

## Fiber Optic Displacement Monitoring System

“광변위계”

특허 제10-1698835호

## 변위 光 계측 시스템

구조물안전및 재난 안전 영구 계측 및 경보시스템

- 광범위 변위 원격 상시 계측 가능
- 단일 관측정기에서 다 항목 통합계측 가능, 8ch x 10KM
- 현장에 광케이블, 스텐레스강 등 수동소자만을 사용
- 현장에 전원공급 불필요
- 고장이 없고 유지보수 단순
- 반영구적 사용수명



교량 안정성



신축 이음장치



균열



터널안정성



성곽·옹벽의 배불뚝기



산사태



화이버트론(주)

www.fibertron.co.kr

경기도 용인시 기흥구 동백중앙로 16번길 16-4  
에이스동백타워 1동1405호 (우) 17015

이메일: doctorbaekorea@gmail.com

T : 031 - 893 - 5612 / M : 010 -3783 - 4681

F : 070 - 7452 - 5613

## 변위 광계측 시스템 개요

L = 단기 10KM/장기 260KM



광측정기



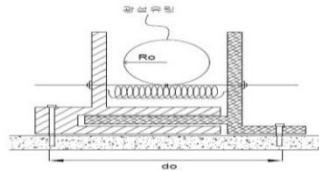
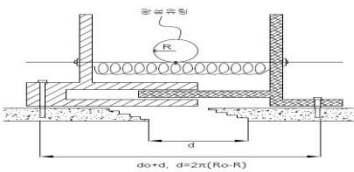
광케이블



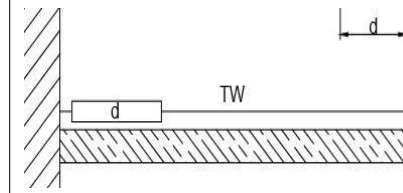
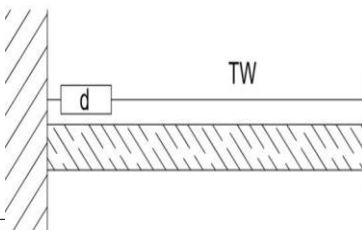
광변위센서

변위 광계측 시스템( 이를 '**광변위계**'라 약칭함)은 특허 제 10 -101699935호 기술을 적용하여 구조물의 중요부위에 광변위센서를 부착하고 광케이블을 통하여 충분히 멀리 (단기10KM, 장기260KM) 떨어진 관측소 광 측정기와 연결하고 적외선 레이저 펄스를 주기적으로 입사시켜 가며 광변위 센서에 맞아 되돌아오는 반송광으로부터 변위를 계량하여 표시·저장하고 위험시 경보발령 및 재난안전망에 상황을 전파하도록 작동한다.

## 광변위계의 작동원리



광변위센서의 병렬부착



광변위센서의 직렬부착

신축이음장치·균열 등 간극을 상시 모니터링하고 저 할 경우 광섬유링이 탑재된 탄성체가 내장된 광변위센서를 신축이음장치·균열 부위와 병렬로 부착하고 굽힘 광손실 값 L로부터 간극 변화량, 즉, 변위d를 다음 관계식을 이용하여 도출한다.

$$d = 2\pi(Ro - (a - \beta L)/L)$$

여기서 Ro, Lo, a, β는 광손실L가 무관한 상수이다.

교량상판의 출렁거림, 건물 대들보의 처짐, 교량 경간의 변화, 교각의 신축, 터널 천단 침하, 터널내공변위, 건물기둥의 신축, 고대 성곽이나 옹벽의 배물뜨기, 현수교/사장교 주케이블의 신축, 분화구 직경변화, 도서의 이동 등을 상시 모니터링 하고저 하는 경우, 광변위센서를 텐션와이어 TW 와 함께 측정대상 양단 사이에 팽팽히 직렬로 부착하고 측정대상의 길이 변화량, 즉, 변위d를 굽힘 광손실값 L로부터 위 관계식을 이용하여 도출함.

**d** : Fiber Optic Displacement Sensor (광변위센서)  
TW : Tension wire

# 기기 사양

## 광변위센서 사양

모델명	FODS-d	사진1 : 병렬부착	사진2 : 직렬연결
측정범위,	50mm ~ 수M		
피 측정체 길이	수mm ~ 수KM		
센서 길이	1.25FS + 20mm		
센서단면	75 mm x 75mm		
정밀도,	±2.5%, ±1%, ±0.1% FS (현장조건에 가변)		
최대측정거리	10KM현재, 260KM장차		
동작온도, ℃	-50℃ ~ +80℃		
소모 전원	0 Watt		
환경성	습기, 전기, 진동에 무영향		
사용수명	반영구적		

## 광측정기 (OMU, Optical Monitoring Unit) 사양

### Model : OMU-nP

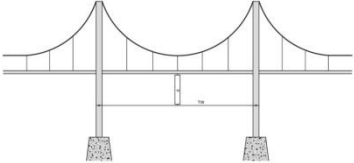
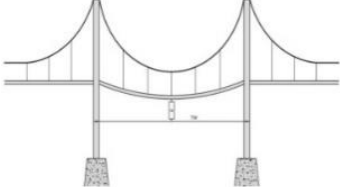
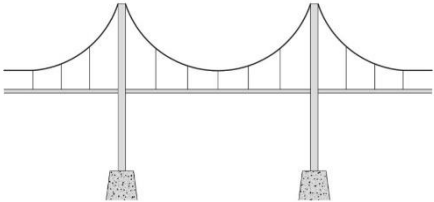
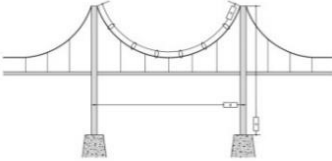

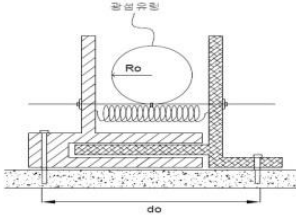

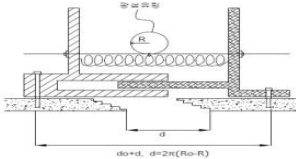


- 동작모드 : 정상, 시험, 비상, 입력, 중지
- 감지 근원 : 광 손실 변화
- 채널 수효 : n (최대 8ch)
- 위치표시 오차 : ±15m, ±25m, Optional
- 최대탐지거리 : 10KM
- 자동 저장내용 : 경보발생기각, 센서위치, 측정치, 경보기준등
- 모니터 : 17" LCD 외장
- O/S : Windows XP
- Interface with CCTV or RTU or SNS : Dry Contacts or Serial Data (RS232, RS422, RS485 etc) Optional
- 경광등 : 12V1A Siren : 12V0.3A
- 크기 : 19" 4U (177×483×300 mm)
- 소모전원 : 220 VAC / 150Watt 내외
- 동작조건 : 실내/합체


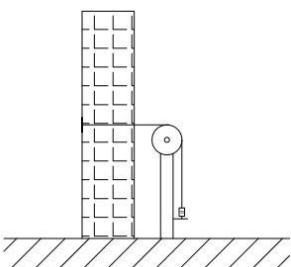

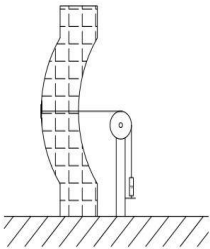
## 광계측 도입 효과


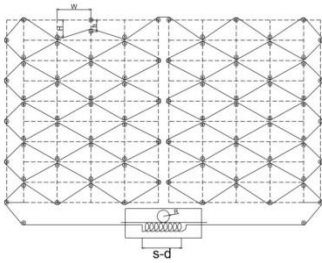

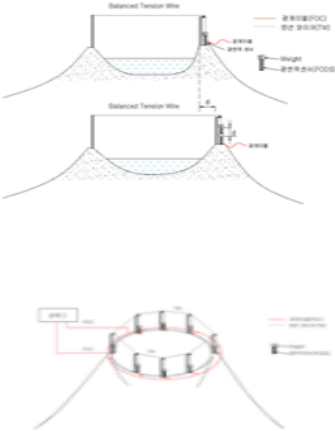
종래의 전기식 계측기들은 1)센서와 측정기(혹은 '기록계'라 칭함)가 현장에 함께 위치해야 되고 전기를 필요로 하며, 2)습기, 낙뢰, 혹한, 고온, 폭우/폭설, 강풍등 악천후와 주야에 영향을 받아 성능이 저하되거나 고장을 이르 켤 수있고 3)측정기의 데이터를 사람이 직접 가서 읽거나 USB등에 담아 와야 되는 불편이 있어 그 성능과 신뢰도가 기대에 못 미친다. 만약, 이를 원격으로 관측소에서 상시 계측하기 위해서는 통신설비가 추가적으로 필요하고 관측소에 비상상황을 알리는 간단한 문자를 전송하는 것이외 기록계가 실시간 수신한 파형이나 저장된 데이터를 전송하거나 기록계의 작동을 원격제어 하지는 못한다. 또한 전원공급문제와 악천후 영향은 해소되기는 커녕 오히려 가중되고 깊은 산중계곡, 배수로, 지중, 수중등 차폐된 지점에 대한 계측은 사실상 불가능하다. 다른 유형의 광섬유센서(FBG Sensor등)은 현장에 전원공급문제는 해소가능하지만 측정범위와 측정거리가 제한적이고 혹한/장기사용시 손상될 수있고 주변 진동등에 오작동한다. 이러한 문제점들은 본 연구의 광계측시스템 도입시 근원적으로 해소되고 그 차별성은 아래와 같이 정리될 수있다.


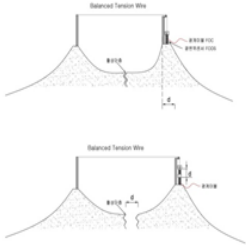
광변위계의 적용분야


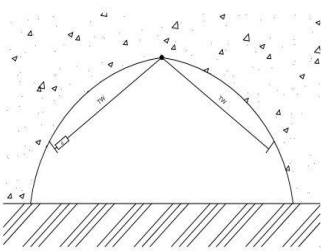
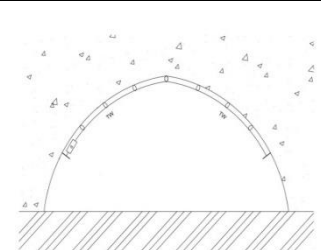
적용 분야	사진 또는 그림	설치도	설 명
① 교량상판 처짐•출렁거림			현수교/사장교 주탑사이 위치한 상판의 중앙점과 상판 아래 평행으로 두 경간사이에 팽팽히 설치된 텐션와이어 중앙점간 횡방향으로 광변위센서를 부착하고 상판의 처짐•출렁거림을 상시 모니터링한다
			현수교/사장교의 주케이ابل•주탑•주탑간의 공간 등을 따라 종방향으로 텐션와이어와 함께 광변위센서를 설치하고 그 신축을 상시 모니터링한다,
② 신축이음장치•균열 상시 모니터링			신축이음장치•균열 등 간극을 상시 모니터링하고 저 할 경우 광섬유링이 탑재된 탄성체가 내장된 광변위센서를 신축이음장치•균열 부위와 병렬로 부착하고 굽힘 광손실 값 L로부터 간극변화량, 즉, 변위d를 다음 관계식을 이용하여 도출한다. $d = 2\pi(Ro - (a - \beta \ln L)/L)$ 여기서 Ro, Lo, a, , β는 광손실L가 무관한 상수이다
			



적용 분야	사진 또는 그림	설치도	설 명
③ 성곽 • 옹벽의 배 불뚝이 측 정			노후 성곽, 옹벽, 축대등 거대 수직구조물의 배불뚝이 정도를 상시 모니터링하기 위하여 텐션와이어 TW의 일단을 구조물 면에 고정하고 도르래등을 이용하여 돌아 타단을 광변위센서에 연결하여 배불뚝이 정도, 즉, 휨변위를 원격 측정함.
			

④ 산사 태징 후 상 시 모니터 링			특허제 10-19227807 호 2차원 사면변형 계측 기술을 적용하여 광변위센서와 텐션와이어 스크린을 결합하여 다음 수식을 이용하여 원격지 2차원 사면변형을 계측할 수있다.
⑤ 분화구 표면 변형 계측 ( 직 경, 둘레 길이)			분화구 직경이나 둘레를 따라 BTW(Balanced Tension Wire)와 결합하여 광변위센서를 설치하여 중력의 미세변화를 상시 원격 측정하여 표시 • 저장 하고 위험상황을 전파함. 분화구 직경 1KM에서 1mm정밀도 가능예상

적용 분야	사진 또는 그림	설치도	설 명
⑥ 활성 단층의 거동			활성 단층을 가로 질러 BTW(Balanced Tension Wire)와 결합하여 광변위센서를 설치하여 미세 거동을 상시 원격 측정하여 표시·저장하고 위험상황을 전파함 단측 폭 1KM에서 1mm 정밀도 가능

⑦ 터널 천단침하 및 내공변위			텐션와이어 일단을 터널 벽체 한 쪽에 고정하고 타단을 터널 천단 고리를 통하여 돌아 반대편 벽체에 부착된 광변위센서에 연결하여 변위를 측정하고 삼각법으로 터널 천단 침하량을 산출하는 방법으로 터널 천단 침하를 상시 모니터링 할 수 있다. 텐션와이어 일단을 터널 벽체 한 쪽에 고정하고 터널 내공을 따라 소정간격으로 배치된 고리를 통하여 돌아 반대편 벽체에 부착된 광변위센서에 연결하여 둘레길이 변화량, 즉, 내공 변위를 상시 모니터링 할 수 있다.
			

## 타 변위계측과 비교

항목	전기식 계측기	FBG Sensor	광변위센서
다 항목계측 능력	단일 항목만 측정가능	다수 항목 종합계측 가능	단일 측정기에서 다수 항목 종합계측 가능
변위계측 범위	100mm	100mm	1,000mm
측정기-센서간 이격거리	수10m이내	미입증	10km현재, 260km장차
상황실과 통신설비	필요	필요	불필요(측정기를 상황실에 놓고 운영가능)
유지보수	현장에 전원공급 및 수시 점검필요	현장 인근 전원공급 및 수시 점검필요	계측현장/인근에 전원공급 및 수시 점검 불필요
환경성	습기, 낙뢰, 정전기, 고온, 저온, 주변 수목등에 성능저하/오작동	저온에 성능저하/손상 주변 진동에 오작동	환경에 기인한 성능저하나 오작동 없음
수명	단기(10년이하)	장기 반복사용 시 성능저하/손상	반영구적(50년추정)