



취급설명서

휴대형 디지털 경사계 [Model 5411]

Geotechnical & Mining Instrumentations Civil Engineering

- Bridge
- Structure
- Dam
- Tunnel
- Railway
- Roadway
- Marine Structure
- Foundation
- Pile
- Mine
- Landfill
- Slope
- Excavation

INSTRUMENT

ACE

저희 ㈜에이스인스트루먼트의 제품을 구입하여 주셔서 깊이 감사 드립니다.

㈜에이스인스트루먼트의 전 제품은 제조규격 준수와 ISO-9001 품질보증시스템에 의하여 제조, 교정된 정품임으로 취급에 주의하여 주시고 올바른 데이터 수집과 해석을 위하여 사용 전에 반드시 본 취급설명서를 읽어 보시고 그 내용을 숙지하여 주시기 바라며 설치 제 규정을 준수하여 주시기 바랍니다. 본 제품은 기술적인 자격이 있는 숙련된 기술자에 의하여 설치, 운용되고 해석 되어야 합니다. 본문의 내용과 관련하여 게재된 내용이나 시방은 예고 없이 변경될 수 있으며 저작권은 저희 회사에 귀속되어 있으므로 무단복제를 금합니다.

계측기와 관련하여 궁금하신 점이나 의문사항에 대하여서는 언제든지 저희회사로 문의하여 주십시오.

최고가치의 토목계측기기를 제조하는 (주)에이스인스트루먼트의 제품입니다.

본 제품들은, 저의기술진의 끊임없는 연구개발로 탄생한 믿음의 결정체로서
해외 토목/ 건축/ 암반 / 지질 전문가의 파트너로 신뢰 받고있으며 고객감동을 통하여 국내업계에서도 사랑받길 기대합니다.

품 질 보 증 서

(LIMITED WARRANTY)

1. (주)에이스인스트루먼트 제품은 취득 경위 및 구입처에 관계없이 당사가 직접 책임을 집니다.
본 제품은 우수한 기술진의 철저한 품질관리와 엄격한 심사를 거쳐 합격한 제품입니다.
2. 만약 구입일로부터 3년 이내에 제조상의 결함이나 자연발생적으로 고장이 생겼을 때 당사에 의뢰하시면 수리/교정/검정을 무상으로 하여 드릴 것을 보증합니다.
단, 수리/교정/검정 의뢰를 할 때 탁송료는 구입업체에서 별도로 부담하여야 합니다.
또 보증기간이 지났거나 사용상의 부주의 등으로 인한 고장이나 영점변화 등을 보정하기 위한 작업에 대하여서는 최소의 비용으로 처리해드립니다.
3. 다만 용도변경, 비정상적인 설치, 타사 제조 설치용 부품의 사용 및 타회사에서 수리/교정/검정 한 경우에 한해서는 본 보증서에 의한 품질보증을 받을 수 없습니다.
4. 품질보증기간 내 제조상의 제품결함이 발생할 경우, 제품을 교환하여 드립니다.
5. 품질보증기간 내 사용자의 정상적인 사용에서 고장 및 결함이 발생할 경우, 수리 및 교정, 부품 교환을 무상으로 처리하여 드립니다.
6. 품질보증기간 내 사용자의 과실로 인한 고장 및 결함이 발생할 경우, 수리 및 교정, 부품 교환을 유상으로 처리하여 드립니다.

제1장	제품 소개	2
1-1	설명	2
1-2	시방	3
1-3	제품 용도	3
1-4	제품 특성	4
1-5	특별 부품	4
제2장	사용 방법	5
2-1	휴대형 디지털 경사계 측정 방향	5
2-2	휴대형 디지털 경사계 측정 방법	6
2-3	휴대형 디지털 경사계 설명	8
2-4	안드로이드 스마트폰과 운용 어플리케이션	9
2-5	블루투스 장치 링크	10
2-6	관리기준치 설명	10
제3장	Tiltmeter collector	11
3-1	운용 어플리케이션 설치	11
3-2	운용 어플리케이션 설명	12
3-3	측정 및 데이터 저장(DATA STORAGE)	15
3-4	데이터 및 그래프 보기(VIEW DATA & GRAPH)	19
3-5	데이터 E-Mail 발송(SEND TO E-MAIL)	22
3-6	데이터 입력(IMPORT DATA)	23
제4장	유지관리 & 주의 사항	24
4-1	유지 관리	24
4-2	교정 및 서비스	24
제5장	토목계측기기 설치 운용에 대한 일반적인 주의사항 [부록]	25

1-1 설명

휴대형 디지털 경사계는 건축 구조물의 안정성을 측정하기 위한 안전진단용 측정장비로서 경사계 내에 가속도 경사센서와 데이터 로깅회로, 블루투스 회로를 내장하여 가볍고 장비가 간단합니다. 안드로이드 스마트폰에 전용 앱을 다운로드 하여 사용하므로 별도의 데이터로거, 점프케이블이 불필요하며 혁신적이고 편리한 사용성을 제공합니다.

휴대형 디지털 경사계는 $\pm 30^\circ$ 를 측정할 수 있는 2축의 MEMS 가속도 경사센서가 내장되어 1회 측정으로 2방향의 기울기를 한번에 측정할 수 있어 기존의 아날로그 제품에 비해 활용도가 매우 높습니다. 경사계를 경량화 제작하여 일반적인 제품에 비해 약 50% 정도의 무게로 월등히 가벼워 사용자의 측정시 매우 편안하고 수월합니다.

전용 앱은 스마트폰과 블루투스 통신을 통해 측정되고 저장되어 측정 현장에서 실시간으로 구조물의 기울기를 모니터링할 수 있습니다.

관리기준치 설정기능을 통하여 설정된 관리기준치 이내에서 측정이 되고 있는지 측정과 동시에 파악할 수 있고 연속된 데이터관리를 할 수 있어 매우 유용합니다.

측정일에 따른 데이터를 앱을 통하여 그래프와 각도로 곧바로 확인할 수 있으므로 데이터를 확인하기 위한 시간 낭비없이 현장에서 구조물의 변화에 대한 대응을 매우 빠르게 진행할 수 있습니다.



1-2 시방 (Specifications)

모 델	5411		
센서 소자	2-MEMS 가속도 경사 센서		
측정 범위	±30°		
분 해 능	0.001°(2arc seconds)		
정격 출력	Digital		
직선성오차	0.02% FSR/±10° 구간		
반 복 성	±0.003°		
내충격 계수	2000g		
동작 온도	-20~70 °C		
제품 치수	168x150x88mm		
제품 중량	2.84kg		
주요 재질	스테인레스 합금강재, 알루미늄 아노다이징		
상태 표시	Power, 블루투스, 충전		
편의 기능	ON/OFF 스위치 부착 블루투스 미연결시 자동 OFF 충전콘넥터 부착		
사용 시간	연속 17Hr		
배 터 리	리튬폴리머전지 7.2V		
운 용 앱	앱 명 칭	틸트미터 콜렉터	
	기본 기능	DATA STORAGE VIEW DATA & GRAPH IMPORT DATA SEND TO E-MAIL	
	사용스마트폰	안드로이드 4.3이상 OS 스마트폰	
Tilt plate	부착방법	에폭시 본드 또는 양카볼트 4개소	
	제품치수	Ø120xØ70mm	
	제품중량	0.13 kg	0.31 kg
	주요재질	Nylon #66+GF 50%	STS 304

1-3 제품 용도

- 구조물 경사각 변화를 측정하여 안정성을 판단하고자 할 때
- 터널 굴착이나 도시형 빌딩 공사시 지보 응력이나 공사 인접 구조물에 미치는 영향을 알고자 할 때
- 콘크리트 댐이나 제방의 사면 경사 편향을 측정

1-4 제품 특성

- 디지털 방식으로 응답성이 매우 우수
- 고신뢰성, 고정밀성 가속도계 내장
- 휴대형 경사계 1대로 다측점 측정이 가능하여 경제적임
- 경량화 제품으로 계측이 편안하고 휴대가 간편
- 데이터 로거가 불필요
- 전용 앱을 통한 간편 측정 및 현장 모니터링 가능
- 관리기준치 설정기능



[전용 앱에 의한 현장측정 및 데이터]

1-5 특별 부품

- 유리섬유 플라스틱 Tilt plate
- 스테인레스 스틸 Tilt plate
- Tilt plate용 보호케이스
- 급결 에폭시



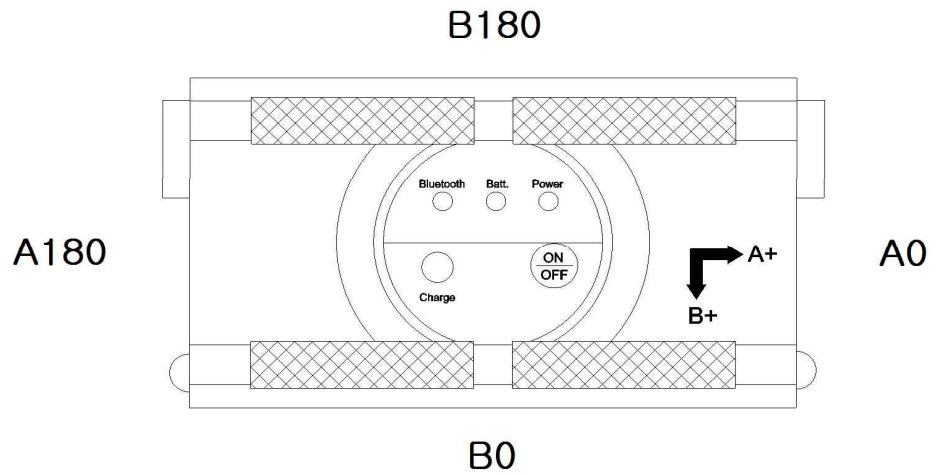
[유리섬유 플라스틱 계열] [스테인레스 스틸 계열]

2-1 휴대형 디지털 경사계 측정 방향

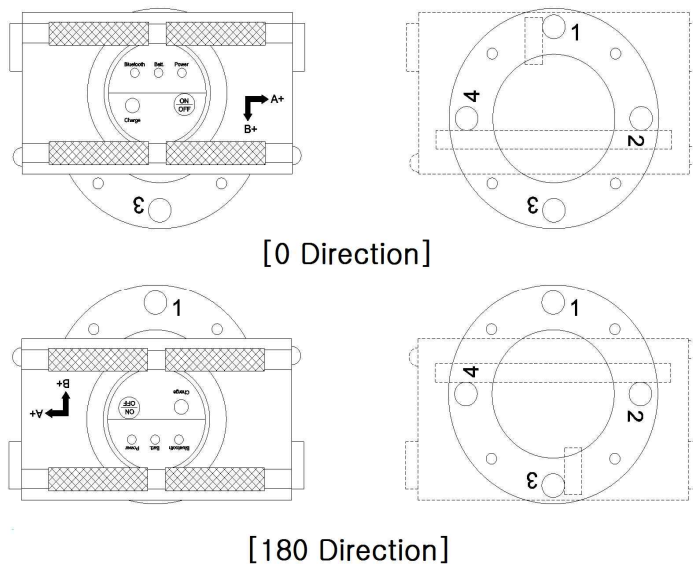
휴대형 디지털 경사계 몸체 내부에는 2 축의 MEMS 경사센서가 내장되어 있습니다. 아래의 그림과 같이 휴대형 디지털 경사계를 Tilt Plate 에 몸체의 Guide Bar 를 맞추어 안착시켜 측정하게 되며 몸체에 표시된 방향과 같이 횡방향이 A 축이며 종방향이 B 축입니다.

기존의 아날로그 타입의 경사계는 1 축용으로 바닥부 측정시에는 A, B 축을 모두 측정하려면 4 번을 측정하여야 하고 벽체부 측정시에는 A 축만을 측정할 수 있었습니다. 휴대형 디지털 경사계는 2 회 측정으로 A 축과 B 축값이 동시에 측정되며, 벽체 측정시에도 A, B 축 모두 측정할 수 있습니다.

A 축의 (+)방향변위는 A0 로, (-)방향변위는 A180 으로 표현되며 B 축의 (+)방향변위는 B0 로, (-)방향변위는 B180 으로 표현됩니다.

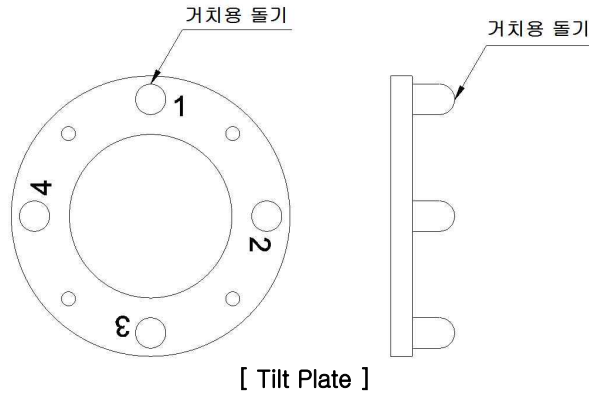


측정 시에는 휴대형 디지털 경사계를 Tilt Plate의 돌기에 경사계의 Guide Bar를 아래의 그림과 같이 길이가 긴 Guide Bar(B)는 돌기 2개, 짧은 Guide Bar(A)는 돌기 1개에 맞추어 3점을 통하여 측정하며 한 축에 대한 0방향과 180방향으로 두 번씩 측정하여 기록하고 각도계산에 적용합니다.



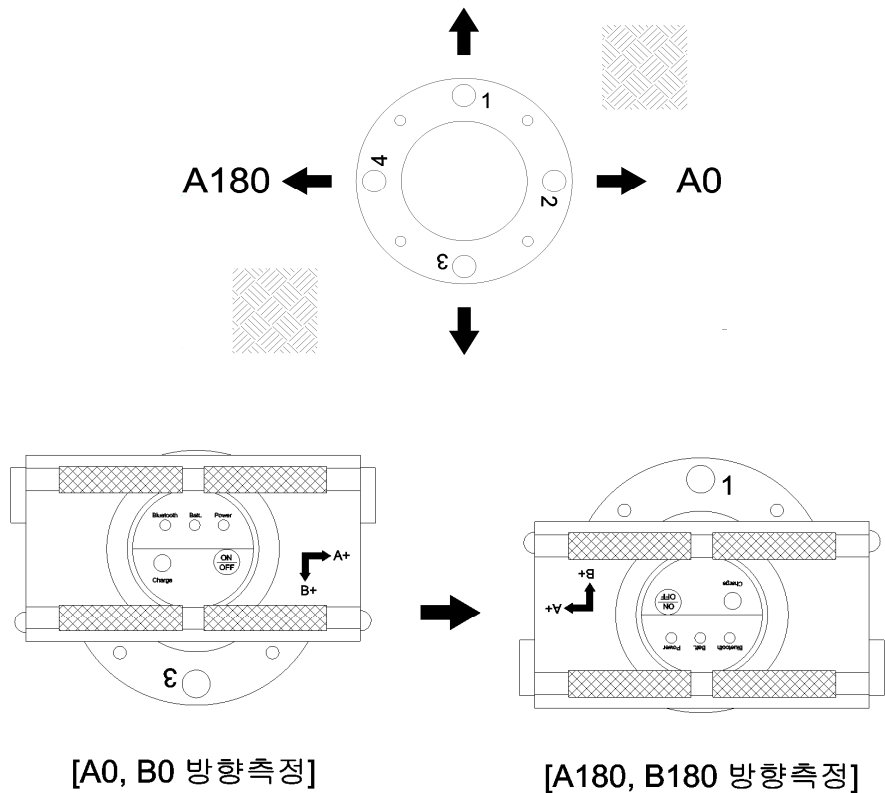
2-2 휴대형 디지털 경사계 측정 방법

일반적으로 사용되는 Tilt Plate 는 휴대형 경사계를 거치하기 위하여 4 개의 볼록한 돌기가 있는 도넛 타입으로 되어 있습니다. 4 개중에 하나를 현장 방향으로 향하게 하여 설치해야 합니다.



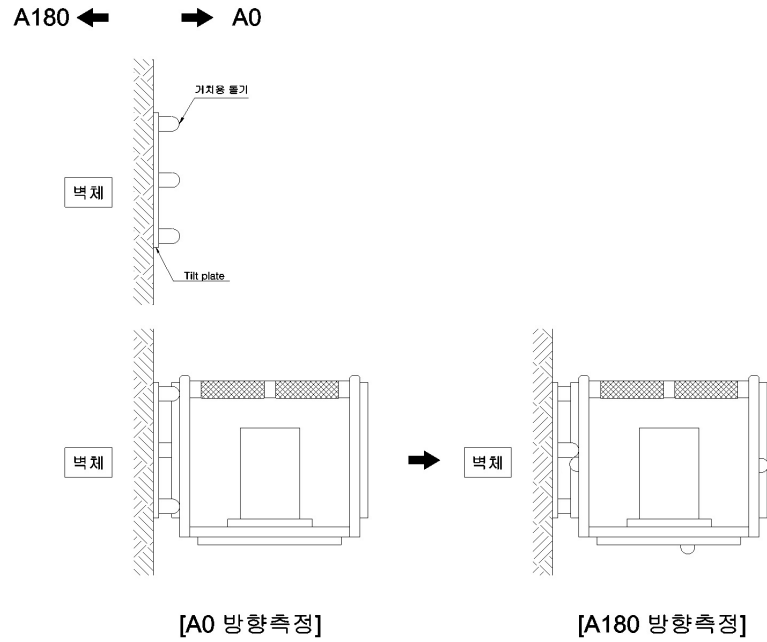
수평으로 Tilt Plate를 설치하여 측정할 경우

수평으로 바닥에 설치된 Tilt Plate 에 휴대형 경사계를 거치하여 측정할 경우에는 휴대형 경사계의 바닥에 있는 Guide 를 이용하여 측정하며 두 축으로 측정을 할 수 있습니다. 일반적으로 A 방향과 B 방향으로 표현합니다. 측정 시에는 [2-1. 휴대형 경사계 측정방향]에서와 같이 A 방향에 대하여 A0, A180 방향으로 두 번을 측정하고 B 방향에 대하여 B0, B180 방향으로 두 번을 측정합니다.



수직으로 Tilt Plate를 설치하여 측정할 경우

수직으로 벽면에 설치된 Tilt Plate 에 휴대형 경사계를 거치하여 측정할 경우에는 휴대형 경사계의 양쪽 옆에 있는 Guide 를 이용하여 측정합니다. 일반적으로 Tilt Plate 가 부착된 구조물의 경사각도를 표현합니다. 측정 시에는 아래의 그림과 같이 A 방향에 대하여 A0, A180 방향으로 두 번을 측정합니다.



2-3 휴대형 디지털 경사계 설명

휴대형 디지털 경사계는 전용 어플리케이션이 설치된 안드로이드 스마트폰과 블루투스 통신을 하여 사용하여야 합니다.
각 부 설명은 다음과 같습니다.



- | | |
|-----------------------|--|
| 전원 스위치 ① | 경사계의 전원을 켜고 끕니다. |
| 전원 상태표시
녹색 LED ② | 경사계의 전원 상태를 표시하며 전원이 켜져 있을 때는 녹색 LED가 점등 됩니다. |
| 배터리 상태표시
적색 LED ③ | 내부 충전 배터리의 충전표시와 배터리 부족 경고용 적색 LED 입니다.
충전기를 연결하고 전원을 켜면 적색 LED 가 점등되고 충전이 완료되면 자동으로 소등됩니다. 배터리를 완전히 충전 후 약 17 시간을 연속 사용할 수 있으며 배터리 잔량이 20% 미만일 때에는 LED 가 점멸됩니다. 최초 점멸시 부터 약 3 시간을 사용할 수 있습니다. |
| 블루투스 상태표시
청색 LED ④ | 스마트폰과 블루투스 통신 상태를 표시합니다.
스마트폰과 블루투스 통신이 접속 된 상태에는 청색 LED 가 점등되고 접속이 끊어진 상태에는 점멸됩니다. |
| [Charge] Connector ⑤ | 경사계에 내장된 배터리 충전 커넥터이며 DC 12V 1A 충전기를 사용하며 만충전까지 약 7시간이 소요됩니다 |

2-4 안드로이드 스마트폰과 운용 어플리케이션

안드로이드 스마트폰
& 스마트 디바이스

휴대형 디지털 경사계 시스템은 기존 아날로그 방식에서의 데이터로거와 같은 별도의 전용 측정장치는 필요 없으며 **안드로이드 4.3 이상**의 OS가 적용된 모든 스마트폰에서 사용이 가능합니다.

(태블릿 PC와 같은 스마트 디바이스에서도 사용이 가능하나 화면비율이 스마트 폰에 최적화되어 있습니다)

스마트폰의 종류 및 사용기간에 따라 배터리 수명이 다르므로 현장 계측시 발생할 수 있는 배터리 문제를 해결하기 위해서는 보조 배터리 팩을 준비하는 것을 추천합니다.

운용 어플리케이션/앱

안드로이드 전용 어플리케이션으로 프로그램명은 "**틸트미터 콜렉터(Tiltmeter Collector)**"

이며 구글 플레이 스토어에서 다운로드하여 사용할 수 있습니다.

운용 어플리케이션은 틸트미터 콜렉터이며 모델 5411 휴대용 디지털 경사계 시스템의 전용 앱이며 기본 기능은 다음과 같습니다.

v 데이터 저장 (DATA STORAGE)

디지털 경사계 시스템을 사용하여 계측을 수행하는 기능으로 현장 설정과 측정위치의 정보를 설정하고 측정 축 방향을 설정하여 측정합니다.

v 데이터 보기 (VIEW DATA & GRAPH)

DATA STORAGE에서 측정된 변위량 데이터와 누적된 절대 변위 그래프를 확인할 수 있습니다.

v 이메일 발신(SEND TO E-MAIL)

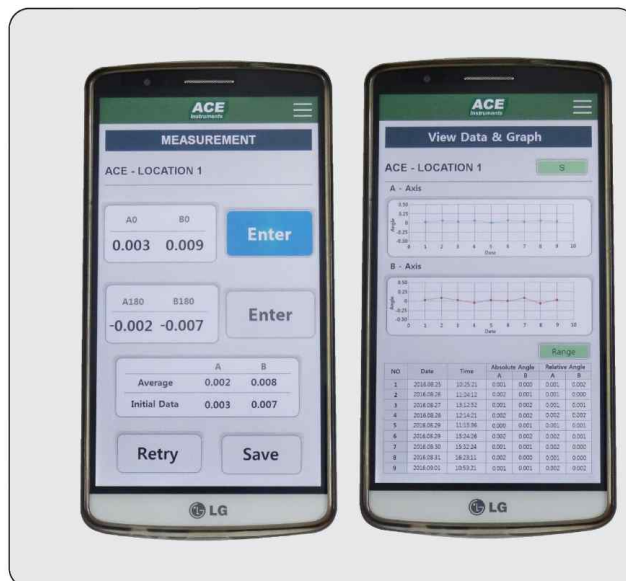
스마트폰으로 계측된 데이터를 E-Mail로 전송하는 기능으로 데이터 리스트 에서 선택하여 지정된 주소로 보낸 후 파일을 관리할 수 있습니다.

v 데이터 입력(IMPORT DATA)

스마트폰으로 계측된 데이터를 다른 스마트기기로 데이터를 전송(이동)하여 데이터 확인 및 연속측정을 할 수 있습니다.

[주의]

틸트미터 콜렉터는 모델 5411 전용으로 타사의 제품과는 호환이 되지 않습니다.



2-5 블루투스 장치 링크

블루투스 장치 링크는 스마트폰과 디바이스에 설치된 안드로이드 OS에서 제공되는 기본 기능을 사용합니다.

무선 헤드셋과 같은 일반적인 블루투스 장치의 링크 방법과 비슷하며 연결 순서는 다음과 같습니다.

- ① 휴대형 디지털 경사계 전원을 켜면 Bluetooth의 청색 LED가 점멸 됩니다.
- ② 스마트폰의 설정화면에서 블루투스 옵션을 활성화 합니다.
- ③ 스마트폰에서 블루투스 기기를 자동으로 검색하여 표시합니다.
- ④ 연결 가능한 기기 리스트에 **"ACEDBOXXX"**와 같이 10자리의 블루투스 릴의 접속번호가 표시됩니다. 각각의 블루투스 릴마다 서로 다른 접속 번호를 가지고 있으므로 반드시 확인 후 접속하여야 합니다.
(블루투스 릴의 접속번호는 릴의 뒷면 휠에 부착되어 있습니다.)
- ⑤ ACEBD0XXXX를 선택하면 블루투스 기기를 등록하는 창이 생성됩니다.
PIN 번호는 **"0000"**을 입력하여 등록을 마칩니다.
- ⑥ 휴대형 디지털 경사계와 스마트폰이 링크되고 청색 LED가 점등 됩니다.

2-6 관리기준치 설명

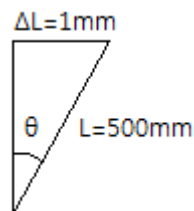
건물경사계(Tiltmeter)를 측정하고 관리할 경우 일반적으로 구배(Slope)형태로 이루어 집니다.

건물높이에 대비한 최대 허용각변위량을 나타냅니다.

관리기준치 = $\Delta L/L$ (ΔL =최대 허용각변위량, L =건물높이)

예를들어,

관리기준치가 1/500 이하라면 건물높이가 500mm일 경우, 최대 허용 각변위량은 1mm입니다.



위의 그림에서 θ 는 각도변화량이며 다음의 수식으로 계산합니다.

$$\begin{aligned} \text{각도변화량}(\theta) &= \sin^{-1}(\Delta L / L) = \sin^{-1}(1 / 500) \\ &= 0.1146^\circ \text{ (Degree)} \end{aligned}$$

3-1 운용 어플리케이션 설치

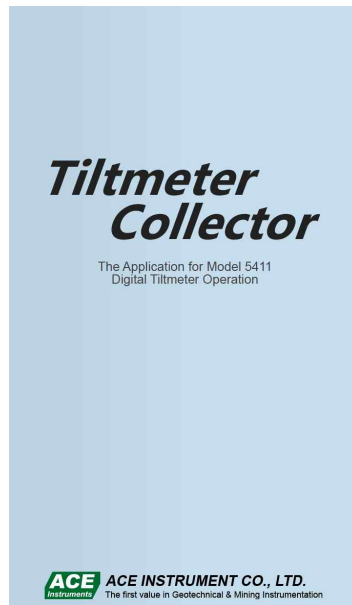
디지털 수직 경사계 시스템의 운용 어플리케이션은 "틸트미터 콜렉터 (Tiltmeter Collector)"로 구글 플레이 스토어에서 다운로드하여 사용합니다. 별도의 사용제한은 없으며 스마트폰의 안드로이드 OS 버전이 4.3 이상에서 사용이 가능하며 실행아이콘은 아래의 그림과 같습니다.



Tiltmeter Collector

메인 화면 틸트미터 콜렉터 앱을 실행하면 다음과 같은 인트로 화면이 약 1초간 보여진 후 메인 화면이 생성됩니다.

[주의] 앱을 사용하여 휴대형 디지털 경사계 시스템의 측정을 하려면 반드시 스마트폰 블루투스 통신이 활성화 되어 있어야 합니다. 측정 전에 경사계의 청색 Bluetooth 상태 LED가 점등되어 있어야 합니다.



[인트로 화면]

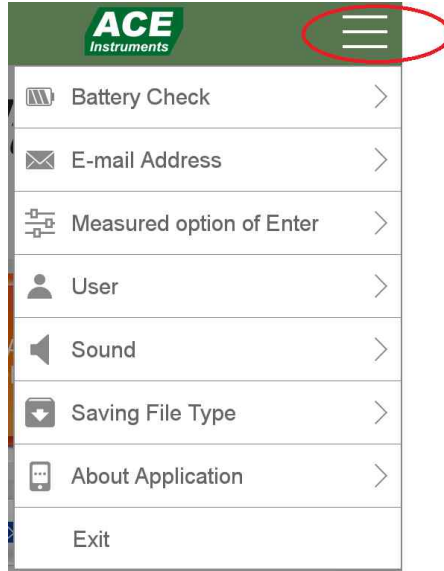


[메인 화면]

3-2 운용 어플리케이션 설명

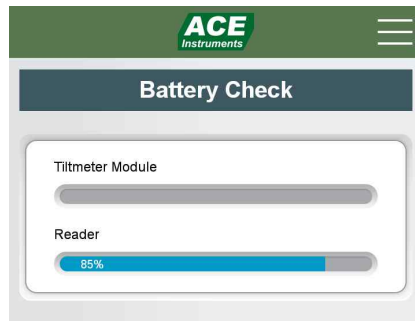
앱 기능 설정

앱의 우측상단에 있는 액션바를 터치하면 앱의 기능을 설정할 수 있는 메뉴가 표시되며 각각의 설명은 다음과 같습니다.



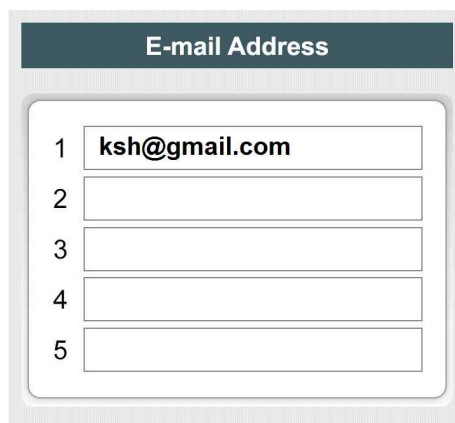
Battery Check (배터리 잔량 확인)

휴대용 디지털 경사계(Tiltmeter Module)의 배터리 잔량과 스마트 폰(Reader)의 배터리 잔량을 표시합니다.



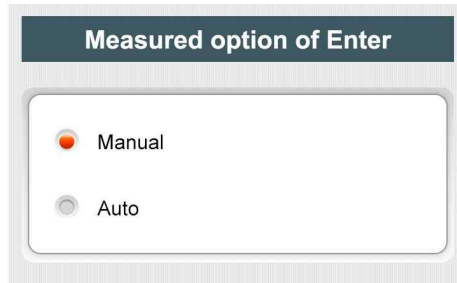
E-mail Address (E-메일주소 입력)

데이터를 전송하기 위한 E-메일 주소를 입력하는 옵션으로 최대 5개까지 주소가 입력됩니다. 입력된 주소로만 [SEND TO E-MAIL]을 사용하여 데이터를 전송할 수 있습니다.



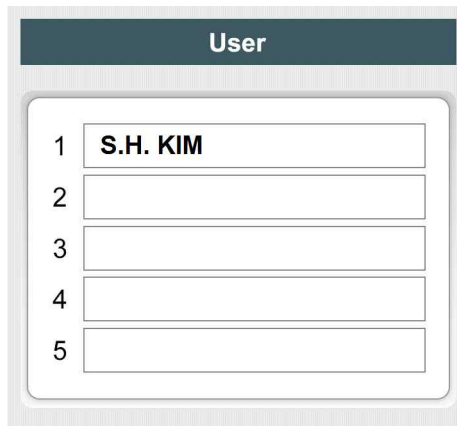
Measured option of Enter
(측정 저장 옵션)

수동(Manual) 기능은 측정시 매 측정점마다 [ENTER] 버튼을 터치하여 데이터를 저장하고 다음 측정점으로 진행해야 하며 기본 설정기능입니다.
자동(Auto) 기능은 "Measured Adjust"에서 설정된 내용으로 측정자가 [ENTER] 버튼을 터치하지 않고 설정된 시간간격에 따라 자동으로 데이터가 저장되고 다음 측정점으로 자동으로 진행됩니다.



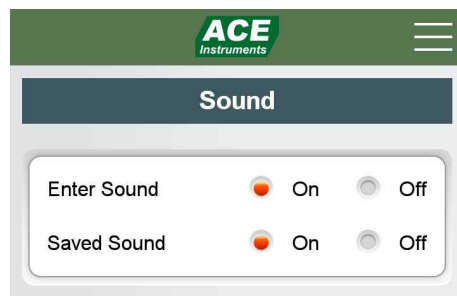
User
(사용자 입력)

사용자의 이름 및 정보를 입력 입력하는 옵션으로 최대 5개까지 입력됩니다.



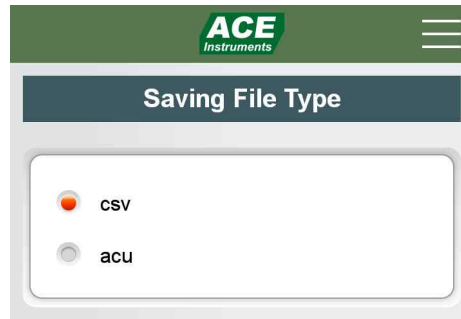
Sound
(안정화 소리 알림)

측정시 데이터를 저장할 수 있는 데이터 안정화 표시인 [ENTER] 버튼의 활성화 상태와 데이터 저장 시 Save상황을 소리(Sound)로 알려주는 기능입니다.



Saving File Type (파일저장 형식)

측정후 저장된 데이터의 형식을 엑셀에서의 콤마구분 파일형식인 csv형식과 text파일 형식의 acu로 구분하여 저장할 수 있는 기능입니다.



About Application

틸트미터 콜렉터 앱 버전 정보입니다.

Exit

틸트미터 콜렉터 앱을 종료합니다.

3-3 측정 및 데이터 저장(DATA STORAGE)

메인 화면에 있는 측정 및 저장모드로 휴대용 디지털 경사계 시스템을 사용하여 계측을 수행하고 현장 설정과 측정위치의 정보를 설정하여 측정방향을 선택하여 측정시 사용하는 기능입니다.



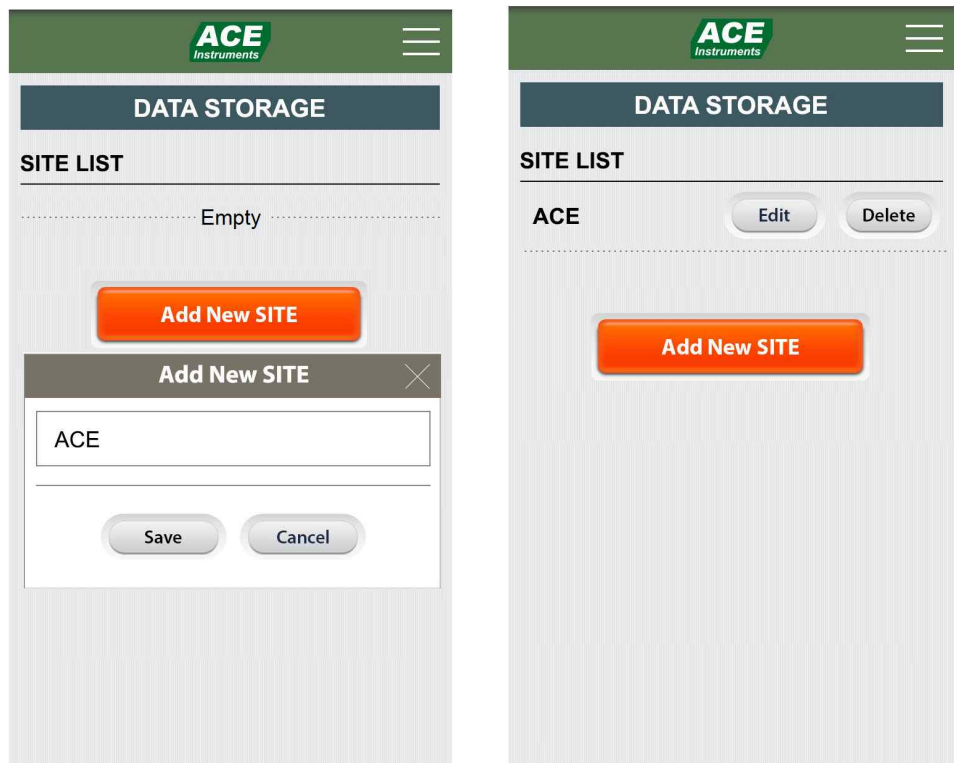
터치하여 측정 및 저장을 시작합니다

사용순서는 **SITE(현장명)선택** → **LOCATION(측정위치) 선택** → **측정** 순입니다.

SITE(현장명) 선택

앱을 처음 실행하면 이전 설정 및 측정 정보가 없으므로 SITE LIST가 비어 있는 상태(Empty)입니다.

"Add New SITE"를 선택하여 현장명(SITE)를 추가합니다.



현장명 수정(Edit) 및 삭제(Delete)가 가능하며 버튼을 약 1초이상 누르고 있어야 실행됩니다.

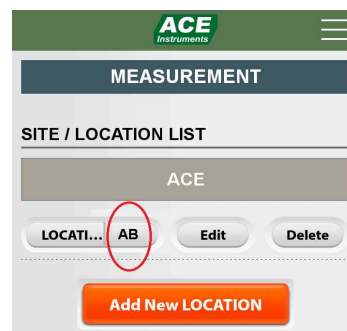
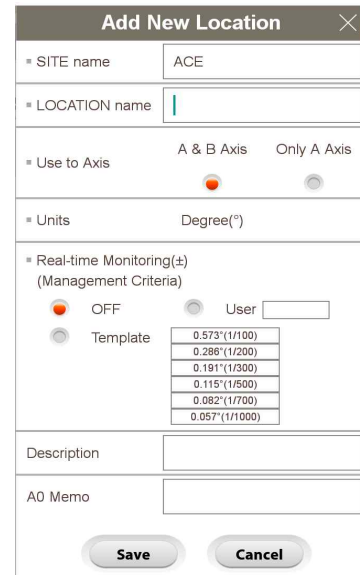
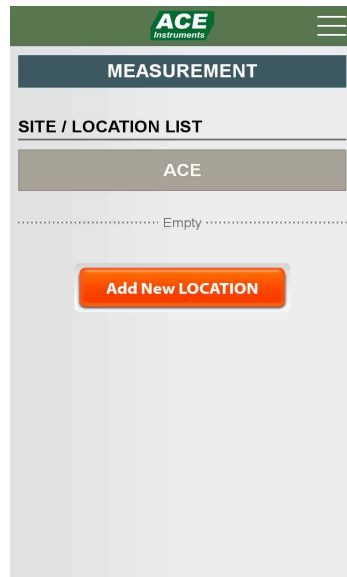
SITE LIST에 있는 현장명을 선택하여 측정위치(LOCATION) 선택창으로 이동합니다.

LOCATION(측정위치) 번호 선택

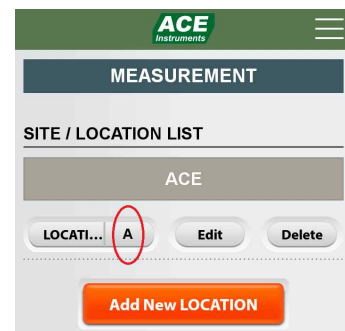
앱을 처음 실행하면 이전 설정 및 측정 정보가 없으므로 LOCATION LIST가 비어 있는 상태(Empty)입니다.

"Add New LOCATION"을 선택하여 측정위치(LOCATION)를 추가합니다.

- ① SITE name : 현장명으로 전 단계에서 설정한 이름으로 표시
- ② LOCATION name : 측정위치(LOCATION) 이름 입력
- ③ Use to Axis : A축과 B축을 동시에 측정하거나 A축만 측정할 수 있습니다.
- ④ Units : 측정단위이며 각도(Degree°)입니다.
- ⑤ Real-time Monitoring : 관리기준치를 설정하여 측정과 동시에 관리기준치를 (Management Criteria) 초과하였는지 알 수 있는 기능으로 설정된 관리기준을 초과하면 측정데이터가 적색으로 표시됩니다.
 - OFF : Real-time Monitoring OFF
 - User : User 를 선택하면 사용자가 빈칸에 관리기준 각도를 입력할 수 있습니다. (입력자리수는 00.000임)
 - Template : 일반적으로 사용되는 관리기준치로 사용자가 선택하여 적용할 수 있습니다.
- ⑥ Description(설명)과 A0 Memo(A0 방향 메모) : 참고사항으로 현장설명과 주측정방향인 A0 방향에 대한 메모를 입력합니다.
- ⑦ "Save" 버튼을 선택하여 설정을 저장합니다.



[A와 B축 동시측정]

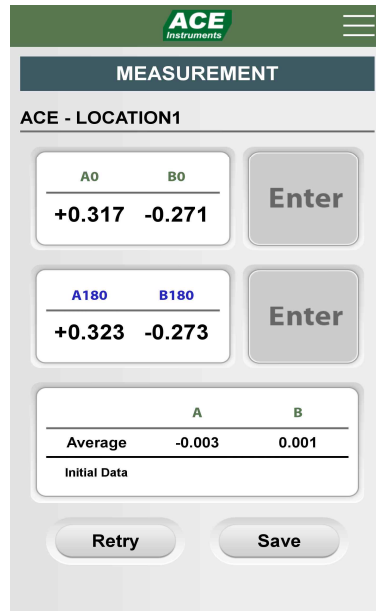


[A축만 측정]

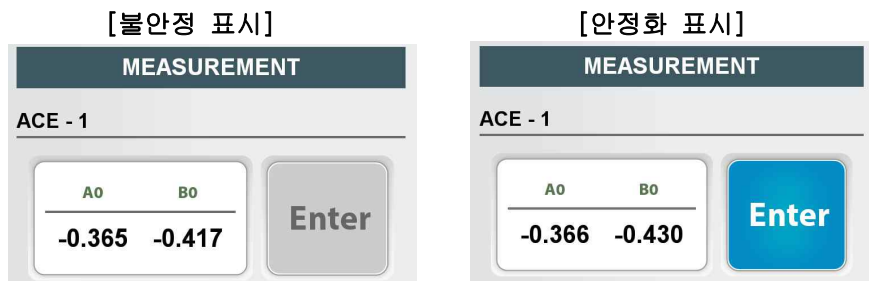
SITE / LOCATION LIST에 있는 측정위치를 선택하여 측정 모드창으로 이동합니다.

**측정(Measurement)
화면 설명
(A & B축 동시측정)**

측정 초기화면은 측정하고자 하는 현장명과 측정위치 이름과 측정 방향이 표시됩니다. 하단의 Average는 A, B축의 0도 방향과 180도 방향의 Average값을 나타내어 주며 Initial Data는 측정시 초기 데이터를 나타냅니다.



측정시에는 아래의 그림과 같이 데이터가 안정하여 저장할 수 있는 상태가 되면 **청색 [안정화 표시]**가 활성화 됩니다.

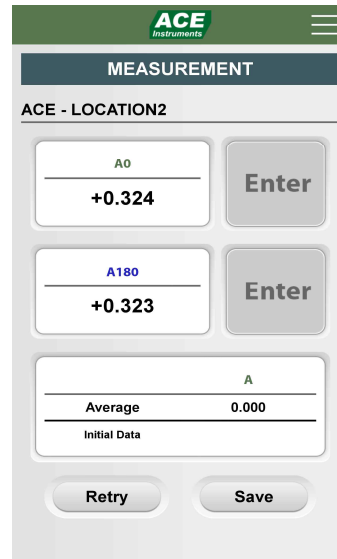


휴대형 디지털 경사계는 A0(정방향)와 A180(역방향)으로 2회를 측정하여 평균각도를 사용하므로 A0와 A180 방향으로 2회를 측정하도록 제작되었습니다.

- ① 경사계를 A0방향에 맞춰 Tilt Plate 위에 고정합니다.
- ② 측정화면으로 진입하여 측정을 시작합니다.
- ③ 데이터 안정화 표시([ENTER] 활성화) 때에 터치하여 측정각도를 저장하며 2초 후 자동으로 180 방향으로 변경됩니다.
- ④ 180방향도 위 3번 항과 동일하게 측정합니다.
- ⑤ 재측정을 원할시 'Retry'를 선택하고 측정이 완료 되었으면 'Save'를 터치하면 "Saved!" 팝업창이 표시되며 데이터가 저장됩니다.



(A축만 측정)



측정값 설명

측정값은 0방향, 180방향 2회를 측정하여 평균각도를 Absolute angle(절대각도)이라고 하고 Absolute angle 초기값과 현재값의 차이를 Relative angle(상대각도)로 표현합니다.
계산식은 다음과 같습니다.

$$\text{Absolute angle} = (\text{0값} - \text{180값}) / 2$$

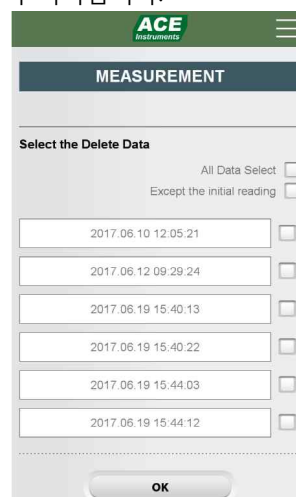
$$\text{Relative angle} = \text{Absolute angle(Current)} - \text{Absolute angle(Initial)}$$

예를들어, 측정 초기값이 A0=1.222°, A180= -1.132°이고 현재값이 A0=1.270°, A180= -1.205°일 경우 계산값은 다음과 같습니다.

$$\begin{aligned} \text{Absolute angle(Initial)} &= (1.222 - (-1.132)) / 2 = 1.177^\circ \\ \text{Absolute angle(Current)} &= (1.270 - (-1.205)) / 2 = 1.237^\circ \\ \text{Relative angle} &= 1.237^\circ - 1.177^\circ = 0.060^\circ \end{aligned}$$

데이터 삭제하기

SITE/LOCATION LIST에서 "Delete" 버튼을 2초간 누르면 삭제를 하고자 하는 데이터를 선택할 수 있는 창이 나타납니다.



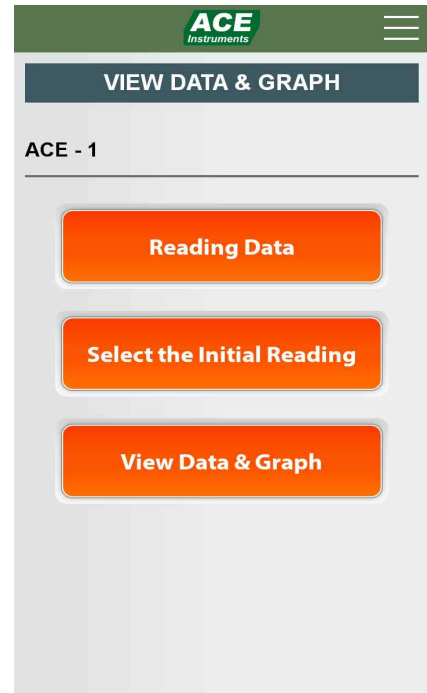
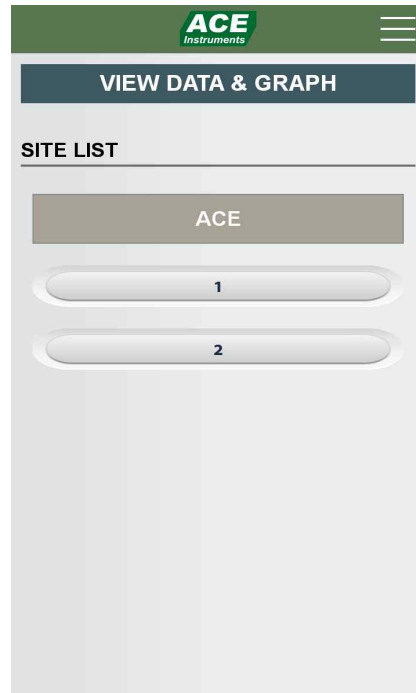
- ① All Data Select : 측정된 모든 데이터를 삭제하고자 할 때 선택합니다.
- ② Except the initial reading : 초기데이터를 제외한 데이터를 삭제하고자 할 때 선택합니다.
- ③ 위 2가지 경우 이외에 삭제를 원하는 데이터를 측정 날짜별로 선택하여 "OK"를 클릭하면 선택된 데이터가 삭제됩니다.

3-4 데이터 및 그래프 보기(VIEW DATA & GRAPH)

DATA STORAGE에서 측정된 각도와, 계산된 절대각도, 상대 각도를 확인할 수 있는 기능으로 측정 후 곧바로 측정위치에 대한 각도를 파악할 수 있습니다.



VIEW DATA & GRAPH을 선택하면 측정된 모든 SITE/LOCATION 리스트가 생성됩니다. 측정위치(LOCATION)을 선택하면 데이터와 그래프를 확인할 수 있는 3가지 옵션창으로 이동합니다.



Reading Data (측정 데이터 보기)

측정 모드에서 저장된 데이터로 측정 위치에 따라 A0, A180, B0, B180 값을 먼저 측정된 일자 및 시간순서로 구분되어 데이터창이 출력됩니다.

No	Date	Time	A Reading		B Reading	
			0	180	0	180
1	2017/04/03	08:48:03	-0.194	-0.192	+0.039	+0.038
2	2017/04/03	08:48:14	-0.192	-0.193	+0.041	+0.039
3	2017/04/03	08:55:05	+2.239	+2.242	-1.723	-1.723
4	2017/04/03	10:59:42	-0.379	-0.379	-0.426	-0.405
5	2017/04/03	11:28:20	-0.327	-0.342	-0.533	-0.458
6	2017/04/03	11:28:31	-0.341	-0.339	-0.452	-0.453

[A와 B축 동시측정]

No	Date	Time	Reading	
			0	180
1	2017/04/07	09:45:24	+0.327	+0.326
2	2017/04/07	09:45:37	+0.317	+0.326
3	2017/04/07	09:46:06	+0.293	+0.326
4	2017/04/07	09:46:19	+0.321	+0.323
5	2017/04/07	09:46:31	+0.321	+0.321
6	2017/04/07	09:46:46	+0.311	+0.322

[A축만 측정]

Select the Initial Reading (초기 측정데이터 설정)

측정된 모든 데이터 리스트 중에서 상대각도를 계산하기 위한 초기 측정시간을 선택합니다. 기본 설정은 제일 먼저 측정된 시간이 초기 측정데이터로 설정됩니다.

Select the Initial Reading

ACE - 1

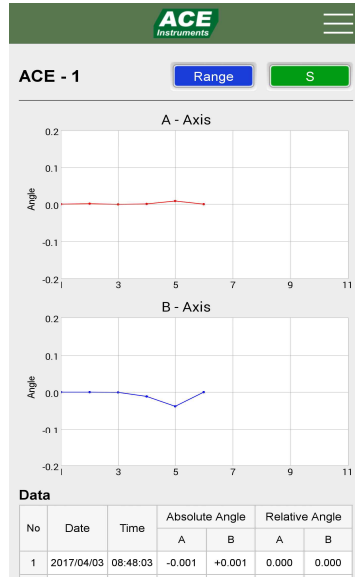
Select the Initial Reading

- 2017.04.03 08:48:03
- 2017.04.03 08:48:14
- 2017.04.03 08:51:37
- 2017.04.03 08:52:35
- 2017.04.03 08:55:05
- 2017.04.03 10:59:42

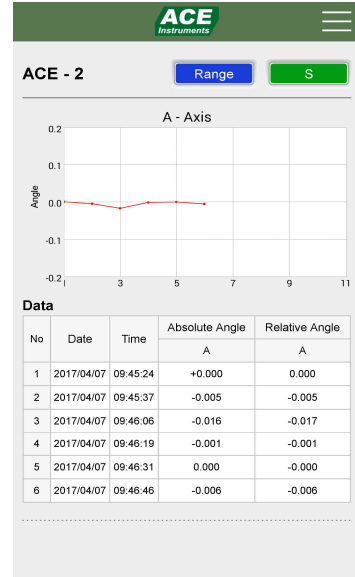
OK

View Data & Graph (데이터 및 그래프보기)

초기 측정 데이터를 기준으로 계산된 상대각도 데이터가 그래프와 표로 출력됩니다.

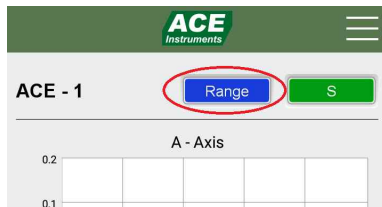


[A와 B축 동시측정]



[A축만 측정]

우측 상단의 [Range] 버튼으로 측정 일자별 데이터를 검색할 수 있습니다.



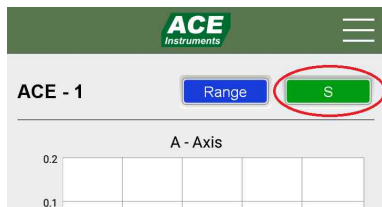
All

Set the Range

Start Date

End Date

또한 우측 상단의 [S] 버튼으로 그래프 스케일을 조정할 수 있습니다.
기본 설정값은 A, B축 모두 $\pm 0.2^\circ$ 입니다.

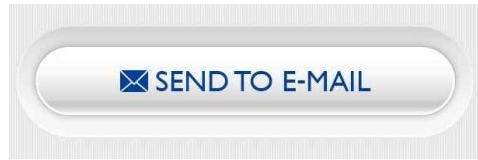


A - Axis Min.
 Max.

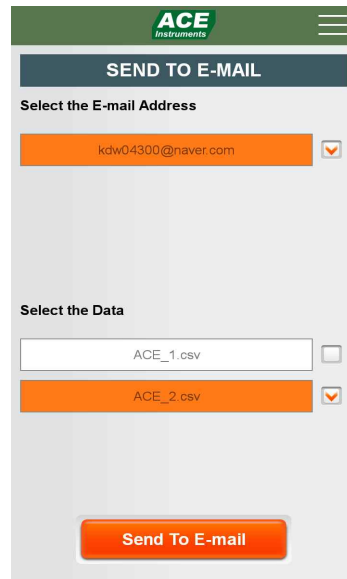
B - Axis Min.
 Max.

3-5 데이터 E-Mail 발송 (SEND TO E-MAIL)

스마트폰으로 계측된 데이터를 E-Mail로 전송하는 기능으로 데이터 리스트에서 선택하여 지정된 주소로 보내어 파일을 다른 스마트폰으로 파일을 전송하거나 확인할 수 있습니다.



앱 기능 설정에서 저장된 E-메일 주소 리스트가 표시되며 그 중에서 E-메일 주소를 선택하고 데이터 리스트에서 데이터를 선택하여 "Send to E-mail" 버튼을 터치하여 전송합니다.



데이터 복사

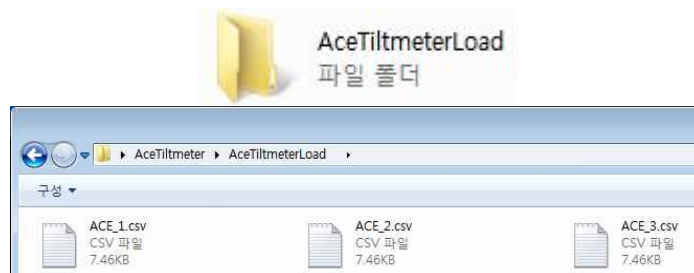
스마트폰의 AceTiltmeter 폴더내에 있는 측정데이터(csv 또는 acu)를 USB 케이블을 사용하여 PC에서 직접 데이터의 복사가 가능합니다

3-6 데이터 입력 (IMPORT DATA)

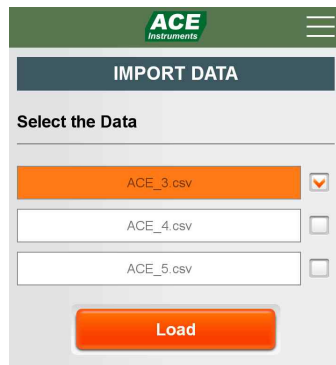
스마트폰으로 계측된 데이터를 다른 스마트기기로 데이터를 전송(이동)하여 데이터 확인 및 연속측정을 할 수 있습니다.



앱을 설치하면 스마트폰 기기내에 AceTiltmeter폴더가 생성되고 그 하위폴더로 AceTiltmeterLoad폴더가 생성됩니다.



IMPORT하고자 하는 파일을 위의 폴더로 옮긴 후 앱의 [IMPORT DATA]를 터치합니다. IMPORT시키려는 파일목록이 나타나고 선택하여 [Load]버튼을 터치하면 IMPORT할 데이터의 리스트가 나타나고 [OK]를 터치하면 IMPORT가 완료 됩니다.



[주 의]

IMPORT시킬 파일형식(확장자)과 동일하게 Saving File Type(파일저장형식)을 설정하여야 IMPORT 리스트에 IMPORT 파일이 생성됩니다. 또한 IMPORT DATA 옵션은 한번에 1개의 파일만을 실행하므로 SITE/LOCATION이 여러 개일 경우 같은 방법으로 반복해서 데이터를 IMPORT해야 합니다.

4-1 유지 관리

제품 보관	휴대형 디지털 경사계는 민감한 센서를 내장한 정밀계측기이므로 보관할 때에는 부주의로 인해 충격을 주거나 진동을 받지 않는 곳에 다른 물건과 별도로 두어야 하고, 덮개로 덮어 주의 표시를 해 두어야 합니다. 직사광선을 피할 수 있는 통풍이 잘 되는 곳에 보관하여야 합니다. 직사광선에 장기간 노출시키면, 심한 온도 변화로 인해 경년변화가 발생할 수 있으니 주의하시기 바랍니다.
제품 운반	휴대형 디지털 경사계는 운반 도중 심한 충격을 받거나 진동을 가하면, 영점이 변화하여 계측 시 오차가 커질 수가 있으므로 특히 주의하여야 합니다. 특히 차량으로 운반 시 무거운 물건을 올려놓으면 안되고, 움직이지 않도록 고정하고 충격을 받지 않도록 조치를 취하여야 합니다.

4-2 교정 및 서비스

교정	휴대형 디지털 경사계는 개별로 전용교정기를 사용하여 교정되어 출하되므로 교정검사 성적서의 교정 값을 확인하시고 교정 후 1년이 경과하면 디지털경사계의 특성확인을 위하여 재교정을 받아야 합니다. 출하일로부터 장시간이 경과한 후 사용할 때에는 성능확인을 하시고, 필요하면 당사로 연락주시기 바랍니다.
서비스	휴대형 디지털 경사계를 고장 없이 사용하려면 취급설명서를 충분히 읽고 숙지한 후 사용하여야 하며, 지속적으로 관리하여야 합니다. 사용 중 제품에 이상이 있을 때에는 당사로 연락주시면 이상 유무 및 성능을 확인하여 드립니다.

(주)에이스인스트루먼트 A/S팀
 Tel) 031-459-8758 Fax) 031-459-8758
 acenss@naver.com
 www.aceco.co.kr

제5장 토목계측기기 설치 운용에 대한 일반적인 주의사항 [부록]

1. 취급에 주의

토목계측기기는 매우 정밀하게 제작된 민감한 계측기입니다. 절대 떨어뜨리거나 충격을 주지 마시고, 특히 진동현식 계측기기는 제조 원리상 충격에 영점이 변화할 우려가 있습니다.

2. 교정검사성적서 보관에 주의

교정검사성적서는 센서 개별로 제공되며 교정당시의 정보(대기압, 교정온도, 사용온도센서, 교정데이터, 전환계수, 신호케이블 색상분류 등)가 기록되어 있어 과업 종료 시까지 보관에 주의하여야 하며 분실시 제품과 데이터 추적이 불가능할 수 있습니다.

3. 전문가에 의한 과업 수행

계기 선택의 오류, 설치의 오류, 운용의 오류 등 반영구적인 계측을 불가능하게 하는 부적절한 선택을 방지하기 위하여 토목 시공과 계측기기의 원리를 충분히 이해하는 전문가에 의하여 과업이 수행되어야 합니다.

4. 계측기기는 반드시 접지 (Shield)

센서는 아주 미약한 전기신호를 출력하는 것이 보통이며, 다른 제어기기를 조작할 때 발생하는 전자유도, 정전유도, 정전기 대전의 영향을 받습니다. 특히 토목 현장의 환경 여건(전기용접, 발전기, 모우터, 안테나, 물이 고인 지면 등)은 열악하므로 출력장치에 접속 시 반드시 실드선을 접속하거나 어스를 시켜야 합니다.

5. 신호케이블 연장에 주의

주파수 신호를 출력하는 진동현식 센서를 연장 결선 하는 경우에는 아무런 문제가 없으나, 전압(Volt)을 출력하는 센서를 연장하는 경우 전기식 센서는 저항값의 변화를 기본원리로 하기 때문에 케이블 길이에 많은 영향을 받게 되며, 계측기기 공급회사에서 제공하는 신호케이블의 단면적 길이에 대한 저항 변화치를 교정 값으로 보정하여야 하며, 연장 이음부는 반드시 Splice Kit(에폭시)로 마감하여야 합니다.

6. 신호케이블에는 보호용 튜브를 사용

매설의 경우 댐, 연약지반, 콘크리트 타설 구조체 등에서는 변위가 매우 크게 나타날 수 있으며 이럴 때 신호케이블 단선의 요인이 됩니다.

지상가설의 경우 토목현장의 환경여건상 중장비 운전, 잦은 이설 공사 등으로 인해 단선 또는 센서 파손의 원인이 될 수 있어 센서와 신호케이블 보호에 유의하여야 하며 가능한 한 신호케이블에는 하수도용 신축관을 사용하여 위험 요인을 최소화하시기 바랍니다.

7. 전기신호(mV)를 출력하는 센서는 때에 따라

증폭회로(Amplifier)설치

전기신호를 송출하는 토목용 계측기기의 전송거리는 통상 200 ~ 300 m 내외 일 것입니다.

회로중계소(Junction Box)나 계측실(Terminal Box)이 계측기기 설치 거리로부터 원거리일 경우 센서 송출전압강하를 방지하기 위하여 측정거리에 비례하여 증폭회로를 설치하여야 합니다.

8. 대기압 보정

압력계를 센서로 채택한 경우 기압 변화에 매우 민감하므로 정확한 계측을 위하여 댐이나 계곡, 바다 주위, 간척지 등 기압의 변화가 많은 곳에서는 수은기압계를 이용하여 기압차에 의한 수두 높이를 보정하여야 합니다.

9. 피뢰망 구성

댐이나 인공 호수, 바다, 넓은 들, 계곡 등 물이 있는 대형 토목 공사의 경우 센서를 개별로 접속한 피뢰망을 구성(피뢰침)하여 센서를 보호하여야 합니다. 허용 입력 전압을 초과하는 과전압의 영향권 안에 있는 경우 센서가 동작 불능이 될 수 있기 때문입니다.

10. 압력센서에 있어서 필터 사용에 주의

간극수압계 등과 같은 압력센서에는 필터가 부착되어 있으며, 설치 시에는 필터 내부에 공기가 없도록 공기빼기를 확실하게 하여야 하며, 공기의 압축 밀도와 물의 압축 밀도가 틀리기 때문에 잔류 공기로 인하여 계측값에 오류가 나타날 수 있습니다. 또한 불포화토나 부간극수압이 예상되는 지역에서는 1 μ m급의 고밀도 세라믹 필터를 사용하는 것이 좋습니다.

11. 하중계에 있어서 가압판 사용에 주의

하중계는 일관된 계측값과 높은 정확도를 유지하기 위하여 가압판 사용이 중요하며, 열처리된 강재로 상하 평행도는 0.05 이내의 정밀도로 재하 하중에 견딜 수 있는 두께로 제조된 것을 사용하여야 합니다.

Earth Anchor에 하중계를 설치 시에는 인장용 콘과 콘 플레이트 또한 상호 테이퍼 가공 정밀도가 보장되는 고품질을 사용하여야 합니다.

12. 센서의 온도 보정

진동현식 센서의 소자는 피아노 선재를 사용하므로 금속재료 자체가 가지는 선폭차계수에 의하여 오차가 발생할 수 있으며 전기, 전자식 센서류 또한 온도 보정계수를 가지고 있습니다. 정확한 계측이 요구될 때는 수은 온도계에 의하여 온도차를 보정하시기 바랍니다.

13. 자동계측 시스템 (Auto Data Acquisition System)

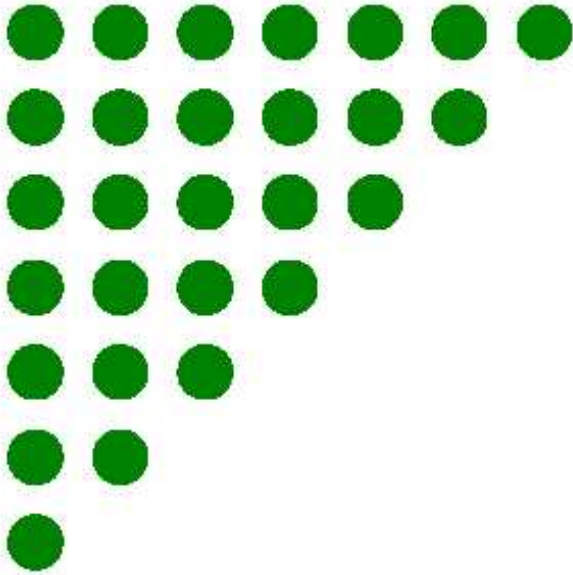
운용시에는 반드시 UPS를 부착

우리 나라 전력 현황은 비교적 순간정전 (0.5초 정도)의 경우가 많이 발생하며 토목현장은 집체 전력케이블 사용과 장비 동시 사용에 의한 과부하 발생으로 일반정전과 순간정전이 더욱더 많이 발생되어 컴퓨터 Down과 내장된 소프트웨어의 오동작이 발생될 수 있습니다.

자동계측 시스템을 운용할 경우에는 UPS(무정전 전원공급장치)를 반드시 사용하여 이러한 위험요인을 최소화하여야 합니다.

14. VW 출력장치 선택에 유의

진동현 센서와 출력장치 제조 메이커에서는 통상 600~3,200 Hz(환산시 360~10,240 10³Hz² 또는 1666~312 μ sec) 정도 대역을 측정 가능범위로 하여 센서용도, 내구성, 정확도 등을 감안하여 센서를 설계하므로 이 대역에서 출력장치의 단위선택 Mode를 변경했을 때 무조건 측정이 가능한 고성능 출력장치를 선택하시기 바랍니다.



(주) 에이스인스트루먼트

The first value in the Geotechnical
& Mining Instrumentation

홈페이지 : www.aceco.kr

전자우편 : acenss@naver.com