



취급설명서

진동현식 간극수압계

[Model 1510, 1520, 1530, 1540, 1545, 1515, 1560, 1500S, 1500US]

Geotechnical & Structural Instrumentations Civil Engineering

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

ACE INSTRUMENT

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.

계측기기와 관련하여 궁금하신 점이나 의문사항에 대하여서는 언제든지 저희회사로 문의하여 주십시오.

최고 가치의 토목계측기기를 제조하는 (주)에이스인스트루먼트의 제품입니다.

본 제품들은, 저희 기술진의 끊임없는 연구개발로 탄생한 맑은 결정체로서
해외 토목/건축/암반/지질 전문가의 파트너로 신뢰 받고 있으며 고객 감동을 통하여 국내 업계에서도 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/검정한 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.



(주)에이스인스트루먼트

최고가치 토목계측 센서 & 데이터 로거

Tel : 031-459-8753 ~ 7
Fax : 031-459-8758
Homepage : www.aceco.kr
E-mail : acenss@naver.com

제1장	제품 소개	2
	1-1 설명	2
	1-2 제품 용도	3
	1-3 시방	6
제2장	제품 설치	7
	2-1 설치 전 확인	7
	2-2 설치	7
	2-3 계측공에 설치	8
	2-4 성토층 내에 설치	9
	2-5 덩체에 설치	9
	2-6 압입형 설치	10
	2-7 지하수위계로 운용 시	11
	2-8 조위계로 운용 시	12
	2-9 낙뢰에 대하여	13
	2-10 초기값 변화의 이유 및 조치 방법	14
	2-11 부간극수압(Negative Pressure) 설명	14
	2-12 설치 후 조치	15
제3장	출력장치의 설명	16
	3-1 출력장치의 호환	16
	3-2 출력장치의 종류	16
제4장	제품 접속 및 운용	17
	4-1 출력장치에 센서 접속	17
	4-2 Universal Terminal Box에 센서 접속	17
	4-3 진동현식 출력장치로 계측	17
	4-4 진동현식 Mini Logger로 계측	18
	4-5 자동계측시스템으로 계측	18
제5장	계측 데이터 환산	19
제6장	고장수리	20
제7장	유지관리 & 교정 및 서비스	21
	7-1 유지 관리	21
	7-2 교정 및 서비스	21
제8장	간극수압계의 정확도 간이 테스트 방법 [부록]	22
제9장	토목계측기기 설치 운용에 대한 일반적인 주의사항 [부록]	23

1-1 설명

VW 간극수압계와 압력계는 진동현식 센서를 이용하여 다이어프램에 전달되는 수압을 진동현과 마그네틱 코일의 상호작용으로 인한 주파수 신호로 변환한 것입니다.

간극수압계는 다이어프램에 전달되는 수압이나 공압으로 인해 진동현의 인장력이 변하는 원리를 이용하였으며, 발생된 주파수 신호가 출력장치로 전송되면 출력장치에서는 필요한 공학 단위로 표시하므로 제공하는 전환 계수를 적용하여 쉽고 정확하게 압력 단위로 계산할 수 있습니다.

당사의 간극수압계는 온도 변화로 인한 선팽창 계수를 최소화하기 위하여 특수 금속 소재를 사용하였으며, 수감부인 다이어프램은 고정밀도로 가공하였습니다.

진동현식 간극수압계는 공인된 디지털 인디케이터와 자동수압 교정 장치를 이용, 개별로 교정하여 그 결과를 교정 검사 성적서에 기록합니다. 또한 온도 변화로 인한 영점 변화를 보정하기 위한 고 정확도의 저항 온도 센서 및 피리 장치를 내장하고, 고밀도에폭시 수지와 스테인레스 특수 강재를 사용하여 방수, 방청 처리하였으므로 반영구적인 계측이 가능합니다.



제품 치수(mm)

모델	1510	1515	1520	1530	1540	1545	1500S	1500US
외경	Φ19.8	Φ26	Φ32	Φ25.4	Φ25.4	Φ25.4	Φ17.5	Φ12.7
전장	169.5	169.5	185	151	169.5	219	169.5	151

1-2 제품 용도

VW 간극수압계와 압력센서는 압력 용기나 파이프라인, 성토 기초부, 제방, 천공 내의 액체 압력과 간극수압을 측정할 수 있도록 설계되었습니다.

- 개착과 굴착을 위한 배수 현황 계측
- 굴착이나 성토 시 안전을 결정할 위한 간극압 계측
- 강, 저수지, Standpipe 및 우물의 수위 계측
- 사면과 지반의 안정성 연구
- 댐, 인공호수 및 제방의 지하수 흐름과 누수 계측

모델 1510 [표준형]

이 모델은 제방이나 성토부에 직접 매설할 수 있도록 설계되었습니다. 또한, 관측정이나 천공 내부 등 일반적으로 거의 모든 현장에 설치할 수 있습니다.

**모델 1520 [압입형]**

이 모델은 침적토나 미세한 진흙에서만 사용해야 합니다.

간극수압계의 상단에는 EW 드릴용 좌나사가 있어 아답터와 파이프를 이용하거나 EW 드릴을 이용하여 삽입할 수 있습니다. 이 모델은 계측 완료 후 회수하여 재 사용할 수 있습니다.

**모델 1530 [압력센서형]**

이 모델은 공압용이나 유압용 파이프라인의 유체 압력을 정확하게 계측할 수 있습니다.

3/8" 파이프 나사로 가공되어 있어 상대 암나사 부에 바로 체결하거나 유니온을 이용하여 수나사 부에 체결할 수 있습니다. 또 수력발전소에서 Up stream 압력을 측정할 때 유용합니다.



모델 1540 [중부하형]

이 모델은 댐 사이트 등 반영구적 계측이 요구되는 현장에서 사용할 수 있도록 특별하게 내구성이 있는 구조로 설계된 제품으로 케이블은 스테인레스 와이어로프로 강화된 Ø7 PU시스로 제작되어 있어 심도가 깊은 현장에서 파손 없이 반영구적 계측이 가능합니다.



모델 1545 [링필터형]

이 모델은 링타입 대형 메탈 필터가 부착되어 있습니다. 링타입 필터는 접촉면이 매우 넓어 해수나 모래층, 침적토층, 미네랄층 등 전 부분에 사용할 수 있고 수위 측정 센서로 사용할 때도 유용합니다.



모델 1515 [저압형]

이 모델은 저압 측정용으로 설계 되었습니다. 압력 측정범위는 1.0/1.5/2.0kg/cm²로 수압을 측정하도록 3종으로 제조 됩니다.



모델 1500S [초소형]

이 모델은 외경이 φ17.5mm로 내경 φ19mm 스탠드파이프에 사용할 수 있도록 소형으로 설계되었습니다



모델 1500US [극초소형]

이 모델은 외경이 $\phi 12.7\text{mm}$ 로 작은 파이프에서도 사용할 수 있도록 극초소형으로 설계되었습니다.



1-3 시방

모델	1510 (표준형)	1520 (압입형)	1530 (압력센서형)	1540 (중부하형)	1545 (링필터형)	1500S (초소형)	1500US (극초소형)	1515 (저압형)	
적용 센서	진동현 센서 (VW Type)								
측정 범위	3.5~70 kg/cm ²						3.5, 7kg/cm ²		1.0, 1.5, 2.0 kg/cm ²
분해능	0.025% FSR								
정확도	±0.1% FSR								
직선성 오차	±0.5% FSR								
최대인가압력	150% FSR								
선팽창 계수	0.05% FS / °C 이하								
동작 온도	-40 ~ 80 °C								
온도 센서	Thermistor (3kΩ)								
온도 센서 동작 범위	-40 ~ 105 °C								
온도 센서 정확도	±0.5 °C								
방수 능력	1000m H ₂ O								
주요 재질	스테인레스 특수 강재, 고밀도 에폭시 Potting								
필터	표준: 스테인레스 소결 필터 50 μm 공기 침투 압력 5.6kg/cm ² 급 선택: 1μm 세라믹 필터 / 100μm 세라믹 필터								
제품 중량	0.2kg	0.8kg	0.3kg	0.3kg	0.5kg	0.2kg	0.1kg	0.3kg	
신호 케이블	Ø6.4 mm, 0.37 mm ² ×4C 차폐 PU 시스 케이블 (1540용 : Ø7 mm, 0.24 mm ² ×4C Ø3mm 케블라 섬유강화 PU 시스 케이블)								
(주기) 정확도는 온도 보정, 대기압 보정 및 필터의 공기 빼기 정도에 따라 달라질 수 있습니다. 고객의 요청에 따라 해수 분위기에서 사용가능한 내식성 재료인 STS316 재질로 제조 가능합니다. 토목 현장에는 부간극수압 지대가 존재할 수 있습니다. 저희 회사에는 부간극수압 교정설비를 갖추고 있어 요청에 의하여 최대 -1kg/cm ² 까지 2차 교정하여 드립니다.									

2-1 설치 전 확인

진동현식 간극수압계는 매우 민감한 계측기이므로 운반할 때에는 무리한 충격을 가하거나 떨어뜨리면 센서에 무리한 힘이 가해져 계측 오차가 커지거나 고장의 원인이 될 수 있으므로 주의하여야 합니다.

센서의 교정 온도와 사용 온도의 차가 너무 크면 적어도 3 시간 이상 사용 온도에 두어야 설치하기 전의 초기치와 현재계측값을 확실하게 비교할 수 있게 됩니다.

설치 전이나 사용하지 않을 때에는 센서에서 물을 제거하여야 합니다. 물에 젖어 열거나 물이 채워진 간극수압계는 기능이 상실될 수 있습니다. 물을 제거할 때에는 필터가 아래를 향하도록 잡고 있으면 저절로 빠져나갈 것입니다.

진동현식 간극수압계를 설치하기 전에 진동현식 출력장치에 접속하여 수압이 작용하지 않은 상태(무부하)에서 교정검사성적서(Calibration Sheet)의 교정값 과 비교해보시기 바랍니다. 또한 교정 당시의 대기압과 설치 현장의 대기압이 차이가 날 수 있으므로 대기압을 측정하여 이를 데이터 환산시 보정해 주어야 합니다. 대기압은 **1.0 mbar 당 $10.215 \times 10^{-3} \text{mHzO}$ 의 비율로** 변화합니다.

진동현식 간극수압계에 대한 교정검사성적서(Calibration Sheet)는 항상 잘 보관하여야 하며, 계측값에 이상이 있다고 생각될 때에는 교정검사성적서에 기재되어 있는 ABC Factor 나 감도를 적용하여 센서의 출력주파수와 수압과의 관계를 확인해 보시기 바랍니다.

주 의

계측값을 공학 단위로 환산하려면 반드시 교정검사성적서가 있어야 하므로 분실하지 않도록 주의하십시오.

2-2 설치

일반사항

진동현식 간극수압계를 설치하고자 할 때에는 설치 장소, 신호케이블 인출 방법 및 주변 상황 등을 충분히 검토한 후에 설치하여야 합니다. 설치하기 전에 센서와 설치 부속품들이 있는지 점검해야 하고, 없으면 준비하십시오.

무부하 계측값 안정

- ① 진동현식 간극수압계는 기압 변화에 매우 민감하므로, 정확한 계측을 하기 위해서 댐이나 계곡, 간척지 등 기압의 변화가 많은 곳에서는 기압계를 이용하여 기압차에 의한 수두 높이를 보정하시기 바랍니다.
- ② 진동현식 간극수압계는 50 μm 급 저밀도 필터가 부착되어 있어 설치 전 약 12 시간 정도 물 속에 담가 공기를 뺀 후 설치하여야 올바른 계측값을 얻을 수 있습니다.
- ③ 진동현식 간극수압계 설치 시 천공심도보다 신호 케이블을 10~20%정도 여유 있게 집어넣어 침하 등에 의한 케이블 파손을 예방하시기 바랍니다.
- ④ 불포화토나 부간극수압이 존재하는 지역에서는 1 μm 급 세라믹 필터를 사용하는 것이 좋습니다.
- ⑤ 연약 지반 등에서 간극수압계를 설치할 때 신호 케이블을 가든 호스 등으로 보호하지 않으면 드릴 코어의 회전에 의하여 신호 케이블이 단선되거나 케이블 외피가 벗겨지면 단락이 발생하게 되어 결국 측정이 불가능하게 됩니다.

설치 시에는 반드시 가든 호스 등으로 신호 케이블을 보호하십시오.

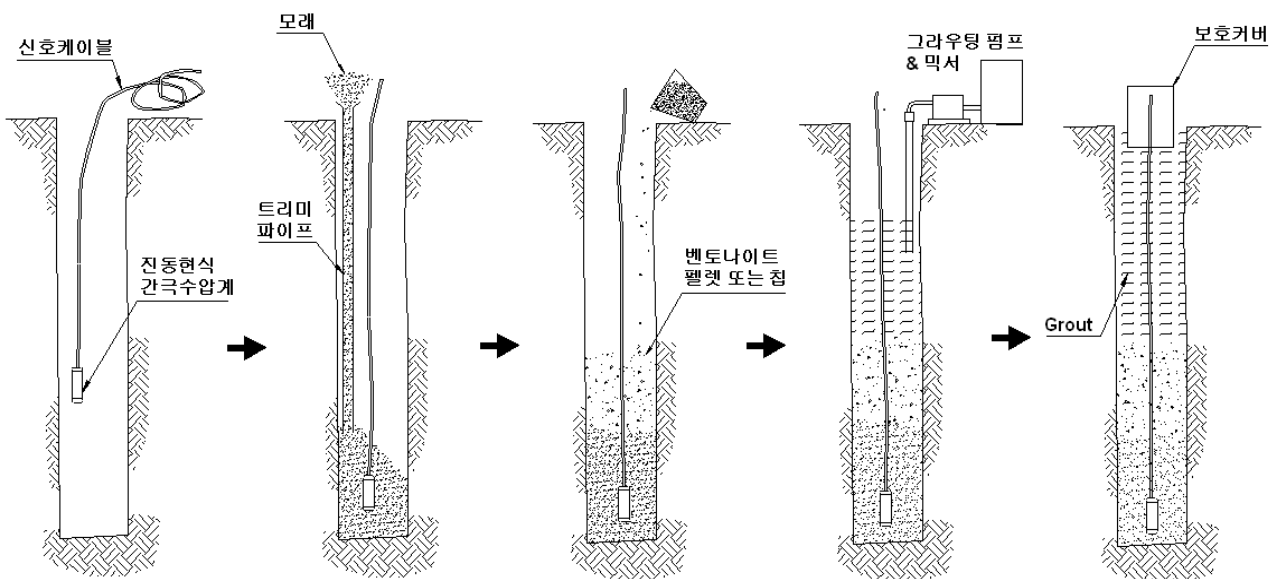
이런 시공방법이 불편할 경우에는 중부하용으로 설계된 모델 1540 간극수압계를 선택하십시오.

2-3 계측공(Borehole)에 설치 (Model 1510, 1500S, 1500US, 1540, 1545)

- Tip 준비
- ① 물을 물통에 채우십시오.
 - ② Tip 이 아래쪽을 향하도록 하여 간극수압계를 물 속에 담그십시오.
 - ③ 5 분이 지난 후에 간극수압계를 잡고 물통의 윗면에 위치한 간극수압계의 윗부분을 조심스럽고 부드럽게 두드려 공기가 필터를 통하여 위로 나오도록 하십시오.
- 설치
- ① 진동현식 간극수압계를 설치할 계측공의 바닥을 진흙이나 불순물이 없도록 청소하십시오.
 - ② 조립질의 모래를 간극수압계가 설치될 위치까지 넣으십시오.
 - ③ 간극수압계가 설치될 계측공의 심도를 측정하여 케이블에 테이프로 표시 하십시오.
 - ④ 진동현식 간극수압계를 모래주머니에 넣고 그 안을 모래로 채운 다음 모래주머니의 입구를 꼭 조여 묶어주십시오.
 - ⑤ 모래주머니 안에 들어 있는 진동현식 간극수압계를 계측공에 넣어 케이블에 표시한 위치가 계측공의 상부와 일치할 때까지 조심스럽게 내림하십시오.
 - ⑥ 진동현식 간극수압계가 덮이도록 필터용 모래를 최소 150mm 이상 채우십시오.
 - ⑦ 간극수압계 위를 모래나 모래자갈로 최소 50cm 이상 채우십시오.
 - ⑧ 벤토나이트를 계측공에 30cm 정도로 부어 넣은 후 계측공 상부를 시멘트 그라우팅하십시오.
 - ⑨ 진동현식 간극수압계 내부가 수온과 같아질 때까지 충분한 시간을 두고 기다린 다음 진동현식 간극수압계의 신호케이블에 진동현식 출력장치의 Jumper Cable 을 접속한 후 표시되는 계측값을 기록하십시오.

주의

모델 1560 대기압 보정용 간극수압계는 센서 설치 후 케이블 끝 선단을 Vented case 에 장착한 후 방습제(실리카겔)를 case 내부에 넣어 두어야 합니다



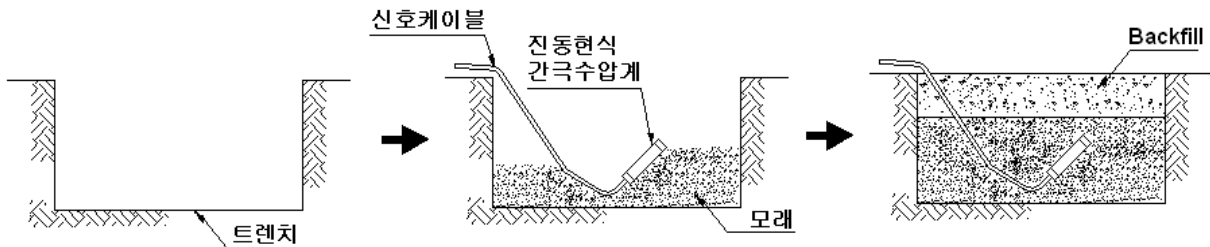
[진동현식 간극수압계 계측공에 설치]

그라우트 배합 비율

구분	Hard & Medium Soil		Soft Soil	
	중량	중량 비	중량	중량 비
포틀랜드 시멘트	10kg	1	10kg	1
벤토나이트	3kg	0.3	4kg	0.4
물	25kg	2.5	66kg	6.6

2-4 성토층 내에 설치 (Model 1510)

- | | |
|--------|---|
| Tip 준비 | <ol style="list-style-type: none"> ① 물을 물통에 채우십시오. ② Tip 이 아래쪽을 향하도록 하여 간극수압계를 물 속에 담그십시오. ③ 5 분이 지난 후에 간극수압계를 잡고 물통의 윗면에 위치한 간극수압계의 윗부분을 조심스럽고 부드럽게 두드려 공기가 필터를 통하여 위로 나오도록 하십시오. |
| 설치 | <ol style="list-style-type: none"> ① 진동현식 간극수압계를 설치할 성토층에 600×400×200mm 크기의 트렌치를 파내십시오. ② 조립질의 젖은 모래를 트렌치에 포설하십시오. ③ 필터가 위로 향하도록 하여 진동현식 간극수압계가 약 45° 정도 기울여서 고정시키십시오. ④ 진동현식 간극수압계 위로 모래를 덮은 후 흙으로 다시 덮습니다. ⑤ 진동현식 간극수압계 내부가 주위의 온도와 같아질 때까지 충분한 시간을 두고 기다린 다음 진동현식 간극수압계의 신호케이블에 진동현식 출력장치의 Jumper Cable 을 접속한 후 표시되는 계측값을 기록하십시오. |

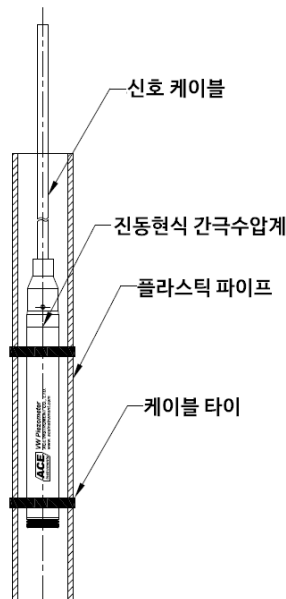


[진동현식 간극수압계 성토층 내에 설치]

2-5 댐체에 설치

간극 수압계류를 댐체나 정수장, 저수지 등에 설치하여 Water Level을 측정하는 경우에는 센서를 물속에 그냥 설치하지 말고 플라스틱 파이프에 내장하여 설치 하여야 합니다.

파도가 치면 물 내부에서도 대류가 생겨 물이 동적 상태가 되므로 출력값의 안정이 되지 않고 미세한 움직임이 발생할수 있기 때문입니다.



2-6 압입형(Push-in type) 설치 (Model 1520)

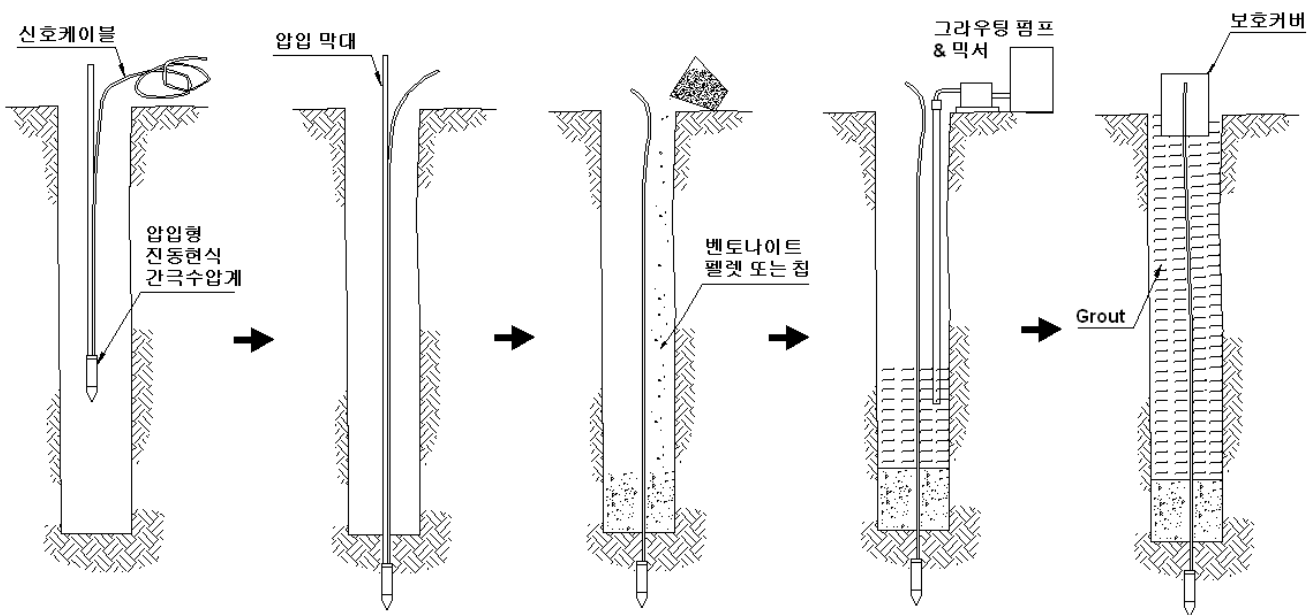
필터 물담그기

이 설치 방법은 모델 1520 진동현식 간극수압계를 설치할 때 사용하는 방법으로서, 침적도나 부드러운 진흙에서만 설치하여야 합니다.

- ① Tip 부분의 필터가 부착되어 있는 부분을 반시계 방향으로 돌려 진동현식 간극수압계에서 필터를 제거한 후 물 속에 Tip 부분을 넣어서 3 시간 정도 끓이거나 증류수를 준비하여 24 시간 동안 필터를 물 속에 넣으십시오.
- ② 공기가 없는 차가운 물 속에 Tip 부분과 간극수압계를 담그십시오. 물 속에서 Tip 부분과 간극수압계를 재조립하고 이 때 간극수압계를 부드럽게 두드려 유입된 공기를 제거 하십시오.
- ③ 안전하게 운반하기 위하여 간극수압계는 물로 채워진 가방 속에 고정되어 있어야 하며, 신호케이블 주변을 밀폐하고 가방의 상단은 테이프로 밀봉하여야 합니다.

설치

- ① 압입하기 위한 막대기를 준비하십시오. 막대기에 테이프로 임시로 부착하거나 막대기에 눈금 표시를 하여야 합니다.
- ② 물이 나오거나 진흙이 나올 때까지 구멍을 파십시오.
- ③ 진동현식 출력장치(VW Readout Unit)에 신호케이블을 접속하고 진동현식 간극수압계를 밀어넣어 계측값을 읽을 수 있는지 확인하십시오.
- ④ 간극수압계를 압입용 막대기에 고정하십시오. 적당한 깊이로 진동현식 간극수압계를 내리십시오. 막대기의 아래 쪽이 돌아가는 것을 방지하기 위하여 필요하다면 막대기를 추가하여 사용하십시오. 진동현식 간극수압계를 눌러야 할 때에는 교정검사 성적서에 기재되어 있는 측정범위를 초과하지 않는 압력으로 눌러야 하며, 이 때에는 수시로 계측값을 확인하여야 합니다. 진동현식 간극수압계를 불투수성 재료에 밀어넣을 때에는 '필터 물담그기'를 생략하여도 됩니다.
- ⑤ 진동현식 간극수압계가 천공의 아래에 위치하면, 시계 방향으로의 파이프 회전에 의하여 밀어넣은 막대기를 분리하십시오. (부착부에는 좌나사가 있습니다.) 막대기 아래 부분으로부터 부착부(Adaptor)를 눌러놓고 확실하게 매립하십시오.
- ⑥ 벤토나이트를 계측공에 30cm 정도로 부어 넣은 후 계측공 상부를 시멘트 그라우팅 하십시오.
- ⑦ 진동현식 간극수압계 내부가 주위의 온도와 같아질 때까지 충분한 시간을 두고 기다린 다음 진동현식 간극수압계의 신호케이블에 진동현식 출력장치의 Jumper Cable 을 접속한 후 표시되는 계측값을 기록하십시오.



[압입형 진동현식 간극수압계 설치]

2-7 지하수위계로 운용 시

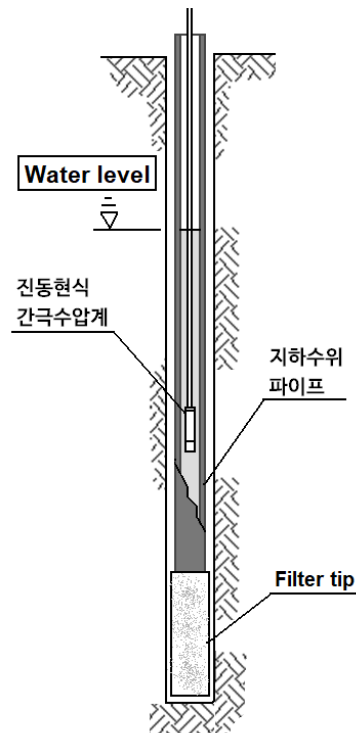
진동현식 간극수압계는 자동계측시스템을 이용하여 자동지하수위측정이 가능합니다. 간극수압계를 설치한 위치로부터 위로 쌓인 수위의 압력을 측정하여 미터단위로 환산하여 사용하는 방법이며 설치방법은 아래와 같습니다.

Tip 준비

- ① 물을 물통에 채우십시오.
- ② Tip 이 아래쪽을 향하도록 하여 간극수압계를 물 속에 담그십시오.
- ③ 5 분이 지난 후에 간극수압계를 잡고 물통의 윗면에 위치한 간극수압계의 윗부분을 조심스럽고 부드럽게 두드려 공기가 필터를 통하여 위로 나오도록 하십시오.

설치

- ④ 수동 지하수위 측정계로 현재 수위를 측정합니다.
- ⑤ 설치된 지하수위 측정 파이프 속으로 진동현식 간극수압계를 집어넣습니다.
 - ④항에서 측정된 현재수위보다 5~15m 이내의 깊이로 넣은 후 신호 케이블을 파이프 속으로 빠지지 않게 파이프 또는 고정핀에 고정합니다.
- ⑥ 진동현식 간극수압계 내부가 주위의 온도와 같아질 때까지 충분한 시간을 두고 기다린 다음 진동현식 간극수압계의 신호케이블에 진동현식 출력장치의 Jumper Cable 을 접속한 후 표시되는 계측값을 기록하십시오.



[지하수위계로 운용 시 설치도]

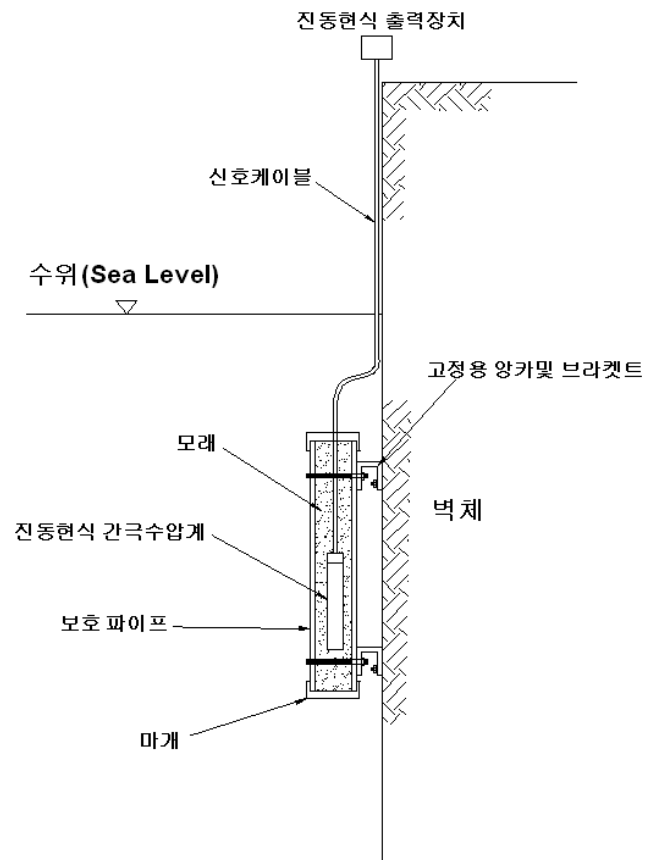
2-8 조위계로 운용 시

해안이나 항만에 간극수압계를 조위계(조수간만의 차에 의한 수두높이를 측정 하는 계기)를 설치하는 경우가 있습니다.

조위계로 운용하기 위한 설치 방법은 아래와 같습니다.

- ① $\Phi 60\text{mm} \sim \Phi 70\text{mm}$ 파이프를 약 1m 정도 절단하여 한쪽 끝을 마개로 막습니다.
- ② 고운 모래를 파이프 내에 채운 후 진동현식 간극수압계를 모래 사이에 삽입한 후 반대쪽의 마개를 닫습니다. (신호 케이블이 상처가 나거나 끊어 지지 않도록 주의하여야 합니다.)
- ③ 신호 케이블에 케이블 보호용 튜브를 씌웁니다.
- ④ 진동현식 간극수압계가 내장된 파이프를 U 자형 볼트를 사용하여 예상되는 최소 수위보다 낮은 위치의 벽체에 천공하여 양카볼트로 고정합니다. (이미 물이 차있는 경우에는 파이프를 연장하여 설치가 가능한 지점에 고정합니다.)

진동현식 간극수압계 내부가 주위의 온도와 같아질 때까지 충분한 시간을 두고 기다린 다음 진동현식 간극수압계의 신호케이블에 진동현식 출력장치의 Jumper Cable 을 접속한 후 표시되는 계측값을 기록하십시오.



[조위계로 운용 시 설치도]

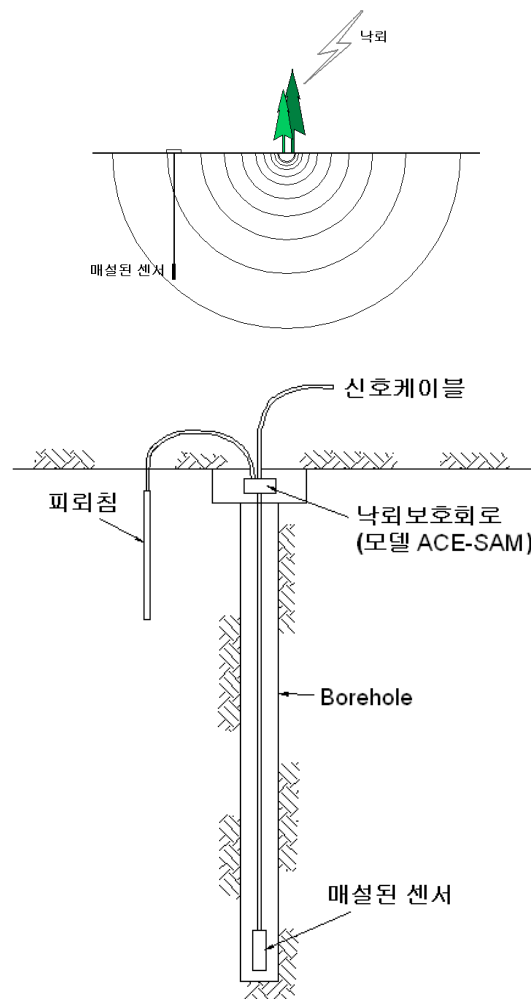
2-9 낙뢰에 대하여

지중에 매설되는 계측기기는 연약지반이나 땀 등, 물이 존재하는 넓은 지역에 설치하게 됩니다.

센서 내부에는 과전압으로부터 센서를 보호하기 위하여 소형의 Surge Arrester가 내장되어 있습니다. 이 소형의 Arrester는 전기 누설 사고 등으로 인한 비교적 소형의 허용 전류로부터 센서를 보호할 수 있습니다.

여름 장마철 등 비가 오는 날씨에 번개가 동반할 때 낙뢰의 크기와 힘은 상상을 초월하며 센서가 매설된 인접지역에 낙뢰가 떨어질 때도 주변의 매설 계측기는 모두 또는 거의 동작불능 상태가 됩니다.

이런 사고를 방지하기 위하여 반영구적인 계측이 요구되는 현장에서는 센서 끝단에 2차 피뢰장치를 반드시 연결하고 센서로부터 직접 연결된 선에서 접촉한 피뢰침(구리로 제작된 것)을 지중에 반드시 매설하여야 합니다.



[낙뢰보호 회로 구성 그림]

낙뢰 보호 회로

저희 회사에서는 낙뢰보호용 회로(모델 ACE-SAM) Kit를 개발하여 판매하고 있습니다. 지중에 매설된 계측기기의 중요도가 높은 현장이나 반영구적 계측이 요구되는 현장에서는 반드시 센서와 함께 설치하여야 합니다.

2-10 초기값 변화의 이유 및 조치 방법

간극 수압계와 같은 압력 센서는 온도 및 대기압의 영향을 받습니다. 또한 자체 오차를 가지고 있기 때문에 그로인한 편차도 발생하게 됩니다.

이러한 영향등을 고려하였을때 제품이 직사 광선을 받지 않는 상태에서 성적서 대비 $\pm 1\%$ FSR 이내의 편차는 정상 제품으로 판단하셔도 됩니다.

다만, 제품에 충격이나 전기적 쇼크 등이 가해졌을 경우에는 간이 테스트를 통해 제품의 정상 동작 여부를 체크하기를 권장하며 부록 “제8장 간극수압계의 정확도 간이 테스트 방법”을 참조하시기 바랍니다..

2-11 부간극 수압(Negative Pressure) 설명

교정 성적서에 기록된 무부하일 때의 초기값 보다 미세하게라도 주파수가 증가하면 계산상 압력값은 마이너스(부간극수압)로 나타나게 됩니다.

Offset을 사용하여 영점을 설정하여 사용하시거나 외력에 의한 압력변화가 없는 상태에서의 미세한 부간극수압은 오차율이내의 값이므로 무시하여도 괜찮습니다.

예를들어, 성적서의 0kg/cm^2 일 때의 주파수가 2929.0Hz이고

A Factor = -0.0000005724

B Factor = 0.0001828338

C Factor = 4.3748077689 라고 했을때

측정된 주파수가 2930.2Hz 라면 계산된 압력은 -0.00412 kg/cm^2 로 마이너스 압력으로 계산되게 됩니다.

이는 계산상의 편차로 무시하고 사용해도 무방합니다.

2-12 설치 후 조치

케이블 표시	<ul style="list-style-type: none"> ■ 계측할 때에는 설치된 진동현식 간극수압계들을 구분할 수 있도록 신호 케이블의 선단에 표시가 되어 있어야 합니다. ■ 당사에서는 제품의 제조번호로 표시하여 출하하므로 이를 이용하면 쉽게 알아볼 수 있습니다. 만약 제품의 제조번호를 이용하지 않을 때에는 별도의 구분 표시를 하여야 합니다. 케이블에 표시를 할 때에는 케이블의 끝부분에 짧은 간격으로 표시하십시오.
센서 보호	진동현식 간극수압계를 설치한 후에는 낙하하는 물체나 외부의 직접적인 영향을 받지 않게 보호하여야 합니다. 이는 센서의 내구성을 향상시키고 정확한 측정을 가능하게 합니다.
케이블 보호	케이블의 배선로는 두 번의 곡률로 꺾어 부드럽게 휘도록 하여 굴곡이나 힘이 발생하였을 때 변위의 발생으로 인해 케이블이 손상을 입지 않도록 하여야 합니다. 굴곡의 크기는 각 단면의 지지되지 않은 길이 등을 수용할 수 있어야 합니다. 진동현식 간극수압계와 이웃한 부분에 특히 주의하여 막히는 부분, 날카로운 표면, 찢어진 부분이 있는지 살펴보십시오. 만약 위험한 부분이 존재한다면 제거하든지 케이블 우회로를 만드십시오.
케이블의 결선 방법	<ol style="list-style-type: none"> ① 완전 차폐가 되는 고품질의 4 Core 신호케이블을 준비하십시오. ② 진동현식 간극수압계의 신호케이블과 준비된 연장용 케이블 외피를 약 50mm 정도 벗겨내고 Lead선 끝부분을 10mm 정도 탈피하십시오. ③ Lead선은 색상이 같은 선끼리 결선하고, 야외용 인두로 납땀하십시오. ④ 내경 3mm 정도의 액수축 튜브를 감아 결선부에 덮은 후 열을 가하여 절연시키십시오. 액수축 튜브가 없으면 절연 테이프로 감아 주십시오. ⑤ 벗겨진 케이블의 외피 두께만큼 절연 테이프로 감아 주십시오. ⑥ 완벽한 방수 결선을 위하여 결선부에는 반드시 에폭시 수지로 만들어진 1 회용 실링킷트를 사용하십시오.
신호 케이블 처리	<ol style="list-style-type: none"> ① 케이블을 취급할 때에는 케이블이 손상되지 않도록 주의하셔야 하고, 차량이나 사람이 이동할 때 방해가 되지 않도록 조치를 취하여야 합니다. ② 케이블을 포설할 때에는 보호관을 사용하여야 외부 충격이나 장비로부터 케이블을 보호할 수 있습니다. ③ 케이블을 처리할 때 케이블을 심하게 구부리거나 큰 힘으로 억지로 잡아당기면 케이블이 파손되거나 계측값에 이상이 발생할 수 있습니다. ④ 케이블의 차폐선(Shield Wire)은 반드시 접지하여야 합니다. ⑤ 무거운 물체에 놓이거나, 케이블을 손상시킬 수 있는 화공약품 주위에 두지 마십시오. ⑥ 신호 케이블은 Terminal Box(단자함)를 이용, 한 곳에 집중하여 모아 놓는 것이 계측할 때 효율적이며, 케이블을 깔끔하게 처리할 수 있습니다.
실링킷트 사용법	<p>실링킷트는 현장에서 서로 다른 신호케이블을 접속할 때 에폭시를 이용하여 방수, 절연 처리될 수 있도록 판매되는 케이블 결선용 자재입니다.</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 실링킷트가 적당하게 고화된다면 이 결선법은 전기적인 특성이나 케이블 강도가 원상태에 비하여 동일하거나 우수해질 수 있습니다. ② 당사에서 공급하는 실링킷트나 결선 보조재료를 사용하실 것을 권장합니다. ③ 실링킷트 사용 방법은 키트 내부에 들어 있는 사용설명서를 참조하십시오.

3-1 출력장치의 호환

진동현 센서(Vibrating Wire Sensor/VW 센서)를 접속할 수 있는 출력장치 (Indicator 또는 Readout Unit)는 여러 종류가 있습니다.

모든 진동현 센서는 모든 진동현 센서 Readout Unit 또는 Data Logger와 어느 회사에서 만들어진 제품을 불문하고 호환, 접속이 가능합니다.

3-2 출력장치의 종류

Readout Unit
(단능 출력장치)

센서에서 송출하는 데이터를 읽고 표시만 해 주는 것으로 인디케이터(Indicator)라고도 합니다.
표시단위는 Hz, 10³Hz², 몇 개의 변형률(με), 온도(°C)등으로 표시되며 모두 표시되는 Readout Unit가 있으며 한 두 개만 표시되는 Readout Unit가 있습니다. 참고로 저희 회사 제품은 ACE-800이 있으며 다음 페이지에 접속법을 설명합니다.
타사 제품의 경우, 보유하고 있는 Readout Unit의 취급설명서와 센서의 취급설명서를 숙지한 후 접속하십시오.

Data Logger
(데이터 저장과 전송 기능이 있는 출력장치)

센서에서 송출하는 데이터를 읽고 표시해 주며 장비 자체에 저장하였다가 RS-232 통신에 의하여 컴퓨터로 전송할 수 있는 기능을 가지고 있으며 Readout Unit에 비하여 인텔리전트한 출력장치입니다.
표시단위는 Readout Unit와 동일합니다.
참고로 저희 회사 제품은 ACE-1000과 ACE-1100 Mini Logger가 있으며 다음 페이지에 접속법을 설명합니다.
타사 제품인 경우, 보유하고 있는 Data Logger의 취급설명서와 센서의 취급설명서를 숙지한 후 접속하십시오.

Data Acquisition System
(자동계측시스템)

반영구적 계측이 요구되거나 실시간 계측 또는 계측빈도가 높은 현장에서 일정기간 동안 설치하여 두고 전송되어온 데이터를 실시간으로 필요로 하는 공학단위나 추세 그래프로 표현해주고 제어하기 위한 시스템의 총칭입니다.
현장에는 간극수압계나 경사계, 토압계, 하중계 등 각종 센서를 설치하게 됩니다. 각종 센서의 신호케이블 끝단에 데이터를 수집하는 Multiplex Module(줄여서 MUX로 표현하기도 하며 다량의 센서 케이블을 직접 연결할 수 있습니다.)로 연결하고 Multiplex Module은 Main Controller(또는 Logger라고도 표현합니다.)와 통신망을 구성하여 Main Controller 또는 PC에서 제어하게 됩니다.
이렇게 운용하기 위하여서는 전원부, 운용 소프트웨어, 보호 케이스 류, 과전압보호기 류, 경보시스템, 유무선 통신을 위한 모뎀, 설치를 위한 액세서리 등 Hard, Soft Ware를 총칭하는 표현입니다.
현장 목적에 따라서 또는 경제성에 의하여 최소한 Data Logger(Main Controller) + 적용센서와 호환되는 수량의 Multiplex Module + 전원부 + 운용 Soft Ware만 있으면 최소한의 자동계측시스템을 구성될 수 있습니다.
접속과 운용이 복잡하여 본 장에서는 설명하지 않고 별도의 설명서를 참고하시기 바랍니다.



[ACE-800]



[ACE-1000]



[ACE-1100]



[ADL-16V]



[ADL-200A]

4-1 출력장치에 센서 접속

출력장치와 센서를 접속하기 위해서는 Readout Unit의 Jumper Cable 클립에 센서 케이블을 연결하면 접속됩니다. 센서에 접속하는 Jumper Cable이 끝은 4개로 이루어진 약어클립이 연결되어 있어 센서를 접속하기가 쉽습니다.

Jumper Cable에 진동현식 간극수압계의 신호케이블을 접속하기 위한 방법은 아래와 같습니다.

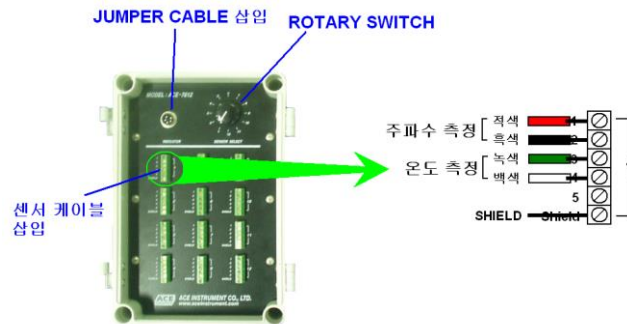
구 분	신호케이블의 선단 색상	Jumper Cable의 선단 색상
주파수	적 색	적 색
	흑 색	흑 색
온 도	녹 색	녹 색
	백 색	백 색
차 페	은백색	은백색

진동현식 간극수압계의 신호케이블과 출력장치의 Jumper Cable을 연결할 때에는 위의 표에 기술한 대로 케이블의 선단 색상을 보고 대응되는 케이블의 약어클립을 서로 물려 접속하십시오. 또한, 신호케이블의 차폐선은 반드시 Jumper Cable의 차폐선과 접속하십시오.

주파수와 온도 출력선은 극성이 없으므로 각각 두 선을 서로 바꿔 접속해도 문제가 되지 않습니다.

4-2 Universal Terminal Box에 센서 접속

Universal Terminal Box에 부착되어 있는 단자대(Terminal Block) 1, 2번에는 주파수 출력선을, 3, 4번은 온도 출력선을, 5번이나 6번 중 하나에 케이블의 차폐선을 접속하십시오. 단자대에 케이블을 접속할 때에는 케이블이 단자대에 밀착되도록 조여 진동이나 충격으로 인해 케이블이 빠지거나 풀리지 않도록 해야 합니다. 그렇지 않으면 계측값의 신뢰도가 떨어질 수 있습니다.



4-3 진동현식 출력장치로 계측

VW Readout Unit (ACE-800)으로 계측하기

- ① 진동현식 간극수압계의 신호케이블에 진동현식 출력장치(VW Readout Unit)의 Jumper Cable을 접속하십시오. 위 4-1 출력장치에 센서 접속의 표를 참조하여 접속하십시오.
- ② 진동현식 출력장치의 전원을 켜십시오. LCD에 계측하고자 하는 센서의 주파수 대역(Sweep)과 주파수 계측값 및 온도가 표시될 때까지 기다리십시오.
- ③ LCD에 주파수범위(Sweep)와 주파수 Display Mode 및 온도가 표시되면 표시되는 값의 이상 유무를 확인하십시오. 주파수 계측값이 XXXX로 표시되거나 깜박거리면 주파수범위를 확인하시고 1.4-3.5 kHz로 되어 있지 않으면 MODE버튼과 SELECT버튼을 눌러 맞추십시오. 진동현식 간극수압계의 사용 주파수 범위는 1,600~2,700 Hz입니다.
- ④ Display Mode는 Frequency(Hz)를 선택하여 측정하십시오.
- ⑤ 주파수 및 온도 계측값을 기록하십시오.
(측정에 대한 자세한 설명은 진동현식 출력장치(ACE-800) 취급설명서를 확인하시기 바랍니다.)

VW Data Recorder
(ACE-1000)으로 계측하기

- ① 진동현식 출력장치의 전원을 켜십시오. LCD에 계측하고자 하는 센서의 주파수 대역(Sweep)과 주파수 계측값 및 온도가 표시될 때까지 기다리십시오.
- ② LCD에 주파수범위(Sweep)와 주파수 Display Mode 및 온도가 표시되면 표시되는 값의 이상 유무를 확인하십시오. 주파수 계측값이 XXXX로 표시되거나 깜박거리면 주파수범위를 확인하시고 **1.4~3.5kHz**로 되어 있지 않으면 MODE버튼과 SELECT버튼을 눌러 맞추십시오. 진동현식 간극수압계의 사용 주파수 범위는 1,600~2,700Hz입니다.
- ③ Display Mode는 **Frequency(Hz)**를 선택하여 측정하십시오.
- ④ 주파수 및 온도 계측값을 기록하십시오.
(측정에 대한 자세한 설명은 진동현식 데이터 레코더(ACE-1000) 취급설명서를 확인하시기 바랍니다.)

주 의

진동현식 간극수압계를 계측할 때에는 반드시 초기값을 계측하여야 변화량을 공학단위로 환산할 수 있습니다.

4-4 진동현식 Mini Logger로 계측

진동현식 미니로거
(ACE-1100)으로 계측하기

- ① 진동현식 미니로거 전면의 뚜껑을 드라이버로 연 후 진동현식 간극수압계의 신호케이블의 끝선단을 진동현식 미니로거(ACE-1100)에 연결합니다.
(주파수 입력포트와 온도 입력포트 맞추어 연결하여야 합니다.)
- ② 진동현식 미니로거의 배터리를 장착합니다.
- ③ 전용 RS-232 Cable을 통신포트에 연결하고 PC의 시리얼 포트에도 연결합니다.
- ④ 전용프로그램인 A1100Pro를 실행한 후 통신포트 및 셋업을 맞춘 후 동작시킵니다.
- ⑤ 측정 시간을 짧게 하여 연결된 진동현식 간극수압계의 주파수 및 온도 계측값을 확인하신 후 측정시간(Interval)을 원하는 시간으로 맞춘 후 세팅을 마무리합니다.
(측정에 대한 자세한 설명은 진동현식 미니로거(ACE-1100) 취급설명서를 확인하시기 바랍니다.)

4-5 자동계측시스템으로 계측

스마트로거
(ADL-200A)으로 계측하기

- ① 진동현식 간극수압계의 신호케이블의 끝선단을 스마트로거 ADL-200A에 연결합니다.
(주파수 입력포트와 온도 입력포트 맞추어 연결하여야 합니다.)
- ② ADL-200A 스마트로거에 전용 어댑터를 사용하여 전원을 인가하십시오.
- ③ ADL-200A의 운용프로그램인 ADL 2Pro PC소프트웨어를 통해 사용채널, 주파수범위(Sweep)와 온도센서 종류를 설정하십시오.
- ④ 직접 계측옵션을 사용하여 연결된 진동현식 간극수압계의 주파수 및 온도 계측값을 확인하신 후 측정시간(Interval)을 원하는 시간으로 맞춘 후 세팅을 마무리합니다.
(측정에 대한 자세한 설명은 스마트로거(ADL-200A) 취급설명서를 확인하시기 바랍니다.)

VW 데이터로거
(ADL-16V)으로 계측하기

- ① 진동현식 간극수압계의 신호케이블의 끝선단을 VW 데이터로거 ADL-16V에 연결합니다.
(주파수 입력포트와 온도 입력포트 맞추어 연결하여야 합니다.)
- ② ADL-16V 데이터로거에 전용 어댑터를 사용하여 전원을 인가하십시오.
- ③ ADL-16V의 운용프로그램인 ADL 16Pro PC소프트웨어를 통해 사용채널, 주파수범위(Sweep)와 온도센서 종류를 설정하십시오.
- ④ 직접 계측옵션을 사용하여 연결된 진동현식 간극수압계의 주파수 및 온도 계측값을 확인하신 후 측정시간(Interval)을 원하는 시간으로 맞춘 후 세팅을 마무리합니다.
(측정에 대한 자세한 설명은 VW 데이터로거(ADL-16V) 취급설명서를 확인하시기 바랍니다.)

일반사항 진동현식 간극수압계는 제품의 특성상 출하 시 개개별로 교정검사성적서를 제공하므로 ABC Factor와 Gage Factor를 확인하여 사용하시기 바라며 제품에 대한 정보는 본 취급설명서에 서술되어 있으므로, 사용하기 전에 내용을 충분히 숙지하시기 바랍니다.

ABC Factor & Gage Factor 진동현식 간극수압계는 계측 데이터의 정확도를 높이기 위해 ABC Factor 를 사용하여 출력주파수와 간극수압계와의 관계를 나타냅니다. ABC Factor 란 출력주파수 - 간극수압과의 관계를 2 차 함수로 나타내었을 때의 계수를 말합니다.
진동현식 간극수압계의 출력주파수(Hz)-압력(kg/cm²)과의 관계를 직선으로 나타낼 수 있으나, 이런 방법을 사용하면, 계측 데이터의 정확도가 떨어질 수 있습니다. 진동현식 간극수압계의 ABC Factor 는 센서 별로 공급되는 교정검사 성적서를 참조하여야 합니다.

온도계수 진동현식 간극수압계는 온도 변화에 출력주파수(Hz)가 변화하기 때문에 실압력 계산시 이에 대한 보정을 해주어야 합니다. 온도계수는 1℃당 변화하는 압력을 의미합니다. 따라서 온도계수에 온도의 변화량을 곱하면, 온도변화로 인한 압력이 산출됩니다. 당사에서는 Thermistor 온도센서를 제품에 내장하여 온도시험을 한 다음 그 결과를 교정검사 성적서에 기록하였으며 단위는 kg/cm²/℃를 사용합니다.

실압력(kg/cm²) 계산 진동현식 간극수압계의 실압력(kg/cm²) 계산은 다음과 같이 2차 함수 공식을 이용하여 산출할 수 있습니다.

$$\text{실압력(kg/cm}^2\text{)} = A \times F^2 + B \times F + C - T_{ct} \times (T_c - T_i) - B_{cb} \times (B_c - B_i)$$

- 단, F = Hz 단위의 계측값
- A, B, C = 2차 함수식의 미지수(교정검사성적서 참조)
- T_{ct} = 온도계수
- T_c, T_i = 현재 측정온도, 초기 측정온도
- B_{cb} = 대기압 계수
- B_c = 현재 측정 대기압
- B_i = 초기 측정 대기압

참 조

10³Hz²으로 계측하였을 경우에는 교정검사성적서에 기록된 Gage Factor를 사용하여 1차 함수식으로 계산하십시오.

대기압 보정 토목계측기기의 교정검사 성적서에는 mbar 단위로 교정 당시의 대기압이 기록되어 있습니다. 이는 대기 환경이나 고도 차이로 인한 대기압의 변동을 보정하여 정확한 계측값을 기록한 것입니다.
기상대에서 발표한 대기압은 계측 당시나 계측 장소와는 정확하게 일치하지 않습니다.

$$\text{보정대기압} = (\text{계측 당시의 대기압} - \text{초기 측정시의 대기압}) \times \text{대기압 계수}$$

대기압계수는 진동현식 간극수압계 계측을 위한 특정 단위로 대기압을 전환하기 위한 사용하는 계수로서 1.0 mbar당 10.215 x 10⁻³mH₂O로 변화 합니다.

대기압 단위	변환 단위	적용 계수
mbar	kPa	100 x 10 ⁻³
	kg/cm ²	1.0197 x 10 ⁻³
	Bar	1 x 10 ⁻³
	atm	0.9869 x 10 ⁻³
	mH ₂ O	10.215 x 10 ⁻³
mmHg	psi	0.01934
	mH ₂ O	0.01632

계측값이 불안정할 때

센서 외부에서 영향을 받고 있거나 진동현식 출력장치(VW Readout Unit)에서 문제가 있을 때 발생할 수 있습니다. 다음과 같은 사항을 점검하십시오.

■ **계측하고 있는 주변에 중장비를 사용하고 있는지 살펴보십시오.**

중장비에서 발생하는 전기·전자적인 잡음이 문제가 될 수 있습니다. 만약 주변에서 중장비를 사용하고 있고 그로 인해 영향을 받는다고 생각된다면, 신호케이블의 차폐선(Shield Wire)를 접지하십시오. 접지할 때에는 땅에 박혀 있는 금속체에 밀착되게 고정하시면 됩니다.

■ **진동현식 출력장치에 내장된 충전지(Battery)의 전압을 점검하십시오.**

출력장치의 Mode Key를 조작하여 배터리 표시가 나타나도록 하십시오. 그러면 충전지의 전압이 표시됩니다. 만약 충전지의 전압이 4.0V 이하가 되면 충전하여야 합니다.

계측값이 XXXX로 표시될 때

다음과 같은 순서로 점검하십시오.

■ **진동현식 출력장치의 Sweep Mode가 올바르게 선택되었는지 확인하십시오.**

진동현식 간극수압계를 계측하려면, 진동현식 출력장치(VW Readout Unit)의 Sweep Mode가 1.4~3.5 kHz에 설정되어 있어야 합니다.

■ **Jumper Cable이 단락(합선)/단선되었는가 점검하십시오.**

Tester로 Jumper Cable 양 단을 점검하십시오. Tester의 선택 스위치를 저항으로 놓고 측정했을 때 0Ω으로 표시되면 케이블이 단락된 것이고, 무한대로 표시되면 케이블이 단선된 것입니다. 이럴 경우에는 Jumper Cable을 수리하거나 교체하여야 합니다.

■ **신호케이블이 단락/단선되었는가 점검하십시오.**

Tester로 신호케이블 양 단을 점검하십시오. Tester의 선택 스위치를 저항으로 놓고 측정했을 때 0Ω으로 표시되면 케이블이 단락된 것이고, 무한대로 표시되면 케이블이 단선된 것입니다. 이럴 경우에는 신호케이블을 수리하거나 교체하여야 합니다.

■ **진동현식 간극수압계의 마그네틱 코일을 점검하십시오.**

Tester의 선택 스위치를 저항으로 놓고 Gage를 점검했을 때 0Ω이나 무한대로 표시되면 Gage에 이상이 있는 것입니다. 이럴 경우에는 진동현식 간극수압계를 수리하거나 교체하여야 합니다.

진동현식 간극수압계는 주파수선단의 저항값이 240Ω±10Ω이 출력되면 정상적으로 연결된 상태입니다.

(모델 1500US는 주파수선단의 저항값이 66~70Ω입니다.)

■ **정상적으로 동작하는 진동현식 간극수압계와 출력주파수를 비교해 보십시오.**

진동현식 간극수압계 내부에서 이상이 있어 출력주파수가 진동현식 출력장치로 계측할 수 없을 때에는 진동현식 간극수압계를 수리하거나 교체하여야 합니다.

참 조

Tester는 저항, 전압, 전류 및 기타 주파수 등을 측정할 수 있는 장비입니다. 측정할 때에는 측정하고자 하는 저항(Ω), 전압(V)이나 전류(A) 등의 적당한 숫자에 Select Switch를 맞추면 됩니다.

Tester로 저항을 측정할 때에는 Select Switch를 OHM의 적당한 숫자에 맞추고 시험단자를 측정대상에 접속하면 됩니다.

저항을 측정하여 0Ω이 표시되면 단락(합선)된 것이고, 무한대나 OL이 표시되면 단선된 것입니다.

7-1 유지 관리

제품 보관	진동현식 간극수압계는 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	진동현식 간극수압계는 운반 도중 심한 충격을 받거나 진동을 가하면, 영점이 변화하여 계측시 오차가 커질 수가 있으므로 특히 주의하여야 합니다. 특히 차량으로 운반시 무거운 물건을 올려놓으면 안되고, 움직이지 않도록 고정하고 충격을 받지 않도록 조치를 취하여야 합니다.
케이블 처리	케이블은 구부리면 안되고, 차량이나 사람이 이동 중 방해가 되지 않도록 처리하여야 합니다. 여러 계측기기를 설치할 경우에는 각 계측기기를 구분할 수 있도록 케이블의 끝에 표시를 해 두어야 합니다. 케이블은 Universal Terminal Box(단자함)에 집중하여 결선하는 것이 계측할 때 효율적이며, 쉽게 케이블을 처리할 수 있으므로 이러한 방법을 이용하실 것을 권장합니다.
계측값 확인	진동현식 간극수압계를 계측하고 나서 반드시 계측값의 변화 추이를 확인하여야 합니다. 계측값의 변화량이 너무 많으면 센서의 이상 유무를 확인(제6장 고장수리 참조)하시고 센서에 이상이 없으면 그에 따르는 조치를 취하여야 합니다.

7-2 교정 및 서비스

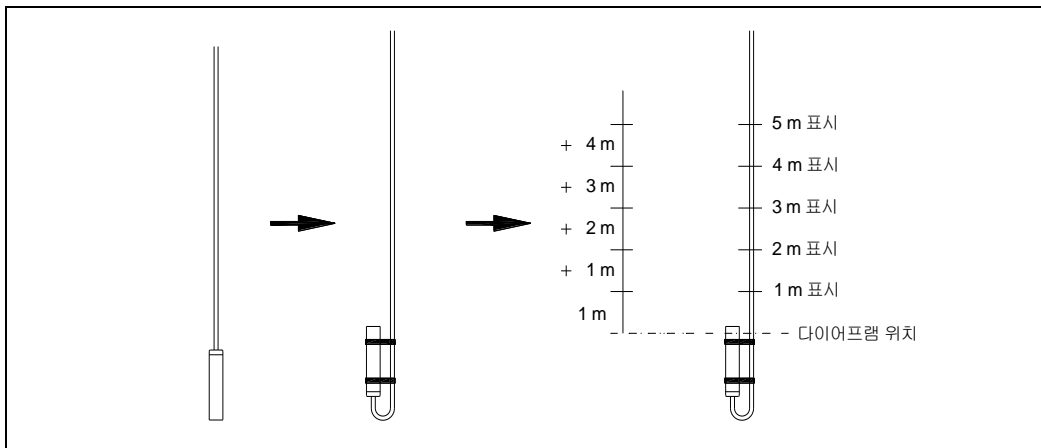
교정	진동현식 간극수압계는 출하일로부터 장시간이 경과한 후 설치했을 때에는 성능을 확인하고, 필요하면 당사로 연락주시기 바랍니다. 진동현식 간극수압계는 일단 한 번 설치하고 나면, 재사용할 수 없으므로 설치할 때 주의하여야 합니다.
서비스	진동현식 간극수압계를 고장 없이 사용하려면 취급설명서를 충분히 읽고 숙지한 후 사용하여야 하며, 지속적으로 관리하여야 합니다. 사용 중 제품에 이상이 있을 때에는 당사로 연락주시면 이상 유무 및 성능을 확인하여 드립니다.

제8장 간극수압계의 정확도 간이 테스트 방법 (부록)

정밀 정확도 간이 테스트 방법

부적절하고 부적합한 간극 수압계 사용을 방지하기 위하여 사무실이나 현장에서도 실제 시험을 통해 간극수압계의 수두테스트를 통하여 정밀 정확도를 확인해 볼 수 있습니다.

- ① 현장 사이트나 빌딩의 사무실에서 약 10m 정도의 높이로 경사계 케이싱을 이용하여 케이싱을 수직으로 설치합니다. 케이싱의 내경이 크면 클수록 좋기 때문에 가능하다면 내경 $\Phi 60\text{mm}$ 이상을 사용하는 것이 좋습니다. 완전한 밀봉을 위하여 케이싱은 반드시 ABS 솔벤트를 사용하여 접속합니다.
- ② 케이싱 내부에 물을 완전하게 채우고 높이를 기록합니다.
- ③ 납품 받은 간극 수압계의 초기값을 확인하고 교정 성적서와 비교하여 초기값을 기록해 둡니다. 초기값의 변화가 큰 제품은 불량 제품이기에 반품하시고 시험하여야 할 제품들의 필터 부분을 벗겨 냅니다. 또 10m 줄자도 준비해 둡니다.
- ④ 그림과 같이 케이블 타이 같은 것을 이용하여 간극 수압계의 선단이 하늘을 향하도록 묶습니다. 경사계 케이싱 내로 집어넣을 때 아래를 향하면 물과 만날 때 잔류 공기가 빠져 나가지 않기 때문입니다. 신호 케이블을 반듯하게 펴서 간극 수압계의 수감부인 다이어프램이 위치할 곳을 기준으로 1m 단위로 케이블에 표시합니다.
- ⑤ 준비가 끝났으면 간극 수압계를 케이싱 내로 넣어 바닥까지 내립니다. 이때 주의할 점은 가득 찬 케이싱 내의 물이 케이블과 간극수압계 본체의 부피만큼 물이 넘쳐 빠져 나가므로 실제 케이싱 내의 물의 총 부피에서 수두 케이블과 간극수압계 총 부피를 뺀 값이 케이싱 내의 실제 수두입니다.
- ⑥ 물의 온도에 간극수압계가 충분히 반영되도록 약 20분 정도 기다린 후 1m씩 들어 올리고 노트에 읽은 값을 기록해둡니다.
- ⑦ 교정성적서를 참고하여 1m씩 가상으로 내릴 때의 값과 실제 시험을 해본 결과를 비교하여 정확도가 0.5% 이내에 위치하면 정밀한 제품입니다.



예를 들어 계산하여 봅니다.

- 케이싱 내부 총 부피 계산 : 설치높이 10m x 내경 60mm 케이싱을 이용하는 경우 = 28.27
- 간극 수압계 + 신호케이블의 부피 = 0.036+0.33=0.366
- 실제 케이싱 내의 물의 총 부피 = 28.27 - 0.366 = 27.904

10 m 에 대해 0.366 의 물이 넘쳐흘렀으므로 0.366 =13mm 에 해당되게 됩니다. 따라서 진동현식 간극수압계를 1 m 내렸을 때 실제 수두는 1000mm - 1.3mm = 998.7mm가 됩니다.

초기값이 2743.1Hz 이고 A Factor : -0.000000320279

B Factor : -0.0033027265914

C Factor : 11.4682990416022 인 진동현식 간극수압계를 1m 내렸다면

이론적으로 998.7mm / 10.017 =0.0997kg/cm²의 압력을 받게 됩니다.

실압력= $A \times F^2 + B \times F + C$ 의 수식에서

$$-0.000000320279 \times F^2 + -0.0033027265914 \times F + (-0.0033027265914) = 0.0997\text{kg/cm}^2$$

F = 2723.09Hz 를 나타내야 합니다.

주의

간극수압계를 설치할 때 신호케이블 이음부는 반드시 Epoxy를 사용하는 실링키트를 사용하십시오. 습기가 많은 곳에서 흙막이 계측기기의 신호케이블을 연결하는 것처럼 결선 후 테이핑만 한다면 이곳으로 습기와 물이 침투하여 결국 단락이 됩니다.

1. 취급에 주의

토목계측기기는 매우 정밀하게 제작된 민감한 계측기입니다. 절대 떨어뜨리거나 충격을 주지 마시고, 특히 진동 현식 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

기기 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 없습니다만, 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 땀, 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 콘플레이트 또한 상호 테이퍼 가공 정밀도가 보장되는 고품질을 사용하여야 합니다.

12. 센서의 온도 보정

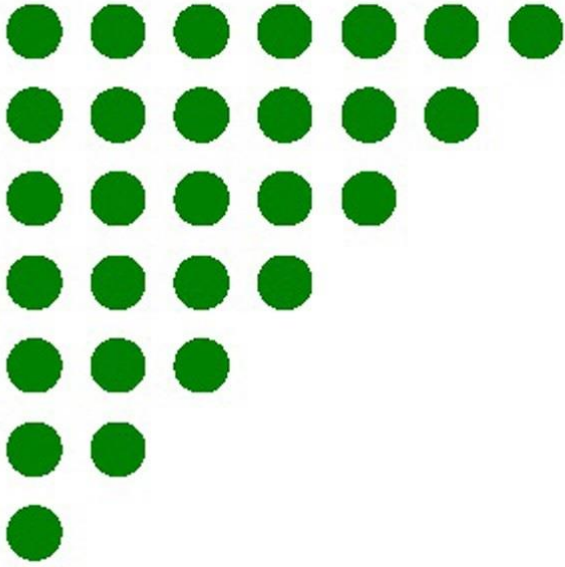
진동현식 센서의 소자는 피아노 선재를 사용함으로 금속재로 자체가 가지는 선팽창계수에 의하여 오차가 발생할 수 있으며 전기, 전자식 센서류 또한 온도 보정계수를 가지고 있습니다. 정확한 계측이 요구될 때는 수온 온도에 의하여 온도차를 보정하시기 바랍니다.

13. 자동계측 시스템 (Auto Data Acquisition System) 운용 시에는 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 발생할 수 있습니다. 자동계측 시스템을 운용할 경우에는 UPS(무정전 전원공급장치)를 반드시 사용하여 이러한 위험요인을 최소화하여야 합니다.

14. VW 출력장치 선택에 주의

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

최고가치 토목계측 센서 & 데이터 로거

홈페이지 : www.aceco.kr

이메일 : acenss@naver.com