

(Tunnel Convergence Monitoring System)
Model : ACE-TCS



가



(주)에이스인스트루먼트
ACE INSTRUMENT CO., LTD.

TEL : 031)459-8754 Website : www.aceco.co.kr
FAX : 031)459-8758 E-mail : acen@nate.com

1. 2

- 1-1.
- 1-2.
- 1-3.
- 1-4.
- 1-5.
- 1-6.

2. 6

- 2-1.
- 2-2.
- 2-3.
- 2-4.
- 2-5.
- 2-6. ,

3. 12

4. 13

- 4-1.
- 4-2.

5. 14

- 5-1.
- 5-2.
- 5-3.
- 5-4.

1.

1-1. 일반 설명

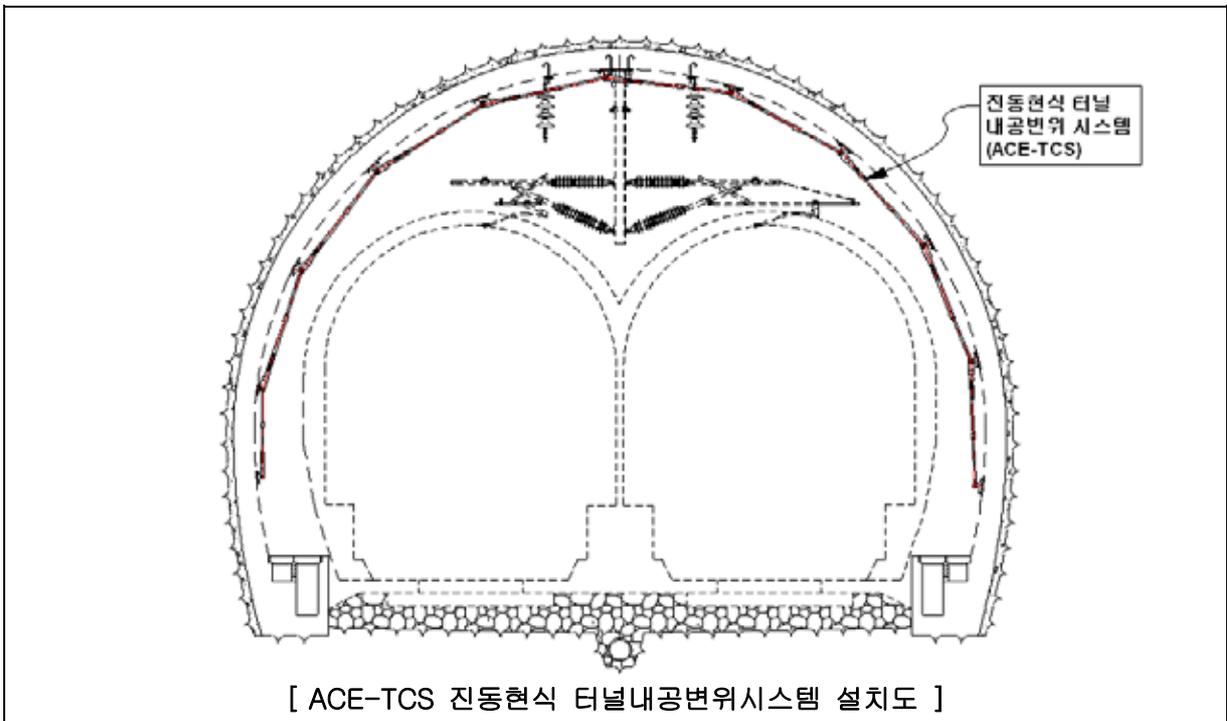
모델 ACE-TCS 터널내공변위시스템은 터널이나 지하굴착 구조물 시공에 따른 터널의 변형 크기나 경향, 비율을 파악하는데 유용합니다.

터널내공에 X, Y 양측으로 구성되는 VW 경사센서 1개와 VW 길이변위 센서 1개, Mounting Bracket, Extension Tube 등이 1Kit로 구성되며, 터널 단면의 크기에 따라 센서의 Gage 길이를 1~ 1.5m 정도로하여 단선터널의 경우 8~10개의 센서 Kit, 복선터널의 경우 14~16개의 Kit를 터널 내공의 벽면에 따라 벽체에 밀착되게 설치하므로 터널의 교통을 방해하지 않습니다.

외부 물리력의 변화에 따라 터널내공에 변형이 발생하면 터널 내공의 Mount Bracket에 부착된 X축의 길이변위 센서의 변형이 발생하며 x축에 탑재된 Y축 측정용 경사센서에도 물리량의 변화를 가져오며 이 변화량은 주파수신호로 출력하며, 제공되는 전환계수에 의하여 쉽고 정확하게 계산할 수 있습니다. X, Y축의 두 좌표에 의하여 초기 절대 위치가 결정되고, 터널 내공에 발생된 변위 값을 현재 측정 값과 초기값의 좌표이동으로 환산할 수 있습니다.

ACE-TCS 터널내공변위 시스템은 설치부 근처의 터미널 박스에 경사센서와 길이변위센서의 신호케이블을 접속한 후 반자동으로 측정하거나 Data Logging 장비나 유·무선 자동측정시스템을 이용하여 원거리 측정이나 무인운용을 할 수 있으며, 측정데이터는 2차원의 그래프에 0.001mm 단위로 표시할 수 있습니다.

또한 진동현식 터널 내공변위 시스템은 스테인레스 튜브를 이용하며 연장한 것이기 때문에 금속의 선팽창계수의 보정이 반드시 필요하여 온도센서를 내장하였으며, 지하철, 전철등 터널에 설치시 전기식 센서에서 나타나는 전기장 및 노이즈에 의한 영향을 거의 받지 않으므로 데이터의 흔들림이 없으며 현존하는 센서 중에서 가장 정확한 측정이 가능합니다.



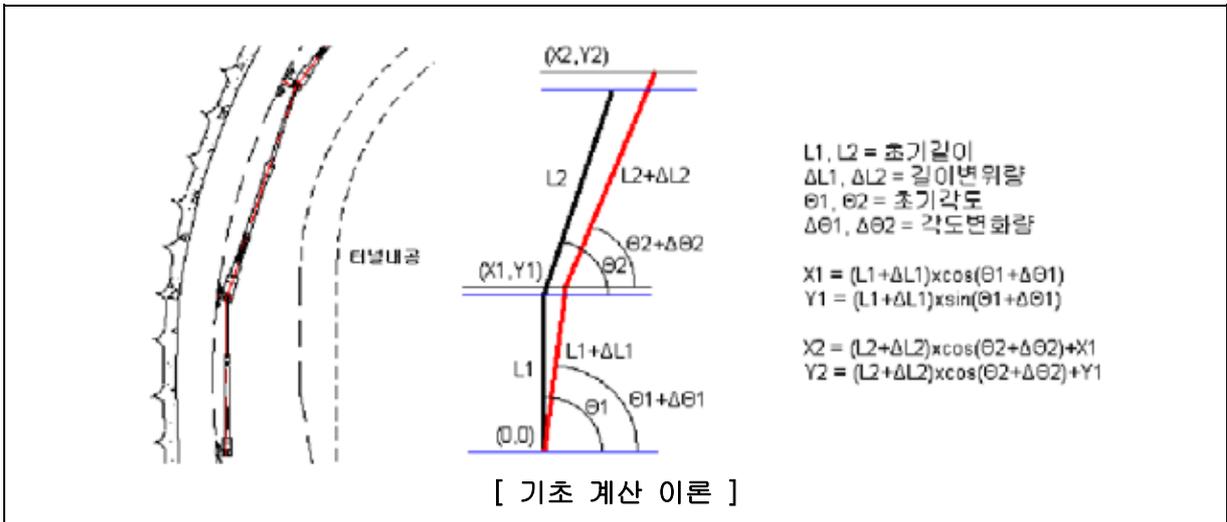
1-2. 제품

터널내공변위시스템의 일반적인 제품 용도는 다음과 같습니다.

- 터널이나 지하 굴착부 시공 시 실 변위를 2차원적으로 모니터링 하고자 할 때
- 도시형 공사에 있어서 지하 굴착 시 굴착부 인접지역의 사면변형을 계측하고자 할 때
- 터널 아래 지하 구조물 축조시 안정성 검토와 구조물 축조 기간, 굴착 속도와 비율을 결정하기 위한 변위를 계측하고자 할 때

1-3. 기초 이론

모델 ACE-TCS 터널 전단면 내공변위시스템(ACE-TCS)은 1개의 측정로드에 길이변위센서(X축용)에 경사센서(Y축용) 1개를 표면 부착하여 X축의 변위량을 측정하고 X축의 변화에 따라 전이된 Y축의 좌표를 측정하기 위한 Tilt Sensor의 각도의 변화량을 읽어 2차원 평면상의 한 점의 위치변화를 극좌표 형태로 나타냄으로서 터널의 유효공간을 넓게 가져가므로 교통흐름을 방해하지 않고 삼각함수 계산이 생략되며 보다 간단하면서도 정밀한 시스템을 구축할 수 있습니다.



$L1, L2 =$ 초기길이
 $\Delta L1, \Delta L2 =$ 길이변위량
 $\theta1, \theta2 =$ 초기각도
 $\Delta \theta1, \Delta \theta2 =$ 각도변화량
 $X1 = (L1 + \Delta L1) \times \cos(\theta1 + \Delta \theta1)$
 $Y1 = (L1 + \Delta L1) \times \sin(\theta1 + \Delta \theta1)$
 $X2 = (L2 + \Delta L2) \times \cos(\theta2 + \Delta \theta2) + X1$
 $Y2 = (L2 + \Delta L2) \times \sin(\theta2 + \Delta \theta2) + Y1$

1-4. 개별센서의 동작 원리

모델 ACE-TCS 터널 전단면 내공변위시스템은 진동현식 경사계(VW Tiltmeter)와 진동현식 길이변위센서(VW Displacement sensor)로 구성되어 있습니다.

[진동현식 경사계]

진동현식 경사계는 움직일 수 있는 추 형태의 센서 조합 물로서, 탄성을 가진 판스프링과 진동현식 하중센서에 의하여 지탱되며 센서 조합물은 중력 중심으로의 회전에 의하여 야기된 힘의 변화를 하중센서가 감지하도록 설계되었습니다.

진동현식 경사계가 기울면 센서 내의 추 형태의 센서 조합물이 기울어져 이로 인해 진동현과 센서부에 힘의 변화가 발생하며, 이 때 마그네틱 코일에 의하여 진동현이 자화되면 진동현은 변화된 공진주파수로 진동합니다. 이 주파수 신호는 출력장치로 전송되어 가공되지 않은 숫자로 표시됩니다. ABC Factor는 출력장치에 표시되는 주파수 신호와 경사도과의 관계를 나타낸 것이며, 필요로 하는 다른 공학 단위로의 데이터 전환에 유용합니다.

[진동현식 길이변위 센서]

진동현식 길이변위 센서는 진동현과 마그네틱 코일이 내장된 강재 튜브 양 끝에 플랜지가 장착되어 있고 진동현이 적당한 장력으로 고정되어 있는 구조로 되어 있습니다.

진동현은 플랜지 양단에 적절한 값으로 인장하여 고정되어 있으며, 스프링이 플랜지의 한 쪽 끝단에만 있어 변위가 발생하면 스프링의 작용으로 인해 진동현의 장력이 변화합니다.

건물이나 구조물에서의 변위는 플랜지를 통하여 스프링으로 전이되고, 스프링의 작용과 연동된 힘의 세기가 진동현으로 전이되어 진동현의 장력에 변화가 발생합니다. 이 때 마그네틱 코일에 의해 진동현이 자화되면 진동현은 공진주파수로 진동하고, 이 진동주파수는 출력장치로 전송되어 숫자로 표시됩니다. 출력장치에 표시되는 주파수와 변위와의 상관관계는 ABC Factor를 적용하여 교정성적으로 출력됩니다.

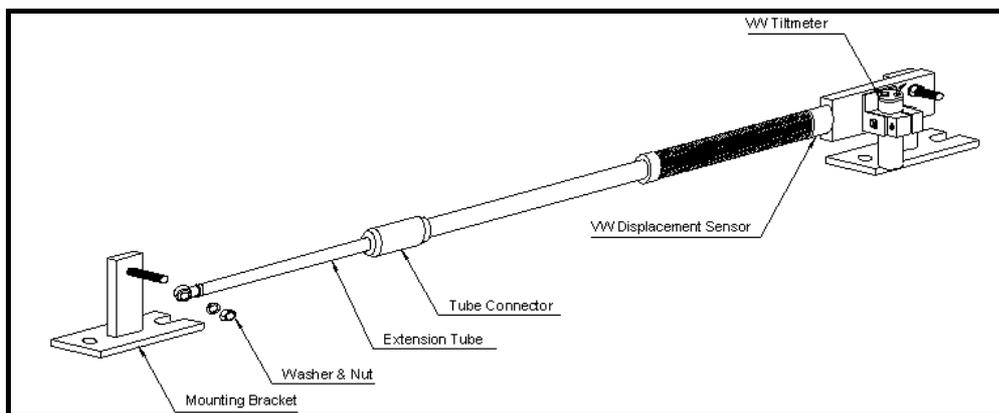
1-5. 제조 사양

모 델	VW Tiltmeter(X축)	VW Displacement sensor (Y축)
적용 센서	진동현 센서 (VW Type)	
측정 범위	±3°	0~20 mm
분 해 능	3 arcsenconds	0.005mm (0.025%FSR)
정 확 도	±0.1% FSR	
직선성오차	±0.5% FSR	
선팽창계수	±0.0001% FSR/℃ 이하	±0.03% FSR/℃ 이하
동작 온도	-40~105 ℃	
내장온도센서	Thermistor	
온도센서 동작범위	-30~80 ℃	
온도센서 정확도	±1 ℃	
피뢰 장치	Tube Gas Arrester (주파수 출력선)	
방수 능력	50 m H ₂ O	
주요 재질	스테인레스 특수 강재, 고밀도 에폭시 성형	
표준부속품	① Mounting Bracket (SPCC Plate Zn도금) ② Anchor Plate (AL 아노다이징처리) ③ 확장 Rod (STS304계열) ④ 3/8" 새턴 Anchor Bolt ⑤ 체결볼트	
신호케이블	Φ4.5mm, 0.235mm ² × 4C 차폐 PVC 시스케이블	

1-6. 제품 구성

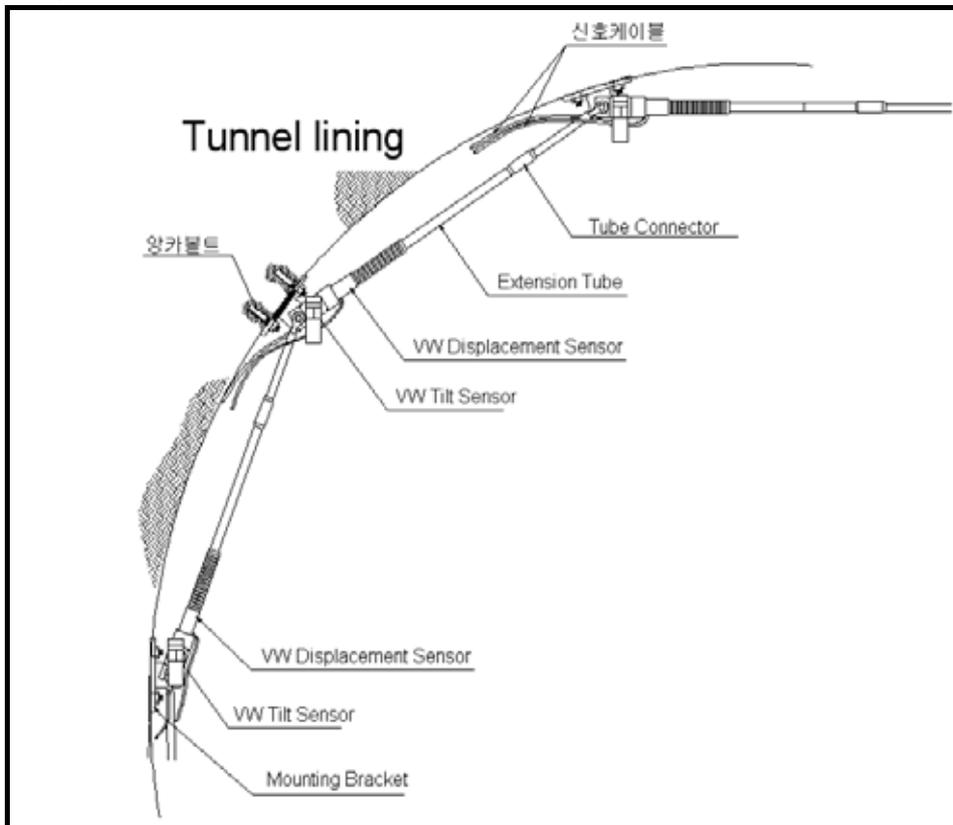
모델 ACE-TCS 터널 전단면 내공변위시스템(ACE-TCS)은 아래의 그림에서와 같이 경사센서(VW Tiltmeter)와 길이변위센서(VW Convergencemeter)가 1개의 측정 점을 이루고 이 측정 점들을 연결하여 전체 터널의 프로파일을 만듭니다.

또한 센서탑재를 위한 Horizontal, Vertical, Reference Bracket과 Extension Tube로 구성됩니다.



2.

2-1. 센서 배치도



2-2. 설치 업무 시 확인사항

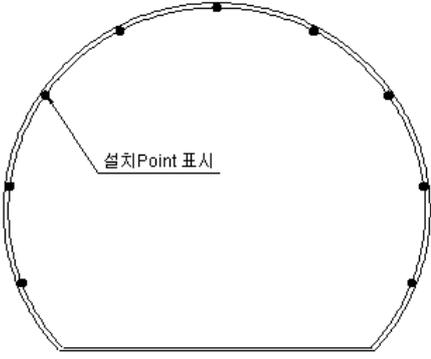
- ① 자동화 계측 또는 수동계측 여부 확립, 자동화 계측 시 한정조건 검토, 계획 수립
- ② 터널 라이닝에 Mount Bracket 부착 계획 수립
- ③ 센서 부착과 방향 조정
- ④ 케이블 배선 및 묶음
- ⑤ 센서 ID 확립, 초기값 확인
- ⑥ 자동화 계측을 위한 데이터 로거 배치 및 Multiplex Module 배치 및 배선
- ⑦ 유무선 모뎀 적용여부 확정
- ⑧ 운용 Soft ware 확정

2-3. 설치 공구류 준비

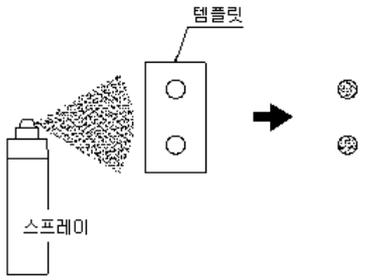
1. 함마드릴 - $\Phi 19\text{mm}$
2. 드릴비트 - 3/8" (콘크리트 천공 용)
3. 스페너 - 14 mm
4. L 렌치 - 2.5mm, 6mm
5. 박스 다이알 - 14 mm
6. 탈피기 - 케이블 탈피 용
7. 케이블 타이 다수
8. 사다리
9. 몽키스패너(200mm 용)
10. 에폭시
11. 출력장치 (VW Readout unit)

2-4. 설치 순서 설명

1 설치Point를 확인하여 터널둘레를 균일하게 등분하여 표시합니다.

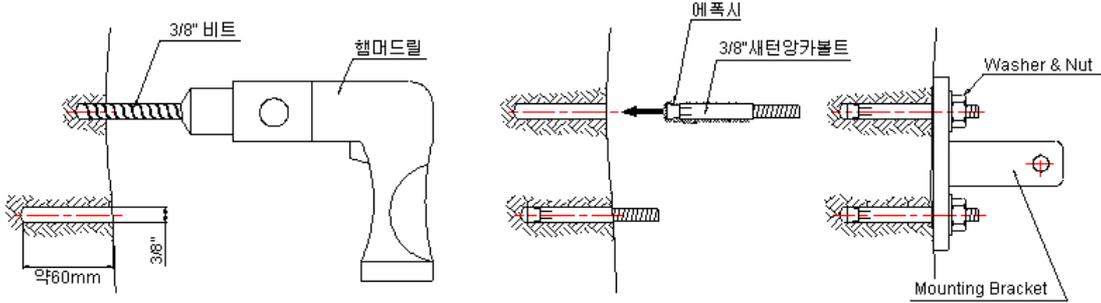


2 스프레이와 템플릿을 사용하여 천공위치를 표시합니다.



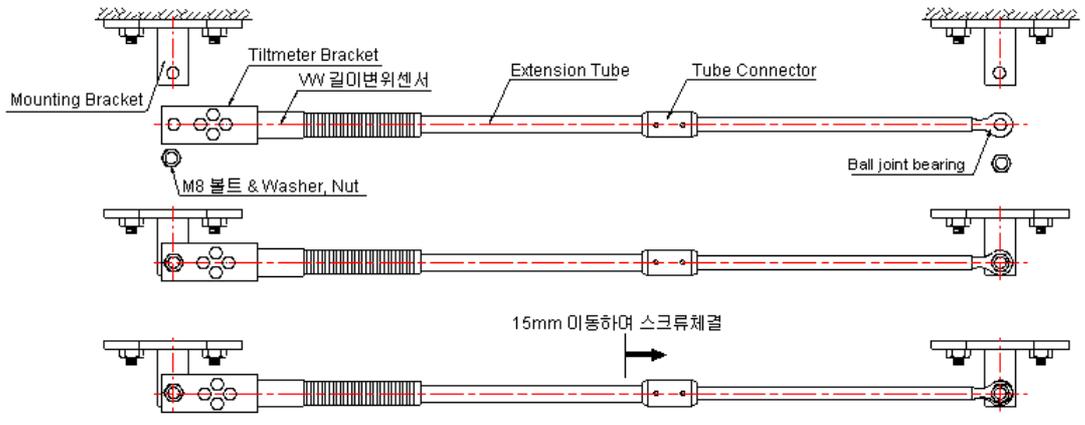
3

1. 햄머드릴을 사용하여 3/8"비트로 약 60mm 정도 천공합니다.
2. 3/8" 새턴앙카볼트에 에폭시를 도포한 후 천공구멍에 삽입하여 고정합니다.
3. 고정된 앙카볼트에 맞추어 Mounting Bracket을 끼워넣고 Washer와 Nut로 강력하게 체결하여 고정합니다.

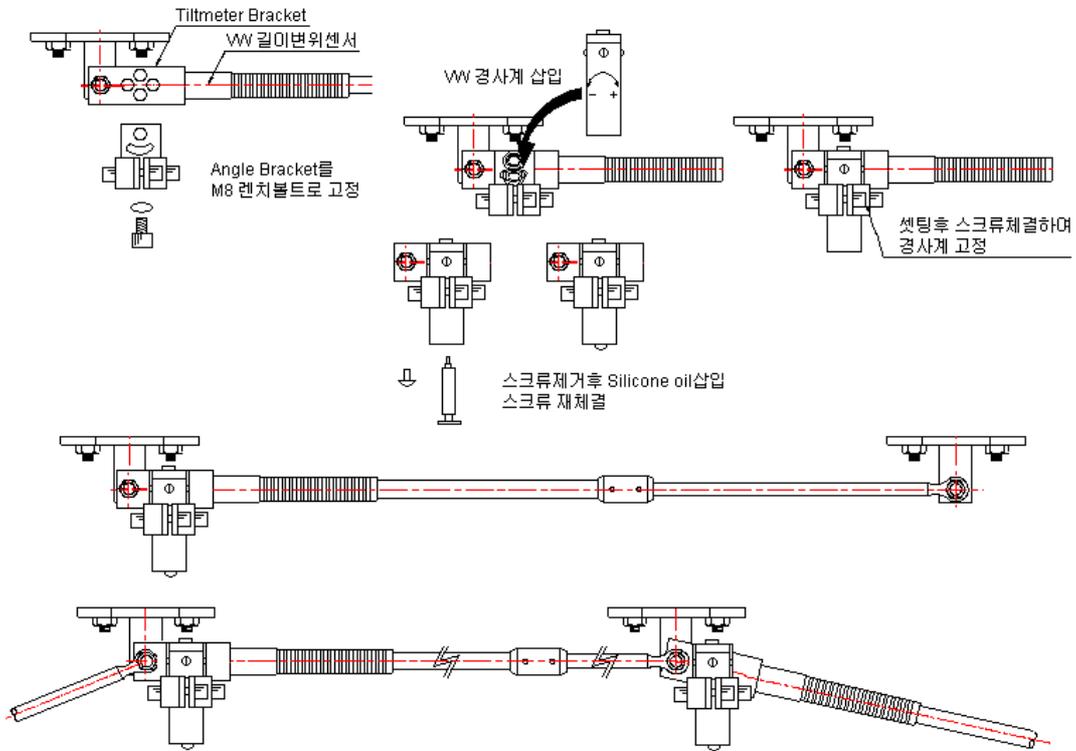


4

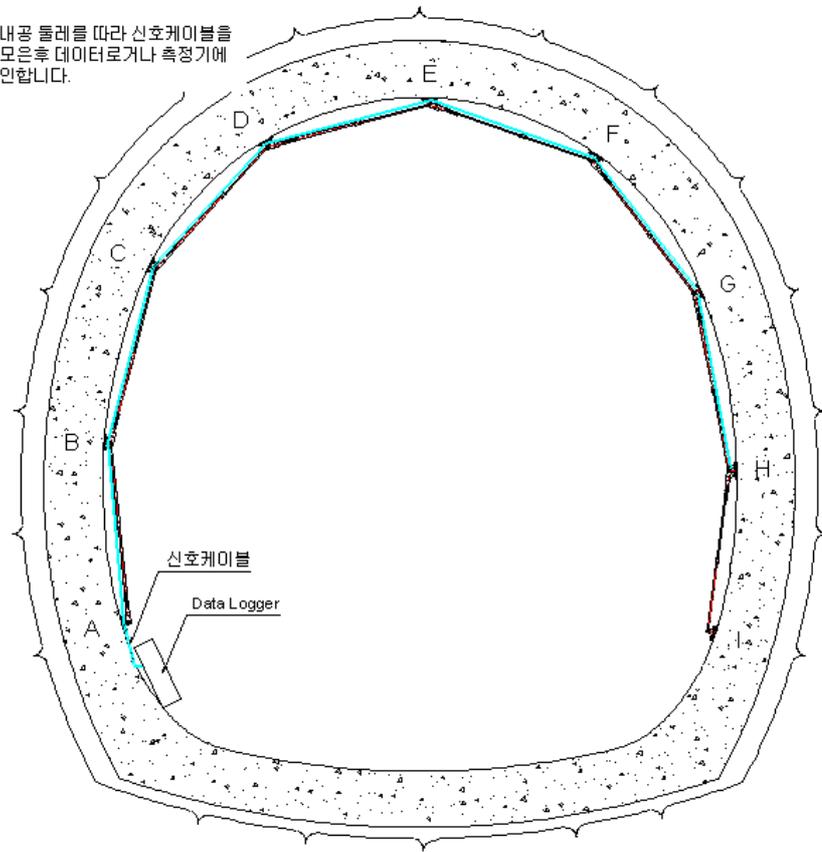
1. M8 볼트를 Mounting Bracket의 구멍에 통과시켜 너트로 강하게 고정합니다.
2. Mounting Bracket의 M8볼트에 Tiltmeter Bracket와 Ball joint bearing을 양쪽에 끼워넣은 후 Washer와 Nut를 사용하여 강하게 체결, 고정합니다.
3. Tube Connector를 Ball joint bearing 방향으로 약 15mm 정도 이동시킨후 2.5mm L형 렌치를 사용하여 스크류를 고정합니다.
(모든 나사체결부에는 에폭시를 도포하여 풀림을 방지하여야 합니다.)



5. 1. Tiltmeter Bracket에 경사계용 Angle Bracket을 M8 렌치볼트와 와셔를 사용하여 고정합니다.
2. 고정된 Angle Bracket의 삽입구에 VW 경사계를 삽입합니다.
3. VW 경사계 상단의 원형 수준기의 중심에 경사계를 맞추후 Bracket의 모든 볼트를 체결하여 셋팅을 완료합니다.
4. 셋팅이 완료되면 경사계 하부의 스크류를 빼낸후 동봉된 Silicone oil 2cc를 주사기로 삽입한 후 다시 스크류를 체결합니다.
(모든 나사체결부에 풀림방지를 위해 예폭시를 도포합니다.)



6. 설치가 완료되면 터널내공 둘레를 따라 신호케이블을 고정하여 한쪽끝으로 모은후 데이터로거나 측정기에 연결하여 측정값을 확인합니다.



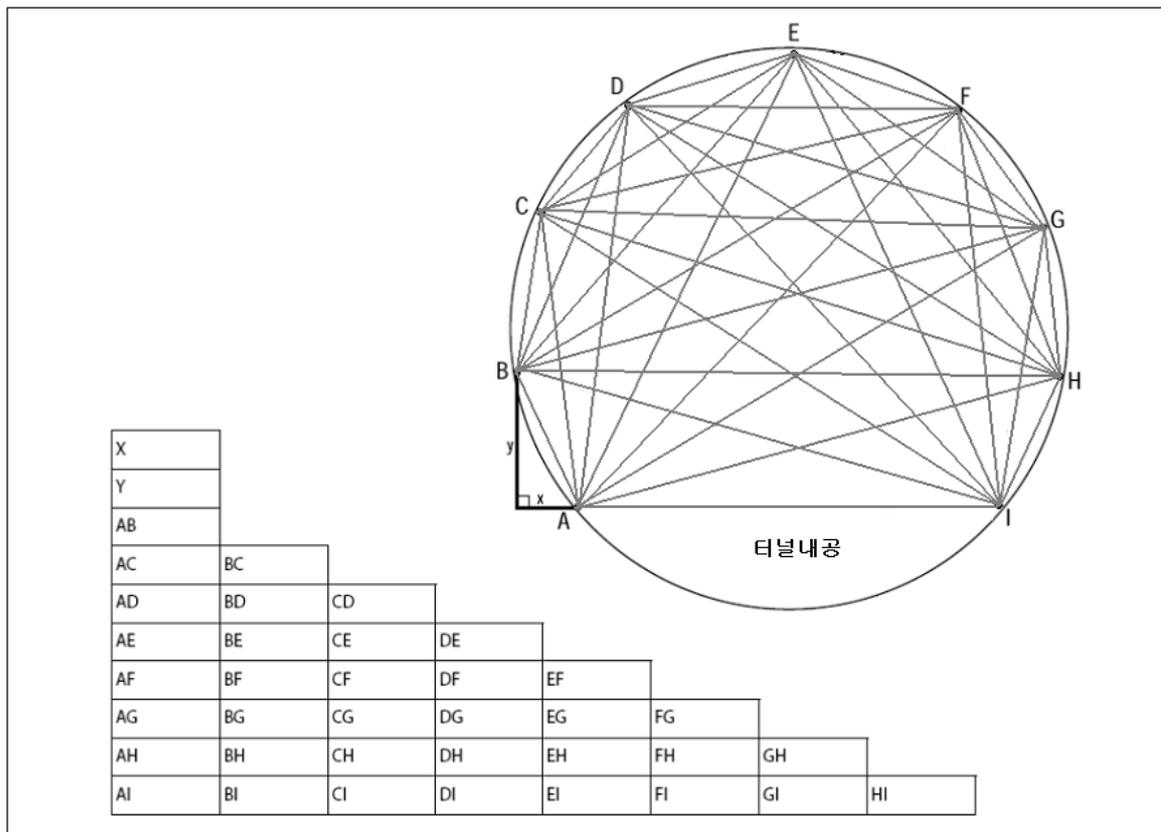
모델 ACE-TCS 터널내공 변위 시스템을 설치하고자 할 때에는 설치 장소, 신호 케이블, 인출 방법 및 주변 사항 등을 충분히 검토한 후에 설치하셔야 합니다. 설치하기 전에 센서 및 설치에 필요한 부속품들이 있는지 점검해야 하고, 없으면 준비하십시오.

1. 토목 설계 도면을 참조하여 터널내공 변위 시스템의 설치 위치를 확인하고 케이블의 배선로나 센서의 변위를 정확하게 계측하는데 방해되는 것은 없도록 설치부 주변을 깨끗이 하십시오.
2. 설치할 단면 둘레를 균일 등분하여 설치 Point를 표시합니다.
3. 표시한 곳에 Template을 사용하여 Anchoring 할 위치를 스프레이페인트로 마킹합니다.
4. 합마드릴에 3/8" 콘크리트 드릴 비트를 부착하여 60mm를 천공합니다.
5. 천공 Hole에 3/8" Saturn Anchor볼트를 삽입하여 고정시킵니다.
6. Sensor 고정 브라켓트를 양카에 고정시킵니다.
7. Sensor 고정용 브라켓트에 길이변위센서의 한쪽끝단의 Ball Joint Bearing을 고정단에 압입하여 걸고 압입 커버를 사용하여 고정합니다.
8. 두 번째 Sensor 고정용 브라켓트에 길이변위센서의 다른 한쪽 끝단의 Ball Joint Bearing을 고정단에 걸고 두 번째 길이변위센서의 한쪽끝단의 Ball Joint Bearing을 같은 고정단에 걸고 압입 커버를 사용하여 고정합니다.
9. 확장튜브를 약 15mm정도 잡아당겨 튜브컨넥터의 5mm 무두렌치볼트를 2.5mm L형 렌치로 고정시킵니다.
10. 경사센서용 브라켓트를 8mm 렌치볼트를 끼워놓고 6mm L형 렌치를 사용하여 고정시킵니다.
11. 경사센서용 브라켓트에 경사센서를 8mm 렌치볼트를 끼워놓고 6mm L형 렌치로 수평을 맞추어 고정시킵니다.
12. 경사센서 밀면의 스크류를 열고 실리콘오일(완충제)을 약 2cc정도로 충전합니다.
13. 같은 방법으로 나머지 센서들을 고정합니다.
14. 출력장치를 사용하여 초기값을 측정합니다.

2-5. 광파계의 타켓을 이용한 절대값 측정 (필요한 경우에만 시행)

모델 ACE-TCS 터널내공변위센서 설치 후 절대값 계측을 위해서는 반드시 광파측정기를 사용하여 브라켓트에 붙어있는 반사타켓을 측정하여 절대 위치의 값을 측정하여야 합니다. (초기 값 측정)

절대 좌표를 측정하는 것은 마운팅브라켓 전 부분을 측정할 수도 있고 일부의 위치확인을 위하여 대표적으로 몇 개소만 측정할 수도 있습니다.



2-6. 설치, 운용 시 확인사항

- 정밀도가 요구되는 현장은 Gage 길이를 1.0m 정도로 하십시오.
최대 1.5m을 초과하면 Sensor 자체 정밀도에 의하여 최대 1mm의 누락오차가 발생할 수 있습니다.
- 시작점과 종점을 폐합하는 것이 원칙입니다.
지하철과 같이 현치가 시공 완료된 곳은 시중 점을 현치 근접 부까지 설치하십시오.
이때 시중점 좌표는 변화가 없다고 가정합니다.
- Sensor에 내장된 Thermistor 온도를 1개만이라도 Date acquisition system에 접속하여 주변 분위기 온도를 측정하여야 합니다.
왜냐하면 Sensor 자체의 온도계수는 매우 작습니다만, 문제는 확장튜브로서 Exterstion Tube는 스테인레스 파이프로 이루어져 있어 약 11ppm/℃의 온도 영향을 받습니다.
결국 설치 당시보다 온도가 올라가면 Kit의 양단은 Mounting Bracket에 고정되어 있어 확장 튜브가 수축되는 결과를 가져오며 이것의 가장 큰 변수로 작용하며 온도계수를 보정하지 않으면 매우 큰 변위로 나타나게 됩니다.
- ACE-TCS를 설치할 때 설치 현장에는 지하철 등이 빈번하게 왕래하므로 진동이 많이 발생합니다. 이 진동에 의하여 체결된 나사가 풀어질 수 있습니다. 모든 Anchoring 부분과 나사체결 부분에는 급결 에폭시로 뒷마무리를 하여야 합니다.
- 또 필요한 경우 터널 내공의 양단에는 (사람의 손이 닿을 수 있는 곳) 보호 커버를 씌워야 합니다.
- 데이터 로거와 Multiplex Module은 전자 장비이기 때문에 전기적 Noise에 매우 민감합니다. 전기적 Noise에 노출되면 데이터가 불안하거나 데이터 획득이 불가능하며 센서가 나쁜 것으로 오판할 수도 있습니다.
 - 데이터로거와 Multiplex Module의 보호케이스는 차폐재료로서 완벽한 차폐가 이루어져야 합니다.
 - 데이터로거와 Multiplex Module은 구리선 등으로 접지하여 반드시 흐르는 물까지 연장하여 물속으로 넣어야 합니다.
 - 연장선이 필요한 경우에는 연장선 내부 표면에 차폐선이 있는 다중 케이블을 사용하여야 합니다.

3.

진동현식 경사계와 진동현식 길이변위센서는 계측 데이터의 정확도를 높이기 위해 ABC Factor를 사용하여 출력주파수와 변위의 관계를 나타냅니다. ABC Factor란 출력주파수-변위의 관계를 2차 함수로 나타내었을 때의 계수를 말합니다.

[진동현식 경사계 (VW Tiltmeter) 각도계산]

진동현식 경사계의 각도 계산은 다음과 같은 공식을 이용하여 산출할 수 있습니다.

$$\text{실각도}(\theta:\text{Degree}) = A F^2 + B F + C$$

단, F = Hz 단위의 계측값

A, B, C = 교정검사성적서에 기재되어 있는 ABC Factor

[진동현식 길이변위센서 (VW Convergencemeter) 변위량 계산]

진동현식 길이변위센서의 변위 계산은 다음과 같은 공식을 이용하여 산출할 수 있습니다.

$$\text{실변위(mm)} = A F^2 + B F + C$$

단, F = Hz 단위의 계측값

A, B, C = 교정검사성적서에 기재되어 있는 ABC Factor

[Point 별 변위값 계산]

모델 ACE-TCS 터널내공변위센서는 Point 별로 변위값을 계산하여 누적시켜 전체 터널의 변위로 Profile을 형성하게 되므로 각 Point 별로 변위값을 계산하여 주어야 합니다.

Point별 좌표계산의 예)

고정점(0,0)을 지정하고

1Point의 절대좌표가 X값 500.0000, Y값 866.0254일 경우,
절대각도는 60°, 절대길이는 1000mm 인 것을 알 수 있습니다.

여기에서 진동현식 각도센서 변위가 1° 변하고

진동현식 길이변위센서는 +10mm가 변하였을 경우를 예를 들면,

$$\text{절대좌표 계산 X축} = (1000 + 10) \times \cos(60 + 1) = 489.6577$$

$$\text{Y축} = (1000 + 10) \times \sin(60 + 1) = 883.3659$$

1Point 절대위치는 (866.0254, 500.0000)에서 (883.3659, 489.6577)로 이동된 것을 알 수 있습니다.

위의 방법으로 나머지 Point의 변위를 계산하고 누적을 시켜야합니다.

여기서 주의할 점은 2 Point의 절대좌표의 시작점은 1 Point의 이동된 절대좌표에서부터 시작하여야 합니다.

4.

진동현식 터널 전단면 내공변위시스템은 자동계측시스템을 연결하여 원하는 시간 또는 실시간으로 데이터를 얻을 수 있으며 유선 로거에 무선모뎀을 접속하여 원거리에서 데이터를 전송 받아 사용할 수 있습니다.

현재 국내에서 사용되는 모든 자동화시스템에 연결하여 사용할 수 있으며 당사에서 제조, 판매되는 무선자동계측시스템(ARF-100)을 사용하면 더욱 편리하게 사용할 수 있습니다.

4-1. 자동화시스템 구성

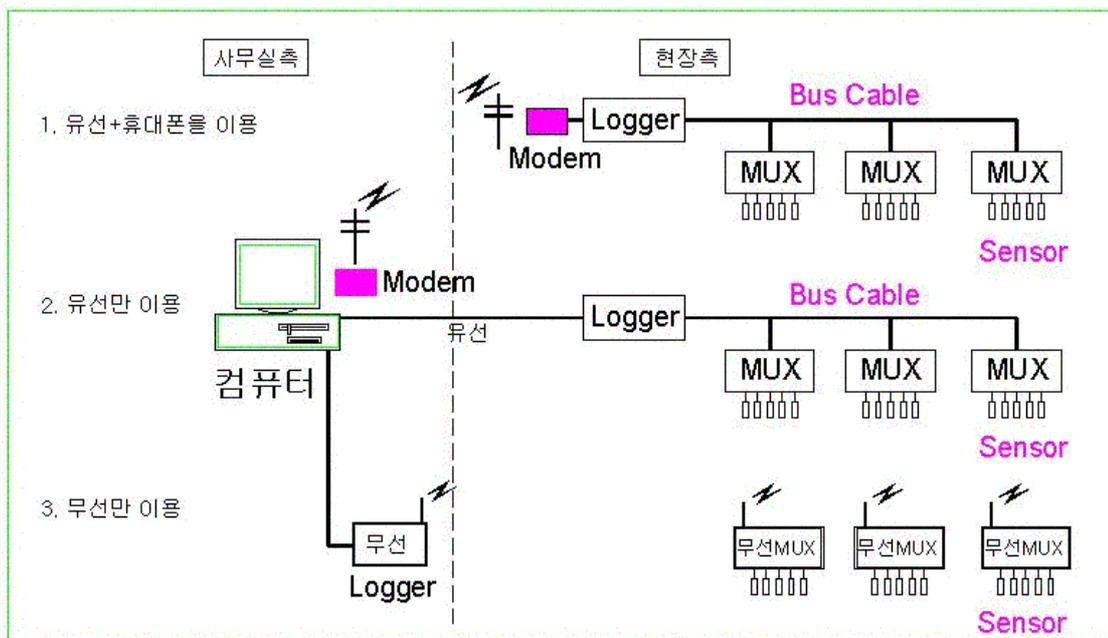
자동화시스템의 구성은 아래의 그림과 같이 VW 센서의 신호 케이블을 데이터 수집기인 Multiplex Module에 연결하고 인터페이스를 통해 데이터 저장장치인 Data Logger에 연결됩니다.

저장된 데이터는 컴퓨터의 RS-232 포트를 통하여 곧바로 다운 받을 수 있으며 또한 무선모뎀을 연결하여 원거리에 있는 컴퓨터로 데이터를 전송 할 수도 있습니다.

4-2. 자동화시스템 종류

기존 제품은 유선으로 연결되는 시스템이 보편적으로 적용되고 있으나 근래에 휴대폰 기술의 비약적인 발전에 힘입어 유선 + 휴대폰기반 무선시스템이 보편적으로 적용되고 있습니다만 휴대폰 기반인 경우 휴대전화를 이용하기 때문에 지하철등에서는 가끔씩 통신장애가 많이 발생하며 Reset이 필요한 경우가 발생합니다.

국내에 공급된 CR-10X(Campbell's in 캐나다) 또는 DT-515, 615(Data taker's in 호주) 당사의 ARF-100(무선 자동화 계측시스템)등은 정적 자동 계측시스템 전용입니다. 보통 1~2초당 1회의 데이터 획득이 가능합니다.



5.

Program (TCS-Pro)

모델 ACE-TCS 진동현식 터널 전단면 내공변위시스템 운용 Program인 TCS-Pro는 수동측정된 데이터를 입력하는 것과 자동계측시스템을 이용하여 측정된 데이터를 입력하여 전체 터널형상 Profile의 변위를 확인할 수 있고 또한 측정점에 대한 변위량 데이터를 확인할 수 있는 전용 프로그램입니다.

데이터는 상대좌표 변위량과 절대좌표 변위량으로 관리되며 그에 따른 그래프를 생성합니다.

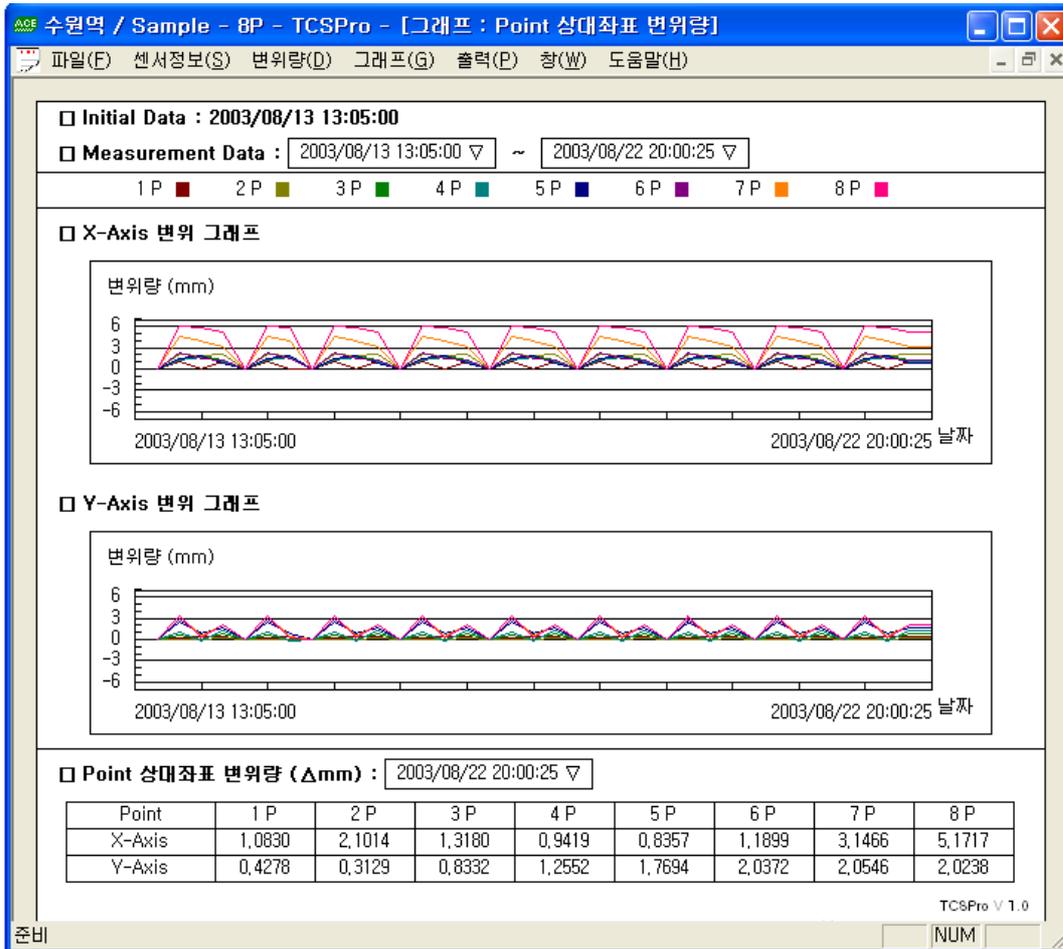
[상대좌표 변위량]

상대 좌표의 변위량은 초기값을 기준하여 현재 측정된 데이터가 측정점 좌표에 발생된 X축과 Y축에 대한 변위량을 측정일이나 시간별로 나타냅니다.

5-1. 상대좌표 변위량 데이터 샘플

No.	Date	X - 1 P	Y - 1 P	X - 2 P	Y - 2 P	X - 3 P	Y - 3 P	X - 4 P
2	2003/08/13 16:23:04	1,1223	0,1742	2,1407	0,0593	1,3572	0,5796	1,2557
3	2003/08/13 18:45:33	-0,0592	0,3806	1,9453	-0,0306	1,9094	-0,0778	1,7447
4	2003/08/13 20:00:25	1,0830	0,4278	2,1014	0,3129	1,3180	0,8332	0,9419
5	2003/08/14 13:05:00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6	2003/08/14 16:23:04	1,1223	0,1742	2,1407	0,0593	1,3572	0,5796	1,2557
7	2003/08/14 18:45:33	-0,0592	0,3806	1,9453	-0,0306	1,9094	-0,0778	1,7447
8	2003/08/15 13:05:00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
9	2003/08/15 16:23:04	1,1223	0,1742	2,1407	0,0593	1,3572	0,5796	1,2557
10	2003/08/15 18:45:33	-0,0592	0,3806	1,9453	-0,0306	1,9094	-0,0778	1,7447
11	2003/08/15 20:00:25	1,0830	0,4278	2,1014	0,3129	1,3180	0,8332	0,9419
12	2003/08/16 13:05:00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
13	2003/08/16 16:23:04	1,1223	0,1742	2,1407	0,0593	1,3572	0,5796	1,2557
14	2003/08/16 18:45:33	-0,0592	0,3806	1,9453	-0,0306	1,9094	-0,0778	1,7447
15	2003/08/16 20:00:25	1,0830	0,4278	2,1014	0,3129	1,3180	0,8332	0,9419
16	2003/08/17 13:05:00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
17	2003/08/17 16:23:04	1,1223	0,1742	2,1407	0,0593	1,3572	0,5796	1,2557
18	2003/08/17 18:45:33	-0,0592	0,3806	1,9453	-0,0306	1,9094	-0,0778	1,7447
19	2003/08/17 20:00:25	1,0830	0,4278	2,1014	0,3129	1,3180	0,8332	0,9419
20	2003/08/18 13:05:00	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
21	2003/08/18 16:23:04	1,1223	0,1742	2,1407	0,0593	1,3572	0,5796	1,2557
22	2003/08/18 18:45:33	-0,0592	0,3806	1,9453	-0,0306	1,9094	-0,0778	1,7447

5-2. 상대좌표 변위량 그래프 샘플



[절대좌표 변위량]

절대 좌표의 변위량은 터널의 프로파일을 형성하기 위한 값이며 초기값을 기준하여 현재 측정된 데이터가 측정점 좌표에 발생한 X축과 Y축에 대한 절대변위량을 측정일이나 시간별로 나타냅니다.

5-3. 절대좌표 변위량 데이터 샘플

No.	Date	X - 1 P	Y - 1 P	X - 2 P	Y - 2 P	X - 3 P	Y - 3 P	X - 4 P
2	2003/08/13 16:23:04	-247,6077	1599,1642	30,1407	3194,1293	998,4772	4470,4296	2524,4657
3	2003/08/13 18:45:33	-248,7892	1599,3706	29,9453	3194,0394	999,0294	4469,7722	2524,9547
4	2003/08/13 20:00:25	-247,6470	1599,4178	30,1014	3194,3829	998,4380	4470,6832	2524,1519
5	2003/08/14 13:05:00	-248,7300	1598,9900	28,0000	3194,0700	997,1200	4469,8500	2523,2100
6	2003/08/14 16:23:04	-247,6077	1599,1642	30,1407	3194,1293	998,4772	4470,4296	2524,4657
7	2003/08/14 18:45:33	-248,7892	1599,3706	29,9453	3194,0394	999,0294	4469,7722	2524,9547
8	2003/08/15 13:05:00	-248,7300	1598,9900	28,0000	3194,0700	997,1200	4469,8500	2523,2100
9	2003/08/15 16:23:04	-247,6077	1599,1642	30,1407	3194,1293	998,4772	4470,4296	2524,4657
10	2003/08/15 18:45:33	-248,7892	1599,3706	29,9453	3194,0394	999,0294	4469,7722	2524,9547
11	2003/08/15 20:00:25	-247,6470	1599,4178	30,1014	3194,3829	998,4380	4470,6832	2524,1519
12	2003/08/16 13:05:00	-248,7300	1598,9900	28,0000	3194,0700	997,1200	4469,8500	2523,2100
13	2003/08/16 16:23:04	-247,6077	1599,1642	30,1407	3194,1293	998,4772	4470,4296	2524,4657
14	2003/08/16 18:45:33	-248,7892	1599,3706	29,9453	3194,0394	999,0294	4469,7722	2524,9547
15	2003/08/16 20:00:25	-247,6470	1599,4178	30,1014	3194,3829	998,4380	4470,6832	2524,1519
16	2003/08/17 13:05:00	-248,7300	1598,9900	28,0000	3194,0700	997,1200	4469,8500	2523,2100
17	2003/08/17 16:23:04	-247,6077	1599,1642	30,1407	3194,1293	998,4772	4470,4296	2524,4657
18	2003/08/17 18:45:33	-248,7892	1599,3706	29,9453	3194,0394	999,0294	4469,7722	2524,9547
19	2003/08/17 20:00:25	-247,6470	1599,4178	30,1014	3194,3829	998,4380	4470,6832	2524,1519
20	2003/08/18 13:05:00	-248,7300	1598,9900	28,0000	3194,0700	997,1200	4469,8500	2523,2100
21	2003/08/18 16:23:04	-247,6077	1599,1642	30,1407	3194,1293	998,4772	4470,4296	2524,4657
22	2003/08/18 18:45:33	-248,7892	1599,3706	29,9453	3194,0394	999,0294	4469,7722	2524,9547
23	2003/08/18 20:00:25	-247,6470	1599,4178	30,1014	3194,3829	998,4380	4470,6832	2524,1519
24	2003/08/19 13:05:00	-248,7300	1598,9900	28,0000	3194,0700	997,1200	4469,8500	2523,2100

5-4. 절대좌표 변위량 그래프 샘플

