

관 리 번 호

사 본 번 호

4차 산업 인프라의 보안성 및 생존성 강화를 위한
광케이블 해킹 보안 대책(1)
광케이블 해킹 감시 시스템 시방서
v2.0, A형(원본)

2017. 12

----- 출 처 -----

- TTA표준, TTA.KO-04.0225-part7(2017.6.28.), 제7부 전송설비(8. 광케이블 해킹 감시 설비), 한국정보통신기술협회(방송통신발전 기본법 제34조 제1항)
- TTA표준, TTA.KO-04.0002/R2(2018.6.27.), 업무용 건축물에 대한 구내통신 선로설비, 한국정보통신기술협회
- KICI설계기준, KICI-2016-09(2016.12), 정보통신공사 설계기준(4.4.6 광케이블 해킹 감시 시스템), 한국정보통신산업연구원(과학기술정보통신부 지정)
- 정부표준품셈, 9-2-9 광케이블 해킹 감시 시스템 신설, 한국정보통신산업연구원
- 기술기고, 정보통신신문(ICT폴리텍대학, 2015.11.16.~2015.12.14.), U-City, CCTV, ITS, 자가통신망 등의 통신인프라 보안을 위한 광케이블 해킹 감시 설비 설계
- 입찰공고, 지방자치단체(양산시(2015.11, 2018.11), 김제시(2016.6) 등), 자가통신망 해킹 감시 설비 과업지시서

1. 광케이블 해킹 감시 시스템, v2.0, A형(원본)

1.1. 일반사항

1) 적용범위

- (1) 본 시방서는 각종 자가통신망, 임차 정보통신망 등의 광케이블 해킹 감시 시스템 구축시 적용하며, 통신사업자망, FTTx 망, 구내(아파트, 빌딩 등)망, 산업플랜트망, 해저 광케이블망 등의 해킹 보안 대책에도 본 기준을 준용한다.
- (2) 자가통신망에는 각종 행정망(국방,보안,전력,원자력,공항,행정,교육,경찰,법무,복지,고용,농수산,산림청 등), CCTV, U(Smart)-City, ITS, OPGW 등의 망들을 포함한다.

1) 구축범위와 조건

(1) 구축범위 : 광케이블 해킹 감시 시스템 구축

- ① 시험장치
- ② 서버
- ③ 감시 S/W
- ④ 관제 S/W
- ⑤ 부대장치(해킹필터, 패스필터, FB 광코드, 광커넥타 연결 등)
- ⑥ 엔지니어링
 - 시스템 구축방안 계획
 - 통신선로시설정보 구축(GIS 연계) 및 외부시스템 연동
 - 설치 및 시험
 - 교육

(2) 조건 : 광케이블 해킹 감시 시스템 구축

- ① 시스템 설치 기한은 계약일로부터 00 일내로 한다.
- ② 하자보수기간은 최종 검사가 끝나는 날로부터 0 년으로 한다.

(3) 설치장소 : '수요자'가 지정하는 장소

2) 관계법령

- (1) 정보통신공사업법 및 시행령
- (2) 정보통신기반보호법 제1조, 제2조, 제5조, 제12조
- (3) 정보통신망법 제2조, 제45조
- (4) 방송통신설비의 기술기준에 관한 규정 제22조, 제26조
- (5) 방송통신설비의 안전성·신뢰성 및 통신규약에 대한 기술기준 제4조, 별표1

3) 적용규격

- (1) 국제표준 ITU-T, L.25, L.40, L.41, L.53, L.66, L.93, L.310
- (2) TTA 표준, TTAK.KO-04.0225-Part7, 한국정보통신기술협회
- (3) KICI 표준, KICI-2016-09, 한국정보통신산업연구원
- (4) KICA 설계기준, 한국정보통신공사협회
- (5) 행정정보기술체계표준 정보통신망(LAN 및 WAN) 표준규격
- (6) 한국산업표준(KS)
- (7) 국내 표준 및 기준이 없을 경우에는 국제 표준 및 기준 또는 이와 동등한 수준 이상의 규격 및 기준에 따른다.

4) 납품 및 설치

- (1) 모든 납품장비 사양은 세부 기술규격에 명시된 규격 이상의 성능을 지원하며, 최신제품으로 구성하여야 한다.
- (2) 시스템의 납품과 설치 중 제반 안전사고 및 납품 과정에서 발생하는 행정적, 기술적 제반 비용과 그 문제 처리는 '공급자'가 부담하며, '수요자'의 구매 목적을 달성하기 위하여 세부 규격에 명시된 품목 외에 추가적인 품목과 비용이 요구될 경우 해당 품목과 비용이 이미 포함된 것으로 본다.
- (3) 장비 납품 후에도 설치에 따른 정상동작 여부 결과에 대하여는 '공급자'가 책임진다.
- (4) '수요자'의 네트워크 환경을 충분히 파악하여 이미 설치되어 운용중인 행정정보망이 원활히 운용될 수 있도록 하여야 한다.
- (5) 시스템 구축시 '수요자'의 업무에 지장이 없도록 하여야 한다.
- (6) '공급자'는 원활한 설치 및 운영을 위하여 하도급을 할 수 없으며, 기술특성상 부득이 하도급이 필요한 경우에는 하도급 계약 전에 반드시 '수요자'로부터 사전승인을 받아야 한다.
- (7) 하도급 허용시 사업금액의 100분의 50을 초과할 수 없으며, 재하도급은 원칙적으로 불허한다.
- (8) 입찰 및 계약체결시 (원)도급자에게 하도급 계획서를 제출한다.
- (9) 구축시 다른 시설물에 손상이 가지 않도록 하며, 만일 손상시켰을 경우에는 원상복구 또는 손해배상 하여야 한다.
- (10) 시방서 또는 물품내역에 명기되지 않은 사항이나 경미한 변경 또는 소규모 장비는 상호협의 후 '수요자'의 지시에 따라 처리한다.
- (11) 폐기물 발생이 예상될 경우 '수요자'와 사전 협의하고, 폐기물 관리법령에 따라

‘공급자’ 비용 부담으로 폐기물을 처리한다.

- (12) ‘공급자’는 납품전 반드시, 성능검증에 필요한 다음의 장비들을 준비하여, ‘수요자’로부터 승인을 받아야 한다.
 - ① 광섬유 50km 이상(광커넥터 접속 : 0.5km(12), 1.5km(3), 10km(1), 용착접속 : 0.5km(2), 1.5km(4), 20km(1) 각1개 이상)을 구성하고, GIS 가상 루트 작성 1식
 - ② 광신호 탭핑(Tapping) 장치(결합율 $\leq$ 22dB, 삽입손실 $\leq$ 2dB) 1대
 - ③ 거리오차 확인필터(HRD : High-Reflectance DeMarcation Filters, 삽입손실 $\leq$ 1.5dB, 아이솔레이션 : $\geq$ 10dB, 반사손실 : $\geq$ 30dB 등) 10개
 - ④ IB 광심선(Infrared Blocking), 일반 광심선 각 250m이상
- (13) ‘공급자’는 납품후 시스템을 검증하기 위한 시험을 실시하여야 하며, DB정보 정확도, GIS상 거리와 시험장치의 거리의 정합성 등을 입증하여야 한다.
- (14) ‘공급자’는 시험 종류별 절차, 항목, 방법 등을 광케이블의 다양한 물리적 변형에 따른 시나리오를 제안하여 ‘수요자’로부터 승인을 받은후 실시하여야 한다.
- (15) 기타 ‘수요자’가 필요하다고 인정하는 사항이나 시방서 상에 명시하지 않은 사항에 대하여 ‘수요자’의 사전 승인을 득한 후 이행하여야 한다.

5) 검사

- (1) 검사의 대상범위는 본 시방서에 의한 장비의 납품, 설치와 정상 가동여부에 대한 확인 과정을 포함하며, 규격 확인이 어렵거나 미흡한 경우 ‘공급자’는 관련 증빙서류를 제출 또는 기타 확인과정을 통하여 입증하여야 한다.
- (2) ‘공급자’는 검사요청 전 ‘수요자’의 담당자 입회하에 각종 시험을 실시하여 정상작동 여부를 입증하고, 그 결과 문제가 없을 경우 검사 요청을 하여야 하며, 시험가동시 발견되는 에러나 불합리한 문제점, 구성 보완요구 등에 대해서는 즉시 조치하여야 한다.
- (3) ‘공급자’는 검사에 필요한 장비구성 개요와 운영관련 기술을 ‘수요자’에게 충분히 제공하여야 하며 시험가동과 검사에 필요한 물품(S/W포함)은 검사기간 동안 ‘수요자’에게 무상으로 설치, 제공하여야 한다.
- (4) 최종 장비설치 완료 후 운영이 불가하다고 판단되거나 기기의 하자발생으로 계약조건을 이행하지 못하는 것으로 판단될 경우에는 납품·설치한 모든 장비를 철거 및 회수해야 하며 그 비용은 ‘공급자’의 부담으로 한다.
- (5) 시스템은 설치 전·후, 성능 및 구성품별 기능 및 규격이 구현되는지 검증하여야 하며, 반드시 최소 검증 항목은 반드시 확인하여야 한다.

6) 제출물

(1) 계약이행능력심사 및 계약 시

- ① 계약이행능력심사 세부기준 제출서류목록표의 해당 서류
- ② 심사업체 면허 관련 등록증 및 심사관련 서류 1부
- ③ 물품공급확약서와 기술지원확약서 1부(계약시 제출)

(2) 계약 후 7일 이내

- ① 현황조사, 시스템 구축 계획서(착수계, 예정공정 등) 2부
- ② 감시방안(시방서 참조) 및 시험장치 설계도 2부
- ③ 시스템 공인 인증서(KC,CE,FCC 등) 2부
- ④ 참여인력 명단 및 보안서약서(사업 참여자 전원) 2부
- ⑤ 사업관리자 및 참여인력 재직증명서, 자격증 사본 2부
- ⑥ 성능검증장치 1식
- ⑦ S/W 보안 취약점 분석 점검서(FindBugs/FindSecurityBugs Tools 사용) 2부
- ⑧ 광펄스시험기 반복 측정(최소 7년간)에 따른 성능 입증서
- ⑨ GIS 거리 정확도 보정 방안

(3) 검수시

- ① 물품 상세내역서 및 구축 확인서
- ② 검사 및 시험계획서(ITP&ITC)
- ③ 검증성적서, 시험성적서(단위, 통합, 운용 등)
- ④ 기술보고서 : 감시 구성도, DB구축 내역서, 국제표준 준수 내역서, 측정파형 데이터 포맷서, MAP등록 절차서, IP정리 내역서, 네트워크 포트구성 내역서, 거리보정 산출내역서, 광케이블 손실 특성표, 통신선로시설 현황, H/W장치별 표준 프로토콜(Protocol) 및 제어처리흐름 정의서 등
- ⑤ 납품/설치 사진첩
- ⑥ 장비운용/관리 설명서(제품별 매뉴얼 포함)
- ⑦ S/W 보안 취약점 분석 결과서
- ⑧ 교육계획서, 유지보수계획서

나. 특수사양

1) 시스템 개요

광케이블 해킹 감시 시스템(Fiber Optic Hacking Monitoring and Managemenmt System, 이하 '시스템' 이라 한다.)은 광케이블 및 광네트워크의 해킹, 시설피해, 경년

변화 등의 물리적 변형에 따른 광학적 특성 변화상태를 감시하고, 통신시설들의 운용·관리를 스마트화하여 종합적으로 관제하는 시스템이다. 시스템은 해킹이나 시설피해시 신속하게 조치 할 수 있는 정보를 제공하고, 광전송로의 보안성과 생존성을 확보하고, 안정적 운용을 도모한다.

2) 용 도

가) 광케이블 및 광네트워크의 해킹, 시설피해 감시

- (1) 해킹, 시설피해(화재,동파,중장비 등), 경년변화 등에 따른 광심선들의 손실 변화 원격 · 자동감시
- (2) 백스캐터링 법(Back Scattering Method)에 의한 기준파형 및 측정파형 비교 분석, 해킹 원인 및 지점 자동 탐색 통보
- (3) 광케이블의 손실특성 경년변화 추적
- (4) 광케이블 정기시험(파형, 총손실 등)
- (5) 광케이블 구간별 손실 마진 관리

나) 통신시설(이하 '시설'이라 한다.) 운용 및 관리 전산화

- (1) 광심선별 광섬유 구조 파라메타(Parameter) 및 광학적 특성 관리
- (2) 케이블, 광심선, 접속함, 중간절체반, 분기함, 성단함, 단자함, RT함체, 인공, 전주, 철개 등의 구성자재들의 운용 및 관리
- (3) 케이블 및 광심선 정보, 회선 정보, 접속 정보 등의 관리
- (4) 케이블 루트, 분기, 절체, 수용변경, 신·증설, 대·개체, 고장복구 등의 변경내역 관리
- (5) 각종 시설 구축 및 운용 정보(관리, 운용, 시공, 유지보수, 시설년도, 감독자, 유지보수내역 등) 관리
- (6) 각종 전송장치, 단말 등의 관리
- (7) 구내 통신선로설비, 통합배선설비, 네트워크의 관리
- (8) 서버, 스토리지, 보안시스템, 네트워크스위치 등 각종 전산자원 관리

3) 시스템 적용근거

가) 국제전기통신연합(ITU-T), Reccommand L66, 2007.5, Optical fiber cable maintenance critia for in service fiber testing in the access networks

나) 국제전기통신연합(ITU-T), Reccommand L53, 2003, Optical fiber cable maintenance critia for access networks

다) 국제전기통신연합(ITU-T), Reccommand L40, 2000.10, Optical fibre outside plant

maintenance support, monitoring and testing system

라) 국제전기통신연합(ITU-T), Recommendation L25, 1996, Optical fibre cable network maintenance

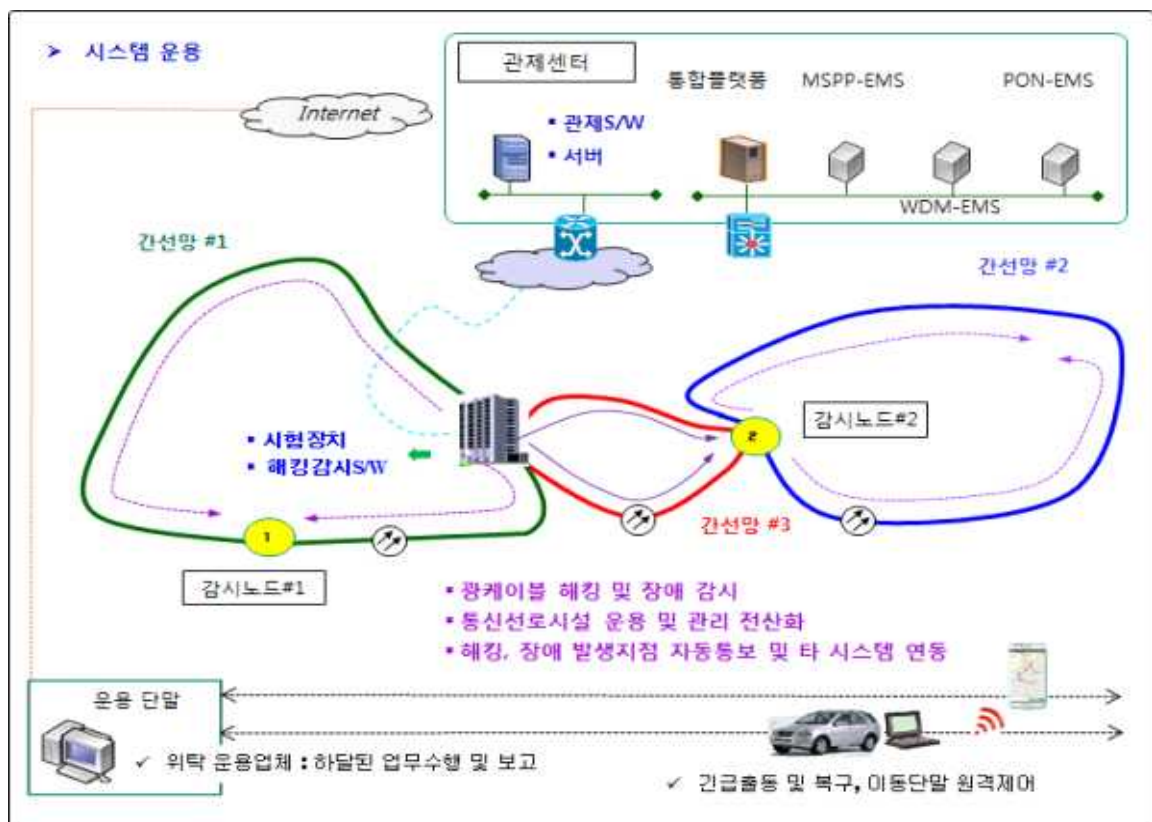
마) TTA표준, TTA.KO-04.02225-Part7(정보통신공사 설계기준), 8. 광케이블 해킹 감시 설비

바) KICI표준, 정부표준품셈, 9-2-9 광케이블 해킹 감시 시스템 신설

사) KICI표준, KICI-2016-09(정보통신공사 설계기준), 4.4.6. 광케이블 해킹 감시 시스템

4) 해킹 감시 구성

관제센타와 감시노드로 구분하고, 감시노드는 광선로망 구조, 시험장치 성능, 감시방법의 효율성 등을 고려하여 선정하며(또는, 여건에 따라 감시노드는 센타와 동일한 곳이 될 수 있음), 관제센타에서는 각각의 감시노드들을 원격으로 제어하여 운용중인 광케이블들을 감시하도록 한다.



< 그림 1 > 광통신망의 해킹 감시 구성

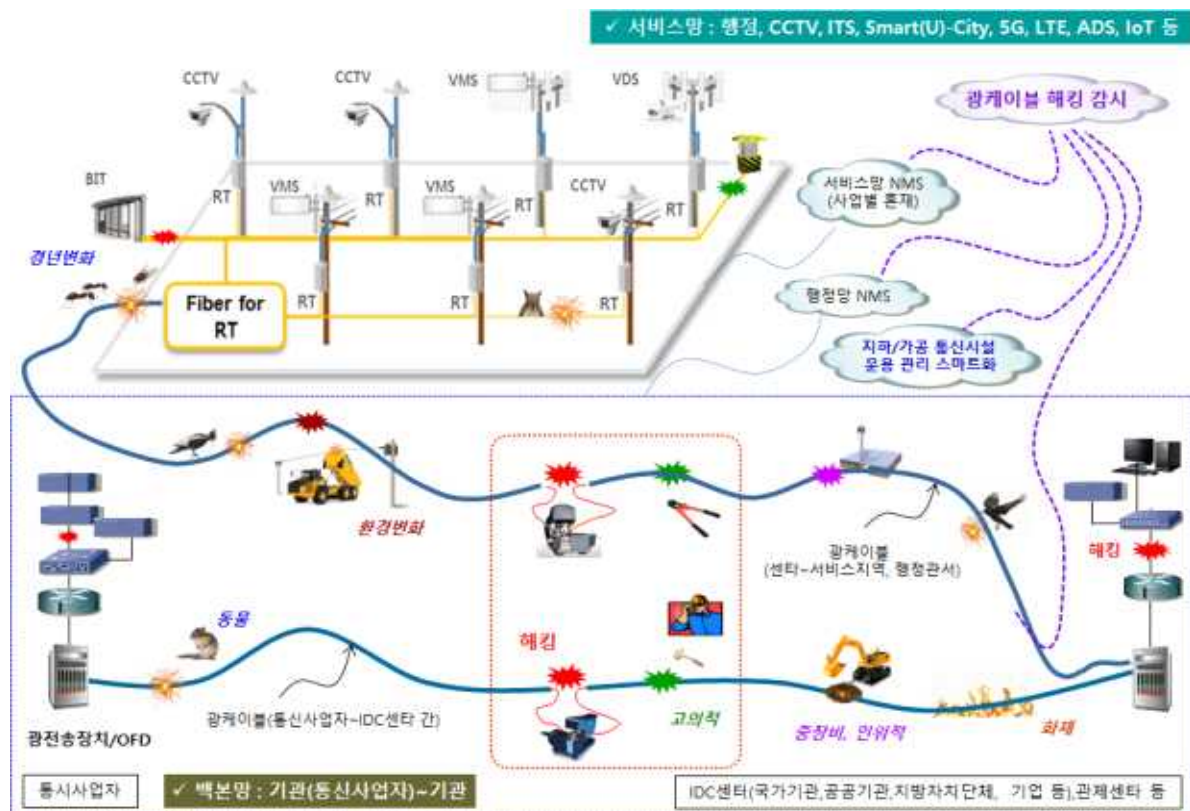
5) 시스템 구현

감시노드에서 감시한 정보들을 서버로 전송하여 관제센터에서 일괄 감시가 가능하도록 구축하고, 선로시설 정보들은 GUI 및 지리정보시스템(이하 'GIS'라 한다.)을 통해 쉽고, 정확한 식별이 가능하도록 하며, 해킹 및 장애 정보들은 해당 지역의 유지보수자에게 자동으로 통보하도록 한다.

가) 광심선을 탭핑(Tapping)하여 광신호를 빼내거나, 해킹 광신호를 입사하여 통신을 교란하는 광케이블 해킹을 감시한다.

나) 광케이블의 화재, 동파, 중장비 등의 시설피해와 경년변화 상태를 감시한다.

다) 광케이블의 물리적 변형에 따른 손실변화와 시설물(인공, 접속함, 분기함, 중간절체반, 성단함, RT함체, 통신실 등)들의 개폐 등의 상태를 24시간 365일 감시한다.



< 그림 2 > 광통신망의 해킹 감시 구성

라) 광케이블 이상감지시 기준 파형과 비교하여 3분 이내 상태, 위치 등의 상세 정보들을 제공한다.

마) 각종 경보설비들과 조합하여, 감시 정보들을 고객사 및 해당 관할 지사 유지보수자에게 자동으로 통보하고, 광심선(광케이블) 절체, 현장출동 등 대책을 강구한다.

바) 수치 데이터와 파형 데이터가 제공되고, 네트워크의 상태, 구성, 감시결과, 장애내역 등을 관리자별, 지역별, 장애내용별로 정리되어 보고 및 자동 저장한다.

- 사) 거리 보정, 탭핑 분석, 단방향 평가, 중첩 파형 분석 등의 알고리즘(Algorithm)에 의해 감시 결과의 오류를 최소화 하여야 하고, 경년변화 분석 알고리즘에 의해 광케이블의 광학적 특성을 평가하여야 한다.
- 아) 케이블 루트, 관로 루트, 이상 상태, 시설 정보들은 지리정보시스템에 의해 관리 되고, 시설들은 QR코드에 의한 태깅(Tagging) 방법으로 운용한다.
- 자) 관제센타와 감시노드간 통신을 위한 TCP/IP 기반의 네트워크를 구성하고, 감시노드는 관제센타와 별도로 해당 지역(구간)을 대상으로 단독 운용이 가능해야 한다.
- 차) 시스템의 각 기능들은 모듈화하여 유연한 운용 환경을 제공하여야 하며, 네트워크 장비, 시설 정보, 각종 설치 장소 등에 대한 관리 정보를 코드화 하여, 소프트웨어의 추가 개발이나 보완 없이 코드를 정의하여 자유롭게 구성할 수 있는 운용 기능을 제공한다.
- 카) 시스템 구축시는 반드시 본 공법과 동등 이상의 기능, 규격 등을 갖는 시스템으로 구축하여야 하며, 본 공법에서 적시되지 않는 사항(기술, 기준, 규격 등)들은 유사 정보통신공사 표준공법 등을 준용한다.
- 타) 시스템은 KC, CE인증 제품(광선로감시 제외)이어야 하고, 공공기관의 정보공개에 관한 법률 제2조 제3항에 정의된 공공기관에게 목적물과 동등이상의 시스템으로 설치되어 검증된 제품이어야 한다.

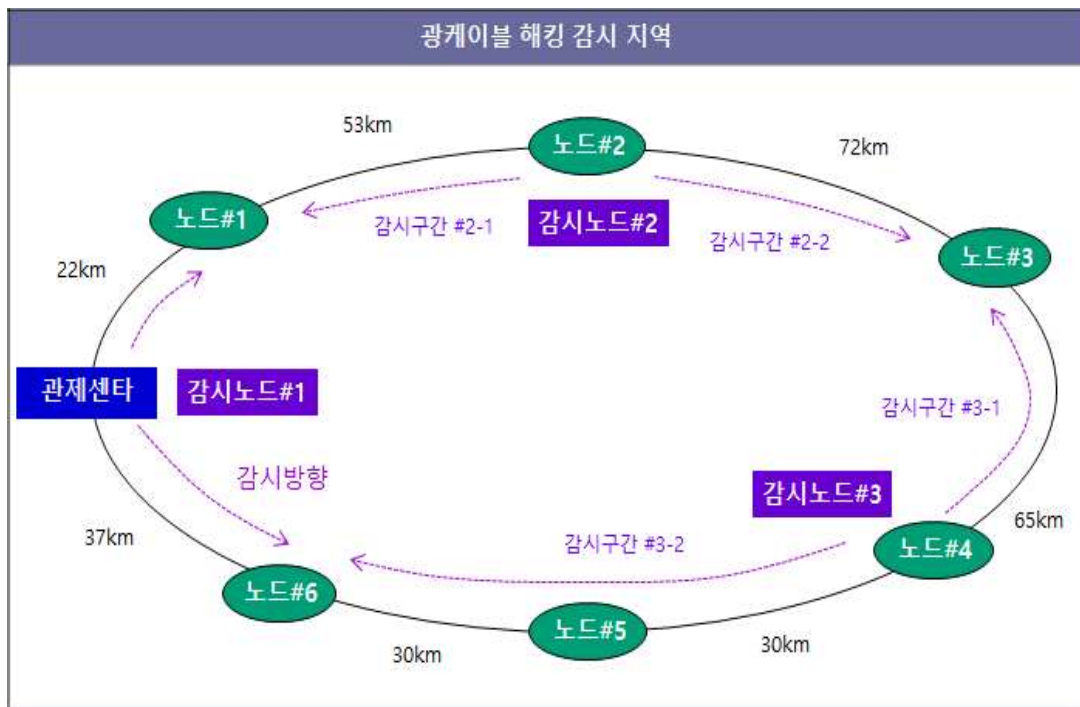
6) 감시방안

- 가) 감시지역은 'OO지역 또는 OO사업' 관련 광케이블 전 구간을 대상으로 하며, 기존 타 사업으로 인해 시설된 광케이블 구간도 포함하여 감시한다.
- 나) 감시는 백본구간, 배선구간, 인입구간내 연결된 광케이블, 접속함, 성담함, RT(ONU) 외함 등을 대상으로 한다.
- 다) 감시방법은 광케이블의 운용 광심선의 백 스케터링 (Back Scaterring) 파형을 비교·분석하여, 광케이블의 손실 변화와 시설물들의 개폐 여부를 감시한다.
- 라) 감시지역, 감시노드, 감시구간 등으로 구분하고, 감시지역 여건에 따라 경제성, 운용성 등을 감안하여 감시구간의 엔지니어링을 통해 감시방안을 수립한다.
 - (1) 감시지역 : 운용기관 또는 용도별(ITS(UTIS), CCTV, Smart(U)-City, IDC센타, 기지국, 구내 등) 구분하여 선정
 - (2) 감시노드 : 광케이블망 구조, 시험장치 성능(측정거리, 감시포트 등), 감시방법 효율성 등을 고려하여 선정
 - (3) 감시구간 : 시험장치에 직접 연결되어 감시되는 광케이블들의 구간

- (4) 감시대상 : 백본망(Backbon), 간 통신선로시설들을 대상으로 함.
- (5) 감시 광심선 : 관제센타에서 각 단말장치간 통신서비스 중인 운용 광심선 전체를 대상으로 함(통신링크(Communication Link) 구간의 스타(Star), 루프(Loop), 링(Ring), PON 등 전체 광선로망의 광심선).
- (6) 감시방향 : 방향성은 무관하며, 패스필터 증가로 감시거리가 제한되는 Ring 광선로망이나 연속되는 통신링크 구간들은 양방향 또는 유휴 광심선을 활용하여 감시
- (7) 감시거리 : 유효 측정거리로 선정(시험장치 성능과 광심선의 손실특성 기준)
- (8) 감시지역에는 다수개의 감시노드(광선로망 구조가 동일하거나 상이할 수 있음)가 존재할수 있고, 감시노드에는 다수의 감시구간들이 존재할 수 있음.

< 감시방안 수립 "예시">

- 다수개의 통신링크 구간이 링형으로 구축된 지역의 감시는 < 그림 2 > 와 같음.
- < 그림 2 >와 같이 8개의 통신링크 구간이 루프로 구성되고, 통신노드가 7개인 감시지역에서는 관제센타와 감시노드#1,#2,#3으로 구분하여 설계하며, 감시노드#1은 관제센타와 같이 함.



< 그림 2 > 광케이블 해킹 감시 지역 "예"

- < 그림 2 >의 감시내역은 다음과 같음.

- 링형 통신링크 구간의 감시내역 "예"

구분	내용	단위	감시구간			
			센타~#1,#6	#2~#1,3	#4~#3,#6	소계
감시방법	운용 광심선	코아	24	24	24	72
	유휴 광심선	코아	0	0	0	0
감시대상	광케이블	km	59	125	125	309
	접속점	개소	57	123	123	303
	광분배함	개소	3	3	4	10
	RT함체	개소	5	5	5	15
감시내용	백스케터링 신호		▪ 광케이블의 광학적 특성(손실,반사 등) ▪ 시설물들의 개폐			

7) 시스템 구성

가) 시스템은 시험장치, 해킹 감시S/W, 관제S/W, 관리서버, 운용단말, 부대장치 등으로 구성된다.

- (1) 시험장치 : 통신서비스에 영향을 주지 않고, 운용 광심선에 광펄스를 입사하여, 백스케터링 파형을 측정하여 해킹 등 이벤트(Event) 지점을 탐색하는 장치, 감시노드 단위
- (2) 해킹 감시S/W(이하 '감시S/W'라 한다.) : 시험장치를 제어하여, 광전력량 변화에 따른 정보들을 검출·분석하는 프로그램, 시험장치 단위
- (3) 관제S/W : 다수개의 시험장치들을 원격으로 제어하고, 감시정보 및 선로시설 정보들을 통합적으로 관제하는 프로그램, 관리서버 단위
- (4) 관리서버 : 관제S/W 운용 및 DB 관리, 감시지역 단위
- (5) 운용단말 : 서버에 접속하여 시스템을 제어하는 사용자 인터페이스
- (6) 부대장치
 - (가) 해킹필터 : 통신서비스에 영향을 주지 않고 해킹 감시 신호만을 차단하거나, 반사를 변화시키는 소자
 - (나) 패스필터 : 연속되는 통신링크 구간에서 해킹 감시 신호만을 다른 통신링크 구간으로 통과시켜 주는 소자
 - (다) 더미 광섬유 : 광심선 종단의 반사를 변화시키는 소자
 - (라) FB 코드 : 탭핑에 의해 광신호가 외부로 검출되지 않는 광점퍼코드

(마) 캐비닛 : 시험장치 구성품, 관리서버 등을 수용

- 나) 감시노드에는 시험장치, 감시S/W 등을 설치한다(감시노드가 센타와 동일한 경우에는 센타에 설치).
- 다) 센타에는 관제S/W가 탑재된 서버와 운용단말을 설치하고, 운용단말로 시스템을 제어한다.
- 라) 감시노드와 센타와 간에는 네트워크를 구성하며, 서버에 의해 시험장치들을 원격으로 제어한다.
- 마) 부대장치들은 광케이블 구간내 성단함, 접속함, RT함체, 인공, 전송장치 간 등에 연결한다.

8) 시스템 성능

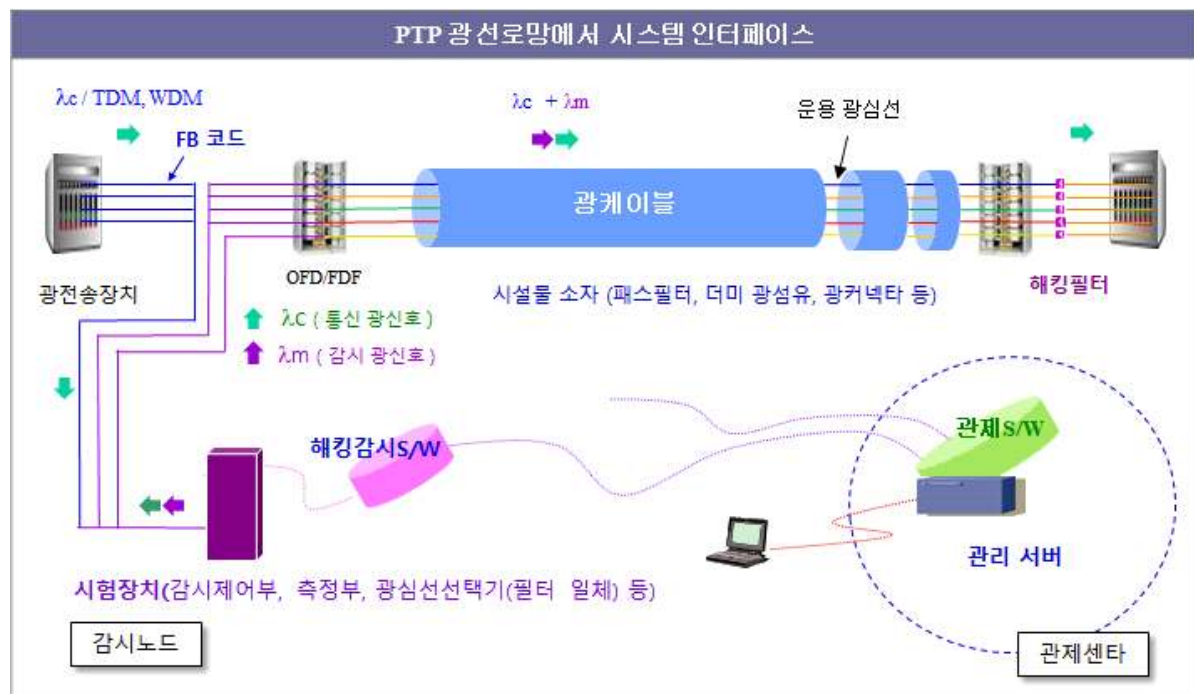
시스템이 갖추어야 할 성능으로는 다음과 같으며, 반드시 준수하여야 한다.

- 가) 감시신호는 1625~1670nm 를 사용하여야 한다.
- 나) 통신서비스에 영향을 주지 않고 운용중인 광심선을 감시하며, 연속되는 통신링크 구간의 운용중인 광심선들을 감시가 가능해야 한다.
- 다) 운용 광심선 감시에 따른 전송특성(손실, 분산 등) 저하를 최소화하여야 한다.
- 라) 백스캐터링 신호를 검출하여 이벤트들을 분석하고, 해킹, 장애, 열화(Aging) 등으로 인한 손실변화 특성을 비교하여야 한다.
- 마) 백스캐터링 법에 의한 이벤트 분석이외, 탭핑 분석(Tapping Analysis), 단방향 평가(Unidirectional Evaluation), 중첩 파형 분석(Overlay Event Analysis) 등의 방법으로 반드시 비교 되어야 한다.
- 바) 광심선별 시간변화에 따른 민감도(Threshold) 설정이 가능해야 한다.
- 사) 경년변화 상태에 따른 광심선의 손실변화 상태를 추적할 수 있어야 한다.
- 아) TDM, WDM, PON(E-PON, G-PON, WDM-PON 등), Ring, 양자정보통신 등의 전송방식이 적용된 광선로망에서도 감시가 가능해야 한다.
- 자) 한 대의 광펄스시험기로 다수개의 광심선들을 측정할 수 있어야 한다.
- 차) 감시포트들은 통신신호와 감시신호를 합하거나 분리하는 기능이 있어야 하고, 포트별 캐스케이드(Cascade) 방식에 의한 일정 단위포트별(스위칭 소자 기준) 증설이 가능해야 한다.
- 카) 시설물들의 개폐는 해킹필터, 더미 광섬유, 광커넥타 접속 등의 방법으로 감시되어야 한다.
- 타) 감시 및 시설들의 각종 정보들의 분석·통계 등 운용상황 등이 관리되어야 하고, 선로시설들은 QR코드에 의한 태깅(Tagging)운용이 가능해야 한다.

- 파) 감시되는 상황은 광심선별 시험장치에서 육안으로 확인되어야 하고, 감시루트와 토폴로지에 표시되어야 한다.
- 하) 성단함 및 접속함내 광심선별 연결상태 추적, 케이블 및 관로 루트, 관로내 수용된 다조의 케이블 정보 등이 관리되어야 한다.
- 거) 케이블 루트, 이벤트 발생 위치 및 복구상태를 도시화하고, 상황정보 등은 자동 통보 되어야 한다.
- 너) 시험장치에서 측정한 광심선 길이와 GIS상의 케이블 루트는 거리 오차는 최소화 하여야 한다.
- 더) 시험장치는 서버 장애 등 폐쇄망에서도 단독 운용될 수 있어야 하고, 감시S/W는 운용단말(Client) 방식의 GIS가 제공되어야 한다.
- 러) 관제S/W들은 웹(Web)방식으로 제공되어야 하며, 모바일 단말에 의해서도 감시(제어, 경보, 관리 등)를 수행하고 시스템을 제어하여야 한다.

9) 광선로망에서의 시스템 인터페이스

가) PTP(Point To Point) 광선로망에서 인터페이스(Interface)는 < 그림 3 >과 같다.

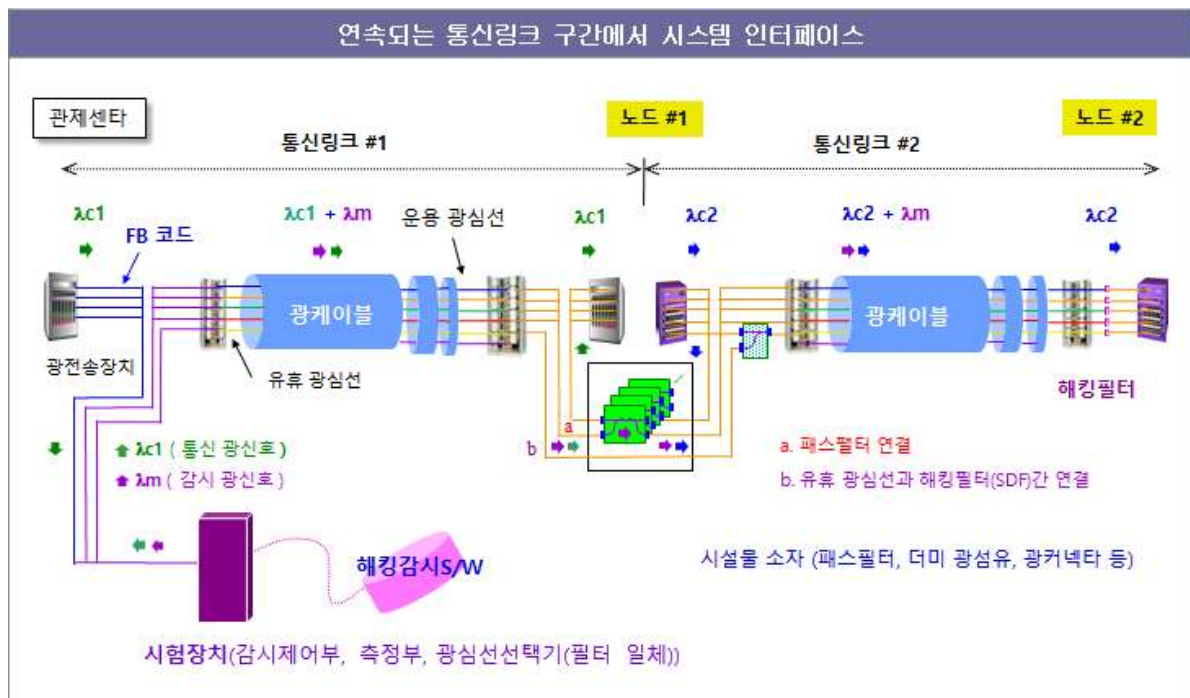
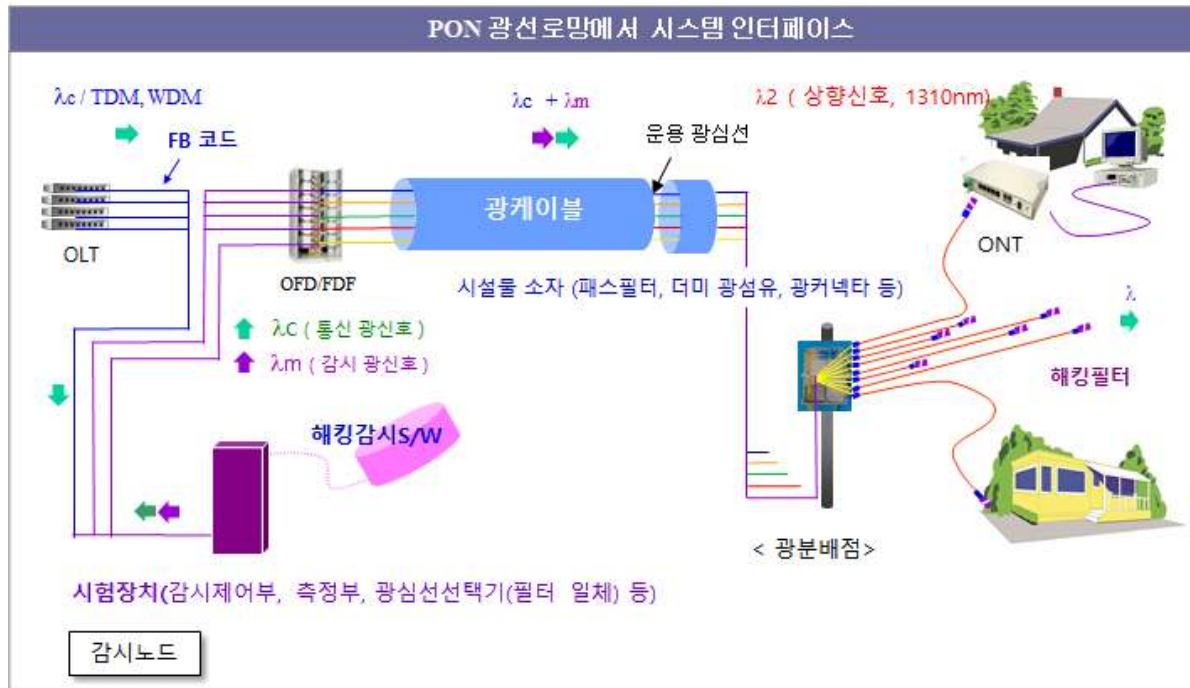


< 그림 3 > PTP 광선로망에서 시스템 인터페이스

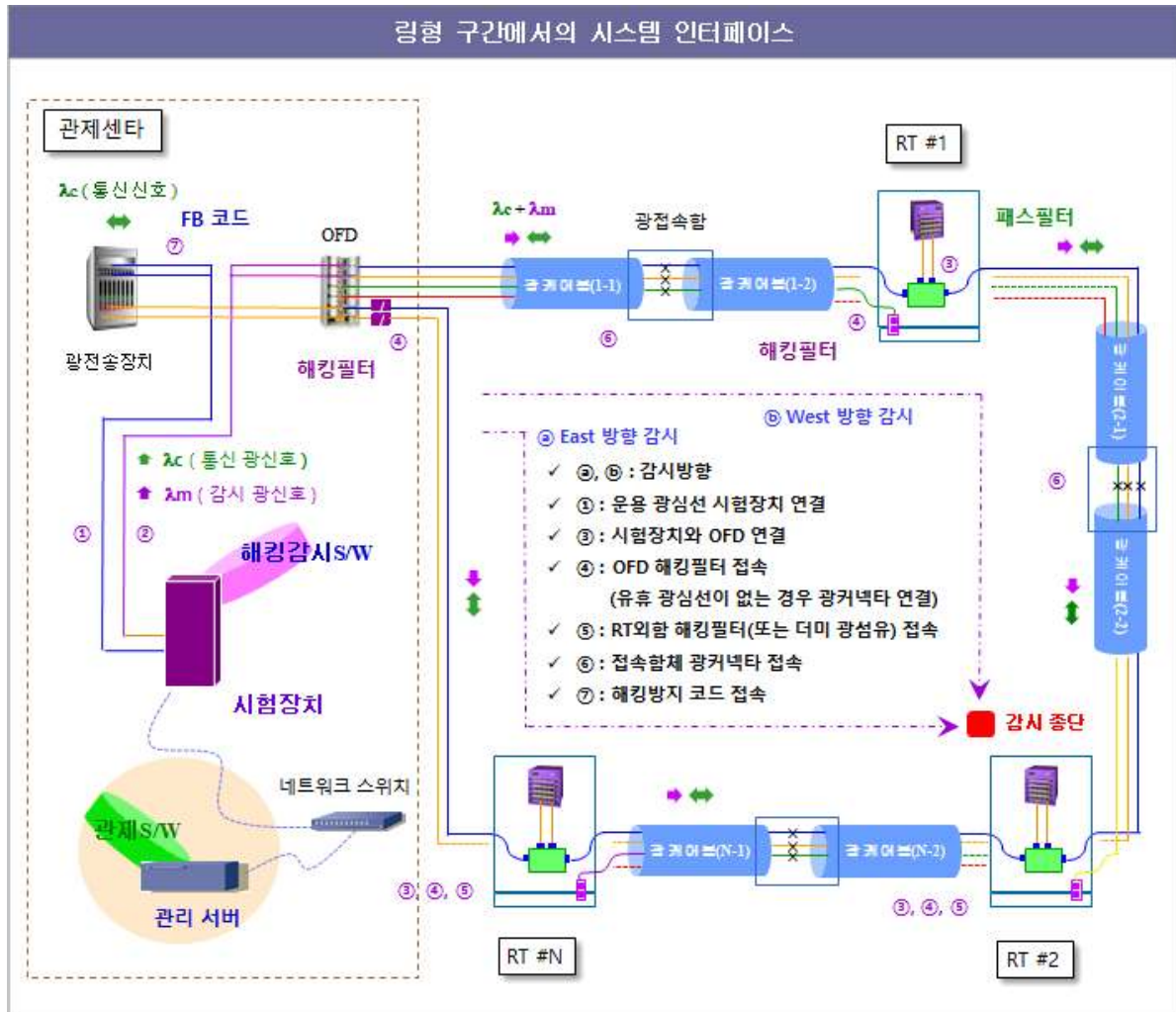
나) PON(Point To Multi Point) 광선로망에서 인터페이스는 < 그림 4 >와 같다.

다) 다수의 통신링크들이 연속되는 구간(루프망, 링형 등)에서의 시스템 인터페이스

는 <그림 5>와 같다.



라) 다수개의 단말장치들이 연결되는 링형 구간에서의 시스템 인터페이스는 < 그림 6 > 과 같다. 단, 패스필터는 감시방향별 시스템의 유효 해킹분석 범위에 따라 방향(또는 양방향)별 8~10개로 하고, 초과하는 경우에는 유틸 광심선을 사용하여야 한다.



< 그림 6 > 링형 구간에서의 시스템 인터페이스

마) OO 사업에서 광케이블 해킹 감시는 운용환경, 통신서비스, 광선로망 구조 등을 고려하여 구성하여야 한다.

10) 시스템 특성 및 규격

가) 시험장치 (TM : Test Module)

(1) 감시제어부, 측정부, 광심선선택기, 전원부 등으로 구성되며, 감시S/W 에 의 해 각각의 구성품들이 제어되고 동작이 구현된다.

- (2) 측정부, 광심선선택기 등은 별도의 전용 프로그램에 의해서도 자체적으로 동작되어야 한다.
- (3) 감시제어부는 윈도우 OS 기반의 서버급 이상이어야 하며, 타 구성품들과 분리되어야 한다.
- (4) 감시포트별 통신신호와 감시신호를 합하거나 분리하는 기능이 포함되어야 하며, 운용중인 포트의 탈착없이 감시 광심선수 증설에 따른 일정단위(광스위칭 소자 포트 기준) 포트별 증설이 가능하여야 한다.
- (5) 측정부와 광심선선택기는 전원부와 함께 일체형으로 구성되어야 하며, 4U를 초과할 수 없다.
- (6) 전원부는 DC -48V 또는 AC 220V를 사용하여야 하며, 장애시 이중화(Redundancy, 외부입력전압) 기능이 제공되어야 한다.
- (7) 구성품들의 전원공급 및 동작여부, 감시포트별 동작상태 등은 LED로 표시되어야 한다.
- (8) 모든 구성품들은 19인치 표준캐비닛에 일괄 설치되어야 하며, 캐비닛은 시험 코드, 광케이블들을 안전하게 가이드할 수 있어야 한다.
- (9) 시험장치는 감시 64 포트 단위로 하며, 초과하는 경우에는 시험장치를 증설하거나, 광심선선택기를 추가(단, 절환 스위칭카드 사용)할 수 있다.
- (10) 감시제어부 (MCS : Monitoring Controll Shelf)
 - (가) 감시S/W를 탑재하여 측정부와 광심선선택기 등을 제어하는 사용자 인터페이스 장치
 - (나) CPU : Intel Dual 3.3GHz Xeon, RAM 최소 4GB 이상
 - (다) DISK : 500GB
 - (라) N/W 및 포트 : 10/100이더넷 RJ-45 2개 이상, USB(2.0)포트 4개 이상, D-sub, COM, RS-232 연결 커넥타
 - (마) POP Client Monitor : 17" LCD
 - (바) OS : Window 10 Pro 64bit
 - (사) 감시S/W, 측정부S/W, 광심선선택 S/W 등 탑재
 - (아) 기타 : 광마우스(USB형), 미니키보드(86키,USB형) 등
- (11) 측정부 (MS : Measurement Shelf)
 - (가) 백 스케터링 파형의 손실 특성을 측정하는 장치로서, 광케이블의 손실 (접속손실, 상대손실, 반사손실 등)과 거리 등을 측정
 - (나) 파장(Wavelength) : 1550nm, 1625nm
 - (다) 측정범위(Dynamic Range) : 40dB/1550nm, 38dB/1625nm

(라) 펄스(Pulse) : 10ns,30ns,100ns,300ns,1us,3us,10us,20us,Auto

(마) 데드존(Dead Zone) : 3m/Event, 10m/Attenuation

(바) 거리정확도(Distance Accuracy) : +/- 3m / 100km

(사) 측정거리(Max. Display Range) : 240km(유효 60~80km)

(아) 측정포트 : FC/APC

(자) 통신 인터페이스 : USB

(12) 광심선선택기 (FS : Fiber Selector)

(가) 다수개의 광심선중 특정 광심선만을 선택하고, 통신파장과 감시파장을 합하거나 분리할 수 있는 장치로써, 감시대상 광심선수 확장에 따른 일정단위 감시포트 증설

(나) 구조 : 8포트 단위 증설(최대 64포트 증설 구조)

(다) 구성 : 공통부(C-FSU) 1개, 증설부(F-FSU) 최대 8개(8포트 단위 1개)

(라) 동작 : C-FSU와 FSU는 포트별 캐스케이드 방식에 의한 동작 및 포트별 LED 표시

(마) C-FSU

- ① 구동방식 : Rotary Type Optical Switch
- ② 사용파장(Wavelength) : 1250~1665nm
- ③ 삽입손실(Insertion Loss) : 0.5dB이하
- ④ 반사손실(Return Loss) : 50dB/APC형 이상
- ⑤ 편광의존손실(PDL) : 0.1dB이하
- ⑥ 파장의존손실(WDL) : 0.3dB이하
- ⑦ 절체시간(Switching Time) : 200ms 이하
- ⑧ 포트 : 공통 1개(SC/APC), 확장 8개(SC/APC)
- ⑨ 통신 인터페이스 : RS232

(바) F-FSU

- ① 파장합파 및 분할기능, 전송장치와 케이블 연결 병행
 - ② 구동방식 : Rotary Type Optical Switch
 - ③ 삽입손실(Insertion Loss) : 2dB이하
 - ④ WDM : 해킹필터(SDF, Signal Division Filter)<주1>
 - ⑤ 포트 : 공통 1개(SC/APC), 출력 16개(SC/APC 또는 LC/APC, 전송장치 8개, 케이블 8개)
 - ⑥ 기타 광학적 특성은 공통부와 동일
- ※ <주1> 패스 해킹필터(P-SDF) 특성에 준함

(13) 전원부 (Power Supply Unit)

- (a) 측정부와 광심선선택기에 전원을 공급하는 장치
- (b) 사용전압 : AC 110~220V/300W 이하
- (c) 이중화(외부 입력전압 포함) : 장애시 자동절환

나) 감시S/W (HMS : Hacking Monitoring System)

- (1) 시험장치의 감시제어부에 설치되며, 시험장치를 제어하고, 광케이블의 손실특성을 측정, 감시, 분석 등의 기능을 제공한다.
- (2) 시설조회, 케이블시험, 파형분석, Emulator, 환경설정, 지능화 등의 기능들이 구현되어야 한다.

< 표 2 > 감시S/W 의 기능 구현

기능	세부내용
시설조회	▪ 감시 광심선 정보 조회 ▪ 감시구간, 감시 광심선 운용정보 ▪ GUI 상 감시포트 일괄 표시 및 포트별 감시상황(장애,감시,정합성, 수리,유휴 등) 조회
케이블시험	▪ 감시 광심선별 시험 ▪ 광펄스시험기 제어, 광심선선택기 제어 ▪ 수동시험, 자동시험, 시험장치 자체 동작시험
파형분석	▪ 기준파형 설정 및 파형 측정 ▪ 탭핑 분석 알고리즘에 의한 백스케터링 파형 비교 분석 ▪ 측정파형의 기울기, 이벤트 속성에 대한 분석 ▪ 기준파형, 기준 및 측정 파형 비교 ▪ 광심선별 민감도(Threshold) 및 이벤트별 경보수준 임계치 설정 ▪ 해킹필터 없는 PON 광선로망 종단 분석 ▪ 접속부 단방향 평가 알고리즘에 의한 분석 ▪ 중첩 파형 분석 알고리즘에 의한 반사 및 기울기 등의 중첩구간 분석 ▪ 다중 파장 검출에 따른 노이즈 제거 및 위상차 상관 분석 알고리즘 구현 ▪ 경년변화에 따른 손실변화 분석을 위한 경년변화 알고리즘 구현
Emulator	▪ 광펄스시험기를 조작하여 측정에 따른 일련 기능들을 제공 ▪ 측정 파라메타 설정(자동, 수동 등) ▪ 2PA Loss 측정, LSA측정, Zoom 등

	▪ 이벤트, 상대손실, 거리 등 상세 모니터링 결과 표시
환경설정	▪ 감시에 필요한 환경 설정 및 감시정보 제공 ▪ 관제S/W와 연동을 통한 원격 구현 ▪ S/W업그레이드 관리 ▪ 감시제어부 환경 설정
지리정보	▪ 클라이언트 방식의 GIS 제공(케이블 루트 표시) ▪ 모바일 단말 운용 및 폐쇄망 지원

- (3) 백 스케터링법에 의한 파형을 분석하여, 광케이블의 물리적 변형 및 시설물들의 개폐 등의 지점과 이벤트 유형을 탐색한다.
- (4) 광심선 각종 상태별(Hacking, Splice, Bending, Patch, Cut, Aging 등) 파형의 기울기 및 단차(段差), 손실변화 등이 기준파와 측정파로 각각 비교·분석되어야 한다.
- (5) 감시 파형에는 광케이블 연결상태에 따라, 구간, 접속점, 역사, 광전송장치 등의 정보가 거리와 함께 표시되어야 한다.
- (6) 감시 파형은 광신호 탭핑(Tapping) 알고리즘으로 분석되어야 하며, 국가(단체) 표준 SPS-C KOPTI 0006-7340(해킹방지 광섬유케이블 시험방법)의 특성시험 평가기준이 비교될수 있어야 한다.
- (7) 파형 변형으로 단차(段差)가 발생한 지점들은 탭핑 분석 알고리즘(Tapping Analysis Algorithm)에 의해 분석되어야 한다.
- (8) 파형 접속부는 백스케터링 법과 단방향 평가 알고리즘(Unidirectional Evaluation Algorithm)에 의해 분석되어야 한다.
- (9) PON 광선로망의 종단 반사파형의 중첩, RN~RN간 기울기 파형의 중첩 등을 구분할수 있도록 중첩 파형 분석 알고리즘(Overlay Event Analysis Algorithm)이 구현되어야 한다.
- (10) 다중 파장 동시 검출 및 위상차 상관 분석 알고리즘(Muliti Wavelength Noise and Phase Analysis Algorithm)에 의해 분석되어야 한다.
- (11) 경년변화에 따른 손실특성 변화의 원인 추적이 가능한 경년변화 비교·분석 알고리즘(Multi Wavelength Aging Analysis Algorithm)이 구현되어야 한다.
- (12) PON 광선로망은 종단에 해킹필터 없이 비교·분석되어야 하며, 감시파형의 각각의 종단에는 ONU 정보가 표시되어야 한다.
- (13) 측정 파라메타(Parameter)는 자동 설정되어야 하고, 스케줄링 감시(Scheduling Monitoing)가 되어야 한다.

- (14) 경보발생수준은 광심선의 개별적 특성을 고려하여, 광심선별 민감도 (Threshold) 설정 및 분석이 가능하여야 한다.
- (15) 총손실은 시단과 종단 간 광케이블 단면을 기준으로 측정되어야 하고, 삽입 법(Insertion Method)에 의한 비교분석에서 오차범위가 최소화되어야 한다.
- (16) 이벤트들은 현장여건에 맞도록 경보등급별 설정이 가능하여야 한다.
- (17) 감시 광심선의 감시 정보들을 입력/수정/삭제 등이 가능하여야 한다.
- (18) 감시되는 상황은 감시구간 및 광심선별 GIS루트와 토폴로지에 표시되어야 한다.
- (19) 감시포트들은 GUI에 일괄 표시되어야 하고, 포트별 감시 상황(장애,감시,정합 성,수리,유휴 등)들은 각각 색상으로 구분되어 표시되어야 한다.
- (20) 측정, 분석, 관리되는 장애 및 운용정보들을 서버로 전송하고, 관제S/W와 연 동 구현되어야 한다.
- (21) 윈도우(Windows) 운용환경에서 구동되어야 하고, 클라이언트(Client) 방식으 로 제공되어야 한다.
- (22) 단독 운용이 가능해야 하고, 오프라인 환경에서도 운용이 가능한 로컬 GIS 맵을 제공하여야 하며, 폐쇄망에서도 지원되어야 한다.
- (23) 스마트폰(안드로이드 운용체제)에서 시험장치 제어 및 결과 정보를 확인 할 수 있어야 한다.

다) 관제S/W (HSMS ; Hacking Security Management System)

- (1) 광케이블 해킹 및 장애 정보, 시설들의 운용 정보, 케이블루트 도시화, 상황 발생 조치, 유지보수, 외부 시스템 연동 등 광선로망 운용·관리에 필요한 사항 들을 통합적으로 관제한다.
- (2) 시스템은 관제모듈, 시스템 관리모듈, GIS 연동모듈 등이 있어야 하며, 관제모 들에는 해킹관리, 시설관리, 연동관리, 통계관리 등의 기능이 있다.

< 표 3 > 관제S/W 의 기능 구현

기능	세부내용
시스템 관리 모듈	▪ 시스템 운용 및 관리에 필요한 기능들을 구현 ▪ 계정 관리, 로그 관리, 서버 관리, 원격 업그레이드, DB관 리(백업), 환경 설정, 시험장치 선택 ▪ 시험장치 관리(구성품별, 제조사, 시설년도 등) ▪ 시험장치 포트 정보 관리

관제모듈	해킹관리	▪ 해킹, 시설피해 등 관한 전반적인 사항 관리 ▪ 경보수집 및 분석, 경보전파, 복구 ▪ 감시 스케줄링(Scheduling) 관리 ▪ 이벤트 종류별 감시 광심선 변형 원인 분석 ▪ 각종 파형 분석 알고리즘들의 수정 보완
	시설관리	▪ 광섬유의 구조 파라메타 및 광학적 특성 관리 ▪ 선로시설들에 대한 각종 운용정보들을 관리 ▪ 관로, 인공, 전주, 함체 등 수용시설의 관리 ▪ 구축 및 운용 정보, 회선 등록, 회선 구성 등 ▪ 선로시설물 QR-Code 태깅(Tagging) 운용 및 관리 ▪ 성단함·접속점내 광심선별 연결상태 도시화 ▪ 광접속함내 광심선별 접속부 연결상태 추적 관리
	연동관리	▪ 시험장치 연동 및 감시S/W 기능 구현 ▪ NMS 등 외부 시스템과 필요한 정보들을 연동하여 운용 ▪ 각종 경보설비 조합, 연동시스템 정보 전달 ▪ 감시 광심선과 GIS 상의 케이블 루트 맵핑 ▪ 거리 보정 알고리즘에 의한 GIS 거리 보완 ▪ 각종 보정 변수(케이블 연입율(燃入率) 및 접속점,인공,전주,인입 등)의 여장길이 편집
	통계관리	▪ 감시결과 및 시스템 운용상황 통계 ▪ 고장원인, 케이블종별특성관리, 감시회선 통계분석, 감시회선 성능분석
GIS 연동 모듈		▪ 지도 정보, 관로 및 케이블 루트, 해킹 또는 장애위치, 시설물 표기, 좌표 등 생성/추가/삭제/변경 ▪ Web 방식의 온라인 환경 GIS 제공

- (3) 각 감시구간의 토폴로지(Topology)를 표시하여야 하며, 케이블 루트를 GIS에 도시화하여, 해킹 위치 및 복구상황을 나타내어야 한다.
- (4) 시험장치의 제어가 가능하며 감시S/W 기능이 구현되어야 한다.
- (5) 각종 시설들은 DB화하여 GIS 기반(1: 5,000)으로 관리되어야 하고, 시설별 사진등록기능과 현장에서 QR-Code의 태깅(Tagging) 운용 기능이 제공되어야 한다(QR-Code 정보를 읽을 수 있는 방법 제공).
- (6) 통신선로시설 관리는 광심선, 광케이블, 접속함, 광분배함 등의 선로시설과 인공,관로,내관,전주,함체 등의 수용시설들을 포함하여야 하며, 전송장치, 서비스

- 단말 등과 연계되어야 하며, 각각의 시설물 단위별 관리되어야 한다.
- (7) 광케이블과 광심선은 시단에서 종단간 연결상태가 추적되고, 광케이블은 인공내에서 분기상태, 광심선은 접속함, 광분배함 등에서 연결상태 등이 도시화되어 관리되어야 한다.
 - (8) 광심선별 광섬유의 구조 파라메타(모드필드 경, 굴절율분포에 따른 값, 굴절율 증)와 광학적 특성(손실계수, 색분산, 편광모드분산 등)들이 관리되고, 백스캐터링 파형 분석 알고리즘들과 연계되어야 한다.
 - (9) 감시 광심선과 GIS 상의 케이블 루트는 거리 보정 알고리즘(GIS Distance Correction Algorithm)으로 보완되어야 하며, 각종 보정 변수(케이블 연입율(燃入率, Extrea Lenrth) 및 여장(접속점,인공,전주,인입 등)들은 운용자에 의해 편집이 가능해야 한다.
 - (10) 운용기관의 NMS와 연동하여 장애 발생사항을 전송 받아, 해당 구간의 광케이블 상태를 감시하여야 한다.
 - (11) 운용기관의 각종 경보설비(SMS, 경광등, 가청 등)들과 연동하여 상황 정보가 자동 통보될 수 있도록 하여야 하고, 운용자별 경보 종류를 설정할 수 있어야 한다.
 - (12) 운용자 등급, 지역별 사용 권한에 따라 사용 기능에 제한 및 지역별 제한 기능을 제공하여야 한다.
 - (13) 감시 광심선에 연결된 광전송장비(RT, ONT 등)들의 정보가 관리되어야 한다.
 - (14) 광케이블 단위 정기시험(파형, 총손실(상대손실))은 운용자 설정(구간별, 광케이블별, 시간, 내용 등)에 의해 자동 시행되어야 한다.
 - (15) GIS 상에는 시설정보와 감시포트별 감시상황 및 이벤트 발생지점과 정보 등이 표시되어야 한다.
 - (16) S/W 대시보드(Dashboard)에는 경보, 케이블 루트, 특정회선 및 시설정보에 대한 검색기능 등이 표시되어야 한다.
 - (17) 이상 감지시 발생시간, 지점, 상태 등의 정보들은 이메일을 통해 등록된 운용자에게 자동 통보하여야 하며, 각종 통계 정보들은 리포팅되어야 한다.
 - (18) 각종 시설정보들은 운용자 편집(추가/수정/삭제 등) 기능, 이력사항 등이 관리되어야 한다.
 - (19) 윈도우(Window), 리눅스(Linux), 유닉스(Unix) 등의 운용환경에서 구동되어야 하고, Web방식으로 제공되어야 하고, 온라인 환경의 GIS 전자지도를 제공하여야 한다.

- (20) 모바일 단말(Smartphone, Tablet PC 등)에서 경보감시(Notification, 발생경보, 이력경보, 전자지도 정보, 측정정보 연계 경보정보), 감시 시설정보 조회(텍스트 및 전자지도정보), 관로 및 케이블 루트 정보 관리, 시스템의 제어 및 관리 기능을 제공하여야 한다.
- (21) 거리 보정은 GIS 거리 정확도로 평가하며, GIS 거리 정확도는 시험장치 거리 정확도와 비교하여 오차범위가 최소화되도록 거리보정 알고리즘(GIS Distance Correction Algorithm)을 적용하여 보완할수 있어야 한다.
- (가) 시험장치 거리 정확도 : 시험장치로 측정한 거리가 실제 거리와 얼마나 정확한가를 나타내며, 제조사, 모델 등에 따라 정확도가 상이함.
- (나) GIS 거리(이벤트 위치 표시) 정확도 : 시험장치로 측정한 거리와 GIS 거리 오차를 얼마만큼 최소화할 수 있는가를 나타냄.
- 라) 일반형 메너지먼트 서버 (Management Serve, General)
- (1) 관제센타와 감시노드가 하나인 감시지역에 적용한다.
 - (2) CPU : Intel Xeon E3-1280v3(3.9GHz/8M/4Co)
 - (3) DISK : SSD 1T
 - (4) RAM : 24G byte
 - (5) Console : KVM Switch, 19"LCD Monitor<주2>
 - (6) 네트워크 및 포트 : USB2.0(2), Gigabit Ethernet LAN ports(2), ACPI 2.0, PCIE 1.0a, PXE, WOL, PAE
 - (7) OS : Windows Server 2012 R2 Standard 64bit 또는 CentOS Linux 7
 - (8) DBMS : PostgreSQL
 - (9) GIS Tool : OSM(Open Street Map) 또는 운용기관 선정
- ※ <주2> 시험장치 모니터 사용시 제외
- 마) 확장형 메너지먼트 서버 (Management Serve, Large)
- (1) 관제센타와 다수의 감시노드로 구성되는 감시지역에 적용한다.
 - (2) CPU : Intel Xeon, E5-2620V4(2.1GHz/20M/8Core/LGA2011-V4) x 2EA
 - (3) DISK : SSD 250GB, 3TB(WD or Seagate 3.5")
 - (4) RAM : 64GB(UNBUFF ECC PC4-19200 16G x 4ea)
 - (5) Console : KVM Switch, 24" LCD Monitor<주3>
 - (6) 네트워크 및 포트 : USB2.0(2), Gigabit Ethernet LAN ports(2), ACPI 2.0, PCIE 1.0a, PXE, WOL, PAE
 - (7) OS : Windows Server 2012 R2 Standard 64bit 또는 CentOS Linux 7
 - (8) DBMS : PostgreSQL

(9) GIS Tool : OSM(Open Street Map) 또는 운용기관 선정

※ <주3> 시험장치 모니터 사용시 제외

바) 운용단말 (Client)

- (1) 사용자 인터페이스 장치로 서버의 원격 운용을 지원하며, 관제 S/W운용, DB 구축, GIS 편집(수정/추가/삭제) 등이 가능함.
- (2) CPU : 인텔 듀얼코어 프로세서 2.6GHz Xeon 이상
- (3) RAM : 최소 4GB
- (4) HDD : 최소 500G
- (5) 모니터 : LCD 12"이상 TFT LCD(1280x1024)
- (6) 운용환경(OS) : 윈도우 7
- (7) 네트워크 및 포트 : 10/100이더넷 RJ-45 1개, USB(2.0)포트 2개, D-sub, COM, RS232

사) 부대장치

- (1) 해킹필터 (RIF : Reflection Identity Filter)
 - (가) 감시 파장의 반사파형을 변화시키는 수동소자로서, 감시 광심선 종단 및 시설물의 광심선 종단에 연결
 - (나) 구조 : SC/PC(또는 APC) 광커넥타형
 - (다) 필터링(Filtering) : FBG(Fiber Bragg Grating)
 - (라) 사용파장(Pass Band/Reffect Band) : 1490~1625nm/1645~1655nm
 - (마) 삽입손실(Insertion Loss) : 1.5dB 이하
 - (바) 아이솔레이션(Isolation) : 10dB 이상/1645~1655nm
 - (사) 반사손실(Return Loss) : 30dB 이상/1581~1625nm
- (2) 패스필터 (P-SDF : Pass Signal Division Filter)
 - (가) 연속되는 통신링크 구간의 운용 광심선을 감시하기 위해 감시파장만을 연장시키기 위한 수동소자로서 2개의 해킹필터(SDF)로 구성, 단, 패스필터와 일체형으로 구성된 광전송장치(산업용 스위치 등)를 사용하는 경우는 적용하지 않음.
 - (나) 필터파장(Wavelength) : 1310&1490&1550nm 통과, 1625nm(또는 1650nm) 합파 및 분리
 - (다) 삽입손실(Insertion Loss) : 1.5dB이하(광커넥타 포함)
 - (라) 반사손실(Return Loss) : 40dB(PC)/50dB(APC) 이상
 - (마) 아이솔레이션(Isolation) : 30dB 이상
 - (바) 직진성(Directivity) : 50dB 이상

- (사) 포트 : SC/APC 포트 : SC/PC(APC), 4포트(통신 2포트, 선로 2포트)
- (3) 더미 광섬유 (Dumy Fiber)
 - (가) 감시파장의 반사파형을 변화시키기 위한 연장 광섬유로써, 해킹필터를 설치할 수 없는 시설물의 광심선 종단에 연결
 - (나) 구조 : Spool에 권취된 광섬유(Fiber)가 수용된 모듈
 - (다) 광섬유 : SMF, 250um, ITU-T, G.652
 - (라) 길이 : 500M, SC/APC
- (4) FB 코드 (FBOC : Free Bending Optical Cord)
 - (가) 광신호 탭핑을 방지하는 광점퍼코드
 - (나) 시험장치 ~ 광전송장치(성단함) 간, 광전송장치~ 패스필터 간 연결
 - (다) 구조 : SM-HAF 광심선(Single Mode-Hole Assisted Fiber, 0.5mm), 폴리머 코팅, 케이블라, 자켓
 - (라) 내환경 및 기계적 특성 : GR-326-CORE
- (5) 캐비닛 (Cabinet)
 - (가) 시험장치, 모니터, 서버 등을 실장하는 장치
 - (나) 캐비닛형 이동 및 고정가능
 - (다) 후측면부는 조립형 밀폐구조, 전면부는 외부에서 동작 육안 확인 가능
 - (라) 상부 및 하부 광케이블 광점퍼코드 인출 통로 및 물딩 처리
 - (마) 구성 : 수평 FB가이드(1U, 전면 인입구 5개, 일축 회전구조) 2개, 모니터 패널(9U), 키보드 패널(2U, 슬라이딩), 보조서랍 패널(1U, 슬라이딩), 블랭크 패널(1U~4U) 등 포함
 - (바) 크기 : 내부 캐비닛 19인치, H1600*W600*D750mm 이내, 흑색
- (6) 액세서리 (Acessory)
 - (가) 시스템에 필요한 필수 액세서리는 제조사가 기본으로 공급하는 수량 일체를 제공
 - (나) 전원 및 모니터케이블, 통신케이블(USB-USB, USB(RS232)-RS232) 등
 - (다) 유지보수 공구류(페룰메이트, 광커넥타 단면클리너 등)
 - (라) 매뉴얼 : 한글본 2부, CD 2매
- 아) 원격 광심선선택기
 - (1) 원격지에서 다수개의 광심선을 수용하여, 시험장치에 의해 특정 광심선만을 선택할 수 있도록 하는 장치로서, 해킹필터와 일체형
 - (2) 구조 : 8포트 단위 증설(최대 64포트 증설구조)
 - (3) 구성 : 제어부, 전원부, C-FSU 1개, FSU 최대 8개

- (4) 동작 : 시험장치나 서버와 원격(TCP/IP)으로 구성하여, 시험장치의 감시제어부에 의해 제어되며, 동작, 구성, 성능 등은 시험장치의 광심선선택기와 동일

11) 시스템 설치

가) 시험장치 설치

- (1) 감시노드의 통신실내 지정된 위치에 캐비닛을 설치하고, 상단부터 감시제어부, 측정부 및 광심선선택기 순으로 실장한다.
- (2) 광심선선택기 하단에는 광점퍼코드 정리하기 위한 광점퍼코드 가이드를 장착한다.
- (3) 감시제어부와 각 구성품간 상호통신 및 제어를 위해, 감시제어부와 측정부는 USB 통신케이블, 감시제어부와 광심선선택기 간에는 RS232 통신케이블을 연결한다.
- (4) 캐비닛의 전원콘센트에 시험장치 구성품들의 전원케이블들을 연결하고, 멀티콘센트의 전원케이블을 상용전원 또는 UPS 전원공급장치에 연결하고, 접지선을 연결한다.
- (5) 감시제어부는 네트워크 스위치(운용기관)와 LAN 케이블로 연결하고, 부여 받은 IP로 통신 인터페이스를 구현하고, 운용체제 S/W들을 탑재하고, 사용환경을 설정한다.
- (6) 감시제어부에 측정부S/W, 광심선선택기S/W, 감시S/W 등을 각각 설치한다.
- (7) 감시 광심선들의 선번을 확인한 후, 광분배함과 광전송장치 측에 감시 광심선들을 확인한다.
- (8) 측정부~광심선선택기 간에는 FB코드, 광심선선택기~광전송장치(광분배함) 간에는 FB 광점퍼코드를 연결한다.
- (9) 시험장치내 연결되는 FB코드 규격은 다음과 같이 한다.
 - (가) 측정부 ~ C-FSU(COM) 간 : FC/PC(APC)-SC/APC, 녹색, 3m
 - (나) C-FSU(출력포트)~F-FSU(COM) 간 : SC/APC-SC/APC, 녹색, 3m
- (10) 시험장치~광전송장치(광분배함) 간 연결되는 FB코드 규격은 다음과 같이 한다.
 - (가) FBOC-(주1)-(주2)-SM-HAF-(주3)
 - (나) 감시노드
 - ① 시험장치~광전송장치 간 : (주1) F-FSU(전송포트) 광커넥타, (주2) 전송장치 광커넥타, (주3) 시험장치~전송장치 간 길이
 - ② 시험장치~성단함 간 : (주1) F-FSU(케이블포트) 광커넥타, (주2) 성단함

광커넥타, (주3) 시험장치~성단함 간 길이

(다) 바이패스 노드(링형망은 RT)

① 전송장치~패스필터 간 : (주1) 패스필터 광커넥타, (주2) 전송장치 광커넥타, (주3) 패스필터~전송장치 간 길이

(11) 광심선선택기 포트 순번과 광분배함 감시 순번들은 동일하게 관리되도록 한다.

(12) 광분배함내 감시할 광심선이 연결된 포트와 광심선선택기 간에 감시 순번순으로 FB코드들을 연결한다.

(13) FB코드 포설, 광커넥타 접속 및 여장정리 등은 「광케이블 표준공법」에 준하여 실시하며, FB코드들의 여장은 수평 FB가이드내에 정리한다.

(14) FB코드에는 용도(회선명, 감시포트 등)를 라벨링을 한다.

나) 서버 설치

(1) 서버는 지정된 캐비닛에 장착한다. 관제센타와 감시노드가 동일할 때에는 시험장치가 설치된 캐비닛에 장착할 수 있다.

(2) 서버를 운용기관의 네트워크 스위치와 LAN 케이블로 연결하고, 부여 받은 IP로 통신 인터페이스를 구현하고, 운용체제에 필요한 S/W들을 탑재하고, 운용환경을 설정한다.

(3) 관제S/W를 탑재한다,

12) 시스템 동작

가) 측정부에서 표준 광섬유(20km이상)를 연결하고, 광전력 출력상태, 측정 파라메타 제어 등 동작상태를 확인한다.

나) 광심선선택기 S/W로 포트별 동작상태를 확인하고, C-FSU와 F-FSU 간 포트별 캐스케이드 상태에서 삽입손실을 측정한다(기준치 이하).

다) 측정부는 광심선선택기에 연결되고, 광심선선택기에는 감시(측정)하고자 하는 광심선들을 연결한다.

라) 광심선선택기는 1개의 C-FSU 및 다수개의 F-FSU들이 실장 되어 있으며, 각각의 F-FSU들은 하나의 공통포트와 16개의 출력포트(전송장치 8개, 케이블 8개)로 되어 있다.

마) 측정부 출력포트는 C-FSU의 공통포트와 연결하고, 감시 대상 광심선수가 8개 이하이면, C-FSU의 출력포트에 광심선들을 각각 연결하고, 감시대상 광심선수가 8개를 초과하면, C-FSU의 출력포트를 F-FSU의 공통포트에 연결하고, F-FSU의 출력포트에 감시할 광심선들을 연결한다.

- 바) 측정부와 광심선선택기 간, C-FSU 및 F-FSU간은 광점퍼코드로 연결한다.
- 사) 감시제어부에 탑재된 감시S/W의 감시 및 측정 프로세스에 준해 측정부와 광심선선택기를 구동시킨다.
- 아) 스케줄링에 의해 측정할 임의 광심선을 선택하면, 광심선선택기는 해당 포트에 광신호 경로가 변경되고(해당 포트에 LED 동작), 선정된 포트에 측정부의 광전력이 입사된다. 즉, 측정할 광심선포트 12번을 지정하면, C-FSU의 2번째 출력포트와 2번째 F-FSU의 4번째 출력포트가 동작되며(해당 포트에 LED 표시), 측정부에서 광전력이 출사되어지고(출력포트에 LED 표시), 해당 광심선의 백 스케터링 파형이 관제S/W에 디스플레이 된다.
- 자) 광심선선택기에서 광심선이 선택되면, 측정부에서 해당 광심선으로 광전력을 입사하고, 광심선으로부터 백 스케터링 파형을 검출하여 손실을 측정한다.
- 차) 측정부에서 시험성능, 광심선의 손실특성, 유효 감시 거리 및 이벤트들의 분석 등을 고려하여, 측정 파라메타들을 설정하고 기준파형을 저장한다.
- 카) 감시제어부의 자동측정 스케줄링 기능에 의해 다수개의 광심선들은 (9)항 및 (10)항에 절차에 의해 각각의 광심선들의 백 스케터링 파형을 검출하게 된다.
- 타) 감시제어부에서 측정된 백 스케터링 파형의 측정 및 분석, 기준파형과 측정파형과의 비교 등 감시, 운용에 필요한 각 기능들을 수행한다.

13) 통신시설 정보 등록

- 가) 감시지역의 감시 대상지역의 케이블 루트, 통신선로시설정보, 감시 광심선의 운용정보들을 GIS 전자지도와 연계하여 등록한다.
- 나) 통신시설 정보들의 등록범위는 다음과 같다.
 - (1) 광심선별 광섬유 구조 파라메타(Parameter) 및 광학적 특성
 - (2) 케이블, 광심선, 접속함, 중간절체반, 분기함, 성단함, 단자함, RT함체 등 선로 시설
 - (3) 관로, 인공, 전주 등의 관로시설
 - (4) 케이블 및 광심선, 접속점, 광성단함 등의 정보
 - (5) 광심선별 광성단함 수용정보 및 접속점별(RT함체별) 연결상태 추적 정보
 - (6) 케이블 루트, 분기, 절체, 수용변경, 신·증설, 대·개체, 고장복구 등의 변경내역
 - (7) 각종 시설 구축 및 운용 정보(관리, 운용, 시공, 유지보수, 시설년도, 감독자, 유지보수내역 등)
 - (8) 각종 전송장치, 단말 등의 관리
 - (9) 구내 통신선로설비, 통합배선설비, 네트워크의 관리

- (10) 서버, 스토리지, 보안시스템, 네트워크스위치 등 각종 전산자원 관리
- 다) 감시 광심선의 감시 정보(시험장치, 경보수준, 운용자 권한 등)들을 관제 S/W 기능 범위내 편집한다.
- 라) 통신시설 정보 공정량은 시설종류 및 수량에 각각에 대해, 관제 S/W의 기능별 입력 항목수, 거리보정 단위 및 누적수 등을 승수와 피승수로 계산하여 산출한다.
- 마) 서버 기능에 준해 텍스트 정보, GIS 편집, 거리보정 등을 시행한다.
- 바) 서버 기능별 텍스트 항목, GIS 항목 등에 준해 해당 통신선로시설 정보들을 입력한다.
- 사) 거리보정은 GIS 정확도를 높이기 위한 것으로, 측정부의 측정지점과 GIS 케이블 루트상 표시지점 간의 오차에 대해 각각의 변수들을 산출하여 GIS 상의 케이블 루트를 산술적으로 보정하는 행위이다.
- 아) 오차변수에는 시설물 여장(통과인공, 접속점인공, 접속함(광코아, 접속방호함 포함), OFD, 광코아 등)과 케이블 연입률을 포함하여야 한다.
- 자) 각 오차변수들의 보정기준들을 산정하고, 보정기준들은 시설물수와 거리들을 누적하여 산출하여야 한다.
- 차) 거리보정 여장 산출방법은 오차변수들을 감시구간별 광심선 단위 산출, OFD 단위 구간을 기준하여 보정, 감시구간 전체 누적하여 보정 병행한다.
- 카) 오차변수들의 보정기준과 거리보정 산출내역을 제시하여야 한다.
- 타) GIS상의 케이블 루트의 거리는 측정된 광심선 길이와 보정하여야 한다.

14) 시스템 시험

- 가) 단위 시험(기능 시험), 통합 시험, 운용 시험 등을 실시하여야 하며, 시스템 시험 및 성능 시험은 통합시험에 포함된다.
- 나) 시험 종류별 방법, 절차, 판정기준, 시스템 보완 등을 포함한 시험계획은 별도 수립하여 승인을 받은후 실시한다.
- 다) 단위 시험은 시험장치 구성품(측정부 파형 측정, 광심선선택기 포트별 동작 및 손실 등)들을 대상으로 각각의 전용 프로그램에 의해 각각 실시한다.
- 라) 단위 시험은 감시S/W에 의한 시험장치 동작, 관제S/W에 의한 시험장치 원격 제어 등으로 구분하여 각각 실시한다.
- 마) 통합 시험은 시험장치들과 서버간 연동하여 실시한다.
- 바) 운용 시험은 다음과 같이 한다.
- (1) 운용기관의 요구사항들이 충분히 반영하여, 경보수준, DB정보 정확도, 실제 거리와 측정거리의 정합성, GIS 정보 등의 기능들이 정립된 이후, 운용 시험을 실시한다.

- (2) 운용 시험은 시스템 운용 과정에서 발생할 수 있는 상황들을 유형별로 가정한 것으로 서버와 시험장치 등과 연동 상황을 같이 연출하여 다음과 같이 한다.
 - (가) 시나리오별 시험(탭핑, 장애(절단, 광커넥타 접속 열화 등), 통신선로시설물별 추가/수정/삭제 등)
 - (나) GIS 거리 정확도 시험
 - (다) 시험장치 감시구간별 1코아 시험
 - (라) 서버에 의해 구현
- (3) 시나리오별 시험은 시험 운용을 위한 가상 시나리오별 시험내용, 시험방법, 판정기준, 시험인력, 시스템 보완 등을 포함한 시험계획은 별도 수립한다.
- (4) GIS 거리 정확도 시험은 시험장치 상의 측정된 장애 지점과 GIS상의 표시된 케이블 장애 위치간의 정합 여부를 확인하는 것으로 반드시 다음과 같이 시행하여야 한다.
 - (가) GIS 거리 보정 : 성단함~성단함 간, 감시 구간별 시행(구간별 1코아)
 - (나) 여장, 연입률, 각 접속점간 측정된 거리(펄스폭 10ns, 1us) 및 감시 구간의 누적된 거리 등을 산술하여 GIS의 케이블 루트에 보정
 - (다) 종단 시험 : 성단함의 광점퍼코드 종단에 HRD필터(High-Reflectance DeMarcation Filters, 삽입손실 1.5dB)를 삽입하고, 시험장치 측정부 S/W로 종단까지 거리를 측정하고, 감시S/W로 종단까지의 거리를 측정하여, 해당구간의 보정된 GIS거리와 비교
 - (라) 탭핑 시험 : 성단함의 광점퍼코드가 연결된 상태에서 측정방향의 광점퍼코드에 탭핑장치(Fiber Clip on Head, 결합율 ≤ 22 dB, 삽입손실 ≤ 2 dB)로 탭핑을 야기시켜 거리를 파장별 측정하고, 해당구간의 보정된 GIS거리와 비교
 - (마) 종단 시험과 탭핑 시험의 측정 파라메타들은 시험구간의 거리, 유효 분석 거리 등을 고려하여 발주기관과 협의하여 시행
 - (바) GIS상 거리 정확도는 시험장치 거리 지점과 ± 5 m 이내
 - (사) 시험장치 거리 정확도는 제조사에서 제출된 시험확인서로 가름하되, 측정부 S/W에서 측정된 거리와 감시S/W에 의한 거리와 동일 여부를 시험(측정 파라메타 동일 조건, 20km 이상).
 - (아) GIS 거리 정확도를 보정하기 위해 보정된 값들은 시스템에 저장되어 관리

15) 성능 검증

가) 시스템은 설치 전·후, 성능 및 구성품별 기능 및 규격이 구현되는지 확인하여야 한다.

나) 시스템의 성능 검증은 설치, 동작, 시험이 완료된 후 시행하며, 운용기관 담당자가 시행하여야 한다.

다) 시스템은 최소한 다음 항목들은 반드시 검증하여야 한다.

사업명				관리번호	
공정명		모델명		제조일자	
발주기관		감리단		시공사	
단위시험	2017. . .	통합시험	2017. . .	운용 시험	2017. . .
검증일자		운용기관		검 증 자	
구분	항목	내용			검증방법
구현		① 광심선의 파장별 단계적인 탭핑(Tapping)을 감시하는가?			시험표
		② 광케이블의 손실변화와 시설물들의 개폐를 감시할 수 있는가?			기능
		③ 네트워크 장비, 통신선로시설, 각종 설치장소 등에 대한 관리 정보들은 코드화 되는가?			S/W
시스템 구성		① 시험장치, 감시S/W, 관제S/W, 관리서버, 부대장치 등으로 구성되는가?			구성
		② 부대장치는 해킹필터, 패스필터, 더미 광섬유, FB 코드, 캐비닛 등으로 구성되었는가?			구성
시스템 성능		① 통신서비스에 영향을 주지 않고, 운용중인 광심선 및 연속되는 통신링크 구간의 광심선들은 감시되는가?			시험
		② 백 스케터링 파형은 이벤트 분석이외 탭핑 분석, 단방향 평가, 중첩 파형 분석 등의 방법으로도 비교 되는가?			기능
		③ TDM, WDM, PON, Ring, 양자정보통신 등의 전송 방식이 적용된 광선로망에서도 감시가 가능한가?			시험
		④ 감시포트에는 WDM 기능이 있고, 포트별 캐스케			동작

		이드 동작이 가능한가?	
		⑤ 시설물들은 해킹필터, 더미 광섬유, 광커넥타 접속 등의 방법으로 감시되는가?	구현
		⑥ 선로시설들의 정보가 관리되고, QR코드에 의한 태깅 운용이 가능한가?	구현
		⑦ 케이블 루트는 관로(전주) 루트와 같이 관리되고, 관로에 수용된 케이블들의 정보가 관리되는가?	구현
		⑧ 감시S/W는 폐쇄망에서 단독 운용되고 클라이언트 방식의 지리정보시스템이 제공되는가?	구현
		⑨ 관제S/W는 Web방식으로 구현되고, 온라인 환경의 GIS맵이 제공되는가?	구현
시스템 특성 및 규격	시험장치	① 측정부, 광심선선택기 등은 감시S/W 이외 별도 전용 프로그램에 의해 제어되는가?	동작
		② 운용중인 포트의 탈착없이 일정단위(광스위치 소자 기준) 포트별 증설이 가능한가?	동작
		③ 구성품들은 전원 및 동작여부, 감시포트별 동작상태가 LED로 표시되는가?	동작
	감시제어부	① CPU는 Intel Xeon E5-Series 3.30GHz 을 만족하는가?	규격
		② Window 10(Pro 64bit) 운용 체제인가?	운용
	측정부	① 측정범위는 40dB/1550nm, 38dB/1625nm 이상인가?	동작
		② 측정펄스는 10ns, 30ns, 100ns, 300ns, 1us, 3us, 10us, 20us, Auto 등을 만족하는가?	동작
	광심선선택기	① 각각의 포트들은 통신파장과 감시파장을 합하거나 분리되는가?	동작
		② C-FSU와 FSU들의 각 포트들은 캐스케이드 방식으로 동작되는가?	동작
		③ 포트별 동작상태는 LED로 표시되는가?	동작
		④ 광스위치 소자는 로타리 방식인가 ?	기능
	감시 S/W	① 시험장치의 감시제어부에 탑재되어 운용되는가?	구현
		② 기준파 대한 측정파형은 이벤트와 기울기 등이 구	기능

		분되어 비교·분석 되는가?	
		③ IB 광심선과 일반 광심선 각각에 대해 국가(단체) 표준 SPS-C KOPTI 0006-7340(5.3 특성시험 평가 기준)에 준한 광신호 탭핑이 비교되는 가?	측정
		④ 탭핑 분석, 일방향 평가, 중첩 파형 분석 등의 알고리즘에 의해 분석되는가?	기능
		⑤ 감시 파형의 반사지점이나 각 종단에는 연결된 장비 정보가 표시되는가?	기능
		⑥ 경년변화 분석 알고리즘이 구현되는가 ?	기능
		⑦ 전용 탭핑 장치(Clip-on Head)에 의해 파장대별 시간변화에 따른 분석이 가능한가?	기능
		⑧ 감시포트들은 GUI에 일괄 표시되고, 포트별 감시 상황(장애, 감시, 정합성, 수리, 유휴 등)들은 구분되는가?	구현
		⑨ 관제S/W와 연동 구현되는가?	연동
		⑩ 단독 운용이 가능하고, 오프라인 환경에서 운용 가능한 로컬 GIS맵을 제공하는가?	구현
		⑪ 스마트폰(안드로이드)에서 광펄스시험기 제어 및 결과 정보를 확인 할 수 있는가?	구현
	관제S/W	① 각종 선로시설들은 DB화되고, 지리정보시스템 기반(1: 5,000)으로 관리되는가?	기능
		② 감시 광심선별 광섬유의 구조 파라메타, 광학적 특성들이 관리되고, 백 스캐터링 파형 분석 알고리즘들과 연계되는가?	구현
		③ 각종 통신 선로들에 대해 QR-Code의 태깅(사진 포함) 관리가 이루어지는가?	기능
		④ 토폴로지가 표시되고, 케이블 루트는 지리정보시스템에 도시화되어, 해킹지점 및 복구상황을 나타내는가?	기능
		⑤ 성단함 및 접속점내 광심선들의 연결상태가 추적 관리되는가?	기능

	⑥ 케이블 루트는 관로 루트 정보 형태로 관리되고, 관로에 수용된 케이블들의 정보가 관리되는가?	기능
	⑦ 관제S/W를 통해 케이블 루트의 생성, 삭제 및 변경 관리 기능이 제공되는가?	구현
	⑧ 감시 광심선과 GIS 상의 케이블 루트는 거리 보정 알고리즘으로 보완되고, 보정 변수들은 운용자에 의해 편집이 가능한가?	기능
	⑨ 해킹 등 상황정보는 이메일로 자동통보되고, 운용 기관의 각종 경보시스템과 연동되는가?	구현
	⑩ Web방식으로 운용되고, 온라인 환경의 GIS맵을 제공하는가?	구현
	⑪ 모바일 단말에서 경보감시, 감시 시설정보 조회, 관로 및 케이블 루트 정보 관리, 시스템의 제어 및 관리 기능 등이 구현되는가?	구현
일반형 서버	① CPU는 Intel Xeon 8C E5-2640v3 90W 2.6GHz/1866MHz/20MB,RAM 64G byte 등을 만족하는가?	규격, 성적서
	② Windows Server 2012 R2 Standard 64bit 운용체제인가?	운용
확장형 서버	① CPU는 Intel Xeon E7-2.26GHz(Minimal), 2x10Core, RAM 64GB 등을 만족하는가?	규격, 성적서
	② Windows Server 2012 R2 Standard 64bit 운용체제인가?	운용
운용단말	① CPU는 Intel Dual core Processor 2.6GHz Xeon, RAM 4GB, HDD 500GB 등을 만족하는가?	규격, 성적서
	② Window 7 운용체제인가?	운용
해킹필터	① 필터는 FBG, 광커넥타형인가?	구조
	② 광학적 특성을 만족하는가?	측정
패스필터	① 필터는 Coupler, 카드(유니트)형인가?	구조
	② 광학적 특성을 만족하는가?	측정
	③ 포트는 통신 2포트, 선로 2포트인가?	구조
더미 광섬유	① ITU-T, G.652를 만족하는가?	성적서

	FB 코드	① 곡률반경이 2.5mm인가 ?	구조
		② 광학적 특성을 만족하는가?	성적서
	캐비닛	① 수평 광점퍼가이드(1U, 일축 회전구조), 모니터 패널, 키보드 패널, 보조서랍 패널 등 포함되어 있는가?	구조
	원격 광심선선택기	① 광심선선택기와 규격 및 구조가 동일한가(제어부 제외)?	구조, 동작
		② 제어부, 전원부, 공통부(C-FSU) 1개, 증설부(F-FSU) 최대 8개로 구성되는가?	구성
		③ 시험장치에 의해 원격, 제어되는가?	동작
설치	시험장치 , 서버	① 구성품들은 캐비닛에 모니터, 감시제어부, 시험장치, 서버 등의 순서로 장착되었는가?	설치
		② 전력케이블, 접지선, LAN케이블 등은 관련 기준에 준해 설치되었는가?	설치
		③ 시험장치~통신장비, OFD간은 FB 코드로 연결하였는가?	설치
	DB구축	① 감시 S/W의 GIS맵에 케이블 루트 정보가 구축되었는가?	구축
		② 관제S/W에 선로시설들의 정보와 GIS맵에 케이블 루트가 구축되었는가?	구축
		③ 광섬유 특성, 통신선로시설, 케이블 루트, 관로 루트 등은 GIS와 연계하여 입력되었는가?	구축
		④ 감시 광심선별 기준파형들을 저장하였는가?	구축
시험	시험장치 , 서버	① 시험장치 구성품을 대상으로 각각의 전용 프로그램에 의해 실시하였는가?	시험
		② 감시S/W, 관제S/W에 의한 시험장치 원격 제어 시험을 하였는가?	시험
		③ 시험장치와 서버간의 원격,연동시험은 완료하였는가?	시험
		④ 각종 경보발생 시험은 감시 광심선 단위로 완료하였는가?	시험
		⑤ 탭핑 장치에 의한 광심선 탭핑 발생시험을 파장대별 시간변화에 따라 실시하였는가?	시험

	⑥ 통신선로시설들에 대한 QR-Code에 의한 태깅 관리가 되었는가?	구현
	⑦ GIS 거리 정확도는 해킹필터에 의해 비교 시험을 하였는가?	구현

16) 소요설비 산출 "예시, < 그림 2 >, < 표 1 > 참조"

설비명	산출기준	관제 센타	감시노드(감시구간)			소계
			#1	#2	#3	
시험장치	- 감시제어부 - 감시노드 단위	1	1	1		3
	- 측정부 - 감시노드 단위	1	1	1		3
	- 광심선선택기(C-FSU) - 감시노드 단위	1	1	1		3
	- 광심선선택카드(FSU, 해킹필터(SDF) 일체) - 감시포트(8 또는 16) 단위	3	3	3		9
	- 전원부 - 감시노드 단위 2개	2	2	2		6
감시S/W	시험장치 단위	1	1	1		3
관제S/W	감시지역 단위	1				1
일반형 서버 (G)	- 감시지역 단위 - 단일 감시노드로 구성되는 감시지역					
확장형 서버 (L)	- 감시지역 단위 - 다수 감시노드로 구성되는 감시지역	1				1
운용단말	감시지역 단위(추가 가능)	1				1
부대장치(1)	- 해킹필터(RIF) - 감시 중단 및 시설물 수 (또는 ONU수/PON방식)		12			12
	패스필터(P-SDF)<주4>		30	30	60	120

	통신링크 연속구간은 감시 광심선수 및 연장개소, 또는 링형 구간은 RT수					
	- FB 코드 - 감시노드는 광심선*2, - 바이패스노드는 광심선*4 - 광커넥터 및 길이(현장실사)	24	120	120	120	384
	- 캐비닛 - 시험장치 단위	1	1	1		3
	- 악세사리 - 시험장치 단위	1	1	1		3
부대장치(2)	- 더미 광섬유<주5> - 감시 종단 및 시설물 수		12			12
	- 광커넥타 접속 - 유휴 광심선 감시 시설물수		30	30	60	120
원격 광심선선택기	- 원격지 단위 - 감시 8포트 단위 1개					
L3 스위치	관제센타, 감시노드	1	1	1		3
설치 (정부표준품셈 9-2-9,가'항 참조)	- 시험장치, 서버 - 시험장치 및 서버 단위	1	1	1		3
	- 부대장치 - 시험장치 및 서버 단위	1	1	1		3
DB 작업 (정부표준품셈 9-2-9,나'항 참조)	- 선로시설정보 입력 - 감시지역 단위	1				1
	- 광코아 운용정보 입력 - 시험장치별 감시코아 단위					
시험 (정부표준품셈 9-2-9,나'항 참조)	- 기초시험, 컴퓨터시험, 시험장치 동작, 종합시험 - 시험장치 단위	1	1	1		3
	- 원격시험 - 감시코아 단위	24	24	24		72
	- 경보발생점검 - 시험장치별 감시코아단위, 감시구간별 시설물단위	34	34	34		102

	※ 예시 : 시험장치별 감시 24코아 감시, 감시구간 시설물 10개소					
시험 (정부표준품셈 3-4-11,나'항 참조)	▪ 거리보정 작업 ▪ 시험장치별 감시구간 및 감시구간별 접속점 단위 ※ 예시 : 시험장치별 감시 3구간, 감시구간별 접속점 10개소	30	30	30		90
비고	<주4> 광전송장치(산업용 스위치 등) 내부에 패스필터가 일체형으로 구성된 장비를 사용하지 않는 경우에 적용 <주5> 는 기존 시설물의 상태에 따라 반사파형을 구분할 수 없는 경우, 해킹필터 대신 사용					