP Unit ID는 0~255 사이여야 합니다)	"국번 (Unit ID)"가 범위를 벗어났습니다. 0~255로 변경하십시오.
"통신 설정을 저장할 수 없습니다." 다음에 "TCP 最大連線數必須介於 1 到 32。"(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 TCP 최대 연결 수는 1~32 사이여야 합니다)	"최대 클라이언트 연결 수"가 범위를 벗어났습니다. 1~32로 변경하십시오.
"통신 설정을 저장할 수 없습니다." 다음에 "TCP 閒置中斷時間必須介於 1 到 3600 秒。"(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 TCP 유휴 연결 끊기 시간은 1~3600초 사이여야 합니다)	"유휴 연결 끊기 시간 (초)"가 범위를 벗어났습니다. 1~3600으로 변경하십시오.
"통신 설정은 저장되었지만 Modbus TCP 서버에서 적용하지 못했습니다: ..."	설정은 저장되었지만 새 설정으로 서비스를 시작할 수 없습니다. 흔한 원인은 다른 프로그램이 이미 사용 중인 포트이거나, 이 컴퓨터의 네트워크 어댑터가 아닌 바인딩 IP입니다. 다른 포트를 사용하거나 바인딩 IP를 0.0.0.0으로 설정하고 다시 저장하십시오.
"이 작업을 수행할 권한이 없습니다."	"편집 · 통신 및 레이아웃" 권한이 없습니다. 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(제15장 참조).

PLC 또는 테스트 도구에서 흔히 나타나는 결과:

증상	원인 및 해결 방법
연결 거부	Modbus TCP가 실행 중이 아니거나 포트가 잘못되었습니다. "Modbus TCP 서버 상태: 실행 중"이 표시되는지 확인하고 포트를 확인하십시오.
연결 시간 초과 또는 연결 후 읽기 시간 초과	IP 주소가 잘못되었거나, 방화벽이 연결을 허용하지 않거나, Unit ID가 "국번 (Unit ID)"와 다릅니다(TMS가 응답하지 않음). IP 주소, 방화벽, Unit ID 순서로 확인하십시오.

증상	원인 및 해결 방법
연결된 후 얼마 지나 끊어짐	"유휴 연결 끊기 시간 (초)"보다 오래 요청을 보내지 않았거나, 연결 수가 "최대 클라이언트 연결 수"를 초과했습니다. 폴링 간격을 줄이거나 설정값을 늘리십시오.
예외 코드 01(Illegal Function)	TMS가 지원하지 않는 기능 코드(예: FC06)를 사용했습니다. 읽기에는 FC03/FC04만, 쓰기에는 FC16만 사용하십시오.
예외 코드 02(Illegal Data Address)	주소가 범위를 벗어났거나, FC16이 프로토콜 주소 1부터 20개 레지스터를 쓰지 않았습니다. 13.5절의 주소와 0-based 변환을 확인하십시오.
예외 코드 03(Illegal Data Value)	읽기 수량이 1~125가 아니거나 명령 내용이 유효하지 않습니다(예: 40021이 0xA55A가 아님, 순번이 0, 부팅 식별자가 일치하지 않음). 13.5절에 따라 항목별로 확인하십시오.
예외 코드 06(Server Device Busy)	이전 명령이 아직 처리 중입니다. 40024가 1이 아니게 된 후에 보내십시오.

13.3 Modbus RTU

경로: "통신 설정" → "Modbus RTU" 행 오른쪽의 ⚙(Modbus RTU 편집).

Modbus RTU를 사용하면 직렬 포트만 있는 PLC나 HMI가 RS-485(또는 RS-232) 회선으로 TMS 데이터를 읽을 수 있습니다. TMS는 슬레이브이고 PLC는 마스터입니다. 주소, 데이터 형식, 명령 쓰기 방법은 Modbus TCP와 완전히 같습니다(13.2절의 예시 2와 예시 3, 13.5절 참조). 권한 요구 사항은 13.2절과 같습니다.

13.3.1 배선 및 COM 포트 확인

일반적인 컴퓨터에는 RS-485 커넥터가 없으므로 USB-RS-485 변환기가 필요합니다.

배선(2선식 RS-485):

변환기 단자	연결할 PLC 단자	설명
A(D+ 또는 485+로 표시되기도 함)	A(D+ / 485+)	데이터선, 양극
B(D− 또는 485−로 표시되기도 함)	B(D− / 485−)	데이터선, 음극
GND(신호 접지)	GND / SG	권장. 노이즈로 인한 통신 오류를 줄임

- 트위스트 페어 케이블을 사용하고, A와 B는 같은 꼬임 쌍에 연결하십시오. 거리가 길거나 노이즈가 심한 환경에서는 실드 트위스트 페어 케이블을 사용하십시오.

- 버스가 길거나 여러 장치가 연결된 경우 회선 양 끝에 120 Ω 종단 저항을 추가하십시오(많은 변환기와 PLC에 이를 위한 스위치가 내장되어 있음). 짧은 단일 장치 연결에는 보통 필요하지 않습니다.
- 제조사마다 A와 B 표시가 일관되지 않습니다. 배선 후 전혀 응답이 없으면 A와 B를 바꿔 다시 시도하십시오.
- RS-232의 경우 TX를 상대 장치의 RX에, RX를 상대 장치의 TX에 연결하고 GND도 연결하십시오. 거리는 보통 15 m 이하입니다.

변환기의 COM 포트 번호 확인:

1. USB-RS-485 변환기를 TMS 컴퓨터에 꽂습니다. Windows가 드라이버를 자동으로 설치합니다. 설치되지 않으면 변환기 제조사의 안내에 따라 설치하십시오.
2. “시작”을 마우스 오른쪽 버튼으로 클릭하고 “장치 관리자”를 클릭합니다.
3. “포트(COM & LPT)”를 펼치고 변환기(예: “USB Serial Port (COM5)”)를 찾습니다. 괄호 안의 COM5가 TMS에서 선택할 포트입니다. 실제 이름은 변환기와 Windows 버전에 따라 다릅니다.
4. 어느 항목인지 확실하지 않으면 변환기를 뽑아 어떤 항목이 사라지는지 보고, 다시 꽂아 어떤 항목이 나타나는지 확인합니다.

참고 TMS 컴퓨터에는 여러 COM 포트가 동시에 있을 수 있습니다. RF 수신기, 표시등(12.6절 참조), RS-485 변환기가 각각 하나씩 사용합니다. COM 포트 하나는 한 번에 한 기능만 사용할 수 있습니다. 이전 버전에서 업그레이드한 컴퓨터에서는 표시등 포트가 여전히 Modbus RTU 기본값과 같은 COM3일 수 있으며, 둘을 같은 포트로 설정하면 둘 중 하나는 열 수 없습니다.

팁 변환기를 다른 USB 포트에 꽂으면 Windows가 새 COM 번호를 할당할 수 있습니다. 항상 같은 USB 포트에 꽂으십시오. 번호가 바뀌면 TMS로 돌아가 포트를 다시 선택하십시오.

13.3.2 화면 설명

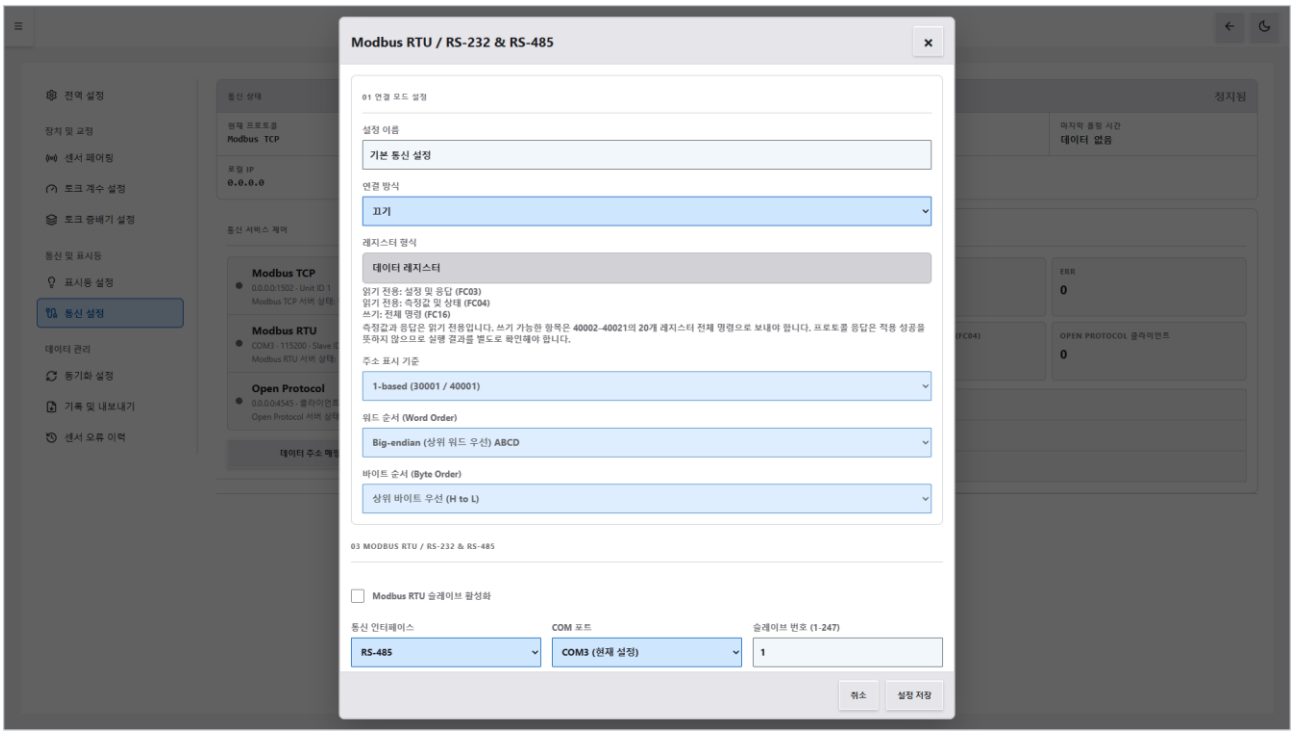


그림 13-3 Modbus RTU 설정 창

영역 / 버튼	설명
“01 연결 모드 설정”	“Modbus TCP (TMS는 서버 / 슬레이브)” 창과 같으며, 두 창이 공유합니다(13.2절 참조).
“03 Modbus RTU / RS-232 & RS-485”	Modbus RTU 활성화, COM 포트 및 직렬 통신 파라미터입니다.
“RTU 포트 새로 고침”	이 컴퓨터의 COM 포트를 다시 감지하고 “COM 포트” 목록을 갱신합니다. 그 아래에 “감지된 직렬 포트: N개” 또는 “사용 가능한 직렬 포트가 감지되지 않음”이 표시됩니다. 저장하지 않습니다.
× / “취소”	저장하지 않고 창을 닫습니다.
“설정 저장”	로컬에 저장하고, 활성화 상태에 따라 Modbus RTU를 즉시 시작, 재적용 또는 중지합니다. 성공하면 “통신 설정을 로컬에 저장했습니다”가 표시됩니다.

13.3.3 필드

필드	설명	범위 및 기본값
Modbus RTU 슬레이브 활성화	선택하고 저장하면 TMS가 즉시 COM 포트를 열고 서비스를 시작하며, 이후 TMS를 열 때마다 자동으로 시작됩니다. Modbus TCP와 함께 활성화할 수 있습니다.	기본값은 선택 해제
통신 인터페이스	이 회선이 RS-485인지 RS-232인지 기록합니다. 전기적 인터페이스는 변환기가 결정하며, 이 옵션으로 실제 신호가 바뀌지는 않습니다.	"RS-485", "RS-232", 기본값 RS-485
COM 포트	변환기의 COM 포트입니다(이 절의 "배선 및 COM 포트 확인" 참조). 저장된 포트가 현재 감지되지 않으면 "COMx (현재 설정)"으로 표시됩니다.	감지된 COM 포트, 기본값 COM3
슬레이브 번호 (1-247)	PLC가 읽을 때 지정하는 슬레이브 ID가 이 값과 일치해야 합니다. 다르면 TMS가 응답하지 않습니다. 같은 RS-485 회선의 각 장치는 서로 다른 ID를 가져야 합니다.	1~247, 기본값 1
보드레이트	전송 속도이며, PLC와 일치해야 합니다.	9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 기본값 115200
데이터 비트	PLC와 일치해야 합니다.	7, 8, 기본값 8
패리티 비트	PLC와 일치해야 합니다.	"없음", "짝수 패리티", "홀수 패리티", 기본값 "없음"
정지 비트	PLC와 일치해야 합니다.	1, 2, 기본값 1

13.3.4 Modbus RTU 활성화

1. 이 절의 "배선 및 COM 포트 확인"에 따라 배선하고, 장치 관리자에서 COM 포트 번호(예: COM5)를 확인합니다.
2. TMS에서 "통신 설정"을 열고 "Modbus RTU" 행 오른쪽의 ⚙를 클릭합니다. "Modbus RTU / RS-232 & RS-485" 창이 열립니다(그림 13-3 참조).
3. "RTU 포트 새로 고침"을 클릭합니다. 그 아래에 "감지된 직렬 포트: N개"가 표시됩니다.
4. RTU만 사용하려면 "연결 방식"에서 "Modbus RTU"를 선택합니다. Modbus TCP도 계속 사용하려면 대신 "Modbus RTU 슬레이브 활성화"를 선택합니다.
5. "COM 포트"에서 COM5를 선택합니다.

6. PLC 설정에 맞게 “슬레이브 번호 (1-247)”, “보드레이트”, “데이터 비트”, “패리티 비트”, “정지 비트”를 선택합니다.
7. “설정 저장”을 클릭합니다. 창에 “통신 설정을 로컬에 저장했습니다”가 표시되고 TMS가 즉시 COM5를 엽니다.
8. 창을 닫습니다. “Modbus RTU” 행에 “COM5 · 19200 · Slave ID 3” 같은 현재 설정과 서비스가 실행 중이라는 표시가 나타납니다.
9. PLC에서 아래 표의 파라미터로 Modbus RTU 마스터를 설정하고 30001(프로토콜 주소 0)을 읽습니다. 21581이 읽혀야 합니다.

PLC(마스터)에서 설정할 파라미터:

PLC 설정	설정값	해당 TMS 필드
통신 모드	Modbus RTU 마스터	—
슬레이브 ID	TMS와 같게	“슬레이브 번호 (1-247)”
보드레이트	TMS와 같게	“보드레이트”
데이터 비트 / 패리티 / 정지 비트	TMS와 같게(예: 8 / Even / 1)	“데이터 비트”, “패리티 비트”, “정지 비트”
읽기 기능 코드	FC04(측정값 및 상태), FC03(명령 및 응답)	—
쓰기 기능 코드	FC16만 사용하며, 40002–40021의 20개 레지스터를 한 번에 씀	—
응답 시간 초과	PLC 권장값에 따름(예: 500 ms 이상)	—

예시 PLC 요구 사항은 19200 bps, 데이터 비트 8, 짝수 패리티, 정지 비트 1이며, TMS의 슬레이브 ID는 3입니다.
TMS 설정: COM 포트 COM5, 슬레이브 번호 3, 보드레이트 19200, 데이터 비트 8, 패리티 비트 “짝수 패리티”, 정지 비트 1.
PLC 설정: Modbus RTU 마스터, 19200, 8, Even, 1. 슬레이브 3에서 FC04로 시작 주소 0, 수량 64 읽기.
결과: PLC가 처음 읽는 값은 21581이며, 이후 읽기는 Modbus TCP 예시 2와 같은 방식으로 동작합니다.

참고 Modbus RTU 통신은 “실시간 통신 요약”이나 “진단 & 테스트” 창에 집계되지 않습니다. RTU 서비스가 실행 중이면 “데이터 품질”은 항상 “양호”로 표시되지만, PLC가 실제로 읽고 있다는 뜻은 아닙니다. 데이터를 읽고 있는지는 PLC나 테스트 도구에서 확인하십시오.

13.3.5 예시: PC 테스트 도구로 RTU 연결 확인

PLC를 연결하기 전에 USB-RS-485 변환기와 Modbus 테스트 도구(예: Modbus Poll 또는 QModMaster)를 갖춘 다른 노트북을 PLC 역할로 사용할 수 있습니다. 두 변환기를 A는 A에, B는 B에, GND는 GND에 연결합니다.

테스트 도구 설정	값	설명
연결 유형	Serial / RTU	ASCII가 아님
직렬 포트	노트북에 꽂은 변환기의 COM 포트(예: COM7)	노트북의 장치 관리자에서 확인
보드레이트 / 데이터 비트 / 패리티 / 정지 비트	19200 / 8 / Even / 1	TMS와 같게
슬레이브 ID	3	TMS의 "슬레이브 번호 (1-247)"와 같게
기능 코드 / 시작 주소 / 수량	04 / 0 / 6	30001–30006을 읽음

연결하면 21581, 2, 0, 63, 1000, 1000이 읽혀야 합니다(13.2절의 예시 1과 같음). 회선에서 실제로 전송되는 RTU 패킷은 다음과 같습니다(십육진수. 마지막 2바이트는 도구가 자동으로 계산하는 CRC입니다).

```
Request : 03 04 00 00 00 06 71 EA
Response: 03 04 0C 54 4D 00 02 00 00 00 3F 03 E8 03 E8 C5 7F
```

맨 앞의 `03`은 슬레이브 ID 3, `04`는 기능 코드이며, 응답의 `54 4D`는 21581입니다.

13.3.6 일반적인 문제

증상	확인할 사항
"서비스 상태"에 "COM5 대기 중; 2초마다 자동 재시도"가 계속 표시됨	다른 프로그램이 COM 포트를 사용하고 있거나 변환기가 제대로 꽂혀 있지 않습니다. 포트를 사용하는 프로그램(예: 같은 컴퓨터의 테스트 도구)을 닫고, 표시등이 같은 COM 포트를 사용하지 않는지 확인하십시오. 변환기를 뽑았다면 같은 USB 포트에 다시 꽂으십시오. COM 포트를 사용할 수 있게 되면 TMS가 2초 이내에 자동으로 열며, 버튼을 누를 필요는 없습니다. 대기를 멈추려면 "중지"를 누르십시오.
PLC가 전혀 응답을 받지 못함(시간 초과)	슬레이브 ID 불일치, 보드레이트·데이터 비트·패리티·정지 비트 불일치, A와 B가 바뀜, 잘못된 COM 포트 선택(RF 수신기 또는 표시등의 포트). 각 항목을 확인한 후 A와 B를 바꿔 보십시오.

증상	확인할 사항
가끔 잘못된 데이터 또는 CRC 오류	패리티 또는 정지 비트 불일치, 종단 저항이 없는 긴 회선, GND 미연결, 트위스트 페어가 아닌 케이블, 또는 모터나 인버터 근처에 배선된 케이블.
간헐적으로 동작함	같은 회선에서 두 마스터가 동시에 송신하거나, 다른 장치가 같은 슬레이브 ID를 사용합니다. RS-485 회선 하나에는 마스터가 하나만 있어야 하며, 슬레이브 ID는 중복되면 안 됩니다.
변환기를 뽑았다 다시 꽂은 후 동작하지 않음	COM 번호가 바뀌었습니다. 장치 관리자에서 새 번호를 확인하고 TMS에서 다시 선택한 후 저장하십시오.
PLC가 예외 코드를 받음	Modbus TCP와 같습니다. 13.2절의 오류 메시지와 13.5절의 예외 코드 표를 참조하십시오.

팁 패리티를 "없음"으로 설정하면 정지 비트 2를 요구하는 PLC도 있습니다. TMS는 둘 다 지원하므로 PLC에 맞게 설정하기만 하면 됩니다.

13.3.7 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"통신 설정을 저장할 수 없습니다." 다음에 "請選擇 RTU 連接埠。"(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 RTU 포트를 선택하십시오)	"COM 포트"가 비어 있습니다. "RTU 포트 새로 고침"을 클릭하고 COM 포트를 선택하십시오.
"통신 설정을 저장할 수 없습니다." 다음에 "RTU Slave ID 必須介於 1 到 247。"(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 RTU 슬레이브 ID는 1~247 사이여야 합니다)	"슬레이브 번호 (1-247)"이 범위를 벗어났습니다. 1~247로 변경하십시오.
"통신 설정을 저장할 수 없습니다." 다음에 "RTU 波特率必須為 9600、19200、38400、57600 或 115200。"(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 RTU 보드레이트는 9600, 19200, 38400, 57600 또는 115200이어야 합니다)	보드레이트가 목록에 없습니다. 드롭다운 목록에서 다시 선택하십시오.
"통신 설정을 저장할 수 없습니다." 다음에 "RTU 資料位元必須為 7 或 8。" / "RTU 同位檢查必須為 None、Even 或 Odd。" / "RTU 停止位元必須為 1 或 2。" / "RTU 介面必須為 Rs232 或 Rs485。" 중 하나(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 RTU 데이터 비트는 7 또는 8이어야 합니다 / RTU 패리티는 None, Even 또는 Odd여야 합니다 / RTU 정지 비트는 1 또는 2여야 합니다 / RTU 인터페이스는 Rs232 또는 Rs485여야 합니다)	직렬 통신 파라미터가 유효하지 않습니다. 드롭다운 목록에서 다시 선택하고 저장하십시오.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“RTU 직렬 포트 목록을 불러올 수 없습니다.”	COM 포트 감지에 실패했습니다. 변환기가 꽂혀 있고 드라이버가 설치되어 있는지 확인한 후 “RTU 포트 새로 고침”을 클릭하십시오.
“통신 설정은 저장되었지만 Modbus RTU 서버에서 적용하지 못했습니다: …”	설정은 저장되었지만 새 파라미터로 서비스를 시작할 수 없습니다. 직렬 통신 파라미터를 확인하고 다시 저장하십시오.
“Modbus RTU 서버를 시작할 수 없습니다.” 다음에 “${protocol} 서버를 시작할 수 없습니다.”(뒷부분은 “${protocol}” 부분을 포함하여 화면에 그대로 표시됨)	“시작”을 눌렀을 때 파라미터가 유효하지 않았습니다. 위의 각 항목을 확인하십시오.
“Modbus RTU 서버를 시작할 수 없습니다.” 다음에 “Modbus RTU 服務已在執行。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 Modbus RTU 서비스가 이미 실행 중입니다)	서비스가 이미 실행 중입니다. 다시 시작하려면 “중지”를 누른 다음 “시작”을 누르십시오.

13.4 Open Protocol

경로: “통신 설정” → “Open Protocol” 행 오른쪽의 ⚙(Open Protocol 편집).

Open Protocol은 체결 장비에서 널리 사용되는 이더넷 통신 형식입니다. 여기서 TMS는 “체결 컨트롤러” 역할을 하며, MES 또는 체결 관리 시스템(클라이언트)이 TMS에 연결하여 체결 결과를 구독하고, 배치를 선택하고, 공구를 잠그거나 사용 가능하게 합니다. 권한 요구 사항은 13.2절과 같습니다.

시작하기 전에 다음 사항에 유의하십시오.

- TMS는 “배치 작업” 모드에서, 그리고 배치(Pset)가 선택된 경우에만 체결 결과를 보냅니다. 다른 작업 모드의 결과는 Open Protocol로 보내지 않습니다. 필요하면 대신 Modbus(13.2절) 또는 읽기 전용 API(제14장 참조)를 사용하십시오.
- 결과의 토크는 TMS 화면의 표시 단위와 관계없이 항상 N·m 단위 값에 100을 곱한 값입니다(예: 25.12 N·m는 002512로 전송). 각도는 정수 도 단위입니다.
- 시간은 항상 UTC이며 형식은 `YYYY-MM-DD:HH:MM:SS`입니다. 대만 시간은 8시간을 더합니다.
- “배치”는 Open Protocol의 Pset에 해당하며, 번호는 001~999입니다(제9장 참조). 설정이 완료되고 토크 단계(횟수가 0보다 큰 단계)가 1개 이상 있는 배치만 Pset 목록에 나타납니다.

13.4.1 화면 설명

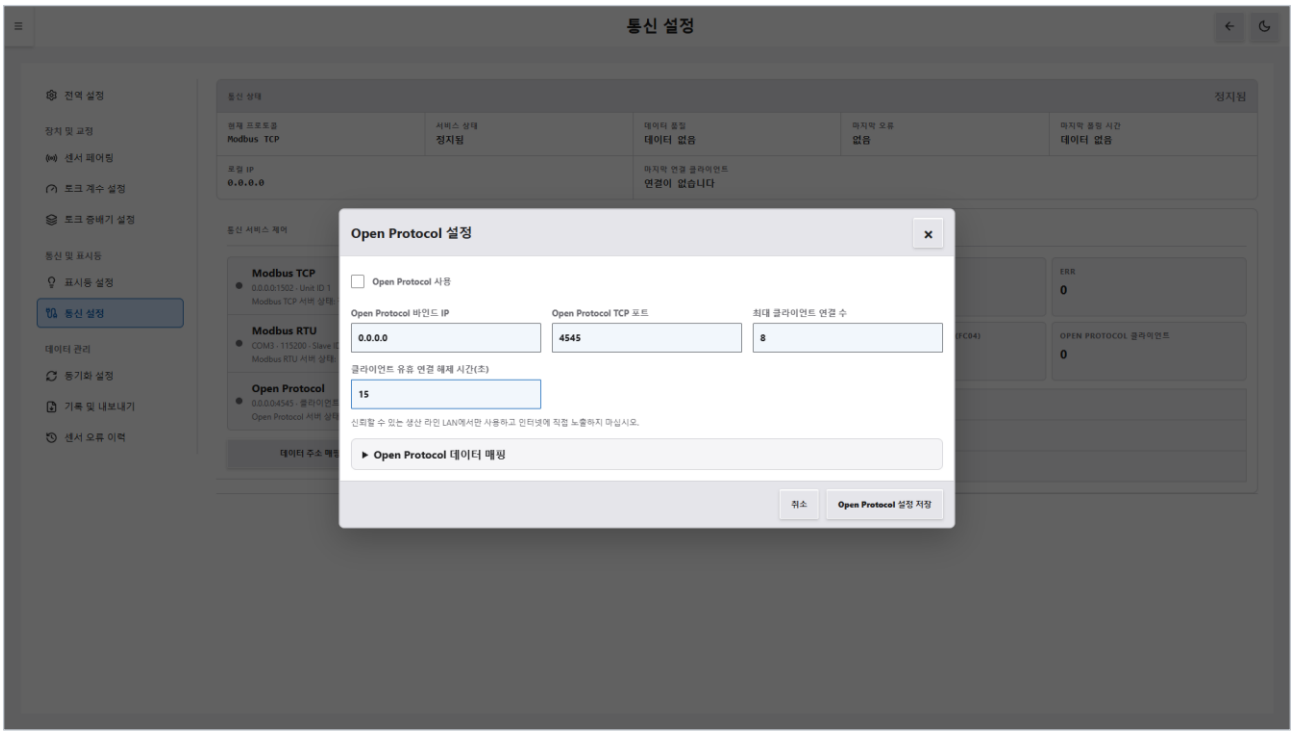


그림 13-4 Open Protocol 설정 창

영역 / 버튼	설명
활성화 및 연결 필드	“Open Protocol 사용”, IP 주소, 포트 및 연결 제한입니다(아래 필드 표 참조).
“신뢰할 수 있는 생산 라인 LAN에서만 사용하고 인터넷에 직접 노출하지 마십시오.”	보안 알림입니다. Open Protocol에는 암호화와 계정 인증이 없습니다.
“Open Protocol 데이터 매핑”	제목을 클릭하면 TMS가 지원하는 메시지 목록이 펼쳐집니다. 열은 “방향”, “MID”, “리비전”, “기능”, “매핑된 데이터 또는 동작”, “응답 또는 확인 MID”입니다. 내용은 이 절의 MID 표와 같습니다.
× / “취소”	저장하지 않고 창을 닫습니다.
“Open Protocol 설정 저장”	로컬에 저장하고, 활성화 상태에 따라 서비스를 즉시 시작, 재적용 또는 중지합니다. 성공하면 “Open Protocol 설정을 로컬에 저장했습니다”가 표시됩니다. 편집 권한이 없거나 설정을 다 불러오기 전에는 사용할 수 없습니다.

13.4.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
Open Protocol 사용	선택하고 저장하면 서비스가 즉시 시작되며, 이후 TMS를 열 때마다 자동으로 시작됩니다.	기본값은 선택 해제
Open Protocol 바인드 IP	TMS가 연결을 기다리는 네트워크 어댑터입니다. 0.0.0.0은 모든 네트워크 어댑터를 뜻합니다.	IPv4 주소, 기본값 0.0.0.0
Open Protocol TCP 포트	클라이언트가 연결하는 포트입니다. Modbus TCP나 다른 프로그램의 포트와 같으면 안 됩니다. 저장할 때 충돌을 검사하지 않으며, 충돌이 있으면 서비스를 시작할 수 없습니다.	1~65535, 기본값 4545
최대 클라이언트 연결 수	동시에 연결할 수 있는 클라이언트의 최대 수입니다. 이 한도를 넘는 새 연결은 거부됩니다.	1~32, 기본값 8
클라이언트 유휴 연결 해제 시간(초)	클라이언트가 이 시간 동안 메시지를 보내지 않으면 TMS가 연결을 끊습니다. 클라이언트는 MID 9999(keep alive)를 주기적으로 보내야 합니다.	5~3600초, 기본값 15

13.4.3 Open Protocol 활성화

1. TMS 컴퓨터의 IP 주소를 확인합니다(13.2절 절차의 1단계와 같은 방법). 예: 192.168.1.20.
2. "통신 설정"에서 "Open Protocol" 행 오른쪽의 ⚙를 클릭합니다. "Open Protocol 설정" 창이 열립니다(그림 13-4 참조).
3. "Open Protocol 사용"을 선택합니다.
4. "Open Protocol TCP 포트"를 확인합니다. 특별한 요구 사항이 없으면 4545를 그대로 둡니다.
5. "Open Protocol 설정 저장"을 클릭합니다. 창에 "Open Protocol 설정을 로컬에 저장했습니다"가 표시되고 서비스가 즉시 시작됩니다.
6. Windows에서 방화벽 알림이 표시되면 13.2절의 "Windows 방화벽"에 따라 처리하되, 포트는 4545로 바꿔 적용합니다.
7. 창을 닫습니다. "Open Protocol" 행에 "0.0.0.0:4545 · 클라이언트: 0"과 서비스가 실행 중이라는 표시가 나타납니다.
8. MES 또는 체결 관리 시스템에서 컨트롤러 연결을 설정합니다. IP 192.168.1.20, 포트 4545, keep-alive 간격 10초.

9. 클라이언트가 연결되면 “Open Protocol” 행의 클라이언트 수와 “실시간 통신 요약”의 “Open Protocol 클라이언트”가 1로 바뀝니다.
10. TMS에서 “배치 작업”에 들어가 배치를 선택하고 체결을 한 번 완료합니다. 클라이언트가 MID 0061 체결 결과를 받아야 합니다.

> **팁** 클라이언트의 keep-alive 간격은 “클라이언트 유휴 연결 해제 시간(초)”보다 짧아야 합니다. 기본값이 15초이므로 10초마다 MID 9999를 보내는 것을 권장합니다.

13.4.4 메시지 형식

각 메시지는 ASCII 텍스트입니다. 처음 20자는 헤더이고 그 뒤에 데이터가 오며, 메시지는 항상 NUL 문자(0x00) 1개로 끝나야 합니다.

문자 위치	길이	내용	예
1~4	4	메시지 길이: 헤더와 데이터의 문자 수(끝의 NUL 제외)	0020
5~8	4	MID(메시지 ID)	0001
9~11	3	리비전. 공백 또는 000은 001로 처리됨	001
12	1	No Ack Flag. 공백, 0 또는 1	공백
13~20	8	Station ID, Spindle ID, Sequence number, Message parts, Message part number. TMS는 사용하지 않으며 공백으로 채움	공백 8개
21 이후	MID에 따라 다름	데이터	—
마지막	1	NUL(0x00), 모든 메시지에 필수	—

- 클라이언트가 보내는 메시지 하나의 길이는 최대 4096자입니다.
- TMS가 보내는 메시지에서 헤더의 12~20번째 문자는 항상 공백 9개입니다.
- 연결 후 첫 메시지는 MID 0001이어야 합니다. 클라이언트가 TMS가 지원하는 다른 MID를 먼저 보내면 TMS는 즉시 연결을 닫습니다.

13.4.5 지원되는 MID

클라이언트 → TMS(클라이언트가 보내고 TMS가 응답):

MID	리비전	용도	TMS 응답
0001	001	통신 시작. 연결 후 가장 먼저 보내야 함	0002 통신 시작 확인(컨트롤러 이름 "TMS RF")
0003	001	통신 종료	TMS가 연결을 닫음
9999	001	Keep alive	9999를 그대로 반환
0010	001	배치(Pset) 목록 요청	0011 목록: 3자리 개수 뒤에 각 배치 번호 3자리
0014	001	"배치 선택됨" 알림 구독	0005, 이후 배치가 바뀔 때마다 0015(구독할 때 이미 활성 배치가 있으면 0015를 즉시 한 번 보냄)
0016	001	0015 확인	—
0017	001	"배치 선택됨" 구독 해제	0005
0018	001	배치 선택. 데이터는 3자리 배치 번호 001~999	0005 또는 0004
0020	001	배치 진행 초기화. 데이터는 3자리 배치 번호이며, 현재 활성 배치여야 함	0005 또는 0004
0040	001	공구 데이터 요청	0041 리비전 006(센서 일련번호, 모델, 용량). 활성 센서가 없으면 0004 오류 27
0042	001	공구 사용 중지: RF 연결을 끊고 잠금	0005
0043	001	공구 사용: RF를 다시 감지하고 잠금 해제	0005
0060	002	체결 결과 구독. 리비전 002만 허용	0005, 이후 결과마다 0061
0062	002	0061 확인	—
0063	002	체결 결과 구독 해제	0005
0070	001 또는 002	알람 구독	0005, 그리고 즉시 0076 알람 상태
0072	001 또는 002	0071 확인	—
0073	001 또는 002	알람 구독 해제	0005
0075	001 또는 002	0074 확인	—
0077	001 또는 002	0076 확인	—

TMS → 클라이언트(TMS가 스스로 보냄):

MID	리비전	용도	클라이언트 응답
0002	001	통신 시작 확인	—
0004	001	명령 오류: 데이터는 실패한 MID 4자리 + 오류 코드 2자리	—
0005	001	명령 수락: 데이터는 수락된 MID 4자리	—
0015	001	배치 선택됨: 배치 번호 3자리 + 선택 시간	0016
0061	002	체결 결과(필드는 이 절의 "예시: 전체 통신 시퀀스" 참조)	0062
0071	구독과 같음	알람 발생: 알람 코드, 컨트롤러 준비, 공구 준비, 시간	0072
0074	구독과 같음	알람 해제: 알람 코드	0075
0076	구독과 같음	알람 상태: 알람 유무, 알람 코드, 컨트롤러 준비, 공구 준비, 시간	0077

알람 코드: 9001 = 수신기 미연결, 9002 = 새 센서 데이터 없음, 그 밖의 값은 공구가 보고한 오류 플래그 값, 0 = 알람 없음. TMS는 클라이언트의 확인을 기다리는 동안 새 알람 메시지를 보내지 않습니다.

> **참고** MID 0061을 보낸 후 TMS는 클라이언트가 0062로 응답하기를 기다립니다. 1초 이내에 받지 못하면 메시지를 최대 3회까지 다시 보내고, 그래도 응답이 없으면 연결을 닫습니다. 이전 결과가 확인되기 전에 새 결과가 생겨도 TMS는 연결을 닫습니다. 0061을 받으면 즉시 0062로 응답하십시오. 확인할 메시지가 없을 때 0062를 보내면 TMS는 0004 오류 01로 응답합니다.

13.4.6 예시: 전체 통신 시퀀스

> **예시** MES(클라이언트)가 192.168.1.20:4545의 TMS에 연결하여 체결 결과를 구독하고 배치 012를 선택합니다. 작업자가 배치의 세 번째 부품을 완료하고, 마지막으로 MES가 통신을 종료합니다.

실제로 주고받는 메시지는 다음과 같습니다. 모든 줄은 보이지 않는 NUL(0x00) 1개로 끝나며, 헤더의 12~20번째 문자와 일부 필드의 끝은 공백입니다.

```
1  Client → TMS : 00200001001
2  TMS → Client : 00570002001         010000020003TMS RF
3  Client → TMS : 00200060002
4  TMS → Client : 00240005001         0060
5  Client → TMS : 00230018001         012
6  TMS → Client : 00240005001         0018
7  Client → TMS : 00209999001
8  TMS → Client : 00209999001
9  TMS → Client : 03850061002         010000020003TMS RF                    04
0500000601207010800000090005100003111123131140150160170180190200000000000210023752200262523002500240025122500000260000027000002800000290000030000003100000320003300034000350000003600000037000000380000003900000040000000410000000128420000043000004420101603      452026-11-15:08:30:00462026-11-14:23:40:00
10 Client → TMS : 00200062002
11 Client → TMS : 00200060001
12 TMS → Client : 00260004001         006097
13 Client → TMS : 00200003001
```

줄	MID	설명
1~2	0001 → 0002	통신 시작. 0002 데이터: `01` Cell ID 0000, `02` Channel ID 00, `03` 컨트롤러 이름 "TMS RF"(25자가 되도록 공백으로 채움). 길이 0057 = 20 + 37.
3~4	0060 → 0005	리비전 002로 체결 결과를 구독합니다. TMS가 0005로 수락합니다(데이터 0060).
5~6	0018 → 0005	배치 012를 선택합니다. 배치가 없으면 TMS는 대신 오류 코드 02와 함께 0004로 응답합니다.
7~8	9999 → 9999	Keep alive, 10초마다 한 번.
9	0061	작업자가 체결을 완료하면 TMS가 총 385자의 결과를 보냅니다. 필드는 아래 표를 참조하십시오.
10	0062	클라이언트가 1초 이내에 확인합니다.
11~12	0060 → 0004	오류 예: 리비전 001로 구독하면 TMS가 데이터 `0060` + `97`(지원되지 않는 리비전)과 함께 0004로 응답합니다.
13	0003	통신 종료. TMS가 연결을 닫습니다.

MID 0061 데이터는 46개의 필드로 구성되며, 각 필드는 "2자리 필드 번호 + 고정 길이 내용"입니다. 이 예시에서 각 필드의 의미는 다음과 같습니다.

필드	이 예시의 내용	설명
01 / 02	0000 / 00	Cell ID / Channel ID, 항상 0
03	TMS RF(25자가 되도록 공백으로 채움)	컨트롤러 이름
04 / 05	공백 25개 / 0000	VIN / Job ID, 사용하지 않음
06	012	배치(Pset) 번호
07 / 08	01 / 00000	체결 방식 01(토크 제어) / 방식 옵션

필드	이 예시의 내용	설명
09	0005	배치 크기: 부품 5개
10	0003	배치 카운터: 세 번째 부품
11	1	체결 상태: 1 = OK, 0 = NOK(재체결 포함)
12	3	배치 상태: 0 = 이 부품 NOK, 1 = 배치 완료, 2 = 배치 크기가 0, 3 = 진행 중
13	1	토크 상태: 0 = 낮음, 1 = OK, 2 = 높음
14	0	각도 상태: 0 = 낮음 또는 각도 판정 없음, 1 = OK, 2 = 높음
15~19	0	기타 모니터링 상태, 사용하지 않음
20	0000000000	오류 플래그(십진수 합계, 아래 표 참조). 0은 오류 없음
21	002375	토크 하한 23.75 N·m(2375 ÷ 100)
22	002625	토크 상한 26.25 N·m
23	002500	목표 토크 25.00 N·m
24	002512	최종 토크 25.12 N·m
25~28	00000	각도 하한, 각도 상한, 목표 각도, 최종 각도(정수 도). 이 예시에는 각도가 없음
29~40	0	사용하지 않음
41	0000000128	체결 ID: TMS 기록 번호 128이며, 기록 페이지와 대조할 수 있음(11.8절 참조)
42 / 43	00000 / 00000	사용하지 않음
44	20101603(14자가 되도록 공백으로 채움)	센서 일련번호
45	2026-11-15:08:30:00	결과 시간(UTC). 대만 시간 16:30:00
46	2026-11-14:23:40:00	배치 설정의 마지막 변경 시간(UTC)

필드 20 오류 플래그의 값(여러 개가 동시에 발생하면 더함):

값	의미
2	각도 낮음
4	토크 높음

값	의미
8	각도 높음
16384	토크 낮음
131072	재체결
262144	유효하지 않은 데이터
8388608	센서 고장

> **예시** 필드 20 = 0000016384, 필드 11 = 0, 필드 13 = 0이면 이 부품은 토크가 낮아 NOK로 판정된 것입니다.

13.4.7 MID 0004 오류 코드

오류 코드	의미	일반적인 원인 및 해결 방법
01	유효하지 않은 데이터	데이터 형식이 잘못되었거나, 이미 구독한 항목을 다시 구독하거나 구독하지 않은 항목을 구독 해제했거나, 확인할 메시지가 없을 때 확인을 보냈습니다(예: 0062를 한 번 더 보냄). 형식과 송수신 순서를 확인하십시오.
02	배치가 없음	0018에서 지정한 배치 번호가 목록에 없거나, 0020에서 지정한 배치가 현재 활성 배치가 아니거나, 활성 배치가 없습니다. 먼저 0010을 보내 목록을 가져오십시오.
03	배치를 선택할 수 없음	배치 설정이 완료되지 않았거나 배치에 토크 단계가 없습니다. TMS에서 배치 설정을 완료하십시오(제9장 참조).
16	사용 중	작업자가 작업 중일 때 배치 선택 또는 초기화를 요청했거나, 연결 중에 0001을 다시 보냈습니다. 작업이 끝난 후 다시 요청하십시오.
27	공구 사용 불가	사용할 수 있는 센서가 없습니다. 예를 들어 활성 센서가 없을 때 0040으로 공구 데이터를 요청한 경우입니다. 먼저 TMS에서 센서를 선택하십시오(12.3절 참조).
79	명령 실패	TMS가 로컬 데이터를 읽거나 쓰지 못했습니다. 나중에 다시 시도하고, 계속 발생하면 TMS를 다시 여십시오.
97	지원되지 않는 리비전	예: 리비전 001로 0060을 보낸 경우. 이 절의 “지원되는 MID” 표에 있는 리비전으로 MID를 보내십시오.
99	지원되지 않는 MID	TMS가 이 MID를 지원하지 않습니다. 이 절의 “지원되는 MID” 표에 있는 MID만 사용하십시오.

13.4.8 예시: Python으로 체결 결과 받기

다음 프로그램은 Python 표준 라이브러리만 사용하며, MES 쪽의 송수신 로직을 검증하는 데 사용할 수 있습니다. 연결하고, 결과를 구독하고, 10초마다 keep-alive를 보내고, 0061을 받으면 즉시 0062로 응답하고, 해석한 결과를 출력합니다. Python 3.9 이상이 필요합니다. `TMS_IP`를 TMS 컴퓨터의 IP 주소로 바꾸고, 종료하려면 Ctrl+C를 누르십시오.

```
# Receive tightening results from TMS over Open Protocol (MID 0060 / 0061 / 0062).
# Requires Python 3.9+; uses only the standard library.
import socket
import time

TMS_IP = "192.168.1.20"     # IPv4 address of the TMS computer
TMS_PORT = 4545             # "Open Protocol TCP port"
KEEP_ALIVE_SECONDS = 10     # must be shorter than "Client idle disconnect time (seconds)"

# MID 0061 revision 2: data width of fields 01-46 (each field = 2-digit number + data)
FIELD_WIDTHS = [4, 2, 25, 25, 4, 3, 2, 5, 4, 4, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 10,
                6, 6, 6, 6, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 3, 3, 3, 6, 6, 6, 6, 6, 6,
                10, 5, 5, 14, 19, 19]


def frame(mid, revision=1, payload=""):
    # 20-character header + payload + NUL terminator
    text = f"{20 + len(payload):04d}{mid:04d}{revision:03d}" + " " * 9 + payload
    return text.encode("ascii") + b"\x00"


def parse_0061(msg):
    fields, pos = {}, 20
    for number, width in enumerate(FIELD_WIDTHS, start=1):
        if msg[pos:pos + 2] != f"{number:02d}":
            raise ValueError(f"Unexpected data at position {pos}")
        fields[number] = msg[pos + 2:pos + 2 + width]
        pos += 2 + width
    return {
        "pset": int(fields[6]),
        "batch": f"{int(fields[10])}/{int(fields[9])}",
        "ok": fields[11] == "1",
        "torque_nm": int(fields[24]) / 100,
        "min_nm": int(fields[21]) / 100,
        "max_nm": int(fields[22]) / 100,
        "tightening_id": int(fields[41]),
        "serial": fields[44].strip(),
        "time_utc": fields[45],
    }


class Connection:
    def __init__(self, host, port):
        self.sock = socket.create_connection((host, port), timeout=5)
        self.buffer = b""

    def send(self, data):
        self.sock.sendall(data)

    def receive(self):
        # Every message ends with NUL (0x00)
        while b"\x00" not in self.buffer:
            chunk = self.sock.recv(4096)
            if not chunk:
                raise ConnectionError("TMS closed the connection")
            self.buffer += chunk
        raw, self.buffer = self.buffer.split(b"\x00", 1)
```

```
        return raw.decode("ascii")


def main():
    conn = Connection(TMS_IP, TMS_PORT)
    try:
        conn.send(frame(1))                    # MID 0001 communication start
        print("<-", conn.receive())            # expect MID 0002
        conn.send(frame(60, revision=2))       # MID 0060 subscribe to results, revision 2
        print("<-", conn.receive())            # expect MID 0005 (accepted 0060)
        conn.sock.settimeout(1)
        last_sent = time.monotonic()
        while True:
            if time.monotonic() - last_sent >= KEEP_ALIVE_SECONDS:
                conn.send(frame(9999))         # keep alive
                last_sent = time.monotonic()
            try:
                msg = conn.receive()
            except socket.timeout:
                continue
            mid = msg[4:8]
            if mid == "0061":
                print(parse_0061(msg))
                conn.send(frame(62, revision=2))  # acknowledge within 1 second
                last_sent = time.monotonic()
            elif mid == "0004":
                print("Error: MID", msg[20:24], "code", msg[24:26])
    except KeyboardInterrupt:
        conn.send(frame(3))                    # MID 0003 communication stop
    finally:
        conn.sock.close()


if __name__ == "__main__":
    main()
```

실행하면 먼저 0002와 0005를 출력하고, 이후 작업자가 배치 작업에서 부품을 완료할 때마다 한 줄씩 출력합니다. 예:

```
{'pset': 12, 'batch': '3/5', 'ok': True, 'torque_nm': 25.12, 'min_nm': 23.75, 'max_nm': 26.25,
'tightening_id': 128, 'serial': '20101603', 'time_utc': '2026-11-15:08:30:00'}
```

13.4.9 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“Open Protocol 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “Open Protocol 綁定 IP 必須是有效的 IPv4 位址。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 Open Protocol 바인드 IP는 유효한 IPv4 주소여야 합니다)	“Open Protocol 바인드 IP”의 형식이 잘못되었습니다. 0.0.0.0 또는 로컬 IPv4 주소를 입력하십시오.
“Open Protocol 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “Open Protocol 連接埠必須介於 1 到 65535。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 Open Protocol 포트는 1~65535 사이여야 합니다)	“Open Protocol TCP 포트”가 범위를 벗어났습니다. 1~65535로 변경하십시오. 4545를 그대로 사용하는 것을 권장합니다.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“Open Protocol 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “Open Protocol 最大連線數必須介於 1 到 32。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 Open Protocol 최대 연결 수는 1~32 사이여야 합니다)	“최대 클라이언트 연결 수”가 범위를 벗어났습니다. 1~32로 변경하십시오.
“Open Protocol 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “Open Protocol 閒置中斷時間必須介於 5 到 3600 秒。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 Open Protocol 유휴 연결 해제 시간은 5~3600초 사이여야 합니다)	“클라이언트 유휴 연결 해제 시간(초)”가 범위를 벗어났습니다. 5~3600으로 변경하십시오.
“Open Protocol 설정은 저장되었지만 서버에서 적용하지 못했습니다: …”	설정은 저장되었지만 서비스를 시작할 수 없습니다. 콜론 뒤의 텍스트는 영어로 표시되는 시스템 원인입니다. 가장 흔한 원인은 Modbus TCP나 다른 프로그램과 같은 포트입니다. 다른 포트를 사용하고 다시 저장하십시오.
“Open Protocol 설정을 불러올 수 없습니다.”	설정을 읽지 못했습니다. 창을 닫았다가 다시 여십시오. 그래도 실패하면 다시 로그인하십시오.
“Open Protocol 서버를 시작할 수 없습니다.” 다음에 “작업을 완료할 수 없습니다.”(원인: 시스템 설정 서비스를 일시적으로 사용할 수 없음)	“시작”을 눌렀을 때 서비스를 시작할 수 없습니다(예: 포트가 사용 중). 포트를 확인하고 다시 시도하십시오.
“이 작업을 수행할 권한이 없습니다.”	“편집 · 통신 및 레이아웃” 권한이 없습니다. 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(제15장 참조).

클라이언트 쪽에서 흔히 나타나는 상황:

증상	원인 및 해결 방법
연결 직후 끊어짐	첫 메시지가 0001이 아니었거나, 연결 수가 "최대 클라이언트 연결 수"에 도달했습니다. 0001을 먼저 보내고, 사용하지 않는 클라이언트를 닫으십시오.
약 15초 후 끊어짐	keep-alive를 보내지 않았습니다. 10초마다 9999를 보내거나 "클라이언트 유휴 연결 해제 시간(초)"를 늘리십시오.
결과를 받고 몇 초 후 끊어짐	1초 이내에 0062를 보내지 않았습니다. 0061을 받으면 즉시 0062로 응답하십시오.
구독에 성공했지만 0061이 오지 않음	TMS가 "배치 작업" 모드가 아니거나 배치가 선택되지 않았습니다. 다른 작업 모드는 결과를 보내지 않습니다.
TMS가 응답하지 않거나, 메시지를 받은 후 연결을 닫음	메시지 끝에 NUL(0x00)이 없거나, 길이 필드가 실제 문자 수와 일치하지 않습니다. TMS가 나머지 데이터를 계속 기다리거나, 형식 오류를 감지한 후 연결을 닫습니다. 이 절의 "메시지 형식"과 대조하여 메시지를 확인하십시오.

13.5 Modbus 레지스터 맵

경로: "통신 설정" → "데이터 주소 매핑 테이블".

"Modbus 데이터 주소 매핑 테이블"에는 TMS가 제공하는 모든 Modbus 주소가 나열되며, PLC 프로그래머를 위해 CSV 또는 Excel로 내보낼 수 있습니다. Modbus TCP와 Modbus RTU는 같은 레지스터 맵을 사용합니다. "보기 · 시스템 설정" 권한이 필요합니다.

13.5.1 화면 설명

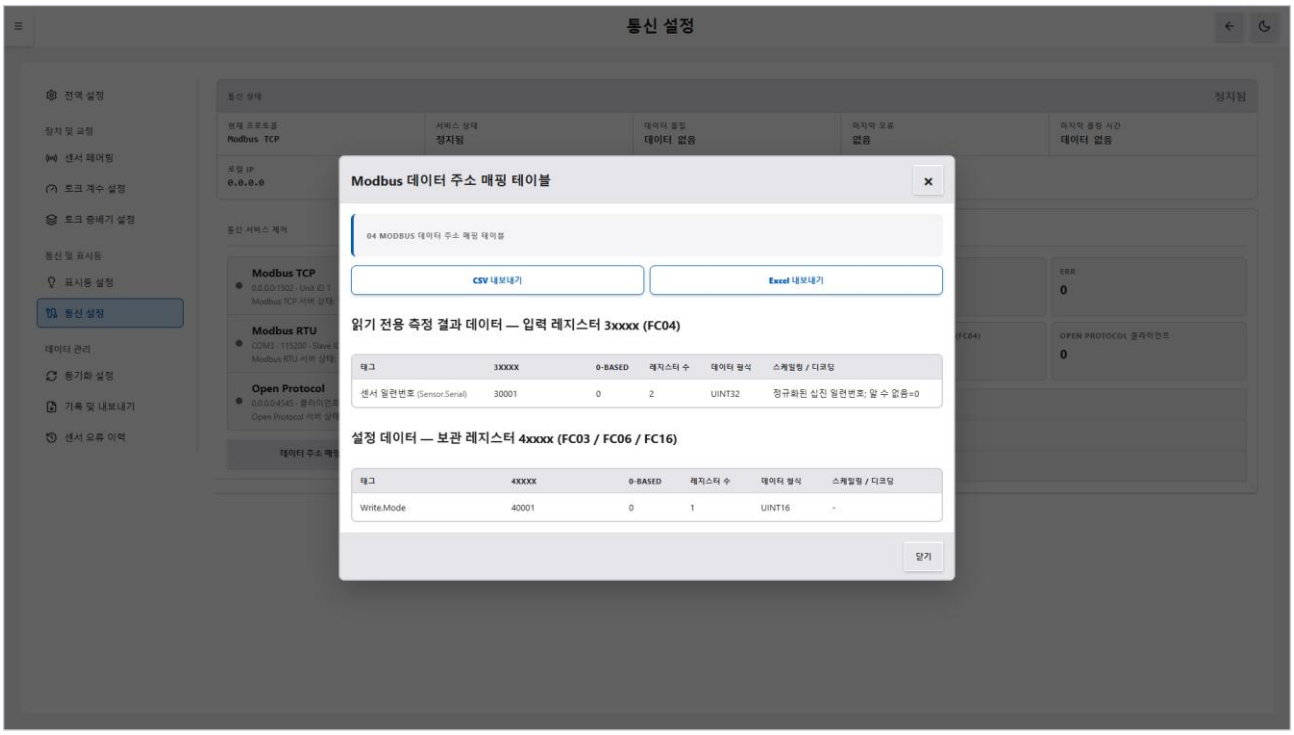


그림 13-5 Modbus 레지스터 맵(간략 보기)

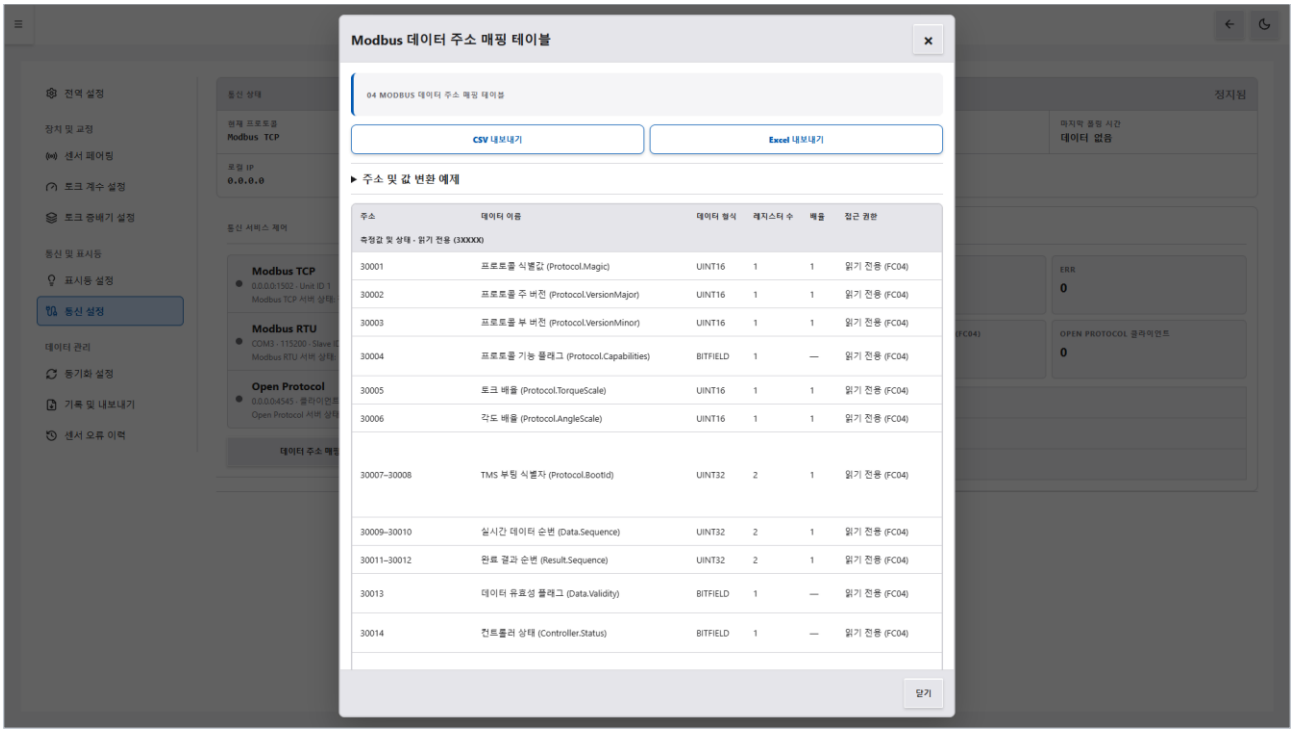


그림 13-6 Modbus 레지스터 맵(전체 레지스터 맵)

영역 / 버튼	설명
“04 Modbus 데이터 주소 매핑 테이블”	창 제목 영역입니다.
“CSV 내보내기”	`modbus-register-map.csv`를 내보냅니다(UTF-8이며, Excel에서 바로 열어도 모든 문자가 올바르게 표시됨). 화면을 전환하지 않습니다.
“Excel 내보내기”	워크시트 이름이 “Modbus 레지스터 맵”인 `modbus-register-map.xlsx`를 내보냅니다. 화면을 전환하지 않습니다.
“주소 및 값 변환 예제”	“현재 토크”, “실시간 각도”, “명령 목표 토크”를 예로 들어 “표의 주소”, “통신 시작 주소 (0부터)”, “원시 레지스터 값 (상위 워드 우선)”, “값 변환”을 보여 줍니다. “예시 값이며 장치의 실시간 데이터가 아닙니다.”라고 표시되어 있습니다.
레지스터 표	열은 “주소”, “데이터 이름”, “데이터 형식”, “레지스터 수”, “배율”, “접근 권한”, “스케일링 / 디코딩”이며, “측정값 및 상태 · 읽기 전용 (3xxxx)”과 “명령 및 응답 (4xxxx; 권한은 각 행 참조)”의 두 그룹으로 나뉩니다(그림 13-6 참조).
“플랫폼 차이 및 제한 사항”	레지스터 표 아래에 있으며, TMS Android 버전과의 차이를 설명합니다. 이 Windows 버전만 사용한다면 건너뛰어도 됩니다.
“닫기” / ×	창을 닫습니다.

창을 열었을 때 전체 레지스터 맵을 아직 불러오지 않았으면 먼저 “읽기 전용 측정 결과 데이터 — 입력 레지스터 3xxxx (FC04)”와 “설정 데이터 — 보관 레지스터 4xxxx (FC03 / FC06 / FC16)”의 두 간략 표가 몇 행만 표시됩니다(그림 13-5 참조). 이 경우 창을 닫았다가 다시 여십시오. 그래도 간략 표가 표시되면 “통신 설정” 페이지에서 나갔다가 다시 들어오십시오.

> **참고** 간략 표 제목의 FC06은 해당되지 않습니다. TMS는 FC06을 받지 않으며, 쓰기는 항상 20개 레지스터의 전체 FC16 명령으로 합니다(13.2절의 예시 3 참조). 전체 레지스터 맵이 표시된 후에 내보내십시오. 그렇지 않으면 내보낸 파일에 간략 내용만 들어갑니다.

13.5.2 일반 읽기/쓰기 규칙

항목	규칙
주소 기준	표의 주소는 1부터 시작합니다(30001, 40001). PLC가 보내는 프로토콜 주소는 표의 주소에서 30001(3xxxx) 또는 40001(4xxxx)을 뺀 값입니다. 예: 30011 → 10, 40022 → 21.
측정값 및 상태 읽기	FC04, 30001–30064(프로토콜 주소 0~63), 요청당 1~125개 레지스터.
명령 및 응답 읽기	FC03, 40001–40027(프로토콜 주소 0~26), 요청당 1~125개 레지스터.

항목	규칙
쓰기	FC16만 허용됩니다. 40002(프로토콜 주소 1)부터 시작하여 20개 레지스터 전체(40002–40021)를 한 번에 써야 하며, 40021은 42330(0xA55A)이어야 합니다.
32/64비트 값	상위 워드 우선(ABCD), 각 레지스터 안에서는 상위 바이트 우선.
배율 1000	읽기: 읽은 정수 ÷ 1000 = 실제 값. 쓰기: 실제 값 × 1000을 정수로 반올림하여 씀.
부호 있는 INT32	32비트 결과가 2147483648 이상이면 4294967296을 빼서 음수 값을 구합니다.
토크 단위	토크 값은 30017(실시간) 또는 30018(결과)에 표시된 단위를 사용합니다. 30029–30030만 항상 N·m입니다.
데이터 없음	"데이터 없음"은 값 0과 같지 않습니다. 먼저 30013 "데이터 유효성 플래그"의 해당 비트나 특수 값(예: 65535, 4294967295)을 확인하십시오.
Unit ID / 슬레이브 ID	요청의 Unit ID(TCP) 또는 슬레이브 ID(RTU)가 설정과 다르면 TMS가 응답하지 않습니다.

13.5.3 측정값 및 상태(3xxxx, 읽기 전용, FC04)

주소 열의 괄호 안 숫자는 제로 기반 프로토콜 주소입니다.

주소	이름	형식 / 배율	설명
30001 (0)	프로토콜 식별값 `Protocol.Magic`	UINT16	항상 21581(0x544D). TMS에 연결되었는지 확인하는 데 사용
30002 (1)	프로토콜 주 버전 `Protocol.VersionMajor`	UINT16	항상 2
30003 (2)	프로토콜 부 버전 `Protocol.VersionMinor`	UINT16	항상 0
30004 (3)	프로토콜 기능 플래그 `Protocol.Capabilities`	비트	bit0 배치 선택, bit1 공구 제어, bit2 배치 초기화, bit3 작업 파라미터 적용, bit4 배터리 잔량, bit5 공구 오류. 항상 63(0x003F): 여섯 가지 모두 지원
30005 (4)	토크 배율 `Protocol.TorqueScale`	UINT16	항상 1000
30006 (5)	각도 배율 `Protocol.AngleScale`	UINT16	항상 1000
30007–30008 (6)	TMS 부팅 식별자 `Protocol.BootId`	UINT32	TMS가 시작될 때마다 생성되는 ID. 명령 2~5는 이 값을 40005–40006에 써야 함

주소	이름	형식 / 배율	설명
30009–30010 (8)	실시간 데이터 순번 `Data.Sequence`	UINT32	실시간 상태가 바뀔 때마다 1씩 증가
30011–30012 (10)	완료 결과 순번 `Result.Sequence`	UINT32	결과가 완료될 때마다 1씩 증가(모든 작업 모드). 반복해서 읽어도 증가하지 않음. TMS를 다시 시작하면 0부터 다시 시작
30013 (12)	데이터 유효성 플래그 `Data.Validity`	비트	이 절의 "비트 정의" 참조
30014 (13)	컨트롤러 상태 `Controller.Status`	비트	이 절의 "비트 정의" 참조
30015 (14)	실시간 작업 모드 `Mode.Live`	UINT16	이 절의 "코드표" 참조
30016 (15)	완료 결과 모드 `Mode.Result`	UINT16	이 완료 결과의 작업 모드. 코드는 30015와 같음
30017 (16)	실시간 토크 단위 `Unit.Live`	UINT16	0 미설정, 1~6은 이 절의 "코드표" 참조
30018 (17)	완료 결과 단위 `Unit.Result`	UINT16	이 완료 결과의 토크 단위. 코드는 30017과 같음
30019 (18)	활성 배치 `Batch.PsetId`	UINT16	현재 배치(Pset) 번호. 0은 미설정
30020 (19)	활성 단계 `Batch.ActiveStep`	UINT16	현재 배치 단계(1부터 시작). 0은 미설정
30021 (20)	판정 결과 `Result.QC`	UINT16	0 아직 결과 없음, 1 합격(OK), 2 불합격(NOK), 3 재체결(Rehit)
30022 (21)	결과 상세 플래그 `Result.DetailFlags`	비트	이 절의 "비트 정의" 참조
30023 (22)	공구 오류 플래그 `Tool.ErrorFlags`	비트	공구가 보고한 원시 오류 비트. 여러 비트가 동시에 1일 수 있으며, 모두 0이면 공구 오류 없음
30024 (23)	센서 배터리 잔량 `Sensor.BatteryPercent`	UINT16	0~100(%). 65535(0xFFFF)는 아직 확인할 수 없음
30025 (24)	센서 모델 코드 `Sensor.ModelCode`	UINT16	센서가 보고한 모델 코드. 0은 알 수 없음
30026 (25)	센서 상태 `Sensor.State`	비트	bit0 선택됨, bit1 페어링됨, bit2 최신 데이터
30027–30028 (26)	센서 일련번호 `Sensor.Serial`	UINT32	십진수 일련번호. 0은 알 수 없음

주소	이름	형식 / 배율	설명
30029–30030 (28)	센서 용량 `Sensor.CapacityNm`	INT32 ÷1000	항상 N·m. 예: 10000은 10 N·m
30031–30032 (30)	실시간 토크 `Torque.Live`	INT32 ÷1000	단위는 30017에 따름
30033–30034 (32)	실시간 각도 `Angle.Live`	INT32 ÷1000	도. 예: 90500은 90.5°
30035–30036 (34)	최종 토크 `Torque.Final`	INT32 ÷1000	단위는 30018에 따름. 다음 결과가 완료될 때까지 유지
30037–30038 (36)	최종 각도 `Angle.Final`	INT32 ÷1000	도. 다음 결과가 완료될 때까지 유지
30039–30040 (38)	목표 토크 `Torque.Target`	INT32 ÷1000	단위는 30018에 따름
30041–30042 (40)	목표 각도 `Angle.Target`	INT32 ÷1000	도
30043–30044 (42)	토크 하한 `Torque.Lower`	INT32 ÷1000	OK 하한. 단위는 30018에 따름
30045–30046 (44)	토크 상한 `Torque.Upper`	INT32 ÷1000	OK 상한. 단위는 30018에 따름
30047–30048 (46)	각도 하한 `Angle.Lower`	INT32 ÷1000	도
30049–30050 (48)	각도 상한 `Angle.Upper`	INT32 ÷1000	도
30051–30052 (50)	배치 OK 수 `Batch.CompletedOk`	UINT32	OK만 집계하며, NOK와 재체결은 집계하지 않음
30053–30054 (52)	배치 목표 수 `Batch.Size`	UINT32	이 배치에 계획된 부품 수
30055–30056 (54)	펄스 수 `Pulse.Count`	UINT32	0은 데이터 없음
30057–30060 (56)	결과 시간 `Result.TimestampMs`	UINT64	1970-01-01 00:00:00 UTC부터의 밀리초. 0은 제공되지 않음
30061–30062 (60)	센서 데이터 경과 시간 `Sensor.AgeMs`	UINT32	밀리초. 3000을 넘은 데이터는 무효로 처리. 4294967295는 아직 데이터 없음
30063–30064 (62)	결과 경과 시간 `Result.AgeMs`	UINT32	밀리초. 4294967295는 아직 데이터 없음

13.5.4 명령 및 응답(4xxxx)

주소	이름	형식 / 배율	설명
40001 (0)	명령 버전 `Command.Version`	UINT16	읽기 전용(FC03). 항상 2
40002 (1)	명령 코드 `Command.Code`	UINT16	1 작업 파라미터 적용, 2 배치 선택, 3 공구 잠금, 4 공구 잠금 해제, 5 현재 배치 초기화
40003–40004 (2)	명령 순번 `Command.Sequence`	UINT32	0이면 안 됨. 새 명령의 순번은 이전 명령보다 커야 함
40005–40006 (4)	설정 리비전 / 부팅 식별자 `Command.RevisionOrBootId`	UINT32	명령 1: 40026–40027의 설정 리비전, 명령 2~5: 30007–30008의 부팅 식별자
40007 (6)	명령 배치 번호 `Command.PsetId`	UINT16	명령 2에서 사용, 1~999. 다른 명령은 0
40008 (7)	명령 작업 모드 `Command.Mode`	UINT16	명령 1에서 사용. 코드는 30015와 같으며, 1, 2, 3, 4, 6을 허용
40009 (8)	명령 토크 단위 `Command.Unit`	UINT16	명령 1에서 사용. 1~6, 코드는 30017과 같음
40010 (9)	명령 판정 조건 `Command.Condition`	UINT16	명령 1에서 사용: 0 ± 공차 범위, 1 목표를 하한으로, 목표 + 공차를 상한으로 함
40011–40012 (10)	명령 목표 토크 `Command.TargetTorque`	INT32 ×1000	단위는 40009에 따름. 예: 25.00이면 25000을 씀
40013–40014 (12)	명령 목표 각도 `Command.TargetAngle`	INT32 ×1000	도. 예: 90.5이면 90500을 씀
40015–40016 (14)	명령 시작 토크 `Command.StartTorque`	INT32 ×1000	단위는 40009에 따름
40017–40018 (16)	명령 토크 공차 `Command.Tolerance`	INT32 ×1000	%. 예: 5%이면 5000을 씀
40019–40020 (18)	명령 각도 공차 `Command.AngleTolerance`	INT32 ×1000	도. 예: 1.5이면 1500을 씀
40021 (20)	명령 트리거 `Command.Apply`	UINT16	명령이 수락되려면 42330(0xA55A)이어야 함
40022–40023 (21)	응답 순번 `Reply.Sequence`	UINT32	읽기 전용. 해당 명령의 순번

주소	이름	형식 / 배율	설명
40024 (23)	응답 상태 `Reply.Status`	UINT16	읽기 전용. 0 아직 응답 없음, 1 처리 중, 2 성공, 3 실패
40025 (24)	응답 오류 `Reply.Error`	UINT16	읽기 전용. 이 절의 "코드표" 참조
40026–40027 (25)	응답 설정 리비전 `Reply.Revision`	UINT32	읽기 전용. 현재 설정 리비전이며, 명령 1이 성공하면 갱신됨

13.5.5 비트 정의

비트 값 1은 해당 상태가 참이라는 뜻입니다. bit0은 최하위 비트(값 1)이고, bit7의 값은 128입니다.

비트	30013 데이터 유효성 플래그	30014 컨트롤러 상태	30022 결과 상세 플래그
bit0	실시간 토크 유효	준비	토크 낮음
bit1	실시간 각도 유효	사이클 진행	토크 높음
bit2	완료 결과 유효	사이클 완료	각도 낮음
bit3	작업 세션 활성	수신기 연결	각도 높음
bit4	최신 센서 데이터	최신 센서 데이터	재체결
bit5	인코딩 오류	공구 잠금	센서 고장
bit6	최종 각도 유효	배터리 부족(10% 이하)	유효하지 않은 데이터
bit7	배터리 잔량 유효	공구 고장	—

> **예시** 30014가 25(이진수 0001 1001)로 읽히면 bit0 + bit3 + bit4, 즉 준비, 수신기 연결, 최신 센서 데이터입니다. 57(0011 1001)로 읽히면 bit5 "공구 잠금"도 설정된 것입니다.

13.5.6 코드표

코드	작업 모드(30015, 30016, 40008)	토크 단위(30017, 30018, 40009)	판정 결과(30021)
0	미설정	미설정	아직 결과 없음
1	토크 렌치	N·m	합격(OK)
2	전동 공구	kgf·cm	불합격(NOK)
3	토크 & 각도	kgf·m	재체결(Rehit)
4	토크 측정	ozf·in	—

코드	작업 모드(30015, 30016, 40008)	토크 단위(30017, 30018, 40009)	판정 결과(30021)
5	배치 작업	lbf·in	—
6	능력 지수 검사	lbf·ft	—

코드	응답 오류(40025)	일반적인 원인 및 해결 방법
0	없음	성공.
1	사용 중	작업자가 작업 중입니다. 명령 1, 2, 5는 작업이 끝난 후에 보내십시오.
2	오래된 리비전	명령 1의 설정 리비전이 현재 리비전과 일치하지 않습니다. 40026–40027을 다시 읽고 새 순번으로 명령을 다시 보내십시오.
3	유효하지 않은 매개변수	값이 허용 범위를 벗어났습니다. 예를 들어 목표 토크가 센서 용량을 초과하거나, 토크 렌치 공차가 1%~30%의 정수가 아니거나, 배치 설정이 완료되지 않은 경우입니다.
4	찾을 수 없음	배치 번호가 없거나, 작업 모드가 TMS에 설정되어 있지 않습니다.
5	지원되지 않음	예: 명령 1로 배치 작업 모드를 적용한 경우.
6	데이터베이스 오류	TMS가 로컬 데이터를 읽거나 쓰지 못했습니다. 나중에 다시 시도하고, 계속 발생하면 TMS를 다시 여십시오.
7	공구 사용 불가	사용할 수 있는 센서나 공구가 없습니다. 센서가 선택되어 연결되어 있는지 확인하십시오(12.3절 참조).
8	장치 통신 오류	TMS와 RF 수신기 또는 공구 사이의 통신에 실패했습니다. 수신기 연결을 확인하고 다시 시도하십시오.

13.5.7 Modbus 예외 코드

TMS가 요청을 거부하면 Modbus 예외 코드를 반환합니다(기능 코드의 최상위 비트가 1로 설정됨. 예: FC16은 0x90을 반환).

예외 코드	이름	TMS가 반환하는 경우
01	Illegal Function	FC03, FC04, FC16 이외의 기능 코드(예: FC06)를 사용한 경우.
02	Illegal Data Address	읽기 범위가 30001–30064 또는 40001–40027을 벗어난 경우, FC16이 40002부터 시작하지 않거나 수량이 20이 아닌 경우.
03	Illegal Data Value	읽기 수량이 1~125가 아님, FC16의 40021이 0xA55A가 아님, 순번이 0임, 명령 코드가 1~5가 아님, 명령 2~5의 부팅 식별자가 일치하지 않음, 같은 순번을 다른 내용으로 보냄, 순번이 이전 순번보다 오래됨, 작업 모드·단위·판정 조건 코드가 유효하지 않음, 명령 2의 배치 번호가 1~999 범위를 벗어남.
06	Server Device Busy	이전 명령이 아직 처리 중인 경우(40024 = 1).

13.5.8 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“Modbus 레지스터 맵을 불러올 수 없습니다.”	레지스터 맵을 읽지 못했습니다. 창을 닫았다가 다시 여십시오. 그래도 실패하면 다시 로그인하십시오. 그동안에는 이 절의 레지스터 표를 참조할 수 있습니다.
“레지스터 맵을 아직 불러오지 않았습니다”	간략 표에 표시되며, 레지스터 맵을 아직 불러오지 않았다는 뜻입니다. 창을 닫았다가 다시 여십시오. 전체 레지스터 맵이 표시된 후에 내보내십시오.

13.6 Modbus 진단 및 테스트

경로: “통신 설정” → “진단 & 테스트”.

“진단 & 테스트” 창에는 Modbus TCP로 받은 요청 수와 오류 수, 최근 요청과 응답의 내용이 표시되므로 PLC가 데이터를 읽지 못하는 원인을 찾는 데 도움이 됩니다. 이 창은 데이터만 표시하며, 명령을 보내거나 TMS의 상태를 바꾸지 않습니다. “보기 · 시스템 설정” 권한이 필요합니다.

13.6.1 화면 설명



그림 13-7 Modbus 진단 및 테스트

영역 / 버튼	설명
“05 Modbus 송수신 명령 표시”	블록 제목입니다. 내용은 매초 자동으로 새로 고쳐집니다.
“합계”	Modbus TCP로 처리한 요청의 총수입니다(FC03, FC04, FC16 및 지원되지 않는 기능 코드 포함). 그 아래에 “N OK · N ERR”이 표시됩니다.
“읽기 전용: 설정 및 응답 (FC03)”	4xxxx를 읽는 FC03 요청 수입니다. 그 아래에 그중 실패한 요청 수가 표시됩니다.
“읽기 전용: 측정값 및 상태 (FC04)”	3xxxx를 읽는 FC04 요청 수입니다. 그 아래에 그중 실패한 요청 수가 표시됩니다.
“최근 수신 명령”	최근 요청의 내용이며, 기술적인 영어 형식으로 표시됩니다. 예를 들어 `ReadInputRegisters(0, 6)`은 FC04로 프로토콜 주소 0(30001)부터 6개 레지스터를 읽는다는 뜻입니다. 데이터가 없으면 “데이터가 없습니다”가 표시됩니다.
“최근 응답 명령”	최근 응답의 내용입니다. 성공하면 읽은 값, 실패하면 예외 이름(예: `IllegalDataAddress`)이 표시됩니다. 데이터가 없으면 “데이터가 없습니다”가 표시됩니다.
“닫기” / ×	창을 닫습니다. Esc 키를 누르거나 창 바깥을 클릭해도 같습니다.

- 카운터는 Modbus TCP 서비스가 시작될 때마다 0부터 다시 시작합니다.

- Modbus TCP만 집계합니다. Modbus RTU와 Open Protocol 통신은 여기에 나타나지 않습니다.
- FC16 쓰기 명령은 "합계"와 OK/ERR에 집계되지만 별도의 카운터는 없습니다. FC16이 OK로 집계되었다는 것은 명령이 수신되었다는 뜻일 뿐이며, 실행에 성공했는지는 40024 "응답 상태"에 표시됩니다.
- TMS는 Unit ID가 일치하지 않는 요청에 응답하지 않고 "합계"에도 집계하지 않지만, "최근 수신 명령"과 "최근 응답 명령"에는 `IgnoredUnitId(expected=1, actual=2)` 같은 내용이 표시됩니다(expected는 TMS에 설정된 Unit ID, actual은 PLC가 보낸 Unit ID).

13.6.2 진단 창으로 연결 문제 찾기

1. "통신 설정"에서 "Modbus TCP" 행에 서비스가 실행 중으로 표시되는지 확인합니다. 실행 중이 아니면 먼저 "시작"을 누릅니다.
2. "진단 & 테스트"를 클릭하여 "진단 & 테스트" 창을 엽니다(그림 13-7 참조).
3. PLC에 읽기를 시작하도록 요청하고 5~10초 동안 지켜봅니다.
4. "합계"와 "OK"가 계속 증가하고 "ERR"이 변하지 않으면 TMS는 정상적으로 동작하고 있습니다. 그래도 PLC에 문제가 표시되면 PLC의 주소 변환과 데이터 해석을 확인하십시오(13.5절 참조).
5. "ERR"이 증가하면 "최근 응답 명령"의 예외 이름을 보고 아래 표에 따라 PLC 프로그램을 수정합니다.
6. 카운터가 모두 변하지 않으면 "최근 응답 명령"을 확인합니다. `IgnoredUnitId`가 표시되면 Unit ID를 수정합니다. 여전히 "데이터가 없습니다"가 표시되면 요청이 TMS에 도달하지 않는 것이므로 IP 주소, 포트, 방화벽을 확인합니다(13.2절 참조).
7. 확인이 끝나면 "닫기"를 클릭합니다.

> **예시** PLC가 계속 시간 초과되고, 진단 창의 "합계"가 0에서 변하지 않으며, "최근 응답 명령"에 `IgnoredUnitId(expected=1, actual=2)`가 표시됩니다. 이는 TMS는 1로 설정되어 있는데 PLC가 Unit ID 2를 보내고 있다는 뜻입니다. PLC의 Unit ID를 1로 변경하면 "합계"와 "OK"가 증가하기 시작합니다.

“최근 응답 명령” 표시 내용	원인 및 해결 방법
`IgnoredUnitId(expected=…, actual=…)`	PLC의 Unit ID가 TMS의 “국번 (Unit ID)”와 다릅니다. 둘을 같게 하십시오.
`IllegalFunction`	FC06 또는 다른 지원되지 않는 기능 코드를 사용했습니다. 읽기에는 FC03/FC04, 쓰기에는 FC16을 사용하십시오.
`IllegalDataAddress`	주소나 수량이 범위를 벗어났거나, FC16이 40002부터 20개 레지스터를 쓰지 않았습니다. 0-based 변환에 주의하십시오(13.5절 참조).
`IllegalDataValue`	읽기 수량이 1~125가 아니거나 FC16 명령의 내용이 유효하지 않습니다. 13.5절의 예외 코드 표와 대조하여 항목별로 확인하십시오.
`ServerDeviceBusy`	이전 명령이 아직 처리 중입니다. 40024 “응답 상태”가 1이 아니게 된 후에 보내십시오.

13.6.3 통신 문제 해결

증상	확인할 사항
PLC가 Modbus TCP에 연결할 수 없음(연결 거부)	“Modbus TCP” 행에 서비스가 실행 중으로 표시되는지, PLC에 설정한 포트가 “TCP 포트 번호”와 같은지, “IP 주소 바인딩”이 0.0.0.0 또는 이 컴퓨터의 IP 주소인지 확인합니다.
PLC 연결이 시간 초과됨	TMS 컴퓨터의 IP 주소가 올바른지(`ipconfig`), 두 장치가 같은 네트워크 세그먼트에 있는지, Windows 방화벽이 포트를 허용하는지(13.2절 참조), PLC의 Unit ID가 TMS와 일치하는지(진단 창에 `IgnoredUnitId`가 표시됨) 확인합니다.
읽은 값이 모두 하나씩 밀림	주소를 0부터 셀지 1부터 셀지에 대한 설정이 잘못되었습니다. 30001은 21581로 읽혀야 합니다(13.2절의 예시 1 참조).
토크 값이 1000배 크거나 단위가 맞지 않음	배율이 1000인 필드는 1000으로 나누어야 하고, 토크 단위는 30017/30018에 따라 해석해야 하며, 32비트 값은 상위 워드부터 읽어야 합니다.
새 결과가 감지되지 않음	새 결과를 30011–30012 “완료 결과 순번”으로 감지하는지, 30013 bit2 “완료 결과 유효”가 1인지, TMS가 실제로 결과를 완료했는지(제11장의 기록 참조) 확인합니다.
TMS를 다시 연 후 PLC가 새 결과를 잘못 감지함	PLC가 30007–30008 “TMS 부팅 식별자”도 확인하는지 확인합니다(13.2절의 예시 2 참조).

증상	확인할 사항
FC16 명령은 성공했지만 TMS가 아무 동작도 하지 않음	40024 "응답 상태"와 40025 "응답 오류"를 읽었는지 확인합니다. 40024 = 3이면 40025의 오류 코드에 따라 처리합니다(13.5절 참조).
Modbus RTU로 응답이 없음	COM 포트, 슬레이브 ID, 보드레이트, 데이터 비트, 패리티, 정지 비트가 PLC와 일치하는지, A와 B가 바뀌지 않았는지 확인합니다(13.3절 참조).
Modbus RTU에 "COMx 대기 중; 2초마다 자동 재시도"가 계속 표시됨	표시등이나 다른 프로그램이 COM 포트를 사용하고 있는지, 변환기가 제대로 꽂혀 있는지 확인합니다(13.3절 참조).
Open Protocol로 체결 결과를 받지 못함	0060을 리비전 002로 보내는지, TMS가 "배치 작업" 모드이고 배치가 선택되어 있는지 확인합니다(13.4절 참조).
Open Protocol 연결이 주기적으로 끊어짐	9999를 10초마다 보내는지, 0061을 받은 후 1초 이내에 0062를 보내는지 확인합니다(13.4절 참조).
Modbus TCP와 Open Protocol 중 하나만 시작됨	두 서비스가 같은 포트를 사용하는지 확인합니다. 기본값 1502와 4545는 충돌하지 않습니다.
TMS를 다시 연 후 서비스가 자동으로 실행되지 않음	설정 창의 "... 활성화" 확인란을 선택하고 저장했는지 확인합니다. "시작"만 누른 상태는 다음에 TMS를 열 때 유지되지 않습니다(13.1절 참조).

팁 통신 문제를 보고할 때는 "통신 상태"의 각 필드, 진단 창의 "최근 수신 명령"과 "최근 응답 명령", 그리고 PLC 설정과 오류 화면을 기록하여 문제 보고서 양식(부록 B)에 첨부하십시오.

제14장 동기화 및 읽기 API

이 장에서는 "동기화 설정" 페이지의 두 가지 기능을 설명합니다. 두 기능은 데이터가 흐르는 방향이 서로 반대입니다.

- **읽기 전용 API**(읽기 API): 외부 시스템(MES, SCADA, 대시보드 프로그램)이 HTTP를 통해 TMS에서 현재 센서의 토크와 판정 결과를 능동적으로 읽습니다.
- **데이터베이스 동기화**: TMS가 완료된 측정 기록을 HTTPS 게이트웨이를 통해 MySQL 또는 MS SQL 데이터베이스로 보냅니다.

> **경고** 읽기 전용 API는 암호화되지 않은 HTTP를 사용하며 사용자 이름이나 비밀번호가 필요 없습니다. 해당 IP 주소와 포트에 접근할 수 있는 모든 장치가 데이터를 읽을 수 있습니다. 신뢰할 수 있는 생산 네트워크에서만 사용하십시오. 다른 컴퓨터에서 데이터를 읽을 필요가 없으면 바인딩을 `127.0.0.1`로 유지하십시오(이 컴퓨터의 프로그램만 읽을 수 있음).

14.1 동기화 설정 개요

경로: 탐색 메뉴 → "시스템 설정" → 왼쪽의 "데이터 관리" → "동기화 설정".

"동기화 설정" 페이지는 두 개의 탭으로 TMS가 다른 시스템에 데이터를 제공하는 방법을 관리합니다. "읽기 전용 API" 탭에는 읽기 서비스의 상태, 연결 매개변수, API 주소, 응답 필드가 표시되고, "데이터베이스 동기화" 탭에서는 기록을 보낼 HTTPS 게이트웨이를 설정하고 동기화 결과를 확인합니다. 이 페이지를 열려면 "보기 · 시스템 설정" 권한이 필요하며, 설정을 변경하려면 "편집 · 서버 및 동기화 설정" 권한이 필요합니다(기본적으로 템플릿 A에만 있음). 이 권한이 없으면 페이지를 열어 볼 수는 있지만 입력란과 저장 및 동기화 버튼은 사용할 수 없습니다.

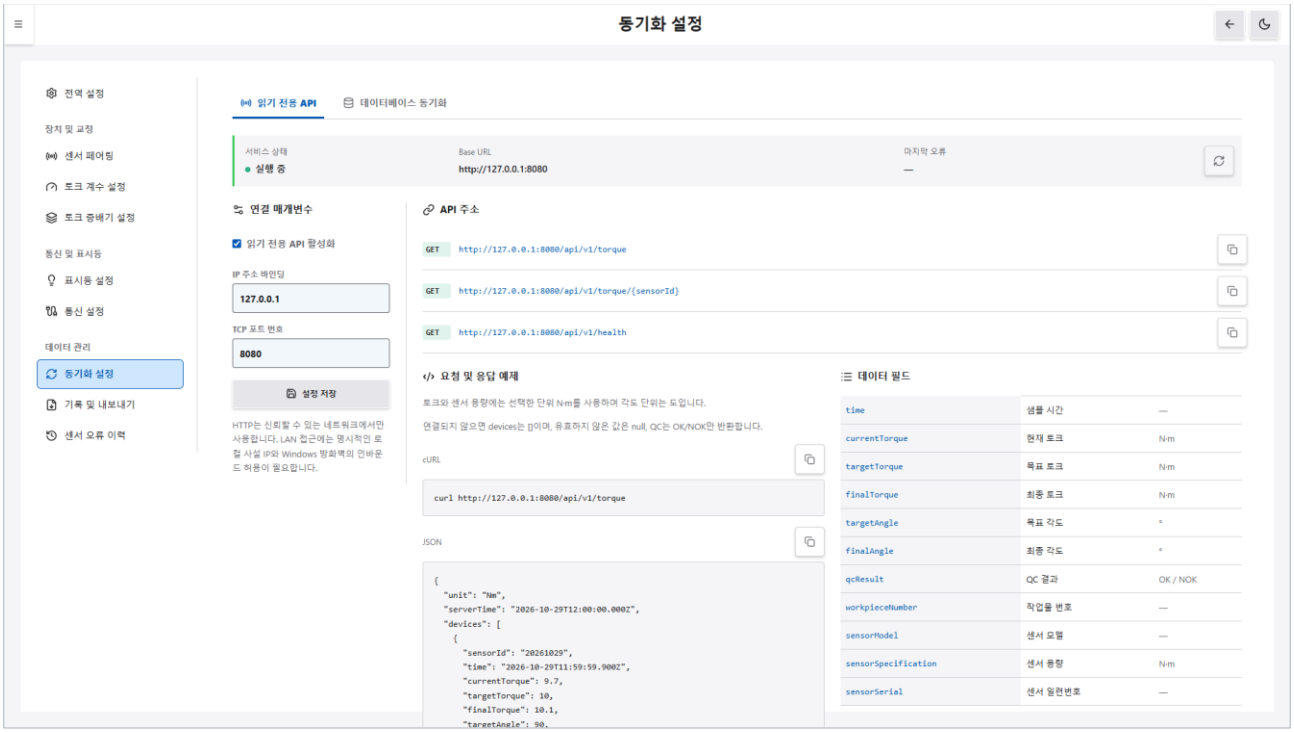


그림 14-1 동기화 설정 화면(읽기 전용 API 탭)

화면 설명

영역 / 버튼	설명
페이지 헤더	가운데에 제목 "동기화 설정", 오른쪽에 "←"(뒤로)와 "라이트 / 다크 모드 전환"
왼쪽 메뉴	시스템 설정 하위 페이지 목록. "동기화 설정"은 "데이터 관리" 그룹에 있음
탭 표시줄	"읽기 전용 API"와 "데이터베이스 동기화". 마우스로 탭을 클릭하거나, 탭 표시줄에 포커스가 있을 때 왼쪽/오른쪽 화살표 키, Home 키, End 키로 탭을 전환합니다. 이 페이지에 들어가면 "읽기 전용 API" 탭이 표시됨
읽기 전용 API 탭	서비스 상태, 연결 매개변수, API 주소, 요청 및 응답 예제, 데이터 필드(14.3절 참조)
데이터베이스 동기화 탭	동기화 대상, HTTPS API, 동기화 상태(14.2절 참조)
"API 표시 단위가 동기화되지 않았습니다."	이 작업이 실패한 경우에만 각 화면 맨 위에 표시되며, 옆에 새로 고침 아이콘이 있음(아래 오류 메시지 참조)

버튼

버튼	설명
읽기 전용 API	읽기 전용 API 탭으로 전환합니다. 서비스 상태는 다시 불러오지 않으며, 두 탭에서 저장하지 않은 입력은 유지됩니다
데이터베이스 동기화	데이터베이스 동기화 탭으로 전환합니다. 동기화 대상은 이 페이지에 들어온 후 탭을 처음 열 때 불러오며, 그 후 탭을 전환할 때는 다시 불러오지 않습니다. 두 탭에서 저장하지 않은 입력은 유지됩니다
←(뒤로)	이 페이지를 나가 이전 페이지로 돌아갑니다. 저장하지 않은 입력은 사라집니다
새로 고침("API 표시 단위가 동기화되지 않았습니다." 옆)	현재 토크 표시 단위를 읽기 전용 API에 다시 적용합니다

절차

1. 탐색 메뉴에서 "시스템 설정"을 클릭한 다음 왼쪽의 "데이터 관리" 그룹에서 "동기화 설정"을 클릭합니다. 화면 제목은 "동기화 설정"이며, "읽기 전용 API" 탭이 표시됩니다.
2. 상태 표시줄의 "서비스 상태"에서 읽기 전용 API가 실행 중인지 확인합니다(설정은 14.3절 참조).
3. "데이터베이스 동기화" 탭을 클릭하여 동기화 대상과 "동기화 상태"를 확인합니다(설정은 14.2절 참조).
4. 확인이 끝나면 페이지 헤더의 "←"를 클릭하여 나갑니다.

오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"API 표시 단위가 동기화되지 않았습니다."	TMS가 현재 토크 표시 단위를 읽기 전용 API에 적용하지 못했습니다(예: 로그인 세션이 더 이상 유효하지 않음). 메시지 옆의 새로 고침 아이콘을 클릭하여 다시 시도하십시오. 그래도 실패하면 다시 로그인하거나 "읽기 전용 API" 탭에서 "설정 저장"을 다시 클릭하십시오. 문제가 해결될 때까지 외부 시스템은 이전 단위를 계속 받을 수 있으므로 항상 응답의 `unit` 필드를 기준으로 하십시오

14.2 동기화 대상: 데이터베이스 및 게이트웨이

경로: 탐색 메뉴 → “시스템 설정” → “데이터 관리” → “동기화 설정” → “데이터베이스 동기화” 탭.

“데이터베이스 동기화”는 TMS 측정 기록을 **HTTPS API 게이트웨이**로 보내고, 게이트웨이가 이를 MySQL 또는 MS SQL 데이터베이스에 씁니다. TMS는 데이터베이스에 직접 연결하지 않으며, 화면에서 데이터베이스 호스트, 계정, 비밀번호를 입력하지도 않습니다. “MySQL”과 “MS SQL”은 어느 동기화 대상의 설정을 구성할지 선택할 뿐입니다. “편집 · 서버 및 동기화 설정” 권한이 필요합니다(기본적으로 템플릿 A에만 있음). 이 권한이 없는 계정으로 이 탭을 열면 화면에 “동기화 대상을 로드할 수 없습니다.”가 표시되고 입력란과 버튼을 모두 사용할 수 없습니다. 이는 권한 제한이며 고장이 아닙니다.

동기화되는 내용에는 새로운 토크 렌치, 전동 공구, 토크 & 각도, 토크 측정, 배치 작업, 배치 범주, 능력 지수 검사 기록과 기록 삭제가 포함됩니다.

사전 준비:

- HTTPS 게이트웨이는 TMS 외부의 서비스입니다. 회사의 IT 또는 MES 부서가 구축하고 게이트웨이 URL과 액세스 토큰을 제공해야 합니다.
- URL은 `https://`로 시작해야 합니다. 이 컴퓨터가 게이트웨이에 접근할 수 있어야 합니다(네트워크, DNS, 방화벽, 인증서는 IT 부서가 확인). TMS에는 인증서 확인을 건너뛰는 옵션이 없습니다.
- 설정하거나 동기화하기 전에 진행 중인 작업을 마치는 것을 권장합니다.

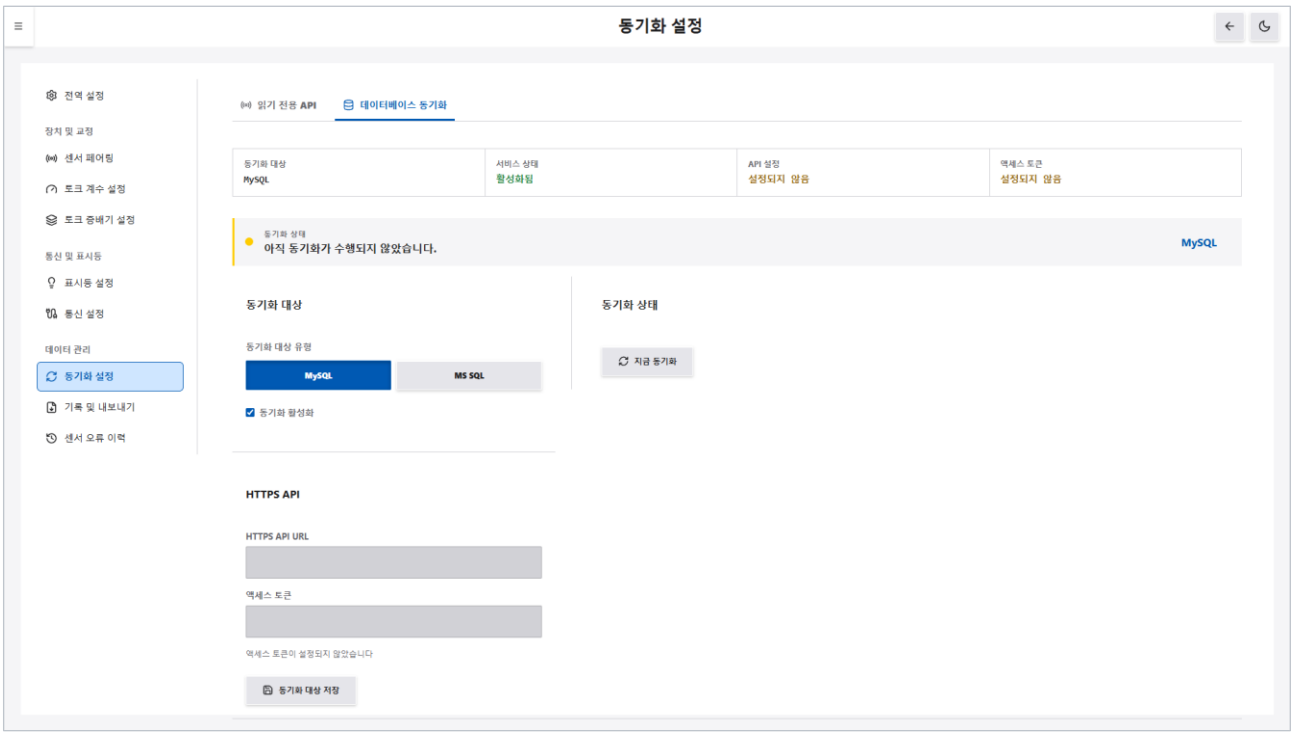


그림 14-2 동기화 설정 화면(데이터베이스 동기화 탭)

화면 설명

영역 / 버튼	설명
동기화 설정 요약	맨 위의 네 필드: "동기화 대상", "서비스 상태", "API 설정", "액세스 토큰". "서비스 상태"와 "API 설정"은 화면의 현재 입력을 반영하므로 저장하기 전에도 바뀝니다. "액세스 토큰"은 토큰이 저장되어 있는지 보여 줍니다
동기화 상태 표시줄	가장 최근 "지금 동기화"의 결과 또는 "아직 동기화가 수행되지 않았습니다."를 표시합니다. 오른쪽의 큰 글자는 현재 동기화 대상입니다. 왼쪽 색상 막대: 녹색은 활성화되어 있고 URL과 저장된 토큰이 있음, 노란색은 설정이 불완전하거나 활성화되지 않음, 빨간색은 오류가 있거나 설정을 HTTPS API로 변경해야 함
동기화 대상	"동기화 대상 유형"("MySQL", "MS SQL". 파란색 배경이 선택된 항목)과 "동기화 활성화" 확인란. 유형마다 별도의 설정을 유지함
HTTPS API	"HTTPS API URL"과 "액세스 토큰" 입력란. 그 아래에 "액세스 토큰이 설정되었습니다" 또는 "액세스 토큰이 설정되지 않았습니다"가 표시되고, 토큰이 저장되어 있으면 "저장된 토큰 지우기"도 표시됨. 맨 아래에 "동기화 대상 저장"
동기화 상태(오른쪽)	불러오는 중, 아직 저장되지 않음, 조치가 필요한 기록 수 같은 메시지와 "지금 동기화"

필드

필드	설명	범위 및 기본값
동기화 대상 유형	MySQL과 MS SQL 중 어느 동기화 설정을 보고 편집할지 선택	MySQL, MS SQL. 탭을 열면 MySQL이 표시됨
동기화 활성화	이 동기화 대상을 활성화할지 여부	대상을 한 번도 저장하지 않았으면 기본적으로 선택됨. 선택한 상태로 저장하려면 토큰이 이미 있어야 함
HTTPS API URL	게이트웨이가 데이터를 받는 전체 URL	필수. `https://`로 시작해야 하며, 사용자 이름/비밀번호, 쿼리 파라미터(?), 프래그먼트(#)를 포함하면 안 됨
액세스 토큰	게이트웨이가 TMS의 신원을 확인하는 데 쓰는 액세스 토큰	동기화가 활성화된 경우 필수. 앞뒤에 공백이 있으면 안 됨. 저장된 토큰은 다시 표시되지 않으며, 필드를 비워 두면 저장된 토큰이 유지됨
저장된 토큰 지우기	저장할 때 저장된 토큰을 삭제	토큰이 저장되어 있을 때만 나타남. 선택하면 "액세스 토큰"이 지워지고 편집할 수 없음. "동기화 활성화"도 선택되어 있으면 저장할 수 없음

URL과 토큰은 암호화되어 로컬 데이터베이스에 저장되며, 암호화 키는 현재 Windows 사용자의 자격 증명 관리자에 저장됩니다.

버튼

버튼	설명
MySQL / MS SQL	편집할 동기화 대상을 전환하고 그 설정을 불러옵니다. 저장하지 않은 변경 사항이 있으면 TMS가 먼저 "동기화 대상을 전환하면 여기서 저장하지 않은 변경 사항이 사라집니다. 그래도 전환하시겠습니까?"라고 묻습니다. "취소"를 클릭하면 전환하지 않습니다
동기화 대상 저장	URL, 토큰, 활성화 상태를 확인하고 저장합니다. 성공하면 신호음이 울립니다. 저장, 동기화 또는 일정 변경이 진행 중일 때는 사용할 수 없습니다
지금 동기화	이 대상에 대해 동기화를 기다리는 데이터를 일괄로 나누어 게이트웨이에 보냅니다(일괄당 최대 100개 기록, 일괄마다 응답을 최대 15초 기다림). 실행 중에는 버튼에 "동기화 중..."이 표시됩니다. 저장하지 않은 변경 사항이 있거나 설정을 HTTPS API로 변경해야 할 때는 사용할 수 없습니다
일정 변경	"N개 기록에 조치가 필요합니다"가 나타날 때만 표시됩니다. 해당 기록을 동기화 대기 상태로 되돌려 다음 "지금 동기화" 때 다시 보내도록 합니다(14.4절 참조)

> **참고** "동기화 활성화"를 선택하고 저장하면 TMS는 이 대상에 아직 보내지 않은 **모든 이전 기록**을 대기열에 넣습니다. 다음 "지금 동기화"에서 많은 데이터가 한꺼번에 전송되어 시간이 더 걸릴 수 있습니다. 이전 데이터를 이미 다른 방법으로 게이트웨이 쪽에 가져온 경우에는 중복으로 기록되지 않는지 먼저 게이트웨이 관리자에게 확인하십시오.

절차

1. "편집 · 서버 및 동기화 설정" 권한이 있는 계정으로 로그인하여 "동기화 설정"으로 이동하고 "데이터베이스 동기화" 탭을 클릭합니다. 화면에 먼저 "동기화 대상을 로드하는 중입니다. 잠시 기다려 주세요."가 표시되고, 로드가 완료되면 MySQL 설정이 표시됩니다.
2. "동기화 대상 유형"에서 게이트웨이에 맞는 데이터베이스 유형("MySQL" 또는 "MS SQL")을 선택합니다.
3. "HTTPS API URL"에 게이트웨이용으로 제공받은 전체 URL을 입력합니다. 요약의 "API 설정"이 "이미 설정됨"으로 바뀌고, 오른쪽에 "동기화 설정이 아직 저장되지 않았습니다. 먼저 동기화 대상을 저장해 주세요."가 나타납니다.

4. "액세스 토큰"에 게이트웨이용으로 제공받은 토큰을 입력합니다. 토큰이 이미 저장되어 있고 URL만 바꾸면 되는 경우에는 이 필드를 비워 두어도 됩니다.
5. "동기화 활성화"가 선택되어 있는지 확인하고 "동기화 대상 저장"을 클릭합니다. 성공하면 신호음이 울리고, 요약의 "액세스 토큰"이 "이미 설정됨"으로 바뀌며, 필드 아래에 "액세스 토큰이 설정되었습니다"가 나타나고, "동기화 설정이 아직 저장되지 않았습니다. ..." 메시지가 사라지며, 동기화 상태 표시줄이 녹색으로 바뀝니다.
6. "지금 동기화"를 클릭합니다. 실행 중에는 상태 표시줄에 "동기화가 진행 중입니다. 잠시 기다려 주세요."가 표시되고, 끝나면 "X개 전송, Y개 실패"가 표시됩니다.
7. "N개 기록에 조치가 필요합니다"가 나타나면 14.4절에 따라 처리합니다.
8. 게이트웨이 또는 데이터베이스 관리자에게 데이터가 기록되었는지 확인을 요청합니다.

예시 IT 부서가 제공한 게이트웨이 정보는 다음과 같습니다(형식 예시일 뿐이며, 회사에서 실제로 제공하는 값을 사용하십시오).
데이터베이스 유형 MS SQL, 게이트웨이 URL `https://mes-gateway.example.com/tms/sync`, 액세스 토큰은 게이트웨이 관리자가 별도로 제공합니다.
1. "데이터베이스 동기화" 탭을 클릭한 다음 "동기화 대상 유형"에서 "MS SQL"을 클릭합니다.
2. "HTTPS API URL"에 `https://mes-gateway.example.com/tms/sync`를 입력합니다.
3. 관리자가 제공한 토큰을 "액세스 토큰"에 붙여 넣고, "동기화 활성화"가 선택되어 있는지 확인한 다음 "동기화 대상 저장"을 클릭합니다.
4. "지금 동기화"를 클릭합니다. 상태 표시줄에 "125개 전송, 0개 실패"가 표시되면 125개 기록이 모두 게이트웨이에 수락된 것입니다.
다음 URL은 거부됩니다: `http://mes-gateway.example.com/tms/sync`(https가 아님), `https://mes-gateway.example.com/tms/sync?site=1`(쿼리 파라미터 포함), `https://user:pass@mes-gateway.example.com/tms/sync`(사용자 이름과 비밀번호 포함).

참고 TMS는 자동으로 또는 일정에 따라 동기화하지 않습니다. 권한이 있는 사용자가 "지금 동기화"를 클릭할 때만 기록이 전송되므로, 현장의 필요에 따라 정기적인 수동 동기화 일정을 정하십시오.

팁 아직 토큰이 없고 URL만 먼저 저장하려면 "동기화 활성화"를 선택 해제한 후 저장하십시오.

> **참고** 이 컴퓨터에 이전 형식의 데이터베이스 직접 연결 설정이 저장되어 있거나 저장된 URL이 현재 규칙에 맞지 않으면, "동기화 상태" 영역에 빨간색 글자로 "기존 데이터베이스 연결 설정을 HTTPS API로 변경해야 합니다."가 표시되고, URL 필드는 비어 있으며, "지금 동기화"를 사용할 수 없습니다. 게이트웨이의 `https://` URL과 액세스 토큰을 다시 입력하고 "동기화 대상 저장"을 클릭하면 동기화할 수 있습니다.

오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"동기화 대상을 로드할 수 없습니다."	계정에 "편집 · 서버 및 동기화 설정" 권한이 없거나, 로그인이 만료되었거나, 이 컴퓨터에서 저장된 암호화 설정을 읽을 수 없습니다(예: 데이터베이스를 다른 컴퓨터나 다른 Windows 계정으로 옮긴 경우). 권한 문제라면 권한이 있는 계정을 사용하고, 데이터베이스를 옮긴 경우에는 14.4절을 참조하십시오
"동기화 대상을 저장할 수 없습니다."	흔한 원인: "동기화 활성화"가 선택되어 있지만 토큰이 없음, URL이 `https://`가 아니거나 형식이 잘못되었거나 사용자 이름/비밀번호, `?`, `#`를 포함함, 토큰 앞뒤에 공백이 있거나 유효하지 않은 문자가 포함됨, 권한 부족 또는 로그인 만료. 각 항목을 확인하고 다시 저장하십시오
"동기화를 수행할 수 없습니다."	동기화 명령이 실패했습니다. 다시 로그인한 후 다시 시도하십시오. 상태 표시줄에 원래 오류 메시지가 표시되면 14.4절을 참조하십시오
"동기화 상태를 로드할 수 없습니다." / "동기화 상태를 업데이트할 수 없습니다."	동기화 통계를 읽지 못했습니다. 이미 보낸 데이터에는 영향이 없습니다. "동기화 설정" 페이지에서 나갔다가 다시 들어오십시오. 그래도 실패하면 다시 로그인하십시오
"동기화 데이터를 다시 예약할 수 없습니다."	일정 변경에 실패했습니다. 데이터의 상태는 바뀌지 않았습니다. 권한과 로그인 상태를 확인한 후 다시 시도하십시오

14.3 읽기 API(읽기 전용 API)

경로: 탐색 메뉴 → "시스템 설정" → "데이터 관리" → "동기화 설정" → "읽기 전용 API" 탭(이 페이지에 들어가면 이 탭이 표시됨). 화면은 그림 14-1을 참조하십시오.

읽기 전용 API는 TMS에 내장된 HTTP 읽기 서비스입니다. MES, SCADA, 대시보드 프로그램 같은 외부 시스템은 `GET` 요청으로 **현재 연결된 센서**의 실시간 토크, 목표값, 가장 최근 완료 결과와 QC 판정을 읽습니다. 읽기만 가능하며 TMS에 쓰거나 TMS를 제어할 수 없고, 이력 기록 조회는 제공하지 않습니다(이력 기록은 내보내기 또는 데이터베이스 동기화를 사용하십시오. 제11장과 14.2절 참조).

상태, API 주소, 예제를 보려면 "보기 · 시스템 설정" 권한이 필요하고, 서비스를 활성화 또는 비활성화하거나 연결 매개변수를 변경하려면 "편집 · 서버 및 동기화 설정" 권한이 필요합니다(기본적으로 템플릿 A에만 있음). 이 권한이 없으면 설정을 볼 수는 있지만 저장할 수 없습니다. 외부 시스템이 API 자체를 호출할 때는 계정이나 토큰이 필요 없습니다.

14.3.1 화면 설명

영역 / 버튼	설명
상태 표시줄	"서비스 상태"("실행 중" 또는 "정지됨"), "Base URL"(외부 시스템이 사용해야 하는 루트 URL), "마지막 오류"가 표시되고, 오른쪽에 새로 고침 버튼이 있음. 상태는 "동기화 설정" 페이지에 들어갈 때 한 번만 읽으므로 그 후에는 새로 고침 버튼을 클릭하십시오
연결 매개변수	"읽기 전용 API 활성화", "IP 주소 바인딩", "TCP 포트 번호", "설정 저장"
로컬 IPv4 주소	데이터가 있을 때 "설정 저장" 아래에 나타남. 현재 바인딩에 사용할 수 있는 이 컴퓨터의 IPv4 주소를 네트워크 어댑터 이름과 함께 나열함
안내 문구	"HTTP는 신뢰할 수 있는 네트워크에서만 사용합니다. LAN 접근에는 명시적인 로컬 사설 IP와 Windows 방화벽의 인바운드 허용이 필요합니다."
API 주소	세 개의 GET URL과 각각의 복사 버튼. 서비스가 실행 중이 아니면 경로만 표시되고 복사 버튼을 사용할 수 없음
요청 및 응답 예제	단위 안내, 데이터 안내, cURL 명령, JSON 예제와 각각의 복사 버튼. JSON 예제의 값은 고정되어 있으며, 토크만 선택한 단위로 변환됨
데이터 필드	주요 응답 필드의 이름, 설명, 단위. 전체 필드 설명은 14.3절의 "응답 형식 및 필드 설명"을 참조하십시오

필드

필드	설명	범위 및 기본값
읽기 전용 API 활성화	읽기 서비스를 백그라운드에서 실행할지 여부	새로 설치하면 선택되어 있으므로 TMS가 시작될 때 서비스가 자동으로 시작됨. 확인란을 선택 해제하고 저장하면 서비스가 중지됨
IP 주소 바인딩	서비스가 연결을 받는 이 컴퓨터의 IP 주소. 드롭다운 제안에서 로컬 IPv4 주소를 선택할 수 있음	기본값 `127.0.0.1`(이 컴퓨터의 프로그램만 읽을 수 있음). `127.x.x.x` 또는 사설 IPv4 주소(`10.x.x.x`, `172.16.x.x`–`172.31.x.x`, `192.168.x.x`)만 허용되며, `0.0.0.0`, 공용 IP 주소, 컴퓨터 이름, IPv6는 허용되지 않음
TCP 포트 번호	서비스가 사용하는 TCP 포트	기본값 `8080`. 1~65535의 정수. 이 컴퓨터의 다른 프로그램이 사용하는 포트(Modbus TCP와 Open Protocol 포함)와 같으면 안 됨

버튼

버튼	설명
새로 고침(상태 표시줄 오른쪽)	서비스 상태와 네트워크 어댑터 목록을 다시 불러옵니다. 저장하지 않은 변경 사항이 없으면 입력란이 현재 설정으로 갱신됩니다
설정 저장	"읽기 전용 API 활성화", "IP 주소 바인딩", "TCP 포트 번호"를 확인하고 저장한 다음 즉시 적용합니다. 선택한 경우 서비스가 새 주소에서 다시 시작되고, 선택 해제한 경우 서비스가 중지됩니다. 성공하면 "API 설정을 저장했습니다."가 표시됩니다
복사(각 API 주소 옆)	전체 URL을 클립보드에 복사하고 "복사됨"을 표시합니다. 서비스가 실행 중이 아니면 사용할 수 없습니다
복사(cURL 옆)	`curl` 읽기 명령을 복사합니다. 서비스가 실행 중이 아니면 사용할 수 없습니다
복사(JSON 옆)	화면에 표시된 JSON 예제를 복사합니다(실시간 데이터가 아닌 고정 예제)

> **경고** 바인딩 IP 주소나 포트를 변경하거나 서비스를 비활성화하면, 데이터를 읽고 있던 외부 시스템의 연결이 즉시 끊어지거나 더 이상 데이터를 읽을 수 없습니다. 이 API를 사용하는 부서에 먼저 알리십시오.

14.3.2 활성화 및 비활성화

활성화(이 컴퓨터의 프로그램만 읽기 가능)

1. "동기화 설정"으로 이동하여 "읽기 전용 API" 탭의 상태 표시줄을 확인합니다. 새로 설치한 후 설정을 변경하지 않았다면 "서비스 상태"는 "실행 중"이고 Base URL은 `http://127.0.0.1:8080`입니다.
2. "정지됨"으로 표시되면 "읽기 전용 API 활성화"를 선택하고, "IP 주소 바인딩"이 `127.0.0.1`, "TCP 포트 번호"가 `8080`인지 확인한 다음 "설정 저장"을 클릭합니다.
3. 화면에 "API 설정을 저장했습니다."가 표시되고, "서비스 상태"가 "실행 중"으로 바뀌며, "API 주소"에 전체 URL이 표시됩니다.
4. `/api/v1/health` 옆의 복사 버튼을 클릭하고, 이 컴퓨터의 브라우저 주소 표시줄에 URL을 붙여 넣어 엽니다. `{"apiVersion":1,"status":"ok"}`가 표시되어야 합니다.

비활성화

1. "읽기 전용 API 활성화"를 선택 해제합니다.
2. "설정 저장"을 클릭합니다. "서비스 상태"가 "정지됨"으로 바뀌고, Base URL에 "—"가 표시되며, 외부 시스템은 더 이상 데이터를 읽을 수 없습니다.

> **팁** 설정은 저장되므로, TMS를 다시 시작하면 마지막으로 저장한 설정에 따라 서비스가 시작되거나 시작되지 않습니다.
>
> **팁** 포트 80은 사용하지 마십시오. 브라우저와 대부분의 프로그램은 포트 80에 연결할 때 호스트 주소에 포트 번호를 넣지 않으므로 TMS가 403으로 응답합니다.

14.3.3 엔드포인트 및 읽기 예제

Base URL의 형식은 `http://<bind-IP>:<port>`입니다. 사용할 수 있는 엔드포인트는 다음과 같습니다.

메서드 및 경로	용도	성공 응답
`GET /api/v1/health`	서비스가 온라인인지 확인	HTTP 200, 내용 `{"apiVersion":1,"status":"ok"}`
`GET /api/v1/torque`	현재 연결된 센서의 데이터를 읽음	HTTP 200, 내용에 `unit`, `serverTime`, `devices` 포함
`GET /api/v1/torque/{sensorId}`	지정한 센서 ID의 데이터만 읽음. `{sensorId}`를 센서 일련번호(십진수)로 바꿈	HTTP 200. 해당 센서가 현재 연결되어 있지 않으면 404

브라우저로 읽기

TMS 컴퓨터의 브라우저 주소 표시줄에 다음 URL을 입력하고 Enter 키를 누르면 JSON이 바로 표시됩니다.

```
http://127.0.0.1:8080/api/v1/torque
```

PowerShell로 읽기

서비스가 온라인인지 확인합니다.

```
Invoke-RestMethod -Uri http://127.0.0.1:8080/api/v1/health
```

예상 출력:

```
apiVersion status
---------- ------
         1 ok
```

토크 데이터를 읽고 단위, 최종 토크, QC 판정을 추출합니다.

```
$r = Invoke-RestMethod -Uri http://127.0.0.1:8080/api/v1/torque
$r.unit
$r.devices[0].finalTorque
$r.devices[0].qcResult
```

전체 JSON을 보려면 대신 다음을 사용합니다.

```
Invoke-RestMethod -Uri http://127.0.0.1:8080/api/v1/torque | ConvertTo-Json -Depth 5
```

매초 읽고 가장 최근 결과를 표시합니다(종료하려면 Ctrl+C를 누름).

```
while ($true) {
    $r = Invoke-RestMethod -Uri http://127.0.0.1:8080/api/v1/torque
    $d = $r.devices | Select-Object -First 1
    if ($d) { "{0}  {1} {2}  QC={3}  fresh={4}" -f $d.resultTime, $d.finalTorque, $r.unit,
$d.qcResult, $d.fresh }
    Start-Sleep -Seconds 1
}
```

cURL로 읽기

Windows PowerShell에서 `curl`은 다른 명령의 별칭이므로 `curl.exe`를 입력합니다.

```
curl.exe http://127.0.0.1:8080/api/v1/torque
```

> **예시** 다른 컴퓨터에서 읽기. TMS 컴퓨터의 이더넷 주소는 `192.168.1.20`이고, 바인딩 IP를 `192.168.1.20`, 포트를 `8080`으로 설정했으며, 방화벽에서 인바운드 연결을 허용했습니다(이 절의 "다른 컴퓨터에서 읽기 허용" 참조). MES 컴퓨터에서 다음을 실행합니다.
>
> `Invoke-RestMethod -Uri http://192.168.1.20:8080/api/v1/torque`
>
> 바인딩 IP와 정확히 같은 주소를 사용해야 하며, 컴퓨터 이름을 사용하면 403이 반환됩니다.

14.3.4 응답 형식 및 필드 설명

TMS는 한 번에 하나의 "현재 연결된" 센서의 데이터만 제공하므로 `devices`에는 최대 하나의 항목만 들어 있으며, 연결된 센서가 없으면 빈 배열 `[]`입니다. 다음은 작업이 진행 중이고 이전 체결이 이미 판정된 상태의 응답 예입니다(토크 단위 N·m, 센서 TTES 100 N·m).

```
{
  "unit": "Nm",
  "serverTime": "2026-11-16T02:15:30.125Z",
  "devices": [
    {
      "sensorId": "16909060",
      "time": "2026-11-16T02:15:30.040Z",
      "currentTorque": 12.35,
      "targetTorque": 50,
      "finalTorque": 50.4,
      "targetAngle": null,
      "finalAngle": null,
      "qcResult": "OK",
      "workpieceNumber": "WP-0001",
      "sensorModel": "TTES",
      "sensorSpecification": 100,
      "sensorSerial": "16909060",
      "resultTime": "2026-11-16T02:15:21.512Z",
      "fresh": true,
      "seq": 1287
    }
  ]
}
```

실제 응답에는 줄 바꿈이나 들여쓰기가 없으며, 필드 순서가 다를 수 있습니다. 필드는 이름으로 읽고 순서에 의존하지 마십시오.

필드	설명	단위	값이 없을 때
`unit`	이 응답의 토크 필드에 사용되는 단위. "전역 설정"에서 선택한 토크 표시 단위를 따름. 가능한 값: `Nm`, `Kgf-cm`, `Kgf-m`, `Ozf-in`, `Lbf-in`, `Lbf-ft`	—	항상 있음
`serverTime`	TMS가 응답한 시간	UTC, ISO 8601, 밀리초 단위	항상 있음
`devices`	센서 데이터 배열	—	연결된 센서가 없으면 `[]`
`sensorId`	센서 ID, `sensorSerial`과 같음	—	항상 있음
`time`	가장 최근 실시간 판독 시간	UTC, ISO 8601	작업을 시작하기 전 또는 판독값을 받기 전에는 `null`
`currentTorque`	실시간 토크	`unit`	작업을 시작하기 전, 작업을 중지한 후, 또는 2초 넘게 새 판독값이 오지 않으면 `null`

필드	설명	단위	값이 없을 때
`targetTorque`	목표 토크. 작업을 시작하면 그 작업의 목표, 측정이 완료된 후에는 그 결과의 목표	`unit`	`null`
`finalTorque`	가장 최근 완료 결과의 최종 토크	`unit`	측정이 완료되기 전 또는 새 작업을 시작한 후에는 `null`
`targetAngle`	목표 각도	도	작업에 각도 목표가 없으면 `null`
`finalAngle`	가장 최근 완료 결과의 최종 각도	도	결과에 각도가 없으면 `null`
`qcResult`	가장 최근 완료 결과의 QC 판정. 판정되면 `"OK"` 또는 `"NOK"`(재체결도 `"NOK"`를 반환)	—	판정되지 않았거나 새 작업을 시작한 후에는 `null`
`workpieceNumber`	가장 최근 완료 결과의 부품 번호. 배치 작업 결과는 항상 `AUTO-BATCH`	—	부품 번호를 입력하지 않았으면 빈 문자열 또는 `null`
`sensorModel`	센서 모델	—	항상 있음
`sensorSpecification`	센서 용량(측정 범위)	`unit`	항상 있음
`sensorSerial`	센서 일련번호(십진수)	—	항상 있음
`resultTime`	가장 최근 완료 결과의 측정 시간	UTC, ISO 8601	측정이 완료되기 전 또는 새 작업을 시작한 후에는 `null`
`fresh`	`currentTorque`가 유효한 실시간 값인지 여부	—	실시간 값이 아니면 `false`
`seq`	변경 순번. 실시간 판독값을 받을 때, 작업을 시작하거나 중지할 때, 결과가 완료될 때 1씩 증가	—	새 센서가 연결되면 0부터 시작

- 토크 필드(`currentTorque`, `targetTorque`, `finalTorque`, `sensorSpecification`)는 N·m에서 `unit`에 표시된 단위로 **반올림 없이** 변환되므로 화면보다 소수 자릿수가 많을 수 있습니다. 각도는 항상 도 단위이며 토크 단위에 따라 변환되지 않습니다.
- `qcResult`는 `"OK"`, `"NOK"`, `null` 중 하나입니다. 기록 페이지나 다른 통신 방식에 나타날 수 있는 다른 상태 텍스트는 이 API에 해당되지 않습니다.

- 모든 작업 모드(배치 작업과 능력 지수 검사 포함)에서 `finalTorque`, `qcResult`, `resultTime`은 결과가 완료될 때 갱신되며, 이 값은 다음 작업이 시작될 때까지 유지된 후 지워집니다.
- 폴링 프로그램은 `fresh`로 `currentTorque`가 유효한지 판단하고, `seq` 또는 `resultTime`으로 새 데이터를 감지해야 합니다.

> **예시** 단위는 표시 단위를 따릅니다. "전역 설정"에서 토크 단위를 lbf·ft로 변경하면 같은 데이터에 대한 응답이 다음과 같이 바뀝니다.
> `"unit": "Lbf-ft", "targetTorque": 36.87810746386328, "finalTorque": 37.17313232357419, "sensorSpecification": 73.75621492772656.`
> 계산: 50 ÷ 1.3558179483314 = 36.878...; 50.4 ÷ 1.3558179483314 = 37.173.... 외부 시스템은 항상 `unit`을 읽어 단위를 판단해야 하며, N·m으로 가정하면 안 됩니다.

14.3.5 다른 컴퓨터에서 읽기 허용

1. "IP 주소 바인딩"에 생산 네트워크에서 사용하는 이 컴퓨터의 사설 IPv4 주소를 입력하거나 드롭다운 제안에서 선택합니다("로컬 IPv4 주소" 목록을 참조할 수 있음).
2. "TCP 포트 번호"가 다른 프로그램이나 TMS의 Modbus TCP 또는 Open Protocol에서 사용되고 있지 않은지 확인하고 "설정 저장"을 클릭합니다.
3. "서비스 상태"가 "실행 중"이고, Base URL이 새 주소(예: `http://192.168.1.20:8080`)로 바뀝니다.
4. 회사 정책에 따라 TMS 컴퓨터의 Windows 방화벽에 이 TCP 포트에 대한 인바운드 규칙을 추가하도록 IT 담당자에게 요청합니다. TMS는 방화벽 규칙을 자동으로 추가하지 않습니다.
5. 외부 컴퓨터에서 Base URL의 IP 주소를 사용하여 `/api/v1/health`를 읽고, 응답이 `{"apiVersion":1,"status":"ok"}`인지 확인합니다.

> **예시** IT 담당자가 관리자 권한으로 PowerShell을 열고 MES 호스트(`192.168.1.50`)만 포트 8080에 연결할 수 있도록 허용합니다.
> `New-NetFirewallRule -DisplayName "TMS RF Read API" -Direction Inbound -Protocol TCP -LocalPort 8080 -RemoteAddress 192.168.1.50 -Action Allow -Profile Domain,Private`

14.3.6 호출 규칙 및 HTTP 상태 코드

- GET만 허용됩니다. URL에 쿼리 문자열(?…)이 있으면 안 되며, 요청에 본문이 있어도 안 됩니다.
- 요청의 호스트 주소는 Base URL과 정확히 같아야 합니다. 서비스가 127.0.0.1에 바인딩되어 있으면 127.0.0.1 또는 localhost를 사용할 수 있고, LAN IP 주소에 바인딩되어 있으면 해당 IP 주소만 사용할 수 있습니다.
- Origin 헤더가 있는 요청(예: 웹 페이지의 JavaScript)은 항상 403을 받습니다. 서버 측 프로그램, 게이트웨이 또는 MES 서비스에서 API를 호출하십시오. 브라우저 주소 표시줄에서 URL을 직접 여는 것은 영향을 받지 않습니다.
- 각 응답 후에 연결이 닫힙니다. 최대 16개의 연결을 동시에 처리하며, 2초 안에 완료되지 않는 연결은 닫힙니다.
- 응답은 항상 application/json; charset=utf-8이며 캐시되지 않습니다.

HTTP 상태	응답 내용	원인	해결 방법
200	정상 데이터	요청이 올바름	—
400	{"error":"unexpected_request_data"}	URL에 쿼리 문자열이 있거나 요청에 본문이 있음	경로만 있는 GET만 보내십시오
403	{"error":"origin_not_allowed"}	호스트 주소가 바인딩 주소와 일치하지 않거나 요청에 Origin 헤더가 있음	Base URL의 IP 주소를 사용하고, 웹 페이지가 아닌 프로그램에서 API를 호출하십시오
404	{"error":"not_found"}	잘못된 경로	"API 주소"에 표시된 세 경로를 사용하십시오
404	{"error":"sensor_not_connected"}	지정한 센서가 현재 연결되어 있지 않음	센서 일련번호와 연결 상태를 확인하십시오
405	{"error":"read_only","allowed":"GET"}	GET 이외의 메서드를 사용함	GET을 사용하십시오
503	{"error":"snapshot_unavailable"} 또는 {"error":"unit_unavailable"}	일시적으로 데이터를 읽을 수 없거나 단위 설정이 유효하지 않음	나중에 다시 시도하고, 계속 발생하면 "설정 저장"을 다시 클릭하십시오

14.3.7 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“API 상태를 불러올 수 없습니다.”	로그인이 만료되었거나, 권한이 부족하거나, 서비스가 일시적으로 응답하지 않습니다. 새로 고침 버튼을 클릭하고, 그래도 실패하면 다시 로그인하십시오
“API 설정을 저장할 수 없습니다.”	포트가 1~65535의 정수가 아니거나, 바인딩 IP가 비어 있거나 `127.x.x.x`/사설 IPv4 주소가 아니거나, “편집 · 서버 및 동기화 설정” 권한이 없거나, 로그인이 만료되었습니다. 문제를 수정하고 “설정 저장”을 다시 클릭하십시오
“마지막 오류”에 “Read API listener failed: …”가 표시됨	설정은 저장되었지만 해당 주소에서 서비스를 시작할 수 없습니다. 흔한 원인은 다른 프로그램이 이미 사용 중인 포트이거나, 이 컴퓨터의 어떤 네트워크 어댑터에도 속하지 않는 바인딩 IP입니다. 다른 포트를 사용하거나 “로컬 IPv4 주소” 목록에서 IP 주소를 선택한 다음 다시 저장하십시오
“마지막 오류”에 “Read API worker has stopped”가 표시됨	서비스가 예기치 않게 종료되었습니다. “설정 저장”을 클릭하여 설정을 다시 적용하고, 그래도 실패하면 TMS를 다시 시작하십시오
“마지막 오류”에 “Invalid Read API settings: …” 또는 “Read API settings could not be read: …”가 표시됨	시작할 때 설정을 읽을 수 없어 서비스가 시작되지 않았습니다. 설정을 다시 입력하고 “설정 저장”을 클릭하십시오
“클립보드에 복사할 수 없습니다.”	Windows 클립보드를 일시적으로 사용할 수 없습니다. 다시 클릭하거나 텍스트를 직접 선택하여 복사하십시오
“네트워크 인터페이스를 읽을 수 없습니다.”	이 컴퓨터의 네트워크 어댑터 목록을 읽을 수 없습니다. 저장된 설정에는 영향이 없으며, IP 주소를 직접 입력할 수 있습니다
외부 컴퓨터에서는 연결할 수 없지만 이 컴퓨터에서는 `127.0.0.1`이 동작함	바인딩 IP가 `127.0.0.1`이 아닌 LAN IP 주소인지, 방화벽이 포트를 허용하는지, 외부 프로그램이 Base URL의 IP 주소를 사용하는지 확인하십시오

14.4 동기화 상태 및 실패 처리

이 절에서는 "데이터베이스 동기화" 탭에서 "지금 동기화"를 클릭한 후 전송 대기 중인 각 기록이 어떻게 처리되는지와 실패 시 처리 방법을 설명합니다. 화면은 그림 14-2를 참조하십시오.

14.4.1 전송 대기 기록의 상태

TMS는 동기화 대상마다 전송 대기 항목의 로컬 목록을 유지합니다. 기록이 추가되거나 삭제될 때마다 이 목록에 항목이 하나 추가됩니다. 화면에는 항목이 하나씩 나열되지 않으며, "X개 전송, Y개 실패"와 "N개 기록에 조치가 필요합니다"만 표시됩니다.

상태	의미	다음 단계
동기화 대기	아직 보내지 않았거나, 지난번에 실패했지만 자동으로 재시도할 수 있음	다음 "지금 동기화" 때 전송됨. 게이트웨이가 지연을 요청하면 지정된 초가 지난 후에만 다시 전송됨
전송 중	현재 동기화에서 전송되어 게이트웨이의 응답을 기다리는 중	응답이 오면 다른 상태로 바뀜. 전송 중에 TMS를 닫으면 120초 후의 "지금 동기화"에서 다시 전송됨
동기화됨	게이트웨이가 수락함	다시 전송되지 않음
조치 필요	게이트웨이가 명시적으로 거부했으며 자동으로 재시도되지 않음	"N개 기록에 조치가 필요합니다"에 집계됨. 먼저 원인을 해결한 다음 "일정 변경"을 클릭하십시오

> **참고** 같은 기록의 데이터는 순서대로 전송됩니다. 기록의 이전 항목이 동기화되지 않은 동안(조치가 필요한 항목 포함) 같은 기록의 이후 데이터(예: 이후의 삭제)는 계속 대기합니다. 조치가 필요한 항목은 가능한 한 빨리 처리하십시오.

14.4.2 실패 유형 및 처리

"지금 동기화"가 끝나면 상태 표시줄에 "X개 전송, Y개 실패"가 표시되고, 오류가 있으면 다음 메시지 중 하나가 뒤에 붙습니다.

상태 표시줄 메시지	원인	해결 방법
"HTTPS API 連線失敗。"(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API 연결에 실패함)	게이트웨이에 연결할 수 없거나(네트워크 끊김, DNS, 방화벽, 신뢰할 수 없는 인증서) 15초 안에 응답하지 않음	자동으로 재시도됩니다. 네트워크와 URL을 확인하고 IT 부서에 인증서 확인을 요청한 다음 "지금 동기화"를 다시 클릭하십시오
"HTTPS API 暫時無法使用。"(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API를 일시적으로 사용할 수 없음)	게이트웨이가 일시적으로 사용 중이거나 유지 관리 중	자동으로 재시도됩니다. 잠시 기다린 후 "지금 동기화"를 다시 클릭하십시오
"HTTPS API 回應格式無效。"(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API 응답 형식이 유효하지 않음)	게이트웨이 응답이 약속된 형식이 아님	자동으로 재시도됩니다. 게이트웨이 관리자에게 버전 호환성 확인을 요청하십시오
"HTTPS API 回應版本或請求 ID 不一致。"(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API 응답 버전 또는 요청 ID가 일치하지 않음)	게이트웨이 응답이 보낸 데이터와 대응하지 않음	위와 같음
"HTTPS API 回應缺少或多出事件結果。"(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API 응답에 누락되었거나 추가된 이벤트 결과가 있음)	게이트웨이 응답의 항목 수가 보낸 항목 수와 일치하지 않음	위와 같음
"HTTPS API 回應包含未知或重複的事件結果。"(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API 응답에 알 수 없거나 중복된 이벤트 결과가 있음)	게이트웨이 응답에 식별할 수 없는 데이터가 있음	위와 같음

상태 표시줄 메시지	원인	해결 방법
“HTTPS API 存取權杖驗證失敗。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API 액세스 토큰 확인에 실패함)	토큰이 잘못되었거나 만료됨	일괄 전체가 조치 필요로 설정됩니다. 게이트웨이 관리자에게서 새 토큰을 받아 입력하고 “동기화 대상 저장”을 클릭한 다음 “일정 변경”과 “지금 동기화”를 클릭하십시오
“HTTPS API 未授權此同步目標。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API가 이 동기화 대상을 승인하지 않음)	게이트웨이가 이 대상의 쓰기를 허용하지 않음	일괄 전체가 조치 필요로 설정됩니다. 게이트웨이 관리자가 승인한 후 “일정 변경”을 클릭하십시오
“HTTPS API 拒絕批次資料。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API가 일괄 데이터를 거부함)	게이트웨이가 데이터 내용을 받아들일 수 없다고 판단함	일괄 전체가 조치 필요로 설정됩니다. 게이트웨이 관리자에게 거부 이유 확인을 요청하고, 수정된 후 “일정 변경”을 클릭하십시오
“HTTPS API 回應未預期狀態。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API가 예기치 않은 상태를 반환함)	게이트웨이가 다른 오류를 반환함	위와 같음
“HTTPS API 拒絕此事件。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API가 이 이벤트를 거부함) 또는 게이트웨이의 사용자 지정 메시지	게이트웨이가 일부 항목을 개별적으로 거부함	게이트웨이의 지시에 따라 재시도할 수 있는 항목은 자동으로 재시도되고 나머지는 조치 필요로 설정됩니다. 게이트웨이 메시지를 따르십시오
“本機同步內容無法解析：...”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 로컬 동기화 내용을 구문 분석할 수 없음)	이 컴퓨터에 저장된 해당 항목이 손상됨	해당 항목에만 영향을 주며, 그 항목은 조치 필요로 설정됩니다. 시간과 항목 수를 기록하고 시스템 관리자에게 문의하십시오. 일정 변경으로는 해결할 수 없습니다

상태 표시줄 메시지	원인	해결 방법
“MySQL connection is not configured in this build”(또는 MS SQL)	이 대상을 저장하지 않았거나, 저장했지만 “동기화 활성화”를 선택하지 않음. 상태 표시줄에 “0개 전송, 1개 실패”가 표시되지만 처리된 데이터는 없음	14.2절에 따라 동기화 대상을 저장하고 활성화하십시오
“同步設定需要改為 HTTPS API。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 동기화 설정을 HTTPS API로 변경해야 함)	활성화된 대상에 아직 이전 형식의 연결 설정이 있음	14.2절에 따라 URL과 토큰을 다시 입력하고 저장하십시오

14.4.3 “N개 기록에 조치가 필요합니다” 처리

1. 상태 표시줄에서 마지막 “지금 동기화”의 메시지를 보고, 위의 실패 유형 표로 원인을 판단합니다.
2. 게이트웨이 또는 데이터베이스 관리자에게 원인 해결을 요청합니다(예: 토큰 갱신, 대상 승인, 데이터 테이블 수정). 토큰을 갱신해야 하면 “액세스 토큰”에 새 값을 입력하고 “동기화 대상 저장”을 클릭합니다.
3. “N개 기록에 조치가 필요합니다” 옆의 “일정 변경”을 클릭합니다. 화면에 “일정 변경 중...”이 표시되고, 끝나면 “N 항목의 일정이 변경되었습니다.”가 표시됩니다.
4. “지금 동기화”를 클릭하고, 상태 표시줄에 “X개 전송, 0개 실패”가 표시되며 “N개 기록에 조치가 필요합니다”가 사라졌는지 확인합니다.

> **참고** “N개 기록에 조치가 필요합니다”는 MySQL과 MS SQL 대상의 합계이지만, “일정 변경”은 현재 화면에서 선택한 대상만 처리합니다. 일정 변경 후에도 항목이 남아 있으면 다른 대상으로 전환하여 다시 클릭하십시오.

> **예시** 게이트웨이의 토큰이 변경된 경우:
> 1. “지금 동기화”를 클릭하면 상태 표시줄에 “0개 전송, 40개 실패” 다음에 “HTTPS API 存取權杖驗證失敗。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API 액세스 토큰 확인에 실패함)가 표시되고, 오른쪽에 “40개 기록에 조치가 필요합니다”가 나타납니다.
> 2. 게이트웨이 관리자에게서 새 토큰을 받아 “액세스 토큰”에 붙여 넣고 “동기화 대상 저장”을 클릭합니다. 필드 아래에 “액세스 토큰이 설정되었습니다”가 나타납니다.
> 3. “일정 변경”을 클릭합니다. “40 항목의 일정이 변경되었습니다.”가 표시됩니다.
> 4. “지금 동기화”를 클릭합니다. 상태 표시줄에 “40개 전송, 0개 실패”가 표시되고 “40개 기록에 조치가 필요합니다”가 사라집니다.

14.4.4 백업, 마이그레이션 및 토큰

- 동기화 URL과 토큰은 암호화되어 로컬 데이터베이스에 저장되며, 복호화 키는 현재 Windows 사용자의 자격 증명 관리자에 저장됩니다. 데이터베이스 파일의 백업에는 이 키가 포함되지 않습니다(백업 방법은 제17장 참조).
- 데이터베이스를 다른 컴퓨터나 다른 Windows 계정으로 복원한 후 “데이터베이스 동기화”를 열면 “동기화 대상을 로드할 수 없습니다.”가 표시됩니다. 마이그레이션하기 전에 게이트웨이 URL을 기록해 두고, 토큰을 다시 받을 수 있는지 게이트웨이 관리자에게 확인하십시오. 다시 입력한 후에도 저장할 수 없으면 공급업체에 문의하십시오.
- 새 동기화 대상을 활성화하면 TMS는 해당 대상에 아직 보내지 않은 모든 이전 기록을 대기열에 넣습니다(14.2절 참조). 게이트웨이는 각 일괄의 요청 ID와 각 항목의 이벤트 ID로 중복을 제거할 수 있습니다.

14.4.5 게이트웨이 인터페이스 요약(IT 참고용)

다음은 게이트웨이를 구축하는 IT 담당자를 위한 참고 자료입니다.

- TMS는 “HTTPS API URL”로 `POST`를 보내며, 헤더는 `Authorization: Bearer {access token}`과 `Idempotency-Key: {request ID}`입니다.
- 요청 본문은 JSON이며, `api_version`(항상 1), `request_id`, `destination`(`mysql` 또는 `mssql`), `events`(1~100개 항목, 각 항목에 `event_id`, `aggregate_type`, `payload` 포함)로 구성됩니다.
- 게이트웨이는 HTTP 200과 JSON으로 응답해야 하며, JSON에는 `api_version`, 같은 `request_id`, `results`(각 `event_id`마다 정확히 하나의 항목. `status` = `accepted` 또는 `rejected`, `remote_id`, `error_code`, `message`, `retryable` 포함)가 들어 있어야 합니다.

- `aggregate_type`의 가능한 값: `static_torque_record`, `dynamic_torque_record`, `torque_angle_record`, `torque_test_record`, `batch_operation_record`, `batch_category`, `daily_inspection_detail`, `daily_inspection_result`, `tool_inspection_detail`, `tool_inspection_result`.
- 게이트웨이가 HTTP 401, 403, 400 또는 422로 응답하면 일괄이 조치 필요로 설정되고, 408, 429, 500, 502, 503 또는 504로 응답하면 TMS가 자동으로 재시도하며 `Retry-After` 헤더에 따라 지연합니다.
- 각 요청은 최대 15초 동안 기다립니다. `https://` URL만 허용됩니다.

제15장 사용자 및 권한

이 장에서는 TMS RF의 계정과 기능 권한, 그리고 "사용자 관리"에서 계정을 추가, 편집하고 권한을 조정하며 비밀번호를 재설정하고 계정을 삭제하는 방법을 설명합니다. 계정을 발급하는 시스템 관리자를 대상으로 합니다.

> **팁** 새로 설치하면 계정은 기본 관리자 계정 `admin` 하나뿐입니다(2.8절 참조). 프로그램은 초기 비밀번호 변경을 강제하지 않으며, 사용자가 자신의 비밀번호를 변경할 수 있는 곳도 없습니다. 처음 로그인한 직후 15.6절의 방법으로 재설정하십시오.

15.1 권한 모델

15.1.1 역할과 개별 조정

모든 계정에는 "역할"이 있습니다. 역할은 미리 정의된 기능 권한 묶음(템플릿)으로, 14개 기능 권한 각각의 기본값을 "허용" 또는 "거부"로 정합니다. TMS RF에는 세 가지 역할이 있으며, 이 설명서에서는 A, B, C라고 합니다.

역할(화면 표시)	약칭	대상	기본적으로 가능한 작업
관리자	A	시스템 관리자	계정 관리, 동기화 및 읽기 전용 API 설정을 포함한 모든 기능.
관리 책임자	B	현장 감독자, 품질 관리 담당자, 공정 엔지니어	작업, 작업 매개변수 저장, 페어링 및 교정, 통신 설정, 기록 삭제, 계정 목록 보기. 계정 관리와 동기화 설정 변경은 할 수 없습니다.
일반 사용자	C	현장 작업자	작업 실행, 기록 조회 및 내보내기, 능력 지수 검사 실행. 설정은 저장할 수 없습니다.

관리자는 역할과 별도로 한 계정의 한 권한을 역할 기본값과 다른 값으로 설정할 수 있습니다. 이 설명서에서는 이를 "개별 조정"이라고 합니다. 개별 조정은 해당 계정에만 적용되며 같은 역할의 다른 계정에는 영향을 주지 않습니다.

시스템은 계정이 기능을 사용할 수 있는지 판단할 때 다음 순서로 확인합니다.

1. 계정에 이 항목의 개별 조정이 있으면 개별 조정(허용 또는 거부)이 적용됩니다.
2. 개별 조정이 없으면 역할 기본값이 적용됩니다.

화면의 각 항목에는 "거부"와 "허용" 두 버튼만 있습니다. 선택한 값이 역할 기본값과 같으면 해당 항목은 "역할 기본값 따름"으로 돌아가고, 기본값과 다를 때만 개별 조정이 됩니다. 화면에는 어떤 항목이 개별 조정인지 표시되지 않으므로, 확인하려면 15.1.2절의 기본값 표와 비교하십시오.

> **예시** 품질 검사원 `qc_lin`의 역할은 "관리 책임자"이며, 관리자가 "편집 · 파일 관리"를 "거부"로 변경합니다.
> 결과: "편집 · 파일 관리"는 개별 조정에 따라 거부되고, 나머지 13개 항목은 관리 책임자 기본값을 따릅니다. `qc_lin`은 기록을 조회하고 내보낼 수 있지만 삭제할 수는 없습니다.
> 나중에 `qc_lin`의 역할을 "관리자"로 변경하면 개별 조정이 지워지고 14개 항목 모두 관리자 기본값(모두 허용)을 따릅니다.

15.1.2 14개 기능 권한과 역할 기본값

다음 표는 "사용자 관리" 화면의 "기능 권한" 영역에 표시되는 순서(왼쪽에서 오른쪽, 위에서 아래)대로 항목을 나열합니다. "기본 허용 역할" 열에는 기본값이 "허용"인 역할이 나와 있으며, 나열되지 않은 역할의 기본값은 "거부"입니다.

기능 권한	허용되는 작업	기본 허용 역할
실행 · 작업	설정이 완료된 모드의 작업 화면 진입. 각 작업 모드에서 작업 시작 및 중지, 실시간 토크 수신, 배치 단계 완료. 작업 중 판정에 따른 표시등 자동 점등.	A, B, C
보기 · 작업 설정	각 작업 모드의 설정, 배치 레시피, 능력 지수 검사 설정 열기. 작업 화면 헤더에 "설정" 버튼 표시.	A, B, C
보기 · 시스템 설정	탐색 메뉴의 "시스템 설정" 클릭 가능. 통신, 직렬 포트, 센서 상태 등 시스템 데이터 보기.	A, B, C
보기 · 기록	기록 페이지를 열고 기록 조회.	A, B, C
내보내기 · 기록 (CSV / Excel)	기록 페이지에서 CSV 또는 Excel 내보내기. "보기 · 기록"도 필요합니다.	A, B, C
보기 · 사용자 목록	탐색 메뉴에 "사용자 관리" 표시. 계정 목록과 역할 보기.	A, B
편집 · 사용자 관리	계정 추가, 편집, 역할 변경, 권한 조정, 비밀번호 재설정, 계정 삭제.	A
편집 · 파일 관리	기록 삭제.	A, B
편집 · 통신 및 레이아웃	통신 설정 저장. Modbus TCP, Modbus RTU, Open Protocol 서비스 시작 또는 중지. "표시등 설정"에서 표시등 명령 수동 전송. 센서 오류 발생 시 표시등 점등.	A, B

기능 권한	허용되는 작업	기본 허용 역할
편집 · 서버 및 동기화 설정	동기화 대상 저장, 지금 동기화, 동기화 대기 데이터 재시도, 읽기 전용 API 설정 저장(제14장 참조).	A
편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정	각 작업 모드의 설정과 배치 레시피 저장. 센서 페어링. 토크 계수, 토크 증배기, 표시등 설정 저장. 통신 설정 화면 편집.	A, B
실행 · 능력 지수 검사	능력 지수 검사의 작업 화면 진입("실행 · 작업"도 필요) 및 측정값 수집 확인(제10장 참조).	A, B, C
편집 · 능력 지수 검사	능력 지수 검사 설정 저장.	A, B
전체 지우기 · 능력 지수 검사	능력 지수 검사 작업 화면에서 "전체 지우기" 사용.	A, B

참고 일부 기능은 권한이 없어도 버튼을 클릭할 수 있으며, 클릭한 후에야 "이 작업을 수행할 권한이 없습니다."가 표시됩니다. 예를 들어 "실행 · 작업", "보기 · 작업 설정", "편집 · 파일 관리", "편집 · 통신 및 레이아웃", "실행 · 능력 지수 검사", "편집 · 능력 지수 검사"가 이에 해당합니다. 권한을 조정한 후에는 해당 계정으로 기능을 한 번 실행해 보십시오.

팁 다른 사람이 "통신 설정"을 변경할 수 있게 하려면 "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정"과 "편집 · 통신 및 레이아웃"을 모두 허용하십시오. 전자는 화면을 편집할 수 있게 하고, 후자는 설정을 저장할 수 있게 합니다.

팁 "실행 · 작업"과 "보기 · 작업 설정"은 서로 독립적입니다. "실행 · 작업"만 허용된 계정은 설정이 완료된 모드의 작업 화면에 들어갈 수 있지만 헤더에 "설정" 버튼이 없습니다. 모드가 아직 설정되지 않았으면 화면에 해당 모드의 "… 설정을 불러오지 못했습니다." 메시지(예: "토크 렌치 설정을 불러오지 못했습니다.")가 "설정 다시 불러오기" 버튼 없이 표시되며, 설정을 열 수 있는 사람이 먼저 설정을 완료해야 합니다. "보기 · 작업 설정"만 허용된 계정은 설정 화면만 열 수 있고 작업 화면에는 들어가지 않습니다. 둘 다 거부되면 탐색 메뉴의 작업 모드를 클릭할 수 없습니다.

팁 작업 중 판정에 따른 표시등 자동 점등에는 "실행 · 작업"만 필요합니다. 세 역할 모두 기본적으로 점등되며, "편집 · 통신 및 레이아웃"은 필요 없습니다(12.6절 참조).

15.1.3 변경 사항이 적용되는 시점

1. **역할을 변경하면 개별 조정이 지워집니다.** 목록에서 역할을 직접 변경하든 편집 양식에서 "역할"을 변경하고 저장하든, 해당 계정의 개별 조정이 모두 지워지고 14개 항목이 모두 새 역할의 기본값으로 돌아갑니다.
2. **사용자 이름이나 비밀번호만 변경하면 개별 조정에 영향을 주지 않습니다.**
3. **"역할 기본값 복원"은 화면 표시만 바꿉니다.** 클릭하면 14개 항목이 즉시 역할 기본값으로 표시되지만 아직 저장되지 않은 상태이며, "설정 저장"을 클릭해야 적용됩니다. 저장하지 않고 나가면 권한은 바뀌지 않습니다.
4. **역할이나 권한을 저장하거나 계정을 삭제하면 해당 계정이 로그인한 화면이 즉시 무효가 됩니다.** 해당 계정의 진행 중인 작업과 실시간 데이터도 중지되며 다시 로그인해야 합니다(삭제된 계정은 더 이상 로그인할 수 없음). 자신의 계정을 변경한 경우 프로그램이 즉시 로그아웃하고 로그인 화면에 "권한이 변경되었습니다. 다시 로그인하세요."가 표시됩니다.
5. **비밀번호만 재설정하면 로그아웃되지 않습니다.** 해당 계정이 로그인한 화면은 로그아웃하거나 8시간 로그인 유효 기간이 만료될 때까지 계속 사용할 수 있습니다(3.5절 참조).

> **경고** 권한을 변경하거나 계정을 삭제하면 해당 계정의 진행 중인 작업이 즉시 중지됩니다. 계정을 조정하기 전에 해당 인원에게 먼저 작업을 마치도록(작업을 중지하고 기록이 생성되었는지 확인) 요청하십시오. 교대 시간이나 라인 정지 중에 하는 것이 가장 좋습니다.

15.1.4 마지막 관리자 보호

"유효한 관리자"란 "보기 · 사용자 목록"과 "편집 · 사용자 관리"를 모두 허용하는 계정입니다. "관리자" 역할에 국한되지 않으며, 개별 조정으로 두 항목을 모두 허용한 "관리 책임자" 계정도 유효한 관리자로 간주됩니다.

시스템은 항상 유효한 관리자를 한 명 이상 유지합니다. 계정이 유일한 유효한 관리자이면 시스템은 다음을 허용하지 않습니다.

1. 이 두 권한을 잃게 되는 역할로 변경.
2. 이 두 권한 중 하나를 "거부"로 변경.
3. 삭제.

시도하면 화면에 "必須至少保留一位管理員，請先建立其他管理員帳號。"(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 관리자를 한 명 이상 유지해야 하므로 먼저 다른 관리자 계정을

만드십시오)라는 메시지가 표시되고 계정은 변경되지 않습니다. 먼저 다른 계정을 유효한 관리자로 만든 후 원래 계정을 처리하십시오.

15.1.5 이전 버전에서 업그레이드한 후의 계정

이전 버전에서 업그레이드한 후에도 기존 계정의 역할은 바뀌지 않고 개별 조정도 없으므로, 권한은 역할 기본값과 정확히 같으며 추가 권한이 자동으로 부여되지 않습니다. 기본값과 다른 권한이 필요한 사람이 있으면 업그레이드 후 15.4절의 방법으로 사람마다 설정하십시오.

15.2 사용자 목록

경로: 탐색 메뉴 → 메뉴 아래쪽("로그아웃" 위)의 "사용자 관리".

여기에서 이 컴퓨터의 모든 계정과 역할을 볼 수 있으며, 목록에서 계정을 추가하거나, 계정을 열어 편집하거나, 역할을 직접 변경하거나, 비밀번호를 재설정하거나, 계정을 삭제할 수 있습니다. 이 화면을 열려면 "보기 · 사용자 목록" 권한이 필요하며, 권한이 없으면 탐색 메뉴에 "사용자 관리"가 표시되지 않습니다. 추가, 편집, 역할 변경, 비밀번호 재설정, 삭제에는 "편집 · 사용자 관리" 권한이 필요합니다. 보기 권한만 있으면(예: "관리 책임자" 기본값) 목록은 읽기 전용이며 "+ 사용자 추가", 조작 버튼, 오른쪽 양식이 없습니다.

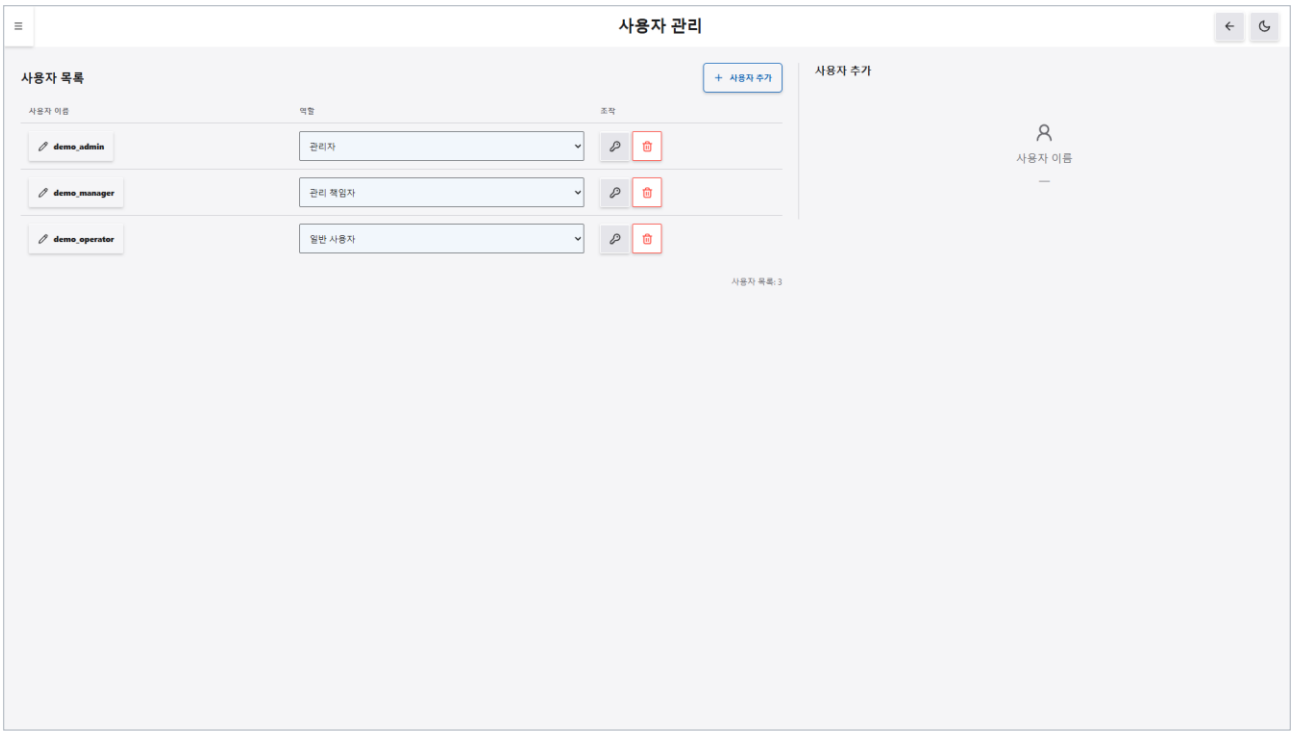


그림 15-1 사용자 관리 화면

15.2.1 화면 설명

영역 / 버튼	설명
상단 표시줄	제목 "사용자 관리". 오른쪽 위에 "뒤로"와 "라이트 / 다크 모드 전환", 왼쪽 위에 "탐색 메뉴 전환"이 있습니다.
"사용자 목록"	계정 목록의 제목입니다. 오른쪽에 "+ 사용자 추가"가 있으며, "편집 · 사용자 관리" 권한이 있을 때만 표시됩니다.
사용자 표	"사용자 이름", "역할", "조작"의 세 열로 구성되며, 한 행에 계정 하나씩 사용자 이름 순으로 정렬됩니다.
"사용자 목록: N"	표 아래 오른쪽에 있으며, N은 현재 계정 수입니다.
오른쪽 양식 영역	제목은 "사용자 추가"입니다. 계정을 선택하기 전에는 사람 아이콘, "사용자 이름", "—"만 표시됩니다. 사용자 이름이나 "+ 사용자 추가"를 클릭하면 여기에서 편집합니다(15.3절 및 15.5절 참조).

15.2.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
사용자 이름	계정의 로그인 이름입니다. 편집 권한이 있으면 연필 아이콘이 있는 버튼으로 표시되며, 클릭하면 계정을 열어 편집합니다.	항상 값이 있습니다.
역할	계정의 현재 역할입니다. 편집 권한이 있으면 드롭다운 목록이며, 값을 선택하는 즉시 변경이 적용됩니다(15.2.4절 참조). 읽기 전용이면 텍스트로 표시됩니다.	"관리자", "관리 책임자", "일반 사용자".
조작	열쇠 아이콘 "비밀번호 재설정"과 빨간색 휴지통 아이콘 "삭제".	"편집 · 사용자 관리" 권한이 있을 때만 표시됩니다.

15.2.3 버튼

버튼	설명
뒤로(오른쪽 위의 화살표)	"사용자 관리"에 들어오기 전의 화면으로 돌아갑니다. 저장하지 않으므로 오른쪽 양식에서 저장하지 않은 내용은 사라집니다.
+ 사용자 추가	오른쪽에 추가 양식을 엽니다(15.5절 참조). 양식이 열리면 버튼이 "취소"로 바뀝니다.
사용자 이름(연필 아이콘)	계정을 오른쪽 양식에 불러와 편집합니다(15.3절 참조). 해당 행 왼쪽에 파란색 세로 막대가 표시됩니다.

버튼	설명
역할 드롭다운 목록	새 역할을 선택하면 확인 창이 나타나고, 확인하면 변경 사항이 즉시 저장됩니다. 이때 계정의 개별 조정이 지워지고 해당 계정이 로그인한 화면이 무효가 됩니다.
열쇠 아이콘(비밀번호 재설정)	"비밀번호 재설정" 창을 엽니다(15.6절 참조).
빨간색 휴지통 아이콘(삭제)	확인 창이 나타나고, 확인하면 계정이 즉시 삭제됩니다(15.2.5절 참조).

15.2.4 작업 단계: 목록에서 역할 직접 변경

1. 탐색 메뉴 → 아래쪽의 "사용자 관리". 표에 먼저 "사용자 불러오는 중..."이 표시된 후 모든 계정이 나열됩니다.
2. 변경할 계정의 행에서 "역할" 드롭다운 목록을 클릭하고 새 역할을 선택합니다. 확인 창 "이 사용자의 권한을 변경하시겠습니까?"가 나타납니다.
3. 확인하려면 "설정 저장"을 클릭하고, 아무것도 변경하지 않고 원래 역할로 되돌리려면 "취소"를 클릭합니다.
4. 확인하면 화면 위쪽에 "역할이 업데이트되었습니다"가 표시되고 목록에 새 역할이 표시됩니다.

확인 창은 제목이 "TMS RF"인 Windows 시스템 대화 상자입니다. 텍스트와 버튼은 TMS RF에서 제공하며, 모양은 Windows 버전에 따라 약간 다를 수 있습니다.

> **예시** 작업자 `op_lee`가 조장으로 승진하여 작업 매개변수를 조정해야 합니다.
> `op_lee` 행에서 "역할"을 "일반 사용자"에서 "관리 책임자"로 변경하고 확인 창에서 "설정 저장"을 클릭하면 화면에 "역할이 업데이트되었습니다"가 표시됩니다.
> `op_lee`가 로그인한 화면은 즉시 무효가 됩니다. `op_lee`가 다시 로그인하면 작업 모드 설정을 저장할 수 있으며, 탐색 메뉴 아래쪽에 "사용자 관리"(보기 전용)도 표시됩니다.

15.2.5 작업 단계: 계정 삭제

삭제한 계정은 목록에서 사라지고 더 이상 로그인할 수 없으며, 해당 사용자 이름으로 새 계정을 다시 만들 수도 없습니다. 이전 작업 기록은 삭제되지 않습니다.

1. 먼저 해당 인원에게 작업을 마치고 로그아웃하도록 요청합니다.
2. "사용자 관리" → 계정 행의 빨간색 휴지통 아이콘을 클릭합니다. 확인 창 "이 사용자를 삭제하시겠습니까?"가 나타납니다.

3. 확인하려면 "삭제"를 클릭하고, 계정을 유지하려면 "취소"를 클릭합니다.
4. 화면에 "사용자가 삭제되었습니다"가 표시되고, 행이 목록에서 사라지며 "사용자 목록: N"의 N이 1 줄어듭니다.

편집 양식에서 "삭제"를 클릭해도 효과는 같습니다(15.3절 참조).

경고 계정 삭제는 취소할 수 없으며, 같은 사용자 이름은 나중에 다시 사용할 수 없습니다. 해당 인원이 일시적으로만 계정을 사용하지 않는 경우에는 15.2.6절의 방법을 사용하십시오.

예시 작업자 op_chen이 퇴사합니다. 관리자가 op_chen 행의 휴지통 아이콘을 클릭한 후 "삭제"를 클릭하면 화면에 "사용자가 삭제되었습니다"가 표시됩니다.
반년 후 성이 Chen인 신입 사원이 입사합니다. op_chen을 다시 만들면 "使用者名稱已存在。"(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 사용자 이름이 이미 존재함)라는 메시지가 표시되므로 op_chen2 같은 다른 이름을 사용하십시오.

15.2.6 계정 일시 비활성화

TMS RF에는 "비활성화" 버튼이 없습니다. 장기 휴가나 전보 등으로 해당 인원이 일시적으로 계정을 사용하지 않지만 계정은 유지해야 하는 경우 다음과 같이 하십시오.

1. 15.6절의 방법으로 계정의 비밀번호를 관리자만 아는 새 비밀번호로 재설정합니다. 그러면 해당 인원은 더 이상 로그인할 수 없습니다.
2. 15.4절의 방법으로 계정의 "실행 · 작업"을 "거부"로 변경하고 "설정 저장"을 클릭합니다. 계정이 현재 로그인한 화면은 즉시 무효가 되며, 계정은 더 이상 작업을 실행할 수 없습니다.
3. 계정을 다시 사용할 때는 "실행 · 작업"을 "허용"으로 되돌려 저장한 후 새 비밀번호를 재설정하여 해당 인원에게 알려 줍니다.

예시 작업자 op_wang이 두 주간 휴가를 갑니다. 관리자는 비밀번호를 새 값으로 재설정한 후 "실행 · 작업"을 "거부"로 변경하고 저장합니다. 두 주 후 관리자는 "실행 · 작업"을 "허용"으로 되돌려 저장하고, 새 비밀번호를 재설정하여 op_wang에게 알려 줍니다. 그러면 op_wang은 로그인하여 평소처럼 작업할 수 있습니다.

15.2.7 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“사용자 불러오는 중…”	목록을 읽는 중이며 오류가 아닙니다. 잠시 기다리십시오. 오랫동안 계속 표시되면 “뒤로”를 클릭한 후 다시 들어가십시오.
“현재 사용자에게 사용자 관리를 볼 권한이 없습니다.”	현재 계정에 “보기 · 사용자 목록”이 없습니다. 권한이 있는 계정으로 로그인하거나 관리자에게 권한을 요청하십시오.
“必須至少保留一位管理員，請先建立其他管理員帳號。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 관리자를 한 명 이상 유지해야 하므로 먼저 다른 관리자 계정을 만드십시오)	유일한 유효한 관리자를 강등하거나 삭제하려고 했습니다(15.1.4절 참조). 먼저 다른 계정을 유효한 관리자로 만든 후 원래 계정을 처리하십시오.
“이 작업을 수행할 권한이 없습니다.”	계정에 더 이상 “편집 · 사용자 관리”가 없습니다(예: 다른 관리자가 방금 변경함). 다시 로그인하여 권한을 확인하십시오.
“세션이 만료되었습니다. 다시 로그인해 주세요.”	로그인한 지 8시간이 지났거나 역할이 변경되었습니다. 다시 로그인한 후 재시도하십시오.
“사용자 관리 작업에 실패했습니다.”(원인: 사용자 관리 서비스를 일시적으로 사용할 수 없음)	계정 데이터를 일시적으로 읽거나 저장할 수 없습니다. 나중에 다시 시도하십시오. 계속 발생하면 제16장을 참조하십시오.
“사용자 관리 작업에 실패했습니다.”	확인 창을 열 수 없는 등 다른 이유로 작업에 실패했습니다. 다시 시도하십시오. 계속 발생하면 제16장을 참조하십시오.

15.3 사용자 편집

경로: 탐색 메뉴 → “사용자 관리” → 연필 아이콘이 있는 사용자 이름 클릭.

기존 계정의 사용자 이름, 비밀번호, 역할을 변경하고, 같은 양식에서 개별 권한을 조정합니다(권한 영역은 15.4절 참조). “편집 · 사용자 관리” 권한이 필요하며, 권한이 없으면 목록의 사용자 이름을 클릭할 수 없고 오른쪽 양식도 없습니다.

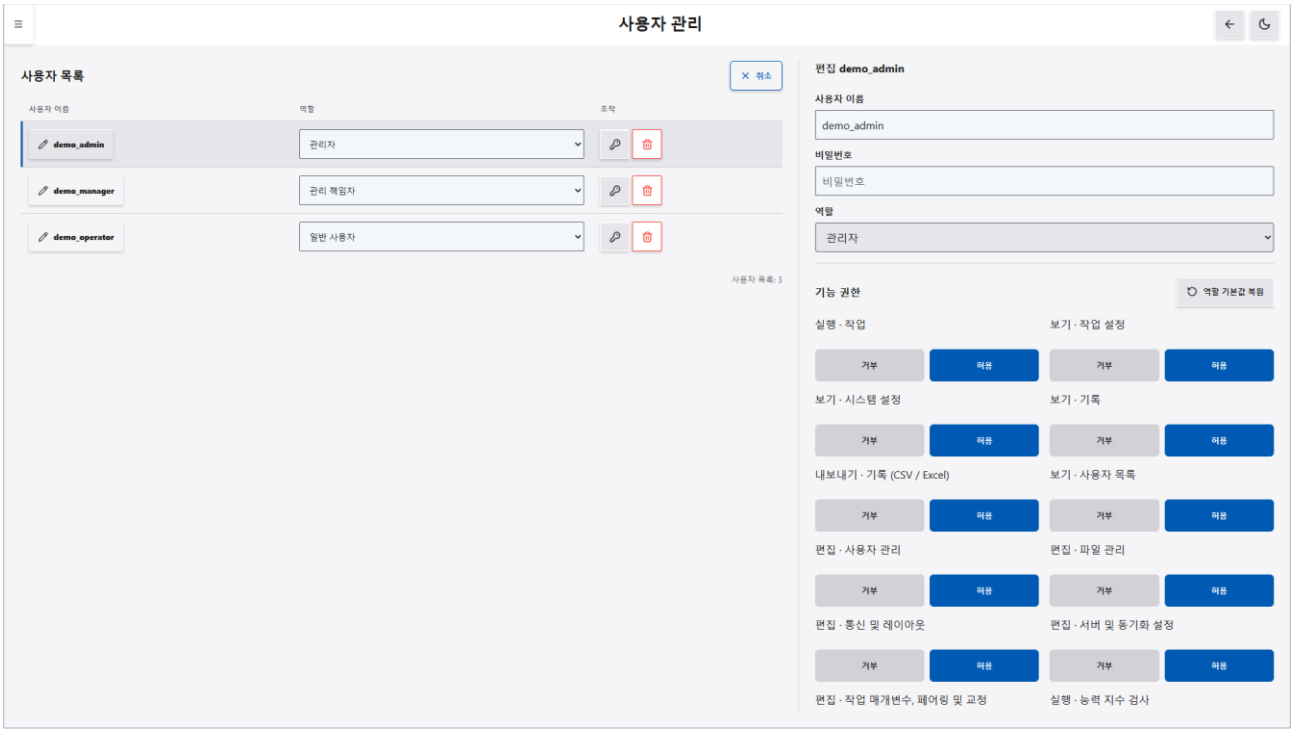


그림 15-2 사용자 관리: 사용자 편집

15.3.1 화면 설명

영역 / 버튼	설명
목록의 선택 표시	편집 중인 계정의 행은 배경이 더 어둡고 왼쪽에 파란색 세로 막대가 표시됩니다.
양식 제목	“편집 {사용자 이름}”(예: “편집 demo_admin”).
“사용자 이름”	로그인 이름이며 변경할 수 있습니다.
“비밀번호”	기본적으로 비어 있습니다(회색 힌트 텍스트 “비밀번호”). 비어 있으면 비밀번호가 변경되지 않습니다.
“역할”	“일반 사용자”, “관리 책임자”, “관리자” 옵션이 있는 드롭다운 목록입니다.
“기능 권한”	14개 권한과 “역할 기본값 복원”입니다. 15.4절을 참조하십시오.
양식 아래쪽	“설정 저장”과 “삭제”(그림 15-4 참조).
목록 오른쪽 위의 “취소”	편집 중에는 목록 위의 버튼이 “취소”로 표시되며, 클릭하면 저장하지 않고 오른쪽 양식을 닫습니다.

15.3.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
사용자 이름	로그인할 때 입력하는 이름입니다. 양식이 열리면 현재 이름이 채워져 있습니다.	필수. 앞뒤 공백은 자동으로 제거됩니다. 다른 계정(삭제된 계정 포함)과 같으면 안 됩니다.
비밀번호	새 비밀번호를 설정합니다. 이전 비밀번호는 표시되지 않습니다.	선택 사항. 비워 두면 원래 비밀번호가 유지됩니다. 앞뒤 공백은 자동으로 제거됩니다.
역할	계정의 역할입니다.	현재 역할이 채워져 있습니다. 변경하면 아래 14개 항목이 즉시 새 역할의 기본값으로 바뀌며, 저장한 후 개별 조정이 지워집니다.
기능 권한(14개 항목)	개별 조정입니다. 15.4절을 참조하십시오.	각 항목 "거부" 또는 "허용".

> **참고** 화면에 "표시 이름" 필드는 없습니다. 새 계정은 사용자 이름을 기록의 작업자 이름으로 사용합니다. 나중에 사용자 이름을 변경해도 기록의 작업자 이름은 원래 이름으로 유지됩니다. 다른 이름이 필요하면 새 계정을 추가한 후 이전 계정을 삭제하는 것이 가장 좋습니다(삭제한 이름은 다시 사용할 수 없음).

15.3.3 버튼

버튼	설명
설정 저장	이름, 비밀번호, 역할, 권한을 확인하고 저장합니다. 성공하면 화면 위쪽에 "사용자를 저장했습니다."가 표시되고, 비밀번호 필드가 지워지며 목록이 업데이트됩니다. 역할이나 권한이 변경된 경우 해당 계정이 로그인한 화면은 즉시 무효가 되며, 자신의 계정을 변경한 경우 프로그램이 로그아웃합니다.
삭제	확인 창 "이 사용자를 삭제하시겠습니까?"가 나타나며, "삭제"를 클릭해야 계정이 삭제됩니다. 성공하면 "사용자가 삭제되었습니다"가 표시되고 오른쪽이 빈 양식으로 돌아갑니다(15.2.5절 참조).
취소	저장하지 않고, 묻지도 않고 오른쪽 양식을 닫습니다.
다른 사용자 이름	다른 계정의 편집으로 전환합니다. 저장하지 않은 변경 사항은 묻지 않고 버려집니다.

15.3.4 작업 단계

1. “사용자 관리” → 변경할 사용자 이름을 클릭합니다. 오른쪽 제목이 계정 이름으로 바뀌고 필드에 현재 데이터가 채워지며, 비밀번호 필드는 비어 있습니다.
2. 계정 이름을 바꾸려면 “사용자 이름”을 변경합니다.
3. 비밀번호를 변경하려면 “비밀번호”에 새 비밀번호를 입력하고, 유지하려면 필드를 비워 둡니다. 비밀번호를 두 번 입력해야 해서 입력 오류가 적은 “비밀번호 재설정” 창(15.6절 참조)을 사용하는 것이 더 좋습니다.
4. 역할을 변경하려면 “역할”에서 새 역할을 선택합니다. 아래 14개 권한이 즉시 새 역할의 기본값으로 바뀝니다.
5. 개별 조정은 15.4절의 방법으로 설정합니다.
6. 양식 아래쪽으로 스크롤하여 “설정 저장”을 클릭합니다. 화면 위쪽에 “사용자를 저장했습니다.”가 표시되고 목록의 역할도 그에 따라 업데이트됩니다.
7. 자신의 역할이나 권한을 변경한 경우 프로그램이 즉시 로그아웃하고 “권한이 변경되었습니다. 다시 로그인하세요.”가 표시됩니다. 다시 로그인하십시오.

> **예시** 관리 책임자 sv_huang이 시스템 관리자가 됩니다.
> sv_huang을 클릭하고 “역할”에서 “관리자”를 선택하면 아래 14개 권한이 모두 “허용”으로 표시됩니다.
> “설정 저장”을 클릭하면 화면에 “사용자를 저장했습니다.”가 표시됩니다. sv_huang이 다시 로그인하면 “사용자 관리”에서 계정을 추가하고 편집할 수 있습니다.

15.3.5 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“사용자 이름을 입력하세요”	사용자 이름이 비어 있습니다. 메시지는 필드 아래에 표시됩니다. 이름을 입력한 후 저장하십시오.
“使用者名稱已存在。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 사용자 이름이 이미 존재함)	이름이 삭제된 계정을 포함한 다른 계정과 같습니다. 다른 이름을 사용하십시오.

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“必須至少保留一位管理員，請先建立其他管理員帳號。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 관리자를 한 명 이상 유지해야 하므로 먼저 다른 관리자 계정을 만드십시오)	유일한 유효한 관리자이며, 새 역할이나 권한으로 인해 “보기 · 사용자 목록” 또는 “편집 · 사용자 관리”를 잃게 됩니다. 먼저 다른 계정을 유효한 관리자로 만든 후 이 계정을 조정하십시오.
“이 작업을 수행할 권한이 없습니다.”	계정에 더 이상 “편집 · 사용자 관리”가 없습니다. 다시 로그인하여 권한을 확인하십시오.
“세션이 만료되었습니다. 다시 로그인해 주세요.”	로그인한 지 8시간이 지났거나 역할이 변경되었습니다. 다시 로그인한 후 재시도하십시오.
“사용자 관리 작업에 실패했습니다.”(원인: 사용자 관리 서비스를 일시적으로 사용할 수 없음)	데이터를 일시적으로 저장할 수 없습니다. 나중에 다시 시도하십시오. 계속 발생하면 제16장을 참조하십시오.

15.4 사용자별 권한 설정

경로: 탐색 메뉴 → “사용자 관리” → 사용자 이름(15.3절 참조) 또는 “+ 사용자 추가”(15.5절 참조) 클릭 → “기능 권한”까지 아래로 스크롤.

역할 기본값 외에 한 계정에 대해 기능을 항목별로 허용하거나 거부합니다. 예를 들어 작업자가 작업 설정을 열지 않고 작업만 실행하게 하거나, 감독자가 기록을 삭제하지 못하게 할 수 있습니다. “편집 · 사용자 관리” 권한이 필요합니다.

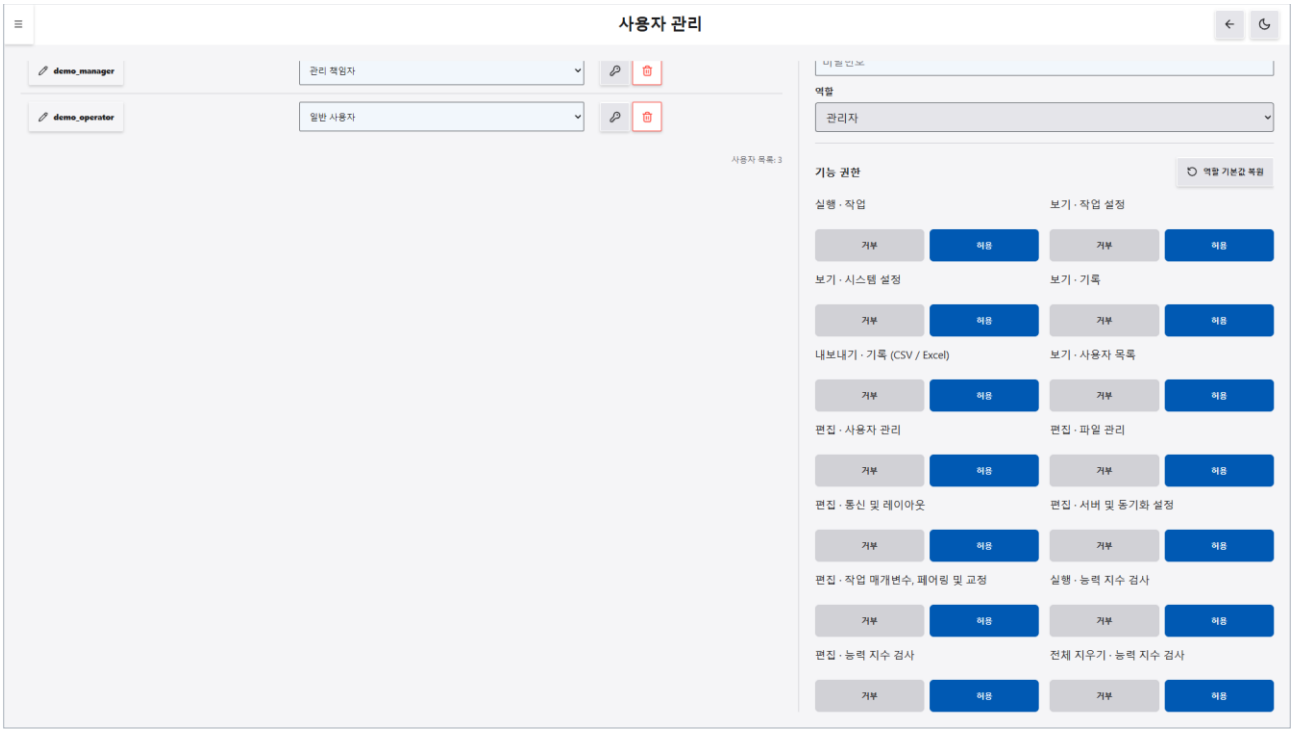


그림 15-3 사용자 관리: 기능 권한 영역

15.4.1 화면 설명

영역 / 버튼	설명
“기능 권한”	영역 제목입니다.
“역할 기본값 복원”	영역 오른쪽 위에 있으며 시계 반대 방향 화살표 아이콘이 있습니다.
권한 격자	14개 항목이 두 열, 7개 행으로 15.1.2절의 표와 같은 순서로 배치됩니다. 각 항목은 위에 권한 이름(예: “실행 · 작업”), 아래에 “거부”와 “허용” 두 버튼이 있으며, 현재 선택은 파란색 배경에 흰색 글자로 표시됩니다.
양식 아래쪽	“설정 저장”과 “삭제”. 계정을 추가할 때는 “추가”가 있고 “삭제”는 없습니다.

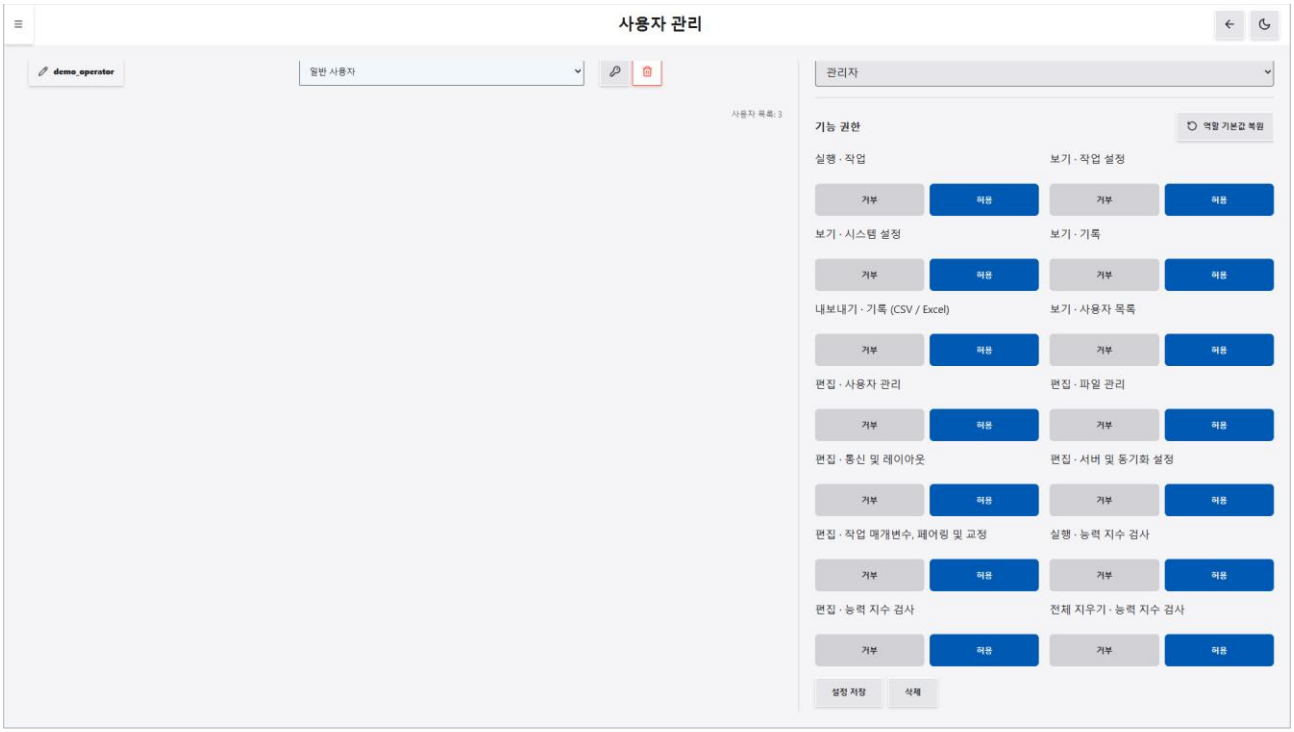


그림 15-4 사용자 관리: 기능 권한 영역 아래쪽

그림 15-4는 양식 아래쪽까지 스크롤한 화면으로, 마지막 몇 개 권한과 "설정 저장", "삭제"가 보입니다. 권한 변경 사항을 유지하려면 양식 아래쪽의 "설정 저장"을 클릭하십시오. 오른쪽 위의 "뒤로"로 나가면 저장되지 않습니다.

15.4.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
기능 권한(14개 항목)	이 계정이 각 기능을 사용할 수 있는지 정합니다. 각 항목의 설명은 15.1.2절을 참조하십시오.	각 항목 "거부" 또는 "허용". 열면 "역할 기본값 + 이 계정의 개별 조정"의 결과가 표시됩니다. 계정을 추가할 때는 모든 항목이 선택한 역할의 기본값을 따릅니다.

15.4.3 버튼

버튼	설명
거부 / 허용(각 항목)	항목의 설정을 전환합니다. 역할 기본값과 다르면 개별 조정이 되고, 같으면 항목이 역할 기본값을 따르는 상태로 돌아갑니다. 클릭해도 저장되지 않으며, 저장이나 삭제가 진행 중일 때는 클릭할 수 없습니다.
역할 기본값 복원	양식의 개별 조정을 모두 지우고 14개 항목에 현재 선택된 역할의 기본값을 즉시 표시합니다. 아직 저장되지 않으며 "설정 저장"을 클릭해야 적용됩니다. 저장하지 않고 나가면 권한은 바뀌지 않습니다.
설정 저장	역할과 권한을 기록합니다. 권한이 변경된 경우 해당 계정이 로그인한 화면은 즉시 무효가 됩니다.

15.4.4 작업 단계

1. "사용자 관리" → 조정할 사용자 이름을 클릭합니다. 오른쪽 양식에 계정 데이터가 채워집니다.
2. "역할"이 올바른지 확인합니다. 역할을 변경하려면 먼저 변경한 후 다음 단계로 넘어가십시오. 역할을 변경하면 이 영역이 새 역할의 기본값으로 돌아갑니다.
3. "기능 권한"까지 아래로 스크롤합니다. 14개 권한과 현재 선택(파란색)이 보입니다.
4. 각 항목에서 "거부" 또는 "허용"을 클릭합니다. 선택한 쪽이 파란색으로 바뀝니다.
5. 개별 조정을 모두 버리고 역할 기본값으로 돌아가려면 "역할 기본값 복원"을 클릭합니다. 14개 항목이 즉시 기본값으로 돌아갑니다(아직 저장되지 않음).
6. 양식 아래쪽으로 스크롤하여 "설정 저장"을 클릭합니다. 화면 위쪽에 "사용자를 저장했습니다."가 표시됩니다. 권한이 변경된 경우 해당 계정이 로그인한 화면은 즉시 무효가 되어 다시 로그인해야 하며, 자신의 계정을 변경한 경우 프로그램이 즉시 로그아웃하고 "권한이 변경되었습니다. 다시 로그인하세요."가 표시됩니다.
7. 해당 인원에게 다시 로그인하여 탐색 메뉴와 사용 가능한 기능이 예상과 같은지 확인하도록 요청합니다. 일부 권한은 실제로 작업을 수행할 때만 "이 작업을 수행할 권한이 없습니다."가 표시되므로(15.1.2절 참조) 거부된 작업을 한 번 실행해 보십시오.

> **예시** 작업자 op_wu의 역할은 "일반 사용자"이며, 현장에서는 이 작업자가 작업 설정을 열지 않고 작업만 실행해야 합니다.
>
> op_wu를 클릭하고 "기능 권한"까지 스크롤한 후 "보기 · 작업 설정"의 "거부"를 클릭하고 "설정 저장"을 클릭하면 화면에 "사용자를 저장했습니다."가 표시됩니다.
>
> 나머지 13개 항목은 여전히 "일반 사용자" 기본값을 따릅니다. op_wu가 다시 로그인하면 설정이 완료된 모드의 작업 화면에 들어가 작업할 수는 있지만, 헤더에 "설정" 버튼이 더 이상 표시되지 않습니다.
>
> 나중에 이를 취소하려면 "역할 기본값 복원"을 클릭한 후 "설정 저장"을 클릭하십시오. "보기 · 작업 설정"이 "허용"으로 돌아갑니다.

15.4.5 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"必須至少保留一位管理員，請先建立其他管理員帳號。"(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 관리자를 한 명 이상 유지해야 하므로 먼저 다른 관리자 계정을 만드십시오)	유일한 유효한 관리자의 "보기 · 사용자 목록" 또는 "편집 · 사용자 관리"를 거부했습니다. 먼저 다른 계정에 두 항목을 모두 부여한 후 이 계정을 조정하십시오.
"권한이 변경되었습니다. 다시 로그인하세요."	오류가 아닙니다. 자신의 역할이나 권한을 변경하여 프로그램이 로그아웃했습니다. 다시 로그인하기만 하면 됩니다.
"이 작업을 수행할 권한이 없습니다."	다른 화면에서 나타나는 경우 해당 계정에 대응하는 기능이 거부되어 있습니다. 의도한 설정인지 확인하고, 필요하면 관리자가 "허용"으로 변경합니다.

15.5 사용자 추가

경로: 탐색 메뉴 → "사용자 관리" → 목록 오른쪽 위의 "+ 사용자 추가".

새 작업자, 품질 검사원, 감독자 또는 관리자의 개인 계정을 만듭니다. 각자 자신의 계정을 사용해야 기록의 작업자를 실제로 작업한 사람과 일치시킬 수 있습니다. "편집 · 사용자 관리" 권한이 필요하며, 권한이 없으면 "+ 사용자 추가"가 표시되지 않습니다.

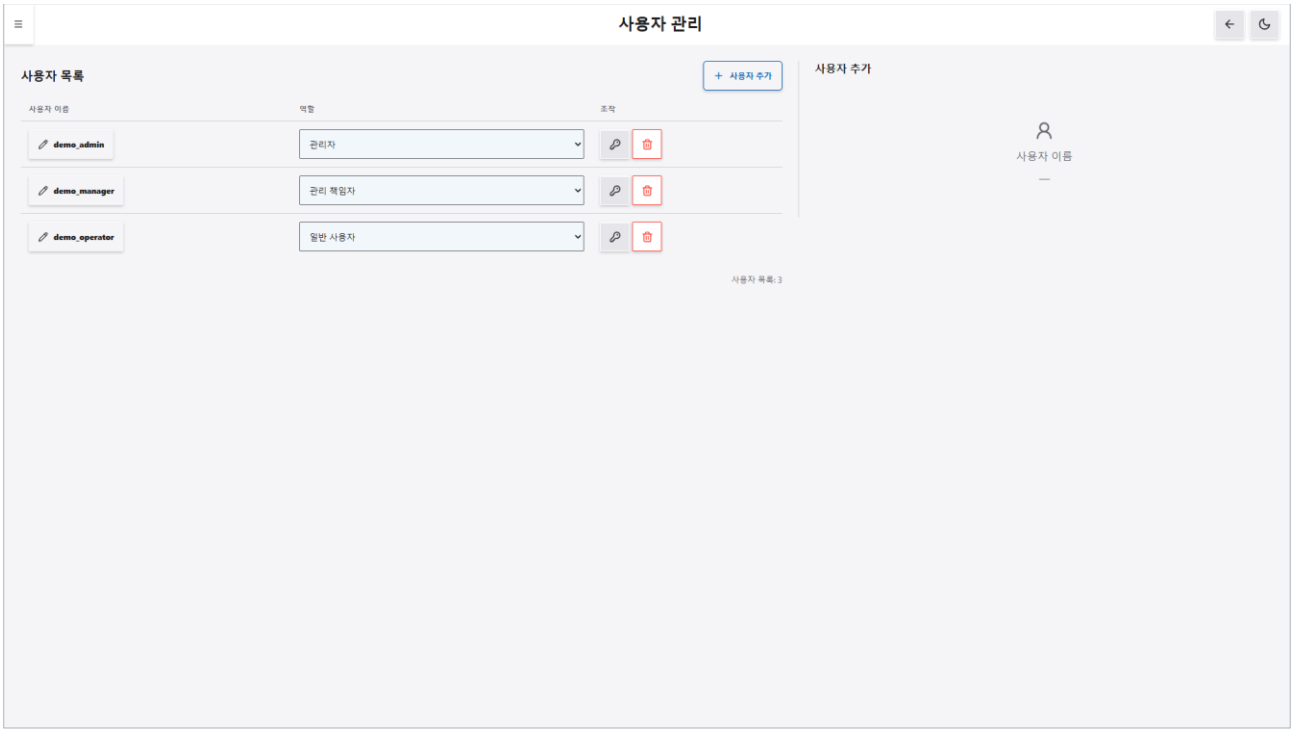


그림 15-5 사용자 관리: 사용자 추가 버튼

목록 오른쪽 위의 "+ 사용자 추가"를 클릭하면 오른쪽에 추가 양식이 열립니다(그림 15-6). 양식 배치는 편집할 때와 같으며(그림 15-2 참조), 필드가 비어 있고 아래쪽 버튼이 "추가"라는 점이 다릅니다.

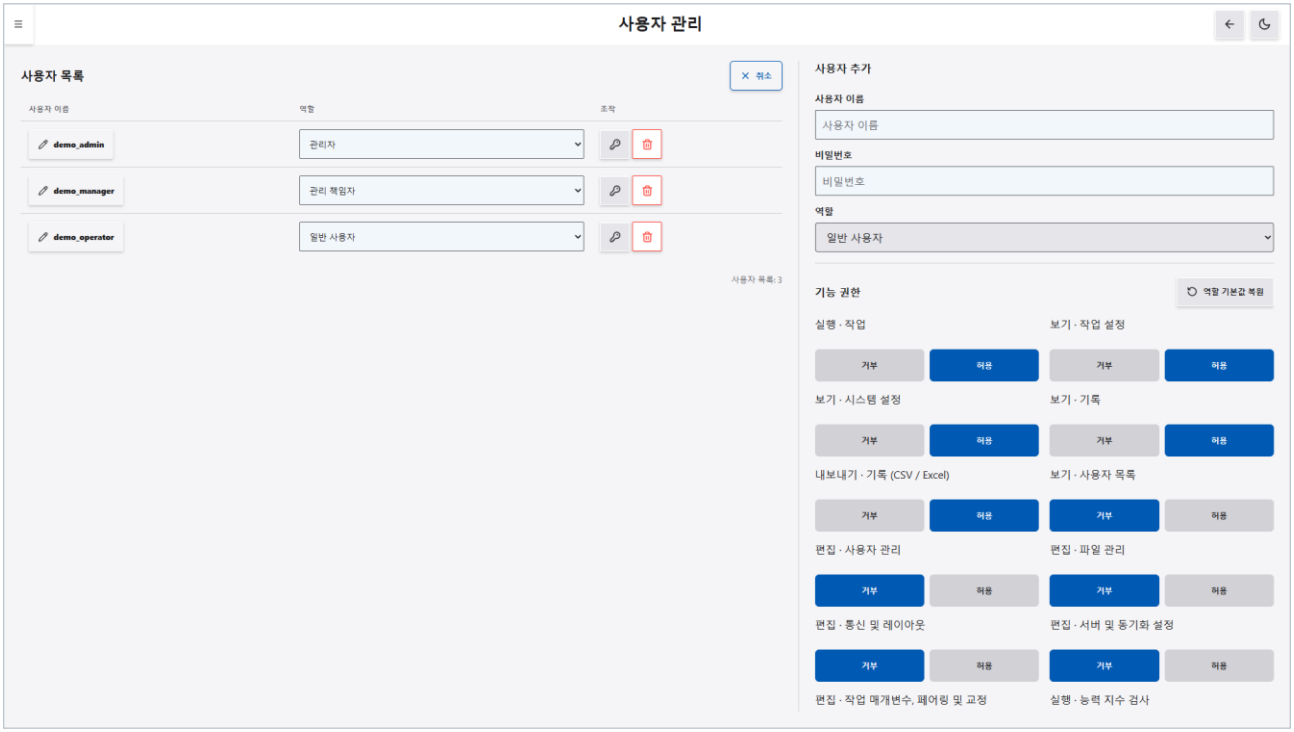


그림 15-6 사용자 관리: 사용자 추가 양식

15.5.1 화면 설명

영역 / 버튼	설명
"+ 사용자 추가"	목록 오른쪽 위에 있습니다. 클릭하면 오른쪽에 추가 양식이 열리고 버튼이 "취소"로 바뀝니다.
양식 제목	"사용자 추가".
"사용자 이름", "비밀번호"	비어 있으며 회색 힌트 텍스트 "사용자 이름"과 "비밀번호"가 표시됩니다.
"역할"	기본값은 "일반 사용자"입니다.
"기능 권한"	선택한 역할의 기본값에 따라 표시됩니다(15.4절 참조).
양식 아래쪽의 "추가"	아래로 스크롤해야 보입니다. 추가할 때는 "삭제"가 없습니다.

15.5.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
사용자 이름	새 계정의 로그인 이름이며, 기록의 작업자 이름이기도 합니다.	필수. 앞뒤 공백은 자동으로 제거됩니다. 어떤 계정(삭제된 계정 포함)과도 같으면 안 됩니다.
비밀번호	새 계정의 초기 비밀번호입니다.	필수. 공백만으로 구성될 수 없습니다. 앞뒤 공백은 자동으로 제거됩니다. 프로그램은 길이나 복잡성을 확인하지 않으며, 양식에 "비밀번호 확인" 필드가 없습니다.
역할	새 계정의 역할입니다.	기본값은 "일반 사용자"입니다. 변경하면 권한 격자가 새 역할의 기본값으로 돌아갑니다.
기능 권한(14개 항목)	새 계정의 개별 조정입니다.	기본적으로 모두 역할을 따릅니다(15.4절 참조).

15.5.3 버튼

버튼	설명
추가	입력을 확인하고 계정을 만듭니다. 성공하면 화면 위쪽에 "사용자가 추가되었습니다"가 표시되고 양식이 자동으로 새 계정 편집으로 전환됩니다. 제목이 새 계정 이름으로 바뀌고, 버튼이 "설정 저장"으로 바뀌며, "삭제"가 나타납니다.
취소	묻지 않고 양식을 닫고 입력한 내용을 버립니다.
역할 기본값 복원	15.4절을 참조하십시오.

15.5.4 작업 단계

1. “사용자 관리” → “+ 사용자 추가”. 오른쪽에 역할이 “일반 사용자”인 빈 양식이 나타나고, 목록 오른쪽 위의 버튼이 “취소”로 바뀝니다.
2. “사용자 이름”을 입력합니다.
3. “비밀번호”를 입력합니다. 양식에 확인 필드가 없으므로 입력한 후 비밀번호를 다시 확인하십시오.
4. “역할”을 선택합니다. 작업자는 “일반 사용자”, 현장 감독자나 품질 관리 담당자는 “관리 책임자”, 시스템 관리자는 “관리자”를 선택합니다. 권한 격자가 역할 기본값에 따라 업데이트됩니다.
5. 필요하면 15.4절의 방법으로 권한을 항목별로 조정합니다.
6. 양식 아래쪽으로 스크롤하여 “추가”를 클릭합니다. 화면 위쪽에 “사용자가 추가되었습니다”가 표시되고, 새 계정이 목록에 나타나며, 오른쪽 양식이 이 계정의 편집으로 전환됩니다.
7. 해당 인원에게 새 계정으로 로그인하여 사용 가능한 기능이 예상과 같은지 확인하도록 요청합니다.

예시 품질 검사원 `qc_lin`을 “관리 책임자” 역할로 추가한 후 기록 삭제 권한을 끕니다.

“+ 사용자 추가”를 클릭하고 “사용자 이름”에 `qc_lin`을, “비밀번호”에 초기 비밀번호를 입력한 후 “역할”에서 “관리 책임자”를 선택합니다.

권한 격자에 관리 책임자 기본값이 표시됩니다. “편집 · 사용자 관리”와 “편집 · 서버 및 동기화 설정”은 “거부”이고 나머지 12개 항목은 “허용”입니다.

품질 검사원은 기록을 삭제할 필요가 없으므로 “편집 · 파일 관리”의 “거부”를 클릭합니다.

아래쪽으로 스크롤하여 “추가”를 클릭하면 화면에 “사용자가 추가되었습니다”가 표시되고, `qc_lin`이 역할 “관리 책임자”로 목록에 나타납니다.

로그인한 후 `qc_lin`은 기록을 조회하고 내보내며, 사용자 목록을 보고, 작업 매개변수를 저장할 수 있지만 기록을 삭제할 수는 없습니다.

팁 초기 비밀번호를 잘못 입력했으면 “비밀번호 재설정”으로 다시 설정하면 됩니다(15.6절 참조).

15.5.5 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
“사용자 이름을 입력하세요”	사용자 이름이 비어 있습니다. 메시지는 필드 아래에 표시됩니다. 이름을 입력하십시오.
“비밀번호를 입력하세요”	비밀번호가 비어 있거나 공백만으로 구성되어 있습니다. 메시지는 필드 아래에 표시됩니다. 비밀번호를 입력하십시오.
“使用者名稱已存在。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 사용자 이름이 이미 존재함)	이름이 기존 계정 또는 삭제된 계정과 같습니다. 삭제된 계정은 목록에 표시되지 않지만 이름은 여전히 사용 중입니다. 숫자를 붙이는 등 다른 이름을 사용하십시오.
“이 작업을 수행할 권한이 없습니다.”	계정에 더 이상 “편집 · 사용자 관리”가 없습니다. 다시 로그인하여 권한을 확인하십시오.
“사용자 관리 작업에 실패했습니다.”(원인: 사용자 관리 서비스를 일시적으로 사용할 수 없음)	데이터를 일시적으로 저장할 수 없습니다. 나중에 다시 시도하십시오. 계속 발생하면 제16장을 참조하십시오.

15.6 비밀번호 재설정

경로: 탐색 메뉴 → “사용자 관리” → 대상 계정 행의 “조작” 열에 있는 열쇠 아이콘(포인터를 올리면 “비밀번호 재설정”이 표시됨).

관리자는 초기 비밀번호를 바꿀 때, 누군가 비밀번호를 잊어버렸을 때, 또는 정기적으로 변경할 때 모든 계정(자신의 계정 포함)에 새 비밀번호를 설정합니다. TMS RF에는 사용자가 자신의 비밀번호를 변경할 수 있는 곳이 없으며, 모든 비밀번호 변경은 관리자가 여기에서 하거나 15.3절의 “비밀번호” 필드에서 합니다. “편집 · 사용자 관리” 권한이 필요하며, 이 권한이 없는 계정(“관리 책임자”와 “일반 사용자” 기본값 포함)은 자신의 비밀번호를 포함하여 어떤 비밀번호도 변경할 수 없습니다.

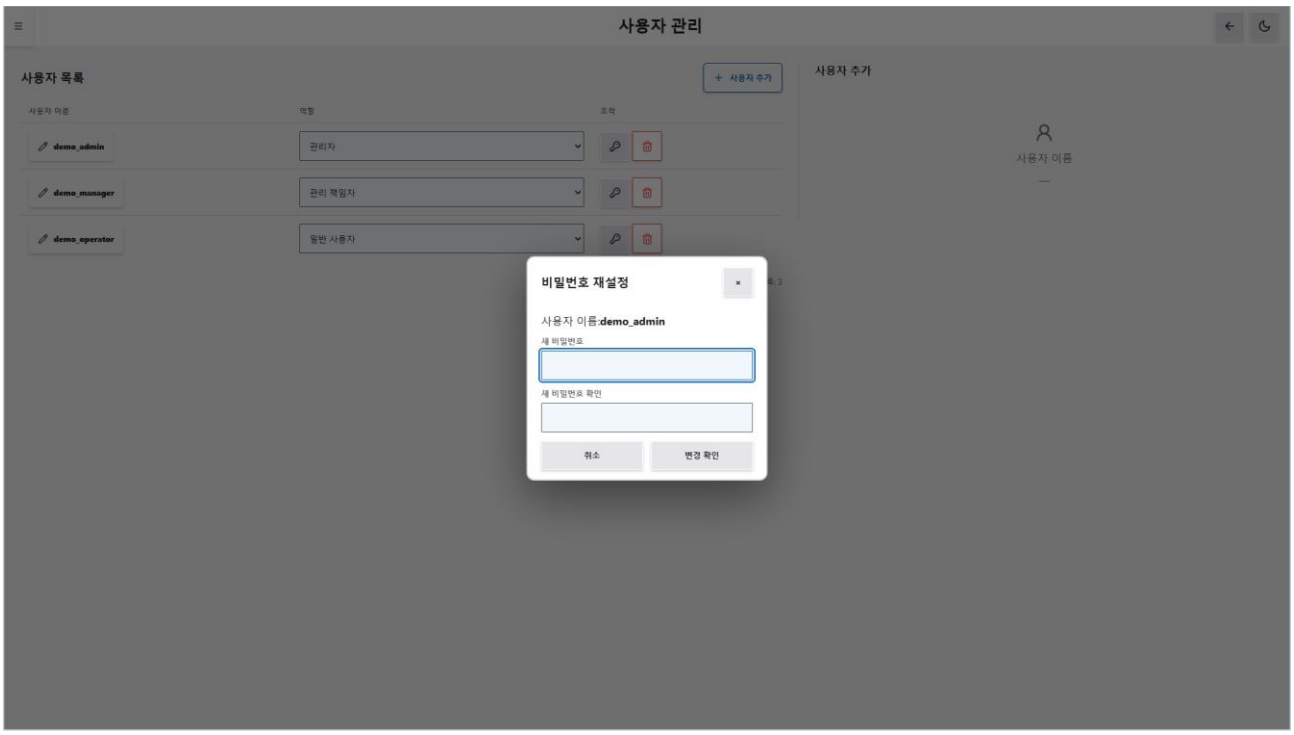


그림 15-7 사용자 관리: 비밀번호 재설정 창

15.6.1 화면 설명

영역 / 버튼	설명
“비밀번호 재설정”과 “×”	창 제목과 오른쪽 위의 닫기 버튼입니다.
“사용자 이름:”	뒤에 재설정할 계정이 굵게 표시됩니다. 먼저 계정을 잘못 선택하지 않았는지 확인하십시오.
“새 비밀번호”, “새 비밀번호 확인”	두 비밀번호 필드이며 입력 문자는 가려서 표시됩니다. 창이 열리면 커서가 “새 비밀번호”에 있습니다.
오류 메시지 영역	확인이나 저장에 실패하면 두 필드 아래에 메시지가 표시됩니다.
“취소”, “변경 확인”	창 아래쪽의 버튼입니다.

창이 열려 있는 동안에는 뒤의 화면을 사용할 수 없습니다. Esc 키를 누르거나, 창 밖의 어두운 영역을 클릭하거나, “×” 또는 “취소”를 클릭하면 창이 닫히고 입력 내용이 지워집니다. “변경 확인”을 클릭한 후 처리가 완료될 때까지는 이 중 어느 방법으로도 창을 닫을 수 없으며, 필드와 버튼을 일시적으로 사용할 수 없습니다.

15.6.2 필드

필드	설명	범위 및 기본값
새 비밀번호	설정할 새 비밀번호입니다. 창을 열 때마다 비어 있습니다.	필수. 공백만으로 구성될 수 없습니다. 앞뒤 공백은 자동으로 제거됩니다. 프로그램은 길이나 복잡성을 확인하지 않습니다.
새 비밀번호 확인	입력 오류를 방지하기 위해 비밀번호를 한 번 더 입력합니다.	필수. "새 비밀번호"와 정확히 같아야 합니다.

15.6.3 버튼

버튼	설명
변경 확인	두 필드를 확인하고 새 비밀번호를 저장합니다. 성공하면 창이 닫히고 화면 위쪽에 "비밀번호가 재설정되었습니다"가 표시됩니다. 비밀번호만 변경하며 역할이나 권한은 변경하지 않고, 해당 계정의 현재 로그인도 무효로 하지 않습니다.
취소 / ×	저장하지 않고 창을 닫습니다. 처리 중에는 클릭할 수 없습니다.

> **팁** "변경 확인"을 클릭한 후 창이 자동으로 닫힐 때까지 기다리십시오. 재설정에 실패하면 창이 닫히지 않고 필드 아래에 오류 메시지가 나타나며 입력 내용은 유지됩니다. 수정한 후 "변경 확인"을 다시 클릭할 수 있습니다.

15.6.4 작업 단계

1. "사용자 관리" → 대상 계정 행의 열쇠 아이콘을 클릭합니다. "비밀번호 재설정" 창이 나타나고 "사용자 이름:"과 계정 이름이 표시됩니다.
2. 계정 이름이 맞는지 확인합니다.
3. "새 비밀번호"에 새 비밀번호를 입력합니다.
4. "새 비밀번호 확인"에 다시 입력합니다.
5. "변경 확인"을 클릭합니다. 창이 닫히고 화면 위쪽에 "비밀번호가 재설정되었습니다"가 표시됩니다.
6. 새 비밀번호를 안전한 방법으로 해당 인원에게 전달합니다. 자신의 비밀번호를 재설정한 경우 현재 화면은 로그아웃되지 않으며, 다음에 로그인할 때 새 비밀번호를 사용합니다.

예시 작업자 op_wang이 비밀번호를 잊어버렸습니다.
관리자 adm_chen이 op_wang 행의 열쇠 아이콘을 클릭하면 창에 "사용자 이름:op_wang"이 표시됩니다.
두 필드에 같은 새 비밀번호를 입력하고 "변경 확인"을 클릭하면 화면에 "비밀번호가 재설정되었습니다"가 표시됩니다.
op_wang은 새 비밀번호로 로그인에 성공하며, 이전 비밀번호로 로그인하면 화면에 "사용자 이름 또는 비밀번호가 잘못되었습니다"가 표시됩니다.
두 번째 입력을 잘못하면 창에 "새 비밀번호가 일치하지 않습니다"가 표시되므로 두 필드를 다시 입력하면 됩니다.

참고 비밀번호를 재설정해도 해당 계정이 로그인한 화면은 무효가 되지 않습니다. 다른 사람이 계정을 사용했을 가능성이 있으면 15.7절의 7번 항목을 따르십시오.

15.6.5 오류 메시지

화면 메시지	원인 및 해결 방법
"모든 필드를 입력하세요"	"새 비밀번호" 또는 "새 비밀번호 확인"이 비어 있거나 공백만으로 구성되어 있습니다. 두 필드를 모두 입력한 후 "변경 확인"을 클릭하십시오.
"새 비밀번호가 일치하지 않습니다"	두 필드가 다릅니다(앞뒤 공백의 차이 포함). 두 필드를 다시 입력하십시오.
"이 작업을 수행할 권한이 없습니다."	계정에 더 이상 "편집 · 사용자 관리"가 없습니다. 다시 로그인하여 권한을 확인하십시오.
"세션이 만료되었습니다. 다시 로그인해 주세요."	로그인한 지 8시간이 지났거나 역할이 변경되었습니다. 다시 로그인한 후 재시도하십시오.
"사용자 관리 작업에 실패했습니다."(원인: 사용자 관리 서비스를 일시적으로 사용할 수 없음)	데이터를 일시적으로 저장할 수 없습니다. 나중에 다시 시도하십시오. 계속 발생하면 제16장을 참조하십시오.

15.7 보안 권장 사항

1. **초기 비밀번호를 즉시 변경하십시오.** 새로 설치한 후 먼저 admin으로 로그인하고(초기 비밀번호는 2.8절 참조) 15.6절의 방법으로 비밀번호를 재설정하십시오. 프로그램은 변경을 강제하지 않으며 비밀번호 길이나 복잡성을 확인하지 않으므로, 회사의 비밀번호 규정에 따라 설정하십시오.

2. **관리자를 두 명 이상 두십시오.** 시스템은 유효한 관리자가 한 명 이상 있는 것만 보장하며 비밀번호 복구 기능이 없습니다. 유일한 관리자가 비밀번호를 잊으면 다른 어떤 계정으로도 재설정할 수 없습니다. 다른 사람이 관리하는 "관리자" 계정을 하나 더 만드십시오.
3. **한 사람당 한 계정을 사용하고 공유하지 마십시오.** 기록의 작업자 이름은 로그인한 계정에서 가져오므로, 계정을 공유하면 기록을 개인과 연결할 수 없습니다.
4. **필요한 권한만 부여하십시오.** 작업자는 "일반 사용자"를 사용하고, 추가 권한은 꼭 필요한 경우에만 항목별로 허용하십시오. "편집 · 사용자 관리"와 "편집 · 서버 및 동기화 설정"은 시스템 관리자에게만 부여하십시오.
5. **작업을 먼저 마친 후 계정을 관리하십시오.** 계정의 역할이나 개별 권한을 변경하거나 계정을 삭제하면 로그인이 즉시 무효가 되고 진행 중인 작업이 중지됩니다. 교대 시간이나 라인 정지 중에 하십시오.
6. **설정한 후 테스트하십시오.** 일부 권한은 버튼을 클릭한 후에만 확인됩니다(15.1.2절 참조). 권한을 조정한 후 해당 계정으로 로그인하여 거부된 작업을 한 번 실행해 보고 "이 작업을 수행할 권한이 없습니다."가 표시되는지 확인하십시오.
7. **계정이 유출되었을 가능성이 있는 경우.** 비밀번호를 재설정하면 이전 비밀번호만 무효가 되며 이미 로그인한 화면은 종료되지 않습니다(로그인은 최대 8시간 유효). 즉시 종료하려면 먼저 비밀번호를 재설정한 후 계정의 권한 하나를 일시적으로 "거부"로 변경하고 저장하고(계정의 모든 로그인이 무효가 됨), 확인한 후 원래대로 되돌려 저장하십시오. 또는 계정을 삭제하십시오.
8. **삭제하기 전에 신중하게 생각하십시오.** 삭제한 계정은 목록에서 사라지지만 사용자 이름은 여전히 사용 중이므로 나중에 같은 이름으로 계정을 다시 만들 수 없습니다. 해당 인원이 일시적으로만 계정을 사용하지 않는 경우에는 15.2.6절을 따르십시오.
9. **자리를 비울 때는 로그아웃하십시오.** 탐색 메뉴 아래쪽의 "로그아웃"을 클릭하여 다른 사람이 자신의 권한으로 작업하지 못하게 하십시오.
10. **업그레이드 후 계정을 확인하십시오.** 이전 버전에서 업그레이드한 후 기존 계정의 권한은 역할 기본값과 같습니다(15.1.5절 참조). 각 역할이 현재 상황에 여전히 맞는지 하나씩 확인하고, 필요하면 개별 계정을 조정하십시오. 업그레이드 전 백업은 제17장을 참조하십시오.

> **경고** 모든 관리자가 비밀번호를 잊어버린 경우 계정을 "재설정"하려고 TMS RF 데이터 파일을 삭제하지 마십시오. 모든 센서, 설정, 기록도 함께 지워지며 되돌릴 수 없습니다. 공급업체에 지원을 요청하십시오.

제16장 오류 처리 및 문제 해결

이 장에서는 자주 발생하는 문제의 원인과 해결 방법을 "눈에 보이는 현상"별로 정리합니다. 화면에 메시지가 표시되면 16.9절에서 메시지 텍스트로 바로 찾을 수 있습니다.

16.1 기본 원칙

1. **먼저 정확한 메시지와 발생 시각을 기록하십시오.** 화면의 메시지를 그대로 옮겨 적거나 스크린샷을 찍은 후 16.9절에서 해결 방법을 찾으십시오.
2. **먼저 현재 작업을 마치십시오.** 설정을 변경하거나 센서를 페어링하거나 계정을 관리하기 전에 작업을 마치십시오. 작업 화면을 벗어나면 작업이 자동으로 중지됩니다(5.2절 참조). 계정과 권한은 아무도 작업하지 않을 때 조정하십시오(제15장 참조).
3. **저장할 수 없으면 먼저 권한을 확인하십시오.** 저장 실패의 상당수는 계정 권한 부족 때문입니다. 일부 권한은 저장을 클릭할 때만 확인되며, 버튼이 미리 비활성화되지 않습니다. 배치 설정 화면에서 저장에 실패하면 항상 "로컬 서비스에 연결할 수 없습니다. 데스크톱 애플리케이션에서 열어 주세요."만 표시됩니다(9.3절 참조).
4. **데이터베이스 파일을 직접 삭제, 이동 또는 수정하지 마십시오.** 데이터를 처리해야 할 때는 먼저 프로그램을 닫고 17.2절의 방법으로 콜드 백업을 하십시오.
5. **보안 보호 기능을 해제하지 마십시오.** 문제를 해결하려고 SmartScreen이나 바이러스 백신 소프트웨어를 해제하거나 회사 정책을 우회하지 마십시오. 회사 정책에 따라 IT 부서에 처리를 요청하십시오(2.5절 참조).
6. **생산 중인 설비에서 통신 테스트를 하지 마십시오.** 통신 테스트는 비생산 환경에서 승인을 받은 후에만 하십시오(제13장 참조).
7. **설치 버전과 포터블 버전을 동시에 실행하지 마십시오.** 두 버전은 같은 데이터를 사용합니다(2.7절 참조).

16.2 설치 및 시작

증상	가능한 원인 및 해결 방법
설치 프로그램이나 주 프로그램을 실행할 때 알 수 없는 게시자 또는 SmartScreen 경고가 표시됨	설치 파일에 디지털 서명이 없습니다. 실행하기 전에 회사 정책에 따라 IT 부서의 승인을 받으십시오. SmartScreen을 해제하지 마십시오. 2.5절을 참조하십시오.
프로그램이 회사 정책에 의해 차단되어 실행할 수 없음	회사의 애플리케이션 제어 정책이 이 프로그램을 허용하지 않습니다. 정책에 따라 IT 부서에 처리를 요청하십시오. 2.5절을 참조하십시오.
네트워크에 연결되지 않은 컴퓨터에서 표준 설치 프로그램이 실패하거나 "오류: WebView2 다운로드를 실패하였습니다. - ..."가 표시됨	컴퓨터에 WebView2 Runtime이 없으며, 표준 설치 프로그램은 이를 네트워크에서 다운로드해야 합니다. 오프라인 설치 프로그램을 대신 사용하거나 IT 부서에 WebView2 Runtime을 먼저 설치해 달라고 요청하십시오. 2.2절을 참조하십시오.
포터블 프로그램이 열리지 않음	컴퓨터에 WebView2 Runtime이 없으며, 포터블 프로그램은 이를 자동으로 설치하지 않습니다. IT 부서에 WebView2 Runtime 설치를 요청하거나 설치 프로그램을 대신 사용하십시오. 2.4절을 참조하십시오.
새 버전을 시작할 때 "TMS RF data migration was stopped."가 표시되고 프로그램이 종료됨	1.4.1 이전 버전의 데이터를 안전하게 복사할 수 없었습니다. 아무것도 덮어쓰지 않았습니다. 17.4.5절에 따라 조치하십시오.
설치 또는 제거 중에 "TMS RF이(가) 실행 중입니다! 'OK'를 누르면 실행 중인 프로그램을 종료합니다."가 표시됨	TMS RF가 아직 열려 있습니다. "취소"를 클릭하고 16.2.1절의 방법으로 TMS RF를 완전히 닫은 후 설치 프로그램을 다시 실행하십시오. 진행 중인 작업의 데이터가 제때 저장되지 않을 수 있으므로 "확인"을 클릭하여 강제로 닫는 것은 권장하지 않습니다.
설치 중에 "TMS RF의 최신 버전이 이미 설치되어 있습니다! 이전 버전을 설치하는 것은 권장되지 않습니다. ..."가 표시됨	이 설치 프로그램이 컴퓨터에 있는 버전보다 오래되었습니다. "취소"를 클릭하고 다운그레이드하지 마십시오. 17.4절을 참조하십시오.
시작한 후 창이 화면 전체를 채움	프로그램은 시작할 때 자동으로 최대화되며, 전체 화면 모드가 아닙니다. 제목 표시줄의 "이전 크기로 복원" 버튼을 클릭하면 창이 작아집니다. 2.6절을 참조하십시오.

증상	가능한 원인 및 해결 방법
설치 버전과 포터블 버전의 설정이나 기록이 서로 영향을 줌	두 버전은 같은 데이터를 사용합니다. 둘 중 하나만 사용하고 동시에 실행하지 마십시오. 2.7절을 참조하십시오.
다른 Windows 계정으로 로그인한 후 TMS RF를 찾을 수 없거나 원래 데이터가 보이지 않음	설치와 데이터는 Windows 계정별로 따로 있습니다. 원래 Windows 계정으로 로그인하십시오. 다른 계정에서 사용하려면 프로그램을 별도로 설치해야 합니다. 2.3절과 2.7절을 참조하십시오.

16.2.1 TMS RF 완전히 닫기

설치, 업그레이드, 제거, 백업 전에는 항상 먼저 TMS RF를 완전히 닫으십시오.

1. 작업이 진행 중인 모든 화면에서 작업을 마칩니다.
2. 탐색 메뉴 아래쪽의 "로그아웃"을 클릭합니다. 로그인 화면으로 돌아갑니다.
3. TMS RF 창을 닫습니다. 설치 버전과 포터블 버전을 모두 닫고, TMS RF 창이 여러 개 열려 있으면 모두 닫습니다.
4. Ctrl+Shift+Esc를 눌러 Windows "작업 관리자"를 열고 목록에 TMS RF가 더 이상 없는지 확인합니다.

16.3 로그인, 권한 및 세션

증상	가능한 원인 및 해결 방법
새로 설치한 후 어떤 계정으로 로그인해야 할지 모름	새 데이터베이스에는 관리자 계정 하나가 자동으로 만들어집니다. 2.8절의 방법으로 로그인하고, 로그인한 직후 비밀번호를 변경하십시오.
로그인할 때 "사용자 이름 또는 비밀번호가 잘못되었습니다"가 표시됨	사용자 이름이나 비밀번호를 잘못 입력했거나 계정이 삭제되었습니다. 대소문자와 입력기를 확인하십시오. 비밀번호를 잊어버렸으면 관리자에게 재설정을 요청하십시오(15.6절 참조).
탐색 메뉴에 일부 항목이 없거나 일부 버튼을 클릭할 수 없음	계정의 권한이 이 기능을 허용하지 않습니다. 관리자에게 "사용자 관리"에서 권한을 조정해 달라고 요청하십시오(15.4절 참조).
저장을 클릭한 후 "이 작업을 수행할 권한이 없습니다."가 표시됨	일부 권한은 저장을 클릭할 때만 확인됩니다. 관리자에게 권한 조정을 요청한 후 다시 시도하십시오(15.1절 참조).
"세션이 만료되었습니다. 다시 로그인해 주세요." 또는 "로그인해 주세요."가 표시됨	로그인한 지 8시간이 지났거나, 관리자가 이 계정의 권한을 변경하거나 계정을 삭제했습니다. 로그인이 만료되면 진행 중인 작업이 중지됩니다. 다시 로그인하십시오. 로그인할 수 없으면 관리자에게 문의하십시오(3.5절 참조).

증상	가능한 원인 및 해결 방법
로그인 화면에 "권한이 변경되었습니다. 다시 로그인하세요."가 표시됨	자신의 계정의 역할이나 권한이 변경되어 저장되었으며, 시스템이 자동으로 로그아웃했습니다. 새 권한을 적용하려면 다시 로그인하십시오.
관리자의 권한을 낮추거나 계정을 삭제할 수 없으며 "必須至少保留一位管理員，請先建立其他管理員帳號。"(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 관리자를 한 명 이상 유지해야 하므로 먼저 다른 관리자 계정을 만드십시오)라는 메시지가 표시됨	마지막 유효한 관리자는 삭제하거나 강등할 수 없습니다. 먼저 다른 계정에 "보기 · 사용자 목록"과 "편집 · 사용자 관리" 권한을 모두 부여하십시오(15.1절 참조).
비밀번호를 재설정한 후에도 해당 인원이 이미 열어 둔 화면을 계속 사용할 수 있음	비밀번호를 재설정하면 이전 비밀번호만 무효가 되며, 이미 로그인한 화면은 로그아웃되지 않습니다. 즉시 종료하려면 계정의 권한을 변경하고 저장하십시오(15.7절 참조).
업그레이드한 후에도 일부 계정이 기능을 사용할 수 없음	업그레이드해도 어떤 계정에도 권한이 자동으로 추가되지 않습니다. 관리자가 "사용자 관리"에서 해당 계정에 이 기능을 허용하십시오(15.4절 참조).
인터페이스 언어가 원하는 언어가 아님	처음 시작할 때 Windows 표시 언어에 따라 언어가 자동으로 선택되며, 지원하지 않는 언어는 영어로 표시됩니다. 3.4절의 방법으로 언어를 전환하십시오. 선택한 언어는 이후에도 유지됩니다.
날짜와 시간 형식이 인터페이스 언어와 맞지 않음	날짜와 시간 형식은 인터페이스 언어가 아니라 Windows 지역 설정을 따릅니다. 형식을 바꾸려면 Windows 지역 설정을 조정하십시오(3.4절 참조).

16.4 센서 및 RF 수신기

증상	가능한 원인 및 해결 방법
센서 목록이 비어 있음	새로 설치하면 센서 목록이 비어 있으며 정상입니다. 12.3절의 방법으로 센서를 페어링하십시오.
"센서 페어링"에 "RF 수신기가 아직 감지되지 않음"이 표시됨	RF 수신기가 제대로 꽂혀 있지 않거나, 드라이버가 설치되지 않았거나, USB 연결이 불안정합니다. 이 절 아래의 "RF 수신기 다시 연결" 단계에 따라 다시 연결하십시오.

증상	가능한 원인 및 해결 방법
"페어링"을 클릭하면 "먼저 RF 수신기에 연결해 주세요."가 표시됨	RF 수신기가 아직 연결되지 않았습니다. 이 절 아래의 "RF 수신기 다시 연결" 단계에 따라 다시 연결한 후 페어링하십시오.
"RF 수신기에 쓰지 못했습니다. COM 포트가 사용 중이 아닌지 확인한 후 다시 검색하세요."가 표시됨	다른 프로그램이 RF 수신기의 COM 포트를 사용하고 있습니다. 해당 프로그램을 닫은 후 "다시 검색"을 클릭하십시오.
페어링 중에 "RF 수신기 응답 시간이 초과되었습니다. 토크 센서의 전원이 켜져 있고 페어링 모드인지 확인하세요." 또는 "채널이 일치하지 않습니다. 도구가 페어링 모드인지 확인한 후 페어링을 다시 시작하십시오."가 표시됨	센서가 켜져 있지 않거나 페어링 모드가 아닙니다. 센서를 페어링 모드로 전환한 후 페어링을 다시 보내십시오(12.3절 참조).
작업을 시작할 때 RF 수신기가 연결되어 있지 않아 "작업을 시작하지 못했습니다."가 표시됨(전동 공구 화면에서는 표시 언어와 관계없이 대신 "找不到 RF 接收器，請確認已連接並保持通電。"라는 중국어 메시지가 표시됨)	RF 수신기가 연결되어 있지 않습니다. 이 절 아래의 "RF 수신기 다시 연결" 단계에 따라 다시 연결한 후 작업 화면으로 돌아가십시오.
토크를 가하는 동안 작업 화면의 측정값이 변하지 않음	센서가 꺼져 있거나, 배터리가 부족하거나, 센서가 통신 범위를 벗어났거나, 설정 화면에서 선택한 센서가 이 센서가 아닙니다. 센서 전원과 배터리를 확인하고, 설정 화면에서 선택한 센서를 확인하십시오(5.2절 참조).
작업 화면에 "센서 오류, 작업 중지됨"이 표시됨	센서가 작업을 중지시키는 오류를 보고했습니다. "센서 페어링으로 이동"을 클릭하여 센서를 확인하고, "센서 오류 이력"에서 오류 코드와 시간을 확인하십시오(12.7절 참조). 계정에 "보기 · 시스템 설정" 권한이 없으면 화면에 이 버튼 대신 "로그아웃" 버튼이 표시되므로, 로그아웃한 후 관리자에게 알리십시오.

16.4.1 RF 수신기 다시 연결

1. RF 수신기가 컴퓨터의 USB 포트에 꽂혀 있는지 확인합니다.
2. COM 포트를 사용하고 있을 수 있는 다른 프로그램을 닫습니다.
3. 탐색 메뉴에서 "시스템 설정"을 클릭한 후 "센서 페어링"을 클릭합니다.

4. “다시 검색”을 클릭합니다. 감지에 성공하면 RF 수신기의 연결 상태에 연결되었다고 표시됩니다.
5. 그래도 감지되지 않으면 수신기를 뽑았다가 다시 꽂고 “다시 검색”을 한 번 더 클릭합니다.
6. 센서가 켜져 있고 배터리가 충분한지 확인한 후 작업 화면으로 돌아갑니다.

16.5 작업 설정 및 판정

증상	가능한 원인 및 해결 방법
설정을 저장할 때 “목표 토크는 선택한 센서 용량의 10%~100%(...) 범위여야 합니다.”가 표시됨	목표 토크가 선택한 센서의 용량 범위를 벗어났습니다. 값을 수정하거나 용량이 더 적합한 센서를 선택하십시오. 시스템은 값을 범위 안으로 자동 조정하지 않습니다(5.4절 및 7.3절 참조).
“토크 센서를 선택하십시오.” 또는 “유효한 용량의 토크 센서를 선택하십시오.”가 표시됨	아직 센서를 선택하지 않았거나 센서에 용량 데이터가 없습니다. 먼저 12.3절의 방법으로 센서를 페어링하고 설정한 후 설정 화면으로 돌아가 선택하십시오.
작업 화면에 들어갈 때 “작업을 시작하지 못했습니다.”가 표시됨	작업 시작 명령이 제대로 전송되지 않았습니다. RF 수신기가 연결되어 있고 센서가 켜져 있는지 확인한 후 다른 모드로 전환했다가 돌아오십시오.
기록의 작업 스테이션이나 부품 번호가 비어 있음	설정 화면에서 이 두 필드를 입력하지 않았습니다. 추적이 필요하면 작업을 시작하기 전에 설정 화면에서 입력하십시오(5.5절 참조). 전동 공구에서는 “작업 스테이션”이 필수이며, 비어 있으면 설정을 저장할 수 없습니다.
목표 토크의 소수 자릿수가 입력한 것보다 적게 표시됨	목표 토크는 소수점 이하 최대 두 자리까지 표시되며, 저장된 값은 잘리지 않습니다.
배치 설정에서 저장을 클릭한 후 “로컬 서비스에 연결할 수 없습니다. 데스크톱 애플리케이션에서 열어 주세요.”만 표시됨	이 화면에서는 모든 저장 실패에 같은 문장이 표시됩니다. 흔한 원인은 권한 부족이나 단계 데이터 미완성입니다. 계정 권한을 확인하고 모든 단계가 완전히 설정되어 있는지 확인하십시오(9.3절 참조).
토크 계수를 저장할 수 없음	“표시 토크”에 유효한 측정값이 없거나 표시 토크가 0입니다. 활성 센서를 선택하고 토크를 가하여 측정값을 얻은 후 저장하십시오(12.4절 참조).
작업 결과가 나왔는데 표시등이 자동으로 점등되지 않음	“표시등 설정”에서 아직 COM 포트를 선택하여 저장하지 않았거나(새로 설치한 후에는 “아직 선택되지 않음”), 저장된 포트가 컨트롤러의 포트가 아닙니다. 이 경우 화면에는 아무 표시가 없습니다. 12.6절의 설명에 따라 COM 포트를 선택하고 램프를 테스트한 후 “설정 저장”을 클릭하십시오. 자동 점등에는 “실행 · 작업” 권한만 필요합니다.

증상	가능한 원인 및 해결 방법
작업 모드에 들어갈 때 "... 설정을 불러오지 못했습니다." 메시지(배치 작업은 "배치 작업 데이터를 불러올 수 없습니다.")가 "설정 다시 불러오기" 버튼 없이 나타남	계정에 "보기 · 작업 설정" 권한이 없고 이 작업 모드가 아직 설정되지 않았습니다. 능력 지수 검사에는 "실행 · 능력 지수 검사" 권한도 필요합니다. 설정을 열 수 있는 사람에게 먼저 설정을 완료하도록 요청하거나, 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(15.1절 참조).
배치 작업의 작업 화면에 "현재 배치 레시피를 사용할 수 없습니다. 사용 가능한 레시피를 선택한 후 작업을 시작하세요."가 표시됨	불러올 배치 레시피가 삭제되었거나 더 이상 설정이 완료된 상태가 아닙니다. "배치 이름" 메뉴에서 사용 가능한 레시피를 선택한 후 "작업 시작"을 클릭하십시오. 프로그램이 다른 레시피로 자동 전환하지 않습니다(제9장 참조).

16.6 기록 및 내보내기

증상	가능한 원인 및 해결 방법
기록 목록에 "기록 없음"이 표시됨	이 컴퓨터에는 아직 이 모드의 기록이 없습니다. 먼저 작업 화면에서 측정을 완료하십시오(11.3절 참조).
기록 목록에 "필터 조건에 맞는 기록이 없습니다."가 표시됨	기록은 있지만 현재 필터 조건과 일치하는 기록이 없습니다. "필터 지우기"를 클릭하거나 조건을 직접 완화하십시오.
기록 페이지에 "종료일이 시작일보다 빠릅니다. 둘 중 한 날짜를 변경하세요."가 표시되고 통계 표시줄과 목록이 사라짐	"종료 날짜"가 "시작 날짜"보다 이릅니다. 둘 중 한 날짜를 수정하면 화면이 자동으로 복원됩니다(11.2절 참조).
기록 페이지의 내보내기 버튼이 회색이며 클릭할 수 없음	"내보내기 · 기록 (CSV / Excel)" 권한이 없거나, 조회가 실행 중이거나, 조회에 실패했거나, 날짜가 뒤바뀌어 있습니다. 조회가 끝날 때까지 기다리십시오. 조회에 실패했으면 "다시 불러오기"를 클릭하고, 날짜가 뒤바뀌어 있으면 수정하고, 권한이 없으면 관리자에게 조정을 요청하십시오.
기록 목록에 "기록을 불러오지 못했습니다. 표시된 데이터가 업데이트되지 않았습니다."가 표시됨	기록을 읽지 못했습니다. 흔한 원인은 "보기 · 기록" 권한이 없거나 로그인이 만료된 경우입니다. "다시 불러오기"를 클릭하고, 그래도 실패하면 권한을 확인하거나 다시 로그인하십시오.
최신 기록 2,000개만 표시되고 이전 기록을 찾을 수 없음	한 번의 조회로 최대 2,000개의 기록을 표시하고 내보냅니다. 날짜 범위를 좁혀 나누어 조회하고 내보내십시오(11.2절 참조).

증상	가능한 원인 및 해결 방법
목록에서 내보낸 파일에 원시 샘플이 없음	목록 내보내기에는 원시 샘플이 포함되지 않습니다. 단일 기록의 상세 페이지에서 내보내십시오(11.4절 참조).
작업 모드별로 따로 통계를 내야 함	"모든 작업 모드" 내보내기는 모든 모드를 같은 시트에 넣습니다. "작업 모드 필터"에서 각 모드를 차례로 선택하여 따로 내보내십시오(11.2절 참조).
내보낼 때 "내보내기 실패"가 표시됨	"내보내기 · 기록 (CSV / Excel)" 권한이 없거나, 저장 폴더에 쓸 수 없거나, 파일이 너무 큽니다. 권한과 저장 위치를 확인하고 범위를 좁혀 다시 시도하십시오.
기록을 삭제할 때 "기록 삭제 실패"가 표시됨	"편집 · 파일 관리" 권한이 없거나, 로그인이 만료되었거나, 기록이 이미 삭제되었습니다. 권한을 확인한 후 "조회"를 클릭하여 새로 고치십시오.
상세 페이지에 "데이터 포인트 없음"이 표시됨	이 기록에는 차트 샘플이 저장되지 않았습니다. 기록의 다른 필드는 여전히 유효합니다.
능력 지수 기록에 원시 샘플이 없음	정상입니다. 능력 지수 기록에는 목록과 상세 정보만 있고 원시 샘플은 없습니다(11.9절 참조).

16.7 통신 설정 및 동기화

증상	가능한 원인 및 해결 방법
"Modbus TCP 서버를 시작할 수 없습니다." 다음에 "${protocol} 서버를 시작할 수 없습니다."(뒷부분은 "${protocol}" 부분을 포함하여 화면에 그대로 표시됨)가 표시됨	포트를 다른 프로그램이 사용하고 있거나 바인딩 IP가 이 컴퓨터의 주소가 아닙니다. 사용하지 않는 포트를 사용하고 바인딩 IP를 0.0.0.0 또는 이 컴퓨터의 실제 IP 주소로 설정하여 저장한 후 "시작"을 클릭하십시오(13.2절 참조).
Modbus RTU 상태에 "COMx 대기 중; 2초마다 자동 재시도"가 표시됨	COM 포트가 없거나 다른 프로그램이 사용하고 있습니다. 어댑터를 연결하거나 포트를 사용하는 프로그램을 닫으십시오. 당장 필요하지 않으면 "중지"를 클릭하십시오(13.3절 참조).
"통신 설정은 저장되었지만 Modbus TCP 서버에서 적용하지 못했습니다: ..."가 표시됨	설정은 저장되었지만 서비스가 시작되지 않았습니다. 메시지 뒷부분에 나온 원인을 해결한 후 "시작"을 클릭하십시오(13.2절 참조).
PLC가 데이터를 읽을 수 없고 "최근 응답 명령"에 "IgnoredUnitId"가 표시됨	PLC가 보낸 Unit ID가 TMS 설정과 다릅니다. 양쪽의 Unit ID를 같게 맞추십시오(13.6절 참조).

증상	가능한 원인 및 해결 방법
"데이터베이스 동기화" 탭에 "동기화 대상을 로드할 수 없습니다."가 표시되고 사용할 수 없음	계정에 "편집 · 서버 및 동기화 설정" 권한이 없거나 로그인이 만료되었습니다. 권한이 있는 계정을 사용하거나 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(14.1절 참조).
동기화 대상에 "N개 기록에 조치가 필요합니다"가 표시됨	이 기록들은 게이트웨이에서 거부되었으며 자동으로 다시 전송되지 않습니다. 14.4절의 방법으로 원인을 해결하고 "일정 변경"을 클릭한 후 "지금 동기화"를 클릭하십시오.
데이터가 데이터베이스에 자동으로 동기화되지 않음	동기화는 수동으로만 실행할 수 있으며 예약 동기화는 없습니다. 필요할 때 "지금 동기화"를 클릭하십시오(14.1절 참조).
컴퓨터를 바꾸거나 백업을 복원한 후 동기화 대상 설정을 사용할 수 없음	동기화 설정의 암호화 키는 폴더와 함께 복사되지 않습니다. 동기화 대상 설정을 다시 입력하고 저장하십시오(14.2절 및 17.3절 참조).
다른 컴퓨터에서 읽기 전용 API에 연결할 수 없음	기본적으로 읽기 전용 API는 로컬 연결(127.0.0.1)만 허용합니다. 다른 컴퓨터에서 꼭 읽어야 한다면 IT 부서의 검토를 거친 후 바인딩 주소를 변경하십시오(14.3절 참조).
읽기 전용 API가 반환하는 토크 단위가 예상과 다름	읽기 전용 API의 토크는 선택한 표시 단위를 따릅니다. 현재 토크 표시 단위를 확인하십시오(14.3절 참조).
페이지 위쪽에 "API 표시 단위가 동기화되지 않았습니다."가 표시됨	표시 단위가 읽기 전용 API에 제대로 적용되지 않았습니다. 메시지 옆의 새로 고침 아이콘을 클릭하여 다시 시도하십시오.

16.8 문제 보고 시 제공할 정보

직접 해결해 보았는데도 문제가 계속되면 부록 B의 "문제 보고서 양식"을 작성하여 시스템 관리자나 기술 지원 담당자에게 전달하십시오. 보고할 때 다음을 제공하십시오.

- 소프트웨어 버전(로그인 화면 아래쪽의 "버전")과 사용한 설치 방법(오프라인 설치 프로그램, 표준 설치 프로그램 또는 포터블 프로그램).
- Windows 버전.
- 발생 날짜와 시간, 화면 이름, 조작 단계.
- 화면 메시지의 정확한 텍스트 또는 스크린샷.
- 사용한 계정과 역할. **비밀번호는 제공하지 마십시오.**
- 센서 관련 문제: 센서 모델, 시리얼 번호, "센서 오류 이력"의 내용(12.7절 참조).

- 통신 관련 문제: 사용한 통신 방식(Modbus TCP, Modbus RTU, Open Protocol)과 화면의 서비스 상태 텍스트.

> **참고** 데이터베이스 파일과 동기화 설정에는 생산 데이터와 기밀 정보가 들어 있습니다. 회사 정책에 따라 취급하고, 승인 없이 전송하거나 업로드하지 마십시오.

16.9 오류 메시지 참조

이 절에서는 TMS RF에 표시될 수 있는 메시지를 기능별로 나열합니다. 메시지의 "..."는 값, 단위, COM 포트 이름, 오류 원인 등 실제 상황에 따라 달라지는 내용을 나타냅니다. 같은 메시지를 찾을 수 없으면 먼저 16.2절~16.7절의 증상에 따라 문제를 처리하십시오.

16.9.1 설치, 업그레이드 및 제거

다음 메시지는 설치 프로그램이 표시하며, 언어는 Windows 표시 언어에 따라 달라집니다.

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
"TMS RF이(가) 실행 중입니다! 'OK'를 누르면 실행 중인 프로그램을 종료합니다."	설치 프로그램을 실행하거나 제거할 때 TMS RF가 아직 실행 중임	"취소"를 클릭하고 16.2.1절의 방법으로 TMS RF를 닫은 후 다시 실행하십시오. "확인"을 클릭하여 강제로 닫는 것은 권장하지 않습니다
"TMS RF이(가) 실행 중입니다! 먼저 닫은 후 다시 시도하세요."	앞의 메시지에서 "취소"를 클릭한 후	16.2.1절의 방법으로 TMS RF를 닫은 후 다시 실행하십시오
"TMS RF을(를) 종료하지 못했습니다. 먼저 닫은 후 다시 시도하세요."	"확인"을 클릭하여 TMS RF를 닫으려 했지만 실패함	16.2.1절의 방법으로 직접 닫으십시오. 그래도 닫을 수 없으면 IT 부서에 도움을 요청하십시오
"TMS RF의 최신 버전이 이미 설치되어 있습니다! 이전 버전을 설치하는 것은 권장되지 않습니다. ..."	컴퓨터에 있는 버전보다 오래된 설치 프로그램을 사용함	"취소"를 클릭하고 다운그레이드하지 마십시오(17.4절 참조)
"제거할 수 없습니다!"	업그레이드 중에 "설치하기 전에 제거하기"를 선택했지만 이전 버전이 제대로 제거되지 않음	16.2.1절의 방법으로 TMS RF가 닫혀 있는지 확인한 후 다시 실행하십시오. 그래도 실패하면 먼저 17.5절의 방법으로 이전 버전을 제거하십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“오류: WebView2 다운로드를 실패하였습니다. - ...”	표준 설치 프로그램이 WebView2를 다운로드하는 중	오프라인 설치 프로그램을 대신 사용하거나 IT 부서에 WebView2 Runtime을 먼저 설치해 달라고 요청하십시오(2.2절 참조)
“오류: 종료 코드 ...로 WebView2를 설치하지 못했습니다”	WebView2를 설치하는 중	설치 프로그램을 다시 실행하십시오. 그래도 실패하면 IT 부서에 권한이나 회사 정책 확인을 요청하십시오
“WebView2를 설치하지 못했습니다! WebView2가 없으면 앱을 실행할 수 없습니다. 인스톨러를 다시 시작해보세요.”	WebView2가 완전히 설치되지 않음	설치 프로그램을 다시 실행하십시오. 그래도 실패하면 IT 부서에 도움을 요청하십시오

16.9.2 로그인 및 모든 화면에 공통인 메시지

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“사용자 이름 또는 비밀번호가 잘못되었습니다”	로그인할 때. 계정이 없거나, 삭제되었거나, 비밀번호가 틀림	대소문자와 입력기를 확인하십시오. 비밀번호를 잊어버렸으면 관리자에게 재설정을 요청하십시오(15.6절 참조)
“로그인 서비스를 일시적으로 사용할 수 없습니다.”	로그인할 때	잠시 기다린 후 다시 시도하십시오. 계속 표시되면 TMS RF를 다시 시작하십시오
“로컬 서비스에 연결할 수 없습니다. 데스크톱 애플리케이션에서 열어 주세요.”	로그인 화면. 배치 설정에서 불러오기, 저장 또는 배치 전환 시	시작 메뉴나 주 프로그램에서 TMS RF를 시작하십시오. 배치 설정에서 표시되면 권한과 단계 설정을 확인하십시오(9.3절 참조)
“권한이 변경되었습니다. 다시 로그인하세요.”	자신의 역할이나 권한이 변경된 후	다시 로그인하십시오
“세션이 만료되었습니다. 다시 로그인해 주세요.”	로그인한 지 8시간이 지났거나 계정 권한이 변경됨	다시 로그인하십시오
“로그인해 주세요.”	계정이 삭제되거나 권한이 변경되는 등의 이유로 로그인이 취소됨	다시 로그인하십시오. 로그인할 수 없으면 관리자에게 문의하십시오
“이 작업을 수행할 권한이 없습니다.”	권한이 필요한 모든 작업	관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(제15장 참조)

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“기록을 불러오지 못했습니다. 표시된 데이터가 업데이트되지 않았습니다.”	로그인 화면의 “버전 날짜” 위치	Windows 지역 설정에 따라 날짜를 표시할 수 없습니다. 로그인에는 영향이 없습니다. 다시 시작한 후에도 계속 표시되면 Windows 지역 설정을 확인하십시오
“시간: 기록을 불러오지 못했습니다. 표시된 데이터가 업데이트되지 않았습니다.”	기록 페이지, 센서 오류 이력 또는 표시등 작업 로그의 메시지 줄. 능력 지수 검사 작업 화면에서는 최신 기록의 “시간” 셀	Windows 지역 설정에 따라 시간을 표시할 수 없습니다. 페이지에 다시 들어가거나 Windows 지역 설정을 확인하십시오
“PC 경고음을 재생할 수 없습니다. 스피커/오디오 장치를 확인하고 화면 표시를 참고하세요.”	모든 페이지	스피커와 오디오 장치를 확인하십시오. 작업 중에는 대신 화면의 표시등과 기록을 확인하십시오
“API 표시 단위가 동기화되지 않았습니다.”	페이지 위쪽	메시지 옆의 새로 고침 아이콘을 클릭하십시오. 그래도 실패하면 다시 로그인하거나 읽기 전용 API 탭에서 설정을 다시 저장하십시오(14.3절 참조)
“동기화 상태를 로드할 수 없습니다.”	로그인 후, “데이터베이스 동기화” 탭	“동기화 설정” 페이지에서 나갔다가 다시 들어가거나 다시 로그인하십시오(14.4절 참조)

16.9.3 작업 화면

토크 렌치, 토크 & 각도, 토크 측정, 전동 공구, 배치 작업, 능력 지수 검사의 작업 화면에 적용됩니다.

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“토크 렌치 설정을 불러오지 못했습니다.”, “토크 및 각도 설정을 불러오지 못했습니다.”, “토크 측정 설정을 불러오지 못했습니다.”, “전동 공구 설정을 불러오지 못했습니다.”, “배치 작업 데이터를 불러올 수 없습니다.”	해당 모드의 작업 화면이나 설정 화면에 들어갈 때	메시지 옆에 “설정 다시 불러오기” 버튼이 나타나면 먼저 이 버튼을 클릭하십시오. 설정을 불러온 후 화면에 “작업” 버튼이 나타나면 이 버튼을 클릭해야 작업이 시작됩니다. 그래도 실패하면 다시 로그인한 후 탐색 항목을 다시 클릭하십시오. 이 메시지가 설정 화면에 표시되면 필드가 비어 있으므로 그대로 저장하지 마십시오
위 메시지 중 하나 또는 “능력 검사 설정을 불러오지 못했습니다.”가 “설정 다시 불러오기” 버튼 없이 표시됨	작업 모드에 들어갈 때. 계정에 “보기 · 작업 설정” 권한이 없고 이 모드가 아직 설정되지 않았거나, 능력 지수 검사에 “실행 · 능력 지수 검사” 권한이 없음	설정을 열 수 있는 사람에게 먼저 설정을 완료하도록 요청하거나, 관리자에게 권한 조정을 요청하십시오(15.1절 참조)
“페어링된 토크 센서 목록을 불러오지 못했습니다.”	작업 화면 또는 설정 화면	화면을 벗어났다가 다시 들어오십시오. 센서 설정을 확인하십시오(12.3절 참조)
“작업을 시작하지 못했습니다.”	작업 화면에 들어갈 때	RF 수신기가 연결되어 있고, 센서가 켜져 있고, 계정에 “실행 · 작업” 권한이 있는지 확인한 후 다른 모드로 전환했다가 돌아오십시오
“작업을 시작하지 못했습니다.”(원인: RF 수신기가 열려 있지 않고 자동 감지도 실패함. 전동 공구 화면에서는 표시 언어와 관계없이 대신 “找不到 RF 接收器，請確認已連接並保持通電。”라는 중국어 메시지가 표시됨)	작업을 시작할 때	16.4절의 방법으로 RF 수신기를 다시 연결하십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
"RF 수신기를 찾을 수 없습니다. 수신기가 연결되어 있고 다른 프로그램에서 사용되고 있지 않은지 확인하세요."	"센서 페어링"에서 수신기를 감지할 때(작업을 시작할 때는 대신 "작업을 시작하지 못했습니다."가 표시되며, 전동 공구 화면에서는 표시 언어와 관계없이 "找不到 RF 接收器，請確認已連接並保持通電。"라는 중국어 메시지가 표시됨)	수신기가 꽂혀 있는지 확인하고 COM 포트를 사용하는 프로그램을 닫은 후 "다시 검색"을 클릭하십시오
"작업을 시작하지 못했습니다."(원인: RF 수신기가 제때 응답하지 않음. 전동 공구 화면에서는 표시 언어와 관계없이 대신 "裝置回應逾時，請確認接收器連線是否穩定。"라는 중국어 메시지가 표시됨)	작업을 시작할 때	센서가 켜져 있는지 확인한 후 "다시 검색"을 클릭하십시오
"작업을 시작하지 못했습니다."(원인: RF 수신기가 연결되어 있지 않거나 연결이 끊어졌으며 자동 감지도 실패함. 전동 공구 화면에서는 표시 언어와 관계없이 대신 "找不到 RF 接收器，請確認已連接並保持通電。"라는 중국어 메시지가 표시됨)	작업을 시작할 때	16.4절의 방법으로 RF 수신기를 다시 연결하십시오
"작업을 시작하지 못했습니다."(원인: 작업 설정에서 선택한 센서가 더 이상 센서 목록에 없음. 전동 공구 화면에서는 표시 언어와 관계없이 대신 "找不到目前工作設定使用的感測器。"라는 중국어 메시지가 표시됨)	작업을 시작할 때	설정에서 선택한 센서가 더 이상 목록에 없습니다. 설정 화면으로 돌아가 센서를 다시 선택하고 저장하십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“작업을 시작하지 못했습니다.”(원인: 현재 센서의 시리얼 번호 또는 채널이 유효하지 않음. 전동 공구 화면에서는 표시 언어와 관계없이 대신 “目前感測器序號無效，請重新配對後再開始工作。” 또는 “目前感測器頻道無效。”라는 중국어 메시지가 표시됨)	작업을 시작할 때	센서를 다시 페어링하십시오(12.3절 참조)
“작업을 시작하지 못했습니다.”(원인: 장치가 제때 응답하지 않음. 전동 공구 화면에서는 표시 언어와 관계없이 대신 “裝置回應逾時，請確認接收器連線是否穩定。”라는 중국어 메시지가 표시됨)	작업을 시작할 때	수신기의 USB 연결이 안정적인지 확인한 후 다시 시도하십시오
“작업을 시작하지 못했습니다.”(원인: 장치 서비스를 일시적으로 사용할 수 없음. 전동 공구 화면에서는 대신 “작업을 완료할 수 없습니다.”가 표시됨)	작업을 시작할 때	화면에 다시 들어가십시오. 계속 표시되면 TMS RF를 다시 시작하십시오
“실시간 토크 모니터링을 사용할 수 없습니다.”	작업 화면	화면에 다시 들어가십시오. 그래도 실패하면 TMS RF를 다시 시작하십시오
“바이너리 실시간 데이터 형식이 올바르지 않습니다.”	작업 중	해석할 수 없는 실시간 데이터가 수신되었습니다. 센서와 수신기가 정상적으로 작동하는지 확인한 후 화면에 다시 들어가십시오. 계속 표시되면 부록 B의 방법으로 보고하십시오
“작업 중지를 확인할 수 없습니다. PLC 쓰기 또는 재시작 시험 전에 RF 수신기 연결과 작업 세션 상태를 확인하세요.”	작업 화면을 벗어난 후	작업 중지 명령이 확인되지 않았습니다. RF 수신기와 센서의 상태를 확인하고, PLC 관련 작업을 하기 전에 작업이 중지되었는지 확인하십시오
“센서 오류, 작업 중지됨”	작업 화면	“센서 페어링으로 이동”을 클릭하여 센서를 확인하고 “센서 오류 이력”을 확인하십시오(12.7절 참조). “보기 · 시스템 설정” 권한이 없으면 “로그아웃”을 클릭하고 관리자에게 알리십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“측정 결과를 저장하지 못했습니다.”	렌치를 놓거나 체결이 끝나 결과를 저장할 때	이번 결과는 기록으로 저장되지 않았습니다. 토크를 다시 가하십시오. 계속 발생하면 작업 화면에 다시 들어가십시오
“측정 결과를 저장하지 못했습니다.”(원인: 측정 서비스를 일시적으로 사용할 수 없음)	결과를 저장할 때	토크를 다시 가하십시오. 토크 측정 모드에서는 목표 각도에서의 토크가 판정 하한의 50%를 넘지 않는 것이 흔한 원인입니다. 목표 토크, 공차, 목표 각도를 확인하십시오
“峰值扭矩必須大於 0。”, “初始扭矩必須大於 0。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 최대 토크 / 초기 토크는 0보다 커야 합니다), “動力工具擷取需要大於 0 的峰值扭矩。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 전동 공구 수집에는 0보다 큰 최대 토크가 필요합니다)	결과를 저장할 때	토크를 다시 가하십시오. 센서에 측정값이 있는지, 공구 유형 설정이 올바른지 확인하십시오
“기록은 저장되었지만 기록을 새로 고치지 못했습니다.”	결과를 저장한 후	기록은 저장되었습니다. 작업 화면에 다시 들어가거나 기록 페이지에서 확인하십시오
“측정 결과를 저장하지 못했습니다.”(토크 & 각도 또는 토크 측정 화면)	결과를 저장할 때	기록 페이지에서 이 결과가 저장되었는지 확인하십시오. 저장되지 않았으면 다시 측정하십시오
“不支援的扭矩單位。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 지원되지 않는 토크 단위), “지원되지 않는 토크 단위: …”	설정 화면이나 작업 화면을 열 때 또는 저장할 때	설정 화면에서 토크 단위를 다시 선택하고 저장하십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“측정 결과를 저장하지 못했습니다.”(원인: 결과가 더 이상 현재 단계가 아닌 배치 단계에 속함)	배치 작업의 작업 화면에서 결과를 저장할 때	설정 화면으로 돌아간 후 작업 화면에 다시 들어가십시오
“현재 배치 레시피를 사용할 수 없습니다. 사용 가능한 레시피를 선택한 후 작업을 시작하세요.”	배치 작업의 작업 화면. 불러올 배치 레시피가 삭제되었거나 더 이상 설정이 완료된 상태가 아님	“배치 이름” 메뉴에서 사용 가능한 레시피를 선택한 후 “작업 시작”을 클릭하십시오

16.9.4 작업 설정 저장

토크 렌치, 토크 & 각도, 토크 측정, 전동 공구의 설정 화면과 배치 작업의 단계 설정에 적용됩니다. 배치 작업의 메시지 앞에는 문제가 있는 단계를 나타내는 “단계 N:”이 붙습니다.

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“토크 센서를 선택하십시오.”	설정을 저장할 때 센서를 선택하지 않음	페어링된 센서를 선택하십시오
“유효한 용량의 토크 센서를 선택하십시오.”	센서가 목록에 없거나 용량이 없음	센서를 다시 선택하거나 시스템 설정에서 용량을 입력하십시오(12.3절 참조)
“목표 토크는 선택한 센서 용량의 10%~100%(최솟값~최댓값 단위) 범위여야 합니다.”	목표 토크가 비어 있거나 범위를 벗어남	메시지에 나온 범위 안의 값을 입력하십시오. 시스템은 자동으로 조정하지 않습니다
저장 시 “... 설정을 저장하지 못했습니다.”, 작업 시작 시 “작업을 시작하지 못했습니다.”(원인: 목표 토크가 센서 용량의 10%~100% 범위를 벗어남. 작업 시작 시 전동 공구 화면에서는 표시 언어와 관계없이 대신 “目標扭矩必須在傳感器型號 (序號) 規格的 10% 到 100% 範圍內 (下限 到 上限 Nm) 。”라는 중국어 메시지가 표시됨)	설정을 저장하거나 작업을 시작할 때. 화면을 연 후 센서 용량이 변경됨	화면에 다시 들어가 새 용량에 맞는 값을 입력하십시오
“... 설정을 저장하지 못했습니다.”(원인: 선택한 센서가 삭제됨)	설정을 저장할 때. 센서가 삭제됨	화면에 다시 들어가 다른 센서를 선택하십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
"... 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 선택한 센서의 용량이 유효하지 않음)	설정을 저장할 때	센서 용량을 수정하거나(12.3절 참조) 다른 센서를 선택하십시오
"... 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 목표 토크가 0 이하임)	설정을 저장할 때	0보다 큰 목표 토크를 입력하십시오
"목표 각도는 1~360도 사이여야 합니다."	설정을 저장하거나 작업을 시작할 때	1~360을 입력하십시오
"허용 오차 범위는 1~30의 정수여야 합니다."	토크 렌치 또는 토크 측정 설정을 저장할 때	1~30의 정수를 입력하십시오
"허용 오차 범위는 0 이상이어야 합니다.", "... 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 토크 공차 범위가 음수임)	토크 & 각도, 전동 공구 또는 배치 단계를 저장할 때	0 이상의 값을 입력하십시오
"시작 토크는 0 이상이어야 합니다."	"착좌 토크" 또는 "목표 토크 (각도 측정 시작)"가 비어 있거나 음수임	0 이상의 값을 입력하십시오
"각도 범위는 0 이상이어야 합니다.", "토크 및 각도 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 각도 범위가 음수임)	제어 모드가 "토크"일 때	0 이상의 값을 입력하십시오
"토크 및 각도 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 각도 조건이나 제어 모드가 유효하지 않거나 서로 맞지 않음)	토크 & 각도 설정을 저장할 때	제어 모드와 각도 공차 기준을 다시 선택하십시오
"작업 시간은 0 이상이어야 합니다."	전동 공구(펄스, 충격) 또는 배치 단계를 저장할 때	0 이상의 초 수를 입력하십시오
"배치 수량은 0보다 큰 정수여야 합니다.", "... 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 배치 수량이 0 또는 음수임)	설정을 저장할 때	1 이상의 정수를 입력하십시오. 배치 작업을 사용하지 않으면 기능을 끄십시오
"... 설정을 저장하지 못했습니다."(원인: 작업 설정 서비스를 일시적으로 사용할 수 없음)	설정을 저장할 때	나중에 다시 시도하십시오. 계속 표시되면 TMS RF를 다시 시작하십시오
"토크 렌치 설정을 저장하지 못했습니다.", "토크 및 각도 설정을 저장하지 못했습니다.", "토크 측정 설정을 저장하지 못했습니다.", "전동 공구 설정을 저장하지 못했습니다."	설정을 저장할 때	나중에 다시 시도하십시오. 그래도 실패하면 TMS RF를 다시 시작하십시오

16.9.5 배치 작업 설정

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
"모든 필드를 입력하세요"	배치를 저장할 때. 그룹 이름, 배치 번호 또는 배치 이름이 비어 있거나 값의 형식이 유효하지 않음	빠진 필드를 입력하십시오
"로컬 서비스에 연결할 수 없습니다. 데스크톱 애플리케이션에서 열어 주세요."	배치를 불러오거나 저장하거나 전환할 때. 권한 부족, 단계 없음, 배치 ID 소진 등 이 화면의 모든 실패에 이 문장이 표시됨	권한과 각 단계의 설정을 확인한 후 다시 시도하십시오
"토크비 > 0"	배치를 저장할 때. 토크 증배기의 토크비가 유효하지 않음	시스템 설정에서 토크 증배기 파라미터를 확인하십시오(12.5절 참조)
"단수: 1-3"	토크 증배기가 켜져 있고 파라미터 세트가 1~3이 아님	파라미터 세트를 다시 선택하십시오
"배치를 전환하거나 새로 만들면 저장하지 않은 변경 사항이 삭제됩니다. 계속하시겠습니까?"	저장하지 않은 변경 사항이 있는 상태에서 배치를 전환하거나 추가할 때	전환을 계속하려면 "변경 사항 버리기"를 클릭하고, 변경 사항을 유지하려면 "취소"를 클릭하십시오
"배치 그룹 이름을 입력하십시오.", "배치 그룹 코드를 입력하십시오."	그룹을 저장할 때 필드가 비어 있음	이름이나 코드를 입력하십시오
"배치 그룹을 저장할 수 없습니다."	그룹을 저장할 때	권한을 확인한 후 다시 시도하십시오
"배치 범주 이름을 입력하십시오."	범주를 저장할 때 이름이 비어 있음	이름을 입력하십시오
"배치 범주를 저장할 수 없습니다."	범주를 저장할 때. 권한 부족 또는 이름 중복	권한을 확인하거나 다른 이름을 사용하십시오
"배치 그룹을 불러올 수 없습니다.", "배치 범주를 불러올 수 없습니다."	고급 그룹 관리에 들어갈 때	돌아갔다가 다시 들어가십시오

16.9.6 능력 지수

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“센서의 양수 토크를 수신하지 못해 능력 검사 수집을 확인할 수 없습니다.”	“능력 검사 수집 확인”을 클릭할 때 0보다 큰 실시간 토크가 없음	센서가 연결되어 있고 부하가 걸려 있는지 확인한 후 클릭하십시오
“능력 검사 수집을 확인하지 못했습니다.”	자동 또는 수동 수집 중 원인을 알 수 없는 이유로 저장에 실패함. 원인을 알 수 있으면 대신 해당 메시지가 표시됨	권한과 설정을 확인한 후 다시 시도하십시오
“能力檢測擷取需要大於 0 的扭矩。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 능력 검사 수집에는 0보다 큰 토크가 필요합니다)	수집할 때 토크가 0임	센서에 부하가 걸려 있는지 확인한 후 수집하십시오
“능력 검사 데이터 수집을 초기화하지 못했습니다.”	“데이터 수집 시작”을 클릭할 때	계정에 “전체 지우기 · 능력 지수 검사” 권한이 있는지 확인한 후 다시 시도하십시오
“능력 검사 설정을 불러오지 못했습니다.”	작업 화면이나 설정 화면에 들어갈 때	메시지 옆에 “설정 다시 불러오기” 버튼이 나타나면 먼저 이 버튼을 클릭하십시오. 그래도 실패하면 다시 로그인한 후 다시 들어가십시오
“공구 번호를 입력하세요.”	설정을 저장할 때	“공구 번호”를 입력하십시오. “작업 스테이션”은 비워 둘 수 있습니다
“하한은 유효한 숫자여야 합니다.”, “상한은 유효한 숫자여야 합니다.”, “목표값은 유효한 숫자여야 합니다.”, “규격 중심은 유효한 숫자여야 합니다.”	설정을 저장할 때 필드가 비어 있음	값을 입력하십시오
“샘플 수는 30, 50 또는 100이어야 합니다.”	설정을 저장할 때	30, 50 또는 100을 클릭하십시오
“능력 검사 설정을 저장하지 못했습니다.”	설정을 저장할 때. 하한이 상한보다 크거나 같음	한계값을 수정하십시오
“능력 검사 설정을 저장하지 못했습니다.”	권한 부족 등으로 설정 저장에 실패할 때. 메시지에는 원인이 포함되지 않음	권한과 입력한 값을 확인한 후 다시 저장하십시오

16.9.7 기록 및 내보내기

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“기록을 불러오지 못했습니다. 표시된 데이터가 업데이트되지 않았습니다.”	기록 목록	“다시 불러오기”를 클릭하십시오. 그래도 실패하면 “보기 · 기록” 권한을 확인하거나 다시 로그인하십시오
“조건에 맞는 기록이 2000건을 초과합니다. 최신 2000건만 표시 및 내보내기됩니다. 나머지를 보려면 날짜 범위를 좁혀 주세요.”	조회 결과가 2,000개를 넘음	날짜 범위를 좁혀 나누어 조회하고 내보내십시오
“기록 없음”	이 컴퓨터에 이 모드의 기록이 없음	먼저 작업 화면에서 측정을 완료하십시오(11.3절 참조)
“필터 조건에 맞는 기록이 없습니다.”	필터 조건을 설정한 후	“필터 지우기”를 클릭하거나 조건을 직접 완화하십시오
“종료일이 시작일보다 빠릅니다. 둘 중 한 날짜를 변경하세요.”	기록 페이지에서 “종료 날짜”가 “시작 날짜”보다 이를 때	둘 중 한 날짜를 수정하십시오. 그때까지는 조회하거나 내보낼 수 없습니다
“내보내기 실패”	내보내기를 클릭한 후	내보내기 권한이 없거나, 저장 폴더에 쓸 수 없거나, 파일이 64 MiB를 초과합니다. 권한과 저장 위치를 확인하고 범위를 좁혀 다시 시도하십시오
“이 기록을 삭제하시겠습니까? 삭제로 표시되고 동기화 대기열에 추가됩니다.”	휴지통 아이콘을 클릭할 때	계속하려면 “삭제”를, 취소하려면 “취소”를 클릭하십시오
“기록이 삭제로 표시되었으며 동기화를 기다립니다.”	삭제에 성공함	조치가 필요 없습니다
“기록 삭제 실패”	기록을 삭제할 때	계정에 “편집 · 파일 관리” 권한이 있는지 확인한 후 “조회”를 클릭하여 새로 고치십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“차트 샘플 불러오기 실패”	상세 페이지의 차트 영역	“다시 불러오기”를 클릭하십시오. 그래도 실패하면 목록으로 돌아가 기록을 다시 열거나 다시 로그인하십시오
“데이터 포인트 없음”	상세 페이지의 차트 영역	조치가 필요 없습니다. 기록의 다른 필드는 여전히 유효합니다

16.9.8 시스템 설정

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“RF 수신기 감지에 실패했습니다.”	“센서 페어링”에서 수신기를 감지할 때	수신기를 뽑았다가 다시 꽂고 COM 포트를 사용하는 프로그램을 닫은 후 “다시 검색”을 클릭하십시오
“RF 수신기에 쓰지 못했습니다. COM 포트가 사용 중이 아닌지 확인한 후 다시 검색하세요.”	수신기에 명령을 보낼 때	COM 포트를 사용하는 프로그램을 닫은 후 “다시 검색”을 클릭하십시오
“RF 수신기 응답 시간이 초과되었습니다. 토크 센서의 전원이 켜져 있고 페어링 모드인지 확인하세요.”	페어링을 보낸 후	센서를 켜고 페어링 모드로 전환한 후 다시 보내십시오
“먼저 RF 수신기에 연결해 주세요.”	“페어링 시작”, “페어링” 또는 “선택”을 클릭할 때	수신기가 연결될 때까지 “다시 검색”을 클릭하십시오
“선택한 채널은 03~62 범위여야 합니다.”	페어링을 보낼 때	03~62의 채널을 다시 선택하십시오
“페어링 명령 전송에 실패했습니다.”	페어링을 보낼 때	수신기가 연결되어 있는지 확인한 후 다시 시도하십시오
“채널이 일치하지 않습니다. 도구가 페어링 모드인지 확인한 후 페어링을 다시 시작하십시오.”	페어링 결과	센서를 페어링 모드로 전환한 후 다시 보내십시오
“선택한 RF 수신기의 COM 포트로 전환할 수 없습니다.”	다른 COM 포트를 선택할 때	화면이 원래 COM 포트로 돌아갑니다. 수신기가 어느 포트에 있는지 확인한 후 다시 시도하십시오
“RF 수신기의 연결을 끊을 수 없습니다.”	“연결 끊기”를 클릭할 때	잠시 기다린 후 다시 클릭하십시오. 그래도 실패하면 TMS RF를 다시 시작하십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“토크 센서 정보를 읽을 수 없습니다.”	목록을 읽거나 저장된 센서를 선택할 때	작업을 마치고 수신기가 연결되어 있는지 확인한 후 다시 시도하십시오
“저장된 센서를 삭제하지 못했습니다.”	저장된 센서를 지울 때	다시 시도하십시오. 그래도 실패하면 TMS RF를 다시 시작하십시오
“토크 감지 지연은 0.5초에서 5.0초 사이여야 합니다.”	토크 계수를 저장할 때	0.5~5.0을 입력하십시오
“측정 토크는 0 이상이어야 합니다.”	토크 계수를 저장할 때	외부 기준 측정기로 측정한 토크를 입력하십시오
“실시간 토크 모니터링을 사용할 수 없습니다.”	토크 계수를 저장할 때. 센서를 선택하지 않았거나 3초 넘게 측정값이 없음	활성 센서를 선택하고 토크를 계속 가한 후 다시 시도하십시오
“토크 계수는 0 이상이어야 합니다.”	토크 계수를 저장할 때. 유효한 계수를 계산할 수 없음	“측정 토크값”과 “표시 토크”를 확인한 후 다시 시도하십시오
“토크 계수 설정을 저장하지 못했습니다.”(원인: 설정 이름 등 필수 필드가 비어 있음)	토크 계수를 저장할 때	설정 이름 등의 필드를 입력하십시오
“토크 계수 설정을 저장하지 못했습니다.”(원인: 덮어쓰려는 설정이 더 이상 존재하지 않음)	저장된 토크 계수를 덮어쓸 때	원래 설정이 더 이상 없습니다. “설정 추가”를 클릭하여 다시 만드십시오
“토크 계수 설정을 저장하지 못했습니다.”, “토크 계수 설정을 불러오지 못했습니다.”	토크 계수 페이지	다른 하위 페이지로 전환했다가 돌아와 다시 시도하십시오
“토크 비율은 0보다 큰 유한값이어야 합니다.”, “기어 비율은 0보다 큰 유한값이어야 합니다.”	토크 증배기 파라미터를 저장할 때, 또는 토크 증배기를 켠 상태에서 토크 렌치, 토크 & 각도, 토크 측정 설정을 저장할 때	0보다 큰 숫자로 변경하십시오. 토크 증배기 파라미터 페이지에서는 사용하지 않는 단에 1을 입력하십시오. 작업 설정에서 토크 증배기를 사용하지 않으면 스위치를 “끄기”로 설정하십시오
“토크 멀티플라이어 설정을 불러오지 못했습니다.”, “토크 멀티플라이어 설정을 저장하지 못했습니다.”	토크 증배기 페이지	“↻”를 클릭하여 새로 고친 후 다시 시도하십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“저장된 조명 포트 COMx이(가) 아직 연결되지 않았습니다.”, “표시기 포트를 찾을 수 없습니다: COMx”, “找不到指示燈通訊埠 COMx，請確認裝置已連接。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 표시등 포트 COMx을(를) 찾을 수 없으므로 장치가 연결되어 있는지 확인하십시오)	표시등 로그	표시등 컨트롤러를 연결하고 포트를 새로 고친 후 올바른 포트를 선택하고 저장하십시오
“사용 가능한 포트 COM 가 감지되지 않았습니다.”	표시등 로그. 포트를 새로 고칠 때	USB 연결과 드라이버를 확인하십시오
“아직 연결되지 않았으며 표시등 명령이 전송되지 않았습니다. …”	연결되지 않은 상태에서 테스트 버튼을 클릭할 때	먼저 “연결”을 클릭하십시오
“표시등 명령 전송 실패: …”	표시등 명령을 보낼 때	COM 포트를 사용하는 프로그램을 닫고 배선을 확인한 후 다시 시도하십시오. 메시지에 “이 작업을 수행할 권한이 없습니다.”가 포함되어 있으면 관리자에게 “편집 · 통신 및 레이아웃” 권한을 허용해 달라고 요청하십시오
“표시기 COM 스캔 실패: …”, “표시기 연결 확인 실패: …”	표시등 로그	나중에 포트를 새로 고치십시오
“표시등 설정을 로드하지 못했습니다: …”, “표시기 설정 저장 실패: …”	표시등 페이지	“↻”를 클릭하여 새로 고치십시오. 저장에 실패하면 권한을 확인한 후 다시 시도하십시오
“도구 오류 기록을 읽을 수 없습니다. 센서 오류 이력을 볼 권한이 없습니다.”	“센서 오류 이력”을 열 때	관리자에게 “보기 · 시스템 설정” 권한을 허용해 달라고 요청하십시오
“도구 오류 기록을 읽을 수 없습니다. 세션이 만료되었습니다. 다시 로그인해 주세요.”, “도구 오류 기록을 읽을 수 없습니다. 로그인해 주세요.”	“센서 오류 이력”을 열 때	다시 로그인하십시오
“도구 오류 기록을 읽을 수 없습니다. 센서 오류 이력을 일시적으로 읽을 수 없습니다. 나중에 다시 시도해 주세요.”	“센서 오류 이력”을 열 때	나중에 새로 고치십시오

16.9.9 통신 설정

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“통신 설정을 불러올 수 없습니다.”, “Open Protocol 설정을 불러올 수 없습니다.”	통신 설정 페이지에 들어갈 때	이 페이지에 다시 들어가십시오. 그래도 실패하면 다시 로그인하십시오
“Modbus TCP 서버 상태를 불러올 수 없습니다.”	통신 설정 페이지는 매초 상태를 업데이트함. RTU와 Open Protocol에도 같은 형식의 메시지가 있음	화면이 자동으로 재시도합니다. 메시지가 계속 표시되면 다시 로그인하거나 TMS RF를 다시 시작하십시오
“Modbus 레지스터 맵을 불러올 수 없습니다.”, “레지스터 맵을 아직 불러오지 않았습니다”	통신 설정 페이지에 들어가거나 레지스터 맵을 열 때	통신 설정 페이지에 다시 들어가십시오
“Modbus TCP 서버를 시작할 수 없습니다.” 다음에 “${protocol} 서버를 시작할 수 없습니다.”(뒷부분은 “${protocol}” 부분을 포함하여 화면에 그대로 표시됨)	Modbus TCP의 “시작”을 클릭할 때	포트가 사용 중이거나 바인딩 IP가 이 컴퓨터의 주소가 아닙니다. 수정한 후 다시 시작하십시오(13.2절 참조)
“Modbus RTU 서버를 시작할 수 없습니다.” 다음에 “${protocol} 서버를 시작할 수 없습니다.”(뒷부분은 “${protocol}” 부분을 포함하여 화면에 그대로 표시됨)	Modbus RTU의 “시작”을 클릭할 때	RTU 설정을 확인한 후 다시 시작하십시오(13.3절 참조)
“Modbus TCP 서버를 시작할 수 없습니다.” 다음에 “Modbus TCP 服務已在執行。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 Modbus TCP 서비스가 이미 실행 중입니다), “Modbus RTU 서버를 시작할 수 없습니다.” 다음에 “Modbus RTU 服務已在執行。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 Modbus RTU 서비스가 이미 실행 중입니다)	“시작”을 반복해서 클릭할 때	서비스를 다시 시작하려면 먼저 “중지”를 클릭한 후 “시작”을 클릭하십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“Modbus TCP 서버를 시작할 수 없습니다.” 또는 “Modbus TCP 서버를 중지할 수 없습니다.” 다음에 “${protocol} 서버 상태를 불러올 수 없습니다.”(Modbus RTU도 같은 형식이며, 뒷부분은 “${protocol}” 부분을 포함하여 화면에 그대로 표시됨. 원인: Modbus 서비스를 일시적으로 사용할 수 없음)	Modbus를 시작하거나 중지할 때	잠시 기다린 후 다시 시도하십시오. 그래도 실패하면 TMS RF를 다시 시작하십시오
“Modbus TCP 서버를 중지하면 연결된 모든 PLC / MES 통신이 즉시 끊어집니다. 계속하시겠습니까?”	Modbus의 “중지”를 클릭할 때. RTU에도 같은 형식의 확인 메시지가 있음	정말로 연결을 끊으려는 경우에만 “중지”를 클릭하고, 그렇지 않으면 “취소”를 클릭하십시오
“Open Protocol 서버를 중지하면 연결된 모든 클라이언트가 즉시 끊어집니다. 계속하시겠습니까?”	Open Protocol의 “중지”를 클릭할 때	정말로 연결을 끊으려는 경우에만 “중지”를 클릭하고, 그렇지 않으면 “취소”를 클릭하십시오
“통신 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “請輸入通訊設定名稱。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 통신 설정 이름을 입력하십시오)	Modbus 설정을 저장할 때	이름을 입력하십시오
“통신 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “TCP 綁定 IP 必須是有效的 IPv4 位址。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 TCP 바인딩 IP는 유효한 IPv4 주소여야 합니다), “Open Protocol 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “Open Protocol 綁定 IP 必須是有效的 IPv4 位址。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 Open Protocol 바인딩 IP는 유효한 IPv4 주소여야 합니다)	설정을 저장할 때	0.0.0.0 또는 이 컴퓨터의 IPv4 주소로 변경하십시오
“통신 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “TCP 連接埠必須介於 1 到 65535。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 TCP 포트는 1~65535 범위여야 합니다), “Open Protocol 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “Open Protocol 連接埠必須介於 1 到 65535。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 Open Protocol 포트는 1~65535 범위여야 합니다)	설정을 저장할 때	1~65535를 입력하십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“통신 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “TCP Unit ID 必須介於 0 到 255。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 TCP Unit ID는 0~255 범위여야 합니다)	Modbus TCP 설정을 저장할 때	0~255를 입력하십시오
“통신 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “TCP 最大連線數必須介於 1 到 32。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 TCP 최대 연결 수는 1~32 범위여야 합니다), “Open Protocol 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “Open Protocol 最大連線數必須介於 1 到 32。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 Open Protocol 최대 연결 수는 1~32 범위여야 합니다)	설정을 저장할 때	1~32를 입력하십시오
“통신 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “TCP 閒置中斷時間必須介於 1 到 3600 秒。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 TCP 유휴 연결 해제 시간은 1~3600초 범위여야 합니다)	Modbus TCP 설정을 저장할 때	1~3600을 입력하십시오
“Open Protocol 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “Open Protocol 閒置中斷時間必須介於 5 到 3600 秒。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 Open Protocol 유휴 연결 해제 시간은 5~3600초 범위여야 합니다)	Open Protocol 설정을 저장할 때	5~3600을 입력하십시오
“통신 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “RTU 介面必須為 Rs232 或 Rs485。”, “RTU 資料位元必須為 7 或 8。”, “RTU 同位檢查必須為 None、Even 或 Odd。”, “RTU 停止位元必須為 1 或 2。”, “RTU 波特率必須為 9600、19200、38400、57600 或 115200。” 중 하나(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 각각 RTU 인터페이스는 Rs232 또는 Rs485여야 합니다 / RTU 데이터 비트는 7 또는 8이어야 합니다 / RTU 패리티는 None, Even 또는 Odd여야 합니다 / RTU 정지 비트는 1 또는 2여야 합니다 / RTU 보드레이트는 9600, 19200, 38400, 57600 또는 115200이어야 합니다)	Modbus RTU 설정을 저장할 때	드롭다운 목록에서 값을 다시 선택하십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“통신 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “請選擇 RTU 連接埠。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 RTU 포트를 선택하십시오)	Modbus RTU 설정을 저장할 때	포트를 새로 고친 후 COM 포트를 선택하십시오
“통신 설정을 저장할 수 없습니다.” 다음에 “RTU Slave ID 必須介於 1 到 247。”(뒷부분은 표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 RTU Slave ID는 1~247 범위여야 합니다)	Modbus RTU 설정을 저장할 때	1~247을 입력하십시오
“RTU 직렬 포트 목록을 불러올 수 없습니다.”, “사용 가능한 직렬 포트가 감지되지 않음”	페이지를 열거나 “RTU 포트 새로 고침”을 클릭할 때	한 번 더 클릭하십시오. 어댑터와 드라이버를 확인하십시오
“COMx 대기 중; 2초마다 자동 재시도”	Modbus RTU 상태	COM 포트가 없거나 사용 중입니다. 어댑터를 연결하거나 포트를 사용하는 프로그램을 닫으십시오. 필요하지 않으면 “중지”를 클릭하십시오
“통신 설정은 저장되었지만 Modbus TCP 서버에서 적용하지 못했습니다: …”	Modbus 설정을 저장한 후. RTU에도 같은 형식의 메시지가 있음	설정은 저장되었습니다. 원인을 해결한 후 다시 저장하거나 “시작”을 클릭하십시오
“Open Protocol 설정은 저장되었지만 서버에서 적용하지 못했습니다: …”	Open Protocol 설정을 저장한 후	포트를 수정하거나 포트를 사용하는 프로그램을 닫은 후 다시 저장하십시오
“통신 설정을 저장할 수 없습니다.” 또는 “Open Protocol 서버를 시작할 수 없습니다.” 다음에 “작업을 완료할 수 없습니다.”(원인: 시스템 설정 서비스를 일시적으로 사용할 수 없음)	통신 설정을 저장할 때. Open Protocol 시작에 실패함	포트가 사용 중이 아닌지 확인한 후 다시 시도하십시오. 그래도 실패하면 TMS RF를 다시 시작하십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
Open Protocol 상태에 표시되는 영어 오류 메시지	Open Protocol 실행 중	연결 수락에 실패했거나 클라이언트 메시지의 형식이 유효하지 않습니다. 메시지에 따라 클라이언트 공급업체에 확인을 요청하십시오. 서버를 다시 시작하면 지워집니다
“IgnoredUnitId”	Modbus 진단의 “최근 응답 명령”	PLC의 Unit ID가 설정과 다릅니다. 양쪽을 같게 맞추십시오
“IllegalFunction”, “IllegalDataAddress”, “IllegalDataValue”, “ServerDeviceBusy”	Modbus 진단. PLC가 예외 코드 01, 02, 03 또는 06을 받음	기능 코드가 지원되지 않거나, 주소 또는 수량이 범위를 벗어났거나, 명령 내용이 유효하지 않거나, 이전 명령을 아직 처리하고 있습니다. 13.5절의 읽기 및 쓰기 규칙에 따라 수정하십시오

16.9.10 동기화 및 읽기 전용 API

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“API 상태를 불러올 수 없습니다.”	읽기 전용 API 탭	“새로 고침”을 클릭하십시오. 그래도 실패하면 다시 로그인하십시오
“API 설정을 저장할 수 없습니다.”	읽기 전용 API의 “설정 저장”을 클릭할 때	포트는 1~65535의 정수여야 하고, 바인딩 IP는 이 컴퓨터의 루프백 또는 사설 IPv4 주소여야 합니다. 수정한 후 다시 시도하십시오. 권한이 부족하면 관리자에게 조정을 요청하십시오
“클립보드에 복사할 수 없습니다.”	복사 버튼을 클릭할 때	다시 시도하거나 텍스트를 선택하여 직접 복사하십시오
“네트워크 인터페이스를 읽을 수 없습니다.”	읽기 전용 API 탭	IP 주소를 직접 입력하십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“Read API listener failed: …”	읽기 전용 API의 “마지막 오류”	포트가 사용 중이거나 바인딩 IP가 이 컴퓨터의 주소가 아닙니다. 다른 포트나 목록에 있는 IP 주소를 사용한 후 저장하십시오
“Read API worker has stopped”	읽기 전용 API의 “마지막 오류”	“설정 저장”을 클릭하여 설정을 다시 적용하십시오. 계속 표시되면 TMS RF를 다시 시작하십시오
“Invalid Read API settings: …”, “Read API settings could not be read: …”	읽기 전용 API의 “마지막 오류”	설정을 다시 입력하고 저장하십시오
`{"error":"origin_not_allowed"}` (HTTP 403)	외부 프로그램이 읽기 전용 API를 호출할 때	Base URL의 주소를 사용하고, 브라우저가 아닌 프로그램에서 호출하십시오
`{"error":"unexpected_request_data"}` (HTTP 400)	외부 프로그램이 읽기 전용 API를 호출할 때	쿼리 문자열이나 요청 본문을 포함하지 말고 `GET`만 보내십시오
`{"error":"sensor_not_connected"}` (HTTP 404)	지정한 센서를 읽을 때	센서 ID와 연결 상태를 확인하십시오
`{"error":"read_only","allowed":"GET"}` (HTTP 405)	외부 프로그램이 읽기 전용 API를 호출할 때	대신 `GET`을 사용하십시오
`{"error":"snapshot_unavailable"}` (HTTP 503)	외부 프로그램이 읽기 전용 API를 호출할 때	나중에 다시 시도하십시오
“동기화 대상을 로드할 수 없습니다.”	“데이터베이스 동기화” 탭	“편집 · 서버 및 동기화 설정” 권한이 있는 계정을 사용하거나 다시 로그인하십시오. 컴퓨터를 바꾼 후 표시되면 14.4절을 참조하십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“동기화 대상을 저장할 수 없습니다.”	“동기화 대상 저장”을 클릭할 때	URL은 HTTPS여야 하며 사용자 이름/비밀번호, 쿼리 문자열, 프래그먼트를 포함하면 안 되고, 동기화를 활성화할 때는 유효한 액세스 토큰을 입력해야 합니다. 각 항목을 수정하거나, 먼저 “동기화 활성화”를 선택 해제한 후 저장하십시오
“동기화를 수행할 수 없습니다.”	“지금 동기화”를 클릭할 때	다시 로그인한 후 다시 시도하십시오
“동기화 상태를 업데이트할 수 없습니다.”	지금 동기화 또는 일정 변경 후	“동기화 설정” 페이지에서 나갔다가 다시 들어가거나 다시 로그인하십시오
“동기화 데이터를 다시 예약할 수 없습니다.”	“일정 변경”을 클릭할 때	권한과 로그인 상태를 확인한 후 다시 시도하십시오
“기존 데이터베이스 연결 설정을 HTTPS API 로 변경해야 합니다.”, “同步設定需要改為 HTTPS API。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 동기화 설정을 HTTPS API로 변경해야 함)	“데이터베이스 동기화” 탭. 지금 동기화할 때	HTTPS URL과 액세스 토큰을 다시 입력하고 저장하십시오(14.2절 참조)
“HTTPS API 連線失敗。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API 연결에 실패함)	지금 동기화할 때	게이트웨이에 연결할 수 없거나, 15초 안에 응답하지 않았거나, 인증서를 신뢰할 수 없습니다. 네트워크, URL, 인증서를 확인한 후 다시 동기화하십시오
“HTTPS API 暫時無法使用。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API를 일시적으로 사용할 수 없음)	지금 동기화할 때	나중에 다시 동기화하십시오
“HTTPS API 存取權杖驗證失敗。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API 액세스 토큰 확인에 실패함)	지금 동기화할 때	액세스 토큰을 업데이트하고 저장한 후 “일정 변경”을 클릭하고 다시 동기화하십시오
“HTTPS API 未授權此同步目標。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API가 이 동기화 대상을 승인하지 않음)	지금 동기화할 때	게이트웨이 관리자가 승인한 후 “일정 변경”을 클릭하십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“HTTPS API 拒絕批次資料。”, “HTTPS API 回應未預期狀態。”, “HTTPS API 拒絕此事件。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 각각 HTTPS API가 배치 데이터를 거부함 / HTTPS API가 예상하지 못한 상태를 반환함 / HTTPS API가 이 이벤트를 거부함)	지금 동기화할 때	게이트웨이 관리자에게 원인 확인을 요청하십시오. 해결된 후 “일정 변경”을 클릭하십시오
“HTTPS API 回應格式無效。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 HTTPS API 응답 형식이 유효하지 않음)	지금 동기화할 때	게이트웨이 관리자에게 게이트웨이 버전 확인을 요청하십시오
“本機同步內容無法解析：...”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 로컬 동기화 내용을 구문 분석할 수 없음)	지금 동기화할 때	시스템 관리자에게 문의하고 부록 B의 방법으로 보고하십시오
“MySQL connection is not configured in this build”	지금 동기화할 때	동기화 대상이 저장되지 않았거나 활성화되지 않았습니다. 동기화 대상을 저장하고 활성화하십시오

16.9.11 사용자 및 권한

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“현재 사용자에게 사용자 관리를 볼 권한이 없습니다.”	“사용자 관리”에 들어갈 때	“보기 · 사용자 목록” 권한이 있는 계정을 사용하십시오
“사용자 이름을 입력하세요”	계정을 추가하거나 저장할 때 이름이 비어 있음	사용자 이름을 입력하십시오
“비밀번호를 입력하세요”	계정을 추가할 때 비밀번호가 비어 있음	비밀번호를 입력하십시오
“모든 필드를 입력하세요”	비밀번호를 재설정할 때 비밀번호 필드가 비어 있는 상태에서 “변경 확인”을 클릭함	두 비밀번호 필드를 모두 입력하십시오
“새 비밀번호가 일치하지 않습니다”	비밀번호를 재설정할 때 “변경 확인”을 클릭함	같은 비밀번호를 다시 입력하십시오

화면 메시지	표시되는 시점	해결 방법
“使用者名稱已存在。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 사용자 이름이 이미 존재함)	추가하거나 이름을 바꾼 후 저장할 때	이름이 기존 계정 또는 삭제된 계정과 같습니다. 다른 이름을 사용하십시오
“必須至少保留一位管理員，請先建立其他管理員帳號。”(표시 언어와 관계없이 중국어로 표시되며, 의미는 관리자를 한 명 이상 유지해야 하므로 먼저 다른 관리자 계정을 만드십시오)	강등하거나, 권한을 조정하거나, 계정을 삭제할 때	대상이 마지막 유효한 관리자입니다. 먼저 다른 계정을 유효한 관리자로 만드십시오
“사용자 관리 작업에 실패했습니다.”(원인: 사용자 관리 서비스를 일시적으로 사용할 수 없음)	목록을 불러오거나 저장할 때	나중에 다시 시도하십시오
“사용자 관리 작업에 실패했습니다.”	사용자 관리의 모든 작업	다시 시도하십시오. 계속 발생하면 부록 B의 방법으로 보고하십시오

제17장 백업, 업그레이드 및 제거

이 장에서는 백업할 데이터, 콜드 백업과 복원 방법, 새 버전으로 업그레이드하는 방법, TMS RF를 제거하는 방법, 사용할 때 유의할 제한 사항을 설명합니다.

> **경고** 업그레이드, 복원 또는 제거하기 전에 항상 먼저 17.2절의 콜드 백업을 완료하십시오. 데이터베이스 업데이트와 데이터 삭제는 프로그램 안에서 되돌릴 수 없으며, 콜드 백업이 유일한 복구 수단입니다.

17.1 보호할 데이터

TMS RF 데이터는 설치 폴더가 아니라 현재 Windows 계정의 애플리케이션 데이터 폴더에 저장됩니다(2.7절 참조). 설치 버전과 포터블 버전은 같은 데이터를 사용합니다.

데이터	위치	콜드 백업 포함 여부	설명
주 데이터베이스: 계정, 센서, 각 모드의 설정, 측정 기록, 통신 및 동기화 설정, 동기화 대기 데이터	`%APPDATA%\com.tms.zipptork\static-torque.sqlite3`	예	폴더 안의 다른 파일을 포함하여 폴더 전체를 복사합니다
읽기 전용 API 설정	`%APPDATA%\com.tms.zipptork\read-api.json`	예	읽기 전용 API 설정을 변경한 적이 없으면 이 파일이 없을 수 있습니다
인터페이스 언어, 테마, 마지막으로 사용한 RF 수신기 COM 포트	`%LOCALAPPDATA%\com.tms.zipptork`	선택	표시 기본 설정일 뿐이며, 백업하지 않아도 다시 선택하면 됩니다

데이터	위치	콜드 백업 포함 여부	설명
동기화 설정의 암호화 키	Windows 자격 증명 관리자의 `static-torque` 항목	아니요	폴더를 복사해도 이 키는 함께 옮겨지지 않습니다. 컴퓨터를 바꾼 후에는 동기화 설정을 다시 입력하십시오(17.3절 참조)
내보낸 CSV / Excel 파일	내보낼 때 선택한 위치	아니요	회사의 문서 관리 규정에 따라 별도로 보관하십시오(제11장 참조)
원격 동기화 데이터베이스	원격 서버	아니요	원격 시스템의 관리자가 백업합니다(제14장 참조)
프로그램 자체	설치 폴더, 기본값 `%LOCALAPPDATA%\TMS RF`	필요 없음	다시 설치하면 됩니다
1.4.1 이전 버전의 데이터	`%APPDATA%\com.tms.static-torque` 및 `%LOCALAPPDATA%\com.tms.static-torque`	아니요	새 폴더로 자동 복사된 후에는 프로그램이 이 폴더를 더 이상 사용하지 않으며, 폴더는 변경되지 않고 그대로 유지됩니다(17.4.5절 참조)
해당 복사 중에 만들어진 자동 백업	`%LOCALAPPDATA%\TMS-RF-data-backups\com.tms.zipptork-…`	아니요	새 버전이 1.4.1 이전 버전의 데이터를 복사할 때 만들어집니다(17.4.5절 참조)

참고 이 폴더에는 모든 계정의 비밀번호 데이터와 모든 측정 기록이 들어 있습니다. 백업은 권한이 있는 인원만 접근할 수 있는 위치에 보관하고, 이메일이나 공유 폴더로 보내지 마십시오. 1.4.1 이전 버전의 폴더와 `TMS-RF-data-backups`의 자동 백업에도 같은 주의 사항이 적용됩니다.

17.2 콜드 백업

콜드 백업이란 먼저 **TMS RF를 완전히 닫은** 후 폴더를 복사하는 것을 말합니다. 프로그램이 실행 중일 때는 데이터베이스를 계속 사용하므로 이때 복사하면 파일이 불완전할 수 있습니다. 따라서 반드시 먼저 닫으십시오. TMS RF에는 백업 버튼이 내장되어 있지 않습니다.

이 작업은 Windows 파일 탐색기에서 하며 TMS RF 권한은 필요하지 않습니다. 데이터는 TMS RF를 실행하는 Windows 계정에 속하므로 해당 계정으로 Windows에 로그인하여 작업하십시오.

17.2.1 백업 시기

1. 새 버전으로 업그레이드하기 전(필수).
2. 제거하거나 컴퓨터를 교체하기 전(필수).
3. 회사 규정에 따라 정기적으로, 예를 들어 매주 또는 각 생산 로트를 마감한 후(권장).

17.2.2 작업 단계

1. 16.2.1절의 방법으로 TMS RF를 완전히 닫습니다.
2. 파일 탐색기를 열고 주소 표시줄에 `%APPDATA%\com.tms.zipptork`를 입력한 후 Enter 키를 누릅니다. 폴더에 `static-torque.sqlite3`가 있으며, `read-api.json` 등 다른 파일이 있을 수도 있습니다.
3. 한 단계 위로 이동하여 `com.tms.zipptork` 폴더 전체를 다른 디스크, USB 플래시 드라이브 또는 IT 부서가 지정한 위치 등 백업 위치에 복사합니다.
4. 복사본의 이름을 날짜와 버전이 포함된 이름으로 바꿉니다.
5. (선택) 언어와 테마 기본 설정을 보존하려면 `%LOCALAPPDATA%\com.tms.zipptork`도 같은 방법으로 복사합니다.
6. 복사본의 `static-torque.sqlite3`가 원본 파일과 크기가 같은지 확인합니다.
7. TMS RF를 다시 시작하여 작업을 계속하거나, 업그레이드 또는 제거를 진행합니다.

> **예시** 2026년 12월 1일에 v1.7.10을 새 버전으로 업그레이드하려고 합니다.
> TMS RF를 닫은 후 `com.tms.zipptork` 폴더를 `D:\TMS-Backup\`에 복사합니다.
> 복사본의 이름을 "TMS-RF-Backup-20261201-v1.7.10"로 바꿉니다.
> `D:\TMS-Backup\TMS-RF-Backup-20261201-v1.7.10\static-torque.sqlite3`가 원본 파일과 크기가 같은지 확인하면 백업이 완료됩니다.

17.2.3 오류 및 복구

화면 메시지	원인 및 해결 방법
복사할 때 Windows에 파일이 사용 중이어서 복사할 수 없다고 표시됨	TMS RF가 아직 실행 중이며, 다른 창이나 포터블 버전으로 실행 중일 수 있습니다. 16.2.1절의 방법으로 모든 TMS RF 인스턴스를 닫은 후 다시 복사하십시오. 실제 텍스트는 Windows 버전에 따라 약간 다를 수 있습니다.
`%APPDATA%\com.tms.zipptork`를 찾을 수 없음	현재 로그인한 Windows 계정이 TMS RF를 실행하는 계정이 아니거나, 이 컴퓨터에서 TMS RF를 실행한 적이 없습니다. 실제로 TMS RF를 실행하는 Windows 계정으로 로그인한 후 다시 찾아보십시오.
복사본의 파일 크기가 원본 파일과 다름	복사가 끝나지 않았거나 중단되었습니다. 이 복사본을 삭제하고 다시 복사하십시오.

> **참고** `static-torque.sqlite3`를 TMS RF 이외의 도구로 열거나 수정하지 마십시오. 데이터베이스를 직접 수정하면 데이터가 손상될 수 있습니다.

17.3 콜드 백업에서 복원

복원하면 현재 데이터 전체가 백업 시점의 데이터로 **바뀝니다**. 백업 이후에 추가된 기록, 계정, 설정은 사라집니다. 복원하기 전에 정말 필요한지 확인하고, 현재 데이터도 먼저 콜드 백업하십시오.

17.3.1 작업 단계

1. 16.2.1절의 방법으로 TMS RF를 완전히 닫습니다.
2. `%APPDATA%`를 열고 현재 `com.tms.zipptork` 폴더의 이름을 바꿔 보존합니다. 예를 들어 이름 끝에 “-before-restore”를 붙입니다. 바로 삭제하지 마십시오.
3. 백업 폴더를 `%APPDATA%`에 다시 복사하고 이름을 `com.tms.zipptork`로 바꿉니다.
4. TMS RF를 시작합니다. 로그인 화면이 나타납니다. 백업이 이전 버전에서 만든 것이면 프로그램이 시작할 때 데이터베이스를 자동으로 업데이트합니다(17.4절 참조).
5. **백업 시점에 존재하던 계정과 비밀번호**로 로그인하고, 센서, 설정, 기록이 원하는 상태인지 확인합니다.

17.3.2 다른 컴퓨터나 다른 Windows 계정으로 복원

1. 계정, 센서, 설정, 기록은 모두 폴더 안에 있으므로 폴더와 함께 복원됩니다.
2. 동기화 설정의 암호화 키는 폴더와 함께 복사되지 않습니다. 새 컴퓨터나 새 Windows 계정에서는 원래의 동기화 대상 설정을 사용할 수 없으며, "데이터베이스 동기화" 탭에 "동기화 대상을 로드할 수 없습니다."가 표시될 수 있습니다. 동기화 대상 설정을 다시 입력하고 저장하십시오(14.2절 참조).
3. COM 포트 번호(RF 수신기, 표시등 컨트롤러, Modbus RTU 어댑터)와 IP 주소(Modbus TCP 및 Open Protocol의 바인딩 IP, PLC에 설정된 이 컴퓨터의 주소)가 원래 컴퓨터와 다를 수 있으므로 제12장과 제13장의 방법으로 다시 확인하십시오.

17.3.3 오류 및 복구

화면 메시지	원인 및 해결 방법
복원 후 로그인할 때 "사용자 이름 또는 비밀번호가 잘못되었습니다"가 표시됨	이 계정이 백업에 없거나 당시 비밀번호가 달랐습니다. 백업 시점의 계정과 비밀번호로 로그인하십시오.
복원 후 "데이터베이스 동기화" 탭에 "동기화 대상을 로드할 수 없습니다."가 표시됨	데이터를 다른 컴퓨터나 다른 Windows 계정으로 복원했습니다. 동기화 대상 설정을 다시 입력하고 저장하십시오(14.2절 참조).
복원 후 TMS RF가 시작되지 않음	방금 복원한 폴더의 이름을 바꾸고 "-before-restore" 폴더의 이름을 다시 `com.tms.zipptork`로 바꿔 복원 전 상태로 되돌린 후, 부록 B의 방법으로 보고하십시오.

17.4 새 버전으로 업그레이드

업그레이드하면 기존 계정, 센서, 설정, 기록이 유지됩니다. 새 버전을 처음 시작하면 프로그램이 데이터베이스를 자동으로 업데이트하며, 이후 프로그램 안에서 되돌릴 수 없으므로 업그레이드하기 전에 반드시 콜드 백업을 하십시오.

17.4.1 업그레이드 준비

1. 새 버전의 설치 파일을 구하고, 회사 정책에 따라 IT 부서에 실행 승인을 요청합니다(설치 파일에 디지털 서명이 없음. 2.5절 참조).
2. 모든 사용자에게 작업을 마치고 로그아웃하도록 알립니다.
3. 16.2.1절의 방법으로 이 컴퓨터의 모든 TMS RF 인스턴스(설치 버전과 포터블 버전 포함)를 닫습니다.

4. 17.2절의 방법으로 콜드 백업을 완료하고, 백업 이름에 **업그레이드 전 버전**을 기록합니다.

   업그레이드에 실패하거나 이전 버전으로 돌아가야 할 때는 이 백업이 유일한 복구 수단입니다.

> **참고** 1.4.1 이전 버전에서 업그레이드하는 경우 데이터는 `%APPDATA%\com.tms.static-torque`에 있습니다. 콜드 백업할 때는 `com.tms.zipptork` 대신 이 폴더를 복사하십시오.

17.4.2 설치 버전 업그레이드

컴퓨터에 이전 버전의 TMS RF가 이미 설치되어 있으면 새 버전의 설치 프로그램을 실행할 때 시작 페이지 다음에 "이미 설치되어 있습니다" 페이지가 표시됩니다.

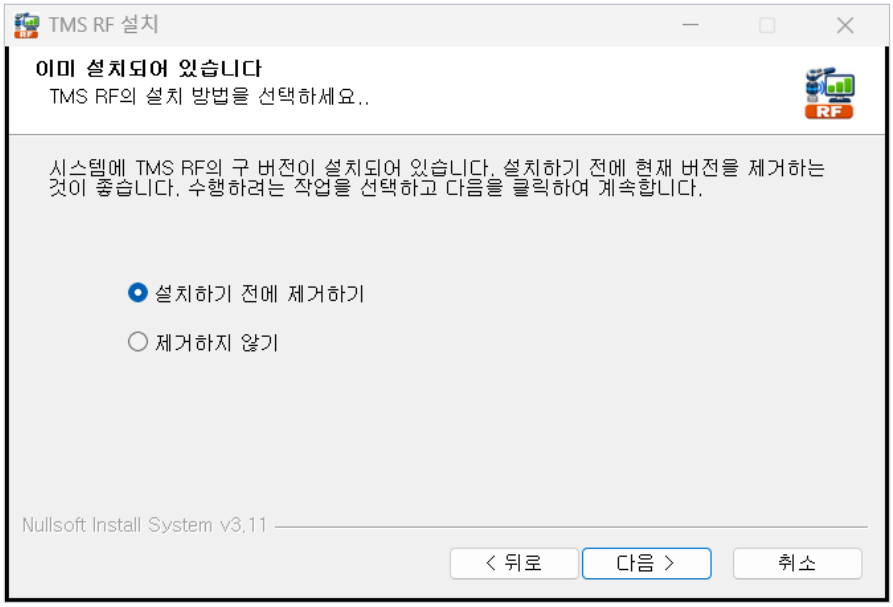


그림 17-1 설치 프로그램이 설치된 이전 버전을 감지함

화면 설명:

영역 / 버튼	설명
"이미 설치되어 있습니다"	페이지 제목으로, 설치 프로그램이 컴퓨터에서 TMS RF를 감지했음을 나타냅니다.
설명 텍스트	"시스템에 TMS RF의 구 버전이 설치되어 있습니다. 설치하기 전에 현재 버전을 제거하는 것이 좋습니다."
"설치하기 전에 제거하기"	기본 옵션입니다. "다음 >"을 클릭하면 먼저 이전 프로그램을 제거한 후 새 버전을 설치합니다. 데이터베이스는 %APPDATA%에 저장되어 있으므로 이 과정에서 삭제되지 않습니다.
"제거하지 않기"	이전 프로그램을 먼저 제거하지 않고 새 버전을 바로 설치합니다. 일반적인 경우에는 기본 옵션을 사용하십시오.

영역 / 버튼	설명
"< 뒤로"	이전 페이지로 돌아갑니다.
"다음 >"	선택한 옵션에 따라 설치를 계속합니다.
"취소"	아무것도 변경하지 않고 설치 프로그램을 종료합니다.

작업 단계:

1. 새 버전의 설치 프로그램을 더블클릭합니다. 설치 마법사가 나타납니다(2.3절 참조).
2. 안내에 따라 "다음 >"을 클릭하면 "이미 설치되어 있습니다" 페이지가 나타납니다(그림 17-1).
3. 기본값인 "설치하기 전에 제거하기"를 그대로 두고 "다음 >"을 클릭합니다. 설치 프로그램이 먼저 이전 프로그램을 제거합니다.
4. "설치 위치 선택" 페이지가 나타나면 2.3절의 방법으로 설치를 완료합니다.
5. 아래 "업그레이드 후 첫 시작"의 단계에 따라 데이터를 확인합니다.

> **참고** 이전 버전을 제거하는 중에 제거 창이 나타나면 "애플리케이션 데이터 삭제하기"를 선택하지 **마십시오**. 선택하면 데이터베이스와 설정이 삭제됩니다.

17.4.3 포터블 버전 업그레이드

1. 16.2.1절의 방법으로 이전 버전의 TMS RF를 닫습니다.
2. 이전 주 프로그램(예: `static-torque-tauri.exe`)을 삭제하거나 관리자만 접근할 수 있는 보관 위치로 옮깁니다.
3. 새 `ZIPPTORK TMS RF Portable.exe`를 원래 폴더에 넣습니다.
4. 새 주 프로그램을 더블클릭하고, 아래 "업그레이드 후 첫 시작"의 단계에 따라 데이터를 확인합니다.

> **참고** 업그레이드한 후에는 이전 주 프로그램을 다시 실행하지 마십시오. 이전 버전과 새 버전은 같은 데이터를 사용하며, 이전 프로그램은 새 버전의 사용자별 권한을 지원하지 않습니다(이 절의 "다운그레이드 금지" 참조).

17.4.4 업그레이드 후 첫 시작

1. 새 버전의 TMS RF를 시작합니다. 1.4.1 이전 버전에서 업그레이드하는 경우 프로그램이 먼저 데이터를 새 폴더로 복사합니다(17.4.5절 참조). 그런 다음 묻지 않고 데이터베이스를 자동으로 업데이트합니다. 완료되면 로그인 화면이 나타납니다.
2. 기존 계정으로 로그인하여 센서, 각 모드의 설정, 기록, 통신 설정이 모두 있는지 확인합니다.
3. 관리자가 "사용자 관리"에서 각 계정의 권한을 확인합니다. 업그레이드해도 어떤 계정에도 권한이 자동으로 추가되지 않으므로, 필요하면 개별 계정에 대해 기능을 허용하거나 거부하십시오(15.4절 참조).
4. 기본 관리자 계정 `admin`이 이전 기본 비밀번호로 로그인할 수 없으면 2.8절에 설명된 초기 비밀번호로 로그인하고 즉시 비밀번호를 변경하십시오.

> **경고** 업그레이드 후 프로그램이 시작되지 않으면 계속 재시도하지 말고 폴더도 삭제하지 마십시오. 프로그램을 닫고 17.3절의 방법으로 업그레이드 전에 만든 콜드 백업을 복원한 후 업그레이드 전에 사용하던 버전으로 돌아가고, 부록 B의 방법으로 보고하십시오.

17.4.5 1.4.1 이전 버전의 데이터 자동 복사

1.4.1 버전부터 데이터는 `com.tms.zipptork`라는 폴더에 저장됩니다(2.7절 참조). 1.4.1 이전 버전은 `com.tms.static-torque`라는 폴더를 사용했습니다. 새 버전을 처음 시작하면 다음과 같이 데이터를 옮깁니다.

1. `%APPDATA%\com.tms.zipptork`에 아직 데이터베이스가 없을 때만 복사합니다. 이미 데이터베이스가 있으면 프로그램은 그것을 그대로 사용하며, 이전 데이터를 복사하거나 덮어쓰거나 병합하지 않습니다.
2. 프로그램은 먼저 이전 폴더 전체를 `%LOCALAPPDATA%\TMS-RF-data-backups\com.tms.zipptork-…`(하위 폴더 `roaming`과 `local`)에 백업한 후, 데이터를 `%APPDATA%\com.tms.zipptork`와 `%LOCALAPPDATA%\com.tms.zipptork`에 복사합니다.
3. 이전 폴더는 변경되거나 삭제되지 않지만, 프로그램은 더 이상 이 폴더를 사용하지 않습니다. 업그레이드 후의 변경 사항은 새 폴더에만 저장됩니다. 새 버전에서 데이터를 확인한 후에는 회사 규정에 따라 이전 폴더와 자동 백업을 삭제해도 됩니다(17.5.3절 참조).
4. 이전 버전에서 활성화되어 있던 통신 설정은 계속 활성화된 상태로 유지됩니다. 새 버전을 시작하기 전에 연결된 장비와 작업 영역이 안전한 상태인지 확인하십시오.

5. 이 컴퓨터에 있는 이전 TMS RF 버전의 데이터만 복사됩니다. 같은 컴퓨터에 있는 다른 브랜드의 TMS RF 에디션 데이터는 복사되지 않습니다. 필요하면 17.3절의 방법으로 해당 데이터의 콜드 백업을 복원하십시오.

복사를 안전하게 완료할 수 없으면 프로그램이 시작되지 않고, 제목이 "TMS RF - Data migration"이고 첫 줄이 "TMS RF data migration was stopped."인 메시지가 표시됩니다. 이 메시지는 항상 영어로 표시됩니다. 아무것도 덮어쓰거나 병합되지 않았으며, 이전 데이터와 이미 만들어진 백업은 유지됩니다. "확인"(Windows 표시 언어로 표시되는 버튼)을 클릭한 후 메시지의 마지막 줄에 따라 조치하십시오.

메시지의 마지막 줄	원인 및 해결 방법
`Cannot cold-copy`로 시작함	이전 데이터의 파일이 사용 중입니다. 보통 이전 TMS RF(예: 이전 포터블 프로그램)가 아직 실행 중이기 때문입니다. 16.2.1절의 방법으로 모든 TMS RF 창을 닫은 후 새 버전을 다시 시작하십시오.
`SQLite sidecar present`로 시작함	이전 프로그램이 정상적으로 종료되지 않아(예: 정전) 이전 데이터베이스가 완전히 닫히지 않았습니다. 부록 B의 방법으로 보고하십시오.
그 밖의 텍스트	새 폴더에 이미 데이터 일부가 있거나, 이전 복사가 중단되었거나, 폴더를 안전하게 사용할 수 없습니다. 메시지의 전체 텍스트를 부록 B의 방법으로 보고하십시오.

> **경고** 이 메시지를 피하려고 폴더나 파일을 삭제하거나 이름을 바꾸거나 덮어쓰지 마십시오. 데이터가 손실될 수 있습니다. 문제가 해결될 때까지 이전 폴더와 자동 백업을 보관하십시오.

17.4.6 업그레이드 후 데이터 변경 사항

1. 이전 버전에서 입력하지 않은 값을 나타내는 데 사용하던 작업 스테이션 `local-workstation`과 부품 번호 `AUTO-STATIC`은 업그레이드 후 영구적으로 빈 값으로 바뀝니다. 그 밖의 사용자 지정 값은 영향을 받지 않으며 기록 수도 변하지 않습니다. 원격 데이터베이스에 이미 동기화된 값은 수정되지 않습니다.
2. 이후 저장되는 기록에서 작업 스테이션이 우연히 `local-workstation`이거나 부품 번호가 우연히 `AUTO-STATIC`이면 역시 빈 값으로 저장됩니다. 이 두 문자열을 실제 번호로 사용하지 마십시오.
3. 각 계정의 권한은 업그레이드 전과 같으며, 권한이 자동으로 추가되지 않습니다.
4. 계정의 권한을 변경하거나 계정을 삭제하면 해당 계정이 로그인한 화면이 무효가 됩니다. 이러한 조정은 아무도 작업하지 않을 때 하십시오(제15장 참조).
5. 버전 1.7.3 이하에서 업그레이드한 경우, 업그레이드 전에 저장된 배치 작업 기록에는 배치 번호가 없으며 업그레이드 후에도 추가되지 않습니다. 내보내기 파일의 "배치 번호" 열에는 "--"가 들어가며,

"배치 번호"로 필터링하면 이 기록은 표시되지 않습니다. 업그레이드 후에 저장된 배치 작업 기록에만 배치 번호가 보존됩니다(11.8절 참조).

이러한 변경은 프로그램 안에서 되돌릴 수 없으며, 업그레이드 전에 만든 콜드 백업을 복원해야만 되돌릴 수 있습니다.

17.4.7 다운그레이드 금지

1. 설치 프로그램은 컴퓨터에 있는 버전이 설치 프로그램보다 새 버전임을 감지하면 "TMS RF의 최신 버전이 이미 설치되어 있습니다! 이전 버전을 설치하는 것은 권장되지 않습니다. ..."를 표시합니다. "취소"를 클릭하고 이전 버전을 설치하지 마십시오.
2. 이전 프로그램은 사용자별 권한을 지원하지 않습니다. 이전 프로그램으로 업그레이드된 데이터를 열면 사용자별 "거부" 설정이 적용되지 않습니다. **이전 프로그램을 사용하여 권한을 우회하지 마십시오.**
3. 이전 버전으로 꼭 돌아가야 한다면 17.3절의 방법으로 업그레이드 전에 만든 콜드 백업을 복원한 후 이전 버전을 사용하십시오. 업그레이드 후에 추가된 데이터는 사라집니다.

17.5 제거

17.5.1 제거(설치 버전)

제거하면 TMS RF 프로그램이 삭제됩니다. 데이터도 함께 삭제할지는 제거 창의 "애플리케이션 데이터 삭제하기"에 따라 결정됩니다.

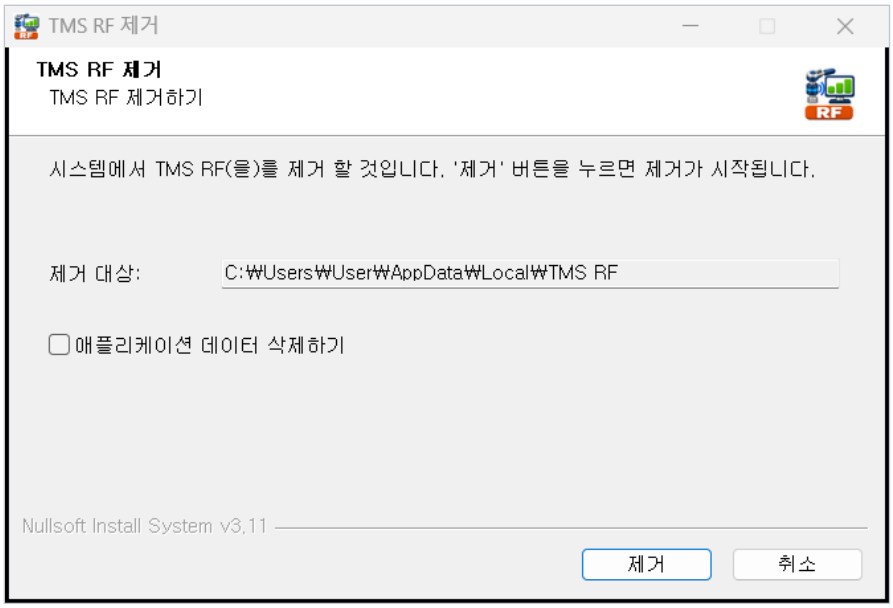


그림 17-2 TMS RF 제거

화면 설명:

영역 / 버튼	설명
“TMS RF 제거”	페이지 제목이며, 그 아래의 설명은 “TMS RF 제거하기”입니다.
“제거 대상:”	TMS RF의 설치 폴더가 표시되며, 기본값은 `%LOCALAPPDATA%\TMS RF\`입니다.
“애플리케이션 데이터 삭제하기”	기본적으로 선택되어 있지 않습니다. 선택하지 않으면 프로그램만 제거되고 데이터베이스와 설정은 컴퓨터에 남습니다. 선택하면 데이터베이스와 설정도 함께 삭제됩니다. 1.4.1 이전 버전의 폴더와 `TMS-RF-data-backups`의 자동 백업은 삭제되지 않습니다(17.5.3절 참조).
“제거”	제거를 시작합니다.
“취소”	아무것도 변경하지 않고 제거 프로그램을 종료합니다.

작업 단계:

1. 17.2절의 방법으로 콜드 백업을 완료합니다.
2. 16.2.1절의 방법으로 TMS RF를 완전히 닫습니다. TMS RF가 아직 실행 중이면 제거 프로그램에 “TMS RF이(가) 실행 중입니다! 'OK'를 누르면 실행 중인 프로그램을 종료합니다.”가 표시됩니다. “취소”를 클릭하고 TMS RF를 직접 닫은 후 다시 시작하십시오.
3. TMS RF를 설치한 것과 같은 Windows 계정으로 Windows “설정” → “앱” → “설치된 앱”을 열고 “TMS RF”를 찾아 “제거”를 선택합니다. 설치 폴더의 `uninstall.exe`를 직접 실행할 수도 있습니다. 실제 텍스트는 Windows 버전에 따라 약간 다를 수 있습니다.
4. “TMS RF 제거” 창이 나타납니다(그림 17-2). 데이터를 유지하려면 “애플리케이션 데이터 삭제하기”를 선택하지 마십시오.
5. “제거”를 클릭하고 안내에 따라 제거를 완료합니다.

> **경고** “애플리케이션 데이터 삭제하기”를 선택하면 모든 계정, 센서, 설정, 측정 기록도 함께 삭제되며 **되돌릴 수 없습니다**. 선택하기 전에 반드시 17.2절의 콜드 백업을 완료하십시오.

17.5.2 포터블 버전 제거

16.2.1절의 방법으로 TMS RF를 닫은 후 `ZIPPTORK TMS RF Portable.exe`를 삭제하기만 하면 됩니다. 데이터는 `%APPDATA%\com.tms.zipptork`에 남아 있으며, 주 프로그램을 삭제해도 데이터는 삭제되지 않습니다.

17.5.3 모든 데이터 지우기

이 컴퓨터의 TMS RF 데이터가 더 이상 필요 없고, 콜드 백업을 완료했으며, 필요한 기록을 내보내거나 동기화한 것이 확실한 경우에만 이 단계를 수행하십시오.

1. 설치 버전이 제거되었고, 포터블 프로그램이 삭제되었으며, 실행 중인 TMS RF가 없는지 확인합니다.
2. `%APPDATA%\com.tms.zipptork` 폴더를 삭제합니다. 제거할 때 "애플리케이션 데이터 삭제하기"를 선택했다면 이 폴더는 이미 삭제되었습니다.
3. `%LOCALAPPDATA%\com.tms.zipptork` 폴더를 삭제합니다.
4. 1.4.1 이전 버전의 폴더 `%APPDATA%\com.tms.static-torque`와 `%LOCALAPPDATA%\com.tms.static-torque`, 그리고 `%LOCALAPPDATA%\TMS-RF-data-backups`에서 이름이 `com.tms.zipptork-`로 시작하는 폴더가 있으면 삭제합니다.
5. Windows "자격 증명 관리자"에 `static-torque`라는 항목이 있고 이 컴퓨터의 다른 TMS RF 에디션이 데이터베이스 동기화를 사용하지 않으면 IT 부서에 삭제를 요청합니다.

> **경고** 폴더를 삭제하면 모든 계정, 센서, 설정, 측정 기록이 영구적으로 삭제되며 되돌릴 수 없습니다. 이후 TMS RF를 시작하면 새로 설치한 것으로 간주되어 기본 관리자 계정이 다시 만들어집니다(2.8절 참조).

17.6 사용 시 유의 사항

항목	설명
설치 파일에 디지털 서명이 없음	오프라인 설치 프로그램, 표준 설치 프로그램, 포터블 프로그램에는 디지털 서명이 없습니다. 실행할 때 알 수 없는 게시자 또는 SmartScreen 경고가 표시되거나 회사 정책에 의해 차단될 수 있습니다. 정책에 따라 IT 부서의 승인을 받고, 보호 기능을 해제하지 마십시오(2.5절 참조).
WebView2 Runtime	오프라인 설치 프로그램에는 WebView2 설치 프로그램이 포함되어 있습니다. 표준 설치 프로그램은 컴퓨터에 WebView2가 없으면 네트워크에 연결하여 다운로드해야 합니다. 포터블 프로그램은 컴퓨터에 WebView2가 이미 설치되어 있어야 합니다(2.2절 참조).
포터블 버전과 설치 버전을 동시에 실행하면 안 됨	두 버전은 같은 데이터(%APPDATA%)를 사용합니다. 동시에 실행하지 말고, TMS RF 창을 동시에 두 개 열지 마십시오(2.7절 참조).
데이터를 함께 가지고 다니는 버전이 아님	USB 플래시 드라이브에서 포터블 프로그램을 실행해도 데이터는 이 컴퓨터의 현재 Windows 계정의 %APPDATA%에 기록됩니다. 다른 컴퓨터에서 실행하면 별도의 데이터를 사용하게 됩니다.
데이터는 Windows 계정별로 따로 있음	각 Windows 계정의 설치와 데이터는 서로 독립적입니다. 다른 Windows 계정에서 사용하려면 프로그램을 별도로 설치해야 합니다.
내장 백업 기능 없음	데이터는 17.2절의 콜드 백업으로만 보호할 수 있습니다.
업그레이드 중 데이터베이스 자동 업데이트	새 버전을 처음 시작하면 묻지 않고 데이터베이스를 자동으로 업데이트하며, 프로그램 안에서 되돌릴 수 없습니다. 업그레이드하기 전에 반드시 콜드 백업을 하십시오.
1.4.1 버전부터 새 데이터 폴더 사용	1.4.1 버전부터 데이터는 `com.tms.zipptork`라는 폴더에 저장됩니다. 새 버전을 처음 시작하면 1.4.1 이전 버전의 데이터를 자동으로 복사하고 이전 폴더는 그대로 유지합니다(17.4.5절 참조).
동기화 키는 백업과 함께 옮겨지지 않음	다른 컴퓨터나 다른 Windows 계정에서 데이터를 복원한 후에는 동기화 대상 설정을 다시 입력하십시오(17.3절 참조).
기본 관리자 계정	새 데이터베이스에는 기본 관리자 계정이 자동으로 만들어집니다. 처음 로그인한 직후 비밀번호를 변경하십시오(2.8절 참조).
로그인 유효 기간	로그인은 로그인 후 8시간이 지나면 만료되며, 사용해도 연장되지 않습니다. 만료되면 진행 중인 작업이 중지되고 다시 로그인해야 합니다(3.5절 참조).
작업 화면을 벗어나면 작업이 중지됨	작업 중에 다른 페이지로 전환하면 미리 묻지 않고 작업이 자동으로 중지됩니다(3.2절 참조).

항목	설명
이전 프로그램으로 새 버전 데이터를 열지 마십시오	이전 프로그램은 사용자별 권한을 지원하지 않으며, 사용자별 "거부" 설정이 적용되지 않습니다(17.4절 참조).
능력 지수 기록	능력 지수 기록에는 목록과 상세 정보만 있고 원시 샘플은 없습니다(11.9절 참조).

부록 A 용어집

이 표는 설치 및 데이터, 로그인 및 권한, 측정 및 판정, 토크 증배기 및 교정, 배치 작업, 능력 지수, 기록, 센서 및 주변 장치, 통신 및 동기화의 사용 순서로 정렬되어 있습니다. 화면에 표시되는 텍스트는 따옴표(" ")로 묶어 표시합니다.

용어	설명
오프라인 설치 프로그램	WebView2 설치 프로그램이 포함된 설치 프로그램입니다. 컴퓨터에 WebView2가 없어도 인터넷 연결 없이 설치를 완료할 수 있습니다(제2장 참조).
표준 설치 프로그램	WebView2 설치 프로그램이 포함되지 않은 설치 프로그램입니다. 컴퓨터에 WebView2가 없으면 설치 중에 다운로드하기 위해 인터넷 연결이 필요합니다.
포터블 프로그램	설치 없이 바로 실행되는 `ZIPPTORK TMS RF Portable.exe`입니다. 컴퓨터에 WebView2가 이미 있어야 하며, 설치 버전과 같은 데이터를 공유합니다.
WebView2 Runtime	Microsoft가 제공하는 Windows 구성 요소로, TMS RF가 화면을 표시하는 데 사용합니다. WebView2가 없으면 프로그램을 열 수 없습니다.
디지털 서명	프로그램의 출처를 증명하는 전자 서명입니다. TMS RF 설치 파일에는 디지털 서명이 없으므로 Windows가 보안 경고를 표시할 수 있습니다.
SmartScreen	알 수 없거나 서명되지 않은 프로그램을 경고하고 차단하는 Windows 기능입니다. TMS RF를 실행하려는 목적으로 끄지 마십시오.
자동 최대화	TMS RF를 시작하면 창이 최대화되지만 제목 표시줄은 유지되며 복원할 수 있습니다. 전체 화면이 아닙니다.
애플리케이션 데이터 폴더	주 데이터베이스와 읽기 전용 API 설정이 저장되는 `%APPDATA%\com.tms.zipptork`입니다. 설치 버전과 포터블 버전이 공유합니다.
자동 데이터 복사	1.4.1 버전부터 새 버전을 처음 시작할 때 프로그램이 1.4.1 이전 버전의 데이터를 `%LOCALAPPDATA%\TMS-RF-data-backups`에 백업한 후 새 `com.tms.zipptork` 폴더로 복사하며, 이전 폴더는 유지됩니다(17.4.5절 참조).
콜드 백업	먼저 TMS RF를 완전히 종료한 후 애플리케이션 데이터 폴더를 복사하는 백업 방법입니다(17.2절 참조).
데이터베이스 업데이트	새 버전을 처음 시작할 때 데이터베이스가 자동으로 업데이트됩니다. 완료된 후에는 프로그램 안에서 되돌릴 수 없으므로 업그레이드하기 전에 콜드 백업을 하십시오(17.4절 참조).

용어	설명
다운그레이드	최신 버전을 이전 버전으로 교체하는 것입니다. 다운그레이드는 권장하지 않으며, 이전 버전으로 돌아가야 하는 경우 콜드 백업을 복원하십시오(17.4절 참조).
제거	설치된 프로그램을 삭제하는 것입니다. "애플리케이션 데이터 삭제하기"를 선택하면 데이터베이스와 설정도 함께 삭제됩니다(17.5절 참조).
Windows 자격 증명 관리자	Windows가 비밀번호와 키를 저장하는 곳입니다. TMS RF는 동기화 설정의 암호화 키를 여기에 저장하며, 이 키는 콜드 백업으로 복사되지 않습니다.
기본 관리자 계정	새 데이터베이스에 자동으로 생성되는 `admin` 계정입니다. 처음 로그인한 후 즉시 비밀번호를 변경하십시오(2.8절 참조).
역할	계정의 권한 템플릿으로, A(관리자), B(관리 책임자), C(일반 사용자) 중 하나입니다(제15장 참조).
기능 권한	항목별로 허용하거나 거부할 수 있는 기능입니다. 예: "실행 · 작업", "보기 · 기록", "편집 · 작업 매개변수, 페어링 및 교정".
개별 조정	한 계정에 대해 기능을 개별적으로 허용하거나 거부하는 것이며, 역할 템플릿보다 우선합니다(15.4절 참조).
역할 기본값 복원	양식에서 해당 계정의 모든 개별 조정을 지우고 역할 템플릿으로 되돌립니다. 저장한 후에만 적용됩니다.
유효한 관리자	삭제되지 않았고 "보기 · 사용자 목록"과 "편집 · 사용자 관리"가 모두 허용된 계정입니다. 시스템은 항상 하나 이상을 유지합니다.
로그인 세션	한 번 로그인했을 때의 유효 기간으로, 최대 8시간이며 사용해도 연장되지 않습니다. 계정 권한이 변경되거나 계정이 삭제되면 즉시 종료됩니다.
탐색 메뉴	메인 화면 왼쪽의 페이지 목록이며, 접을 수 있습니다.
작업 모드	TMS RF의 작업 방식으로, 토크 렌치, 토크 & 각도, 토크 측정, 전동 공구, 배치 작업, 능력 지수 검사가 있습니다.
설정 화면 / 작업 화면	각 작업 모드에는 두 화면이 있습니다. 설정 화면에서 목표와 판정 조건을 입력하고 작업 화면에서 측정합니다. 작업 화면을 벗어나면 작업이 자동으로 중지됩니다.
지역 형식	날짜 및 시간 형식에 대한 Windows 설정입니다. TMS RF는 인터페이스 언어가 아니라 이 설정에 따라 날짜와 시간을 표시합니다.
실시간 토크	곡선의 각 샘플 지점의 토크이며, 토크 증배기와 토크 계수가 적용된 값입니다.
결과 패널	각 작업 모드의 작업 화면 가운데에 있는 공통 배치로, 판정 배너, 최종 토크 측정값과 범위 막대, 오른쪽의 통계 패널과 차트 버튼으로 구성됩니다(5.2.5절 참조).

용어	설명
범위 막대	측정값 아래의 가로 막대로, 하한, 목표, 상한과 현재 측정값의 위치를 표시합니다(5.2.5절 참조).
차트 대화 상자	통계 패널 아래쪽의 차트 버튼을 클릭하면 열리는 대화 상자로, 현재 토크 인가의 곡선을 표시합니다(5.2.6절 참조).
목표 토크	설정 화면에 저장된 판정 기준이며, 선택한 센서 사양의 10%~100% 범위여야 합니다. 설정 화면에서는 필드 아래의 "설정 가능 범위" 안내로 이 범위를 알려 줍니다. 화면에는 소수점 이하 두 자리까지 표시되며, 저장된 값은 잘리지 않습니다.
최종 토크	토크 렌치, 토크 & 각도, 전동 공구 작업 화면의 큰 측정값으로, 현재 토크 인가 또는 체결에서 지금까지의 피크입니다. 토크 인가가 끝나면 기록에 저장됩니다. OK 또는 NOK 판정의 기준은 모드에 따라 다르며, 예를 들어 토크 측정은 각도 토크로 판정합니다(제5장~제8장 참조).
최대 토크	토크 인가 또는 체결 중의 가장 높은 토크입니다.
센서 사양	센서의 정격 용량이며 N·m로 나타냅니다. 목표 토크를 설정할 수 있는 범위를 결정합니다.
공차	판정에서 허용되는 편차이며, "공차 기준"과 "토크 공차"로 함께 결정됩니다.
공차 기준	편차의 방향입니다. "±"는 목표보다 크거나 작은 값을 모두 허용하고, "+"는 목표보다 큰 값만 허용합니다.
토크 공차	허용 편차를 백분율로 나타낸 것입니다. 토크 렌치와 토크 측정에서는 1~30의 정수입니다.
OK / NOK	판정 결과입니다. OK는 공차 이내(합격), NOK는 공차를 벗어남(불합격)을 뜻합니다.
재체결(Rehit)	판정 결과 중 하나로, 같은 체결 부위를 다시 체결했다는 뜻입니다. 기록 페이지의 통계 행에서는 재체결 기록을 따로 집계합니다.
QC 상태	작업 화면에서 현재 토크 인가의 판정 결과로, "대기 중", "OK" 또는 "NOK"입니다. "대기 중"은 아직 판정되지 않았다는 뜻입니다.
배치 작업(모드 설정)	단일 작업 모드의 설정에 있는 집계 기능으로, OK 수에 따라 배치 완료 여부가 결정됩니다.
작업 스테이션 / 부품 번호	작업 위치와 부품을 식별하는 텍스트이며, 추적성을 위해 기록에 저장됩니다.
착좌 토크(각도 시작)	토크 & 각도 모드에서 토크가 이 값에 도달하면 각도가 0부터 계산되기 시작합니다.
목표 토크(각도 시작)	토크 측정 모드의 유일한 토크 시작값이며, 각도 시작점이자 판정의 중심값입니다.

용어	설명
목표 각도	각도 판정의 기준이며, 1~360도입니다.
최종 각도	현재 토크 인가에서 각도 시작점부터 계산한 가장 큰 각도입니다.
제어 모드	토크 & 각도 모드에서 "각도"와 "토크" 중 어느 것을 OK/NOK 판정의 기준으로 할지 정합니다.
공구 유형	전동 공구의 종류(펄스, 임팩트, 클러치)입니다. 체결 종료를 감지하는 방식을 결정합니다.
사이클	전동 공구가 한 번 체결하는 과정으로, 측정값이 0보다 커질 때부터 0으로 돌아올 때까지입니다.
토크 증배기	렌치의 출력 토크를 증폭하는 기구입니다. "토크 멀티플라이어 활성화"를 켜면 토크에 토크비가 곱해지고 각도는 기어비로 나뉩니다. 토크 렌치, 토크 & 각도, 토크 측정은 설정 화면에서 자체 비율을 입력할 수 있으며, 입력하지 않으면 "시스템 설정"의 토크 증배기 설정에 있는 비율이 사용됩니다(12.5절 참조).
토크비	토크 증배기의 토크 증폭 배율입니다.
기어비	토크 증배기의 각도 감소 배율입니다.
토크 증배기 파라미터 세트	시스템 설정의 토크 증배기 파라미터 세트 1~3입니다. 배치 작업의 각 단계에서 사용할 세트를 선택할 수 있습니다.
토크 계수	토크 교정 계수이며, 측정 토크값 ÷ 표시 토크로 계산합니다(12.4절 참조).
표시 토크	계수와 토크 증배기로 보정되기 전에 선택한 센서가 실시간으로 보고하는 토크(N·m)이며, 시스템이 자동으로 읽습니다.
측정 토크값	외부 기준 계측기로 측정한 실제 토크(N·m)이며, 직접 입력합니다.
배치 작업	여러 체결 단계를 하나의 레시피로 묶어 순서대로 실행하는 작업 모드입니다(제9장 참조).
배치 ID	시스템이 자동으로 할당하는 배치 번호이며, 001~999입니다. Open Protocol과 Modbus의 Pset ID가 이 번호에 해당합니다.
배치 그룹	배치가 반드시 속해야 하는 그룹으로, 그룹 번호, 그룹 코드, 그룹 이름이 있습니다.
배치 범주	배치의 선택적 분류 레이블이며, 이름은 중복될 수 없습니다.
작업 단계	배치 안에서 순서대로 실행되는 체결 작업이며, 각 단계에는 고유한 작업 모드와 목표가 있습니다.
배치 수량	한 배치를 완료하는 데 필요한 OK 수입니다. 배치 작업을 활성화한 단일 작업 모드의 "배치 작업 수량" 설정 또는 배치 작업 모드에서 각 단계의 "배치 수량"을 말합니다.

용어	설명
능력 지수 검사	연속된 샘플로 체결 공구의 반복성을 평가하는 기능입니다(제10장 참조).
LSL / USL	규격 하한 / 규격 상한이며, OK/NOK 판정 한계(경계값 포함)이기도 합니다.
Cp	잠재 공정 능력 지수: (USL − LSL) ÷ (6 × 표준 편차)이며, 최근 20개 샘플로 계산합니다.
Cpk	평균이 중심에서 벗어난 정도를 고려한 공정 능력 지수: (USL − 평균) ÷ (3 × 표준 편차)와 (평균 − LSL) ÷ (3 × 표준 편차) 중 작은 값이며, 최근 20개 샘플로 계산합니다.
Cm / Cmk	설비 능력 지수이며, 계산식은 각각 Cp / Cpk와 같습니다. 최근 N개 샘플(N은 목표 샘플 수)로 계산합니다.
목표 샘플 수	Cm/Cmk 계산에 사용하는 샘플 수이자 샘플링 목표이며, 30, 50 또는 100입니다.
합격 기준값	CPK 또는 CMK가 이 값에 도달하면 "합격"이 표시됩니다.
잔류 토크	체결이 완료된 후 다른 계측기로 측정한 토크입니다.
기록 상세	기록을 클릭하면 열리는 단일 기록 페이지이며, 요약, 곡선, 판정, 작업 파라미터, 센서 정보가 포함됩니다.
곡선 샘플 / 데이터 포인트	기록에 저장된 측정 샘플입니다. 각도가 있는 기록에서는 곡선 샘플, 토크만 있는 기록에서는 데이터 포인트라고 합니다.
센서 정보	작업 당시의 센서 모델, 시리얼 번호, 사양, 채널이며 기록에 저장됩니다. 이후 설정이 바뀌어도 변경되지 않습니다.
소프트 삭제	기록을 삭제하면 삭제됨으로 표시되고 동기화 대기열에 추가될 뿐이며, 데이터가 로컬 컴퓨터에서 실제로 제거되지는 않습니다.
RF 수신기	컴퓨터의 USB 포트에 꽂는 무선 수신기입니다. COM 포트로 나타나며 센서와 통신합니다.
COM 포트	Windows 직렬 통신 포트입니다. RF 수신기, 표시등 컨트롤러, Modbus RTU 어댑터는 모두 COM 포트로 연결됩니다.
페어링 채널	RF 통신에 사용하는 채널이며, 03~62입니다.
활성 센서	현재 RF 수신기를 통해 연결되어 실시간 측정값을 제공하는 센서입니다.
저장된 센서	페어링에 성공한 후 데이터베이스에 저장된 센서이며, 이후 바로 선택할 수 있습니다.
센서 오류 이력	센서가 보고한 오류의 기록입니다. 오류가 사라지면 해제된 시간이 자동으로 기록됩니다(12.7절 참조).
표시등	판정 결과에 따라 자동으로 켜지는 부저 내장 빨간색·노란색·녹색 삼색 외부 램프입니다(12.6절 참조).

용어	설명
PLC	프로그래머블 로직 컨트롤러로, Modbus를 통해 TMS RF 데이터를 읽을 수 있는 생산 라인의 제어 장치입니다(제13장 참조).
Modbus TCP	이더넷을 통한 Modbus 통신이며, 기본 포트는 1502입니다(13.2절 참조).
Modbus RTU	RS-485 또는 RS-232 직렬 회선을 통한 Modbus 통신입니다(13.3절 참조).
Open Protocol	체결 업계에서 널리 사용되는 TCP 통신 프로토콜로, 메시지는 MID로 식별되며 기본 포트는 4545입니다(13.4절 참조).
국번(Unit ID, 슬레이브 ID)	Modbus 요청의 장치 번호입니다. TMS RF 설정과 일치하지 않는 요청에는 응답하지 않습니다.
기능 코드	Modbus 요청의 종류입니다. 예: FC03 홀딩 레지스터 읽기, FC04 입력 레지스터 읽기, FC16 다중 레지스터 쓰기.
레지스터	Modbus가 데이터를 저장하는 위치입니다. 입력 레지스터(3xxxx)는 읽기 전용이고, 홀딩 레지스터(4xxxx)에는 쓰기 가능한 명령 영역이 포함됩니다.
예외 코드	Modbus 오류 응답입니다. 01 지원되지 않는 기능, 02 주소 오류, 03 값 오류, 06 장치 사용 중.
MID	Open Protocol 메시지 번호입니다. 예: 0001 통신 시작, 0061 체결 결과.
보드레이트	직렬 전송 속도이며, 단위는 bps입니다.
패리티	직렬 전송의 오류 검사 방식으로, 없음, 짝수 패리티, 홀수 패리티가 있습니다.
읽기 전용 API	다른 프로그램이 현재 센서 데이터를 읽을 수 있도록 TMS RF에 내장된 읽기 전용 HTTP 서비스입니다. 토크는 선택한 표시 단위를 따릅니다(14.3절 참조).
바인드 IP 주소	서비스가 연결을 받는 로컬 주소입니다. `127.0.0.1`은 이 컴퓨터의 프로그램만 연결할 수 있다는 뜻입니다.
데이터베이스 동기화	HTTPS 게이트웨이를 통해 기록을 원격 데이터베이스로 보내는 기능이며, 수동으로만 실행할 수 있습니다(제14장 참조).
HTTPS 게이트웨이	TMS RF가 보낸 데이터를 받아 데이터베이스에 쓰는 독립 서비스입니다.
액세스 토큰	게이트웨이가 TMS RF의 신원을 확인하는 데 사용하는 비밀 키입니다. 암호화되어 저장되며 화면에 다시 표시되지 않습니다.
조치 필요	게이트웨이에서 거부되어 자동으로 다시 전송되지 않는 동기화 데이터입니다. 원인을 해결한 후 "일정 변경"으로 동기화 대기 상태로 되돌립니다.

부록 B 문제 보고서 양식

제16장에 따라 조치한 후에도 문제가 계속되면 이 양식을 인쇄하여 작성한 후 스크린샷과 함께 시스템 관리자나 기술 지원 담당자에게 전달하십시오. 정보가 완전할수록 원인을 더 빨리 찾을 수 있습니다.

양식 작성 방법은 다음과 같습니다.

- 화면 메시지는 표시된 그대로 옮겨 적거나 스크린샷을 첨부하십시오.
- 선택 항목이 있는 필드는 해당하는 □에 표시하십시오.
- **비밀번호는 절대 적지 마십시오.**
- 데이터베이스 파일과 동기화 설정에는 생산 데이터와 기밀 정보가 포함되어 있습니다. 이 양식에 첨부하지 말고, 필요한 경우 회사 정책에 따라 별도로 제공하십시오.

항목	내용(작성)
보고 날짜	
보고자 및 연락처	
소프트웨어 버전(로그인 화면 아래쪽의 "버전")	
설치 방법	□ 오프라인 설치 프로그램 □ 표준 설치 프로그램 □ 포터블 프로그램
Windows 버전(Windows "설정" → "시스템" → "정보")	
컴퓨터 이름 또는 사용 위치	
발생 날짜 및 시간	
로그인에 사용한 사용자 이름(비밀번호는 적지 마십시오)	
사용자 역할	□ A(관리자) □ B(관리 책임자) □ C(일반 사용자)
작업 모드	□ 토크 렌치 □ 토크 & 각도 □ 토크 측정 □ 전동 공구 □ 배치 작업 □ 능력 지수 검사 □ 기타: _____
문제가 발생한 화면	
센서 모델	
센서 시리얼 번호	
RF 수신기의 COM 포트	

항목	내용(작성)
통신 또는 동기화	□ 관련 없음 □ Modbus TCP □ Modbus RTU □ Open Protocol □ 읽기 전용 API □ 데이터베이스 동기화
서비스 상태 텍스트(통신 또는 동기화와 관련된 경우)	
작업 절차(수행한 작업을 순서대로 적으십시오)	1. 2. 3. 4.
화면 메시지(정확한 텍스트)	
예상 결과	
실제 결과	
재현 가능 여부	□ 매번 발생 □ 가끔 발생 □ 한 번만 발생
작업에 미치는 영향	□ 작업 불가 □ 일부 기능 사용 불가 □ 작업에 영향 없음
이미 시도한 조치(예: 제16장의 어느 절)	
첨부 파일	□ 스크린샷 □ 내보낸 기록 파일 □ 센서 오류 이력 □ 기타: _____
해결 방법(기술 지원 담당자 작성)	
담당자 및 완료 날짜(기술 지원 담당자 작성)	