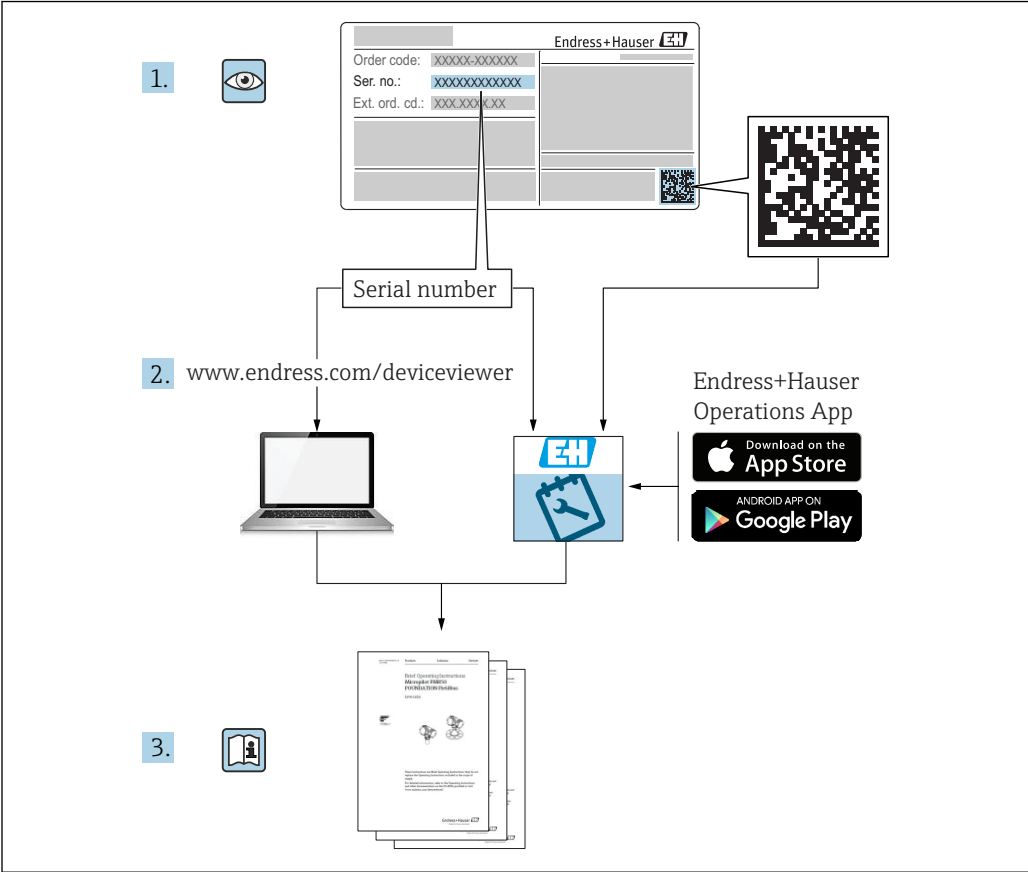


사용 설명서

Solitrend MMP20(옵션 D)

재료 수분 측정





목차

1	문서 정보	4	9	생콘크리트 측정 시험	29
1.1	문서 기능	4	9.1	방법	29
1.2	사용된 기호	4	9.2	코어 수분 및 수분 흡수	32
1.3	용어 및 약어	6	9.3	회전로 건조 참조값	33
1.4	문서	6	9.4	반죽 질기가 F1 수준이고 흙에서 건조된 생 콘크리트(슬럼프가 없고 딱딱한 콘크리트) 측정	34
2	기본 안전 지침	7	9.5	SWZ 프로브로 측정하는 3개 유형의 수분 ...	34
2.1	작업자 요건	7	9.6	공극, 유리 섬유 및 강철 섬유	34
2.2	지정 용도	7	10	콘크리트 배합물 관리 및 보관	35
2.3	작업장 안전	7	11	S1 수분 프로브	36
2.4	작동 안전	7	11.1	S1 프로브 연결	36
2.5	제품 안전	8	11.2	측정	36
3	제품 설명	9	11.3	설정	37
3.1	설계	9	11.4	S1 프로브 사용	42
4	입고 승인 및 제품 식별	10	12	기술 정보	48
4.1	입고 승인	10	12.1	휴대용 계기	48
4.2	제품 식별	10	12.2	SWZ 프로브	48
4.3	제조사 주소	10	12.3	S1 프로브	48
4.4	보관, 운반	10			
5	전기 연결	11			
5.1	프로브 연결	11			
5.2	배터리 충전	11			
6	작동 옵션	12			
6.1	작동 요소	12			
6.2	키의 기능 설명	12			
6.3	디스플레이 아이콘에 대한 설명	13			
6.4	표시된 텍스트의 의미	14			
7	시운전	15			
7.1	포장 내용물 확인	15			
7.2	배터리 충전	15			
7.3	프로브 연결	15			
7.4	휴대용 계기 켜기/끄기	15			
7.5	구성 및 측정	15			
7.6	일반 G-Set 파라미터	16			
7.7	콘크리트 배합 파라미터 3개 설정 또는 변경	17			
7.8	EC-T: 시멘트 분석 파라미터	20			
7.9	일반 설정	20			
8	SWZ 프로브	23			
8.1	소개	23			
8.2	측정량	23			
8.3	측정 과정	24			
8.4	연구실 및 콘크리트 공장에서 발생할 수 있는 문제	27			

1 문서 정보

1.1 문서 기능

본 사용 설명서는 다음을 포함해 계기의 다양한 수명 주기 단계에서 필요한 모든 정보를 제공합니다.

- 제품 식별
- 입고 승인
- 보관
- 설치
- 연결
- 작동
- 시운전
- 문제 해결
- 유지보수
- 폐기

1.2 사용된 기호

1.2.1 안전 기호



위험
위험 상황을 알리는 기호입니다. 이 상황을 방지하지 못하면 심각한 인명 피해가 발생할 수 있습니다.



경고
위험 상황을 알리는 기호입니다. 이 상황을 방지하지 못하면 심각한 인명 피해가 발생할 수 있습니다.



주의
위험 상황을 알리는 기호입니다. 이 상황을 방지하지 못하면 경미한 부상이나 증상을 당할 수 있습니다.



주의
신체적 상해가 발생하지 않는 과정 및 기타 요인에 대해 알려주는 기호입니다.

1.2.2 특정 정보 및 그래픽 관련 기호



허용
허용된 절차, 프로세스 또는 작업입니다.



금지
금지된 절차, 프로세스 또는 작업입니다.



팁
추가 정보를 알려줍니다.



그래픽 참조



따라야 할 주의 사항 또는 개별 단계

1, 2, 3
일련의 단계



한 단계의 결과

1, 2, 3, ...
항목 번호
A, B, C, ...
보기

1.3 용어 및 약어

BA

문서 유형 "사용 설명서"

TI

문서 유형 "기술 정보"

SD

문서 유형 "특별 문서"

TDR

시간 영역 반사계

HW

하드웨어 버전

FW

펌웨어 버전

1.4 문서

다음과 같은 문서 유형을 Endress+Hauser 웹 사이트의 다운로드 섹션 (www.endress.com/downloads)에서 다운로드할 수 있습니다.



관련 기술 문서의 범위는 다음을 참조하십시오.

- W@M Device Viewer (www.endress.com/deviceviewer): 명판의 일련 번호를 입력하십시오.
- Endress+Hauser Operations App: 명판의 일련 번호를 입력하거나 명판의 2D 매트릭스 코드(QR 코드)를 스캔하십시오.

1.4.1 기술 정보(TI)

계획 수립 지원

이 문서는 기기에 관한 모든 기술 데이터와 기기에 사용할 수 있는 액세서리 및 기타 제품에 대한 개략적인 정보를 제공합니다.

2 기본 안전 지침

2.1 작업자 요건

설치, 시험 사용, 진단, 유지관리 담당자는 아래의 요건을 충족해야 합니다.

- ▶ 일정 교육을 받은 전문가가 기능 및 작업에 대한 자격을 보유해야 합니다.
- ▶ 설비 소유자 및 작업자의 승인을 받아야 합니다.
- ▶ 관련 규정을 숙지해야 합니다.
- ▶ 작업을 시작하기 전에 작업 내용에 따라 매뉴얼과 보조 자료 및 인증서에 나온 지침을 읽고 숙지해야 합니다.
- ▶ 지침을 따르고 일반 정책을 준수해야 합니다.

작업자는 다음과 같은 작업별 요건을 충족해야 합니다.

- ▶ 작업 요건에 따라 시설 소유자 및 작업자의 지침을 따르고 승인을 받아야 합니다.
- ▶ 본 설명서의 지침을 따라야 합니다.

2.2 지정 용도

용도 및 유체

재료 수분 측정을 위한 휴대용 단말기로 사용되는 계기입니다.

SWZ, S1, S1C, S2 프로브를 연결할 수 있습니다.

잘못된 사용

이 계기에 맞춰 특별히 설계된 프로브만 연결할 수 있습니다. 이 계기와 맞지 않는 프로브가 연결되어 있으면 계기 또는 연결된 프로브가 손상될 수 있습니다.

지정되지 않은 용도로 사용하여 발생하는 손상에 대해서는 제조사가 책임을 지지 않습니다.

2.3 작업장 안전

기기 작업 시:

- ▶ 국가 규정에 따라 필수 개인 보호 장비를 착용하십시오.

2.4 작동 안전

부상 위험

- ▶ 적절한 기술적 조건 및 이중 안전(fail-safe) 조건에서만 기기를 작동하십시오.
- ▶ 기기의 무간섭 작동은 오퍼레이터의 책임입니다.

기기 개조

무단 기기 개조는 허용되지 않으며 예기치 않은 위험이 발생할 수 있습니다.

- ▶ 그럼에도 불구하고 기기 개조가 반드시 필요한 경우 제조사에 문의하십시오.

수리

작동 안전 및 안전성을 유지하려면 다음과 같이 하십시오.

- ▶ 명확한 승인이 있는 경우에만 기기를 수리하십시오.
- ▶ 전기 기기 수리와 관련된 연방 및 국가 규정을 준수하십시오.
- ▶ 제조사의 정품 예비 부품 및 액세서리만 사용하십시오.

방폭 지역

기기를 방폭 지역에서 사용할 때 사람과 시설에 대한 위험을 방지하려면 다음과 같이 하십시오(예: 방폭, 압력 탱크 안전).

- ▶ 명판을 참조하여 주문한 기기가 방폭 지역에서 지정된 용도로 사용 허가되었는지 확인하십시오.

- ▶ 이 설명서의 필수 요소인 별도의 보조 문서에 명시된 사양을 준수하십시오.

2.5 제품 안전

이 계기는 최신 안전 요건을 준수하도록 설계되었고, 테스트를 받았으며, 안전하게 작동할 수 있는 상태로 출고되었습니다.

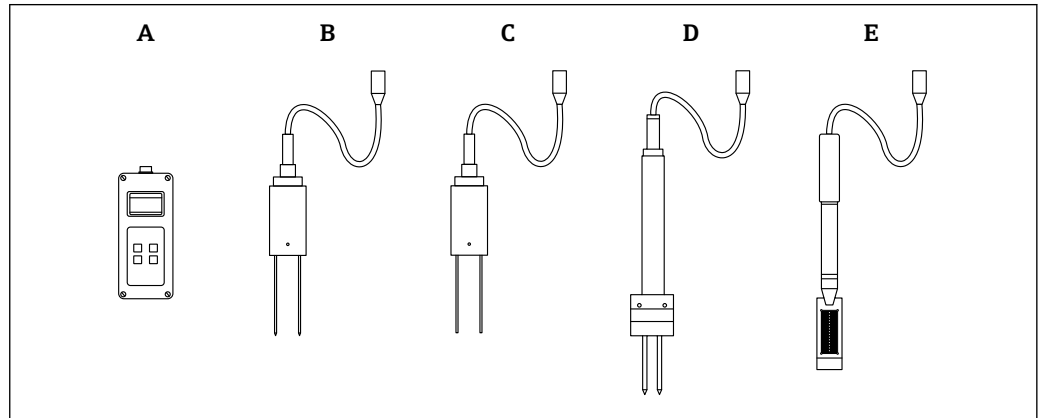
일반 안전 기준 및 법적 요건을 충족합니다. 기기별 EC 적합성 선언에 나온 EC 지침도 준수합니다. 제조사는 이를 확인하는 CE 마크를 계기에 부착합니다.

3 제품 설명

TDR 기술을 바탕으로 재료 수분을 측정하는 계기입니다.

배터리로 작동하고 휴대할 수 있으며, 휴대용 계기와 연결된 프로브로 구성되어 있습니다.

3.1 설계



A0041531

1

- A 휴대용 계기
- B S1 2로드 프로브
- C S1C 2로드 프로브
- D S2 2로드 프로브
- E SWZ 프로브

4 입고 승인 및 제품 식별

4.1 입고 승인

입고 승인 중 다음 사항을 확인하십시오.

- ☐ 납품서와 제품 스티커의 주문 코드가 동일합니까?
- ☐ 제품이 손상되지 않았습니까?
- ☐ 명판 데이터가 납품서의 주문 정보와 일치합니까?
- ☐ 필요한 경우(명판 참조) 안전 지침(XA)이 제공됩니까?

 이러한 조건들 중 하나라도 충족되지 않으면 제조사 세일즈 센터로 문의하십시오.

4.2 제품 식별

측정 기기의 식별을 위해 다음 옵션을 사용할 수 있습니다.

- 명판 사양
- 납품서의 확장 주문 코드와 기기 기능 내역
- ▶ W@M Device Viewer (www.endress.com/deviceviewer)에 명판의 일련 번호를 입력하십시오.
 - ↳ 측정 기기에 대한 모든 정보와 관련 기술 문서의 범위가 표시됩니다.
- ▶ Endress+Hauser Operations App에 명판의 일련 번호를 입력하거나 Endress+Hauser Operations App을 사용해 명판의 2D 매트릭스 코드(QR 코드)를 스캔하십시오.
 - ↳ 측정 기기에 대한 모든 정보와 관련 기술 문서의 범위가 표시됩니다.

4.3 제조사 주소

Endress+Hauser SE+Co. KG
Hauptstraße 1
79689 Maulburg, Germany

4.4 보관, 운반

4.4.1 보관 온도

-20~+80 °C (-4~+176 °F)

배송 시 포장 사용

4.4.2 측정 개소로 제품 운반

계기를 배송 시의 포장 또는 케이스(액세서리)에 넣어 측정 개소로 운반하십시오.

5 전기 연결

5.1 프로브 연결

사용할 프로브를 7핀 플러그를 통해 휴대용 계기에 연결합니다.

잘못된 사용

이 계기에 맞춰 특별히 설계된 프로브만 연결할 수 있습니다. 이 계기와 맞지 않는 프로브가 연결되어 있으면 계기 또는 연결된 프로브가 손상될 수 있습니다.

지정되지 않은 용도로 사용하여 발생하는 손상에 대해서는 제조사가 책임을 지지 않습니다.

5.2 배터리 충전

표시된 최대 작동 시간은 이상적인 조건에서 적용됩니다. 주변 온도 및 재충전 주기에 따라 작동 시간이 크게 줄어들 수 있습니다. 또한 기술적인 이유로 인해 시간이 지나거나 계기가 매우 높거나 낮은 온도에 보관되면 재충전 용량이 줄어듭니다.

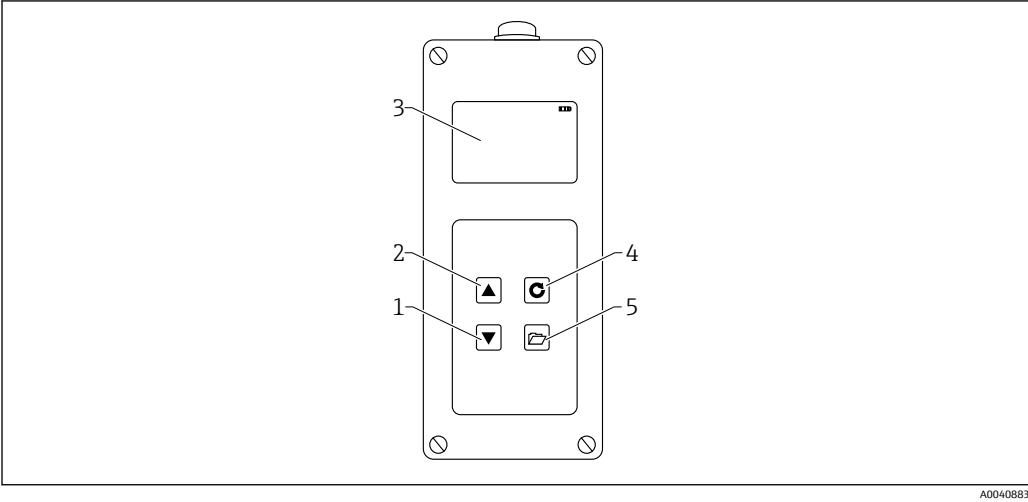
계기를 재충전할 때는 제공된 충전기만 사용하십시오. 충전 전압이 다르면 계기가 손상될 수 있습니다. 충전 중에 계기에서 열이 발생해도 정상적인 동작이며 위험하지 않습니다. 반복적으로 충전한 후에도 계기가 잠깐 동안만 작동하거나 전혀 작동하지 않으면 내장 배터리에 결함이 있는 것이니 배터리를 교체해야 합니다.



내장 배터리를 직접 교체하지 마십시오. 배터리에 결함이 있으면 제조업체에 연락하십시오.

6 작동 옵션

6.1 작동 요소



2 작동 요소

- 1 아래 방향 이동 키
- 2 위 방향 이동 키
- 3 디스플레이
- 4 엔터 키
- 5 폴더 키

6.2 키의 기능 설명

6.2.1 엔터 키



- **켜기/끄기:** 1 s 동안 누릅니다.
- **측정:** 짧게 누릅니다.
- **메뉴 항목 선택/활성화:** 짧게 누릅니다.
- **설정 저장:** 짧게 누릅니다.

6.2.2 폴더 키



- **계기 설정 활성화:** 1 s 이상 누릅니다.
- **'설정' 중지:** 짧게 누릅니다.
- **메뉴 항목에서 돌아가기:** 짧게 누릅니다.

6.2.3 위 방향 이동 키



이전 메뉴 항목 또는 설정: 짧게 누릅니다.

6.2.4 아래 방향 이동 키



- 다음 메뉴 항목 또는 설정: 짧게 누릅니다.
- 값 메모리 삭제(평균 모드): 짧게 누릅니다.

6.3 디스플레이 아이콘에 대한 설명



3 배터리 잔량



4 측정 중



5 설정이 저장됨



6 배경 조명 밝기



7 계기 작동 종료까지 남은 시간(조명/APO)



8 위 방향 키를 누릅니다.



9 아래 방향 키를 누릅니다.



- 10 경고: 100 l/m³ 미만인 수분 함량 값은 고려되지 않으며, 값 차이가 너무 크면 측정된 값이 유효하지 않다고 간주됩니다.

6.4 표시된 텍스트의 의미

Density: 측정된 생콘크리트의 원시 밀도 값

Water content: 회전로에서 건조된 수분 함량(단위: l/m³)

EC-T: TDR 레이더 신호를 기반으로 하는 전기 전도도이며, 콘크리트 배합물의 시멘트 평가에서 사용됩니다.

Serial No.: 프로브의 일련 번호

HW: 하드웨어 버전

FW: 펌웨어 버전

7 시운전

7.1 포장 내용물 확인

- 휴대용 계기
- 전원 어댑터(12 V/2 A)
- 충전 어댑터
- 보호 캡
- 수동
- SWZ 프로브

7.2 배터리 충전

프로브를 처음 사용하기 전에 배터리 충전하기

1. 휴대용 계기의 7핀 소켓에 충전 어댑터를 삽입하십시오.
2. 전원 어댑터를 충전 어댑터에 연결하십시오.
 - ↳ 계기가 이미 켜져 있거나 배터리가 과방전된 상태이면 충전이 즉시 시작됩니다.
3. 그렇지 않으면 엔터 키(**C**)를 약 1 s 동안 눌러서 계기를 켜십시오.
 - ↳ 디스플레이 화면에 배터리 기호가 애니메이션 방식으로 표시되면 계기가 충전 중이라는 뜻입니다. 내장된 충전 전자 장치가 배터리를 완전히 충전될 때까지 충전합니다. 배터리가 완전히 방전된 상태이면 완충까지 약 2 h이 걸립니다. 배터리 충전이 완료되면 배터리 잔량 막대 4개가 디스플레이 화면에 계속 표시되고 미세 충전이 진행됩니다.

i 실온에서만 배터리를 충전하십시오. 주변 온도가 너무 낮으면 충전이 제대로 완료되지 않으면서 배터리가 과충전될 수 있습니다. 주변 온도가 너무 높으면 충전 중에 발생하는 열 때문에 계기가 손상될 수 있습니다.

7.3 프로브 연결

1. 프로브를 계기의 7핀 소켓에 연결합니다.
2. 커플링 너트를 조입니다.

7.4 휴대용 계기 켜기/끄기

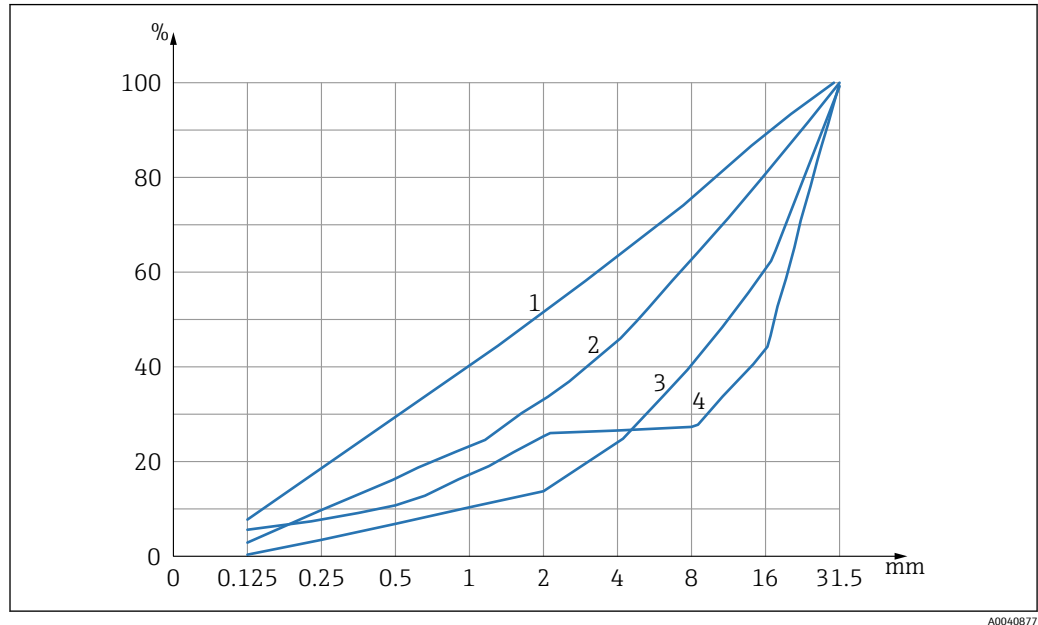
1. 엔터 키(**C**)를 약 1 s 동안 누릅니다.
 - ↳ 전원이 켜지는 동안 계기가 연결된 프로브와 통신을 시도합니다. 이 과정은 약 4 s가 걸립니다. 프로브가 연결되어 있지 않거나 다른 이유로 프로브를 찾으면 화면에 오류 메시지가 나타납니다. 계기에서 프로브를 찾으면 작동 모드에 따라 측정 배경이 화면에 나타납니다. 전원을 켜는 동안 디스플레이 하단에 'Calibrating'이라는 메시지가 나타납니다. 계기에서 프로브에 맞추는 조정이 이루어집니다.
2. 이제 계기를 사용할 수 있습니다.
3. 계기를 끕니다.
 - ↳ 엔터 키(**C**)를 약 1 s 동안 누릅니다.

7.5 구성 및 측정

수분 함량이 회전로 건조 값으로 계기에 $\pm 1 \sim 3 \text{ l/m}^3$ 수준의 정확도로 표시되려면 시스템을 미리 특정 '콘크리트 배합 특성' 및 사용된 암석으로 설정해야 합니다. 이 설정을 할 때는 CHAR 및 G-Set 파라미터를 사용합니다.

7.5.1 콘크리트 배합 특성을 가리키는 CHAR 파라미터

SWZ 프로브는 레이더 측정 필드를 통해 다양한 콘크리트 배합에 대한 종모양 곡선의 종속성을 보여줍니다. 따라서 휴대용 기기에서는 CHAR 파라미터로 입력할 수 있는 4가지 설정을 제공합니다.



11 네 가지 CHAR 파라미터

- 1 미세(그레이딩 곡선 C)
- 2 일반(그레이딩 곡선 B)
- 3 거침(그레이딩 곡선 A)
- 4 특수(갭 그레이딩 U)

미세(그레이딩 곡선 C)

프로브는 극소량의 수분을 측정하므로 수분 함량을 약간 상향 조정해야 합니다.

- 모르타르 함량이 많은(가는 모래가 매우 많은, 특히 시멘트 함량이 많은) 콘크리트
- 표준 혼합물, 표준 첨가제 및 퍼클로로에틸렌(PCE)

일반(그레이딩 곡선 B)

교정 없음 또는 미세 교정

- 일정하고 상대적으로 고르게 분산된 그레이딩 곡선
- 표준 혼합물, 표준 첨가제 및 퍼클로로에틸렌(PCE)

거침(그레이딩 곡선 A)

프로브는 과도하게 많은 수분을 측정하므로 수분 함량을 약간 하향 조정해야 합니다.

- K값이 높고 모르타르 함량이 적은 콘크리트
- 특이한 점이 하나이고 일정하고 상대적으로 고르게 분포된 B그레이딩 곡선이 사용되는 콘크리트(수분 함량 목표가 160 l/m³ 미만으로 낮음, 일반적인 유동 특성/유동학을 개선하는 대량의 초가소제(PCE))

특수(갭 그레이딩 U)

프로브는 과도하게 많은 수분을 측정하므로 수분 함량을 약간 하향 조정해야 합니다.

- 크기가 2/8mm 또는 4/8mm인 자갈이 거의 또는 전혀 없음
- 표준 혼합물, 표준 첨가제 및 퍼클로로에틸렌(PCE)

7.6 일반 G-Set 파라미터

프로브는 생콘크리트의 유리 유효 수분 함량과 코어 수분 또는 흡수된 수분의 비율을 모두 측정합니다. 코어 수분을 거의 흡수하지 않는 암석도 있지만, 사암이나 석회 모래처럼 최대 50l의 코어 수분까지 흡수할 수 있는 골재도 있습니다. 코어 수분 또는 흡수된 수분은 시멘트를 결합하는 데 사용되지 않으므로 처리 시에 w/c 비율에 반영되지 않습니다.

7.6.1 SWZ 프로브는 3개 유형의 수분을 측정합니다.

원칙적으로 프로브는 회전로 건조법으로 수분 부분을 측정합니다.

유리 수분

w/c 비율 계산에 반영되는 콘크리트 배합물의 유리 수분입니다. 이 수분은 프로브를 사용할 때 찾는 실제 값입니다.

코어 수분의 비율

골재에 흡수되는 수분의 비율입니다. 프로브는 이러한 코어 수분의 비율(약 1/3)만 측정할 수 있습니다. 코어 수분의 양은 암석의 유형에 따라 10~35 l/m³가 될 수 있습니다. 이러한 (보정) 값은 배합물 및 암석에 따라 G-Set 파라미터(코어 수분의 약 2/3)로 표시됩니다. 일반적으로 G-Set 값은 코어 수분 함량이 15 l/m³일 경우 약 -10 l/m³입니다. 그런 다음 휴대용 계기의 측정값이 유효 수분 함량과 일치하도록 휴대용 계기의 측정값에서 -10 l/m³가 자동으로 차감됩니다. '코어 습도, 코어 수분 및 흡수된 수분' 장을 참고하십시오.

첨가제

수분처럼 작용하는 첨가제도 SWZ 프로브로 측정되며, 이러한 점을 고려해야 합니다.

따라서 G-Set 파라미터의 경우 사용되는 암석 유형, 콘크리트 배합에 따라 프로브를 한 번만 조정해야 합니다. 휴대용 계기에서 유효(또는 회전로 건조) 수분 함량을 표시할 수 있으면 암석 유형과 함께 사용되는 배합에 'G-Set' 파라미터의 값을 반영해야 합니다. 이 값은 한 번만 정해야 합니다.

특수 콘크리트에 대해 프로브에 표시되는 수분 함량이 너무 많으면 G-Set을 해당 리터값으로 조정해야 합니다. 암석 유형(위치)과 함께 콘크리트 배합에 반영하고 휴대용 계기에 입력할 정확한 G-Set 값은 다음 두 가지 방법으로 확인하거나 정할 수 있습니다.

- 예를 들어 콘크리트와 건조 골재를 혼합하여 콘크리트의 수분 함량에 대한 몇 가지 올바른 값과 프로브 측정값 비교
- 프로브 측정값과 회전로 건조 후의 정확한 회전로 건조값과 비교. 회전로 건조 과정에서 발생할 수 있는 오류의 원인을 고려해야 합니다.

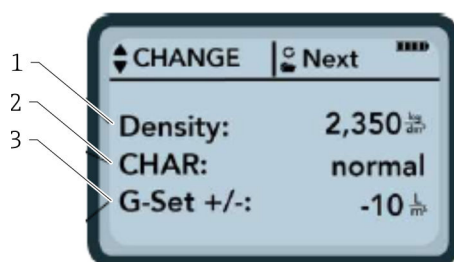
 회전로 건조 수분 함량은 다음과 같이 계산합니다.

회전로 건조 값 = 유효 수분 + 코어 수분 + 수분처럼 작용하는 첨가제. '코어 습도, 코어 수분 및 수분 흡수' 장을 참고하십시오.

7.7 콘크리트 배합 파라미터 3개 설정 또는 변경

7.7.1 원시 밀도 변경 또는 입력

휴대용 계기가 수분 함량을 측정하도록 측정 모드로 전환되려면 먼저 구성 가능한 파라미터에 대한 값을 입력해야 합니다.



- 1 원시 밀도 D
- 2 특성
- 3 G-Set

콘크리트 배합의 특성을 4가지로 설정 가능: 거침 A(마이너스 보정), 일반 B(보정 없음), 미세 C(플러스 보정), 특수 U(갭 그레이딩에 대해 마이너스 보정). 참고: 이 파라미터는 콘크리트의 모르타르 함량에 따라 달라질 수 있습니다.

G-Set: 암석 유형 및 코어 수분에 따라 콘크리트 유형에 맞게 프로브를 미세 조정합니다. 일반적으로 최대 ± 50 l 입력: 유효 수분 함량(유효 수분)을 측정하려면 측정 중에 -10 l(코어 수분의 2/3)이 자동으로 차감됩니다.

i 회전로 건조 수분 함량을 SWZ 프로브로 측정하려면 코어 수분의 1/3로 G-Set에 대한 양수 값을 입력하십시오.

원시 밀도 입력

1. 첫 번째로 설정하는 파라미터는 ± 0.005 단위로 지정할 수 있습니다. 정상적인 상황에서는 수분 함량을 측정하기 전에 휴대용 계기에서 원시 밀도가 올바르게 설정됩니다.
2. 이동 키(**▲▼**)를 사용하여 콘크리트 표본으로 정해진 생콘크리트의 밀도 값 D를 설정하십시오.
3. 엔터(**C**)를 눌러서 입력 내용을 확정합니다.
→ 이렇게 하면 자동으로 'Change' 메뉴가 표시됩니다.

i 수분 함량을 계산할 때 사용하는 원시 밀도 값을 입력해야 합니다. 현장에서 원시 밀도를 정할 수 없는 경우 허용 가능한 측정 결과를 얻기 위해 목표 원시 밀도를 입력할 수도 있습니다. 밀도 편차가 ± 0.02 이면 수분 함량 측정값의 오차가 ± 1.6 l입니다. 원시 밀도의 차이가 0.1이면(밀도 값이 2.200과 2.300) 수분 함량 차이는 8 l입니다.

7.7.2 CHAR 배합 특징 설정

CHAR 파라미터는 다음 4개의 설정 중 하나를 활성화하여 입력합니다.

- 미세 C
- 중간 B
- 거침 A
- 갭 U

CHAR 파라미터는 콘크리트의 모르타르 함량에 따라 크게 달라집니다.

CHAR 파라미터 입력

1. 이동 키(**▲▼**)를 입력하여 CHAR 옵션 4개(미세 C, 중간 B, 거침 A 또는 갭 U) 중 하나를 선택합니다.
2. 엔터(**C**)를 눌러서 입력 내용을 확정합니다.

7.7.3 암석 유형 및 코어 수분을 이용하여 콘크리트 유형에 대한 G-Set 미세 조정

i G-Set 값을 리터/m³ 단위로 입력합니다. 이 값은 최대 ± 50 l/m³까지 1 l/m³ 단위로 입력할 수 있습니다. 일부 암석의 경우 G-Set 값을 정하면 이 값을 기록하는 것이 좋습니다.

G-Set 값 입력

1. 이동 키(**▲▼**)를 이용하여 최대 ± 50 l/m³까지 1 l/m³ 단위로 G-Set 값을 입력합니다.
2. 엔터(**C**)를 눌러서 입력 내용을 확정합니다.
→ 원시 밀도, CHAR 파라미터 및 G-Set를 변경하거나 설정한 후 엔터 키(**C**)를 누르면 자동으로 'Meas' 메뉴로 이동합니다.

7.7.4 'Average' 작동 모드에서 측정하기

원시 밀도와 G-Set 값이 입력되면 'Meas' 메뉴에 다음 화면이 나타납니다. 일반적으로 휴대용 계기는 'Average' 모드에서 측정하고 입력된 원시 밀도를 사용하여 생콘크리트 샘플의 회전로 건조 수분 함량을 리터/m³ 단위로 파악합니다.

단일 측정 시작하기

1. 엔터 키(**C**)를 짧게 누릅니다.
 - ↳ 계기에서 단일 측정이 시작되고 측정 중에는 오른쪽 상단에 배터리 기호 대신 회전하는 기호가 나타나며, 다른 작업을 처리할 수 없습니다. 단일 측정은 2~3 s 정도 걸립니다. 측정이 완료되면 화면에 배터리 기호가 다시 나타납니다.
2. 원시 밀도 D를 사용하여 계산된 수분 함량이 화면에 리터/m³ 단위로 표시됩니다. 개별 측정 횟수가 'No. values'의 값 아래에 표시됩니다.

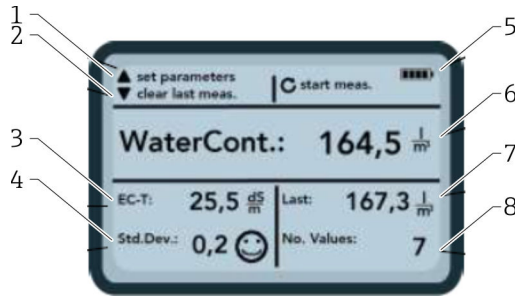


Fig. 12 Meas 메뉴

- 1 새 파라미터를 설정합니다.
- 2 짧게 누르면 마지막 개별 측정값이 삭제됩니다. 길게 누르면 전체 측정값이 삭제됩니다.
- 3 시멘트 전도도/평가
- 4 표준편차. 표준편차가 0.5 초과이면 단일 측정을 더 실행해야 합니다.
- 5 배터리 잔량
- 6 평균 수분 함량
- 7 마지막 단일 측정(삭제 가능)
- 8 실행한 측정 횟수

- 재료 혼합물의 대표값을 얻으려면 개별 측정을 5회 이상 실행하십시오(SWZ 프로브의 측정 주기 참고).
- 번지는 특징이 있는 콘크리트의 경우 개별 측정을 수행할수록 정확도가 높아지고 대표성이 강한 값을 얻게 됩니다.
- 프로브 표면에 있는 큰 자갈 조각이 판독값에 영향을 줄 수 있습니다. 예를 들어 수분 함량이 더 적게 측정됩니다.
- 제대로 혼합하지 않은 콘크리트는 프로브로 측정하기 어렵습니다.

측정 품질:

휴대용 계기에 표시되는 표준편차(StdDev)를 통해 판독 품질을 알 수 있습니다. StdDev 값이 0.5보다 크면 콘크리트 배합이 너무 이질적이므로 단일 측정을 더 많이 해야 합니다. 단일 측정을 중단하고 측정된 값을 최종 결과로 받아들이려면 단일 측정을 6회 이상 실행하고 StdDev 값(0.1~0.5)이 표시되어야 합니다.

그러나 많이 번지는 콘크리트처럼 콘크리트 배합이 매우 이질적이면 0.5 미만의 StdDev를 얻기가 매우 어렵습니다.

디스플레이 화면에 표시되는 얼굴 표정으로 표준편차가 양호한지, 허용 가능한지를 알 수 있습니다.

- 😊 좋음(0.2 미만)
- 😐 허용 가능(0.2~0.49)
- ☹️ 허용 불가(0.5 초과)

휴대용 계기에서 100 l/m³ 미만의 수분 함량 값은 자동으로 걸러냅니다. 일련의 측정에서 실수로 시작 버튼을 누르거나 프로브가 콘크리트에 완전히 유입되지 않은 경우가 여기에 해당됩니다.

값이 너무 낮으면 경고 기호(▲)가 표시되며, 이 값은 평균 계산에 반영되지 않습니다.

이동 키(**▼**)를 눌러 일련의 측정 결과를 삭제할 수 있으며, 이 경우 새 측정 주기를 시작할 수 있습니다.

7.8 EC-T: 시멘트 분석 파라미터

EC-T 파라미터가 화면에 표시됩니다. TDR 측정 방법에서는 콘크리트의 전도도(EC-T)가 레이더 펄스의 고주파 감쇠를 통해 측정되면서 시멘트 함량 또는 시멘트 유형을 파악할 수 있습니다. 표시된 EC-T 파라미터는 단일 측정 시 시멘트 함량 또는 시멘트 유형에 대한 예비 값으로 해석되므로 알려진 콘크리트 유형을 모니터링하고 확인할 때 안전성과 신뢰성이 향상됩니다. 측정된 특정 유형의 콘크리트를 기록하는 것이 좋습니다. 이렇게 하면 후속 제어 측정 중에 값을 보다 쉽게 확인할 수 있습니다.

EC-T 측정 범위

- 시멘트 함량이 적거나 특수한 유형의 시멘트가 사용된 콘크리트: 15 dS/m
- 시멘트 함량이 많거나 특수한 유형의 시멘트가 사용된 콘크리트: 45 dS/m



EC-T 파라미터는 콘크리트 유형을 아는 경우에만 평가할 수 있습니다.

7.9 일반 설정

설정 변경:

1. 폴더 키()를 2 s 이상 누릅니다.
↳ 'Settings' 메뉴
2. 이동 키()를 누릅니다.
↳ 메뉴 항목으로 이동합니다.
3. 엔터 키()를 누릅니다.
↳ 선택한 메뉴 항목을 확인합니다.
4. 폴더 키()를 누릅니다.
↳ 현재의 메뉴 항목과 'Settings' 메뉴가 종료됩니다.

7.9.1 설정 옵션 개요

- **Find probe**
연결된 프로브 검색
- **Language**
시스템 언어 변경
 - German
 - English
- **Auto-power-off**
자동 끄기 설정
- **Display lighting**
배경 조명 설정
 - 종료 시간
 - 밝기
- **Display contrast**
최적의 대비 설정
- **Probe info**
프로브에 대한 정보 표시
- **Info**
휴대용 계기에 대한 정보 표시
- **Material calibration**
재질별 교정 곡선 선택

7.9.2 Find probe

아래의 경우에 'Find probe' 메뉴를 선택합니다.

- 전원을 켜는 동안 휴대용 계기와 프로브 사이에 통신 문제가 발생하는 경우
- 프로브가 처음 연결되는 경우
- 작동 중에 프로브를 교체해야 하는 경우

이 메뉴 항목을 선택하면 휴대용 계기에서 연결된 프로브로 다시 연결하려고 시도합니다.

연결이 정상적으로 이루어지면 화면에 프로브의 일련 번호가 표시됩니다.

연결에 실패하면 'Probe not found'라는 메시지가 화면에 표시됩니다.

? 여러 번 시도한 후에도 연결이 되지 않은 경우

- ▶ 프로브가 올바르게 연결되어 있는지 확인하고 필요한 경우 제조업체의 서비스 부서에 문의하십시오.

7.9.3 Language

이 메뉴 항목에서 휴대용 계기의 언어를 선택할 수 있습니다.

옵션:

- 독일어
- 영어

1. 이동 키(▲▼)를 이용해 원하는 언어를 선택합니다.
2. 엔터(C)를 누르면 선택한 언어가 활성화됩니다.
 - ↳ 설정이 활성화되면 오른쪽 상단에  기호가 표시됩니다.

7.9.4 Auto-power-off

'Auto-power-off' 메뉴 항목에서 자동 종료 시간을 선택할 수 있습니다.

옵션:

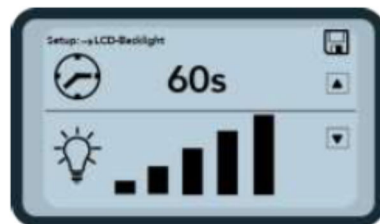
- -- minutes(종료 기능이 비활성화됨)
- 1 minute
- 2 minutes
- 5 minutes
- 10 minutes
- 20 minutes

1. 이동 키(▲▼)를 사용하여 원하는 자동 종료 시간을 선택합니다.
2. 엔터(C)를 눌러서 선택한 종료 시간을 활성화합니다.
 - ↳ 설정이 활성화되면 오른쪽 상단에  기호가 표시됩니다.

 설정된 시간 내에 어떤 키도 누르지 않으면 휴대용 계기가 자동으로 꺼집니다. 어떤 키든 누르면 종료까지의 카운트다운이 다시 시작됩니다.

7.9.5 Display lighting

디스플레이의 배경 조명을 어둡게 조정하거나 끄면 계기를 더 오래 사용할 수 있습니다. 메뉴에서 항목을 선택하면 다음 화면이 표시됩니다.



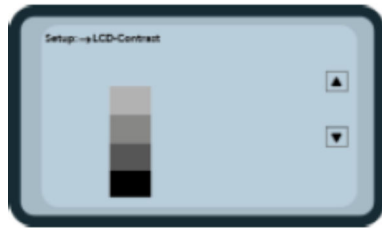
 13 Display lighting

1. 이동 키(▲)를 여러 번 누르면서 원하는 자동 종료 시간을 선택합니다.

2. 이동 키(↵)를 여러 번 눌러서 원하는 디스플레이 밝기를 선택하거나 조명을 끕니다.
3. 엔터(C)를 눌러서 설정을 활성화하고 저장합니다.
 - ↳ 설정이 활성화되면 오른쪽 상단에 ☑ 기호가 표시됩니다.

7.9.6 Display contrast

극한의 온도에서는 화면의 가독성을 높이기 위해 대비 설정을 변경해야 할 수 있습니다.



14 Display contrast

1. 이동 키(↵)를 이용하여 막대 그래프의 회색 농도가 모두 선명하게 표시되도록 대비를 설정합니다.
2. 엔터(C)를 눌러서 선택한 설정을 활성화하고 저장합니다.
 - ↳ 설정이 활성화되면 오른쪽 상단에 ☑ 기호가 표시됩니다.

7.9.7 Probe info

연결된 프로브에 대한 아래의 정보가 'Probe info' 메뉴 항목에 표시됩니다.

- 일련 번호
- 프로브 유형
- 하드웨어 버전(HW)
- 펌웨어 버전(FW)

7.9.8 Info

휴대용 계기에 대한 아래의 정보가 'Info' 메뉴 항목에 표시됩니다.

- 일련 번호
- 하드웨어 버전(HW)
- 펌웨어 버전(FW)
- 배터리 잔량
- 배터리 전압

7.9.9 Material calibration curves

'Material calibration curves' 메뉴 항목에서 SWZ 프로브를 다른 재료 교정 곡선으로 설정할 수 있습니다.

계기를 켜면 이 메뉴 항목에 설정된 교정 곡선이 약 3 s 동안 화면 하단에 표시됩니다.

현탁액, 슬러지와 같은 재료에 대해 전체적으로 최대 15개의 교정 곡선을 관리할 수 있습니다.

다른 교정 곡선을 선택하여 콘크리트 측정의 감도를 변경할 수 있습니다.

- i** 기본적으로 콘크리트에 대한 표준 교정 곡선 'Cal. No.: 4'가 설정됩니다.
 - 생콘크리트 이외의 재료를 측정하는 경우 이 설정을 변경하거나 이 설정만 변경하십시오.
 - 자세한 정보는 제조업체의 서비스 부서에 문의하십시오.

8 SWZ 프로브

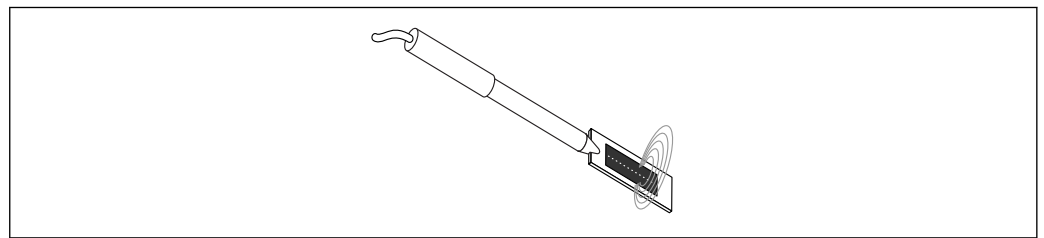
8.1 소개

SWZ 프로브는 1 GHz의 레이더 기술을 사용하며, 측정 필드를 측정 대상 재료의 내부로 깊이 삽입하는 도구입니다. 농도 등급이 F2~F6인 플라스틱 및 액체 생콘크리트는 손으로 쉽게 직접 측정할 수 있습니다. 4~10회의 단일 측정에서 자동 평균화 기능을 통해 재료 배합의 대표값을 측정할 수 있습니다. 구조화된 측정 방법 덕분에 몇 분 내에 정확한 대표 측정 결과가 표시됩니다.

SWZ 프로브에서는 유도파 레이더에 기반한 TDR(시간 영역 반사계) 기술이 사용됩니다. 예를 들어 전력이 10 mW에 불과하여 전자기 방사 등의 잠재적 위험이 없는 레이더파도 산업 수준의 측정에서 사용됩니다. 이 방법에서 레이더 펄스는 시멘트 함량 및 유형에 따라 감쇠되며, 시멘트 평가에서 ECS-T 컨덕턴스 값(dS/m)으로 사용됩니다.

i DIN EN 206-1 및 DIN 1045-2의 사양을 충족하지 않는 콘크리트(예: 번지는 특징이 있는 콘크리트)의 경우 측정값이 크게 변할 수 있습니다. 제대로 혼합되지 않은 콘크리트는 측정이 어렵습니다.

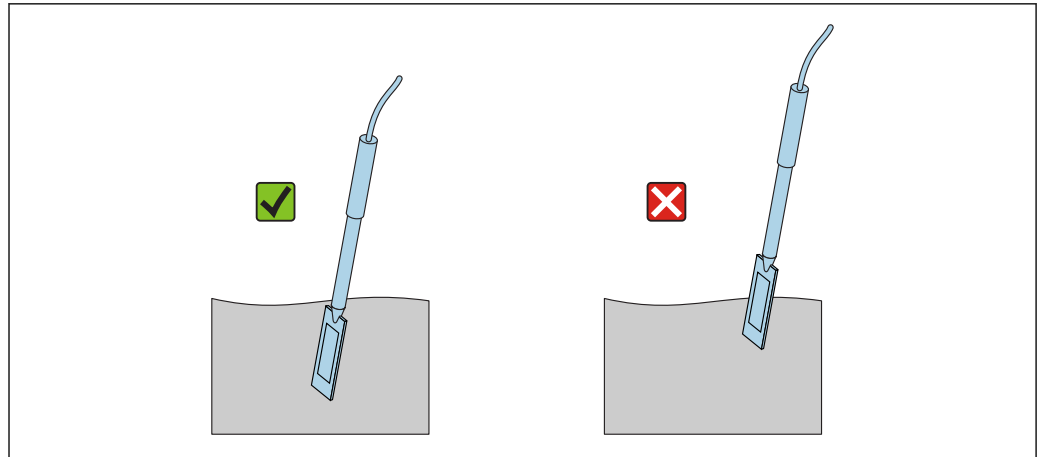
8.2 측정량



A0040930

15 SWZ 프로브의 측정 필드

이론적으로는 전자기장 라인이 측정 대상 재료 안으로 무한 침투할 수 있습니다. 그러나 측정과 관련된 프로브의 유효 침투 깊이는 다크 세라믹 플레이트의 프로브 표면에서 최대 5 cm입니다. 프로브 주변의 자기장 라인이 위의 그림에 나와 있습니다. 측정 필드의 강도와 관련하여 모든 유전 측정 방법에서 자기장 라인 분포는 선형이 아니라 기하급수적이라는 점을 명심해야 합니다. 즉, 모든 측정 방법에서 자기장 라인은 프로브 헤드에서 가장 강하며, 측정 지점이 프로브 헤드로부터 멀어질수록 기하급수적으로 감소합니다. 수분 프로브의 경우 프로브 헤드에 큰 자갈 조각이 있으면 잘못된 판독값이 나올 수 있습니다. 따라서 예를 들어 콘크리트 혼합기에서 사용되는 수분 프로브는 혼합기 프로브의 정확도가 $\pm 1.5 \text{ l/m}^3$ 가 되도록 여러 개별 측정값을 평균화 및 필터링합니다. 혼합기에서처럼 SWZ 프로브를 사용할 때도 프로브 헤드에 큰 자갈 조각이 있으면 판독값이 왜곡될 수 있다는 점을 기억해야 합니다. 따라서 SWZ 프로브로 측정할 때는 모래, 시멘트 및 큰 자갈 조각의 베딩 조건을 변경하여 여러 번의 단일 측정으로 대표 재료 배합을 얻을 수 있어야 합니다. 이를 위해 프로브 헤드 주위에서 다양한 베딩 조건으로 여러 번의 단일 측정을 합니다.



A0040932

☞ 16 SWZ 프로브 사용

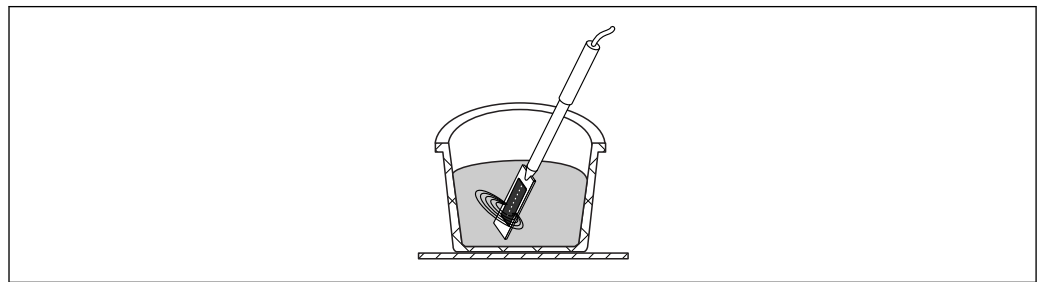
올바른 프로브 사용:

- 콘크리트 내부에 프로브 측정 필드 전체가 위치해야 합니다.
- 측정할 콘크리트에 프로브 헤드를 '에어 갭' 없이 완전히 삽입해야 합니다.
- 여러 번 측정할 때 프로브 헤드를 콘크리트의 같은 지점에 삽입하면 안 됩니다. 한 지점에서만 측정하면 이 지점에서 프로브 헤드가 분리될 수 있습니다. 왜냐하면 프로브 헤드를 뺄 때 빈 공간이 더 미세하거나 더 많은 액체 입자로 채워지면서 수분 함량 값이 점점 높아지기 때문입니다.

8.3 측정 과정

8.3.1 플라스틱 버킷을 이용한 측정

플라스틱 버킷에서 측정하면 금속이 측정에 영향을 주지 않으므로 생콘크리트를 항상 플라스틱 버킷에 넣어 측정해야 합니다. 측정 필드(그림의 파형)의 전파를 고려하여 용량이 약 10 l인 버킷을 선택하십시오(아래 그림 참고). 버킷은 프로브를 콘크리트에 삽입할 때 프로브와 버킷 바닥 사이에 충분한 공간이 있을 만큼 높아야 합니다.



A0041456

☞ 17 SWZ 프로브의 측정 필드 전파

i 프로브가 분리되지 않게 하려면 버킷에 있는 생콘크리트를 흔들지 마십시오. 프로브를 삽입한 후에는 버킷 측면을 발로 2~3번 가볍게 두드려서 콘크리트가 다크 세라믹 플레이트의 프로브 표면을 기포 없이 촘촘하게 덮게 하십시오.

5번 이상 측정해야 합니다. 측정할 때마다 버킷 측면의 다른 지점에서 70° 간격으로 프로브를 삽입해야 합니다.

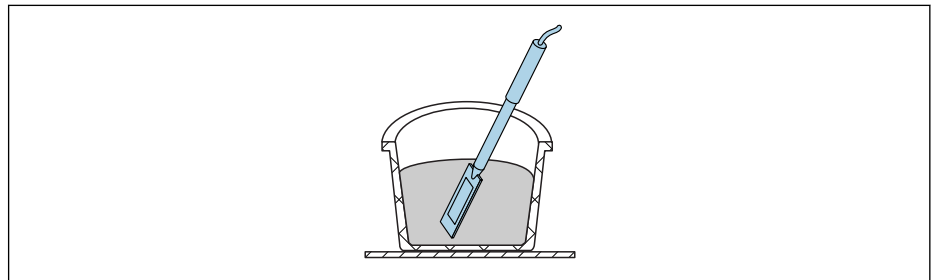
다음을 준수하십시오.

- 프로브 표면의 세라믹 주변에 오래된 콘크리트 잔여물이 없어야 합니다. 필요하면 와이어 브러시로 표면을 깨끗하게 닦으십시오.
- 버킷의 콘크리트 높이가 프로브 헤드(18 cm)보다 3 cm 이상 높아야 합니다. 수분 함량이 많은 콘크리트의 경우 측정 중에 또는 측정 후에 콘크리트가 균열되지 않아야 합니다.
- 버킷의 가장자리에 있는 콘크리트에 프로브 헤드를 약간 비스듬하게 삽입하십시오.
- 버킷 측면을 가볍게 두드려 콘크리트가 더욱 조밀하게 섞이게 하십시오. 이렇게 하면 생콘크리트가 프로브 표면 주변을 최적의 상태로 둘러싸서 더욱 정확한 측정이 가능합니다.

8.3.2 유량 등급이 F2, F3 또는 F4인 콘크리트 측정

1. 버킷의 가장자리에 있는 생콘크리트에 프로브를 삽입하십시오.

↳



A0040936

2. 개별 측정을 하십시오.

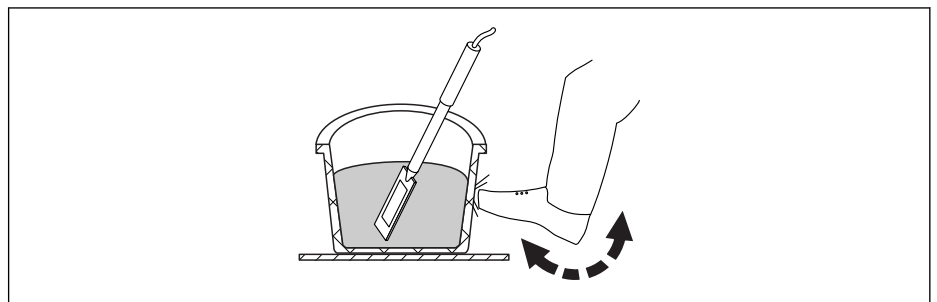
3. 버킷에서 프로브를 제거하십시오.

↳ 콘크리트에서 프로브를 제거하면 이 지점에 공극이 생기면서 미세 입자가 들어갈 수 있습니다.

4. 버킷 측면의 생콘크리트에서 이전 위치로부터 약 70° 떨어진 지점에 프로브를 다시 삽입하십시오.

5. 버킷 측면을 발 등으로 두들겨서 콘크리트가 프로브 표면 주위에서 더 조밀하게 섞이게 하십시오.

↳

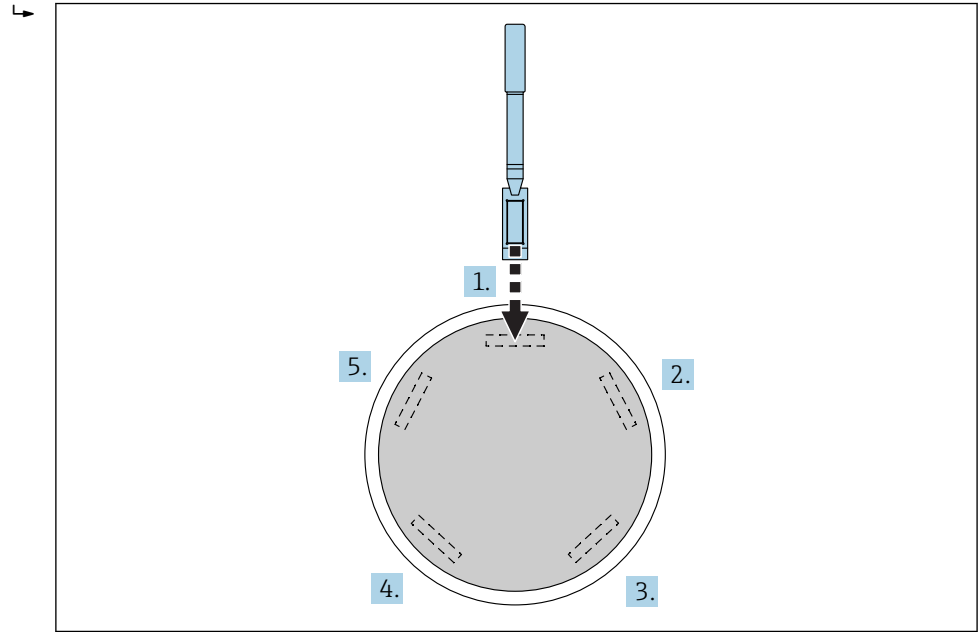


A0040938

6. 개별 측정을 한 번 더 하십시오.

7. 버킷 측면에서 이전 위치로부터 약 70° 떨어진 지점에 프로브를 다시 삽입하십시오.

8. 이 과정을 총 4~5회 반복하십시오.



A0040937

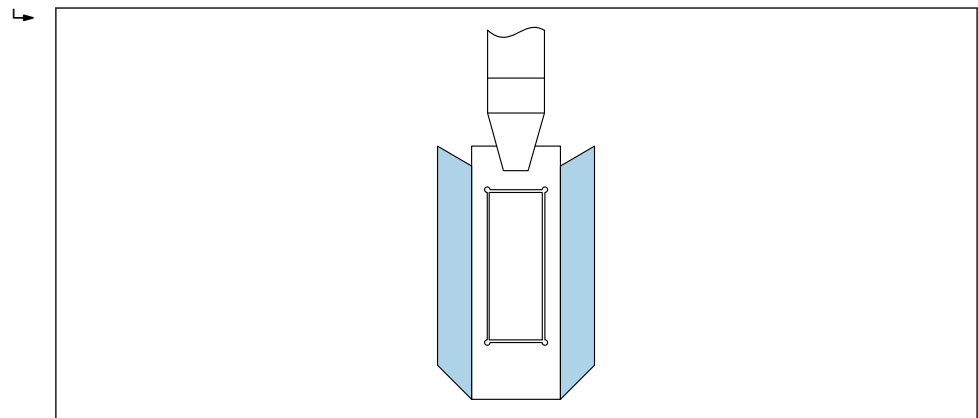
i '고착' 콘크리트의 경우 프로브 표면의 잔류 '고착물' 때문에 측정 결과가 왜곡되지 않도록 프로브의 다크 세라믹 표면을 깨끗하게 닦으십시오. 유량 등급이 F2, F3 및 F4 인 콘크리트는 쉽게 균열되지 않습니다. 따라서 버킷의 측면을 두드려서 프로브를 삽입하면서 콘크리트가 덮게 하는 방법을 이용하면 가장 정확한 측정 결과를 얻을 수 있습니다. 비교적 단단한 F2 콘크리트의 경우 콘크리트 압축을 위해 버킷을 프로브와 함께 진동 테이블 위에 놓고 측정해야 할 수 있습니다.

8.3.3 유량 등급이 F5, F6인 콘크리트 측정

액체 성분이 많은 콘크리트는 쉽게 균열되며, 버킷 바닥에 큰 부분이 쌓일 수 있습니다. SWZ 프로브가 삽입되면 미세한 입자가 프로브 표면 주위에 쌓이면서 수분 함량 측정값이 너무 높아질 수 있습니다.

따라서 유량 등급이 F5~F6인 콘크리트를 측정할 때는 다음 절차를 따르는 것이 좋습니다.

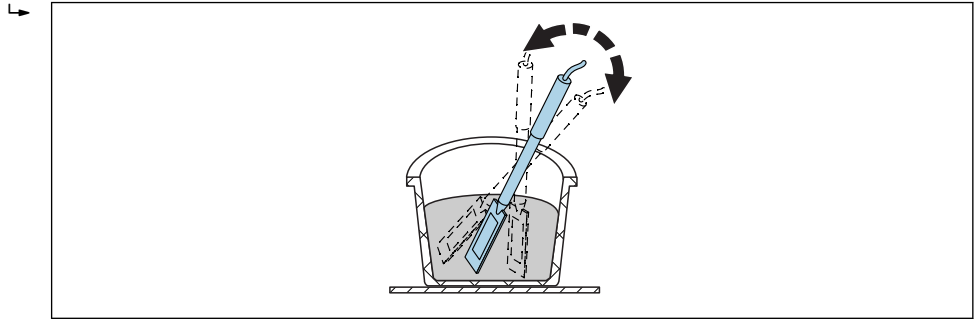
1. 12 l 버킷의 4분의 3을 콘크리트로 채우십시오.
2. 버킷의 가장자리의 콘크리트에 플러그인 블레이드(플라스틱)가 있는 프로브 헤드를 수직으로 삽입하십시오.



A0040931

플러그인 블레이드를 사용하면 측정 중에 큰 자갈 조각이 프로브 헤드에서 측면으로 '흘러가지 않아' 더욱 정확한 측정 결과를 얻을 수 있습니다.

3. 블랙 세라믹 표면이 앞쪽을 향한 상태에서 프로브의 끝을 버킷 바닥의 반대쪽을 향해 대각선 방향으로 천천히 미십시오. 나중에 핸들이 버킷의 가장자리에 있어야 합니다.



이렇게 하면 대표성이 있는 콘크리트 혼합물이 프로브 표면의 주위에 모입니다.

4. 이전과 떨어진 지점에 프로브를 삽입하는 작업을 여러 번 반복하십시오.

→ 표시된 평균값과 크게 차이 나는 개별 측정값은 삭제하십시오.

- i** 유량 등급이 F5 및 F6인 콘크리트를 회전로 건조 샘플링 및 회전로 건조 테스트하면 결과가 부정확하게 나타날 수 있습니다. 회전로 건조 공정용 콘크리트를 버킷 표면 또는 버킷 바닥에서 가져오면 잘 번지는 콘크리트의 경우 수분 함량 오차가 최대 40 l 만큼 나타날 수 있습니다.

4~5회 측정 후 조치사항

- 4~5회 측정 후의 표준편차가 허용할 수 없는 수준(0.5 초과)이거나 측정값의 변동폭이 너무 심한 경우 추가로 개별 측정을 해야 합니다.
- 측정 전에 전문 혼합기를 사용하여 생콘크리트를 버킷에서 다시 혼합하십시오. 콘크리트에서 물이 빠져나갈 수 있으므로 콘크리트를 너무 오래 혼합하지 마십시오.
- 나중에 추가로 측정할 수 있습니다.

- i** 콘크리트가 제대로 혼합되지 않으면 측정할 때마다 측정값이 달라질 수 있습니다. DIN EN 206-1 및 DIN 1045-2 사양을 충족하지 않는 콘크리트(잘 번져서 균열이 생기는 콘크리트)의 경우 측정값이 계속 달라질 수 있습니다. 부정확하게 혼합된 콘크리트는 SWZ 프로브 및 회전로 건조 시험을 통해 측정하기 어렵습니다.

8.4 연구실 및 콘크리트 공장에서 발생할 수 있는 문제

8.4.1 상황1: 콘크리트를 건조 골재와 혼합

암석에 따라 혼합 공정 후 건조 골재가 포화 상태에 이르기까지 시간이 좀 걸릴 수 있습니다. 흡수성이 상대적으로 강한 골재의 경우 3~5 min, 흡수성이 약한 골재의 경우 최대 1 시간이 걸립니다. SWZ 프로브는 코어 수분의 3분의 1만 '볼' 수 있으므로 건조 골재 혼합 후 '일정 시간'을 기다린 다음에 SWZ 프로브로 수분 함량을 확인하는 것이 좋습니다.

예를 들어 건조하고 흡수성이 강한 암석은 비교적 짧은 시간 내에 입방 미터당 최대 30 l의 수분을 흡수할 수 있습니다. 그러나 평균 수분 함량으로 인해 사용 및 보관된 암석이 완전히 건조되지는 않습니다. 일반적인 수분 함량은 7 l/m³입니다. 유효 수분 함량이 175 l/m³인 콘크리트 배합의 경우 '175 l + 23 l = 197 l' 공식이 사용됩니다. 콘크리트가 혼합된 직후의 SWZ 프로브 측정값은 약 185 l이며, 비교적 빨리 약 3~5 min 후에 측정값으로 175 l이 표시됩니다(암석에 따라 다름). 휴대용 계기였으면 최대 코어 수분의 3분의 2가 G-Set 파라미터로 입력되었을 것입니다. 이 경우 유효 수분을 측정할 경우 30 l 최대 코어 수분의 3분의 2가 G-Set용 계기에 입력됩니다(예: G-Set = -20 l).

- i** 건조 골재와 혼합할 때는 SWZ 프로브로 판독하기 전에 암석 유형에 따라 일정 시간을 기다려야 합니다.

8.4.2 상황 2: 콘크리트에 물 추가

아래와 같이 진행한 실험실 테스트 중에 발생할 수 있는 문제 및 부적합 사항입니다.

1. SWZ 프로브를 이용해 버킷에서 수분 함량이 약 8 l인 생콘크리트를 측정했습니다. 예를 들어 측정값으로 178 l/m³이 나왔습니다.
2. 그 다음에 50 g의 물이 생콘크리트에 추가되면서 수분 함량이 예를 들어 178 l/m³에서 184.25 l/m³로 증가했습니다. 소형 혼합기에서 콘크리트를 약 1분 동안 혼합한 후 콘크리트의 원시 밀도와 유량 등급에 대해 테스트했습니다. 그런 다음 SWZ 프로브로 수분 함량을 측정하기 위해 밀도 및 유량 등급 결정에 사용된 콘크리트를 측정 버킷에 다시 부었습니다.
3. 그런 다음 콘크리트의 수분 함량을 SWZ 프로브로 다시 측정했습니다. 하지만 이번에는 결과가 예상했던 184.25 l/m³가 아니라 181 l/m³에 불과했습니다.
 - ↳ 콘크리트가 소형 혼합기에서 혼합되면 수분이 약간 줄어듭니다. 개방된 컨테이너에서 비교적 적은 양의 콘크리트가 혼합되면 수분이 컨테이너의 큰 표면에 붙어서 증발하기 때문입니다. 이 콘크리트를 유동 등급 및 원시 밀도를 테스트하는 데 사용하면 자갈과 모래는 테스트 장비의 외벽에 거의 달라 붙지 않지만, 수분의 흡착으로 인해 수분과 미세한 성분이 표면에 '달라 붙습니다'. 이러한 현상은 쉽게 확인할 수 있습니다. 첫 번째 SWZ 프로브 판독값이 178 l/m³로 나오면 약 1분 동안 콘크리트를 다시 혼합한 다음 SWZ 프로브로 수분 함량을 다시 확인하십시오. 수분 함량이 2~3 l/m³만큼 줄면 혼합 중에 그만큼 수분이 증발했다는 뜻입니다.

 그 다음에 콘크리트를 혼합하면 수분 함량 측정값에 상당한 편차가 발생합니다.

8.4.3 상황 3: 콘크리트 공장의 샘플링

1. 콘크리트를 레미콘으로 옮기기 전에 콘크리트 샘플을 트윈 샤프트 믹서에서 버킷으로 바로 옮겼습니다.
2. 정규 분포 그레이딩 곡선 및 수분 목표 값(170 l/m³)을 갖는 콘크리트 샘플을 SWZ 프로브로 측정한 후 판독값이 170 l/m³로 나왔습니다.
3. 그 후 5 kg의 콘크리트 샘플을 회전로에서 건조시켰습니다. 회전로에서 건조한 후의 판독값은 149 l/m³로 -21 l/m³와는 차이가 있었습니다.
 - ↳ 콘크리트가 레미콘에서 다시 혼합되지 않고 트윈 샤프트 믹서에서 혼합되면서 첫 번째 샘플링 동안 회전로에서 건조된 샘플에 큰 자갈 조각이 많이 포함되었습니다. 큰 자갈 조각 때문에 샘플링 과정에서 상당한 오류가 발생했습니다. 샘플에 큰 자갈이 너무 많아서 회전로 건조 후의 값이 149 l/m³까지 감소했습니다 (참고: 자갈 조각에는 수분이 없음). 그 결과 시멘트 풀의 수분이 줄어들면서 SWZ 판독값이 실제 회전로 건조 값에서 크게 벗어났습니다.

샘플링 시 큰 자갈 조각의 영향:

- **회전로에서 건조한 샘플 1.5 kg (3.31 lb):** 큰 자갈 조각이 2개 많거나 적으면 ±9 l/m³의 오차가 발생합니다.
 - 미세 성분 함량이 비교적 많고 16/32mm 자갈이 적은 A 배합: 16/32mm 자갈 약 5개
 - 갭 그레이딩이 있는(4/8mm 자갈이 적고 16/32mm 자갈이 많은) B 배합: 16/32mm 자갈 약 15개
- **회전로에서 건조한 샘플 5 kg (11 lb):** 큰 자갈 조각이 2개 많거나 적으면 ±3 l/m³의 오차가 발생합니다.
 - 미세 성분 함량이 비교적 많고 16/32mm 자갈이 적은 A 배합: 16/32mm 자갈 약 16개
 - 갭 그레이딩이 있는(4/8mm 자갈이 적고 16/32mm 자갈이 많은) B 배합: 16/32mm 자갈 약 100개

 16/32mm 자갈 1개의 무게는 10~50 g (0.35~1.76 oz)입니다. 따라서 샘플링에 따라 정확도가 크게 달라질 수 있습니다.

9 생콘크리트 측정 시험

주의

금속이 프로브의 측정 필드에 영향을 줄 수 있으므로 측정 중에는 프로브 헤드 근처에 금속이 없어야 합니다. 플라스틱 버킷에서 측정하면 금속이 측정에 영향을 주지 않으므로 생콘크리트를 항상 플라스틱 버킷에 넣어 측정해야 합니다. 프로브 표면은 깨끗하고 잔류물이 없어야 합니다. 프로브 표면에 굳은 콘크리트가 있으면 안 됩니다.

▶ 필요하면 와이어 브러시로 프로브를 깨끗하게 닦으십시오.



- 재료 혼합물의 대표값을 얻으려면 개별 측정을 5회 이상 실행하십시오(SWZ 프로브의 측정 주기 참고).
- 번지는 특징이 있는 콘크리트의 경우 개별 측정을 수행할수록 정확도가 높아지고 대표성이 강한 값을 얻게 됩니다.
- 프로브 표면에 있는 큰 자갈 조각이 판독값에 영향을 줄 수 있습니다. 예를 들어 수분 함량이 더 적게 측정됩니다.
- 제대로 혼합하지 않은 콘크리트는 프로브로 측정하기 어렵습니다.

휴대용 계기에 표시되는 표준편차(StdDev)를 통해 판독 품질을 알 수 있습니다. StdDev 값이 0.5보다 크면 콘크리트 배합이 너무 이질적이므로 단일 측정을 더 많이 해야 합니다. 단일 측정을 중단하고 측정된 값을 최종 결과로 받아들이려면 단일 측정을 6회 이상 실행하고 StdDev 값(0.1~0.5)이 표시되어야 합니다.

개별 키, 프로브 연결, 충전기 등을 사용하는 휴대용 기기 작동법이 설명서에 자세히 나와 있습니다. 다음 섹션에서는 LCD 디스플레이와 키를 사용한 개별 작동에 대해서만 설명합니다.



정확한 수분 함량이 표시되려면 '배합 특징' 및 암석 유형에 따른 콘크리트 유형으로 미리 설정해야 합니다.

CHAR 파라미터의 '미세', '거침', '일반', '특수' 설정으로 콘크리트 배합 특징을 설정할 수 있습니다('설정 및 측정' 섹션 참고).

G-Set 파라미터를 사용하여 암석 유형에 따른 콘크리트의 종류에 맞게 미세 조정할 수 있습니다. G-Set 값에 양의 부호가 있으면 측정 중에 설정값을 자동으로 더하거나 뺍니다. 기준에서 벗어난 수분 함량이 계속 표시되면 G-Set 값을 예를 들어 -10에서 -8로 줄여야 합니다. 암석 유형(위치)에 따른 콘크리트 종류에 대해 고려하고 계기에 입력해야 하는 정확한 G-Set 값은 다음 두 가지 방법으로 확인하거나 정할 수 있습니다.

- SWZ 프로브의 측정값과 콘크리트의 수분 함량에 대한 몇 가지 올바른 목표값 비교
- SWZ 프로브의 측정값과 실험 방법(예: 회전로 건조)의 몇 가지 올바른 값 비교

9.1 방법

9.1.1 1. 휴대용 기기 켜기

엔터 키(**C**)를 1 s 이상 눌러서 'CHANGE' 배합 메뉴에서 기기를 켭니다. 엔터 키(**C**)를 다시 길게 눌러서 기기를 다시 끕니다(측정 창에서만 가능). 10 min 이내에 기기를 작동하지 않으면 기기가 자동으로 꺼집니다('Auto-Power-Off' 메뉴 항목에서 이 시간을 최대 20 min까지 변경할 수 있음).

9.1.2 2. 원시 밀도, CHAR 파라미터 및 G-Set 변경하기

수분 함량을 측정하기 전에 측정할 콘크리트의 원시 밀도를 입력해야 합니다. 또한 CHAR 파라미터를 사용하여 콘크리트 배합의 특징을 '미세', '거침', '일반', 또는 '특수'로 설정해야 합니다('설정' 장 참고). 이 기기에서는 G-Set 파라미터를 사용하여 암석 유형에 해당하는 콘크리트로 설정됩니다. G-Set는 리터/m³ 단위로 입력하며, 최대 ±50 l 단위로 입력할 수 있습니다.



- 1 원시 밀도 D
- 2 특성
- 3 G-Set

콘크리트 배합의 특성을 4가지로 설정 가능: 거침 A(마이너스 보정), 일반 B(보정 없음), 미세 C(플러스 보정), 특수 U(갭 그레이딩에 대해 마이너스 보정). 참고: 이 파라미터는 콘크리트의 모르타르 함량에 따라 달라질 수 있습니다.

G-Set: 암석 유형과 코어 수분으로 콘크리트 종류에 맞게 SWZ 프로브를 미세 조정. 일반적으로 최대 ± 50 l 입력: 유효 수분 함량(유효 수분)을 측정해야 하는 경우 측정 중에 -10 l(코어 수분의 3분의 2)을 자동으로 차감합니다.

i 회전로 건조 수분 함량을 프로브로 측정하려면 코어 수분의 1/3로 G-Set에 대한 양수 값을 입력하십시오.

1. 이동 키(**▲▼**)를 눌러서 파라미터를 스크롤할 수 있습니다.
↳ 선택한 파라미터는 디스플레이에 어두운 색으로 표시됩니다.
2. 엔터 키(**C**)를 눌러서 선택한 파라미터를 활성화합니다.
3. 활성화한 파라미터를 이동 키(**▲▼**)로 설정합니다.
4. 엔터 키(**C**)를 누르면 설정된 값이 적용됩니다.
↳ 더 많은 파라미터를 설정할 수 있는 'CHANGE' 메뉴로 자동으로 이동합니다.
5. 원시 밀도, CHAR 파라미터, 가능한 'G-Set' 값을 입력한 다음 엔터 키(**C**)를 누르면 'Meas' 메뉴로 자동으로 이동합니다.

i 원시 밀도는 수분 함량을 계산하는 데 직접 사용되므로 반드시 입력해야 합니다. 허용 가능한 측정 결과를 얻기 위해 현장에서 원시 밀도를 결정하는 방법으로 목표 원시 밀도를 입력할 수도 있습니다. 밀도 편차가 ± 0.02 이면 수분 함량 측정값의 오차가 ± 1.6 l이라는 뜻입니다. 원시 밀도가 2.2와 2.3이어서 차이가 0.1이면 수분 함량의 차이가 8 l이라는 뜻입니다.

9.1.3 3. SWZ 프로브 삽입 및 개별 측정 시작하기

두 가지 과정이 있습니다.

- F2, F3 및 F4 콘크리트: 버킷의 가장자리에 프로브를 살짝 기울여서 삽입하고 버킷을 가볍게 두드려서 콘크리트가 조밀하게 섞이게 하십시오.
- F5-F6 콘크리트: SWZ 프로브용 플러그인 블레이드를 사용하십시오. 버킷 가장자리의 콘크리트에 프로브를 수직으로 삽입하고, 프로브의 주변에 대표 콘크리트 혼합물이 생기도록 프로브 팁을 버킷의 반대쪽으로 천천히 사선으로 밀어넣으십시오.

1. 생콘크리트에 공기가 들어가지 않도록 주의하십시오.
2. 엔터 키(**C**)를 눌러서 측정을 시작하십시오. 원시 밀도를 바탕으로 정해진 수분 함량이 l/m^3 단위로 계산되어 표시됩니다. 'No. values'는 실시한 개별 측정의 횟수를 나타냅니다.
↳ 첫 번째 개별 측정은 실행하면 화면에 회전하는 기호(**C**)로 표시됩니다. 측정 시간은 약 2 s입니다.



18 Meas 메뉴

- 1 새 파라미터를 설정합니다.
- 2 짧게 누르면 마지막 개별 측정값이 삭제됩니다. 길게 누르면 전체 측정값이 삭제됩니다.
- 3 시멘트 전도도/평가
- 4 표준편차. 표준편차가 0.5 초과이면 단일 측정을 더 실행해야 합니다.
- 5 배터리 잔량
- 6 평균 수분 함량
- 7 마지막 단일 측정(삭제 가능)
- 8 실행한 측정 횟수

- 재료 혼합물의 대표값을 얻으려면 개별 측정을 5회 이상 실행하십시오(SWZ 프로브의 측정 주기 참고).
- 번지는 특징이 있는 콘크리트의 경우 개별 측정을 수행할수록 정확도가 높아지고 대표성이 강한 값을 얻게 됩니다.
- 프로브 표면에 있는 큰 자갈 조각이 판독값에 영향을 줄 수 있습니다. 예를 들어 수분 함량이 더 적게 측정됩니다.
- 제대로 혼합하지 않은 콘크리트는 프로브로 측정하기 어렵습니다.

측정 품질:

휴대용 계기에 표시되는 표준편차(StdDev)를 통해 판독 품질을 알 수 있습니다. StdDev 값이 0.5보다 크면 콘크리트 배합이 너무 이질적이므로 단일 측정을 더 많이 해야 합니다. 단일 측정을 중단하고 측정된 값을 최종 결과로 받아들이려면 단일 측정을 6회 이상 실행하고 StdDev 값(0.1~0.5)이 표시되어야 합니다.

그러나 많이 번지는 콘크리트처럼 콘크리트 배합이 매우 이질적이면 0.5 미만의 StdDev를 얻기가 매우 어렵습니다.

디스플레이 화면에 표시되는 얼굴 표정으로 표준편차가 양호한지, 허용 가능한지를 알 수 있습니다.

- 😊 좋음(0.2 미만)
- 😐 허용 가능(0.2~0.49)
- ☹️ 허용 불가(0.5 초과)

휴대용 계기에서 100 l/m³ 미만의 수분 함량 값은 자동으로 걸러냅니다. 일련의 측정에서 실수로 시작 버튼을 누르거나 프로브가 콘크리트에 완전히 유입되지 않은 경우가 여기에 해당됩니다.

값이 너무 낮으면 경고 기호(▲)가 표시되며, 이 값은 평균 계산에 반영되지 않습니다.

이동 키(↵)를 눌러 일련의 측정 결과를 삭제할 수 있으며, 이 경우 새 측정 주기를 시작할 수 있습니다.

9.1.4 4. 다음 개별 측정 시작하기

콘크리트 균열을 방지하기 위해 5번 측정을 한 후에는 생콘크리트를 다시 혼합하는 것이 좋습니다. 프로브 헤드에서 다양한 크기의 자갈 조각으로 구성되도록 재료 혼합물이나 구성을 변경하면 대표성이 확보됩니다.

- ▶ 엔터 키(C)를 눌러서 측정을 시작하십시오.
 - ↳ 두 번째 측정을 실행합니다. 소요 시간은 약 1 s입니다. 새 측정값이 평균값 산출에 사용되며, 평균 수분 함량은 첫 번째 및 두 번째(또는 그 이상)의 측정값에서 계산되어 표시됩니다.

9.1.5 5. 추가로 개별 측정 실행하기

4단계에서 설명한 대로 진행하십시오. 개별 측정 횟수가 많을수록 최종 결과의 대표성과 정확성이 향상됩니다. 콘크리트 번짐 등으로 인해 판독값이 크게 변하면 개별 측정을 더 많이 실행하는 것이 좋습니다. 일정 횟수의 개별 측정을 실행하면 측정 품질을 확보하고 수분 함량 결과가 l/m^3 단위로 적용될 수 있도록 0.5 미만의 표준편차 Std-Dev가 표시됩니다.

이동 키(▼)를 누르면 일련의 측정 결과가 삭제되며, 기기에서 새 측정 주기를 시작할 수 있습니다.

9.2 코어 수분 및 수분 흡수

SWZ 프로브는 생콘크리트의 유리 수분과 모래 코어 수분보다 무거운 최대 코어 수분(일반적으로 1/3)을 모두 측정합니다. 코어 수분을 거의 흡수하지 않는 암석 유형이 있지만, 사암이나 석회 모래와 같이 코어 수분을 최대 50 l까지 흡수할 수 있는 골재가 있습니다.

따라서 암석 유형과 위치를 이용해 SWZ 프로브를 사용 중인 콘크리트 배합으로 한 번 설정해야 합니다.

계기에서 유효(또는 회전로 건조) 수분 함량을 표시할 수 있으려면 사용되는 암석 유형에 대한 'G-Set' 파라미터의 값을 반영해야 합니다. 이 값은 한 번만 정해야 합니다.

SWZ 프로브 - 유효 수분 측정:

예를 들어 암석에 15 l의 코어 수분이 있으면 SWZ 프로브에서 감지하는 양은 1/3에 불과합니다. 즉, 유효 수분 함량을 측정하려면 나머지 2/3를 G-Set에 대한 음수 값으로 지정해야 합니다. 이 예에서는 일반적으로 코어 수분이 $15 l/m^3$ 인 경우 G-Set을 $-10 l/m^3$ 로 설정합니다.

SWZ probe - 회전로 건조 수분:

회전로 건조 수분 함량을 SWZ 프로브로 측정하려면 코어 수분의 로 G-Set에 대한 양수 값을 입력하십시오. 이 예에서는 일반적으로 코어 수분이 $15 l/m^3$ 인 경우 G-Set을 +5 l로 설정합니다.

암석 유형(위치)에 대해 고려하고 계기에 입력해야 하는 정확한 양수 또는 음수의 G-Set 값을 다음 두 가지 방법으로 확인하거나 정할 수 있습니다.

- SWZ 프로브의 측정값과 콘크리트의 수분 함량에 대한 몇 가지 올바른 목표값 비교 (건조 골재와 섞이는 콘크리트 혼합물 이용)
- SWZ 프로브의 측정값을 몇 가지 올바른 회전로 건조값과 비교하거나 회전로 건조 후 수분 함량 결정

회전로 건조 수분 함량은 다음과 같이 계산합니다.

회전로 건조 값 = 유효 수분 + 코어 수분 + 수분처럼 작용하는 첨가제.

SWZ 프로브는 측정 과정에서 수분처럼 반응하는 첨가제도 측정합니다. W/C 수분 함량을 평가하고 결정할 때 이 점을 고려해야 합니다.

회전로 건조 시의 코어 수분량 계산을 위한 값:

예를 들어 흡수성이 매우 강한 석회가 예를 들어 2 %의 수분을 흡수하면 골재의 총 밀도가 $1700 kg/m^3$ ($3748 lb/ft^3$)일 경우 1세제곱미터의 골재가 있는 34 l의 코어 수분이 됩니다. 코어 수분 = 수분 * 암석의 원시 밀도 / 100 = 2 % × $1700 / 100 = 34 l/m^3$ 의 수분 흡수(WA24)

휴대용 계기의 G-Set에 적용되는 값:

SWZ 프로브는 100 %의 코어 수분을 측정할 수 없으므로, SWZ 프로브로 유효 수분 함량 또는 유효 수분을 측정해야 하는 경우 (이 예에서는) G-Set 값은 약 $-23 l/m^3$ (총 코어 수분 함량인 34 l의 2/3)로 설정하는 것이 좋습니다. 암석 유형 또는 위치에 대해 정하거나 가정한 G-Set 값은 건조 골재와 신뢰할 수 있는 방식으로 섞은 혼합물이나 여러 신뢰할 수 있는 회전로 건조 값을 비교하여 결정하거나 확인해야 합니다.

9.3 회전로 건조 참조값

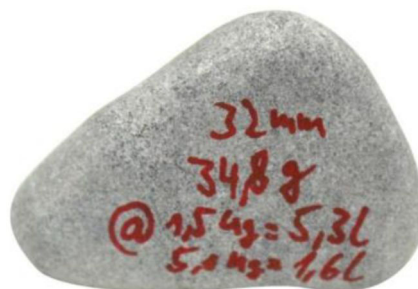
계기에서 설정할 수 있는 G-Set 파라미터를 이용하면 회전로 건조 비교 측정을 통해 SWZ 프로브를 암석 유형이 있는 콘크리트 배합으로 교정할 수 있습니다. 그러나 생콘크리트를 정확하게 회전로 건조하기는 쉽지 않다는 점에 유의해야 합니다. 회전로 건조 과정에서 시멘트가 서서히 침전되는 것을 방지하기 위해 생콘크리트를 비교적 빨리 건조해야 합니다. 건조 과정이 너무 느리면 시멘트의 생콘크리트에 유리 수분이 결합될 수 있습니다. 회전로의 물이 화학적으로 또는 결정질로 결합되면 회전로 건조 수분 함량의 계산 결과가 너무 낮게 나타나면서 샘플 무게를 측정할 때 결과가 왜곡됩니다.

회전로 건조 시 발생할 수 있는 문제 또는 영향 요인:

- 가스 버너(토치)로 회전로 건조를 할 때는 고체 입자가 공기로(또는 회전로 컨테이너에서) 빠져 나오지 않게 하십시오. 중량이 감소하면 수분 함량 값이 너무 높게 나오게 됩니다. 회전로 건조 시 생콘크리트를 저어주는 사용자와 그렇지 않은 사용자가 있는데, 이러한 차이 때문에 회전로 건조 값이 달라지게 됩니다. 생콘크리트가 교반되지 않으면 건조 시간이 길어지면서 콘크리트와 수분이 화학적으로 결합될 수 있습니다. 이 상태의 수분은 매우 높은 온도에서도 배출되지 못합니다. 교반으로 인해 너무 많은 고체 입자가 공기로 배출될 수 있으므로 일반적으로 콘크리트가 교반되지 않을 때보다 강하게 교반될 때 측정되는 수분 함량이 더 높습니다.
- 전자레인지로 건조를 할 때는 전원(800 W 또는 1000 W)에 따라 건조 시간을 선택하고 회전로 건조 샘플의 양(예: 1.5~2 kg)에 주의해야 합니다. 동일한 생콘크리트 샘플을 사용하면 가스 버너 또는 전자레인지로 건조할 때 최대 $\pm 3 \sim 10 \text{ l/m}^3$ 의 편차가 자주 발생합니다. '특수 생콘크리트 확인'이라는 제목으로 독일 콘크리트 건축 기술협회(DBV)가 발행한 자료에 전자레인지를 사용한 회전로 건조 과정이 구체적으로 나와 있습니다. 건조 시간이 20 min을 초과하면 수분이 콘크리트에 화학적으로 결합될 수 있습니다. 이렇게 되면 수분 함량이 너무 낮아서 결과가 왜곡될 수 있습니다. 마이크로파의 샘플링 양이 너무 많으면 수분이 화학적으로 결합되면서 수분 함량 측정값이 너무 낮게 나올 수 있습니다.
- 회전로 건조를 위해 콘크리트 샘플을 채취할 때 상당한 편차가 발생할 수 있습니다. 콘크리트가 버킷에 꽤 오랫동안 넣어두는 경우 균열이 발생할 수 있으며, 그 결과 표면에서 취한 회전로 건조 콘크리트 샘플의 수분 함량이 과도하게 높아질 수 있습니다. 유량 등급이 F5 및 F6인 콘크리트에서는 이러한 현상이 더욱 두드러집니다.
- 회전로 건조 샘플의 무게를 측정할 때는 회전로 건조 샘플의 온도에 주의하십시오. 매우 뜨거운 회전로 건조 샘플의 무게를 측정할 때 공기가 상승하면 스케일에서 큰 오차가 발생할 수 있습니다. 예를 들어 4 kg 무게를 측정할 때 고온의 공기에 의해 측정 단위에 따라 30 g의 차이가 발생할 수 있습니다. 무게가 4 kg일 경우 수분 차이는 +0.75 %입니다. 최악의 경우 +0.75 %의 수분에서 $+17 \text{ l/m}^3$ 의 오차가 발생하게 됩니다.
- 콘크리트의 첨가제는 회전로 건조 과정에서 수분처럼 작용합니다. 즉, 회전로 건조 수분 함량의 측정값과 SWZ 프로브의 측정값에 반영됩니다.
- 수분이 비교적 빠르게 결합되어 회전로 건조 과정에서 완전히 배출되지 못하는 방식으로 수분을 화학적으로 결합하는 첨가제가 있습니다(특히 교반 없이 마이크로파로 회전로 건조하는 경우 효과적임).

SWZ 프로브로 실행한 측정이 동시에 측정한 회전로 건조 샘플과 일치하지 않으면 'CHANGES' 메뉴의 'G-Set' 파라미터를 사용하여 계기에서 올바른 수분 측정값으로 설정할 수 있습니다.

9.3.1 재료 샘플



19 자갈

32mm 자갈 조각의 예를 통해 회전로 건조를 위한 대표 샘플의 중요성을 설명할 수 있습니다. 전자레인지로 회전로 건조를 하는 샘플링 양인 1.5 kg을 고려할 때 자갈 1개는 수분의 5.3 l/m³ 값을 나타냅니다. 5 kg의 샘플을 회전로 건조해도 자갈 조각은 1.5 l/m³입니다. 따라서 회전로 건조 방법 및 샘플링에 따라 1개 이상의 자갈 조각에서 중대한 오류가 발생할 수 있습니다.

9.4 반죽 질기가 F1 수준이고 흙에서 건조된 생콘크리트(슬럼프가 없고 딱딱한 콘크리트) 측정

반죽 질기가 F1 수준이고 딱딱한 생콘크리트는 에어 포켓이 커서 SWZ 프로브로 측정할 수 없습니다.

9.5 SWZ 프로브로 측정하는 3개 유형의 수분

SWZ 프로브는 회전로 건조법으로 수분의 동일한 부분을 측정합니다.

- w/c 비율 계산에 반영되는 콘크리트 배합물의 유리 수분입니다. 이 수분은 프로브를 사용할 때 찾는 실제 값입니다.
- 코어 수분의 비율, 골재에 흡수되는 수분입니다. SWZ 프로브는 이러한 코어 수분의 비율(약 1/3)만 측정할 수 있습니다. 코어 수분은 암석의 유형에 따라 5~35 l/m³가 될 수 있습니다. 이러한 (보정) 값은 배합물 및 암석에 따라 G-Set 파라미터(코어 수분의 약 2/3)로 표시됩니다. 일반적으로 G-Set 값은 코어 수분 함량이 15 l/m³일 경우 약 -10 l/m³입니다. 그런 다음 계기의 측정값이 유효 수분 함량과 일치하도록 계기의 측정값에서 -10 l/m³가 자동으로 차감됩니다.
- 수분처럼 작용하는 첨가제도 SWZ 프로브로 측정되며, 이러한 점을 고려해야 합니다.

9.6 공극, 유리 섬유 및 강철 섬유

공극과 유리 섬유는 콘크리트 밀도와 수분을 감소시킵니다.

SWZ 프로브는 공극 또는 유리 섬유에 반응하지 않습니다. 결과적으로 공극 또는 유리 섬유가 있는 콘크리트에서 측정되는 수분 함량은 다소 높습니다. 공극 또는 유리 섬유의 비율에 따라 계기에 표시되는 수치가 5~10 l/m³로 매우 높을 수 있습니다. 콘크리트 배합에 따라 계기의 G-Set 파라미터를 -5~-10 l/m³만큼 줄이는 것이 좋습니다.

강철 섬유가 있는 콘크리트의 경우 강철 함량 때문에 계기에 표시되는 수분 함량이 다소 높습니다. 이 경우에도 계기에서 G-Set 파라미터를 -5~-10 l/m³만큼 줄이는 것이 좋습니다.

10 콘크리트 배합물 관리 및 보관

CHAR 파라미터(미세, 거침, 일반, 특수) 및 G-Set 파라미터(코어 수분 및 첨가제)를 올바르게 설정하면 SWZ 프로브의 측정 결과와 검증된 실제 값 또는 목표 값의 상관관계가 상승합니다. 다른 유형의 콘크리트를 사용하고 반복적으로 검사하는 경우 SWZ 프로브로 정확도를 극대화하려면 휴대용 단말기에 필요한 설정을 기록하시기 바랍니다.

다음은 정보 기록 방법의 예입니다.

- **콘크리트 유형 또는 유형 번호:** F600TL
 - 목표 원시 밀도: 2.422
 - CHAR 파라미터: 거침
 - G-Set 파라미터: -10
- **콘크리트 유형 또는 유형 번호:** AAV2
 - 목표 원시 밀도: 2.441
 - CHAR 파라미터: 일반
 - G-Set 파라미터: -5
- **콘크리트 유형 또는 유형 번호:** 163802
 - 목표 원시 밀도: 2.330
 - CHAR 파라미터: 일반
 - G-Set 파라미터: -8
- **콘크리트 유형 또는 유형 번호:** 3716CL
 - 목표 원시 밀도: 2.367
 - CHAR 파라미터: 미세
 - G-Set 파라미터: -5

11 S1 수분 프로브

i 휴대용 계기를 S1 프로브와 함께 사용하여 모래, 자갈 및 기타 분체의 수분을 측정할 수 있습니다.

11.1 S1 프로브 연결

1. S1 프로브를 휴대용 계기에 연결합니다.
 - ↳ 7핀 플러그인을 휴대용 계기에 있는 소켓에 삽입합니다.
2. 커플링 너트를 조입니다.
 - ↳ 휴대용 계기가 자동으로 프로브를 감지합니다.

표시되는 텍스트의 의미:

- **Cal.:** 프로브에서 실행 중인 교정의 번호
- **Moisture:** 수분을 측정한 값
- **EC-T:** TDR 측정에 기반한 전도도
- **Serial No.:** 프로브의 일련 번호
- **HW:** 하드웨어 버전
- **FW:** 펌웨어 버전

11.2 측정

휴대용 계기는 S1 프로브에 연결된 상태로 'Average' 작동 모드로 작동합니다.

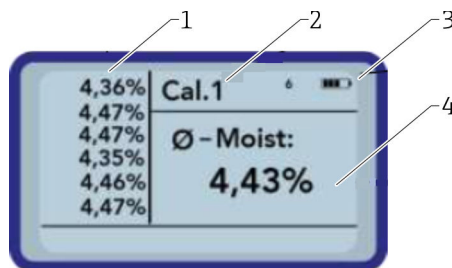
'Average' 작동 모드: 'Average' 작동 모드에서는 최대 6개의 개별 측정에서 계산된 수분 값의 평균이 계기에 표시됩니다.

i 측정 중에는 다른 계기 작동이 불가능하며, 측정이 완료될 때까지 기다려야 합니다.

11.2.1 'Average' 작동 모드

이 모드에서는 수분만 정해지고, 산술 평균은 최대 6개의 개별 값에서 계산됩니다. 중량 측정 수분이 여기에 표시됩니다. 이 모드는 대량의 재료(예: 모래, 자갈)에 있는 수분 함량을 측정하는 데 적합합니다.

휴대용 계기를 켜면 초기 시작 화면 후 'Average' 작동 모드에 다음 화면이 표시됩니다.

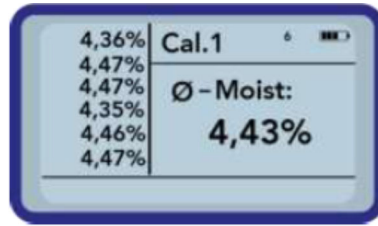


- 1 개별 측정 값
- 2 선택한 교정의 번호
- 3 배터리 잔량
- 4 평균 측정값

1. 엔터 키를 눌러서 측정을 시작하십시오.
 - ↳ 계기에서 시작되고, 측정 중에는 오른쪽 상단에 배터리 기호 대신 회전하는 기호가 나타나며, 다른 작업을 처리할 수 없습니다. 측정 시간은 약 4~5 s입니다. 측정이 완료되면 화면에 배터리 기호가 다시 나타납니다. 화면의 좌측에 개별 측정이 표시됩니다. 마지막으로 측정한 값이 목록 맨 위에 표시되며, 그 아래에 이전 값들이 표시됩니다. 화면의 오른쪽에 산술 평균이 표시됩니다. 평균 값은 최대 6개의 기존 개별 값에서 계산됩니다.

2. 일련의 측정 결과를 삭제하려면 아래 방향 이동 키를 누르십시오.

i 최대 6개의 값만 목록에 임시로 저장할 수 있습니다. 이전 값은 목록에서 삭제되며, 평균 계산에 더 이상 사용되지 않습니다.

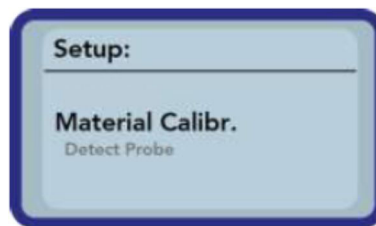


'Average' 작동 모드에서 6번 측정하면 광범위한 재료의 모든 측정 개소에 대한 대표 측정 결과가 제공됩니다.

11.3 설정

휴대용 계기의 설정은 다양한 방법으로 변경 및 조정할 수 있습니다.

1. 폴더 키를 누릅니다.
↳ 다음과 같이 메뉴가 표시됩니다.



2. 이동 키를 이용해 원하는 입력값을 선택합니다.
3. 엔터 키를 눌러서 값을 선택합니다.
4. 폴더 키를 누릅니다.
↳ 현재의 메뉴 항목과 설정 메뉴가 닫힙니다.

설정 옵션 개요

- **모드:**
 - 'Average': 최대 6개 수분 측정값의 평균을 보여줍니다.
- **Material cal.:**
 - 프로브에서 원하는 재료 교정을 선택합니다.
 - 재료 교정을 맞춤 설정합니다.
- **Find probe:** 연결된 프로브를 다시 찾습니다(전원을 켜는 중에 오류가 발생한 경우).
- **Language:** 시스템 언어를 변경합니다.
 - German
 - English
- **Auto-power-off:** 자동 끄기 설정입니다.
- **Display lighting:** 배경 조명 설정입니다.
 - Switch-off time
 - Brightness
- **Display contrast:** 최적의 대비 설정입니다.
- **Probe info:** 프로브에 대한 정보를 표시합니다.
- **Info:** 휴대용 계기에 대한 정보를 표시합니다.

11.3.1 평균 모드

'평균' 작동 모드에서는 %grav 단위의 수분과 tp 단위의 전송 시간만 측정됩니다. 측정된 값은 최대 6개의 측정값과 함께 목록에 임시로 저장됩니다. 이 목록에서 산술 평균이 계산됩니다.

i 최대 6개의 값만 목록에 임시로 저장할 수 있습니다. 이전 값은 목록에서 삭제되며, 평균 계산에 더 이상 사용되지 않습니다.

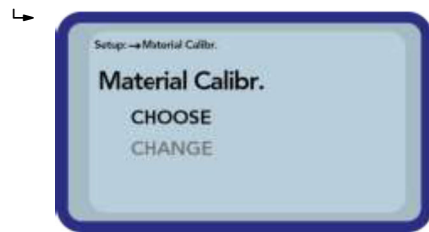
11.3.2 재료 교정

프로브의 용도에 따라 각기 다른 교정이 프로브에 저장됩니다. 예를 들어 모래 수분 측정을 위한 중량 교정 또는 전송 시간 교정 등이 있습니다.

'Material calibration' 메뉴 항목에서 용도에 맞는 교정을 선택할 수 있습니다. 이러한 방식으로 프로브 하나를 다양한 용도로 활용할 수 있습니다.

또한 자체적으로 특수한 재료를 측정할 수도 있습니다.

1. 'Material cal.' 메뉴 항목을 선택합니다.
2. 'Choose' 또는 'Change'를 선택합니다.



'Choose': 15개의 교정 중 하나를 설정합니다.

'Change': 새 교정을 메모리에 저장된 15개의 교정 중 하나로 프로그래밍합니다.

'Choose' 메뉴 항목

15개의 교정 및 교정 이름이 디스플레이에 나타납니다. 그런 다음 아래와 같은 화면이 나타납니다.

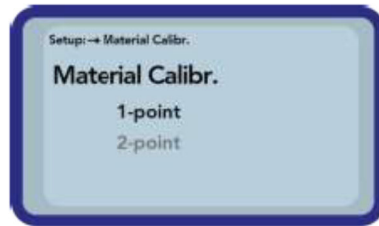


1. 이동 키를 사용하여 목록을 스크롤하고 원하는 교정을 선택합니다. 교정 앞의 '!' 기호는 교정이 활성화된 상태라는 뜻입니다.
2. 엔터 키를 누릅니다.
 - ↳ 이렇게 하면 선택한 교정이 활성화됩니다. 나중에 화면 오른쪽 상단에  기호가 나타나면 해당 옵션이 활성화되었다는 뜻입니다. 또한 활성화된 교정 앞에 '!' 기호가 표시됩니다.

i 이동 키()를 누르면 측정 화면에서 'Choose' 메뉴 항목으로 이동합니다.

'Choose' 메뉴 항목

자체적으로 재료 교정을 하거나 특정 목적에 맞게 기존의 교정을 맞춤 설정할 수 있습니다. 이를 위해 두 옵션이 제공됩니다.



■ 1점 교정:

- 교정 곡선을 선택한 지점으로 조정합니다.
- 기울기는 변하지 않습니다.
- 재료 샘플 1개만 있으면 됩니다.

■ 2점 교정:

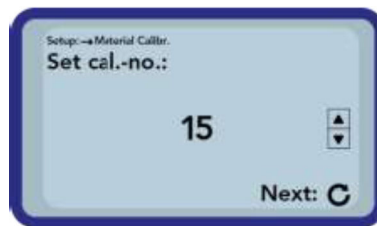
- 두 측정 지점 간의 선형 교정을 생성합니다.
- 수분 값이 각기 다른 재료 샘플 2개가 필요합니다.

1점 교정:

이 재료 교정 옵션은 설정된 교정만 조정(오프셋)합니다. 기울기가 변경되지 않으므로 처음에는 재료에 맞는 교정 곡선을 선택해야 합니다.

i 1점 재료 교정을 실행하려면 측정 대상 재료의 샘플이 필요합니다. 수분 값은 교정 전에 다른 실험 방법(예: 수분 분석기, 회전로 건조)으로 정해야 합니다.

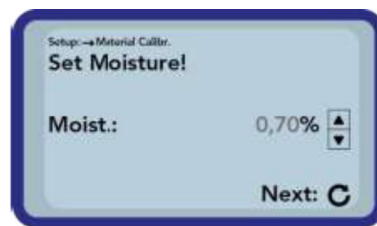
1. 이동 키를 사용하여 교정 메모리(01~15)를 덮어 쓰도록 설정합니다.



2. 엔터 키를 누릅니다.

↳ 설정이 적용됩니다.

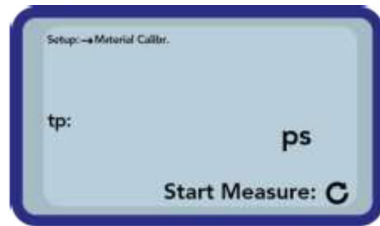
3. 이동 키를 이용해 수분 비율을 선택합니다.



4. 엔터 키를 누릅니다.

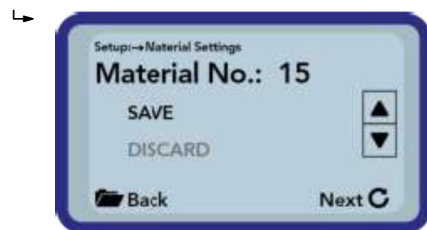
↳ 설정이 적용됩니다.

5. 엔터 키를 다시 누릅니다.
↳ 재료 측정 과정이 시작됩니다.



정확도를 높이기 위해 측정을 4회 실시합니다. 그런 다음 측정값의 평균을 계산합니다. 측정 시간은 약 20초입니다. 측정이 완료되면 측정된 펄스 전송 시간이 잠깐 표시됩니다.

6. 그런 다음 시작 시 설정된 교정 메모리에 교정을 저장할 수 있습니다('Save').



7. 엔터 키를 누릅니다.
↳ 선택한 메모리를 덮어씁니다.
어떤 메모리를 덮어썼는지 명확히 나타내기 위해 원래의 메모리 이름 앞에 'OWN:'이라는 문구가 표시됩니다.

주의

교정 종료 시 'SAVE'를 선택하면 프로브에서 사전 설정된(또는 이미 수정된) 교정 중 하나를 덮어씁니다.

▶ 원래의 교정은 서비스 부서에서만 복원할 수 있습니다.

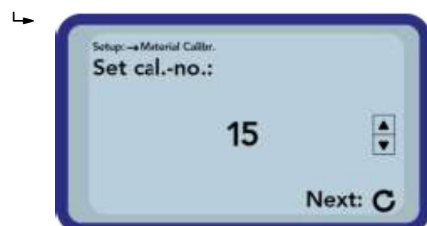
i 측정을 시작하기 전에 측정할 재료에 프로브의 로드가 완전히 들어가게 하십시오. 프로브는 전체 측정 시간 동안 재료 안에 있어야 하며, 움직이면 안 됩니다.

2점 교정:

2점 교정에서는 수분 함량이 다른 두 재료가 측정되며, 이 정보에서 선형 방정식($f(x) = mx + b$)이 계산됩니다. 값이 큰 다항식은 정확도를 높이는 데 유용하지만, 특히 낮은 수분 범위에서는 선형 방정식이면 충분하고 결과가 매우 우수한 경우가 많습니다.

i 2점 재료 교정을 실행하려면 수분 값이 다른 두 재료 샘플이 필요합니다. 수분 값은 교정 전에 다른 실험 방법(예: 수분 분석기, 회전로 건조)으로 정해야 합니다. 다음과 같은 순서를 따라야 합니다. 처음에는 '낮은 수분 값'(건조한 재료), 그 다음에는 '높은 수분 값'(젖은 재료)을 정합니다.

1. 이동 키를 사용하여 교정 메모리(01~15)를 덮어 쓰도록 설정합니다.



2. 엔터 키를 누릅니다.
↳ 설정이 적용됩니다.

3. 이동 키를 이용해 낮은 수분의 수분 비율을 선택합니다.

↳

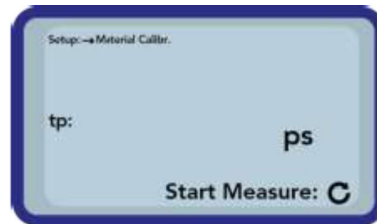


4. 엔터 키를 누릅니다.

↳ 설정이 적용됩니다.

5. 엔터 키를 다시 누릅니다.

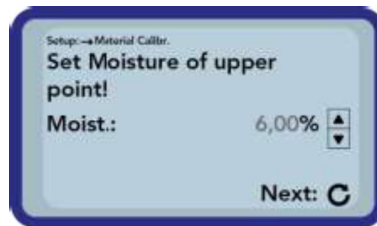
↳ 재료 측정 과정이 시작됩니다.



정확도를 높이기 위해 측정을 4회 실시합니다. 그런 다음 측정값의 평균을 계산합니다. 측정 시간은 약 20초입니다. 측정이 완료되면 측정된 펄스 전송 시간이 잠깐 표시됩니다.

6. 이동 키를 이용해 낮은 수분의 수분 비율을 선택합니다.

↳

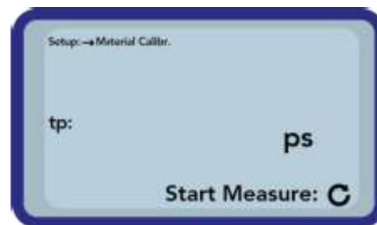


7. 엔터 키를 누릅니다.

↳ 설정이 적용됩니다.

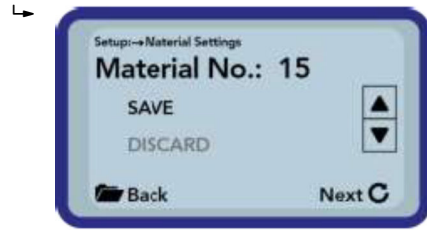
8. 엔터 키를 다시 누릅니다.

↳ 재료 측정 과정이 시작됩니다.



정확도를 높이기 위해 측정을 4회 실시합니다. 그런 다음 측정값의 평균을 계산합니다. 측정 시간은 약 20초입니다. 측정이 완료되면 측정된 펄스 전송 시간이 잠깐 표시됩니다.

9. 그런 다음 시작 시 설정된 교정 메모리에 교정을 저장할 수 있습니다('Save').



10. 엔터 키를 누릅니다.

- 선택한 메모리를 덮어씁니다.
어떤 메모리를 덮어썼는지 명확히 나타내기 위해 원래의 메모리 이름 앞에 'OWN:'이라는 문구가 표시됩니다.

주의

교정 종료 시 'SAVE'를 선택하면 프로브에서 사전 설정된(또는 이미 수정된) 교정 중 하나를 덮어씁니다.

- ▶ 원래의 교정은 서비스 부서에서만 복원할 수 있습니다.

i 측정을 시작하기 전에 측정할 재료에 프로브의 로드가 완전히 들어가게 하십시오. 프로브는 전체 측정 시간 동안 재료 안에 있어야 하며, 움직이면 안 됩니다.

11.3.3 프로브 찾기

아래의 경우에 이 메뉴 항목을 선택합니다.

- 휴대용 계기가 켜질 때 프로브에 통신 문제가 발생한 경우
- 프로브를 아직 연결하지 않은 경우
- 작동 중에 프로브를 교체해야 하는 경우

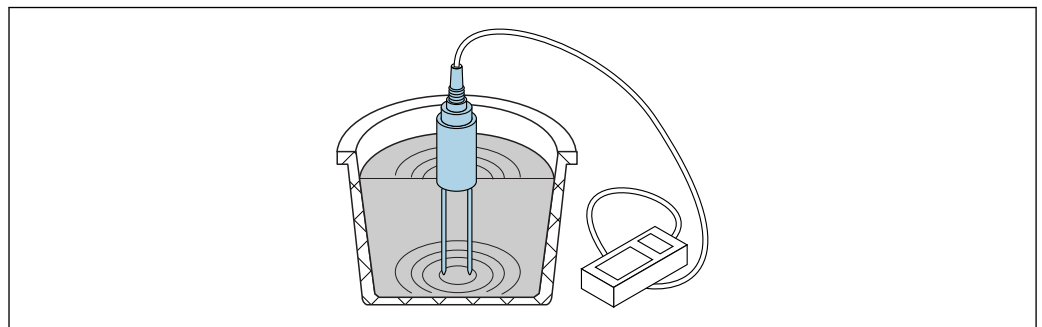
이 메뉴 항목을 선택하면 휴대용 계기에서 연결된 프로브로 다시 연결하려고 시도합니다. 연결이 정상적으로 이루어지면 화면에 프로브의 일련 번호가 표시됩니다. 연결에 실패하면 'Probe not found'라는 메시지가 화면에 표시됩니다.

i 연결이 되지 않으면 프로브가 올바르게 연결되었는지 확인하십시오. 이렇게 해도 문제가 해결되지 않으면 서비스 부서에 문의하십시오.

11.4 S1 프로브 사용

11.4.1 측정량

이론적으로는 전자기장 라인이 측정 대상 재료 안으로 무한 침투할 수 있습니다. 그러나 측정과 관련된 S1 프로브의 유효 침투 깊이는 약 80 mm (3.15 in)(로드 간 거리의 2배)입니다.



A0040907

20 유효 측정량(물결 모양)

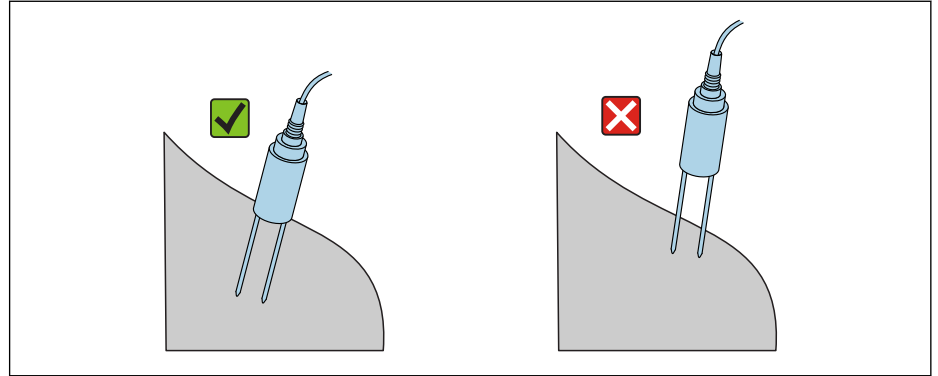
11.4.2 정확성

S1 프로브로 정확도를 극대화하려는 경우 권장하는 방식입니다.

모래와 자갈 더미에서 바로 측정

1. 측정할 재료에 프로브를 파란색 본체까지 삽입합니다.

↳



A0040898

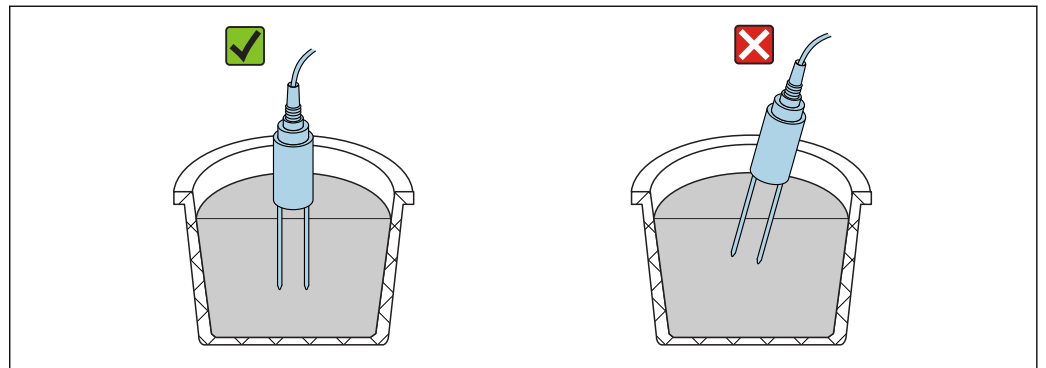
2. 'Average' 작동 모드를 선택합니다.
3. 각기 다른 지점에서 측정을 실시합니다.
↳ 이렇게 하면 재료에 대한 대표 수분 값이 생성됩니다.

i 건조한 날씨가 길어지면 재료의 하층보다 상층이 더 건조합니다. 그러나 건조한 기간이 끝나고 최근에 비가 왔으면 재료의 상층에 습기가 많이 생깁니다. 최상의 측정 결과를 얻으려면 수분을 다양한 지점과 깊이에서 측정해야 합니다.

버킷에서 실험 샘플 측정

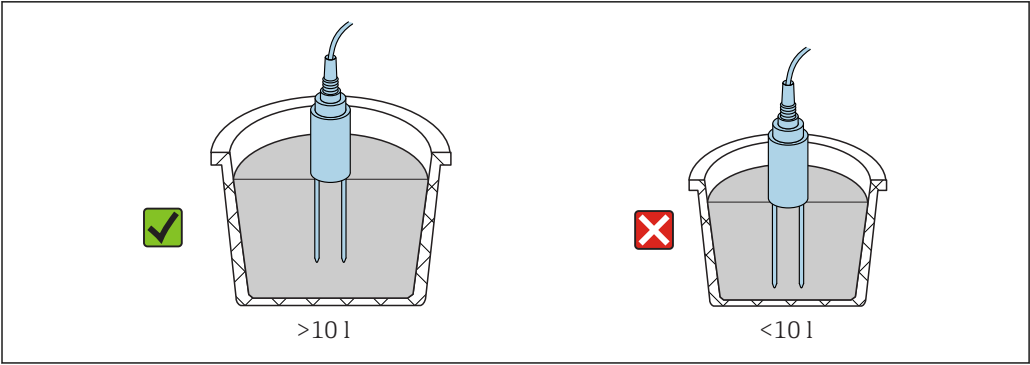
결과의 정확도를 극대화하려면 다음 조건을 충족해야 합니다.

측정할 재료 안에 로드 프로브 전체가 들어가야 합니다.

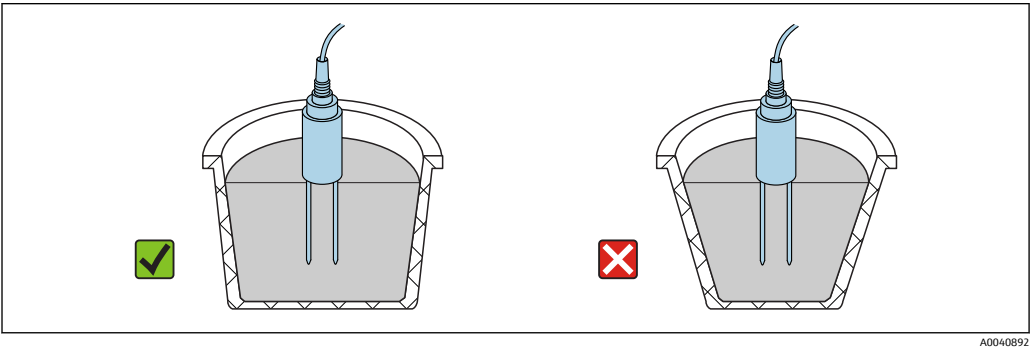


A0040890

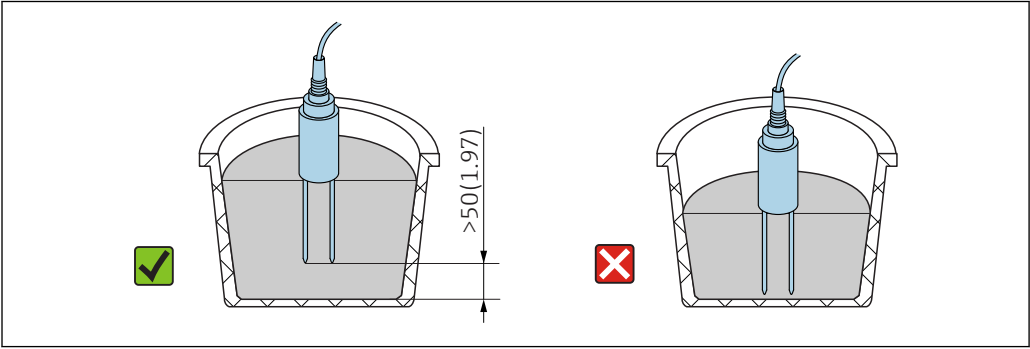
컨테이너의 부피가 10l 이상이고, 비금속 재료여야 합니다.



컨테이너가 원통형에 가까워야 합니다.

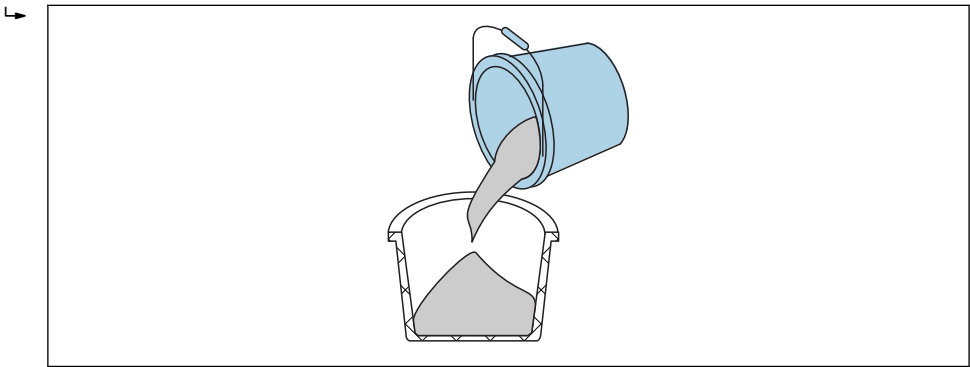


컨테이너의 제품 레벨은 프로브 로드 길이보다 5 cm 이상 커야 합니다.



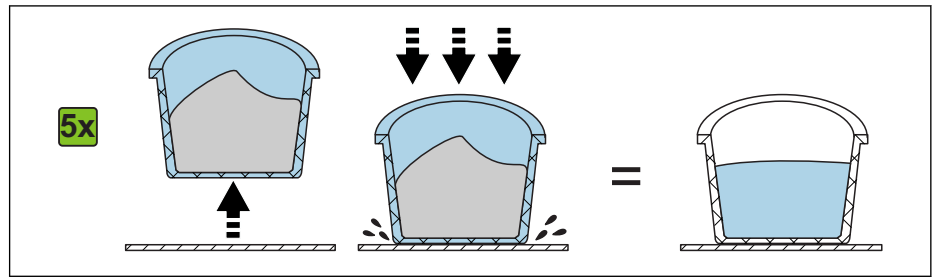
다음 절차에 따라 측정하십시오.

- 1. 컨테이너에 모래를 채우십시오.



2. 컨테이너를 약 5 cm 들어올린 다음 떨어뜨리십시오. 이 작업을 5번 이상 반복하십시오.

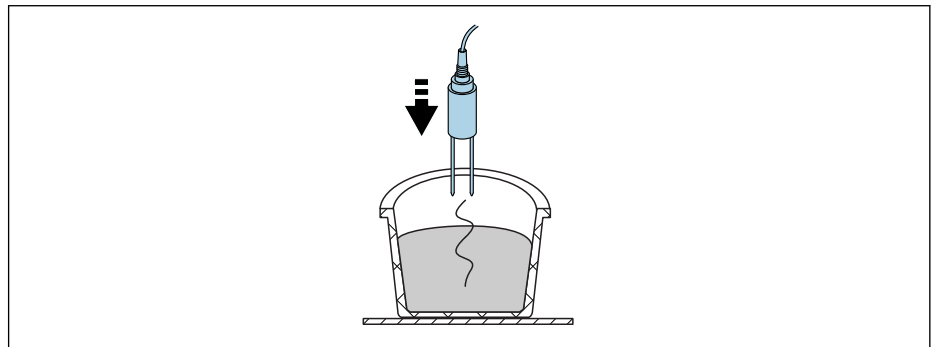
↳ 이 과정에서 모래가 조밀하게 섞입니다.



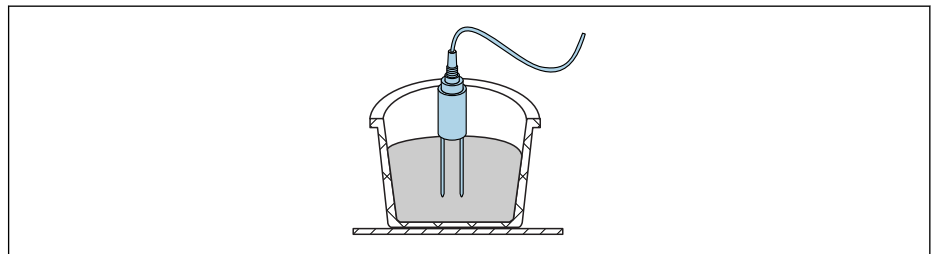
A0040895

3. 프로브를 모래에 삽입합니다. 프로브 끝부분이 모래 표면에 닿으면 프로브를 약간 더 밀어 넣으십시오(프로브를 좌우로 흔들거나 돌리면 안 됨). 자갈과 그릿의 경우 프로브를 삽입할 때 컨테이너를 흔드십시오. 그렇지 않으면 재료에 프로브를 삽입하기가 매우 어렵습니다. 컨테이너를 흔들면 프로브 로드 주변에서 재료가 최적의 상태로 섞입니다.

↳



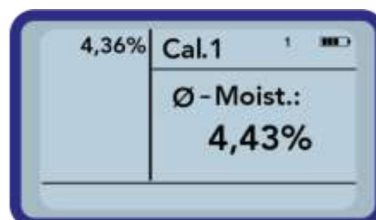
A0040896



A0040897

4. 휴대용 계기를 이용한 측정

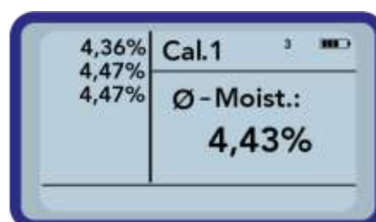
↳



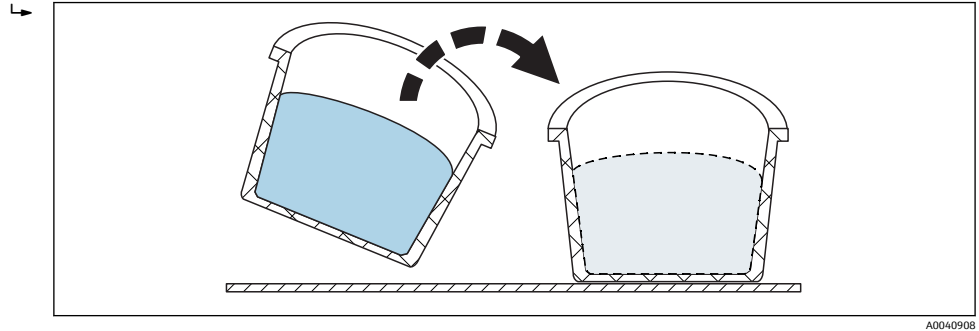
5. 모래에서 프로브를 제거하고 모래를 다시 흔들어서 조밀하지 않게 만듭니다.

6. 2~4단계를 두 번 더 반복해서 총 3개의 측정값을 확보합니다.

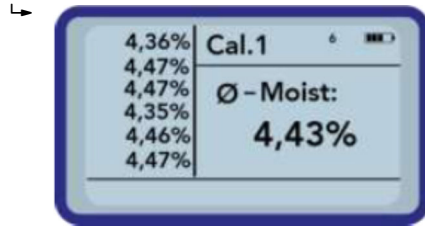
↳



7. 모래를 두 번째 양동이에 부으면 바닥 부분의 모래에서 측정값을 읽을 수 있습니다 (특히 자갈과 관련이 있으며 모래가 포화 상태에 가까워지면 컨테이너 바닥에 유리 수분이 고일 수 있음).



8. 2~4단계를 두 번 더 반복해서 총 6개의 측정값을 확보합니다.



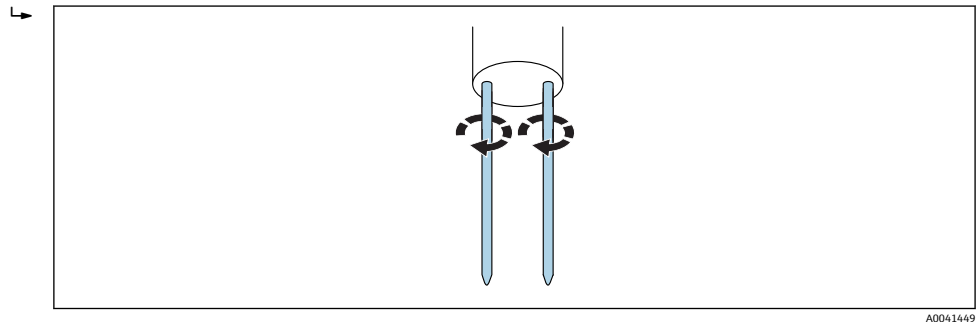
9. 6회 측정값의 평균을 기록합니다.

11.4.3 프로브 로드 교체

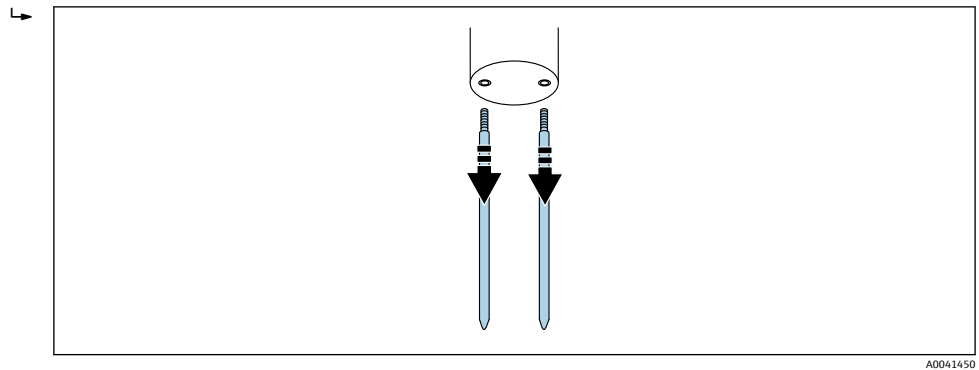
- i** S1 프로브의 로드는 서비스 부서에서만 교체할 수 있습니다.

S1C 프로브의 경우 다음과 같이 로드를 교체할 수 있습니다.

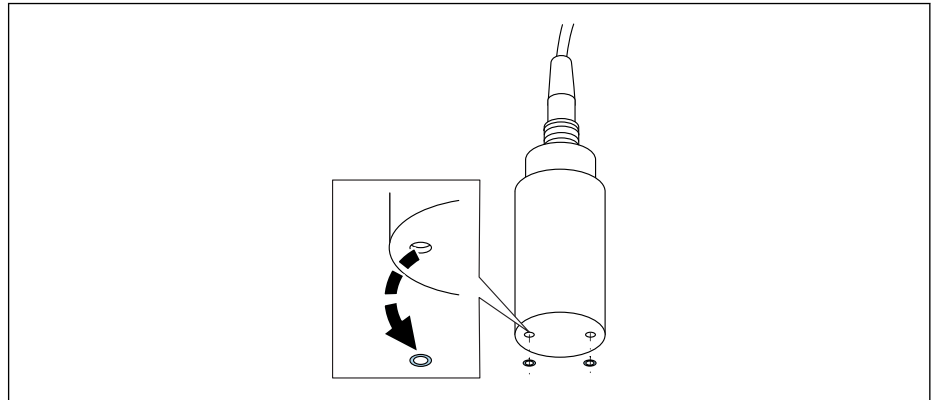
1. 프로브 본체에서 프로브 로드의 나사를 풀습니다.



2. 프로브 로드를 제거합니다.

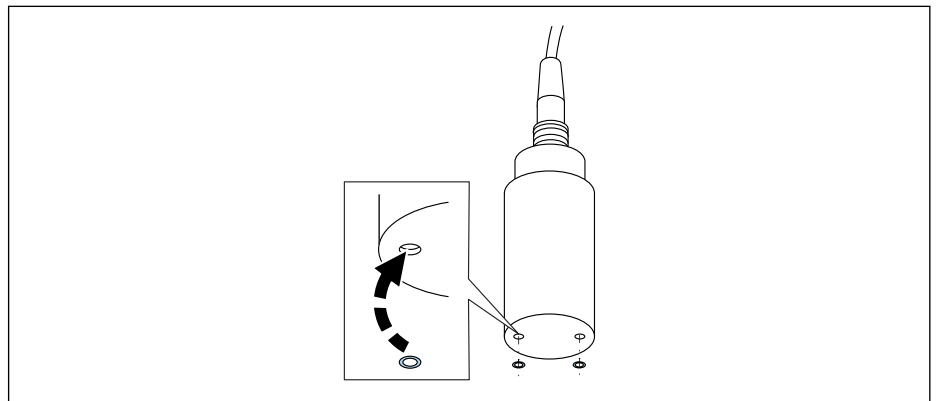


3. 밀봉 링을 제거합니다.



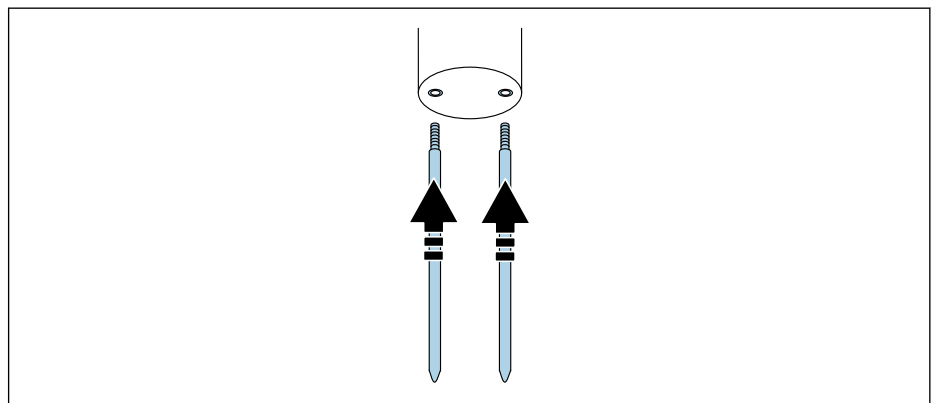
A0041451

4. 구멍에 새 밀봉 링을 삽입하고 나사산까지 밀니다.



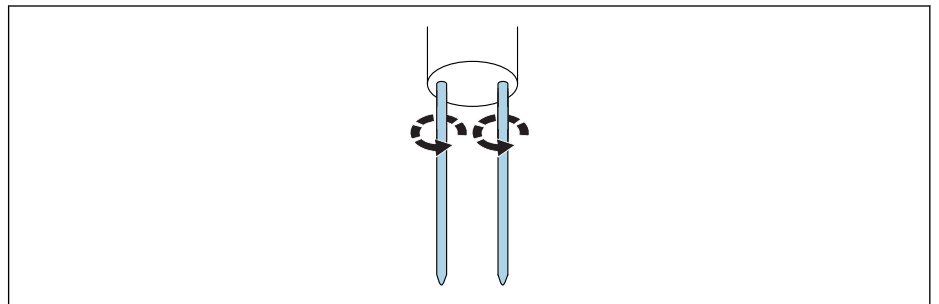
A0040879

5. 프로브 로드를 삽입합니다.



A0040880

6. 프로브 본체에서 프로브 로드를 삽입하고 나사를 조입니다.



A0041452

12 기술 정보

12.1 휴대용 계기

- 높이: 36 mm
- 폭: 64 mm
- 길이: 150 mm
- 무게: (배터리 포함) 약 437 g
- 전원 수요:
 - 전원 꺼짐: 35 μ A
 - 대기 모드:
 - 배경 조명 꺼짐: 26 mA
 - 배경 조명 켜짐: 56 mA
 - 프로브 켜짐: 100 mA
 - 측정: 350 mA
- 충전당 측정 횟수: 최대 약 5,000회(20 °C/최대 배경 조명)
- 연결 가능한 프로브: SWZ, S1, S1C, S2
- 보관 온도: -20~+70 °C (-4~+158 °F)
- 작동 온도: -20~+70 °C (-4~+158 °F)
- 충전 온도: 10~30 °C (50~86 °F)
- 충전 전압: 공칭 12 V, 최대 15 V, 최저 12 V
- 충전 전류: 약 1 A
- 충전 시간: 배터리 완전 방전 시 약 2시간
- 축전지: Ni-MH (4 × 1.2 V) (AA), 2 000 mA/h, 측정 1,000회 이상
- 물리적 BUS: RS485
- 버스 프로토콜: IMP-BUS 프로토콜 II

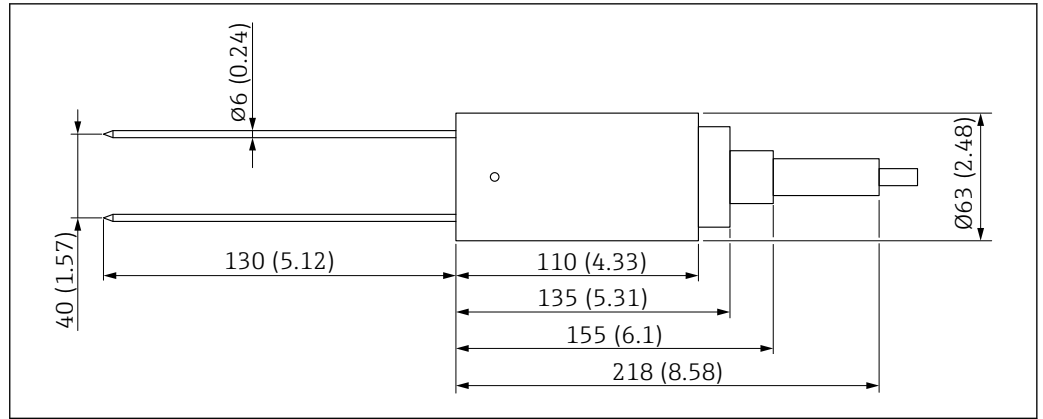
12.2 SWZ 프로브

- 전원 공급 장치: 12~24 V_{DC}
- 소비 전류: 150 mA @ 12 V_{DC}, 2~3 s 측정 주기 시간 중
- 측정 범위: 0~100 % 수분 함량
- 반복성, 수분 함량 측정(콘크리트에 프로브 삽입 상태): ± 2 l/m³
- 절대 정확도: 수분 양의 ± 3 %
- 전도도 범위: 0~20 dS/m
- 측정량: 0.5 l
- 프로브 온도 범위: 0~50 °C (32~122 °F)
- 교정:
 - 사전에 프로그래밍된 생콘크리트 교정
 - 자체 교정 가능
 - 최대 15개의 교정 곡선을 메모리에 저장할 수 있음
- 보호 등급: IP68
- 치수: 155 mm × 60 mm
- 인터페이스: 7핀 커플링 소켓이 있는 1.5 m 케이블

12.3 S1 프로브

모래, 자갈과 같은 분체 수분 측정에서 사용

- 통합 TDR 전자 장치가 달린 센서
- 나사산: M28 × 1.5 (케이블 측면)



A0040884

- 전원 공급 장치: 12~24 V_{DC}
- 소비 전류: 100 mA @ 12 V_{DC}, 2~3 s 측정 주기 시간 중
- 측정 범위: 0~25 % vol. 수분 함량
- 정확도: 최대 ±0.2 % abs vol. 수분 함량
- 전도도 범위: 0~1 dS/m
- 반복성: ±0.3 %
- 온도 드리프트: ±0.3 %
- 측정량: 1 l가 Ø 130 mm × 100 mm에 해당
- 프로브 온도 범위: -15~50 °C (5~122 °F)
- 교정: 모래 자갈, 그릿에 대하여 사전 프로그래밍된 교정
 - 자체 교정 가능
 - 최대 15개의 교정 곡선을 메모리에 저장할 수 있음
 - 유전율에서 가능한 교정 곡선
- 보호 등급: IP68 (PVC)
- 치수: 155 mm × 63 mm
- 로드 길이: 130 mm
- 로드 Ø: 6 mm
- 인터페이스: 7핀 커플링 소켓이 있는 1.5 m 케이블



71465231

www.addresses.endress.com
