

KRACS 47 50 20

통신선로공사

2025년 2월 11일 개정(Rev.5)

<http://www.kcsc.re.kr>

철도건설공사 전문시방서 제·개정에 따른 경과 조치

이 시방기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

철도건설공사 전문시방서 제·개정 연혁

- 이 시방기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 철도건설공사 전문시방서와 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 철도건설공사 전문시방서를 중심으로 해당 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
철도건설공사 전문시방서 (정보통신편)	철도건설공사 전문시방서를 체계적이고 효율적 관리를 위해 코드체계로 제정(기준심사처-50호, '18.04.06)	제정 2018.04.06
철도건설공사 전문시방서 (정보통신편)	철도건설공사 전문시방서(정보통신편) 개정 (기준심사처-2381호, '18.12.17)	개정 2018.12.17
철도건설공사 전문시방서 (정보통신편)	철도건설공사 전문시방서(정보통신편) 개정 (기준심사처-4359호, '19.12.19)	개정 2019.12.19
철도건설공사 전문시방서 (정보통신편)	철도건설공사 전문시방서(정보통신편) 개정 (기준심사처-5242호, '20.12.29)	개정 2020.12.29
철도건설공사 전문시방서 (정보통신편)	케이블 트레이 내 케이블 고정방법 기준 마련 (기준심사처-2515호, '22.06.30)	개정 2022.07.04
철도건설공사 전문시방서 (정보통신편)	철도건설공사 전문시방서(정보통신편) 개정 (심사기준처-510호, '25.2.11)	개정 2025.2.11

목 차

1. 통신관로 설치공사	1
1.1 일반사항	1
1.2 시공	1
2. 통신케이블(광·동) 설치공사	6
2.1 일반사항	6
2.2 광케이블 포설	6
2.3 동케이블 포설	46
3. 광전송망설비 설치공사	48
3.1 일반사항	48
3.2 시공	48
4. 연선전화설비 설치공사	50
4.1 일반사항	50
4.2 시공	51
5. 비상신고통화장치 설치공사	53
5.1 일반사항	53
5.2 시공	54
6. 접지설비 설치공사	55
6.1 일반사항	55
6.2 시공	56

통신선로공사

1. 통신관로 설치공사

1.1 일반사항

1.1.1 적용범위

(1) 국가철도공단이 시행하는 터파기, 관로부설, 수공 및 기타설비 등에 관한 사항들을 포함한다.

1.1.2 관련기준

- (1) 국가철도공단 철도설계지침 및 편람(KR I-02020, 통신관로)
- (2) 방송통신설비의 기술기준에 관한 규정
- (3) 접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구등에 대한 기술기준
- (4) 국토교통부 철도설계기준(정보통신편)

1.2 시 공

1.2.1 시공일반

- (1) 터파기 공사(되메우기, 다지기) 등은 다음 사항에 유의하여 시공하여야 한다.
- (2) 일반 토공구간의 기존 노반에 충격을 가하여 레일에 무리가 가지 않도록 주의하여 터파기를 행하며, 굴착개소 이외의 다른 구간을 손상시키지 않도록 주의하여야 한다.
- (3) 궤도횡단구간에 터파기의 바닥처리는 관로의 경사, 커브 등을 고려하여 터파기 바닥면을 충분히 다져서 터파기 벽면 붕괴로 인한 노반 파괴 및 예기치 못한 사고를 미리 예방하여야 한다.
- (4) 궤도횡단 시에는 침목 밑에서 800mm 이상의 깊이에 충격 및 압력에 충분하게 견딜 수 있는 PVC전선관 $\phi 100\text{mm}$ 이상을 사용하여 케이블을 보호하고 양단에는 수공 또는 맨홀을 설치하여야 한다.
- (5) 아스팔트 및 콘크리트의 시공시에는 굴착에 앞서 굴착선 밖의 포장에 영향을 주지 않도록 주의하고, 또한 포장편이 멀리 날아가지 않도록 하여야 하며 소음방지대책도 고려한 후 시행하여야 한다.
- (6) 터파기는 관로포설에 지장이 없고 소정의 깊이까지 굴착한 다음 바닥을 고르고 감독자 또는 감리원의 확인을 받아 시행하여야 한다.
- (7) 터파기 공사는 가능한 기계 터파기를 원칙으로 하되, 현장여건상 부득이한 경우에는 인력 터

통신선로공사

파기를 하여야 한다.

- (8) 기설 선로 사용구간의 터파기는 기존 기간통신사업자 선로에 지장을 주지 않도록 주의하여 터파기를 시행하여야 한다.
- (9) 건널목 및 기타 토지 등의 굴착구간은 통행인 또는 차량 등의 통행에 지장이 없도록 하여야 한다.
- (10) 터파기에서 생긴 잔토 또는 불량토는 감독자 또는 감리원의 지시에 따라 처리하여야 한다.
- (11) 되메우기 흙속에는 큰돌이나 거푸집 조각, 비닐포장지, 시멘트 공대 등의 이물질이 들어가지 않도록 주의하여야 한다.
- (12) 되메우기 후 침하가 일어나지 않도록 다지기를 철저히 하여야 한다.
- (13) 강화노반에 시공하는 터파기 관로매설공사는 노반공사와 병행하여 시행하고 되메우기 후 침하가 일어나지 않도록 다지기를 철저히 하여야 한다.

1.2.2 터파기 공사

· KCS 11 20 15 터파기 참조

1.2.3 관로부설공사

(1) 일반사항

- ① 다조의 관 배열은 수평배열을 원칙으로 한다.
- ② 관과 관사이에는 모래 또는 양질의 토사를 잘 다져 채우고 관 상단에는 모래 또는 양질의 토사를 100mm 두께로 채워 포설 하여야 하며, 관 부설시 스페이서를 이용하여 관의 이탈을 방지하여야 한다.
- ③ 동절기나 여름철의 강렬한 직사광선 하에서의 시공은 온도에 의한 신축을 고려하여 연속 작업(되메우기 등)으로 관로부설이 진행되어야 한다.
- ④ 관 포설은 원칙적으로 국 측 수공으로부터 가입자 측 수공방향으로 포설 하되, 구배가 있는 구간에서는 낮은 곳에서 높은 곳으로 포설한다.
- ⑤ 관로의 종단면에서의 선형은 중간에서 S형으로 휘어지는 일이 없도록 하여야 한다.
- ⑥ 관포설 작업 중 작업을 일시 중단하였을 때에는 관을 밀폐하여 관내로 모래, 흙, 돌등의 불순물이 들어가지 않도록 처리하여야 한다.
- ⑦ 관포설 전에 관의 외관을 점검하여 파손, 굴곡 등 외관상 이상이 없을 때 포설 하여야 한다.

(2) 개소별 시공방법

① 토공부분

· 일반토사지역의 관부설은 부설되는 관상부가 G.L-1000[mm] 이하[통신관로 기준]의 위치가 되도록 부설하여야 한다.

가. 관로의 매설기준

- (가) 관로에 사용하는 전선관(보호관)은 외부하중과 토압에 견딜 수 있는 충분한 강도와 내구성을 가져야 하며, 관내부에는 통신케이블의 견인시 손상 및 지장을 주지 말아야 한다.
- (나) 관로공사 선형은 직선을 원칙으로 하되 지하 장애물로 부득이 곡선으로 할 경우에는 곡률반경이 10미터 이상으로 하여야 한다.
- (다) 관로 종단면에서 선형은 중간에서 S형으로 휘거나, 좌우, 상하로 휘는 일이 없도록 하여야 한다.
- (라) 철도, 도로의 횡단 및 콘크리트 포장개소에는 예비관로를 설치하여야 한다.

나. 지중관로 및 통신케이블 매설 깊이

- (가) 차도 : 1.0미터 이상
- (나) 보도 및 자전거도로 : 0.8미터 이상
- (다) 철도의 횡단구간 등 특수한 구간 : 침목 밑에서 0.8미터 이상
- (라) 다만 케이블이 손상될 염려가 없을 때에는 0.6미터 까지 줄일 수 있으며 부득이 0.6미터 미만인 경우는 관로 또는 보호관내에 수용한다.

② 터널부분

가. 터널 횡단관로

- (가) 터널 시·중점부 횡단전선관 100mm×4공 이상을 설치하여야 한다.

(3) 관 접합

① 접착제를 이용한 접합방법

- 가. 관의 삽입부분과 이음관의 내면에 접착제를 붓으로 균일하게 바른 후 신속하게 삽입해서 관을 약간(원주의 1/4 정도) 회전시켜 준다.
- 나. 삽입 표시선까지 완전히 삽입되면 30 ~ 60초간 움직이지 않게 잡아준다.
- 다. 관의 접합부에서 밀려나온 접착제는 깨끗이 닦아준다.
- 라. 접속이 끝나면 관을 그대로 5분 이상 두어야 하고, 그 다음 10 ~ 15분 이상이 지나기 전에는 다음 접속 작업이나 되메우기 등 힘을 가하는 일을 하여서는 안 된다.

② 윤활제를 이용한 접합방법

- 가. 관 접합 시에는 연결할 관의 말단을 형걸 등을 이용하여 이 물질을 깨끗이 제거하고 원활한 삽입을 위하여 관의 말단에 윤활제 등을 도포한다.
- 나. 소켓부의 끝단에 삽입부를 정렬하고 고무링 부위까지 밀어 넣는다. 관을 밀어 넣은 상태에서 삽입되는 관의 타단부를 각목 또는 이와 동등한 완충재를 사용하여 해머 등으로 쳐주어 관이 소켓의 끝단까지 결합되도록 한다. 접속 후 접속부의 하자가 없어야 한다.

③ 기타 주의사항

- 가. 관 접합 시 망치 등으로 너무 큰 충격을 주면서 삽입하지 않도록 한다.
- 나. 관과 맨홀의 연결구는 방수관의 규격과 동일한 접속소켓 또는 아답터를 사용하여야 한다.

(4) 도관 전선관(H/P) 시공방법

통신선로공사

- ① 도관 전선관의 접합은 상하 각각 겹쳐서 연결하여야 한다.(상측의 접합은 하측의 중앙에, 하측의 접합은 상측의 중앙에)
- ② 각각의 접합부분에는 양측에 Band를 취부하여야 한다.
- ③ 도관 전선관의 절단 시 절단부위에 아연 도를 칠하여 녹 발생을 방지하여야 한다.
- ④ 교량 및 Box함 등에는 토피 부족으로 인한 광 및 동 케이블용 관로를 보호하고 케이블 포설에 무리가 없도록 비스듬히 올라오거나 내려가게 설치하여야 하며 지표부분은 콘크리트 보강을 하여야 한다.
- ⑤ 모든 자재는 적당량을 안전한 위치에 분산 적재하여 열차운행(기존 선로 및 시운전 구간 등)에 지장을 주지 말아야 한다.
- ⑥ **통합**접지 구간에 설치하는 도관전선관 또는 강재전선관 등은 밴드 등을 500m 마다 접지선과 연결하여 **통합**접지에 연결하여야 한다.

(5) 케이블 트레이의 시설

- ① 케이블 트레이는 현장여건에 따라 굽힘 및 절단 가공하여 설치하며, 가공하였을 경우에는 가공부분을 연마하고, 가공부분이 부식되지 않도록 재 도금 또는 동등 이상의 방청도료를 칠 하여야 한다.
- ② 지지대는 케이블 트레이 자체하중과 포설된 케이블 하중을 충분히 감안하여 일정간격으로 견고히 취부 하여야 한다.
- ③ 지지대는 셋트양카로 견고하게 취부하며, 특수 방수층 등 기본 벽면이 파손되지 않도록 유의하여 시공하여야 한다.
- ④ 케이블 트레이 상호간은 연결볼트로 조립하여야 하며, 케이블 트레이와 지지대의 취부는 탈락되지 않고 굽힘이나 휨 등이 없도록 설치하여야 한다.
- ⑤ 저압케이블과 고압 또는 특고압케이블은 동일 케이블트레이 내에 시설하여서는 안되며, 다만 견고한 불연성의 격벽을 시설하는 경우 또는 금속 외장케이블인 경우에는 제외한다.
- ⑥ 케이블 트레이가 방화구획의 벽, 천장 등을 관통하는 경우에는 개구부에 연소방지시설이나 그 외 적절한 조치를 하여야 한다.
- ⑦ **통합**접지 구간에 설치하는 케이블 트레이는 접지선을 **통합**접지에 연결하여야 한다.
- ⑧ 케이블 트레이 연결부에 접지용 실드를 연결하여야 하며 양 끝단 및 500m마다 **통합**접지에 트레이접지를 연결하여 기계적, 전기적 완전한 접속이 되어야 한다.
- ⑨ 터널 내에서 케이블 트레이에 케이블을 배선하는 경우 수평부는 10m 이내, 수직부는 1.5m 이내마다 바인더 케이블로 케이블을 고정하여야 한다.

1.2.4 트로프 설치

- (1) 트로프는 T120 이상의 콘크리트 트로프를 사용하는 것을 원칙으로 하며 공동관로 내에는 예외로 한다.
- (2) 트로프 설치 시 역구내는 뚜껑의 하면이 지표면과 일치하도록 설치하고 역간은 노반배수를 위하여 뚜껑상단이 지면과 일치하도록 설치하여야 한다.

- (3) 강화 노반에서의 트로프 설치시 노반을 토사절취를 하지 않는 방법으로 특수한 트로프를 사용하여 설치하여야 한다.
- (4) 우수 등으로 인하여 침하 또는 뒤틀림이 없도록 배열을 견고히 하여 설치하여야 한다.
- (5) 공동관로내 트로프 설치시 열차진동으로 인한 이탈을 방지하기 위해 10m 간격으로 둥근 머리볼트 스트롱앵커로 고정한다.
- (6) 특수한 부분에 트로프를 설치 시 노반이 낮은 경우에는 콘크리트블록으로 지지를 하여 트로프 높이를 조정하여야 한다.
- (7) 트로프 시단 및 종단에는 뱀, 쥐 등과 이물질이 침입하지 못하도록 부드러운 모래로 1m 이상의 공간을 채우거나 또는 시멘트 몰탈(시멘트 1, 모래 10)을 물에 개어서 시공하여야 한다.
- (8) 트로프가 노반의 배수에 지장을 줄 우려가 있을 때에는 배수처리를 하여야 한다.

1.2.5 경고용 표시테이프 설치

- (1) 지중선로 시설(통신 관로)은 유관 부서의 도로굴착작업 등으로 인한 통신선로 피해를 사전에 방지하기 위하여 관로 상단에 주황색 바탕의 “주의 통신 케이블” 및 연락처(전화번호)를 국문 검정색 글씨로 연속 기재한 경고용 표시테이프를 설치한다.
- (2) 매설방법
 - ① 경고용 표시테이프 매설깊이는 현재 또는 장래의 포장층 변동 등을 고려하여 결정하여야 한다. 일반적으로 매설기준은 G.L-300mm 지점으로 한다.

1.2.6 지중선로표시기(매설판)

- (1) 도로 또는 아스콘 등으로 포장된 곳의 지중케이블 매설경로에는 금속지중선로표지기를 역구내는 5m, 역간은 10m마다 설치한다.

1.2.7 인공 및 수공의 설치

- (1) 맨홀 또는 핸드홀은 케이블의 설치 및 유지보수 등의 작업시 필요한 공간을 확보할 수 있는 구조로 시설하여야 한다.
- (2) 인·수공 구조물은 설계도의 위치에 따라 설치하되 케이블의 방향과 인·수공측 방향이 일직선이 되도록 설치하여야 한다.
- (3) 지하매설물 등으로 인하여 구조물의 설치가 곤란할 때는 감독자의 지시를 받아야 한다.
- (4) 구조물이 완전히 양생하기 전에는 어떠한 충격도 가하지 말아야 한다.
- (5) 인·수공은 케이블 접속개소, 건물인입, 궤도횡단 개소에 설치한다.

통신선로공사

- (6) 인·수공은 관로의 연결을 위하여 방수관을 맨홀 제작시 시공 하여야 한다.
- (7) 인·수공의 뚜껑은 방수가 되도록 제작 되어야 한다.
- (8) 터널입구, 깎기구간 등 지하에서 침출수가 유입되는 개소는 인·수공을 대신하여 접속방호함을 설치하여야 한다.
- (9) 돌기구간 인·수공에는 빗물 등 수분의 배수를 위하여 바닥면에 배수로를 지면까지 설치하여야 한다.
- (10) 접속방호함을 노반구간에 설치 시 배수에 지장 없도록 설치하여야 한다.

2. 통신케이블 설치공사

2.1 일반사항

2.1.1 적용범위

- (1) 국가철도공단 이 시행하는 통신케이블의 포설, 접속, 시험 등에 관한 사항을 포함한다.

2.1.2 관련기준

- (1) 국가철도공단 철도설계지침 및 편람(KR I-02030, 통신케이블)
- (2) 방송통신설비의 기술기준에 관한 규정
- (3) 접지설비 · 구내통신설비 · 선로설비 및 통신공동구등에 대한 기술기준
- (4) ITU-T G.652(단일모드 광파이버 케이블)
- (5) 국토교통부 철도설계기준(정보통신편)

2.2 광케이블 포설

2.2.1 시공일반

- (1) 일반 사항
 - ① 사전에 공사설계서에 준한 포설구간의 실거리, 지하관로여건, 포설 작업환경 등을 조사한다.
 - ② 포설할 광케이블의 구조와 종류, 기계적특성, 무게, 외경 등의 케이블 제원에 대한 정보를 확인한다.
 - (2) 포설 공법
 - ① 포설시 작업환경이나 지하관로여건, 장거리포설 등을 고려하여, 광케이블이 받은 외적영향(포설장력, 허용 곡률반경, 비틀림, 충격 등)을 최소화할 수 있는 공법을 선정하여 시행한다.
- 가. 견인포설공법(Pulling method) : 견인의 시단점과 중간맨홀지점에 인력을 배치, 인력

으로 케이블을 견인하는 방식

- 나. 공압포설공법(Blowing method) : 압축공기의 점성(Viscosity)을 이용한 것으로 콤프레샤의 공기압력으로 PVC 또는 내관속에 견인선을 선통하여, 광케이블 포설하는 공법이다.
- 다. 양방향포설공법(Bidirection method) : 케이블포설구간의 중간지점을 인입측으로 하고, 케이블의 양단을 각각의 시단으로 하여 양방향으로 포설하는 공법으로서, 포설루트의 형태에 따라 케이블에 무리한 장력이 예상되거나, 작업여건상 포설거리가 제한되는 구간에 적용한다. 양방향포설공법은 단방향포설에 따른 포설장력을 저감시켜 포설거리를 더욱 크게 할 수 있다.
- 라. 공동관로에는 스네이크 포설을 하고 겨울철 수축에 의한 당김 현상을 방지하기 위하여 접속 및 굴곡부위에는 충분한 여장과 움직임 수 있는 통로를 확보 하여야 한다.

(3) 포설속도

- ① 포설속도는 다음의 작업환경이나 포설여건 등을 고려하여야 한다.
- ② 광케이블 건설, 유지보수 및 기술상 문제점을 고려하며, 광케이블이 외적 영향을 받지 않도록 한다.
- ③ 광케이블은 기계적으로 강도가 약하기 때문에 광섬유 **심선**에 무리한 힘을 받지 않도록 한다.
- ④ 광섬유 포설속도는 10[m/분] 이내로 해야하며 허용곡률 반경은 외경의 20배로 하고 부득이한 경우는 15배까지 할 수 있다. 단, 포설시 허용곡률 반경을 1.0[m] 이상으로 하여야 한다.

(4) 포설장력 및 곡률반경

- ① 광케이블은 인장력 이하로 인장 포설해야 하며 급격히 세게 끌거나 멈추어서는 안되며 균일한 장력으로 포설해야 한다. 광섬유 케이블 드럼에 표시된 최대 인장력을 반드시 확인해야 한다.
- ② 광케이블 포설시 케이블의 허용인장력 및 허용곡률반경을 고려한다.

가. 포설장력

(가) 포설장력

(직선부)

$$\cdot T1 = f \times W \times l$$

· T1 : 직선부의 포설장력[kgf]

· f : 마찰계수

· W : 케이블 중량[kgf/km]

· l : 케이블의 포설거리[m]

(굴곡부)

$$\cdot T2 = T0 \times e \times f \times \theta$$

· T2 : 굴곡부의 포설장력[kgf]

· T0 : 굴곡부 통과전 포설장력[kgf]

통신선로공사

- f : 마찰계수
- e : 자연대수(2.718.....)
- θ : 교각[rad] 또는 $^{\circ}$

(수직부)

- 상부방향으로 인상하는 케이블은 자체중량을 가산하고 하부방향으로 포설할 경우는 자체중량을 감하여 장력을 계산한다.

나. 곡률반경

- (가) 광섬유케이블 전송방식은 코아내부로 광파가 전송되므로 구부림이 중요한 것이며, 손실을 감소하기 위하여 코아와 케이블로 구분 허용반경을 규정한다.
- (나) 광섬유 코아의 최소 허용곡률반경은 40[mm]로 하고 1회 구부림(360°)에 대하여 손실은 0.03[dB/개소] 이하가 되어야 한다.
- (다) 광섬유케이블의 곡률반경은 케이블 외경에 20배 이상을 원칙으로 하되 부득이한 경우는 15배 이상으로 한다.

(5) 포설작업시 주의사항

- ① 견인포설에서는 포설장력 제어기능을 가진 견인장비와 장력증가율을 저감시킬 수 있는 각종 공구 등을 사용하여야 한다.
- ② 포설작업에서는 허용인장력 및 허용축압 이하에서 포설하여야 하고, 충격이나 굴곡 등으로 인해 광케이블이 손상받지 않도록 하여야 한다.
- ③ 광케이블을 드럼에서 풀거나 감을 때에는 케이블이 비틀리거나 꼬이지 않도록 주의해야 하며, 케이블이 지면에 놓인 경우에는 케이블을 사람이 밟거나 차량 등에 의해 짓눌리지 않도록 조치하여야 한다.
- ④ 광케이블이 포설되는 동안 외피손상 유무를 감시하여야 하며, 이상이 발견되면 포설작업을 중단하고 외피수리 등의 조치를 취하여야 한다.
- ⑤ 포설작업은 광케이블의 인입측과 견인측 등에 위치한 작업자 상호간에 연락을 취하도록 하고, 작업의 시작과 중단이 동시에 이루어지도록 하여야 한다.
- ⑥ 맨홀내 분야별(전력, 신호, 통신 등) 케이블을 공동으로 설치시 타분야와 협의하여야 하며, 이종케이블간 이격거리를 충분히 확보하여 엉키지 않도록 시공하여야 한다.

2.2.2 광케이블 포설 공사

(1) 광섬유 케이블

- ① 광섬유 케이블의 코아접속(Core Splicing), 외피접속은 광섬유 케이블용 접속자재를 사용하여 시공하여야 한다.
- ② 광섬유 케이블의 금속외피 및 케이블 인장선(전도성)은 접속합체를 이용하여 접지 시설 또는 케이블 외피와 분당 하여야 한다. 또 역사 및 중간기기실에서는 광분배함(OFD)의 접속 단자와 연결하여야 한다.
- ③ 광섬유 케이블의 접속은 아래와 같이 시공하여야 한다.

가. 광코아 상호간: 광섬유 용착접속기로 용착접속하고 열수축슬리브에 의해 보호 하여야

한다.

나. 광분배함에서 접속 : 광코아의 **광점퍼코드(Jumper Code)**간에 용착접속하고 열수축슬리브에 의해 접속하여야 한다.

다. 케이블 인장선 및 금속외피 : **커넥터(Connector)**, 슬리브(Sleeve)압착, 본드(Bond), 클립(Clip)에 의해 접속하여야 한다.

라. 외피접속 : 중간접속자재로 접속하여야 한다.

(2) 광섬유 케이블 포설

- ① 광섬유 케이블의 포설방향은 시단이 상부국측으로, 종단(끝기고리 부착)이 하부국측으로 위치하도록 포설하여야 한다.
- ② 본선 터널내 광케이블 횡단구간은 선로 진동방지를 위한 방진재를 사용하여야 한다.
- ③ 케이블 드럼을 운반할 때에는 화살표 방향으로 회전시킨다.
- ④ 케이블 드럼을 해체할 때에는 케이블을 다치지 않도록 주의하여 취급한다.
- ⑤ 케이블의 포설 방향은 시단이 상부(장비)측으로 종단(끝기 고리부착)이 하부(단물)측으로 포설하여야 한다.
- ⑥ 케이블 끝단 처리는 습기가 들어가지 않도록 밀봉한다.
- ⑦ 케이블은 허용장력이하로 인장 포설하여야 하며, 급격히 세게 끌거나 멈추어서는 안되며 균일한 장력으로 포설하여야 한다.
- ⑧ 케이블 포설시 케이블이 땅 또는 인·수공 바닥에 끌리지 말아야 한다.
- ⑨ 케이블의 허용곡선은 다음에 의한다.
 - 가. PE 또는 PVC 케이블 : 외경의 10배
 - 나. 알루미늄 케이블 : 케이블 외경이 30mm 이하인 때는 외경의 20배, 케이블 외경 30mm 이상인 때 외경의 30배
- ⑩ 케이블 포설시 당기는 속도(10m/분 이하)가 균일하도록 하고 급히 당기는 예가 없도록 한다.
- ⑪ 케이블의 최대 인장력보다 적은 힘으로 당기도록 하며 마찰력을 줄이기 위해 윤활제를 사용하여야 한다.
- ⑫ 트로프 내 포설 시 콘크리트 바닥에 케이블이 끌리지 않도록 로울러 받침대(약 2m 간격)를 설치하여 인력으로 포설한 후 케이블을 들어 올려 트러프 내에 천천히 내려놓아야 한다.

(3) 광케이블의 여장처리

- ① 접속점 맨홀의 여장처리는 접속, 견인, 고장복구, 기타 등의 여장을 고려하여야 하며, 장비 또는 역사 내 광케이블 인입 성단시 성단여장을 고려하여야 한다.
- ② 통과 인·수공 내 광케이블 여장은 인·수공 규격에 의거 산출하며, 케이블을 지지철물의 받침대에 고정시킬 수 있는 길이를 확보하여야 한다. 이때, 케이블의 허용곡률 반경에 유의하여야 한다.
- ③ 중간분기접속이 예상되는 구간에는 중간 분기접속개소에 해당하는 분기여장을 확보할 수 있다.

통신선로공사

(4) 광케이블 접속

- ① 케이블 접속의 종류는 직선접속, 분기접속, 가요접속, 장하접속(슬리브 봉입형), 상자형 장하선류 접속, 이중 케이블 접속 등으로 구분한다.
- ② 광코어의 접속은 용착접속을 원칙으로 하되 필요시 기계식으로 접속할 수 있다.
- ③ 광분배함에서의 접속은 광코어와 광 점퍼코드간에 용착 접속하고 열수축튜브로 보호하여야 한다.
- ④ 케이블 인장선 및 외피가 도체(철, 알루미늄 등)일 경우 커넥터, 슬리브 압착, 본드 클립에 의해 접속하고, 절연체(합성수지류)인 경우 풀리지 않도록 견고하게 접속한다.
- ⑤ 케이블 접속시 케이블 여유를 두고 케이블 종별에 맞는 접속 공법에 따르고 접속부분에는 인수공 또는 접속방호함체로 기능을 대신할 수 있다.

⑥ Core접속(Arc 용착접속법)

가. 광 Core를 코팅제거 용액에 담근다.

나. 광섬유를 코팅 제거용액 (Mathlene chloride)에 10초 정도 담근 후 꺼내어 20 ~ 30초 경과한 다음 부드러운 종이에 Alcohol이나 Ethanol을 묻혀서 가볍게 코팅을 제거하고 깨끗하게 닦아낸다.

다. 코팅이 벗겨진 광섬유를 절단공구를 사용하여 절단면이 거울처럼 깨끗하고 광섬유축에 수직이 되도록 절단하여야 한다.

라. 광섬유 심선을 용착접속기에 고정시킨다. 이때 접속기에 부착되어 있는 모니터를 보면서 다이알을 조작하여 심선의 중심이 서로 정확히 맞도록 조정한다.

마. 접속기 모니터에 두 광섬유를 약간 띄우고 Arc로 예열을 한다. 이때 예열은 광섬유 심선의 오물을 제거하기 위한 목적이며 예열이 끝나면 광섬유가 서로 맞닿게 정확히 조정을 한 다음 Arc로 용착접속 한다.

바. 접속이 완료되면 열수축슬리브로 접속점을 보호하고 Core NO.를 기입한 명찰을 붙인다.

⑦ 접속관의 조립 및 정리

가. 광코어 접속이 완료되면 열수축슬리브에 보호된 접속점을 광섬유 보호지지판에 정렬하고 광코어의 여장은 굴곡특성에 유의하여 정리한다.

나. 접속함체 설치

- 인공내의 케이블결이는 접속함체를 묶고 광케이블 여장은 허용곡률반경에 유의하여 벽에 새들로 고정시켜야 한다.

(5) 광케이블 성단

- ① 국내성단은 사전에 설계도서에 의한 광 분배함 및 저장함, 광 커넥터, 어댑터, 광 감쇠기, 광 케이블 종류 등을 사전에 확인하여야 한다.
- ② 광케이블의 성단, 광 점퍼코드의 접속 및 여장정리 등의 작업에서는 허용곡률 반경을 준수하고 충격 등으로 인한 외피가 손상되지 않도록 하여야 한다.
- ③ 광섬유 심선과 광 점퍼코드의 접속은 반드시 용착 접속으로 시행하여야 한다.
- ④ 광케이블 성단은 광케이블의 구조에 적합한 방법으로 시행하여야 하며, 성단 후 케이블의

인장선(전도성) 및 금속외피는 분배함의 장치 가에 접지시킨다.

- ⑤ 분배함은 장치 가의 지정된 위치에 견고하게 고정한다.

통신선로공사

(6) 광케이블 시험

① 일반사항

가. 광섬유를 측정하기 전에는 피 측정 광섬유의 종류(굴절률 포함), 시험항목, 측정환경 (피 측정구간의 광커넥터, 전송방식별 사용과장, 측정거리, 사용전원 등)을 확인하고, 필요한 측정기 및 자재 등을 사전에 준비하여 측정에 오류가 없도록 하여야 한다.

나. 광섬유종류별 전송특성을 평가하는 측정항목 및 측정법은 아래와 같다.

표 1. 광코어 측정방법

광섬유		측정항목	측정법		후방 산란법	반사손실 측정법	주파수 영역법
			투과측정법				
			컷백법	삽입법			
단일모드 다중모드	손실 (Loss)	단위구간손실[dB]	○				
		총손실[dB]		○			
		접속손실[dB/개소] (융착, 기계식)			○		
다중모드		대역폭(Band width) [dB]					○
광커넥터		반사손실(Return loss) [dB]				○	
		삽입손실(Insertion loss) [dB]		○	○		

다. 측정자는 사용할 측정기에 대한 운용법 및 측정 데이터의 분석에 충분한 지식을 습득하여야 한다.

라. 동일한 시험항목 및 측정항목은 가급적 동일인이 하여야 한다.

마. 측정항목별 측정데이터의 정확한 비교분석을 위해 측정기상의 측정변수(펄스, 평균화 계수, 광전력 감쇠량 등)는 동일한 조건으로 하도록 한다.

바. 측정기와 측정용 표준광점퍼코드(이하 “표준코드”라 한다) 또는 측정용 표준다심분리형광코드(이하 “표준다심분리코드”라 한다), 피측정광섬유심선(이하 “피측정심선”이라 한다) 등과의 연결시는 다음과 같이 한다.

(가) 측정기에 결합되는 광커넥터 등에 묻은 먼지나 이물질은 측정결과에 영향을 주므로 커넥터 단면에 이물질이 묻지 않도록 주의한다.

(나) 광커넥터의 찰탁반복으로 인한 커넥터 단면손상에 주의한다.

(다) 표준코드나 피측정심선에 부착된 광커넥터가 단면손상으로 광학적 특성이 저하되었을 경우에는 현장용 광커넥터연마기로 커넥터 단면을 연마하거나 광점퍼코드를 교체한다.

사. 광섬유 측정 시 주의사항은 다음과 같다.

(가) 측정기의 광원에서 나오는 레이저(Laser)는 눈으로 들여다보지 말아야 한다.

(나) 측정기는 전원을 켜고 10분 이상 경과한 후, 안정된 상태에서 측정하여야 한다. 또

한 측정기의 보호 및 전자파에 의한 영향을 감소하기 위해 측정기의 접지단자를 접지하며, **측정기에 결합되는 커넥터** 등에 묻는 먼지나 이 물질은 측정결과에 영향을 주므로 **커넥터**의 단면에 이 물질이 묻지 않도록 주의하여야 한다.

(다) 광섬유 측정에서는 여진조건에 의해 측정결과가 크게 좌우되므로, 측정 코드류의 곡률 반경을 작게 하고 충격이나 진동이 가해지지 않도록 한다.

아. 광측정과장의 선택은 피 측정구간의 전송방식별 사용과장에 준한다.

자. 광광케이블 시험은 다음 항목을 측정기록하여 감독자(감리원)에게 제출하여야 한다.

(가) 광케이블 시험 항목(광섬유 손실, 접속손실, 반사손실)

② 측정장비

가. 광섬유의 측정 방법별 측정장비는 아래와 같다.

표 2. 광코어 측정장비 및 공구

장 비 명	수량	용 도(특징)	투 과 법		후방산란법	반사손실측정법	주파수영역법
			컷백법	삽입법			
측정장비	OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)	1대	광섬유의 상대손실과 접속손실을 평가할 수 있는 광펄스시험기(1.3 μ m /1.55 μ m)			○	
	광원 (Light source)	1대	광손실을 측정하기 위해 광전력 발생시키는 장비(1.3 μ m/1.55 μ m, 파장시간에 따른 변화가 없어야 함.)	○	○		
	광검출기 (Power meter)	2대	광전력의 세기정도를 측정하는 장비(1.3 μ m/1.55 μ m, 1.0 μ m이상파장 검출기능(Ge 검출기))	○	○		

통신선로공사

장 비 명	수량	용 도(특징)	투 과 법		후방 산란 법	반사 손실 측정 법	주파 수 영역 법
			컷백 법	삼입 법			
측 정 장 비	정현파변조 광원	1대	광펄스를 정현파로 변조시키기 위해 서 주파수발진기, 구동부, 광원으로 구성된 측정기(1.3μm)				○
	대역폭측정기 (광검출기 포함)	1대	정현파로 변조된 광신호를 전기신호 로 복조하여 주파수대역을 측정할 수 있는 분석기(1.3μm)				○
	반사손실측정기 (Return loss meter)	1대	광섬유내를 전반하는 광전력 의 반사 량을 측정하는 장비				○
측 정 공 구	리본광섬유 손실측정용 심선선택기	1대	리본심선의 접속손실측정시임의 광섬 유를 선택하는 장치			○	
	광섬유벤더 (Fiber bender)	1개	반사손실을 측정하기 위한 광섬유 종 단처리 기구				○
	의사광섬유 <주1>	1개	광섬유 여진용 (L≥500m, Dummy fiber)			○	
	모드스크램블러 <주2>	1개	다중모드광섬유의 여진용 (Mode scrambler)		○	○	○
	광섬유어댑터 (Fiberadaptor)	3개	광섬유심선과 커넥터간 연결(커넥터 와 동일 구조)		○		○
	어댑터 (Adaptor)	2개	커넥터 간 접속(커넥터 종류에 적합한 구조)			○	
	표준코드 <주3>	3개	측정기와 피측정심선과 연결용(양단 커넥터부착된 단심광점퍼코드, 길이 2m 이상)			○	○
	표준 다심분리 코드 (Fan-out cord)	1개	측정기와 피측정 리본심선과 연결용 (단심커넥터 및 리본커넥터(리본심선) 가 부착된 광점퍼코드, 길이 2m이상)			○	
기 타	광섬유접속장치	1대	의사광섬유와 피측정광섬유 접속(융착접속기,V홈정렬장치, 기계식접속자 등)			○	
	광섬유심선 접속공구	1식	피측정 광섬유 절단		○		○

장 비 명	수량	용 도(특징)	투 과 법		후방 산란 법	반사 손실 측정 법	주파 수 영역 법
			컷백 법	삽입 법			
외피접속 (탈피)공구	1식	피측정 광케이블의 외피제거	○		○		○
광전화기<주4> (Optical talk set)	2대	측정지점 간(또는 접속지점 과 측정지점간) 연락망 구성	○	○	○	○	○
광섬유심선 대조기	1대	접속지점의 광섬유심선 대조 (Identifier)			○		
광커넥터 연마기	1대	광학적특성이 저하된 광커넥터의 단면 연마 (Hand held retropolisher)	○	○	○	○	○
광커넥터 클린테이프	1개	표준코드 및 피측정심선의 광커넥터 단면 청소	○	○	○	○	○

<주1> 리본광섬유손실측정용 광심선선택기 사용시 제외

<주2> 다중모드광섬유 여진기로서 삽입법에서는 양단에 커넥터가 부착된 의사광섬유(길이 200m 이상)를 사용할 수 있다.

<주3> 피측정구간에 연결된 광커넥터 및 측정장비에 부착된 광커넥터의 종류에 따라 광점퍼 코드의 종류(SC-SC형, SC-FC형, SC-바이코닉형, 바이코닉-바이코닉형, 바이코닉-FC형 등)를 선택한다.

<주4> 기타 통신시설로 연락망 구성 가능

③ 광섬유의 손실측정법

가. 투과측정법(Typical setup of attenuation measurement)

투과법은 광섬유를 전반한 광전력의 감쇠량을 직접 측정하는 방법으로 광섬유의 손실 특성을 입사단의 광전력과 출사단의 광전력의 비율로 나타낸다. 측정방법으로는 입사단의 광전력 평가방법에 따라 삽입법(Insertion method)과 컷백법(Cut-back method)으로 구별하며, 실제 광선로구간에는 삽입법에 의해 광섬유손실을 측정한다.

(가) 컷백법(Cutback method)

서로의 거리가 L만큼 떨어져 있는 두개의 광섬유단면 사이의 손실은, 피측정 광섬유의 출사단에 있어서의 광전력을 P_{out} , 입사단에 있어서의 광전력을 P_{in} 라 하면, 피측정 광섬유의 손실 α_c 는 다음과 같이 정의된다.

1) 광전력을 [w]으로 표시하는 경우,

$$P_{out}$$

$$\alpha_c [dB] = - 10 \log_{10} \frac{P_{out}}{P_{in}} \quad (1)$$

2) 광전력을 [dBm]으로 표시하는 경우,

$$\alpha c[\text{dB}] = - (P_{\text{out}} - P_{\text{in}}) \quad (2)$$

가) 측정조건

ㄱ. 손실측정의 기준과장 선택은 피측정구간의 전송방식별 사용과장에 따른다.

표 3. 전송방식별 사용과장

전송방식별 사용과장	손실측정 기준과장	광 원(Light Source)		비 고
		중심과장	반치전폭	
1300nm	1300nm	1300±15nm	25nm	
1550nm	1550nm	1550±15nm	25nm	

ㄴ. 손실측정은 전송되는 빛의 모드파워분포가 광섬유의 길이에 관계없이 일정한 평형모드상태에서 측정되어야 하며, 이를 위해서는 피측정 광섬유의 입사단에 여진기(勵振器), 모드스크램블러(Mode scrambler), 의사광섬유(Dummy fiber) 등을 사용하여 입사되는 광전력의 분포를 정상화시켜야 한다.

ㄷ. 광원은 측정절차가 완료될 때까지 충분히 긴 시간 동안 광원의 위치, 세기 및 과장이 안정되어야 하며, 수신단에서 신호대잡음비(S/N ; Signal to Noise ratio)를 개선하기 위하여 광원을 변조시킬 수 있다.

ㄹ. 광검출기는 광섬유에서 나오는 모든 광을 받아들일 수 있어야 하며, 사용되는 광원의 분광특성에 적합하여야 한다. 또한, 검출기는 일정한 특성을 유지해야 하며, 수광되는 광전력에 대하여 선형성을 가져야 한다.

ㅁ. 입사단의 광전력 측정에서는 광이 피측정 광섬유로 입사될 때, 클래딩모드나 리키모드 등으로 인해 입사광전력이 크게 측정되기 때문에 컷백지점(입사광전력의 측정지점)은 광의 입사지점으로 부터 2m 이상으로 하여야 한다.

나) 측정준비

ㄱ. 컷백법을 이용한 광손실 측정계의 구성은 아래와 같다.

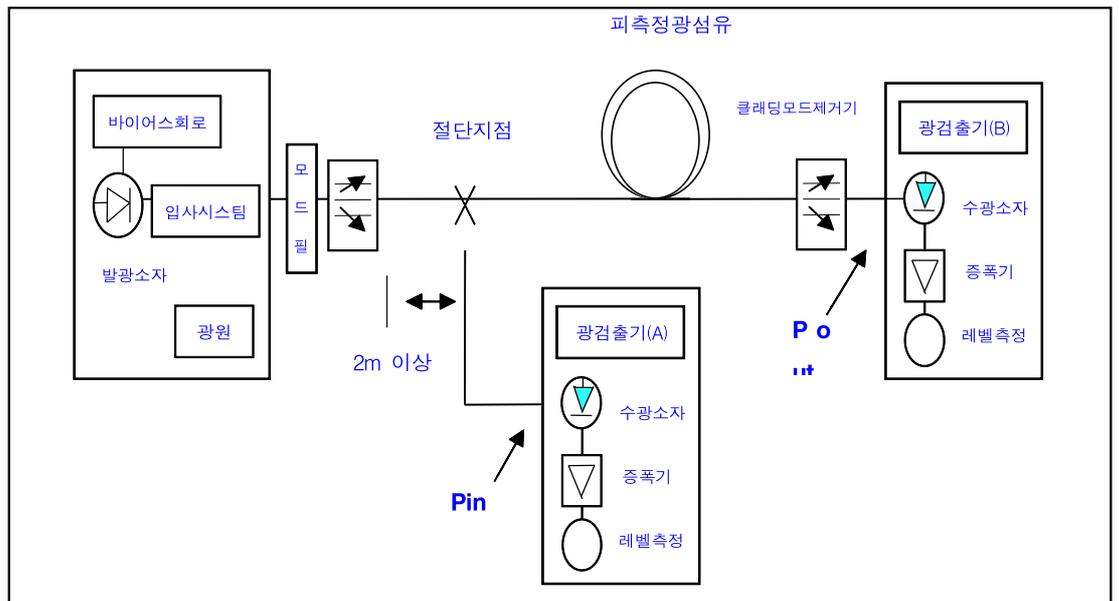


그림 1. 컷백법에 의한 광손실 측정계

ㄴ. 측정에 들어가기 전에 입사단측에 광검출기(A)와 출사단쪽의 광검출기(B)를 같은 장소에 모아 동일한 광원에서 나오는 광전력을 검출하여, 임의 검출기에 대한 타 검출기를 교정한다. 단, 교정이 불가능한 경우에는 두 검출기의 보정치를 얻는다.

- ㉠. 광원의 광전력을 광검출기(A)로 측정하여 측정값 P_{m1} 을 얻는다.
- ㉡. 광원의 광전력을 광검출기(B)로 측정하여 측정값 P_{m2} 를 얻는다.
- ㉢. 측정값 P_{m1} , P_{m2} 는 3회이상 측정한 값의 평균산술값으로 하고, 그 값에 의한 광검출기의 보정치(e)는 다음과 같이 산출한다.

$$e = P_{m1} - P_{m2} \quad (3)$$

- ㄷ. 입사단과 출사단의 피측정 광섬유심선의 단면처리를 시행한다. 이때, 광섬유의 절단면은 깨끗하고 거울면을 이루어 광섬유의 축과 수직을 이루어야 한다.
- ㄹ. 입사단의 절단된 광섬유는 광원에, 출사단의 절단된 광섬유는 광검출기에 각각 광섬유어댑터(Fiber adaptor)를 사용하여 연결한다. 단, 피측정 광섬유가 다중모드일 경우에는 입사단의 광원에 연결된 피측정 광섬유에 모드스크램블러를 설치한다.
- ㅁ. 광원 및 광검출기의 측정과장을 선택한다.
- ㅂ. 광원 및 광검출기는 충분한 안정도를 가질 때까지 켜놓은 후에 측정을 시작한다.

다) 측정절차

- ㄱ. 피측정 광섬유에 입사한 광전력을 출사단에서 광검출기(B)로 Pout을 측정한다.
- ㄴ. 입사단에서 약 2m 되는 지점(컷백 길이)의 피측정 광섬유심선을 가위로 절단한다.
- ㄷ. 광원측에 연결된 광섬유심선의 단면처리 및 절단을 시행하고, 광섬유어댑터를 사용하여 광검출기(A)에 연결한다.
- ㄹ. 입사단측의 광전력 Pin을 광검출기(A)로 측정한다.
- ㅁ. 측정된 광전력 Pout와 Pin에 의해 광섬유 손실 α_c 를 <식 (1)> 또는 <식 (2)>에 의해 산출한다. 단, 두 광검출기의 보정값이 있을 경우 검출된 광전력에 대해 보정치를 가산하여, 손실을 계산한다. <식 (2)>에 의해 보정치(e)를 가산하여 광손실을 계산하면 <식 (4)>와 같다.

$$\alpha_c [\text{dB}] = - [(P_{\text{out}} - P_{\text{in}}) + e] \quad (4)$$

(나) 삽입법(Insertion method)

서로의 거리가 L만큼 떨어져 있는 두 개의 광커넥터 단면 간의 손실은 입사단의 광원측에 연결된 커넥터를 통과한 광전력을 Pin, 출사단의 피측정 광섬유의 커넥터를 통과한 광전력을 Pout라 하면, 피측정 광섬유의 손실 α_i 는 다음과 같이 정의된다.

- 1) 광전력을 [w]으로 측정하는 경우,

$$\alpha_i [\text{dB}] = (- 10 \log_{10} \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}}) - nL_c \quad (5)$$

Pin

여기서, L_c : 커넥터 손실[dB]

n : 의사광섬유와 피측정 광섬유(또는 광원과 광검출기) 간의 커넥터 접속수

- 2) 광전력을 [dBm]으로 측정하는 경우,

$$\alpha_i [\text{dB}] = - (P_{\text{out}} - P_{\text{in}}) - nL_c \quad (6)$$

- 가) 측정조건은 컷백법을 준용한다.

나) 측정준비

ㄱ. 삽입법을 이용한 광손실 측정계의 일반적인 구성은 피측정 광섬유의 양단에 광커넥터의 연결을 확인한다.

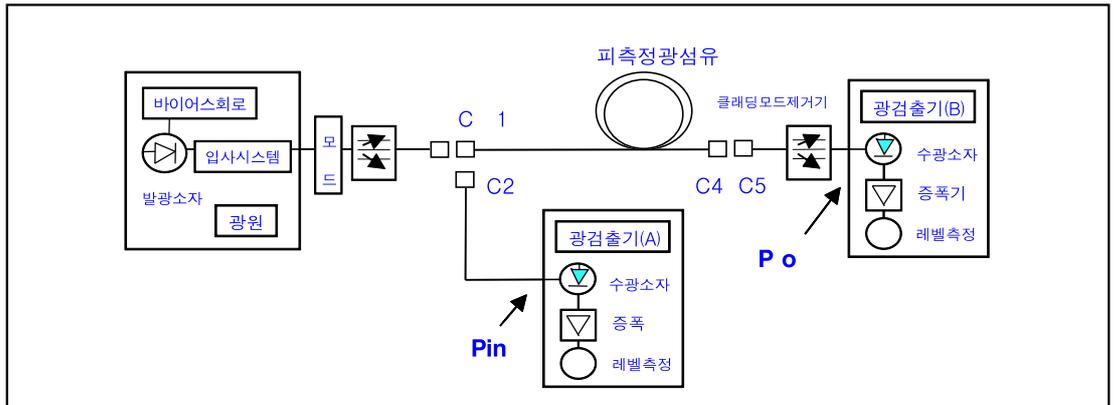


그림 2. 삽입법에 의한 광손실 측정계

- ㄴ. 측정에 들어가기 전에 입사단측의 광검출기(A)와 출사단측의 광검출기(B)를 같은 장소에 모아 동일한 광원에서 나오는 광전력을 검출하여 임의의 검출기에 대한 타 검출기를 교정한다. 단, 교정이 불가능한 경우는 두 검출기의 보정치를 얻어 광손실 산출시 보정한다.
 - ㉠. 광원의 광전력을 광검출기(A)로 측정하여, 측정값 P_{m1} 을 얻는다.
 - ㉡. 광원의 광전력을 광검출기(B)로 측정하여 측정값 P_{m2} 를 얻는다.
 - ㉢. 측정값 P_{m1} , P_{m2} 는 3회이상 측정한 값의 평균산술값으로 하고, 그 값에 의한 광검출기의 보정치(e)는 <식 (3)>에 의해 산출한다.
- ㄷ. 입사단의 광검출기(A) 및 광원, 출사단의 광검출기(B)에 길이가 2m 이상인 광점퍼코드를 결합한다. 단, 피측정 광섬유가 다중모드일 경우에는 입사단의 광원에 연결된 광점퍼코드에 모드스크램블러(또는 의사광섬유)를 접속한다.
- ㄹ. 광원 및 광검출기의 측정과장을 선택한다.
- ㅁ. 광원 및 광검출기는 충분한 안정도를 가질 때까지 켜놓은 후에 측정을 시작한다.
- ㅂ. 삽입법에 사용되는 커넥터(피측정 광섬유, 여진기, 광점퍼코드 등에 연결된 커넥터)들은 동일한 형태이어야 하고 커넥터 형태에 맞는 어댑터(Adapter)를 사용하여 접속하여야 한다.

다) 측정절차

- ㄱ. 입사단에서 광원측의 커넥터(C1)을 광검출기(A)의 커넥터(C2)에 접속한다.
- ㄴ. 광검출기(A)로 Pin을 측정한다.
- ㄷ. 입사단에서 광원과 광검출기(A)에 접속된 커넥터(C1, C2)를 풀고, 광원에 연결된 커넥터(C1)을 피측정 광섬유의 커넥터(C3)에 접속한다.
- ㄹ. 출사단의 피측정 광섬유에 연결된 커넥터(C4)를 광검출기(B)의 커넥터(C5)에 접속한다.
- ㅁ. 피측정 광섬유에 입사한 광전력을 출사단에서 광검출기(B)로 Pout을 측정한다.
- ㅂ. 측정된 광전력 Pout와 Pin에 의해 광섬유 손실 α_i 를 <식 (5)> 또는 <식 (6)>에 의해 산출한다. 단, 두 광검출기의 보정값이 있을 경우 검출된 광전력에 대해 보정치를 가산하여 손실을 계산하고, 커넥터 손실기준치는 연결된 커넥터의 손실기준치에 준한다.
- <식 (6)>에 의해 보정치(e)를 가산하여 광손실을 계산하면 <식 (7)>과 같다.

$$\alpha_i \text{ [dB]} = \{ - [(P_{out}-P_{in})+e] \} - (nL_c) \quad (7)$$

- ㅅ. 작업환경에 따라 출사단의 피측정 광섬유에 연결된 커넥터(C4)를 광검출기(B)에 바로 연결하여 Pout를 측정할 수 있다.

나. 후방산란법(Backscattering method)

후방산란법은 광섬유내를 전파(傳播)하는 광의 일부가 프레넬반사(Fresnel reflecter)와 레일리산란(Rayleigh scattering)에 의해 입사단측으로 되돌아 오는 현상을 이용하여 광섬유의 손실특성을 평가하는 방법이다. 즉, 광섬유에 고출력의 짧은 광펄스를 입사시키면 그 입사된 광의 일부가 산란되어 입사단측으로 되돌아오는데, 산란된 광(후방산란파)은 출사단측으로 진행하는 광펄스의 세기에 비례하게 된다. 이러한 후방산란법을 이용하여 광섬유의 길이, 접속손실 및 파단점을 측정하는데, OTDR로 부터 얻어 계산한다.

(가) 후방산란광의 측정

- 1) 광섬유의 손실 단차 거리가 L[km]만큼 떨어져 있는 피측정 광섬유의 단위길이당 손실 α_b 는 다음과 같이 정의된다.

$$\alpha_b \text{ [dB/km]} = \frac{5}{L} \log_{10} \frac{P_{Bin}}{P_{Bout}} \quad (8)$$

여기서, α : 단위길이당 광섬유의 손실 [dB/km]

PBin : 입사단 측의 임의지점에서 후방산란된 광[dB]

PBout : 출사단 측의 임의지점에서 후방산란된 광[dB]

표 4. 손실 측정방법

산출 항목	산출 방법	비 고
두점간의 거리[km]	$L = \frac{C^{<1>*} t}{2n}$	C : 진공중의 빛의 속도 (30만km/sec<1> 또는 3*10 ⁸ m/sec<2>) t : A, B지점을 광이 왕복하는데 걸린 시간[sec]
후방산란광의 산출 (PBin, PBout)	$PB = \frac{W * \Delta * C^{<2>*} \alpha r}{4 n}$	n : 코어의 굴절률 W : 광펄스의 폭[ns] Δ : 광섬유의 비굴절률차 αr : 레일레이산란에 의한 광손실(파장대별)

2) 광섬유의 손실 단차가 있는 지점의 편방향 접속손실 Ls는 다음과 같이 정의된다.

PBin

$$LS [dB] = 5 \log_{10} \quad (9)$$

PBout

여기서 PBin : 접속지점의 입사단 측에서 후방산란된 광[dB]

PBout : 접속지점의 출사단 측에서 후방산란된 광[dB]

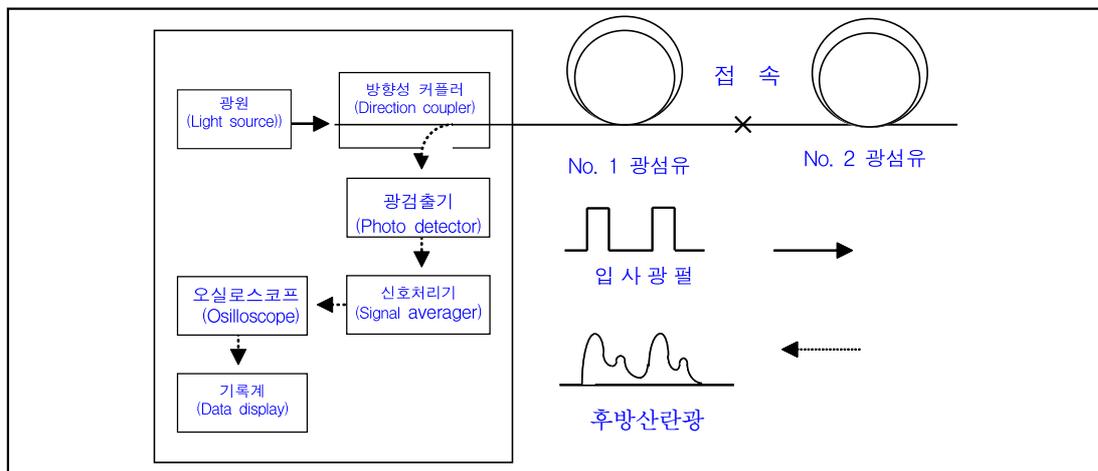


그림 3. 후방산란법에 의한 광손실 측정계

(나) 측정조건

- 1) 손실측정의 기준과장선택은 피측정구간의 전송방식별 사용과장에 따른다.
- 2) 측정장비는 다음의 조건을 만족하여야 한다.
 - 가) 측정에 사용되는 광원은 신호대잡음비(S/N)와 동작측정범위를 개선하기 위해 반도체레이저(LD)와 같이 출력이 안정되고 고출력인 광원을 사용한다.
 - 나) 검출기는 후방산란 및 반사되어 오는 빛을 모두 받아들이고 검출되는 신호의 세기와 과장에 적합한 특성을 가져야 하며 검출되는 신호에 대한 반응이 선형적이어야 한다.
 - 다) 측정기에는 프린터 혹은 컴퓨터를 이용하여 후방산란된 광섬유의 파형을 기록할 수 있는 기록계가 부착되어야 한다.
 - 라) 정밀한 해상도를 위해서 펄스폭의 조정이 가능해야 한다.
- 3) 입사단에서의 프레넬반사를 줄이기 위하여 편광판, 굴절률 맞춤액(Index Matching Liquid) 또는, 전기 회로적인 처리를 사용할 수 있다.
- 4) 후방산란광의 측정에서는 프레넬반사에 의해 입사단에서 수십 ~ 수백m까지는 광섬유 파형이 측정되지 않기 때문에 측정장비와 피측정 광섬유간에는 의사광섬유를 사용하여야 한다.

(다) OTDR에 의한 후방산란파형의 측정

1) OTDR(Optical Time Domain Reflectometer)

- 가) OTDR은 광섬유에 광을 입사하고, 광펄스의 반사광 및 산란광이 되돌아 오는 형태를 시간영역에서 분석하는 측정기이다.
 - ㄱ. 광섬유내에서 발생한 후방산란광이나, 반사광은 입사점에서부터 측정하는 지점까지의 광섬유길이에 대한 시간차로 되돌아 온다. 지연시간과 광섬유의 전파속도에서 후방산란광이나 반사광이 발생한 위치까지의 광섬유의 길이를 구할 수 있다.
 - ㄴ. 전파하는 광펄스의 광전력에 대하여 일정한 비율로 산란광의 광전력이 발생하기 때문에, 입사점에서의 후방산란된 광전력은 발생한 점까지의 광섬유 길이에 비례한다.
 - ㄷ. 후방산란광과 반사광의 지속시간을 횡축으로 하고, 광전력을 종축으로 하여, 후방산란광의 기울기에서 광손실을 구할 수 있다.
- 나) OTDR에 의한 후방산란파형의 측정으로 광섬유의 접속손실 및 두점간의 상대손실, 광섬유 파단점의 위치 및 거리 측정이 가능하다.
- 다) OTDR에 의해 관측된 후방산란파형에 대한 설명은 다음과 같다.

- ㄱ. 횡축(橫軸)은 광펄스의 전반시간이고, 광섬유의 거리에 대응한다.
- ㄴ. 종축(縱軸)은 OTDR의 수광기에서 검출된 반사광을 디지털로 표시한 것이다.
- ㄷ. A지점은 광섬유의 입사단 근처에서 광원으로 부터의 누설광이나 입사단의 프레넬 반사에 의한 광펄스의 파형이다.
- ㄹ. B지점에서는 레일레이후방산란광이 검출되고 광섬유의 직사각형방향의 특성이 균일한 경우, 그것은 전반시간에 대하여 직선적으로 감소한다. 이 기울기가 광손실에 대응한다.

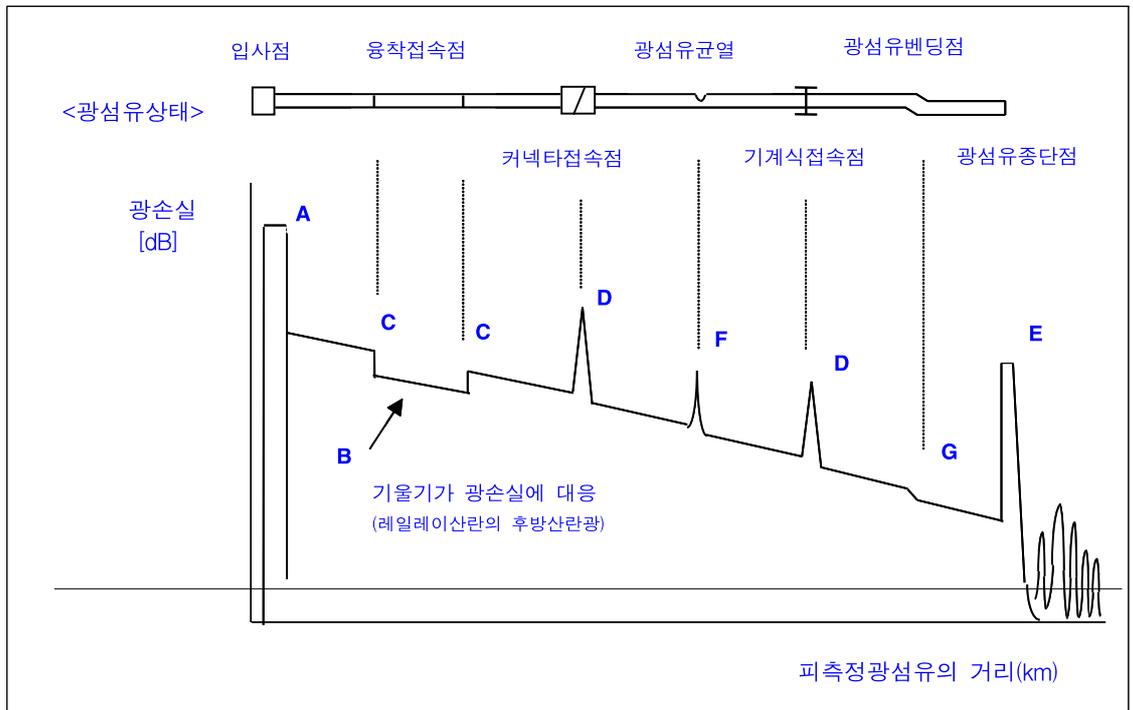


그림 4. OTDR에 의해 관측된 광섬유의 후방산란파형

- ㄴ. C점과 같이 용착접속점에서는 비반사에 의한 펄스파형이 관측되는데, 접속점 이후에서 레일레이후방산란광에 단차가 생기고, 이것이 접속손실에 대응한다.
- ㄷ. D지점은 커넥터나 기계적인 접속에서 광섬유축에 수직인 경계면이 코어내부에 존재하는 경우에는 반사펄스가 나타난다.
- ㄷ. E지점의 출사단의 큰 반사파형은 광섬유의 경계면에 있어서 코어와 공기의 프레넬반사이다.
- ㄹ. F, G지점은 외적인 영향으로 광섬유가 균열(Crack)이나 벤딩(Bending) 등의 손상을 받았을 경우에 나타난다.

2) 측정준비

- 가) OTDR을 이용한 손실측정의 일반적인 구성은 아래와 같다.
- 나) 입사단에서 커넥터가 부착된 의사광섬유를 OTDR에 연결한다. 이때, 측정기의 커넥터와 의사광섬유에 부착된 커넥터는 동일한 것이어야 한다.

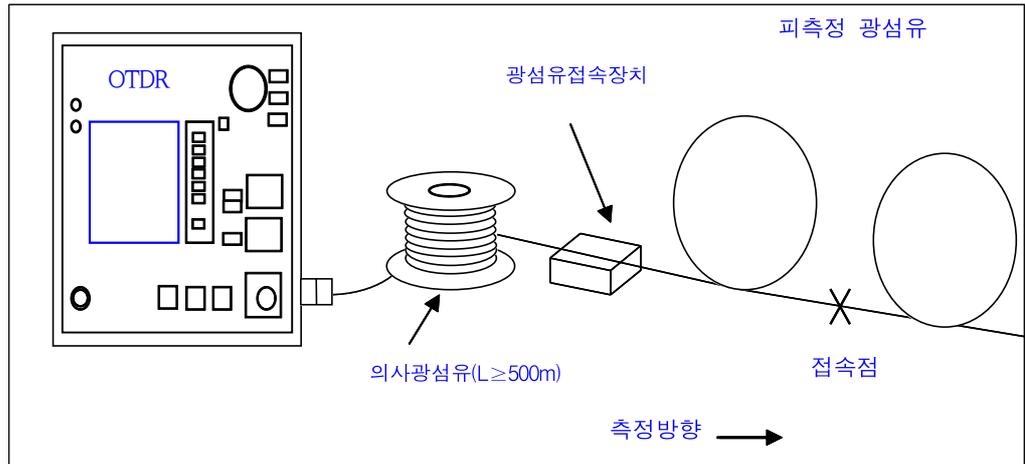


그림 5. OTDR에 의한 광섬유손실 측정 구성

- 다) 입사단의 피측정 광섬유심선과 OTDR에 연결된 의사광섬유의 단면처리를 시행한다. 이때, 광섬유절단면은 깨끗하고 거울면을 이루어 광섬유의 축과 수직을 이루어야 한다.
- 라) 의사광섬유의 한쪽단을 피측정광섬유에 접속 또는 맞댐이음 (Butt-joint) 하여 OTDR상의 광전력이 최대가 되도록 입사단을 조절한다. 단, 측정환경에 따라 의사광섬유와 피측정 광섬유간의 접속은 커넥터로 접속할 수도 있다.

3) 측정위치선정

- 가) 측정지점은 OTDR의 검출기 수신감도에 의한 유효측정거리로 결정되는데, OTDR의 손실분해능력에 따라 유효측정거리가 다르며, 유효측정거리의 계산은 다음과 같이한다.

ㄱ. 유효측정손실을 <식 (10)>에 의해 산출한다.

$$D = Dd - Mc - 5\log(10X/5 - 1) \quad (10)$$

여기서, D : 유효측정손실

Dd : OTDR의 Dynamic range[dB]

Mc : OTDR과 피측정광섬유와의 결합손실

(커넥터접속, 의사광섬유손실 포함)[dB]

x : 손실분해능력

- ㉠. 최저접속손실 등 필요한 손실변화폭에 따라 손실분해능력을 결정한다 (0.01dB, 0.3dB 등).
- ㉡. 필요한 거리분해에 따른 측정펄스폭을 선택한다.
- ㉢. OTDR의 측정펄스폭에 해당하는 이득을 확인한다. 단, 측정펄스폭과 이득은 OTDR의 종류에 따라 다르다.
- ㉣. OTDR과 피측정 광섬유와의 결합손실을 산출한다.
- 나. 유효측정손실 계산이 완료되면 <식 (11)>에 의해 유효측정거리를 산출한다.

$$L[Km] = \frac{D - nLS}{\alpha b} \quad (11)$$

여기서, LS : 접속손실기준치[dB/개소]

n : 접속점수[개소]

αb : 광섬유의 단위길이당 손실[dB/km]

- 나) 측정지점간의 최대거리가 유효측정거리를 넘지 않도록 측정지점을 선택한다.
- 4) 측정절차

- 가) 측정장비의 전원을 켜고 OTDR이 안정화될 때까지 충분히 긴 시간동안 켜 놓은 후, 화면을 초기화한다.
- 나) 피측정 광섬유의 조건에 맞추어 측정기의 측정변수를 선택한다.
 - ㄱ. 측정하고자 하는 파장
 - ㄴ. 피측정 광섬유의 굴절을 및 측정거리
 - ㄷ. 거리해상도와 광전력의 감쇠정도를 고려한 광펄스폭(이득포함) 등
 - ㄹ. 광을 입사시켜, 광섬유의 후방산란파형을 확인한다.
 - ㅁ. 측정파형에는 잡음성분(산탄잡음, 전치증폭기 잡음 등)이 있기 때문에 평균화처리로 잡음을 감소시킨다.
 - ㅂ. 평균화처리된 후방산란파형에 대한 필요한 측정을 실시한다.

5) 측정내용

- 가) 접속손실 측정

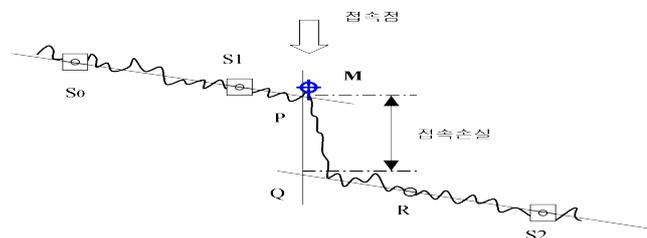


그림 6. 최소자승법에 의한 접속손실 측정

- ㄱ. 접속지점(파형의 단차가 있는지점)의 접속손실은 최소자승법(LSA ; Least Square Approximate)에 의해 측정한다.
- ㄴ. OTDR에 의한 접속손실의 단일방향측정이 완료되면, 다시 OTDR의 측정 위치를 바꾸어 역방향으로 접속손실을 측정한다.
- ㄷ. 접속손실 산출은 다음과 같이 한다.

OTDR에 의한 접속손실측정에서는 접속점에서 단차(상향 또는 하향) <주>가 발생하거나 단차가 없는 상태로 나타나기도 한다. 이 접속단차는 실제의 접속손실과 후방산란광의 레벨차가 합쳐져 있기 때문에, 접속손실 산출은 양방향에서 측정한 값의 평균산술값으로 대표한다.

$$[BLS] = \frac{\pm Ls[A \rightarrow B] + \pm Ls[B \rightarrow A]}{2} \quad (12)$$

여기서, [BLS] : 접속손실[dB] (절대값)

[BLs(A→B) : A점에서 B점으로 측정한 편방향 접속손실[dB]

Ls(B→A) : B점에서 A점으로 측정한 편방향 접속손실[dB]

Ls(B→A) : B점에서 A점으로 측정한 편방향 접속손실[dB]

<주> OTDR에 의한 접속손실은 후방산란계수가 높은 쪽에서 측정하면 단차가 하향으로 나타나 정(+의 손실이 되고, 후방산란계수가 낮은 쪽에서 측정하면 단차가 상향으로 나타나 부(-의 손실이 된다.

표 5. OTDR에 의한 접속점과형의 접속손실 평가

광섬유 접속 측정방향	<p>접속점 광섬유A 광섬유B $r_a > r_b$</p>	접속손실 산출방법	비 고
1) A→B측정		산술식 ① $LS(A-B) = (LB+LS) - LB$	r_a, r_b : 광섬유의 후방산란계수 LS : 실제접속손실 LB : 레일레이 후방산란의 레벨차
2) B→A측정		산술식 ② $LS(A-B) = LB - (LB-LS)$	
3) 접속손실 평가	1) 산술식 ① + ②를 구하면 $2LS = (LB+LS) - (LB-LS)$ ③ 2) 산술식 ③에 의한 접속손실 평가 $LS = \frac{(LB+LS) - (LB-LS)}{2}$		

나) 두 점간의 상대손실

두 점 간의 거리에 따른 상대 손실레벨차로 단위길이당 손실로 측정되며, 2점법(TPA ; Two Point Analysis)에 의해 아래와 같이 측정한다.

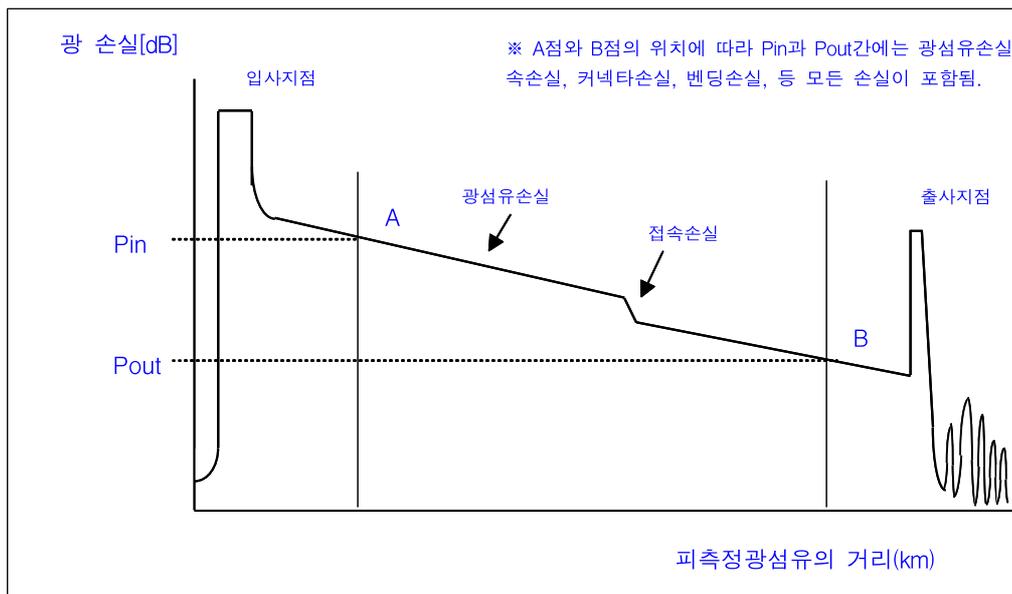


그림 7. 2점법에 의한 두 점간의 상대손실 측정

나) 광섬유 파단점 위치 및 거리 측정

ㄱ. 피측정 광섬유의 프레넬반사지점 및 접속점, 파단점 등 원하는 지점의 거리를

측정한다.

- 나. 광섬유의 길이는 광케이블의 길이와 차이가 있기 때문에, 실제 광케이블의 거리는 OTDR에 의해 측정된 광섬유의 거리에 케이블의 연입률(撚入率, Extra length)을 고려하여 산출한다.

$$L_c = \frac{L_f}{(1+X)} \quad (13)$$

여기서, LC : 실제 광케이블의 거리

LF: OTDR에 의한 광섬유의 측정거리

X : 광케이블의 연입율% (루즈튜브 0.00985, 리본 0.001 정도)

다. 주파수영역법(Frequency domain method)

다중모드광섬유의 대역폭특성 측정법의 하나로 RF신호로 변조된 광펄스를 광섬유 속에 전파시키고, 그 진폭변화에서 대역을 측정하는 방법이다.

(가) 대역폭(Band Width) 특성의 정의

광섬유의 대역폭특성이란 광섬유내를 전파하여 온 변조된 광신호가 광섬유를 통과하지 않을 때와 비교해서, 주파수에 대해 어느 정도 감쇠하는가를 나타내는 것으로, 감쇠량이 6dB가 되었을 때의 주파수를 6dB 대역이라 하며, 광섬유가 어느 정도 높은 주파수를 전송할 수 있는 지에 대한 표준이다.

(나) 대역폭의 측정

광섬유에 주파수가 f(i)인 정현파로 광을 입사시켜 입력신호와 광섬유를 통하여 전송된 후의 출력신호로부터 주파수 f(o)인 전기신호 세기의 감쇠 특성치 A(f)를 구한다.

$$A(f) = 20\log \frac{A_{in}(f)}{A_{out}(f)} (dB) \quad (14)$$

<주> 대역폭은 A(f)가 Aout(f)에 대하여 6dB 되는 주파수 f를 말한다.

(다) 측정조건

- 1) 측정광원은 중심파장이 1300±20nm, 반치전폭이 10nm이하인 레이저 광원(LD)을 사용한다.
- 2) 광원은 측정에 소요되는 시간보다 충분히 긴 시간 동안 광원의 위치와 세기 및 파장, 선폭 등의 출력이 안정되어야 하며, 펄스폭도 충분히 좁아야 한다.
- 3) 광섬유에 입사된 빛의 모드들을 균일하게 여기시키기 위하여 여진기(모드스크램블러, 의사광섬유 등)를 사용하여 입사되는 광전력의 분포를 정상화시켜야 한다.
- 4) 대역폭측정기의 대역폭은 측정하고자 하는 광섬유의 대역폭 보다 커야 하며, 수

광면의 감도도 균일하여야 한다. 측정시는 대역폭측정기가 수광되는 광의 세기에 대하여 선형으로 변하는 조건에서 측정되어야 하며, 광의 세기가 너무 강해 수광기의 측정범위를 벗어날 때에는 광감쇠기를 사용하여야 한다.

- 5) 입사 광신호의 측정에서는 광신호가 피측정광섬유로 입사될 때, 클래딩모드나 리키모드 등으로 인해 입사광전력이 크게 측정되기 때문에 컷백지점(입사광전력의 측정지점)은 광의 입사지점으로 부터 2m 이상으로 하여야 한다.

(라) 측정준비

- 1) 주파수영역법에 의한 대역폭 측정의 일반적인 구성은 아래와 같다.

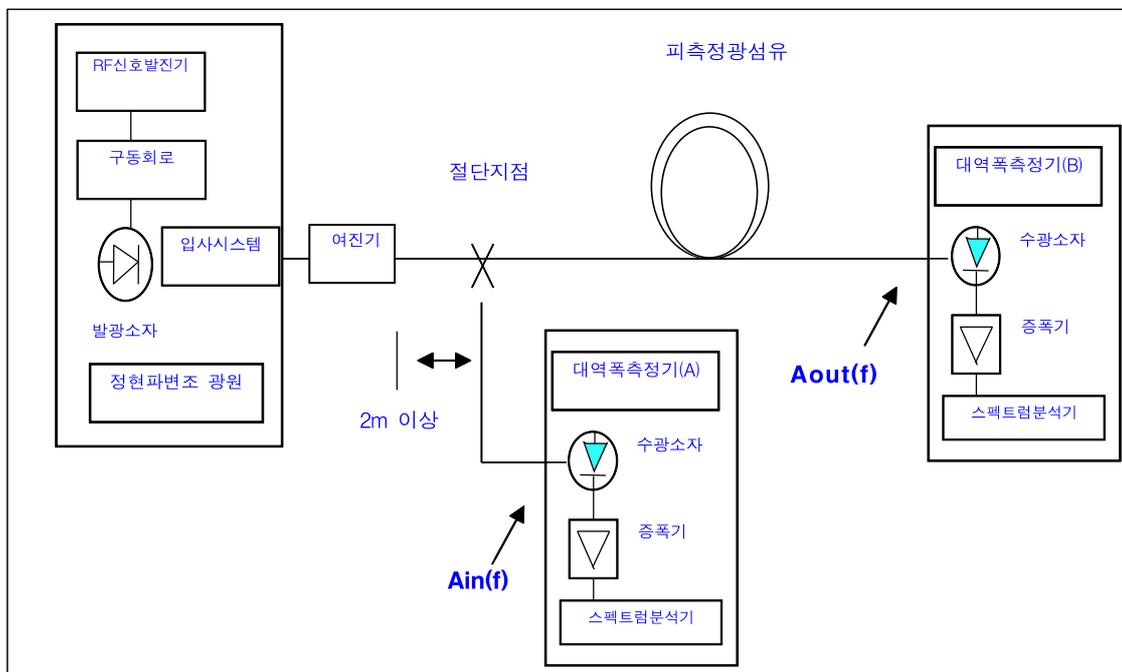


그림 8. 주파수영역법에 의한 대역폭 측정계

- 2) 입사단과 출사단의 대역폭측정기의 교정은 <식 (3)> 항에 의한다.
- 3) 입사단과 출사단의 광섬유심선의 단면처리를 시행한다. 이때, 광섬유의 절단면은 깨끗하고 거울면을 이루어 광섬유의 축과 수직을 이루어야 한다.
- 4) 입사단의 절단된 광섬유는 정현파변조 광원에, 출사단의 절단된 광섬유는 대역폭측정기에 각각 광섬유어댑터를 사용하여 연결한다.
- 5) 입사단의 정현파변조 광원에 연결된 피측정광섬유에 피측정 광섬유에 모드스크램블러를 설치한다.
- 6) 광원 및 대역폭측정기의 측정과장을 선택한다.
- 7) 광원으로부터 나온 광신호가 피측정 광섬유에 최대한으로 입사되도록 입사단과 광원을 일치시킨다.

8) 광섬유를 통해 전파된 광이 대역폭측정기에 의해 모두 검출될 수 있도록 광섬유 출력단과 수광소자를 일치시킨다.

9) 광원 및 광검출기는 충분한 안정도를 가질 때까지 충분한 시간을 켜 놓은 후에 측정을 시작한다.

(마) 측정절차

- 1) 입사단에 소인파발전기로 발진한 전기주파수로 광원을 직접변조하여 강도변조된 변조 광펄스를 발생시켜 피측정 광섬유에 입사시킨다.
- 2) 광원을 여러 주파수의 정현파로 변조시켜 각 주파수에서의 출력 광신호 진폭 $A_{out}(f)$ 를 대역폭측정기(B)로 측정한다.
- 3) 입사단에서 약 2m(컷백 길이)되는 지점의 피측정 광섬유를 가위로 절단한다.
- 4) 입사단에서 광원측에 연결된 피측정 광섬유의 단면처리를 시행하고, 광섬유어댑터를 사용하여 대역폭측정기(A)에 연결한다.
- 5) 입사단의 컷백지점에서 $A_{out}(f)$ 에서 측정된 주파수에 해당하는 입력 광신호의 진폭 $A_{in}(f)$ 를 측정한다. 단, 측정기가 $A_{out}(f)$ 와 $A_{in}(f)$ 가 아닌 $A(f)$ 를 직접 측정하는 경우에는 입사단에서의 측정은 필요없다.
- 6) 광섬유의 대역폭을 측정된 광신호의 진폭 $A_{out}(f)$ 와 $A_{in}(f)$ 을 <식 (14)>에 의해 산출한다. 단, 두 광검출기의 보정값이 있을 경우, 검출된 광전력에 대해 보정치를 가산하여야 한다.

라. 반사손실측정법(Return loss method)

반사손실측정법은 광섬유를 전반한 광전력중 광섬유중단이나 광커넥터 접속점(또는 기계식접속점)에서 프레넬반사 등에 의해 출사단측으로 부터 입사단으로 되돌아오는 광전력을 측정하는 방법이다. 임의 광커넥터의 반사손실은 측정용 표준코드의 커넥터 반사량을 P_{in} , 표준코드와 결합된 피측정 광점퍼코드의 커넥터 반사량을 P_{ref} 라 하면, 피측정 광점퍼코드의 커넥터 반사량 RL은 다음과 같이 정의된다.

$$RL[dB] = -10 \log_{10} \frac{P_{ref}}{P_{in}} \quad (15)$$

(가) 측정조건은 컷백법을 준용한다.

(나) 측정준비

- 1) 반사손실측정계의 일반적인 구성은 아래와 같다.

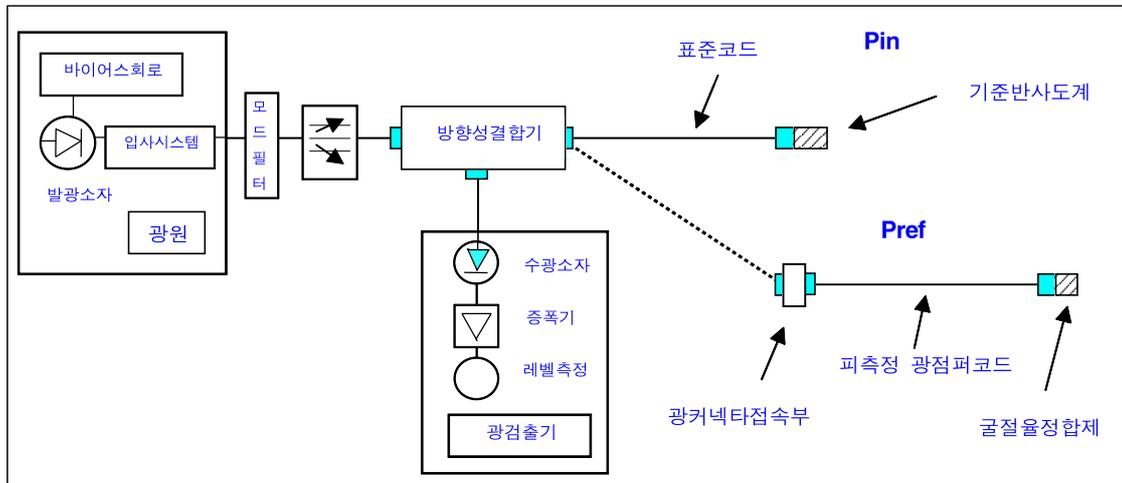


그림 9. 반사손실 측정계

- 2) 광원 및 광검출기를 방향성결합기의 입력 및 검출단자에 각각 결합한다.
- 3) 표준광코드의 일측은 방향성결합기와 결합한다.
- 4) 광원 및 광검출기는 충분한 안정도를 가질 때까지 켜 놓은 후에 측정을 시작한다.
- 5) 광원 및 광검출기의 측정파장을 선택한다.
- 6) 광커넥터에 기준반사도계를 부착할 시는 광커넥터 클린데이프로 커넥터의 단면을 닦아주고, 이 물질이나 먼지가 묻지 않도록 한다.

(다) 측정절차

- 1) 방향성결합기와 결합되지 않는 측의 표준 광점퍼코드의 광커넥터의 단면에 기준반사도계(Reference reflector)를 부착한다.
- 2) 광원을 입사하고 광검출기로 기준반사도계에서 반사된 광전력 Pin을 측정한다.
- 3) 표준 광점퍼코드에 부착된 기준반사도계를 제거하고, 피측정 광점퍼코드의 커넥터를 접속한다.
- 4) 피측정 광점퍼코드의 광섬유종단에 굴절율정합제를 사용하거나, 광섬유벤더 (직경 3 ~ 5mm로 2,3회 감는 기구)로 무반사종단처리를 한다.
- 5) 광원을 입사하고, 광검출기로 표준 및 피측정 광점퍼코드의 커넥터 접속부에서 반사된 Ppref를 측정한다.
- 6) 측정된 반사광전력 Pin, Ppref에 의해 반사손실 RL을 <식 (15)>에 의해 산출한다.

④ 시험항목별 측정방법

가. 시험항목

광섬유의 전송특성을 시험하는 항목은 아래와 같다.

표 6. 광섬유케이블 시험항목

시험항목	측 정 법	측정항목	측정구간	내 용	
접속시험	후방산란법	접속손실[dB/개소] (Splice loss)	단위구간	접속상태 및 파단지점 확인시험	
최종 시험	손실	삽입법	총손실[dB] (Total loss)	전 구간	전구간 광케이블포설 및 접속(성단 포함) 후 시험
	<주> 대역폭	주파수영역법	대역폭특성[dB] (Band width)	“	
운용 시험	정기	삽입법	총손실[dB]	“	운용중인 광섬유의 총손실 시험(절체접속 시험 제외)
	부정기	후방산란법	후방산란파형	“	운용중의 광섬유의 이상상태 확인
		반사손실측정법	반사손실[dB]	전 구간 또는 광커넥터	광커넥터의 광학적특성이나 광섬유중단의 반사량 측정
정밀시험	컷백법	단위구간손실[dB]	단위구간	손상이 우려되는 광섬유의 정밀 손실측정	

<주> 피측정광섬유가 다중모드인 경우에 시행

나. 시험준비

- (가) 시험항목별 광섬유전송특성의 측정항목이 다르기 때문에 관련 측정법에 따라 사용할 측정기 및 자재를 준비한다.
- (나) 각종 측정은 실내에서 시행하는 것을 원칙으로 하고, 접속시험 등을 인공(또는 옥외)에서 시행하여야 할 경우는 먼지 및 바람으로부터 보호될 수 있도록 천막 등을 설치한다.
- (다) 측정작업은 측정장소의 기후 및 기온을 고려하여 아래와 같이 시행한다.
 - 1) 측정이 옥외에서 시행될 경우, 우천 시나 습도가 많은 날에는 피하도록 하고, 부득이 측정작업을 해야 할 경우는 작업주변을 물의 침투나 습도로부터 보호되도록 조치하여야 한다.
 - 2) 각 종 측정장비의 동작온도를 고려하여야 한다.
- (라) 측정작업은 측정기 운용자 이외에 측정 데이터 분석 및 피측정 광섬유심선의 연결 등의 측정작업을 보조할 수 있도록, 2인(또는 3인) 1조로 측정조를 편성한다.
- (마) 측정작업은 반드시 측정작업대를 설치하고 OTDR 등 측정에 소요되는 장비 및 자재 등을 점검하고, 작업대 위에 정돈한다.
- (바) 측정작업 주변은 청결해야 하며, 측정자의 손에는 기름이나 오물 등이 묻어 있지 않도록 깨끗히 하여야 한다.
- (사) 피측정 광케이블에 대하여는 케이블중단을 다음과 같이 하며, 외피 탈피 등의 작업은 외피접속공법을 준용한다.

1) 접속시험

입사단측 피측정 광케이블의 외피를 종단에서 1m 정도 제거하고 광섬유심선을 인출한다.

2) 정밀시험

피측정 광케이블의 외피를 입사단측은 종단에서 2.5m, 출사단측은 종단에서 1m정도 제거하고, 광섬유심선을 인출한다.

3) 피측정 광케이블의 광섬유심선이 인출되면, 광케이블은 움직이지 않도록 시험대 위에 고정시킨다.

(아) 측정지점 상호간, 접속지점과 측정지점간에 위치한 작업자 상호간에는 통신연락망을 구성하여, 광섬유심선의 대조 및 측정과정 진행을 원활하게 한다.

다. 접속시험

접속시험은 광케이블의 접속작업과 동시에 상부국과 하부국 및 중간 수개 접속지점에서 양방향으로 각 접속지점의 접속손실을 후방산란법으로 측정하는 것이다.

(가) 광케이블 접속작업시 OTDR에 의한 접속시험은 접속점을 기준으로 양방향에서 시행하여야 하며, 작업형편에 따라 양방향에서 동시에 시행하는 방법과 단방향에서 각각 시행하는 방법의 적용이 가능하다.

(나) 접속손실을 양방향에서 동시에 측정하는 경우는 다음과 같이 한다.

- 1) 상부국측 광케이블 시단점을 측정지점(A)로 하고, 접속할 다른 쪽의 케이블 종단점을 측정지점(B)로 하여 OTDR(A), (B)를 각각 설치한다. 이때, 접속점에는 접속작업을 준비한다.

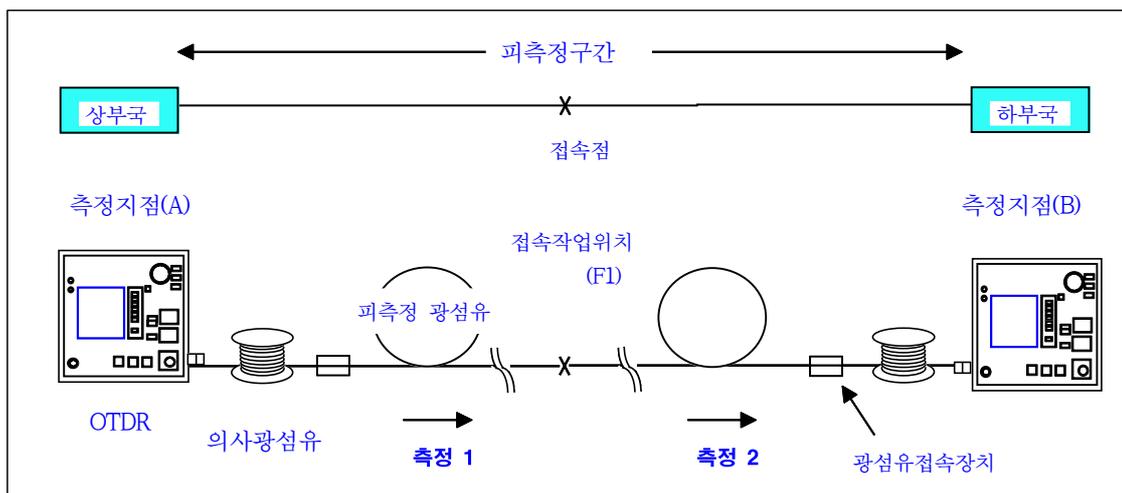


그림 10. 양방향에서 동시에 실시하는 접속시험

- 2) 접속점에서 광섬유심선접속과 동시에 각 측정지점의 OTDR(A), (B)로 접속손실을 순차적으로 번갈아 가면서 측정한다.

통신선로공사

- 3) 각각의 광섬유접속부에 대해 양방향에서 측정된 접속손실을 평균산술값으로 환산하여 접속손실을 평가하면서, 광섬유심선 접속작업을 진행한다.
 - 4) 접속점의 광섬유심선접속작업이 완료되면, 접속함을 조립하여 인공 내에 설치하고, 접속작업과 측정지점(B)의 위치를 다음 장소로 이동시켜 작업을 진행한다. 단, 측정지점 (A) 위치는 이동하지 않는다.
- (다) 접속작업시 접속손실을 단방향에서 각각 측정하는 경우는 다음과 같이 한다.
- 1) OTDR을 접속할 상부국측 광케이블의 시단에 설치하고, 접속점에서 접속작업을 준비한다.
 - 2) 접속점에서 광섬유심선 접속작업과 동시에 측정지점의 OTDR로 접속손실을 정방향으로 측정한다.
 - 3) 정방향으로 측정된 접속손실값을 평가하면서 광섬유심선을 접속한다.

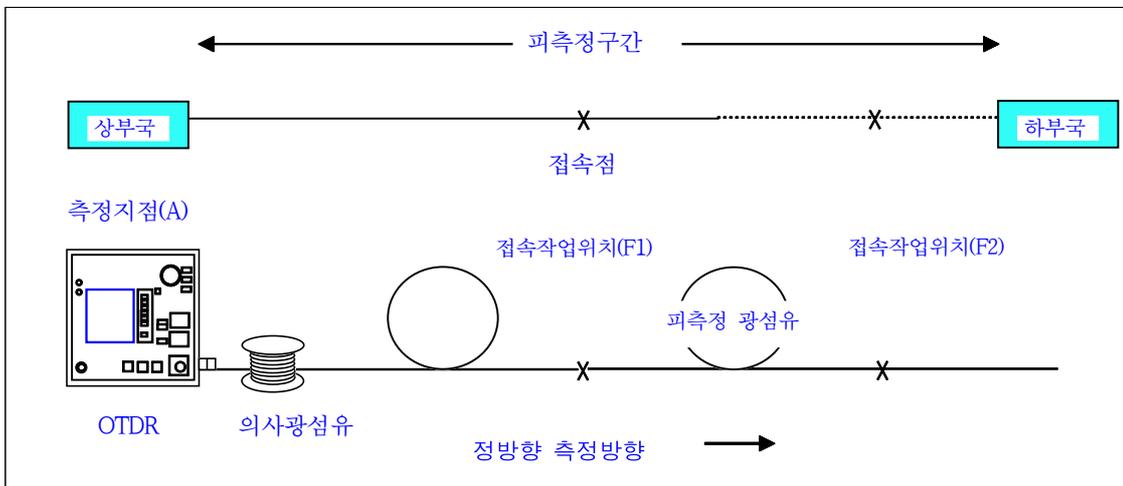


그림 11. 정방향에서의 접속시험

- 4) 접속점의 광섬유심선 접속작업이 완료되면, 접속함을 가조립(콤파운드주입형은 콤파운드를 주입하지 않음)하여 인공 내에 설치한다. 이때, 가조립된 접속함에 습기나 오물이 침투하지 않도록 조치하여야 한다.
- 5) 접속작업위치를 차순의 접속점으로 이동하여 접속작업을 진행하고, ② ~ ④항의 절차를 반복한다.
- 6) 각 접속점의 접속작업이 모두 완료되면, 접속작업 진행방향의 반대측 광케이블 종단에 OTDR을 설치하고, 각 접속점에 대한 접속손실을 측정한다.

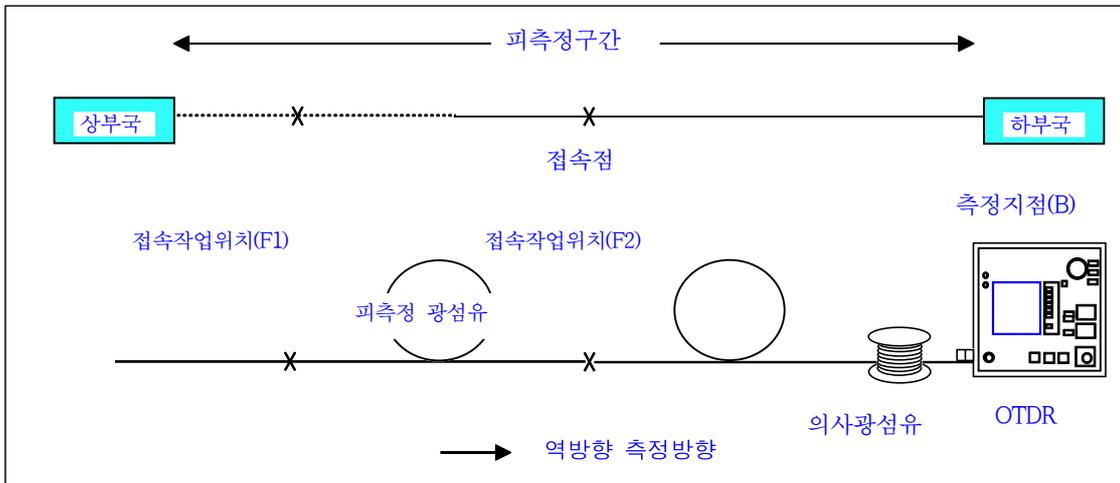


그림 12. 역방향에서의 접속시험

- 7) 역방향으로 측정한 각각의 접속점에 대한 접속손실을 시단에서 측정한 손실값과 비교하여 평균산술값으로 환산한다.
- 8) 접속손실 산출결과 접속손실이 과다한 접속점은 가조립된 접속함체를 해체하고, 광섬유 심선 대조기를 사용하여 불량심선만을 보호지지판 내부로부터 인출한다. 이때, 다른 심선에 영향을 주지 않도록 하여야 한다.

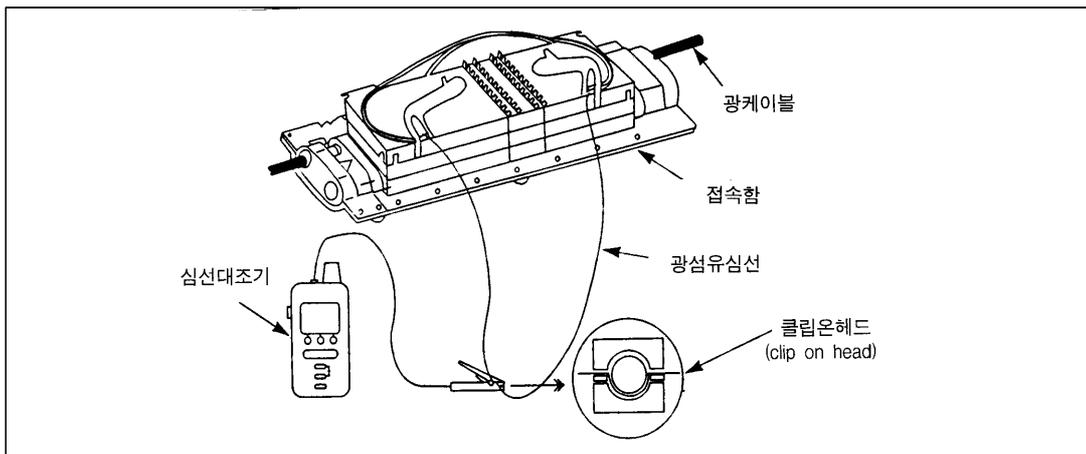


그림 13. 접속부에서 불량심선 대조방법

- 9) 불량심선에 대해서는 ②, ⑥항의 과정에 의해 접속손실을 측정한다.
 - (라) 측정지점은 접속지점과 측정지점간의 최대거리가 OTDR의 유효측정거리를 넘지 않도록 선정한다. 단, 접속작업의 진행계획에 따라 양방향 측정이 불가능할 경우, 단국(또는 중계국)과 단국(또는 중계국) 사이 전구간을 양쪽 국에서 측정가능한 중간지점까지 한 방향만 측정한다.
 - (마) 접속손실의 측정법은 후방산란법에 의한다.

(바) OTDR에 의해 양방향 접속손실 측정이 완료되면, 단위개소 접속손실과 광섬유심선 평균접속손실을 산출하여야 한다.

1) 단위개소 접속손실(BLs) : <식 (12)>에 의한다.

2) 광섬유심선 평균접속손실(FLs)

$$FLs = \frac{BLs + \dots + BLsn}{n} \quad (16)$$

여기서, FLs : 광섬유심선 평균접속손실[dB]

BLs: 접속점 접속손실[dB/개소]

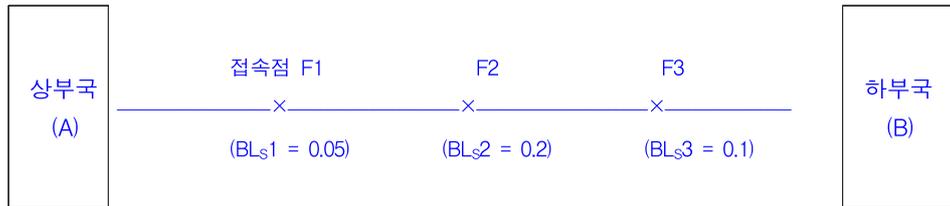
n : 광섬유심선의 접속수[개소]

(사) 단위개소 접속손실과 광섬유심선의 평균접속손실 산출값은 기준치와 비교하여 불량한 경우에는 재접속 등의 조치로 기준치 이내로 유지하도록 하여야 한다.

(아) OTDR CRT 화면에 나타난 후방산란파형으로 광섬유의 이상유무를 확인하고, 접속손실의 측정파형을 프린터 또는 컴퓨터에 기록한다.

(자) 측정치의 기록은 "<양식#2> 광섬유접속손실측정기록표"에 의하여 기록 보존한다.

< 접속손실 산출예 >



1) 단위개소 접속손실(BLs) 산출

가) 접속점 F1의 상,하부측 접속손실

- A에서 B측으로 측정한 손실 $Ls(A \rightarrow B)$: 0.05dB

- B에서 A측으로 측정한 손실 $Ls(B \rightarrow A)$: -0.15dB

나) 접속점 F1의 단위개소

$$BLs = \frac{0.05 + (-0.15)}{2} = \frac{-0.1}{2} = -0.05$$

접속손실(BLs) = -0.05dB

2) 광섬유심선의 평균접속손실(FLs) 산출

$$FLs = \frac{0.05 + 0.2 + 0.1}{3} = 0.11$$

평균접속손실(FLS) = 0.11dB

라. 최종시험

최종시험은 국내성단 접속작업이 완료된 후, 광케이블포설 및 접속공사의 최종결과를 얻기 위하여 전 구간의 광섬유손실과 접속손실을 포함한 총손실을 삼입법으로 측정하

는 것이다.

(가) 최종시험은 국내 광분배함에 수용되어 있는 광케이블 종단의 편단 광점퍼코드에 광원 및 광검출기를 각각 연결하여 양방향에서 시행한다.

(나) 상부국을 입사단으로 하여 광원과 광검출기를 설치하고, 하부국은 출사단으로 하여 광검출기를 설치한다.

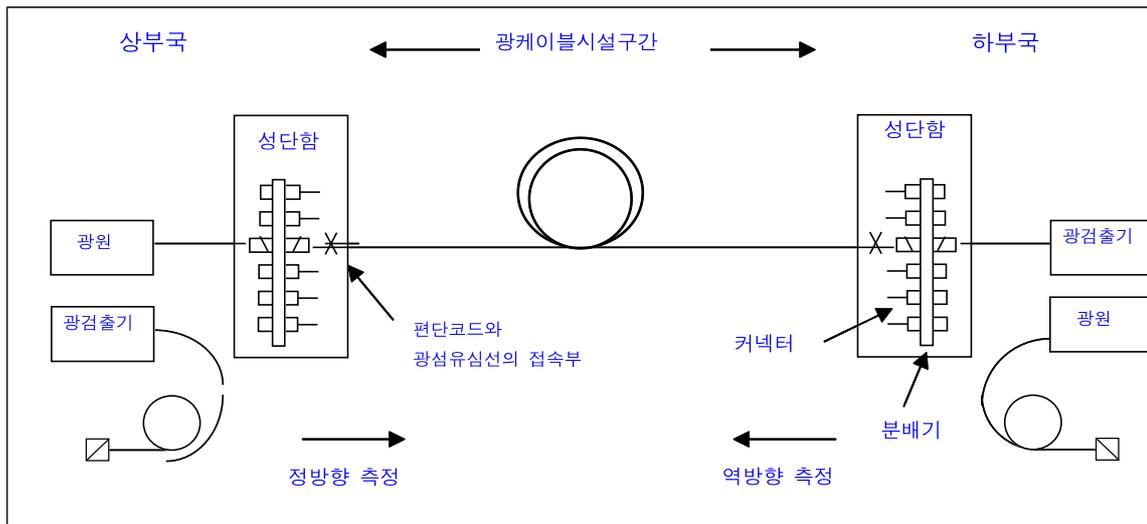


그림 14. 광케이블시설공사 완료후의 최종시험

(다) 측정조는 입사단측과 출사단측에 각각 배치하고, 광섬유심선별 편방향 총손실을 3회 이상 측정한다.

(라) 상부국에서 하부국으로의 측정(정방향 측정)이 완료되면 하부국을 입사단으로 하고, 상부국을 출사단으로 하여 총손실을 측정(역방향 측정)한다.

(마) 총손실 측정을 위한 입사단과 출사단의 위치변경으로 인한 이동작업을 줄이기 위해 상, 하부국에 각각 광원과 광검출기를 설치할 수 있다.

(바) 광섬유의 총손실 측정법은 삽입법에 의한다.

(사) 광섬유심선별 편방향 총손실 측정이 완료되면, 정방향으로 3회 이상 측정된 손실 (α_i)들의 평균값($E \alpha_i(A \rightarrow B)$)과, 역방향으로 3회 이상 측정된 손실 (α_i)들의 평균값($E \alpha_i(B \rightarrow A)$)의 평균산술값을 계산하여 피측정 광섬유의 총손실($B \alpha_i$)로 대표한다.

1) 정방향으로 3회 이상 측정된 손실들의 평균값

$$E \alpha_{i[A \rightarrow B]} = \frac{\alpha_{i1} + \dots + \alpha_{iN}}{N} \quad (17)$$

여기서, N : 편방향 측정횟수

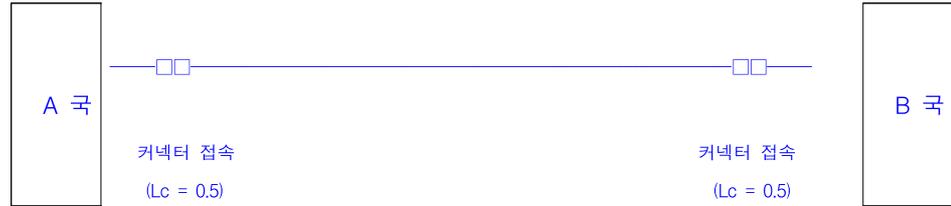
2) 역방향으로 3회 이상 측정된 손실들의 평균값

$$E_{ai[B \rightarrow A]} = \frac{ai1 + \dots + aiN}{N} \quad (18)$$

3) 양방향에서 산출된 평균손실값들에 의한 총손실

$$B_{ai} = \frac{E_{ai[A \rightarrow B]} + E_{ai[B \rightarrow A]}}{2} \quad (19)$$

<총손실 산출예>



가) 편방향 손실 산출

ㄱ. [w]로 측정하였을 경우

- A 측 광원의 입사광전력 P_{in} : 1mW

- B 측 광검출기에 의해 검출된 광전력 P_{out} : 0.1mW

$$ai = -10 \log \frac{10^{-1}}{1} - (2 \times 0.5) = 9dB$$

편방향손실(ai) = 9dB

ㄴ. [dBm] 으로 측정하였을 경우

- A 측 광원의 입사광전력 P_{in} : -7 dBm

- B 측 광검출기에 의해 검출된 광전력 P_{out} : -17 dBm

$$ai = \{ - [(-17) - (-7)] \} - (2 * 0.5) = 9 \text{ dB}$$

편방향손실(ai) = 9dB

나). 정방향의 손실들의 평균치

$$E_{ai[A \rightarrow B]} = \frac{9 + 10 + 10}{3} = 9.7dB$$

다). 역방향의 손실들의 평균치

$$E_{ai[B \rightarrow A]} = \frac{10 + 11.5 + 9.5}{3} = 10.3dB$$

라). 양방향에서 산출된 평균손실값들에 의한 총손실

$$B_{ai} = \frac{9.7 + 10.3}{2} = 10dB$$

총손실(B ai) = 10 dB

(아) 총손실 산출이 완료되면 설계시 전 구간의 광선로손실기준치와 비교 분석하여 설

계기준치를 초과하였을 경우에는 원인을 규명 조치하여야 한다.

$$B_{ai} \leq L_t \quad (20)$$

여기서, B_{ai} : 피측정 광섬유의 총손실[dB] (<식 (19)> 참조)

L_t : 설계시 전구간 광섬유 손실[dB]

표 7. 광섬유 손실 산출방법

산 출 방 법	비 고
$L_t = L_{\alpha k+nLsd} + (0.5 * 2)$	<p>L : 전 구간 광케이블 길이 [km]</p> <p>αt : 광섬유단위길이손실[dB/km] (파장대별 적용)</p> <p>Lsd : 광섬유심선 평균접속손실 기준치[dB]</p> <p>n : 광섬유심선 접속수 [개소]</p> <p>$0.5 * 2$: 편단 광점퍼코드와 광섬유심선의 접속손실 2개소</p>

단, <식 (19)>는, $E_{ai}(A \rightarrow B) \leq L_t$, $E_{ai}(B \rightarrow A) \leq L_t$ 을 동시에 만족하여야 한다.

(자) 다중모드광섬유에 대한 대역폭측정은 주파수영역법에 의하며, 단일방향으로 측정하여 대역폭특성을 평가한다.

(차) 최종시험구간내 분기접속이나 수요에 대비하여 접속되지 아니한 광섬유심선(중간의 접속점에서 상,하부국측으로 연장되지 않고 절단되어 있는 광섬유심선)에 대해서는 다음과 같이한다.

1) 중간 접속점내 절단되어 있는 광섬유심선에 편단코드를 접속한다.

2) 상부국(또는 하부국)과 중간 접속점 상호간을 피측정구간으로 하여 삼입법에 의해 양방향으로 측정한다.

(카) 측정치의 기록은 "<양식#3> 광섬유총손실측정기록표", "<양식#5>광섬유대역폭 측정기록표"에 의하여 기록 보존한다.

마. 운용시험

운용시험은 광통신시스템을 운용하는 중에 광섬유 전송특성의 경년변화 상태를 정기적(또는 부정기적)으로 점검하기 위하여 시행한다.

(가) 정기시험은 상, 하부국간의 총손실 측정으로 운용시험을 대표한다.

(나) 광섬유의 총손실 측정법은 삼입법에 의한다.

(다) 시험후에는 기존의 편단 광점퍼코드의 순번이 바뀌지 않도록 주의하여 원래대로 연결시킨다.

(라) 시험결과 총손실이 최종시험의 측정치 또는 경년변화손실치와 비교하여 의심이 가는 심선에 대해서는 후방산란과형을 측정하여 접속부의 접속손실변화, 광섬유의 단위손실 변화 등의 상태를 분석한다.

통신선로공사

- (마) 운용중 광케이블의 외피손상이나, 절곡 등으로 인해 광섬유손상이 예상될 경우는 후방산란법에 의한 광섬유손실을 측정하고 파형을 분석한다.
- (바) (3), (4)항에 의해 광섬유의 단위길이손실과 접속손실이 기준치를 초과하였거나, 광섬유의 손상이 확인되었을 경우는 원인을 조사하여 조치한다.
- (사) 측정치의 기록은 "<양식#3> 광섬유총손실측정기록표" 에 의하여 기록 보존한다.
- (아) 성단함의 광커넥터들의 광학적특성을 검증하거나 광섬유종단의 반사손실 측정은 다음과 같이 한다.
 - 1) 상부국측 광케이블 시단점에 반사손실측정기의 측정용 광점퍼코드를 연결한다.
 - 2) 하부국측 종단부 광커넥터에 기준반사도계(Reference Reflector)를 부착한 후, Pin을 측정한다.
 - 3) 하부국측 종단부에 부착된 기준반사도계를 제거하고, 임의 피측정 광점퍼코드를 연결한다.
 - 4) 피측정 광점퍼코드의 반대측 종단에 굴절률정합제를 사용하거나 광섬유심선 벤더를 사용하여 무반사종단처리를 한 후 Pref 를 측정한다.

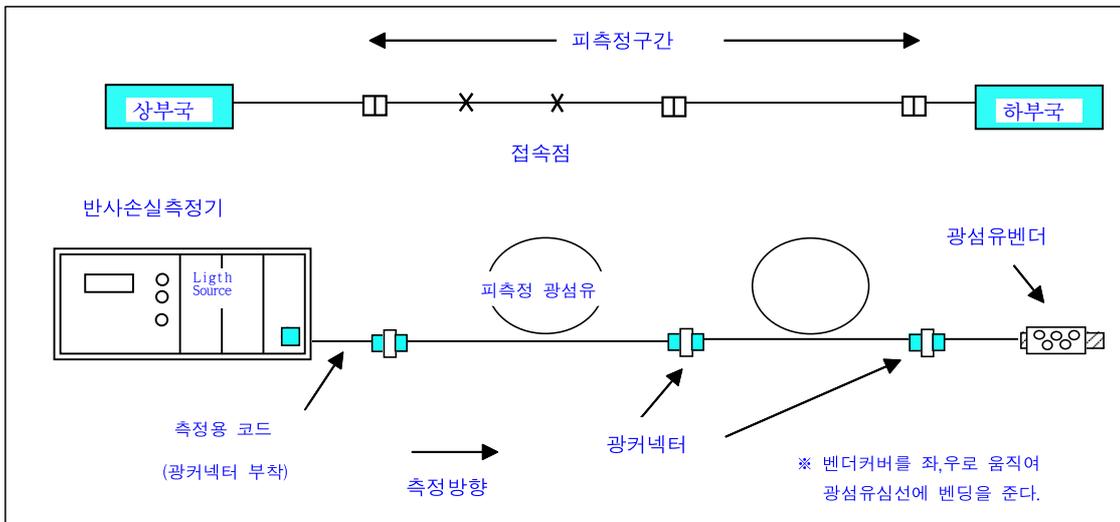


그림 15. 광섬유 전송특성의 경년변화측정

- 5) 측정이 완료되면, <식 (15)>에 준해 반사손실을 산출한다.
- 6) 상부국 종단의 반사손실도 ① ~ ⑤항의 절차에 의해 산출한다.
- 7) 광케이블구간의 반사손실측정이 완료되면, 전송시스템의 반사손실 허용치와 비교 분석하여 허용범위를 초과하였을 경우에는 원인을 규명 조치하여야 한다.

$$\text{Total RL} \leq \text{LPref} \quad (21)$$

여기서, Total RL : 측정된 값[dB] (<식 (15)> 참조)

LPref : 전송시스템 요구사항[dB]

바. 정밀시험

정밀시험은 광케이블포설작업 중에 외부적인 충격으로 인해 손상이 우려될 경우나, 운

용중 광케이블 절곡 및 절단사고가 발생하였을 경우에 단위구간 광케이블의 광섬유 손실을 고밀도로 측정하기 위한 것이다.

(가) 광섬유의 손실 측정법은 컷백법에 의한다.

(나) 측정치의 기록은 “<양식 #4> 광섬유손실측정기록표”에 의하여 기록 보존한다.

통신선로공사

<양식 #1>

케이블포설장력측정기록표

상 부 국	케이블길이		[m]	하 부 국

작업일시	
작업자	
감독자	

접속점명 : _____
 인공번호 : _____

접속점명 : _____
 인공번호 : _____

케이블명			허용인장력	[kgf]
포설방식	선단견인(), 선단중간견인(), 인력견인(), 공압포설(), 기타()			
포설장비명				
포설방향	단방향포설		양방향포설	
	상부국→하부국	하부국→상부국	상부국→하부국	하부국→상부국
최대포설장력				
[kgf]				
포 설 장 력 측 정 데 이 터				

통신선로공사

<양식 #3>

광섬유총손실측정기록표

상 부 국

총길이 [m]

하 부 국

측 정 일	
측 정 자	
입 회 자	
측 정 기 명	광원
	광검출기

케이블명 :

코 어 번 호	총손실 [dB]				평 균 접 속 손 실 (dB/개소)	코 어 번 호	총손실 [dB]				평 균 접 속 손 실 (dB/개소)	
	상부국 → 하부국	하부국 → 상부국	평균 치	기준 치			상부국 → 하부국	하부국 → 상부국	평균 치	기준 치		

<주> 상부국→하부국 : 상부국측에 광을 입사하여 측정한 결과, 하부국→상부국 : 하부국측에 광을 입사하여 측정한 결과

<양식 #4>

광섬유손실측정기록표

상 부 국

총길이 [m]

하 부 국

측 정 일	
측 정 자	
입 회 자	
측 정 기 명	광원
	광검출기

측정지점명 : _____

측정지점명 : _____

케이블명 : _____

코 어 번 호	총손실 [dB]				평 균 접 속 손 실 (dB/개소)	코 어 번 호	총손실 [dB]				평 균 접 속 손 실 (dB/개소)
	상부국 → 하부국	하부국 → 상부국	평균치	기준치			상부국 → 하부국	하부국 → 상부국	평균치	기준치	

통신선로공사

<양식 #5>

광섬유대역폭측정기록표

상 부 국

총길이 [m]

하 부 국

측 정 일	
측 정 자	
입 회 자	
측 정 기 명	정현과광원
	스펙트럼기

케이블명 :

코어 번호	대역폭 [dB] (측정방향별)		비 고	코어 번호	대역폭 [dB] (측정방향별)		비 고
	상부국 → 하부국	하부국 → 상부국			상부국 → 하부국	하부국 → 상부국	

2.3 동케이블 포설

2.3.1 시공일반

- (1) 인공 수공의 위치, 번호 및 구간길이를 점검, 케이블 피스 사용계획을 확인한다.
- (2) 관구의 사용순서는 하단에서 상단순, 관로외측에서 내측순으로 사용하는 것을 원칙으로 하되 지정된 관구가 건설 및 유지보수에 지장이 있을 경우에는 관구 사용위치를 변경할 수 있다.
- (3) 선통작업 후 관로내부를 깨끗이 청소하여 이 물질에 의한 마찰계수 증가요인을 제거함으로써 케이블 포설시 장력을 최소화하여야 한다.
- (4) 관로의 허용 곡률반경 확인과 케이블 포설시 무리한 인장이 가해지는 것을 사전에 점검하기 위하여 맨드릴을 사용하여 필히 통과시험을 하여야 한다.
- (5) 맨홀내 분야별(전력, 신호, 통신 등) 케이블을 공동으로 설치시 타분야와 협의하여야 하며, 이종케이블간 이격거리를 충분히 확보하여 엉키지 않도록 시공하여야 한다.

2.3.2 동케이블 포설 공사

- (1) 동케이블 포설
 - ① 케이블은 설계도면에 의거 포설하며 케이블을 인출하기 전에 절연저항, 단선 등을 확인하고 개방한 케이블의 단은 앤드캡, 테이프 등으로 방호하여야 한다.
 - ② 케이블 포설은 매 10[m/분] 속도로 케이블을 포설하도록 하여야 하며 운반 또는 포설시 허용곡률 반경을 초과하지 않도록 하고 심선은 물론 외피에 손상이 없도록 주의하여 포설하여야 한다.
 - ③ 케이블의 허용 곡률반경은 케이블을 기계적, 전기적 특성을 변형시키지 않고 케이블을 구부릴 수 있는 반경을 말하며, 보통 케이블 외경의 6배 정도이다.
 - ④ 케이블 포설후 케이블 주위를 먼저 자갈이 섞이지 않은 흙으로 10[cm] 이상 덮은 후 되메우기를 하되 흙 두께 30[cm]마다 충분한 다지기를 하고, 완공 후 침하 개소가 없도록 하여야 한다.
 - ⑤ 케이블 포설시 궤도횡단, 건널목, 콘크리트 교량, 호박돌 및 암반구간은 케이블 보호용 전선관을 사용하여야 하며, 특히 건널목 구간의 터파기는 보선기계화 작업시 손상을 입지 않도록 선로에서 충분히 이격 시공하여야 한다.
 - ⑥ 케이블 포설후 충분한 다지기를 하고, 완공 후 침하 개소가 없도록 하여야 한다.
 - ⑦ 케이블 매설구간에는 케이블 주의표(PVC 적색 폭 30[cm] “위험철도통신케이블” 표기)를 지면으로부터 지하 30[cm] 깊이에 일반 콘크리트 보강구간에는 콘크리트 상단에 바로 깔아야 한다.
 - ⑧ 공동관로에는 스네이크 포설을 하고 겨울철 수축에 의한 당김 현상을 방지하기 위하여 접속 및 굴곡부위에는 충분한 여장과 움직일 수 있는 통로를 확보 하여야 한다.
- (2) 케이블의 접속

통신선로공사

- ① 케이블의 접속부에는 접속표를 붙이고 그 사본을 보존하여야 한다.
가. 접속표의 기입내용은 시공, 년, 월, 일, 시공회사, 시공책임자, 기타 필요사항을 기입하여야 한다.
 - ② 케이블 접속 시 주의사항
가. 심선 접속 시 공구 등은 벤젠 또는 벤졸로 깨끗이 닦아야 한다.
나. 접속 커넥터로 접속하여야 하며, 벗긴 심선이 상하지 않도록 하여야 한다.
 - ③ 강대를 벗길 경우나 자를 때에는 P.E 좌상에 손상을 주지 않도록 하여야 한다.
 - ④ 케이블과 케이블을 직접 연결시키는 경우에는 도전성과 절연성을 저하시키지 않도록 하여야 한다.
 - ⑤ 심선 접속 시 유니트 바깥, 층 바깥, 페어 바깥이 없어야 하며 커넥터 위치는 표준공법에 준하여 감독자 또는 감리원의 지시에 따라야 한다.
 - ⑥ 케이블 심선 접속은 젤리충전 플라스틱 심선접속자 공법으로 하고 지중접속 개소는 인·수 공내에서 접속한다.
 - ⑦ 케이블 접속점 외피는 케이블 보호를 위하여 접속관 또는 열수축관을 이용하여수분의 침투가 없도록 하여야한다.
- (3) 케이블의 성단
- ① 케이블 국내성단 시에는 밴드 등으로 케이블을 고정하고 MDF IDC단자대에 접속하는 것을 원칙으로 하며, 케이블 접속시는 심선이나 케이블 방향이 바뀌어서는 안 된다.
 - ② 케이블 성단이 완료되면 최종시험을 하고 이상이 없을 경우 선번장을 작성하여 1부는 단자반에 비치하고 1부는 감독자 또는 감리원에게 제출하여야 한다.
- (4) 케이블의 시험
- ① 케이블 최종시험은 주 시험 항목은 절연저항 및 도체저항, 단말간 루프저항 등 표준치에 따라 실시하여야 한다. 다만 구내케이블로 사용하는 경우는 절연저항, 도체저항을 측정한다.

3. 광전송망설비 설치공사

3.1 일반사항

3.1.1 적용범위

(1) 전송설비의 공사를 시행함에 있어서 전송장비설치에 관한 사항들을 포함한다.

3.1.2 관련기준

(1) 규격사항

- ① KT(표준)-5805-0809-0 : 디지털 클럭 공급장치(DOTS)
- ② KT(표준)-5805-0846-0 : 디지털 회선분배장치(DCS II-A)
- ③ KT(표준)-5805-0882-0 : 동기식 광전송장치(622.080Mbps)
- ④ KT(표준)-5805-0892-0 : 동기식 광전송장치(2.5Gbps)

(2) 인용기준 및 규정

- ① ITU-T 제3권(권고 G700 ~ G722)
- ② KT “표준공법(통신접지)
- ③ KT “표준공법(전송시설)
- ④ KTS-KT-Q001-04(전기통신설비의 환경관리 기술 기준)

3.2 시 공

3.2.1 시공일반

- (1) 광 전송장치(DWDM, MSPP(155M, 622M, 2.5G, 10G), Carrier Ethernet(IP-MPLS, MPLS-TP) 등의 설치는 시공 상세도면을 작성하여 감독자 또는 감리원과 협의 후 각역의 통신기실에 설치하여야 한다.
- (2) 광 전송장치에 대한 공급업자의 공사범위는 전송설비 설치 관련부대공사, 전원선 포설·포박, 정류기 및 축전지 설치, 국내케이블 포설 및 성단, 시험 및 측정까지를 포함한다.
- (3) 철거된 광 전송장치는 감독자 또는 감리원과 협의하여 안전한 장소에 보관하여야 한다.

3.2.2 광전송망설비 설치

(1) 기초공사

① 마킹

- 주어진 기기배치도, 케이블 트레이 배치도 등에 의하여 실제의 바닥, 벽면, 천장 등에 기기의 거치 위치, 삽입할 볼트의 위치, 스트라쳐 취부 위치, 기타 공작하여야 할 위치를 표시한다.
- 가. 마킹의 준비 및 주의사항

통신선로공사

(가) 마킹을 행하기 전에 **기기실**의 넓이, 기둥의 굵기, 덕트 관통공 위치, 창문의 위치, 하양구의 크기, 출입구의 넓이 등을 기록하고 바닥의 두께와 성질을 충분히 조사한 다음 작업을 시작한다.

(나) 마킹은 주어진 기기배치도, 케이블 트레이 도면 및 기타 관계 도면에 기입된 치수와 같이 시공하며, 주어진 도면에 필요한 치수가 누락되어 불확실한 점이 있으면 감독자 또는 감리원과 협의 후 작업을 시행한다.

② 레벨링

가. 레벨측정은 인위적인 오차를 적게 하기 위하여 동일인이 행한다.

나. 레벨링을 행하여 기기를 수평, 수직으로 거치 하기 위한 바닥의 레벨차를 정리하며 레벨차에 대해서 감독자 또는 감리원과 협의하여 기기 거치면은 수평으로 유지하여야 한다.

③ 드릴링

가. 가대 고정공 및 기초 볼트공의 작업

(가) 리노름 또는 비닐타일상에 표시한 각 구멍 위치에 정확히 콘크리트 드릴을 할 수 있도록 전기드릴(또는 Push, 전동식 함마 등)을 사용하여 구멍을 뚫는다.

(나) 구멍의 치수는 사용하는 확장용 기초 볼트의 직경에 적합한 크기와 깊이여야 한다. 따라서 구멍을 뚫을 때는 드릴에 소정의 깊이를 표시하여야 한다.

(다) 드릴로써 구멍을 뚫기 전에 펀치 등을 사용하여 리노름 또는 비닐타일에 구멍의 치수보다 약간 크게 절취하는 동시에 구멍 중심부에 포인트 드릴로서 얇은 구멍을 뚫어 놓는다.

(라) 장치가 인접하여 증설될 예정이 있을 경우는 미리 증설장치가 인접하는 축의 가대 고정 공도 동시에 구멍 등을 가공하여 설치한다.

(마) 드릴작업중 물을 사용하면 오히려 나선부가 마멸하기 쉬우므로 물을 사용하는 것은 피하여야 하며, 드릴작업 중 콘크리트 가루가 생기므로 그때마다 진공청소기로 흡입하여 실내에 가루먼지가 없게 한다.

(바) 드릴 작업 중에 철근이나 배관 등에 손상이 가지 않게 한다.

나. 기타 취부공의 작업

(가) 기둥, 벽 등에 드릴 작업 시에는 구멍이 수평으로 뚫리도록 한다.

(나) 공구에는 중량이 큰 것도 있으므로 이 경우는 무리를 가하지 않고 보조자로 하여금 공구를 유지하게 한다.

(다) 증설 공사시 주위에 기기가 있을 경우는 돌 먼지가 날아가지 않도록 주의하여야 하며, 직접 들어가지 않도록 적당한 방법을 강구한다.

(라) 드릴작업 할 장소에 따라 작업자는 마스크, 안경등 안전장비들을 사용하여 안전에 특히 주의한다.

(2) 장치설치

① 포장해체, 장치반입, 현품 대조

가. 포장해체, 장치반입, 보관, 주변정돈, 주의사항 등은 감독자 또는 감리원의 의견에 따른

다.

나. 업체별로 공급되는 장치가 상이한 점이 있으므로 장비 입찰서를 기준으로 각 사별 포장 명세서의 기재물을 확인 대조한다.

② 장치하단 고정

가. 장치 가의 설치위치를 확인하고, 장치 가의 하단부에 있는 캐리어나사를 우측으로 돌려 장치 가를 고정한다.

나. 캐리어는 절연물이 있어 바닥과 장치간에는 절연되어야 한다.

다. 캐리어는 장치 가의 무게 및 외부 진동에 충분히 지탱할 수 있어야 한다.

③ 가상부 고정

가. 절연판 및 절연부싱으로 기초철가와 장치랙 사이는 절연되어야 한다.

④ 유닛 실장

가. 유닛 보관 및 이동시에는 정전기 방지포장이 되어야 하며 셀프에서 인출작업 시에는 어스링을 착용해야 한다.

나. 가상부의 과전류 차단 스위치가 OFF상태에서 각 유닛을 주의 깊게 슬롯에 인입한다.

다. 셀프내 각 유닛 인입은 오른쪽에서 왼쪽으로 실장하며 상하로 나누어진 경우는 하단 부터 가이드 홈에 맞추어 실장한다.

라. 유닛을 가에 실장하기전에 유닛 스트랩 옵션 및 스위치의 위치가 정확한지를 확인 한다.

⑤ 시험

가. 장치 가(랙)를 최초로 설치하고 유닛 실장한 후에 시험을 실시하는 절차를 수록한다.

나. 기초조정시험, 자국시험, 대국시험 등을 행한다.

⑥ 선번장 정리

가. QDF 및 MDF에는 선번장을 운영자와 협의하여 규격에 맞게 취부 하여야 한다.

4. 연선전화설비 설치공사

4.1 일반사항

4.1.1 적용범위

- (1) 연선전화설비(선로변 통합인터페이스 통신설비 포함)의 공사를 시행함에 있어서 연선전화, 지중케이블 및 접지설비 설치에 관한 사항들을 포함한다.
- (2) 신규 건설되는 철도통신 선로변에 설치해서 유지보수 및 보안업무의 연락용으로 사용하는 연선전화기에 대한 제작, 설치, 시공 등 제반사항에 대하여 규정한다.
- (3) 연선전화설비는 육내 및 철도 선로변에 설치되는 타 분야 설비에 통신회선 제공과 연선전화 기능을 포함한다.

통신선로공사

4.1.2 관련기준

- (1) 국가철도공단 철도설계지침 및 편람(KR I-02040, 연선전화기)
- (2) 국제전기통신연합(ITU-T) 권고 (P.11 : 손실기준)

4.2 시 공

4.2.1 시공일반

- (1) 시공시 고려사항
 - ① 철도연변에 운영자, 보수자 등 필요시 안전하게 사용할 수 있도록 설치하여야 한다.
 - ② 시공시 기존 시설물에 대한 현황을 조사하여 파손 및 손상을 미연에 방지하도록 한다.
 - ③ 연선전화기는 **철도설계 지침 및 편람(연선전화설비)**에 따라 설치하여야 하며 지지물은 건축한계에 저촉되지 않도록 시설하되 사용 및 유지보수에 용이하도록 적합한 장소에 시설하여야 한다.
 - ④ 환경 및 미관에 저해요인이 되지 않도록 미려하게 설치하여야 하며, 현장여건에 따라 부득이한 상황 발생시 감독자와 협의하여 최적의 시공이 되도록 설치하여야 한다.

4.2.2 연선전화기설비 설치

- (1) 연선전화기 설치
 - ① 케이블 공사, 케이블 성단 및 접속은 광케이블 포설 부분을 참고한다.
 - ② 토공구간
 - 가. 기초대 설치(궤도중심 3.5[m] 이상)를 위한 터파기 시행 후 거푸집을 제작하여 콘크리트를 타설하도록 한다.
 - 나. 기초대는 **참고도**에 의거하여 제작하도록 하며 충격이나 진동에 이상이 없도록 하고 기초 위에 **연선전화기**를 견고히 설치한다.
 - 다. 경사진 곳이나 주위에 장애물이 없는 곳이어야 하며, 비상시 이용하기 편리하도록 사용자의 안전과 통화에 불편이 없도록 설치하여야 한다.
 - ③ 교량 및 고가구간
 - 가. 교량 및 고가 상부에 연선전화기의 바닥플레이트에 셋트**앵커** 및 볼트로 견고히 고정시켜 설치하도록 한다.
 - 나. 토목분야와 협의하여 구조물에 영향을 주지 않는 범위 내에서 벽면 또는 구조물 측면에 설치하도록 한다.
 - 다. **비상대피로에 저촉되지 않도록 해야한다.**
 - ④ 터널구간
 - 가. 터널의 대(소) **대피소 내**에 설치하도록 한다.
 - 나. 현장여건상 **대피소 내** 설치가 어려운 개소는 설치위치와 장소를 감독자(감리원)과 협의 후 설치한다.
 - 다. 대(소) **대피소 내** F.L에서 1200[mm] 위치에 **선로변 통합 인터페이스 통신설비 벽부형**

(B Type)에 셋트앵커 및 볼트로 견고히 고정시켜 설치하도록 한다.

라. 기재깁 또는 대피소 내측으로 200[mm] 이격 설치하며, 설치방향은 열차 진행방향을 확인하여 통화 할 수 있도록 설치한다.

마. 터널 내 연선전화기의 위치 파악을 위해 전력에서 시공 중인 비상전화 표지판 설치 위치를 사전에 협의하여야 하며 대피소 측벽에 부착하여야 한다.

바. 터널 시.종점부에는 연선전화기를 설치하여야 한다.

사. 기타 특수한 구간은 구조물에 맞는 지지금구를 이용하여 설치하도록 한다.

- ⑤ 연선전화기는 터널구간에 500m 이내 간격으로 환기실, 대피소 등에 벽부형 타입으로 현장여건을 고려하여 우선적으로 설치한다.
- ⑥ 연선전화기는 본선구간의 광케이블을 사용하며 본선구간에서 연선전화기까지 클램프 및 기타 지지금구 등을 이용하여 벽면에 견고하게 취부한다.
- ⑦ 연선전화기 설치 후에는 통화상태를 확인하여야 한다.

(2) 케이블공사

① 선로변 네트워크부

가. 광 점퍼코드의 배선 및 결선

② 광스위치의 광포트는 싱글모드형으로 광점퍼 및 광케이블은 모두 싱글모드 타입이어야 한다.

③ 스위치와 분배반을 연결하는 광 점퍼코드는 곡률반경을 고려하여 파손되지 않도록 하여야 하며 점퍼코드의 커넥터 타입은 SC/PC-LC/PC 타입으로 구성되어야 한다.

④ 통신기기실 내에서 랙과 랙 간의 광 점퍼코드를 연결 시에는 플렉시블 배관을 포설하여 점퍼케이블을 보호하여야 한다.

⑤ 광 점퍼코드의 결선

가. 외력을 광 점퍼코드에 가하면 단선되므로 무리하게 외력을 가하여서는 안 된다.

나. 광 점퍼코드 위에 물건을 놓거나 발로 밟아서는 안 되며 떨어뜨려서는 안 된다.

다. 커넥터 헤드부분에 충격을 가하면 안 되며, 먼지 방지를 위하여 미사용 시에는 반드시 먼지방지 캡을 사용하여야 한다.

라. 커넥터 취부 후 점퍼코드를 잡아당기거나 곡률반경 이상으로 구부리지 말아야 한다.

⑥ 선로변 네트워크부(연선스위치)와 연선전화기간 UTP케이블로 배선하여야 한다.

⑦ 네트워크스위치부와 연선전화기부의 접지는 선로변 통합접지에 접속한다.

⑧ 기타사항

가. IP연선전화기는 역간 별로 일련번호를 기입하여야 한다.

나. IP연선전화기의 내 측면에는 취급방법, 인접역 등의 전화번호 및 Km정을 기입한 표찰을 비치하여야 한다.

(3) 접지

① 단독접지 접지장치는 50[Ω] 이하로 시공 하여야 한다.

② 통합접지의 경우는 선로변 통합접지에 접속한다.

통신선로공사

(4) 기타사항

- ① 역간 별로 일련번호를 기입하여야 하며, **참고도**에 표기된 위치에 로고 및 **심볼 등을** 표시하여야 한다.
- ② 연선전화기의 내 측면에는 취급방법, 인접역 등의 전화번호 및 Km 정을 기입한 Card를 비치하여야 한다.
- ③ 연선전화기용 광케이블 포설은 인접한 선로변 옥외 함체(OFD) 또는 기재갱 내의 접속함체에서 광케이블로 분기 접속하여 설치하여야 한다.
- ④ 연선전화기의 방습을 위해 외함과 강관주 지지물 사이에 발포지수제를 처리하여야 한다.
- ⑤ 장주는 청색 및 황색 페인트로 2회 이상 도장하여야 한다. 또한 단자함에 형광도료를 10[cm]폭으로 칠한다.
- ⑥ 연선전화기 상부, 케이블 인입개소는 빗물 등 수분침투가 방지 되도록 한다.
- ⑦ 토목분야와 협의하여 구조물에 영향을 주지 않는 범위 내에서 설치하도록 한다.

(5) 검사 및 시험

- ① 연선전화기는 시설전 검사와 설치 완료 후 감독자(감리원)의 입회하에 다음과 같은 시험을 하여야 한다.

가. 검사 및 시험

(가) 검사

- ㉠ 구조검사
- ㉡ 치수검사
- ㉢ 결모양검사
- ㉣ 방수검사

(나) 시험

- ㉠ 성능시험
- ㉡ 절연시험

(다) 시험방법

- ㉠ 케이블 성능시험 및 절연시험은 **광케이블** 시험항목에 준하여 시행하고 위 사항을 측정하여 측정기록표를 공사 감독자에게 제출하여야 한다.

5. 비상신고통화장치 설치공사

5.1 일반사항

5.1.1 적용범위

- (1) 비상신고통화장치의 공사를 시행함에 있어서 지중케이블, 접지설비, 비상신고통화장치 주장치 및 자장치 설치에 관한 사항들을 포함한다.

5.2 시 공

5.2.1 시공일반

- (1) 비상신고통화장치 시공 전 작업절차를 포함한 작업계획을 수립한다.
- (2) 공사 감독자는 작업범위, 위험요소 등을 파악하여 작업자에게 주지시키고 안전시설물 및 안전요원 등을 배치시킨다.
- (3) 포설 또는 철거작업을 할 때 기설케이블에 손상을 주어서는 안되며, 기설케이블에 손상을 줄 우려가 있을 때는 케이블을 보호한다.
- (4) 비상신고통화장치는 내 측면에는 취급방법, 현재위치 등 Km정을 기입한 Card를 비치하여야 한다.
- (5) 설계표준 및 설계도면에 표시한 설치위치에 비상신고통화장치의 자장치 및 주장치를 설치하도록 한다.
- (6) 현장여건에 따라 부득이한 상황 발생시 감독자와 협의하여 최적의 시공이 되도록 설치하여야 한다.
- (7) 작업 종료시 작업 중에 발생한 작업부산물이나 작업에 쓰인 공구 등을 깨끗이 정리하고 청소한다.

5.2.2 비상신고통화장치 설치

- (1) 지중케이블 포설
 - ① 케이블 신설
 - 가. 케이블은 설계도면에 의거하여 보조통신케이블의 접속점에서 자장치 설치위치까지 포설하여야 한다.
 - 나. 케이블을 포설하기 전·후에는 절연저항, 단선 등을 체크하여 측정기록부를 감독자에게 제출하여야 한다.
 - ② 케이블 접속
 - 보조통신케이블의 접속점에서 비상신고통화장치 회선을 접속하여 자장치 단말에 성단하도록 한다.
- (2) 접지장치 신설
 - ① 단독접지는 50[Ω] 이하로 시공 하여야 한다.
 - ② 통합접지의 경우는 선로변 통합접지 단자에 접속한다.
- (3) 비상신고통화장치 자장치 설치
 - ① 자장치 기초대는 설계도면에 의거하여 제작한 후 충격이나 진동에 이상이 없도록 견고히 설치하여야 한다.

통신선로공사

- ② 자장치는 경사진 곳이나 주위에 장애물이 없는 곳이어야 하며, 비상시 이용하기 편리하도록 사용자의 안전과 통화에 불편이 없도록 하여야 한다.
- ③ 자장치의 장주대와 안내표지판은 제작 설치하되, 안내표지판은 반대편 신호정보기의 지정된 위치에 부착하여야 하며, 화살표 방향은 자장치를 향하여야 한다.

(4) 비상신고통화장치 주장치 신설

- ① 비상신고통화장치 주장치는 인접한 역무실 또는 운전취급실에 설치한다.
- ② 주장치 설치 후 자장치와 충분한 통화시험을 하여 통화음질 및 신호세력이 최적 상태가 되도록 조정하여야 한다.
- ③ 주장치용 옥내배관배선은 역무실 통신단자함에서 부터 주장치까지 신설하여 포설하여야 하며, 전원장치에는 서지보호기를 설치하여야 한다.
- ④ 주장치는 다음 각 항을 만족 하도록 제작 설치되어야 한다.
 - 가. 자장치의 문이 개방되는 즉시 가입자 호출표시램프가 점등되어야 하며, 주장치와 전원장치에는 접지선을 연결 할 수 있는 단자가 부착되어야 한다.
 - 나. 통신회선 및 전원선에서 인입 될 수 있는 고전압 과전류 등을 차단하는 보호장치를 구비하여야 한다.
 - 다. 각 개소별 호출중, 통화중 상태를 LED를 사용하여 표시되어야 한다.
 - 라. 전원정전시 3시간이상 장치의 정상기능 확보를 위한 축전지를 내장하여야 한다.
 - 마. 주장치와 전원장치 전면의 전원스위치는 장치 내부에 수용하여 제작하여야 한다.

(5) 검사 및 시험

- ① 비상신고통화장치는 시설전 검사와 설치 완료 후 감독자 또는 감리원의 입회하에 다음과 같은 시험을 하여야 한다.
 - 가. 검사
 - (가) 검사의 분류
 - ㉠ 결모양 검사
 - ㉡ 치수검사
 - ㉢ 수량검사
 - 나. 시험
 - (가) 시험방법
 - ㉠ 성능시험은 광케이블 시험기준에 의하여 상호 호출 통화시험을 10회 이상 반복하여 시행하고 측정기록표를 공사 감독자(감리원)에게 제출하여야 한다.

6. 접지설비 설치공사

6.1 일반사항

6.1.1 적용범위

- (1) 본 접지설비의 공사는 교환, 전송, 선로 등의 통신 시설과 인명을 보호하기 위함이며, 접지설

비 공사에 관한 사항을 포함한다.

6.1.2 관련기준

- (1) 전기설비 기술 기준
- (2) 국가철도공단 철도설계지침 및 편람(KR I-07020, 접지설비)
- (3) 방송통신설비의 기술기준에 관한 규정
- (4) IEEE Standard: C 62.23, 1050, 1100, 367)
- (5) IEC: 60364-5-54, 60364-5-548

6.2 시 공

6.2.1 시공일반

- (1) 접지공사는 모든 통신공사에 적용되며, 전기설비기술기준, 한국전기설비규정, 배전규정 등에서 규정하고 있는 기준에 적합하게 시공한다.
- (2) 접지공사에 사용되는 접지선, 접지극은 KS 또는 이와 동등 이상으로 인정되는 것으로 한다.

6.2.2 접지설비 공사

(1) 통합접지

- 본 공사는 전력·전차선 분야에서 제공하는 통합접지를 이용한다.
 - ① 역 건물구내에서의 접지선 연결은 통신기기실내에 접지단자함을 설치 후 전력분야에서 제공되는 통합접지단자함으로부터 포설하며, 통신기기실내 접지단자함으로부터 각 기기까지 포설한다.
 - ② 통합접지함은 전력·전차선 분야에서 일정간격으로 설치되므로 공동단자함 인출단자에서 접지선을 인출하여 포설한다.

(2) 단독접지

- 위 사항에 의거하여 통합접지를 할 수 없는 경우 감독자 또는 감리원과 협의 후 아래와 같이 단독접지를 하여야 한다.
 - ① 접지는 보도에 매설하며 강전류 접지체와는 최대한의 이격거리를 유지하여야 한다.
 - ② 접지극은 지하 0.75[m]이하의 깊이에 매설하되 각 장비별로 규정된 저항값 이하로 충분히 떨어뜨려야 하며 접지봉간의 연결은 나동선 22[mm]로 하고 접지봉과 접지선의 접속은 Connector를 사용하여 견고히 접속하여야 한다. 접지선 접속개소는 압착 터미널 식으로 한다.
 - ③ 접지극은 습기가 많은 장소로서 GAS, 산 등의 부식성 물질이 없는 장소에 매설한다.
 - ④ 단독접지공사 후에는 각 설비별 접지저항을 측정하여 아래의 양식에 의하여 측정치를 기록하여야 한다.

통신선로공사

접지 장치 시공 기록표

년 월 일

공사건명 :

감독자 :

시공사 :

구간	번호	접지 종별	접지선 중용량	접지봉 형식	저항치[Ω]	토질	일기	접 속 방 법	피접지	기사

RECORD HISTORY

- Rev.0('18.04.06) 철도건설공사 전문시방서를 체계적이고 효율적 관리를 위해 코드체계로 제정
- Rev.1('18.12.17) 광섬유 케이블의 금속외피 및 케이블 인장선(전도성)은 접지 및 지중케이블 매설경로에 금속지중선로표시기(매설핀) 반영 등 개정
- Rev.2('19.12.19) 공동관로내 트로프 설치시 열차진동으로 인한 이탈을 방지 등 개정
- Rev.3('20.12.29) 접속방호함을 노반구간에 설치 시 배수에 지장 없도록 설치하여 집중호우 시 원활한 배수기능 확보 및 기관명 변경사항 반영
- Rev.4('22.07.04) 케이블 트레이 내 통신케이블 탈락 방지를 위하여 케이블 고정방법 기준 마련
- Rev.5('25.02.11) “정보통신분야 철도건설기준 고도화 용역” 결과에 따른 각종 문구·자구 등 정비 철도설계지침 및 편람 통신케이블(KR I-02030) 일부 내용(광케이블 시공 방법, 시험 내용 등) 시방서 이동 (심사기준처-510호, '25.2.11.)

철도건설공사 전문시방서
KRACS 47 50 20

통신선로공사

발행기관 국가철도공단
34618 대전광역시 동구 중앙로 242 국가철도공단
☎ 1588-7270
<http://www.knetwork.or.kr>