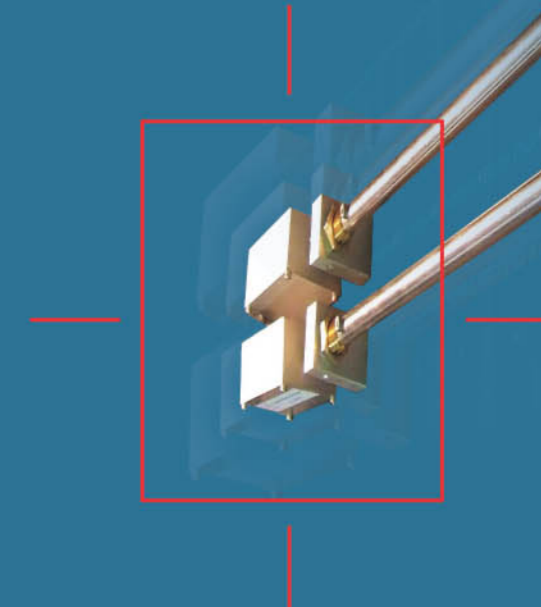


부분탈피하여 고정한 프리스트레인 가변형 광섬유격자센서
지하시설물 변위 모니터링 시스템
(건설신기술 제575호)



부분탈피하여 고정한
프리스트레인 가변형 광섬유격자센서
지하시설물 변위 모니터링 시스템
(건설신기술 제575호)

공급



(주)이제이텍

본사) 경기도 성남시 분당구 구미동 204-5 석정빌딩 2, 3층
Tel) 031-711-4880 Fax) 031-712-6311
www.ejtech.net



(주)아이세스

본사) 경기도 성남시 분당구 구미동 204-5 석정빌딩 4층
Tel) 031-717-7431 Fax) 031-714-5890
www.ices.co.kr



(주)대우건설

연구원) 경기도 수원시 장안구 송죽동 60번지
Tel) 031-250-1124 Fax) 031-250-1131
www.dwconst.re.kr

EJtech
www.ejtech.net

1. 신기술 개요 및 장점

본 신기술은 광섬유격자센서 케이블의 유리섬유부분(코어와 클래딩)을 보호하는 피복부를 부분탈피하여, 별도의 고정재(Fixture)에 직접 부착하는 방식으로 고정한다. 이는 외력에 의한 케이블의 장력으로 광케이블을 구성하는 재료들 사이에서 발생하는 미끄러짐(Slip) 현상을 방지할 수 있으며, 발생하는 변형을 정확하게 측정할 수 있다. 일반적인 계측기의 압축 측정이 불가능한점이 개선된 프리스트레인 가변이 가능한 광섬유격자변위센서 패키지를 개발하였고, 지하시설물 유지 관리시 발생하는 인장 및 압축에 의한 변위의 정밀한 측정을 반영구적으로 관리하는 시스템이다.

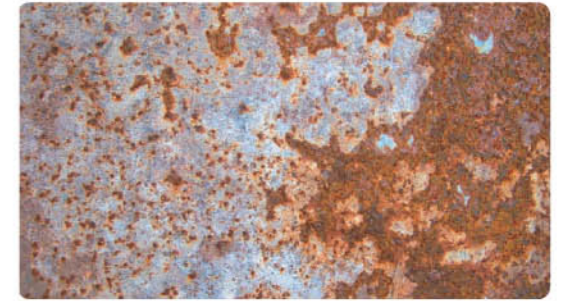
적용 대상

- ① 지하시설물의 콘크리트 라이닝 내부 및 외부에 설치하여 시설물의 변위 계측
- ② 고압전기를 사용하는 철도지하시설물(지하철, 고속철도 등)의 유지관리계측
- ③ 인력 접근이 제한된 곳(방사성 폐기물 처분시설 등)의 장기간 유지관리계측
- ④ 고속도로 터널시설물의 장기간 유지관리계측

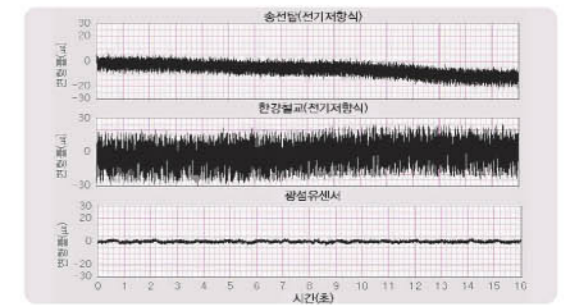
2. 기존 변위 센서의 문제점

1) 전기식 및 진동현식 센서의 문제점

- ① 부식에 의한 내구성능 저하
 - 전기식 및 진동현식 센서는 재료적인 특성상 습도에 약함 (데이터 노이즈 발생)
 - 센서부의 부식 발생: 오작동에 의한 Data의 오류 발생
 - 지하시설물의 내구연한 이내에서 센서 망실 가능성 증가



- ② 고압 전기에 의한 데이터 노이즈 발생
 - 고전압 주변에 센서가 설치될 경우, 전기 저항식 센서의 측정 데이터에서 노이즈 크게 발생
 - 지하시설물의 정밀한 계측관리 불가능



3. 신기술의 특징

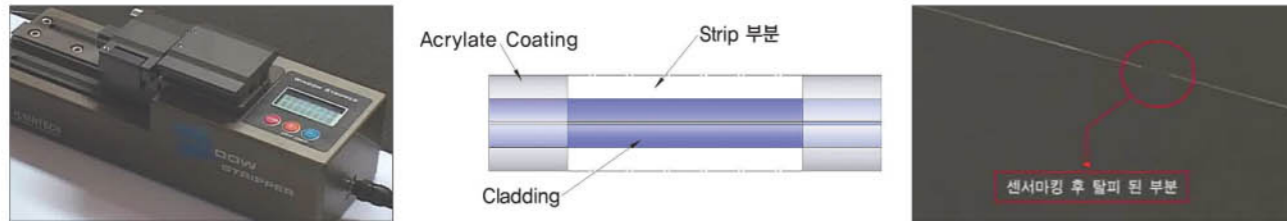
1) 광섬유 고정부의 미끄러짐 방지 기술의 적용

- ▶ 광섬유를 부분 탈피하여 고정하는 방식 적용
(광섬유 센서용 고정자 및 이를 이용한 광섬유 센서 부착방법, 특허출원 10-2008-0002775호)

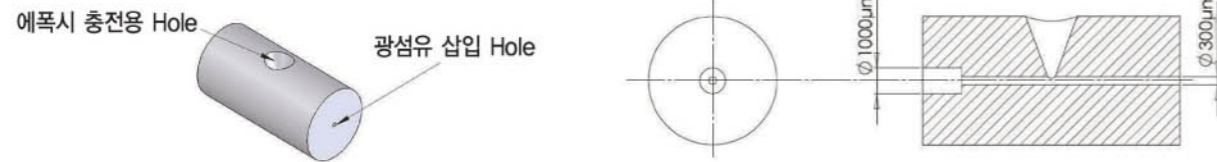
개발효과

- 광섬유 고정부에서 발생하는 미끄러짐 현상 방지
- 부분 탈피된 광섬유를 보호하여, 광섬유가 단락되는 것을 방지
- 광섬유격자 변위 센서로부터 신뢰성 있는 데이터의 확보 가능

① 부분 탈피 장치를 이용하여 Arcylate Coating 부분을 탈피(strip)

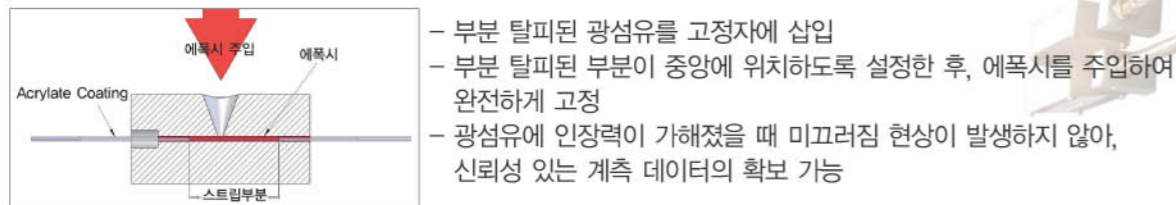


② 부분 탈피된 광섬유 부착용 고정자 (Fixture)



- 부분 탈피된 광섬유는 강도가 감소, 외부 충격에 단락 발생 가능성 높음
- 광섬유 부착용 고정자: 부분 탈피된 광섬유를 충격으로부터 보호

③ 부분 탈피된 광섬유의 고정자에 삽입 및 부착



- 부분 탈피된 광섬유를 고정자에 삽입
- 부분 탈피된 부분이 중앙에 위치하도록 설정한 후, 에폭시를 주입하여 완전하게 고정
- 광섬유에 인장력이 가해졌을 때 미끄러짐 현상이 발생하지 않아, 신뢰성 있는 계측 데이터의 확보 가능

2) 스트레인 가변형 광섬유격자 변위 계측 센서

- ▶ 스트레인의 가변이 가능한 장치의 개발
(장력 제어 가능한 광섬유 센서 장착용 지그(JIG), 실용신안 제0358229호)

개발 효과

- 광섬유 고정부의 미끄러짐 방지 기술 적용
- 지하시설물의 압축 변위(변형) 측정 가능
- 센서 설치 후 예상 변위량에 따라 프리스트레인(Pre-strain)의 범위조절 가능

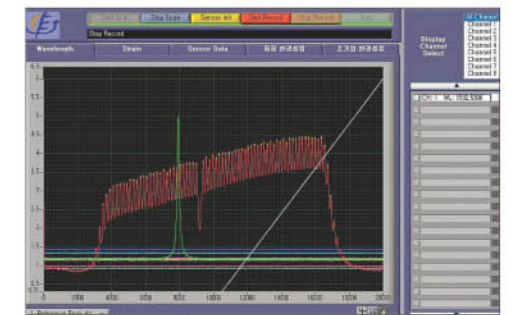


3) 자동화 모니터링 시스템

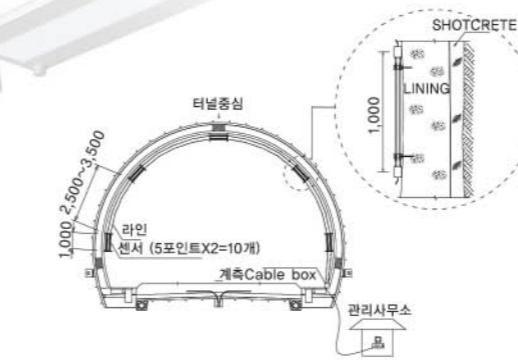
- ▶ FBG-Data Logger 및 계측 프로그램 개발
(온도제어 가능한 파장 가변 광발생기를 구비한 스트레인 계측모듈 및 이를 이용한 광섬유 스트레인 계측 시스템, 특허등록 10-0614006호)

개발효과

- 지하시설물의 자동화 계측 시스템의 운영이 가능
- 유무선 인터넷을 이용한 원격 제어로 FBG Data Logger의 점검 및 수리가능



- ① 콘크리트 라이닝의 1단면 당 5~7개 지점에 일정한 간격에 의하여 포인트 센서의 개념으로 설치
- ② 각각의 위치에 설치된 광섬유격자 변위 센서를 1개의 광케이블로 연결
- ③ 관리(현장)사무소에 설치된 FBG-Data Logger에서 일괄적으로 계측 데이터를 취득
- ④ 통합계측관리 server로 데이터가 전송되어 지하시설물(터널 등)의 관리기준치에 따라 모니터링 가능
- ⑤ 계측관리 전담자(계측사, 시공사, 발주처)는 실시간으로 유지관리계측 현황을 확인 가능
- ⑥ 각 단계별 관리기준치가 초과할 경우는 경보SMS를 발송




▶ 인터넷기반 통합관리 시스템(EJ-TMS)



4. 센서 및 시스템 사양

1) 광섬유격자 변위 센서 사양

항목	사양
모델명	FCM-10
표준센서 길이	1m (길이조정 가능)
측정범위	±4,000 microstrain 이상
분해능	1 microstrain 이상
적용센서	FBG Optic Sensor
FBG 중심파장	1,528 ~ 1,560 nano meter
작동온도	-20°C ~ +80°C
내장 온도센서	FBG Optic Sensor
패키지 재료	Stainless steel 및 황동
Fiber Connectors	FC/PC, FC/APC
센서	

2) 계측 시스템 사양

항목	사양
모델명	FBG Static Data Logger
측정파장범위	40 nano meter(1,525~1,565)
채널수	1, 4, 8channel
반복성	±50 microstrain 이상
분해능	1 microstrain 이상
데이터취득속도	1Hz 이상
작동온도	0°C ~ +40°C
시스템 인터페이스	PCI or PCMCIA
광컨넥터	FC/APC
공급전압	85~264(V)
데이터 로거	

5. 경제성 비교

- ▶ 종래의 경우 T.P.M.S(Tunnel Profile Monitoring System)와 수준측량기(광파기)를 이용한 방법이 대표적으로 사용
- ▶ 광섬유격자 변위 센서는 내구성이 우수하여, 장기준비 시 종래의 계측 방식에 비하여 2배 이상의 경제성을 가짐
- ▶ 종래 변위 계측 센서와 광섬유격자 변위 센서의 재료비 및 설치비는 동일한 수준

1) VE (Value Engineering, 가치 공학) / LCC (Life Cycle Cost, 생애 주기 비용)

TPMS+변형률계



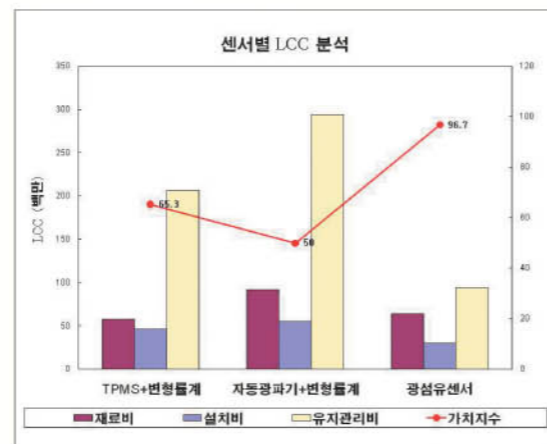
자동광파기+변형률계



광섬유센서



Function(기능), Cost(비용), Value(가치)



구조안정성, 내구성, 공기단축의 효과가 뛰어난 광섬유격자 변위 센서는 T.P.M.S 센서와 비교했을 때, 가치(V) 측면에서 48.08% (광섬유센서/T.P.M.S)의 향상 효과를 나타낸다.

6. 현장 적용방법 및 실적

1) 다양한 방법으로 현장 설치가능

- ① 콘크리트 라이닝 철근 내부에 설치방법
 - 센서가 설치될 위치를 확인하고 표시
 - 광섬유격자 변위 센서를 철근내부에 삽입
 - 설치될 위치에 임시로 고정
 - 센서고정용 브라켓 설치 (2열 배치되는 센서가 평행하게 되도록 브라켓 고정)
 - 광섬유격자 변위 센서를 설치된 브라켓에 볼트를 이용하여 고정시켜 설치 완료
 - 초기측정 개시
- ② 콘크리트 라이닝 조인트부 설치방법
 - 센서가 설치될 위치를 확인하고 표시
 - 센서 설치위치가 표시된 지점에 앵커구멍을 천공하고 앵커볼트를 설치
 - 센서 고정용 브라켓고정 (2열 배치되는 센서가 평행하게 되도록 브라켓고정)
 - 광섬유격자 변위 센서를 브라켓에 볼트를 이용하여 고정시켜 설치를 완료
 - 초기측정 개시
- ③ 콘크리트 라이닝 표면 설치방법
 - 센서가 설치될 위치를 확인하고 표시
 - 센서 설치위치가 표시된 지점에 앵커구멍을 천공하고 앵커볼트를 설치
 - 센서고정용 브라켓고정 (2열 배치되는 센서가 평행하게 되도록 브라켓고정)
 - 광섬유격자변위센서를 브라켓에 볼트를 이용하여 고정시켜 설치를 완료
 - 초기측정 개시



2) 현장 적용사례 및 실적

1. 영동선(동백산-도계) 철도이설 건설공사
솔안터널 유지관리 계측
공사진행 중(2007. 04 ~)
2. 고속국도 제20호선 익산-장수간 건설공사
제10공구 장수터널 유지관리 계측
유지관리 계측 중(2007. 12 ~)
3. 대구지하철 1호선 현충로역(두류전력구)
구간 계측
계측종료(2006. 03 ~ 2007. 07)
4. 중·저준위 방사성 폐기물 처분시설
계측관리
공사진행 중(2008. 03 ~)
5. 울산-부산간 고속도로 9공구 터널구간
무거터널 유지관리 계측
유지관리 계측 중(2006. 03 ~)
6. KTX 노반시설공사 13-4공구 원효터널
시공 중 및 유지관리 계측
유지관리 계측 중(2006. 04 ~)
7. 성남-장호원간 도로건설공사 제2공구
백마터널 유지관리 계측
유지관리계측 중(2008. 07 ~)