

# 철도 노반 구축물의 광섬유 센서를 활용한 보안시스템에 관한 연구

## Study for security system of Railroad bed structure using optical fiber

김성원<sup>1)</sup>  
Kim, Sung Won

송억영<sup>2)</sup>  
Song, Oak Young

배 윤<sup>3)</sup>  
Bae, Yoon

황성만<sup>4)</sup>  
Hwang, Sung Man

---

### ABSTRACT

The security system using optical fiber is a system, circulating infrared rays laser pulse on the optical fiber which is attached on the security fence to prevent invasion, which can show invasion position with visible and audible signal on the situation monitor if an invader cut or pull the security fence with minuteness of 10m. The optical fiber can be also applied for the bed structure stability monitoring system of high speed train as well as security system. To apply this system for high speed railroad bed structures, this system will give an alarm if it detect excessive tension, shrinkage, deflection which is beyond the limit of structure, that will prevent serious railroad accident. In this paper, we like to propose that applying this system for security and structure stability can improve confidence and stability on operation of railways

---

## 1. 서 론

911테러 참사와 이라크 사태가 악화되고 최근 스페인 열차 폭파사건 등이 발생하면서 국내에서도 테러 발생 가능성이 고조되어 왔고 최근 건교부에서는 대테러 상황실을 운영하는 등 대책 마련에 부심하는 분위기 이다. 최근에 개통된 KTX는 각종 테러 및 여러 가지 위협에 무방비 상태로 노출되어 있어 만약의 사태에 대한 방비책이 시급히 검토되어야 하는 실정이다. 테러범으로부터 KTX안전을 지키는 데 다양한 경로로 대책을 세워야 하겠으나 본 연구에서는 KTX 혹은 차량보관기지에 테러범이 직접 접근하여 폭탄을 장착하거나 훼손하는 등 위해행위를 방지하기 위하여 KTX 주변 혹은 차량보관기지 외곽에 불순분자 침입경보시설을 설치함으로써 테러범의 무단 침입시 즉각경보를 발하여 침투지점을 정확히 표시하며 인근 상황실 등에 비상 발령함으로써 대응 조치를 취하도록 하는 KTX의 절대안전을 목표로 연구 하였다.

## 2. 본 론

본 연구에서는 기 개발된 외국의 보안시스템과 국내 기술로 개발된 광섬유 센서를 활용한 보안시스템을 비교 분석하여 KTX보안시설 계획시 활용할 수 있도록 하였다.

### 2.1 KTX 보안시스템의 필요성

광섬유 센서를 활용한 보안시스템은 침투 예상 울타리에 광케이블망을 부착하고 이에 적외선 레이저 펄스를 입사시켜 순환케 하다가 침입자가 이를 절단하거나 과도하게 당길 때 반사광으로부터 침투 징후를 탐지하여 가시 가청경보를 발하고 침투위치를 10m정밀도로 탐지하여 모니터 상황도상에 표시해 주는 장치이다.

---

1)정희원 · ㈜알티비코리아 대표이사 · 기술사 · E-mail:swkim@rtbkorea.co.kr-발표자

2)정희원 · ㈜알티비코리아 회장 · 공학박사 · E-mail:youngs3927@rtbkorea.co.kr

3)비회원 · 화이버트론㈜ 대표이사 · 이학박사 · E-mail:sensor@fibertron.co.kr

4)비회원 · ㈜알티비코리아 이사 · E-mail:hsm6595@yahoo.co.k

이 시스템은 보안 기능뿐만 아니라 KTX 안전에 영향을 주는 구조물 등에 적용하여 구조물의 인장, 수축, 돌출, 처짐 등을 계측하여 위험징후를 경보 해주도록 확대 적용할 수 있어 대형 사고를 사전에 예방 할 수 있다. 본 시스템을 KTX 노반 구조물에 적용함으로써 신뢰성 및 안전성을 확보하여 국가산업발전에 기여함에 본 연구의 취지가 있다. 일반적으로 웬스는 테러범이 아닌 아동이나 일반 분별력이 결여된 사람의 접근을 방지하는 용도로 널리 쓰이고 있다. 절단기를 사용하여 절개하고 통과하는 데 2분 정도 소요되고 혼란된 요원이 뛰어 넘는 데 걸리는 시간은 수초에 지나지 아니하여 테러범을 저지하기 위한 장애물로서의 효과가 미미하고 인력에 의한 감시가 필수적으로 수반되어야 한다. 그러나 광망을 이용하여 피부가 부착된 것처럼 감지기능을 갖게 해야 테러범에 충분히 대비될 수 있다. 종래의 웬스에 광망을 부착하는 대신 웬스 없이 광망 자체만을 설치하여 침입시 탐지기능 위주로 할 때 웬스 설치를 위한 비용을 크게 절약할 수 있다.

## 2.2 각종 보안시스템 고찰

우리나라에서의 외곽 침입 경보시스템은 '80년대초 원자력발전소를 비롯한 국가 주요시설에 본격 설치되기 시작하였다. 인건비 상승과 사회불안의 가중, 북의 대남침투 위협 불변 등 국가의 사회적 환경과 안전의식 증가, '90년대에 들어서는 경비 용역회사의 출현과 더불어 이스라엘, 미국, 영국 등으로부터 다양한 유형의 외곽 침입 경보시스템들이 도입 설치되어 왔다. 도입 경보시스템은 전자계 감지방식, 적외선 감지방식, 진동 감지방식과 장력변화 감지방식으로 분류할 수 있다.

전자계 감지방식 경보시스템에서는 울타리에 두 도선을 부착하고 일정 전압을 인가하여 전장을 형성하거나 지표 10cm깊이에 두 도선을 매설하고 전류를 흘려 자장을 형성시켜 두어 침입자가 1m이내 접근하거나 통과 시 기형성된 전장 혹은 자장의 교란효과를 감지하여 경보하고 수100m단위구역을 표시하는 원리로 작동한다. 전자계 감지방식에서 인체 출현이 물 1통 출현과 동일효과를 나타내므로 맑은 날씨에서 평지 또는 실내조건에서 정상 작동되나 야외에서는 비, 눈, 안개 등 수분에 직접적으로 영향을 받고 바람에 의한 진동에도 간접영향을 받으므로 오경보가 극심하고 감지기능이 급격히 저하된다.

적외선 감지방식 경보시스템에는 적외선 접근감지 방식과 적외선 차단 감지방식의 2가지가 있다. 적외선 접근 감지방식은 흔히 금은방이나 은행에 설치되는 것으로 원적외선(파장  $10\mu\text{m}$  부근) 감지소자를 울타리에 높이 1.5m정도, 10m 정도 간격으로 부착한다. 침입자가 수m내로 접근시 인체에서 방출되는 원적외선을 감지하여 경보를 발령하고 10m ~ 수10m 단위로 표시하는 원리로 작동한다. 이를 야외에 설치시 인체에서 방출된 원적외선이 감지기에 도달하는 과정에 비, 눈, 안개, 연막 등에 의하여 감쇄되고 원적외선은 인체뿐만 아니라 지표, 수목, 공기, 태양등 주변 물체에서 방출되므로 오경보가 극심하고 침입자 탐지신뢰도가 미약하다. 적외선 차단 감지방식은 담장 위 혹은 출입문 좌우에 마주 보도록 설치된 송신기와 수신기간의 근적외선(파장  $0.9\mu\text{m}$  부근)을 침입자가 차단할때 경보를 발령하고 해당구간(수10m ~ 수100m)을 표시하는 원리로 동작한다. 송신기와 수신기의 지지대가 약간이라도 뒤틀려 송신기~수신기간 상호정열이 흐트러지게 되면 오경보하거나 기능이 상실될 수 있다. 또한 눈, 비, 안개등 수분으로 인해 감지 기능이 저하되며 나뭇잎, 날짐승등에 오경보한다. 원적외선 감지기와 근적외선 송신기 및 수신기 등 적외선 소자는 환경에 취약하여 야외에 다량 장기간 작동시키면 고장이 빈번하여 그 점검과 수리문제가 심각하다. 따라서 적외선 감지방식의 경비시스템은 견고한 담장에 단단히 부착하고 비, 눈, 안개, 낙뢰, 나뭇잎, 비행 물체, 날짐승등으로부터 보호되는 지역에 설치되어야 한다. 적외선 감지방식의 환경영향 취약성을 극복하기 위하여 마이크로 웨이브(MW) 차단 감지방식이 이용되고 있으나 회절현상 때문에 소형물체의 차단이나 낮은 자세의 침입자를 감지하지 못하는 제한점이 있다.

진동 감지방식의 경보시스템에서는 침입자가 울타리를 절개하거나(구멍을 뚫거나) 기어오를 때 수반되는 진동을 감지하여 경보하고 수10m ~ 수100m단위 침투구역을 표시하는 원리로 작동한다. 진동감지기의 형태에 따라 점진동감지기와 선진동감지기로 분류될 수 있다.

진동감지기는 진동감지 매체가 전기나 광이나에 따라 금속케이블 감지기와 광케이블 감지기로 분류될 수 있다. 진동감지기를 철책에 설치하면 바람에 철책이 흔들리고 우천, 온도변화에 따른 지반변형 및 철책의 미동에 오경보하고 주변 수목의 자극에 오경보 할 수 있다. '90년대들어 오경보를 줄여보려고 Event Count, Time Window, Threshold Control 등 경보조건설정기법을 적용한 제품들이 개발되었다. 그러나 산악지 강풍에는 극심한 오경보를 피할 수 없고 기법의 한계를 역이용한 침입자가 감지됨을 회피하여 은밀 침투당할 수 있는 허점을 제공하는 부작용이 있어 근본적 오경보 방지대책이 되지 못한다. 진동감지방식 경보시스템은 견고한 담장에 부착하여 담장을 파손하는 행위를 감지하는 데 유용하므로 교도소 벽 혹은 담장을 뚫고 탈옥하는 것을 감지하는 데는 적합하다. 그러나 비행장 외곽담장부근의 항공기 이착륙에 의한 소음진동과 주변 통행차량의 소음진동이 심각한 곳은 부적합한 것으로 분석되었다.

장력감지 방식 경비시스템에서는 침투가능 부위에 10cm정도 간격으로 팽팽한 철선(Taut Wire) 혹은 광 테이프를 설치한다. 침입시 절단됨을 감지하거나 벌리거나 타고 넘을 때 힘의 균형이 깨지는 것을 감지하여 경보하고 수100m 단위 침투구역을 표시하는 원리로 작동한다. 철선 혹은 광 테이프에는 25kg정도의 장력이 걸려있으므로 웬만한 바람이나 경미한 물체충돌에 오경보하지 않는다. 그러나 산악지역에 근본적으로 부적합하고 연약지반에서 우천 및 일교차에 기인한 변형에도 장력의 균형이 깨져 오경보하므로 콘크리트와 같이 견고한 지반에서나 적용될 수 있다.

이상의 4가지 유형의 경비시스템들의 적용범위와 한계에 대하여 각각 살펴보았는데 그 이외 은밀침투 취약점과 운영유지 문제 등 공통문제를 살펴볼 필요가 있다. 은밀침투란 침입자가 감지방식의 한계점을 역이용하여 감지되지 아니하고 침투에 성공하는 것을 말한다. 따라서 은밀침투 취약점이 있는 경비시스템을 설치할 경우 아무나 열 수 있는 시건 장치를 하는 것과 같이 침입자에게 무사 침투를 허용하는 심각한 문제가 대두되었다. 기술적으로 은밀침투를 만족할 만한 수준으로 방지하는 데는 특별한 기법과 추가 비용이 문제가 있어 침입자의 전문성 수준과 침투기술을 예상하고 이를 적절히 대비하는 기종을 선정하는 검토과정이 필요하다. 악천후시 오경보하고 감도가 저하되는 기종은 상기 조건하에서 침입하게 되면 탐지하지 못하므로 침투를 허용하게 된다. 전자계 감지방식과 원격외선 접근감지방식은 분당 1m이하의 저속 이동을 감지하지 못하고 기립자세의 침입은 감지하나 낮은 포복 침입자를 감지하는 데 실패할 수 있고 알루미늄 호일을 앞세우고 접근시 감지되지 않는다. 적외선 차단 감지방식은 적외선 송수신 경로를 침입자가 쉽게 알아보고 그 밑으로 기어들어 오거나 위로 넘을 때 감지하지 못하며, 송신기와 수신기가 겹치는 부위로 넘을 때 감지하지 못하는 한계가 있다. 철망은 날의 일부가 파인 절단기로 절단시 진동이나 소리가 전혀 발생되지 않는다. 진동 감지기가 부착된 철망의 아랫부분을 이와 같이 무단절개하고 관통시 감지되지 않으며, 진동감지기를 고정하는 clamp를 조심스럽게 풀어 철망으로부터 분리하고 침투시 감지되지 않는다. 장력변화 감지방식에서 고온 또는 우천으로 느슨해진 구간으로 빠져들거나 Spiral Wire를 제거하고 벌린 후 관통하거나 Force Detector 좌우 2개소를 2초 이내 동시 절단 시 감지하지 못한다. 경보 조건 설정 기법을 역이용한 은밀침투의 예로서 Time Window=3초와 Event Count=10으로 설정된 진동 감지방식 경비시스템에서 4초 간격으로 9회 절단하고 관통할 때 오경보로 간주되어 경보 하지 않는다. 바람 부는날에 오경보를 줄이기 위해 Threshold를 높이 설정하면 침입자를 감지하지 못하는 역기능이 있다. 앞서 살펴본 4종의 외곽경비시스템들은 감지방식상 한계성과 시스템 구성의 복잡성 때문에 공통적 운영유지 문제가 있다.

감지기가 기상변화와 지형조건에 민감하여 오경보가 많으면 이때 마다 출동하거나 점검하게 되어 기종 자체의 신뢰성을 근본적으로 손상함은 물론 그에 따른 인건비와 비용 부담문제가 있다. 옥외에 전자기기를 많이 설치하고 여러 종류의 구성품을 필요로 하는 기종을 설치하면 전원공급문제가 있고 누수, 누전으로 인한 고장 및 오작동 문제가 있고 수시로 점검과 조정이 필요하며 사용자(경비원)의 조작이 어렵다. 장력변화 감지 방식 경비시스템의 예를 들면, 수10m 당 1개 꼴로 설치된 Force Detector와 상황실 경보기 사이에 접속기, 전송장비, 신호케이블 및 급전선등 많은 전자기기를 옥외 설치해야 되어 우천시 누수, 정전기, Surge등으로 인한 오작동과 고장을 일으킬 소지가 많다.

<표.1 보안시스템 비교>

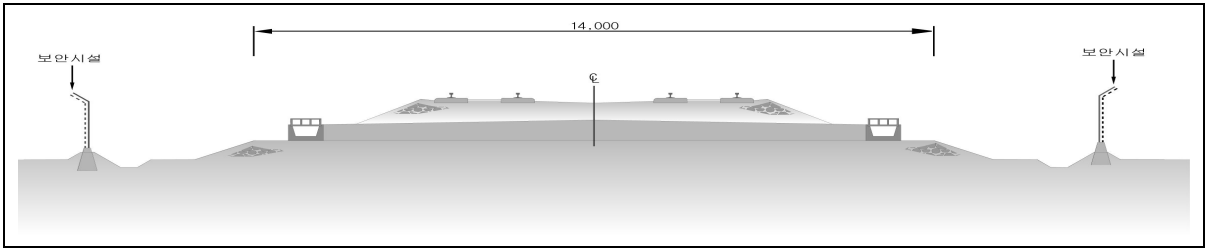
기종	외국 도입 기술			광섬유 센서를 활용한 보안시스템	
	적외선 감지시스템	진동 감지 시스템	장력 감지 시스템	ORM Type 광망경비시스템	OTM Type
작동원리	· 적외선 빔 차단시 경보하고 침입 구역표시	· 진동/변형 감지 케이블을 이용할 때 발생하는 진동, 변형을 감지하여 경보 침입구역 표시	· 횡철선을 설치하고 철선을 절단하거나 벌릴때 장력 균형이 깨짐을 감지하여 경보하고 침입구역 표시	· 광케이블 망에 적외선 레이저를 입사시켜 절단 시 반사광으로부터 침입을 감지하여 경보, 침입위치탐지	· 광망은 절단만 감지, 월책을 감지하기 위하여 망 상단에 장력감지기 설치 필요
침입	· 수100m 구역 표시	· 수100m cable 3m Shock Sensor	· 50 ~ 360m 구역 표시	· 10m 위치표시	· 100m구역표시
은밀침투약점	· 낮은 자세로 · 침투시 감지 불능 · 폭우, 폭설, 태풍, 안개, 폭한에 기능저하 · 송수신기 접속부 은밀 통과	· 저속, 무성 절단 · 저속월책 감지 불가 · 강풍시 감지불가 · 무성절단방식으로 sensor clamp를 철망으로부터 분리하고 관통 시 감지불능	· Detector좌.우 2개소 균형절단 감지불능 · Spiral Wire 제거 후 장력선 사이 은밀 침투 · Spring Post 타고 넘기	· 광망을 철책으로부터 분리하거나 교차 쇠를 해체하고 은밀침투 불가 · 침입자의 자세, 속도, 기상조건에 무관하게 침투 방지	· 광케이블망 구멍을 벌리고 은밀통과 · 광케이블 망 하단 쇠파이프를 절단하여 철책으로부터 분리하여 망 하단을 쳐들고 은밀침입 가능
기상영향	· 폭우, 낙뢰, 폭설, 태풍, 안개, 폭한에 기능/저하 및 오작동	· 바람, 우천, 일교차, 낙뢰, 정전기 등에 오경보	· 경미한 바람, 진동, 충격에 영향없음 · 강풍, 우천, 낙뢰, 정전기 등에 오작동 -30℃ to + 60℃	· 기상영향 없음 · 전기(낙뢰, 정전기, 고압선, Surge, EMI) 등 영향 없음 -30℃ to + 60℃	· 태풍, 폭우, 폭한 시 장력감지기 오작동 · 옥외 광송수신기, 통신전력선이 다량 설치되어 누수, 누전, 고장 발생 -30℃ to + 60℃
지형영향	· 굴곡지에서 송수신기 수효 증가 · 연약지반에 불안정 · 수목, 날짐승에 의한 오경보	· 연약지반, 굴곡지에 설치 불가 · 우천, 일교차로 오경보 · 통행차량 / 항공기진동에 오경보	· 연약지반, 굴곡지에 설치 불가 · 우천, 일교차로 오경보 · 대형통행차량, 주변수목에 오경보	· 지형적 영향 없음 · 평지, 굴곡지, 연약지반 등에 적용 · 산사태, 차량충돌, 철책전도외 주변여건에 무관 · 광망 하단부 (30cm이하) 보호책 필요	· 굴곡지, 연약지반에서 장력감지기 균형이 깨져 오경보 · 주변 수목, 날짐승, 대형차량 통행으로 오경보
유지보수	· 옥외 송수신기 및 통신 전력선의 누수/누전/고장 문제 · 송수신기간 방향조정 필요	· 감도 수시조정필요 · 전자기기/통신전력선이 다량 옥외 설치되어 누수/누전/고장 문제	· 기상변화에 따른 장력 수시 조정 필요 · 집중 훼손 시 60m구간 교체 · 전자기기/통신전력선이 다량 옥외 설치되어 누수/누전/고장 문제	· 광망상태점검기능 보유(semi-OTDR)1개소 절단 시 1시간 내 현장 접속 복구 용이 · 집중훼손 부위 교체 보수가능 · 옥외 전자기기 불 설치되어 누수/누전 방지	· 절단지점 확인 및 망상태 점검을 위해 별도 계측기 필요 · 장력 감지기 감도 수시 조정 필요 · 옥외 광송수신기, 통신전력선의 누수/누전/고장 문제
적용	보호된 공간 내 견고한 담장	콘크리트 기반 사막, 블록 담	콘크리트 지반, 사막	평지, 산악지, 철책, 철주, 담장 출입문/초소 가능	견고한 평지 철책/담장/철주/담장

경보시스템이 구비해야 할 필수 요건으로는 1) 오경보가 없을 것 2) 은밀침투 헛점 없이 틀림없이 침입자를 탐지해야 할 것 3) 침투지점을 정확히 표시 할 것 4) 유지보수가 단순해야 할 것 등 4가지를 들 수 있다. 이를 충족하기 위하여 외곽 감지기가 기상변화, 지형조건, 주변여건 등 환경에 영향 받지 않으며, 침투행위만을 완벽히 탐지하는 기술이 요구되고 가용 기술적 방법상 광케이블 망과 DSP(Digital Signal Processing)을 동원해야 되는 것으로 결론된다. 광케이블은 '70년대부터 장거리 전화와 화상전송 및 데이터통신에 널리 이용되기 시작하여 최근에는 컴퓨터 통신, Internet에 이용되고 있으며 초고속망의 매체로 각 가정에 까지 널리 보급 될 전망이다. 광케이블은 고속대용량 정보전송능력이 뛰어난 뿐 만 아니라 환경에 거의 영향 받지 않는 특징이 있다. 이러한 광케이블을 그물형태로 짜서 침투예상 부위 전체에 설치하고 레이저를 입사시켜 순환케 하다가 침입자가 잡아당기거나 절단시 감지하는 제품들이 최근 개발되고 있으며, 그 적용기술 수준에 따라 성능 우열을 보이고 있다. 광케이블 망은 물기(비, 눈, 안개), 전기(낙뢰, 정전기, Surge, 전자파, 고압선 등), 진동(바람, 항공기, 차량, 물체충돌, 주변수목, 지반변형 및 울타리의 미동 등)과 기온변화에 영향 받지 않는다. 따라서 지형조건에 관계없이 설치될 수 있어 산악지와 굴곡지에도 적용이 가능하다.

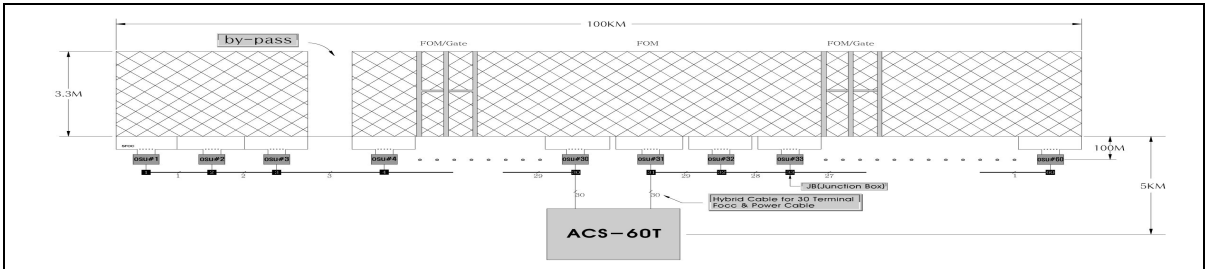
광 케이블망 경보시스템 중에서도 광 케이블센서의 구조와 망 제작기법과 DSP기술수준에 따라 은밀침투방지도, 침투지점표시 정확도 및 운영유지 단순성 에서 현격한 성능 및 가격차이가 있다. 광케이블 망의 교차점을 침입자가 칼로 벌린후 구멍을 내어서 침입하거나, 울타리에 부착 부위를 절단기로 제거한 후 쳐들고 침입하는 방법으로 은밀관통침투(침입자가 감지됨을 회피가능) 당할 수 있는 제품은 저렴하게 제작될 도 있다. 그러나 실제 침입시 경보불능 상태에 놓일 수 있어 경보시스템 도입목적을 상실케 되는 문제가 있다. 광케이블 망의 한 끝에 빛을 입사시켜 반대편 끝으로 귀환한 빛의 유무로 침입장후를 인지하는 관통광 관찰방식(Optical Transmission Monitoring Method)에서는 침투지점을 탐지하지 못한다. 침투지점을 탐지하기 위해서는 침입자가 절단하거나 잡아당긴 지점으로부터 반사광을 탐지하여 거리를 측정하는 방식(Optical Radar Method)을 추가 적용해야 한다. 유지보수를 단순하게 하거나 아예 없애기 위하여 옥외 전자기기를 일체 설치하지 않는 제품이 가장 좋고 옥외 광송수신기, 접속기 및 전송장비등 여러 전자기기를 설치해야 되는 제품은 고장 및 유지보수에 문제가 있다. 광 케이블망 제작방법에 따라 절단시 접속복구 난이도는 현저하게 차이가 있다. 옥외 전자기기가 없는 단일 경보기에서 침투감지 및 경보하려면 고출력 레이저광을 방출하고 고감도로 표적신호를 수신하도록 고도의 무선통신기술을 적용해야 한다. 광케이블망 경보시스템에서 망격자점을 해체하고 관통 침투하거나, 광케이블망과 절골 고정장치를 해체한 후 관통하거나 기어 넘을 때 감지하는지 점검이 필요하다. 망 격자점을 플라스틱 덮개로 고착한 제품은 니퍼, 뺨치 등 간단한 공구로 해체하고 관통시 감지하지 못하는 결점이 있고 이를 보완하려면 특수 금속으로 고착하여야 한다.

### 2.3 광섬유 센서를 활용한 보안시스템의 적용

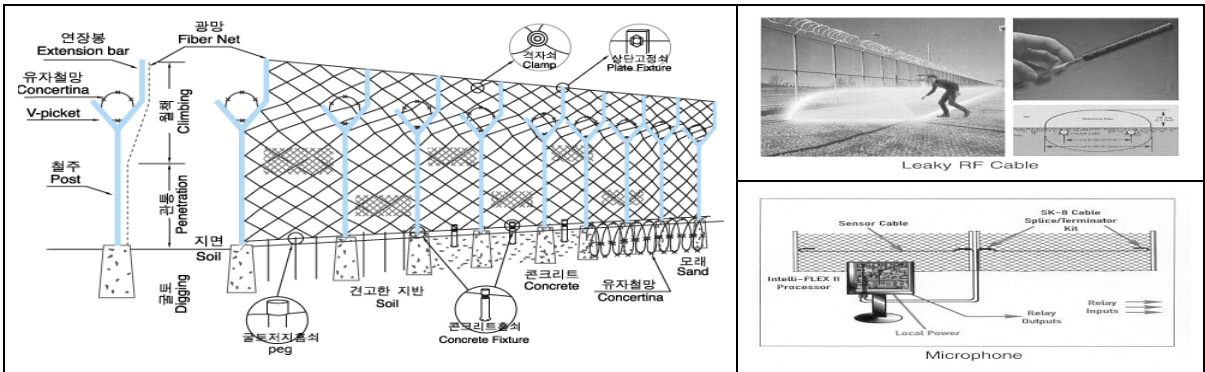
경부고속철도의 노반구성은 토공 111km(27%), 터널 189km(46%), 교량 112km(27%)등 총 연장 412km로 구성되어 있으며, 총 사업비가 약 18조 5천억 원에 이르는 최첨단 기술의 집약체이다. 또한 전국을 일일 생활권이 가능토록 하여 국가 경제 발전의 차세대 원동력이라 할 수 있다. 본 기술은 경부고속철도와 같은 국가 기간 산업의 보호를 위하여 연구, 개발되었다. 광섬유 센서를 활용한 보안시스템은 입사구로부터 방출된 광신호가 진행과정에서 산란 후 다시 입사구로 되돌아오는 후방 산란 광 신호(Backscatter Light Signal)를 분석하여 정상상태에 비하여 특정 지역에서 변화가 발생하는 것을 광 탐지기(OID)에서 광섬유 센서 케이블(FOSC: Fiber Optic Sensor Cable)을 통하여 경보통제기(IAS)를 작동시킴으로써 가시 가청정보를 발하도록 하였다. 즉, 광망에 적외선 펄스를 입사 순환케 함으로서 외부 침입자가 광망을 절단 하거나 광망에 일정압력을 가하여 변위가 발생되었을 때 펄스의 변화위치를 감지토록 하였다. 단파장(850nm) 다중모드 광섬유(multimode optical fiber)활용시 10km이내, 장파장(1300nm) 단일광섬유(single mode optical fiber) 활용시 100km이내에서 발생하는 후방산란 광을 관찰하여 보안시설의 절단이나 결함 발생 등을 확인 할 수 있다.



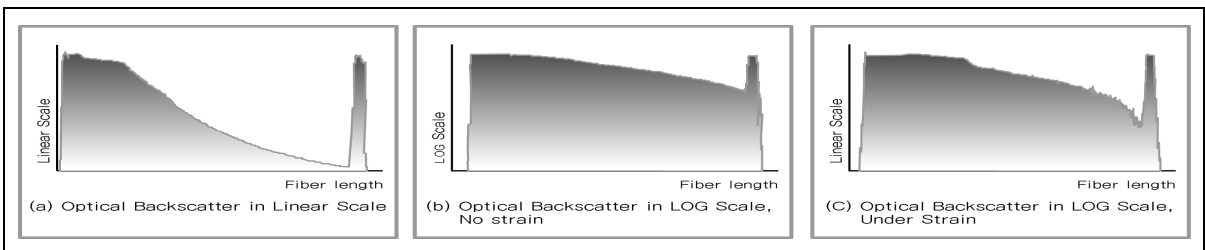
<그림1. 고속철도 표준노반 단면>



<그림2. 100km 관망구성도>



<그림3. 광섬유 센서 설치도>



<그림5. 후방광산란 광 신호>

### 3. 결 론

수입 보안시스템들은 기후조건과 KTX 특유의 진동과 전자파등의 영향을 받아 적합하지 않다. 순수 국내기술로 수입제품들의 한계를 극복하도록 개발된 광센서를 활용한 보안시스템을 활용 할 경우 만일의 테러 위협으로부터 고속철도를 보호 할 수 있도록 방안을 제시하여 고속철도의 안전과 신뢰성, 운영효율화에 기여하고, 국내 기술발전 및 다른 기간산업체에도 활용되리라 전망한다. 또한, 본 시스템은 보안 기능뿐만 아니라 고속철도 안전에 영향을 주는 절토사면, 교량에 적용하여 사면의 안정, 구조물의 인장, 수 팽창, 처짐 등의 측측이 가능하다. 위험징후에 대한 사전 경보체제로 확대 적용될 수 있어 대형 사고를 사전에 예방이 가능하여 건설 분야의 폭 넓은 활용이 기대된다.