

16-표준-08

< 2016년도 >

표준공법 개발연구
(인터넷설비)

2016. 12.

표준공법 개발연구
(인터넷설비비)

2016. 12.

목 차

제1장 일반사항

제1절 목 적	1
제2절 적용범위	2
제3절 관련기준	2
1. 법령	2
2. 기술기준 및 지침	2
3. 표준	2
제4절 용어 및 약어	3
1. 용 어	3
2. 약어	6

제2장 인터넷설비 설계기준

제1절 인터넷설비 개요	9
1. 인터넷설비 정의	9
2. 관련 기준	10
제2절 인터넷설비 전송방식	26
1. FTTx	26
2. HFC	36
3. xDSL	40
제3절 인터넷설비 설계기준	45
1. 일반사항	45
2. 세부사항	47

제3장 인터넷설비 분류

제1절 FTTx	59
1. OLT	59
2. Splitter	60
3. ONU	60
4. ONT	61
5. FDF(OFD)	61
제2절 HFC	63
1. CMTS	63
2. 광 송신기	63
3. 광 수신기	64
4. ONU	64
5. TBA	65
6. 분배기	66
7. 분기기	66
8. 케이블 모뎀	67
9. 전원계통	68
제3절 xDSL	70
1. DSLAM	70
2. NAS	70
3. 케이블 모뎀	71

제4장 인터넷설비 시공

제1절 인터넷설비 설치기준	75
1. 선로구간	75
2. 장비 및 부대시설	77
제2절 시공 Flow	81
1. 일반사항	81

2. Pre Construction	82
3. 공통사항	82
제3절 국사설비	85
1. OLT 구성	85
2. OLT 설치	86
3. 포트 연결	95
제4절 전송로 설비	101
1. 광케이블 접속	101
2. 함체 설치	117
3. 광옥외선 설치	130
제5절 가입자 설비	132
1. ONU 구성	132
2. ONU 설치	132
3. ONT 구성	143
4. ONT 설치	143
제6절 개 통	145
1. 개통 Process	145
2. 개통구간 케이블링	146
3. 개 통	147

제5장 유지보수

제1절 일반사항	153
제2절 시 험	153
1. 광선로 시험	153
2. 광옥외선 시험	153
3. 개통시험	153
제3절 품질측정	154
1. PING(Packet Internet Groper)	154
2. 시스템 측정	154
3. 가입자 PC측정	155

표 목 차

[표 2-1] 공동주택 및 업무용 건축물	11
[표 2-2] 공동주택 외 주서용 건축물 및 기타건축물	11
[표 2-3] 꼬임케이블의 링크성능 기준	12
[표 2-4] 국선단자함의 요건	15
[표 2-5] 중간단자함 또는 세대단자함의 요건	16
[표 2-6] 초고속정보통신건물 인증 심사기준 주요내용(공동주택 특등급)	19
[표 2-7] 기가비트 수동형 광선로설비에 접속되는 단말장치 기술기준	24
[표 2-8] 이더넷 수동형 광선로설비에 접속되는 단말장치 기술기준	25
[표 2-9] E-PON, AON 방식 비교	33
[표 2-10] PON 방식 비교	34
[표 2-11] DOCSIS(케이블 모뎀) 규격 특징	39
[표 2-12] 집단거주 지역 배선법	49
[표 2-13] PON 방식을 적용한 FTTH 광선로구간 손실 산정(예)	54
[표 2-14] RN단자 분기 손실치(포트별)	54
[표 3-1] FTTx 구축(공동주택) 주요 자재	62
[표 4-1] 광케이블 접속방법	101
[표 5-1] Ping Option	154

그림 목 차

[그림 2-1] 인터넷의 개념과 가입자망 종류	9
[그림 2-2] 동별통신실(집중형 배선구조)적용사례	20
[그림 2-3] TRS(분산형 배선구조)적용사례	21
[그림 2-4] 인터넷설비 전송방식별 구성도(예)	26
[그림 2-5] FTTH 구현방식	27
[그림 2-6] 공동주택 AON 방식 적용 구성도(예)	29
[그림 2-7] E-PON의 하향 데이터 전송 방식	32
[그림 2-8] E-PON의 상향 데이터 전송 방식	33
[그림 2-9] 공동주택 PON 방식 적용 구성도(예)	35
[그림 2-10] 단독주택 PON 방식 적용 구성도(예)	35
[그림 2-11] HFC 구성도(예)	37
[그림 2-12] DOCSIS 전송 시스템 구조	38
[그림 2-13] ADSL과 VDSL 주파수 대역	41
[그림 2-14] DMT 변조 기법	42
[그림 2-15] ADSL 구성도(예)	43
[그림 2-16] VDSL 구성도(예)	44
[그림 2-17] FTTH 단위배선구역의 설계(예)	48
[그림 2-18] 1단 집중배선법	50
[그림 2-19] 다단 집중배선법	50
[그림 2-20] 다단 분산배선법	51
[그림 2-21] PON 방식을 적용한 FTTH 광선로구간 손실 산정(예)	53
[그림 2-22] FTTH 설계 흐름(예)	55
[그림 3-1] OLT 형태	59
[그림 3-2] Rack내 OLT 실장(예)	60
[그림 3-3] Splitter(PON) 형태	60
[그림 3-4] L2 스위치 형태	61
[그림 3-5] DSLAM 장치 형태	61
[그림 3-6] ONT 형태	61

[그림 3-7] FDF(OFD) 형태	62
[그림 3-8] CMTS 형태	63
[그림 3-9] 광 송신기(OTX) 형태	64
[그림 3-10] 광 수신기(ORX) 형태	64
[그림 3-11] ONU(육외형 광 송수신장치) 형태	65
[그림 3-12] TBA(간선분기증폭기) 형태	65
[그림 3-13] TBA(간선분기증폭기) 설치(예)	65
[그림 3-14] 분배기(Splitter) 형태	66
[그림 3-15] 분기기(Tap-Off) 형태	66
[그림 3-16] 분기기(Tap-Off) 설치(예)	67
[그림 3-17] 케이블 모뎀(CM) 형태	68
[그림 3-18] 전원공급기(PS) 형태	68
[그림 3-19] 전력삽입기(PI) 형태	69
[그림 3-20] 전원공급기(PS)와 전력삽입기(PI) 설치(예)	69
[그림 3-21] HFC망 전원계통(예)	69
[그림 3-22] DSLAM 형태	70
[그림 3-23] Rack내 NAS 실장	70
[그림 3-24] 케이블 모뎀(DSL) 형태	71
[그림 4-1] 광케이블 분기시설 예시도	76
[그림 4-2] OLT 시스템 Rack 구조(예)	78
[그림 4-3] 인터넷설비 시공 Flow	81
[그림 4-4] OLT 구성(전면도)	85
[그림 4-5] OLT 랙에 설치	86
[그림 4-6] OLT 접지(전원/통신)	87
[그림 4-7] OLT SFU 모듈 설치	88
[그림 4-8] OLT PIU 모듈 설치	89
[그림 4-9] OLT OIU 모듈 설치	90
[그림 4-10] OLT TIU 모듈 설치	91
[그림 4-11] OLT PSU(DC) 모듈 설치	92
[그림 4-12] OLT FAN 유닛 설치	93
[그림 4-13] OLT Dust Filter 설치	94

[그림 4-14] OLT PON 포트 연결	95
[그림 4-15] OLT 1000BASE-X 포트 연결	97
[그림 4-16] OLT 10/100/1000BASE-T 포트 연결	98
[그림 4-17] OLT 콘솔 케이블 핀 배열	98
[그림 4-18] OLT 콘솔 포트 연결	99
[그림 4-19] OLT DC 전원 연결	100
[그림 4-20] 용착접속(①광섬유에 열수축 슬리브 삽입)	102
[그림 4-21] 용착접속(②광섬유 코팅 제거 및 절단)	102
[그림 4-22] 용착접속(③접속기 가이드에 광섬유 정렬)	103
[그림 4-23] 용착접속(④광섬유 접속 시작)	103
[그림 4-24] 용착접속(⑤광섬유 단면 관찰)	103
[그림 4-25] 용착접속(⑥광섬유 접속 상태 정렬)	104
[그림 4-26] 용착접속(⑦광섬유 접속 완료)	104
[그림 4-27] 용착접속(⑧가열기에 열수축 슬리브 정렬)	105
[그림 4-28] 용착접속(⑨열수축 슬리브 가열)	105
[그림 4-29] 용착접속(⑩열수축 슬리브 보강상태 확인)	105
[그림 4-30] 기계식 접속의 주요 구성품	106
[그림 4-31] 기계식 접속(①접속공구에 접속자 삽입)	106
[그림 4-32] 기계식 접속(②광케이블 외피 탈피)	107
[그림 4-33] 기계식 접속(③광섬유 심선절단)	107
[그림 4-34] 기계식 접속(④케이블 홀더에 케이블 고정)	108
[그림 4-35] 기계식 접속(⑤접속자에 광심선 삽입)	108
[그림 4-36] 기계식 접속(⑥케이블 벤딩)	109
[그림 4-37] 기계식 접속(⑦반대편 광심선 삽입)	109
[그림 4-38] 기계식 접속(⑧압착홀더 밀어줌)	110
[그림 4-39] 기계식 접속(⑨반대편 압착홀더 밀어줌)	110
[그림 4-40] 기계식 접속(⑩압착홀더 해체)	111
[그림 4-41] 기계식 접속(⑪접속 완료)	111
[그림 4-42] 현장조립형 광커넥터(SC형) 주요 구성품	112
[그림 4-43] 현장커넥터 접속(①부트 삽입 및 외피 탈피)	112
[그림 4-44] 현장커넥터 접속(②버퍼(900 μ m) 탈피)	113
[그림 4-45] 현장커넥터 접속(③코팅(250 μ m) 탈피)	113

[그림 4-46]	현장커넥터 접속(④광섬유 절단(10mm))	113
[그림 4-47]	현장커넥터 접속(⑤광섬유 삽입)	114
[그림 4-48]	현장커넥터 접속(⑥광섬유 벤딩 확인)	114
[그림 4-49]	현장커넥터 접속(⑦광섬유 벤딩 유지 및 접속 완료)	115
[그림 4-50]	현장커넥터 접속(⑧부트 삽입)	115
[그림 4-51]	현장커넥터 접속(⑨부트 고정)	116
[그림 4-52]	현장커넥터 접속(⑩커넥터 접속 완료)	116
[그림 4-53]	광접속함 주요 구성품	117
[그림 4-54]	광접속함 설치(①인입구 패킹에 케이블 삽입)	118
[그림 4-55]	광접속함 설치(②케이블 탈피)	118
[그림 4-56]	광접속함 설치(③케이블에 절연테이프 테이핑)	119
[그림 4-57]	광접속함 설치(④하판에 케이블 인장선 고정)	119
[그림 4-58]	광접속함 설치(⑤케이블 고정)	120
[그림 4-59]	광접속함 설치(⑥반대편 케이블 인입)	120
[그림 4-60]	광접속함 설치(⑦트레이에 보호튜브 고정)	121
[그림 4-61]	광접속함 설치(⑧트레이에 케이블 고정)	121
[그림 4-62]	광접속함 설치(⑨스플리터와 인입 광케이블 접속)	122
[그림 4-63]	광접속함 설치(⑩트레이 고정)	122
[그림 4-64]	광접속함 설치(⑪상·하판 조립)	123
[그림 4-65]	광분배함 설치(①탈피된 케이블을 보호튜브에 삽입)	123
[그림 4-66]	광분배함 설치(②케이블을 스틸밴드로 고정)	124
[그림 4-67]	광분배함 설치(③튜브를 트레이에 고정)	124
[그림 4-68]	광분배함 설치(④광점퍼코드 장착)	125
[그림 4-69]	광분배함 설치(⑤케이블 모아줌)	125
[그림 4-70]	광분배함 설치(⑥케이블 고정)	125
[그림 4-71]	광분배함 설치(⑦광심선 연결)	126
[그림 4-72]	광분배함 설치(⑧설치 완료)	126
[그림 4-73]	광단자함 설치(①광단자함 및 광케이블 준비)	127
[그림 4-74]	광단자함 설치(②인입 광케이블 고정)	127
[그림 4-75]	광단자함 설치(③인입 광케이블과 RN 인입선 접속)	128
[그림 4-76]	광단자함 설치(④RN 고정)	128
[그림 4-77]	광단자함 설치(⑤RN 코드 부분 트레이에 정리)	128

[그림 4-78] 광단자함 설치(⑥RN 코드 부분 연결 및 정리)	129
[그림 4-79] 광단자함 설치(⑦광옥외선 연결)	129
[그림 4-80] 광옥외선 설치 과정	130
[그림 4-81] 광옥외선 설치(예)	131
[그림 4-82] ONU 구성(전면도)	132
[그림 4-83] ONU Bracket 설치	133
[그림 4-84] ONU 랙에 설치	133
[그림 4-85] ONU 접지	134
[그림 4-86] ONU 업링크 옵션 모듈 설치	136
[그림 4-87] ONU E-PON 업링크 포트 연결	137
[그림 4-88] ONU SFP 업링크 포트 연결	138
[그림 4-89] ONU 10/100/1000Base-T 포트 연결	139
[그림 4-90] ONU 1000Base-X GBIC 포트 연결	140
[그림 4-91] ONU 콘솔 케이블 핀 배열	141
[그림 4-92] ONU 콘솔 포트 연결	142
[그림 4-93] ONT 구성	143
[그림 4-94] ONT 설치	144
[그림 4-95] 인터넷 개통 Process	145
[그림 4-96] UTP케이블 제작방법	146
[그림 4-97] 공동주택 FTTH 개통 과정	147
[그림 4-98] 단독주택 FTTH 개통 과정	148
[그림 4-99] 다세대주택 FTTH 개통 과정	149
[그림 5-1] 시스템 측정(예)	154

제1장 일반사항

제 1절 목 적

제 2절 적용범위

제 3절 관련기준

제 4절 용어 및 약어

제1장 일반사항

제1절 목 적

PC통신의 시대가 저물고 1990년대 들어 급속히 확산된 인터넷 환경은 초기 전화동선의 POTS¹⁾ 대역을 이용한 xDSL²⁾ 기술을 기반으로 이용자수가 지속적으로 확대되었고, 이에 따라 인터넷을 이용한 다양한 서비스와 Web기반의 신규서비스의 발현으로 우리 삶의 모습을 많이 바꾸어 놓았다.

인터넷 이용자의 지속적인 성장세는 사용자 Needs의 다양성과 한 단계 더 높은 QoS(Quality of Service)를 요구하게 되면서, 기간통신망의 광대역화와 고도화를 야기하였고 이를 통해 광대역 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 기반을 마련하기에 이르렀다. 가입자 구간은 기간통신망 대비 발전 속도가 느리지만, 현재 가입자 수용 용량에 의해 확장 및 증설되는 사업자의 망 구축방향에 따라 xDSL, HFC³⁾ 기술을 넘어 FTTx⁴⁾ 기반으로 발전되고 있다. 최근에는 모든 통신서비스가 ALL IP⁵⁾ 기반으로 진화하면서 TPS⁶⁾, QPS⁷⁾ 서비스를 안정적으로 제공할 수 있는지 여부가 사업자 수익성에 영향을 미침에 따라 인터넷설비는 지속적으로 고도화되고 있다.

본 연구는 초기 현장에 투입되는 기술인력의 길잡이 역할과 숙련기술자의 참고자료로 활용될 수 있도록 인터넷설비의 설계·설치기준과 설비의 분류를 통해 인터넷설비 기반기술을 서술하였다. 단, 인터넷설비 시공 부분에서는 인터넷설비 고도화에 따라 xDSL, HFC는 제외하였고, FTTx 기반의 표준공법을 제시하였다.

1) plain old telephone service

2) x Digital Subscriber Line

3) Hybrid Fiber Coax

4) Fiber To The x

5) Internet Protocol

6) TPS(Triple Play Service): 유선+인터넷+방송(VoIP+Internet+IPTV)

7) QPS(Quadruple Play Service): 유선+인터넷+방송+무선(VoIP+Internet+IPTV+이동통신)

제2절 적용범위

우리나라 인터넷망은 크게 백본망, 가입자망 등으로 구분된다. 또한 백본망은 인터넷 상용망, 국내외 해저 광케이블 및 위성통신으로, 가입자망은 유선망, 무선망으로 구분된다. 최근 다양한 방송통신융합서비스의 보편화에 따라 급속히 증가되는 인터넷 트래픽을 효율적으로 수용하기 위해, 최종적으로 가입자에게 연결하는 가입자망의 고도화가 활발하게 진행 중이다. 이에 따라 본 연구는 가입자망 중 유선기반 인터넷설비의 설계·설치 기준, 설비의 분류, 시공, 시험 등에 대하여 적용한다.

제3절 관련기준

1. 법령

- 1) 방송통신발전기본법
- 2) 정보통신공사업법
- 3) 전기통신기본법
- 4) 전기통신사업법
- 5) 인터넷 멀티미디어 방송사업법
- 6) 방송통신설비의 기술기준에 관한 규정

2. 기술기준 및 지침

- 1) 접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구 등에 대한 기술기준
- 2) 단말장치 기술기준
- 3) 초고속정보통신건물 인증업무 처리지침
- 4) 인터넷 멀티미디어 방송사업의 방송통신설비에 관한 기술기준

3. 표준

- 1) TTAS.IE-802.3ah 이더넷 수동형 광가입자망 시스템
- 2) TTA.K0-01.0149 초고속인터넷 품질평가 기준
- 3) TTA.K0-01.0168 기가 인터넷 품질 측정 기법
- 4) TTA.K0-01.0170 기가 인터넷 품질 관리 기법

- 5) TTAS.K0-04.0001/R2 주거용 건축물에 대한 구내통신 선로설비
- 6) TTAS.K0-04.0002/R1 업무용 건축물에 대한 구내통신 선로설비
- 7) TTAS.K0-04.0005/R1 구내통신선로설비 설계 및 설치
- 8) TTAS.K0-04.0007/R1 구내통신 케이블링의 전송성능 현장시험
- 9) TTAS.K0-04.0016/R1 Cat.5e급 배선
- 10) TTAS.K0-04.0034 Cat.6급 구내배선 성능 기술표준

제4절 용어 및 약어

1. 용어

- 1) 감쇠 : 이득의 반대 개념으로, 다양한 요인에 의해 발생하는 신호의 손실
- 2) 건물간선케이블 : 동단자함에서 층단자함까지 또는 층단자함에서 다른 층의 층단자함까지(건물내 수직 구간)를 연결하는 통신케이블
- 3) 공동주택 : 「건축법 시행령」에서 분류하고 있는 아파트, 연립주택, 다세대주택, 기숙사의 통칭
- 4) 구내간선케이블 : 국선단자함에서 동단자함 또는 동단자함에서 동단자함까지(건물간 구간)를 연결하는 통신케이블
- 5) 구내케이블 : 건물간선케이블, 구내간선케이블을 모두 포함하여 구내에 사용되는 모든 케이블
- 6) 국선 : 사업자의 교환설비로부터 이용자 방송통신설비의 최초 단자에 이르기까지의 사이에 구성되는 회선
- 7) 국선단자함 : 국선 및 구내간선케이블 또는 구내케이블을 종단하여 상호 연결하는 통신용 분배함
- 8) 근단 누화(NEXT) : 임의의 회선(또는 케이블쌍(Pair))에 신호가 전송되고 있을 때 인근 회선의 송단측(또는 케이블 시단측)에 유도되는(또는 간섭받는)현상
- 9) 다중(멀티)모드 광케이블 : 빛이 다중경로로 이동되는 광케이블
- 10) 단일(싱글)모드 광케이블 : 빛이 오직 하나의 경로로 이동하는 광케이블
- 11) 동단자함 : 구내간선케이블 및 건물간선케이블을 종단하여 상호 연

결하는 통신용 분배함

- 12) 등위 원단누화(ELFEXT) : 근단에 있는 송신단자로부터 원단의 근접해 있는 페어에 나타나는 원하지 않는 신호의 측정치에 대한 동일 페어에서 측정된 수신 신호 레벨의 상대적 비
- 13) 반사손실 : 신호를 전송할 때 회선의 접속부 또는 종단에서 전력의 반사가 발생하여 나타나는 손실
- 14) 분계점 : 방송통신설비가 다른 사람의 방송통신설비와 접속되는 경우에 그 건설과 보전에 관한 책임 등의 한계를 명확하게 하기 위해 나누는 경계점. 사업용 방송통신설비의 분계점은 사업자 상호 간의 합의에 따르며, 사업용 방송통신설비와 이용자 방송통신설비의 분계점은 도로와 택지 또는 공동주택단지의 각 단지와의 경계점으로 함. 다만, 국선과 구내선의 분계점은 사업용 방송통신설비의 국선접속설비와 이용자 방송통신설비가 최초로 접속되는 점으로 함.
- 15) 성형배선 : 세대단자함 또는 이와 동등한 기능이 있는 단자함에서 각 인출구로 직접 배선되는 방식
- 16) 세대단자함 : 세대내에 인입되는 통신선로, 방송공동수신설비 또는 홈네트워크설비 등의 배선을 효율적으로 분배·접속하기 위하여 이용자의 주거전용면적에 포함되는 실내공간에 설치되는 분배함
- 17) 수평배선케이블 : 층단자함에서 통신인출구까지(건물내수평 구간)를 연결하는 통신케이블
- 18) 업무용 건축물 : 건축법 시행령에서 분류된 국가 또는 지방자치단체의 청사, 금융업소, 사무소, 신문사, 오피스텔 등의 업무시설
- 19) 원단 누화(FEXT) : 근단에 있는 송신 단자로부터 원단의 근접해 있는 페어에 나타나는 원하지 않는 신호의 측정치
- 20) 인출구 : 각실별(공동주택) 또는 단위면적당(업무시설 또는 오피스텔) 설치되어 단말장치와의 연결기능을 제공하는 접속장치로서 모듈러잭, 동축커넥터, 광인출구, 또는 통신용 단자함
- 21) 전력 합 근단 누화(PS NEXT) : 다수의 송신단자로부터 근단에서 측정된 한 페어의 원치 않는 신호의 결합 연산
- 22) 전력 합 등위 원단 누화(PS ELFEXT) : 원단에 있는 다수의 송신단자로부터 원하지 않는 신호에 대한 동일한 페어 상에서 수신되는 신호 레벨의 연산

- 23) 접속손실 : 광섬유의 접속부(융착, 기계식 등)에서의 입사 광전력에 대한 출사 광전력의 비로, 광섬유에 입사된 광펄스의 후방산란광을 측정하여 접속점에서 후방산란파형의 단차를 양방향에서 측정하여 평균 산술값으로 평가하는 손실
- 24) 주거용 건축물 : 「건축법 시행령」에서 분류된 단독주택(다중주택, 다가구주택, 공관 포함) 및 공동주택(아파트, 연립주택, 다세대주택, 기숙사)
- 25) 주단자함 : 수용되는 총 국선수가 300회선 미만인 단독주택 등의 소형건물에서 사업자설비와 이용자설비를 상호접속하고 원활한 회선의 절체접속과 유지보수를 위하여 분계점에 설치되는 망 접속장치
- 26) 주배선반 : 수용되는 총 국선수가 300회선 이상인 공동주택 등의 대형건물에서 사업자설비와 이용자설비를 상호접속하고 원활한 회선의 절체접속과 유지보수를 위하여 주단자함 대신에 분계점에 설치되는 망 접속장치
- 27) 중간단자함 : 주배선반 또는 주단자함으로부터 세대단자함 사이에 배관의 굴곡이나 선로의 분기 및 접속을 위하여 설치되는 단자함
- 28) 집중구내통신실 : 구내 상호간 및 구내·외간의 통신을 위한 케이블, 교환설비, 전송설비, 전원설비, 배선반 등과 그 부대설비를 설치할 수 있는 장소
- 29) 초고속정보통신건물 : 초고속정보통신서비스를 편리하게 이용할 수 있도록 일정기준 이상의 구내 정보통신설비를 갖춘 건축물
- 30) 층단자함 : 건물간선케이블 및 수평배선케이블을 종단하여 상호 연결하는 통신용 분배함
- 31) 통신용 파이프 샤프트(TPS) : 통신용, 제어용 케이블 등 여러 종류의 통신 관련된 전선이 수직 또는 수평으로 흘러 다니는 Shaft(통)

2. 약어

- 1) ADSL : Asymmetric Digital Subscriber Line
- 2) AON : Active Optical Network
- 3) CO : Central Office
- 4) DOCSIS : Data Over Cable Service Interface Specification
- 5) ELFEXT : Equal Level Far-end Crosstalk
- 6) EMI : Electromagnetic Interference
- 7) FEXT : Far-end Crosstalk
- 8) FDF : Fiber Distribution Frame
- 9) FDM : Frequency Division Multiplexer
- 10) FTTH : Fiber To The Home
- 11) HFC : Hybrid Fiber Coax
- 12) ISP : Internet Service Provider
- 13) MDF : Main Distributing Frame
- 14) NIC : Network Interface Card
- 15) OLT : Optical Line Terminal
- 16) ONT : Optical Network Terminal
- 17) ONU : Optical Network Unit
- 18) PON : Passive Optical Network
- 19) PS ELFEXT : Power Sum Equal Level Far-end Crosstalk
- 20) PS NEXT : Power Sum Near-end Crosstalk
- 21) RN : Remote Node
- 22) TDM : Time Division Multiplexer
- 23) TPS : Telecommunication Pipe Shaft, Triple Play Service
- 24) VDSL : Very high-data rate Digital Subscriber Line
- 25) WDM : Wavelength Division Multiplexer

제2장 인터넷설비 설계기준

제 1절 인터넷설비 개요

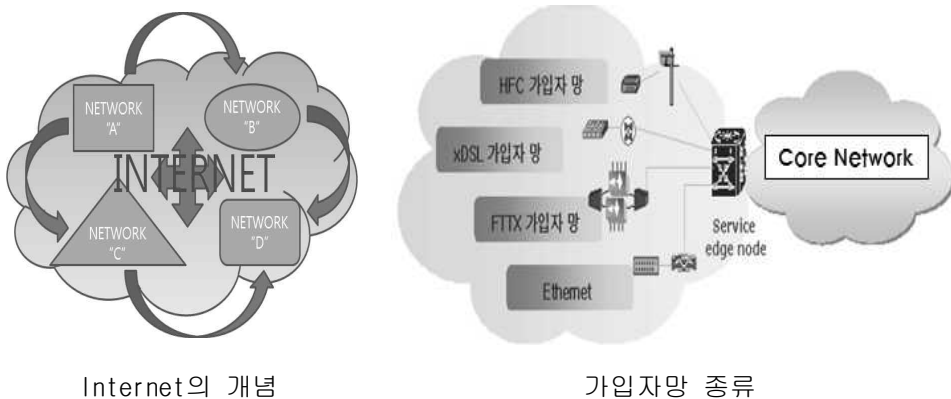
제 2절 인터넷설비 설계기준

제2장 인터넷설비 설계기준

제1절 인터넷설비 개요

1. 인터넷설비 정의

인터넷이란 여러 개의 네트워크를 연결하여 하나의 네트워크로 만드는 것을 말한다. 즉, 개별적인 통신 네트워크를 넘어 전 세계를 하나의 단일 네트워크로 구현하고자 하는 개념을 인터넷이라고 할 수 있는데, 이러한 인터넷에 개별적인 네트워크들이 연결되기 위한 설비를 인터넷설비라고 한다. 네트워크(통신망)은 일반적으로 백본망, 메트로망, 가입자망으로 분류할 수 있는데, 최근 통신망은 메트로망의 의미가 퇴색되면서 크게 백본망과 가입자망으로 구분된다. 백본망은 기간통신 사업자영역(Internet망, PSTN, ATM 등)이며, 일반적으로 인터넷설비라 하면 ISP⁸⁾ 사업자의 CO⁹⁾에서 인터넷에 접속할 수 있는 가입자 종단장치까지를 연결하는 가입자망으로 볼 수 있다.



[그림 2-1] 인터넷의 개념과 가입자망 종류

8) ISP(Internet Service Provider): 개인이나 기업체에게 인터넷 접속 서비스, 웹사이트 구축 및 웹호스팅 서비스 등을 제공하는 회사

9) CO(Central Office): 고객(가입자)의 통신로가 종단되고 통신로 간의 상호 접속이 이루어지는 교환 센터. 교환국(exchange) 또는 교환 센터라고도 함

2. 관련 기준

1990년대 이후 초고속인터넷이 급속히 보급되면서 정보의 보편적 접근성이 강조되는 가운데, 국내의 주거형태가 아파트를 비롯한 공동주택 중심으로 변함에 따라 공동주택 구내통신설비 고도화의 중요성이 현저히 증가하고 있다. 이를 위해 관련 기술기준 및 지침 등이 제·개정되고 있는데, 본 절에서는 인터넷설비의 가입자 구간이라고 할 수 있는 ‘구내’ 통신과 관련된 기술기준 및 지침을 살펴보고자 한다.

가. 구내통신설비 기술기준¹⁰⁾

1) 구내통신선의 배선

- 가) 옥내에 설치하는 통신선은 100MHz 이상의 전송대역을 갖는 꼬임케이블, 광섬유케이블, 동축케이블을 사용하여야 한다.
- 나) 옥외에 설치하는 선로는 옥외용 꼬임케이블, 옥외용 광섬유케이블, 동축케이블을 사용하여야 한다.

2) 구내배선의 요건

- 가) 주거용건축물에 설치하는 구내배선은 다음 각호의 기준에 적합하게 설치되어야 한다.
 - (1) 두개 이상의 공동주택이 하나의 단지를 형성할 때는 국선단자함이 설치된 공동주택에서 각 공동주택별로 구내간선케이블을 설치하여 동단자함에 배선하여야 한다.
 - (2) 세대단자함에서 각 인출구까지는 성형배선 방식으로 하여야 한다.
 - (3) 국선단자함에서 세대내 인출구까지 꼬임케이블을 배선할 경우에 구내배선설비의 링크 성능은 100MHz 이상의 전송특성이 유지되도록 하여야 한다. 다만, 동단자함이 설치된 경우에는 링크성능 구간은 동단자함에서 세대내 인출구까지로 한다.
 - (4) 홈네트워크설비를 설치하는 경우에는 홈네트워크 주장치와 홈네트워크 기기간에 꼬임케이블, 신호전송용케이블 등을 사용하여 통신소통에 지장이 없도록 하여야 한다.
- 나) 업무용 및 기타건축물에 설치하는 구내배선은 다음 각호의 기준에

10) 2015.09.24., 「접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구 등에 대한 기술기준」

적합하게 설치되어야 한다.

- (1) 층단자함에서 각 인출구까지는 성형배선 방식으로 하여야 한다.
- (2) 층단자함에서 인출구까지 꼬임케이블을 배선할 경우에 구내배선설비의 링크성능은 100MHz 이상의 전송특성이 유지되도록 하여야 한다.

다) 링크성능 기준은 아래 표와 같다.

- (1) 광섬유케이블의 링크성능 기준

[표 2-1] 공동주택 및 업무용 건축물

종류	파장 (nm)	채널손실
단일모드	1,310	7dB 이하
	1,550	7dB 이하
다중모드	850	13dB 이하
	1,300	9dB 이하

주) 링크성능은 집중구내통신실에서 광섬유케이블의 종단 (세대단자함 또는 인출구)까지의 기준임

[표 2-2] 공동주택 외 주서용 건축물 및 기타건축물

종류	파장 (nm)	채널손실
단일모드	1,310	3.45dB 이하
	1,550	3.45dB 이하

주) 링크성능은 국선단자함에서 광섬유케이블의 종단 (세대단자함 또는 인출구)까지의 기준임

[표 2-3] 꼬임케이블의 링크성능 기준

측정항목	측정 주파수 (MHz)	기준값	
		100MHz	250MHz
반사손실 (dB)	1	17.0 이상	19.0 이상
	16.0	17.0 이상	18.0 이상
	100.0	10.0 이상	12.0 이상
	250.0	-	8.0 이상
감쇠 (dB)	1.0	2.2 이하	3.0 이하
	16.0	9.1 이하	8.0 이하
	100.0	24.0 이하	21.3 이하
	250.0	-	35.9 이하
근단 누화손실 (dB)	1.0	60.0 이상	65.0 이상
	16.0	43.6 이상	53.2 이상
	100.0	30.1 이상	39.9 이상
	250.0	-	33.1 이상
근단 누화 전력합 손실(dB)	1.0	57.0 이상	62.0 이상
	16.0	40.6 이상	50.6 이상
	100.0	27.1 이상	37.1 이상
	250.0	-	30.2 이상
원단감쇠대누화비 (dB)	1.0	57.4 이상	63.3 이상
	16.0	33.3 이상	39.2 이상
	100.0	17.4 이상	23.3 이상
	250.0	-	15.3 이상
원단감쇠대누화비전력합 (dB)	1.0	54.4 이상	60.3 이상
	16.0	30.3 이상	36.2 이상
	100.0	14.4 이상	20.3 이상
	250.0	-	12.3 이상
전달지연(ns)	10.0	555 이하	555 이하
전달지연변이(ns)	10.0	50 이하	50 이하

- (2) 통신용선로, 방송공동수신설비, 홈네트워크설비 등을 동일 배관에 함께 수용할 경우에는 선로상호간 누화로 인하여 통신소통에 지장이 없도록 하여야 한다.
- (3) 구내배선에 사용하는 접속자재는 배선케이블 등급과 동등 이상의 제품을 사용하여야 한다.

3) 옥내통신선 이격거리

가) 옥내통신선은 300V초과 전선과의 이격거리는 15cm이상, 300V이하 전선과의 이격거리는 6cm이상(애자사용 전기공사시 전선과 이격거리는 10cm이상)으로 하고 도시가스배관과는 혼촉되지 않도록 한다.

나) 위항의 규정에도 불구하고 다음 각호의 경우에는 그러하지 아니할 수 있다.

- (1) 옥내통신선이 절연선 또는 케이블이거나 광섬유케이블(전도성 인장선이 없는 것)일 경우(전선 또는 전선관과 접촉이 되지 아니하여야 함).
- (2) 전선이 케이블(캡타이어 케이블을 포함한다)일 경우(옥내통신선과 접촉되지 아니하여야 함)
- (3) 57V (30W) 이하의 직류 전원을 공급하는 경우
- (4) 전선(300V이하로서 케이블이 아닌 경우)과 옥내통신선간에 절연성의 격벽을 설치할 때 또는 전선을 전선관(절연성·난연성 및 내수성을 갖춘 것)에 수용하여 설치한 경우
- (5) 통신선과 전선을 별도의 배관에 수용하여 설치하는 경우

다) 옥내통신선과 전선을 동일한 관·덕트·트레이·함 또는 인출구(이하 "관 등"이라 한다)에 수용할 경우에는 그 관 등의 내부에 옥내통신선과 전선을 분리하기 위하여 견고한 격벽(난연성을 갖춘것)을 설치하여야 하고, 그 관 등의 금속제의 부분에는 제5조 규정에 준하여 접지를 한다.

4) 국선단자함

가) 구내로 인입된 국선은 구내선과의 분계점에 설치된 주단자함 또는 주배선반(이하 "국선단자함" 이라 한다)에 수용하여야 한다.

나) 국선단자함은 다음 각호와 같이 구분하여 설치하여야 한다. 다만, 구내교환기를 설치하는 경우에는 주배선반에 수용하여야 한다.

- (1) 광섬유케이블 또는 300회선 미만의 동케이블을 수용하는 경우 : 주단자함 또는 주배선반
- (2) 300회선 이상의 동케이블을 수용하는 경우 : 주배선반

다) 국선단자함은 다음 각호와 같이 설치 및 관리를 하여야 한다.

- (1) 이용자는 국선단자함 및 구내케이블을 수용하기 위한 단자를 설치

하고 운영·관리를 하여야 한다.

- (2) 사업자는 국선을 수용하기 위한 단자 및 보호기를 국선단자함에 설치하여야 한다. 다만, 국선이 광케이블인 경우는 보호기를 설치하지 아니할 수 있다.
 - (3) 사업자는 보호기를 설치하는 경우 국선단자함에서 보호기를 통하여 국선과 이용자 구내케이블간의 회선접속을 하여야 하며, 이용자가 회선접속 정보를 요구할 경우에는 관련 정보를 제공하여야 한다.
- 라) 국선단자함은 다음 각호의 요건을 갖추어야 하며 세부사항은 별표 4와 같다.
- (1) 국선단자함은 국선수용 단자, 단자반 및 보호기를 설치할 수 있는 충분한 공간 및 구조를 갖추어야 하며 관로의 분계점과 가장 가까운 곳에 설치하여야 한다.
 - (2) 국선단자함은 실내에 설치하고 다음 각목의 장소에 설치하여서는 아니되며, 선로를 수용할 단자함의 하부는 바닥으로부터 30cm 이상에 시설되어야 한다.
 - 세면실, 화장실, 보일러실, 발전기계실
 - 분진·유해가스 및 부식증기를 접하는 장소
 - 소화 호수시설을 갖춘 벽장 내

[표 2-4] 국선단자함의 요건

구 분		주배선반 또는 주단자함	
		동케이블	광섬유케이블
케이블의 전기적 특성	절연저항	50MΩ 이상	-
	접속저항	0.01Ω 이하	-
단자함의 구성 요건	보호 및 지지물	함체 또는 지지대	
	단자 또는 접속어댑터	배선 케이블 등급과 동등 이상의 성능	삽입손실 0.5 dB 이하 ^(주3)
	회선표시물	각인 또는 표시판	
	개폐장치	잠금장치가 구비된 문	
	보호장치	휴지 기능, 피뢰 기능 및 접지 기능	접지 기능
	전원시설	AC 전원단자	
	크기	0.2m ² 이상(깊이 80mm 이상) ^(주4)	

- 주) 1. 절연저항 측정조건 : 상온 및 상습상태에서 보호·지지물과 접속자간 및 접속자 상호간
 2. 접속저항 측정조건 : 정상배선 연결시 접속자와 배선간
 3. 삽입손실은 광섬유케이블 접속에 대한 손실임
 4. 함체의 크기는 필요한 기기 또는 보호장치를 수용할 수 있고 작업에 지장이 없도록 한 변의 길이는 400mm 이상일 것
 5. 외부에 노출되게 설치되는 주배선반은 잠금장치를 구비할 것
 6. (삭제, 2013.11.18.)
 7. 국선단자함과 장치함을 별도로 설치하는 경우에는 국선단자함과 장치함 구간에 28mm 이상 배관 1개 이상을 설치할 수 있다.

5) 중간단자함 및 세대단자함

가) 선로를 용이하게 수용하기 위한 접속함(선로간을 직접 연결하기 위한 함) 또는 중간단자함(국선단자함과 세대단자함의 사이에 설치하는 단자함) 등은 국선단자함으로부터 세대단자함까지의 구간 중에서 다음 각호의 1에 해당하는 장소에 설치되어야 한다.

- (1) 제28조제5항제4호의 규정에 부적합한 배관의 굴곡점
 - (2) 선로의 분기 및 접속을 위하여 필요한 곳
- 나) 주거용건축물 중 공동주택의 경우에는 세대별로 배선의 인입 및 분기가 용이하도록 세대단자함을 설치하여야 한다. 단, 세대내에서 분기가 없는 기숙사 및 주택법시행령 제3조제1항제2호에서 규정하는 원룸형 주택의 모든 요건을 갖춘 주택은 제외한다.
- 다) 제1항 및 제2항의 규정에 의한 중간단자함 및 세대단자함의 요건은 아래 표와 같다.

[표 2-5] 중간단자함 또는 세대단자함의 요건

구 분		중간단자함 또는 세대단자함	
		동 케이블	광섬유케이블
전기적 특성	절연저항	50MΩ 이상	-
	접속저항	0.01Ω 이하	-
구성 요건	보호 및 지지물	함체 또는 지지대	
	단자 또는 접속어댑터	배선 케이블 등급과 동등 이상의 성능	삽입손실 0.5dB이하 ^(주5)
	회선표시물	각인 또는 표시판	
	개 폐 장 치	문 ^(주6)	
	보 호 장 치	접지기능 ^(주7)	접지기능
	전 원 시 설	AC전원 단자 ^(주8)	AC전원 단자

- 주) 1. 절연저항 측정조건 : 상온 및 상습상태에서 보호·지지물과 접속자간 및 접속자 상호간
2. 접속저항 측정조건 : 정상배선 연결시 접속자와 배선간
3. 함체의 크기는 필요한 용량을 충분히 수용할 수 있고 작업에 지장이 없을 것
4. 보호장치의 접지기능은 함체가 금속으로 된 경우에 한한다.
5. 삽입손실은 단자함 내의 광섬유케이블 접속에 대한 손실임
6. 중간단자함과 외부에 노출되게 설치되는 세대단자함은 잠금장치를 구비할 것
7. 세대단자함의 보호장치는 홈네트워크설비를 설치하는 경우에 한한다.
8. 중간단자함과 세대단자함의 전원시설은 홈네트워크설비를 설치하는 경우에 한한다.

6) 인출구(회선종단장치)

- 가) 주거용건축물의 통신용 인출구는 모듈러잭이나 동축커넥터 또는 광 인출구 등으로 종단하여야 한다.
- 나) 업무용 및 기타건축물의 경우에는 각 실별(고정된 벽 등으로 반영구 적으로 구분된 장소) 단위로 제1항의 통신용 인출구 또는 통신용 단 자함으로 종단하여야 한다.
- 다) 인출구의 효율적인 사용을 위하여 통신용선로, 방송공동수신설비, 홈네트워크설비 등을 하나의 인출구로 종단할 경우에는 선로상호간 누화로 인한 통신소통에 지장이 없도록 하여야 한다.

나. 초고속정보통신건물 인증제도

초고속정보통신건물 인증제도는 초고속정보통신 및 홈네트워크 서비스 등 다양한 서비스가 원활하게 지원되도록 일정기준 이상의 구내정보통신 설비를 갖춘 건물에 대해 초고속정보통신건물 인증을 부여함으로써 구내 정보통신설비의 고도화를 촉진시키고 초고속정보통신을 활성화하고자 1999년 4월부터 시행되고 있다. 이러한 인증제도의 도입은 대부분의 주택 건설업체들이 신축아파트를 2등급 수준 이상으로 건축하기는 하지만 비용 상의 문제로 복수의 ISP 사업자가 서비스할 수 있는 구내통신설비를 설치하려 하지 않는다는 배경을 고려한 것이다. 이처럼 건설업체의 구내통신 기반시설 고도화 유도 외에 초고속정보통신 이용 마인드 확산, 건설업체간 건전한 주택품질 경쟁촉진 등도 인증제도의 도입 목적으로 볼 수 있다.

초기 인증제도는 공동주택, 업무시설, 오피스텔 부분을 1~3등급으로 구분하여 인증을 부여하였다. 하지만 급변하는 방송통신 기술발전 추세를 반영, FTTH 기반의 차세대 구내통신망을 구축하도록 유도함으로써 디지털 홈 및 홈네트워킹 수용기반을 마련하고 음성, 데이터 및 영상서비스 통합 환경에 대비하기 위해 공동주택의 경우 2004년부터, 업무시설과 오피스텔의 경우 2006년부터 특등급을 신설하여 인증제도를 추진해오고 있다.

초고속정보통신건물 인증제도는 건설업체 및 통신사업자가 인정하는 구내통신 분야의 사실상의 표준으로 뿌리를 내렸으며, 구내정보통신망의 고도화 및 초고속인터넷 보급 확산을 통해 소비자가 다양한 서비스를 원활하게 받을 수 있는 통신환경을 조성했다는 평가를 받았다. 하지만 2007년 부당광고 등의 이유로 민간이양을 결정하고 직접적인 예산배정을 종료하

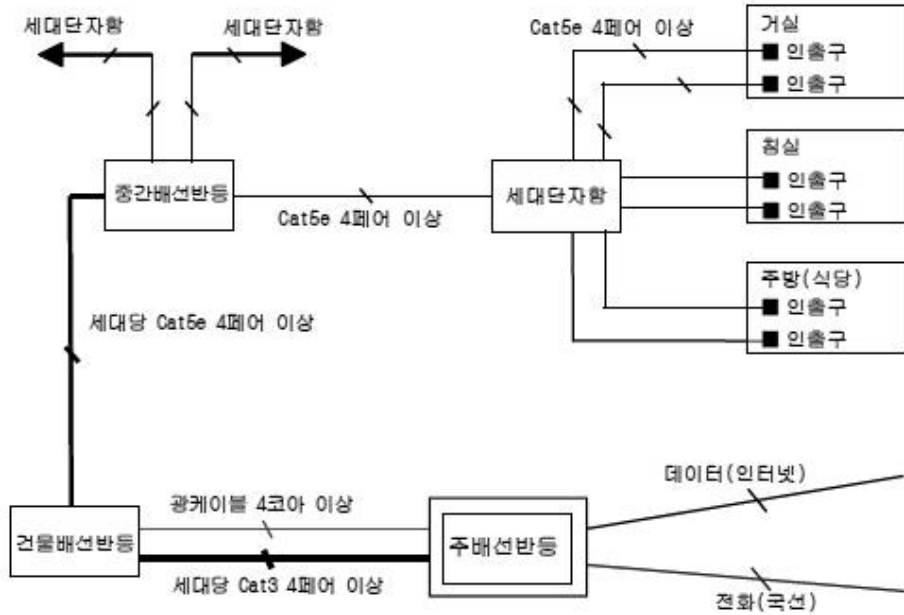
였다. 이로 인해 대부분의 건설사가 민간인증의 신뢰성 및 권위 저하를 이유로 인증 거부 의사를 밝힘에 따라 인증업무는 정부가 담당하되 심사업무만 민간에 위탁하는 개선방안을 마련하게 되었다. 현재 전파관리소에서 인증업무를 담당하고 한국정보통신진흥협회(KAIT)에서 심사업무를 수행하고 있다.

초고속정보통신건물 인증제도는 1999년 처음 도입된 후, 다양한 방송통신 서비스로 인한 통신환경 변화에 따라 현재까지 총 11차례에 걸쳐 개정이 이루어졌다. 최근(2013.1.1.) 주요 개정 내용을 살펴보면, 초고속인터넷, IPTV, 스마트 TV 등 다양한 초고속 데이터통신 서비스 이용이 가능하도록 2012년 9월 28일 ‘접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구 등에 대한 기술기준’이 개정 고시됨에 따라 배선설비 케이블 요건 중 16MHz 전송대역을 갖는 꼬임케이블 Cat.3가 100MHz 이상인 Cat.5e로 변경되었다.

[표 2-6] 초고속정보통신건물 인증 심사기준 주요내용(공동주택 특등급)

심사항목		요건		
배선설비	배선방식(세대내)		성형배선	
	케이블	구내간선계	광케이블 8코아 이상(최소 SMF 6코아 이상) + 세대당 Cat3 4페어 이상	
		건물간선계	세대당 광케이블 4코아 이상(최소 SMF 2코아 이상) + 세대당 Cat5e 4페어 이상	
		수평배선계	세대인입	광케이블 4코아 이상(최소 SMF 2코아 이상) + 세대당 Cat5e 4페어 이상
	덕내배선		인출구당 Cat5e 4페어 + 세대단자함에서 거실 인출구까지 광 1구 이상	
	접속자재		배선케이블 성능등급과 동등 이상으로 설치	
	세대단자함		광선로종단장치(FDF), 디지털방송용 광수신기, 접지형 전원시설이 있는 세대단자함 설치, 무선 AP 수용시 전원콘센트 4구 이상 설치	
	인출구	설치대상		침실, 거실, 주방(식당)
		설치갯수	침실 및 거실	실별 4구 이상(2구씩 2개소로 분리 설치), 거실 광인출구 1구 이상 단, 무선 AP 수용시 거실을 제외한 실별 2구 이상
			주방(식당)	2구 이상
형태 및 성능		케이블 성능등급과 동등 이상의 8핀 모듈러잭(RJ45) 또는 광케이블용 커넥터		
배관설비	구조		성형배선 가능 구조	
	건물간선계		단면적 1.12m ² (깊이 80cm 이상) 이상의 TPS 또는 5.4m ² 이상의 동별 통신실 확보	
	예비배관	설치구간	구내간선계, 건물간선계	
		수량	1공 이상	
		형태 및 규격	최대 배관 굵기 이상	

1) 공동주택 특등급의 배선시스템 예시도
 가) 동별통신실(분산형 배선구조) 적용사례



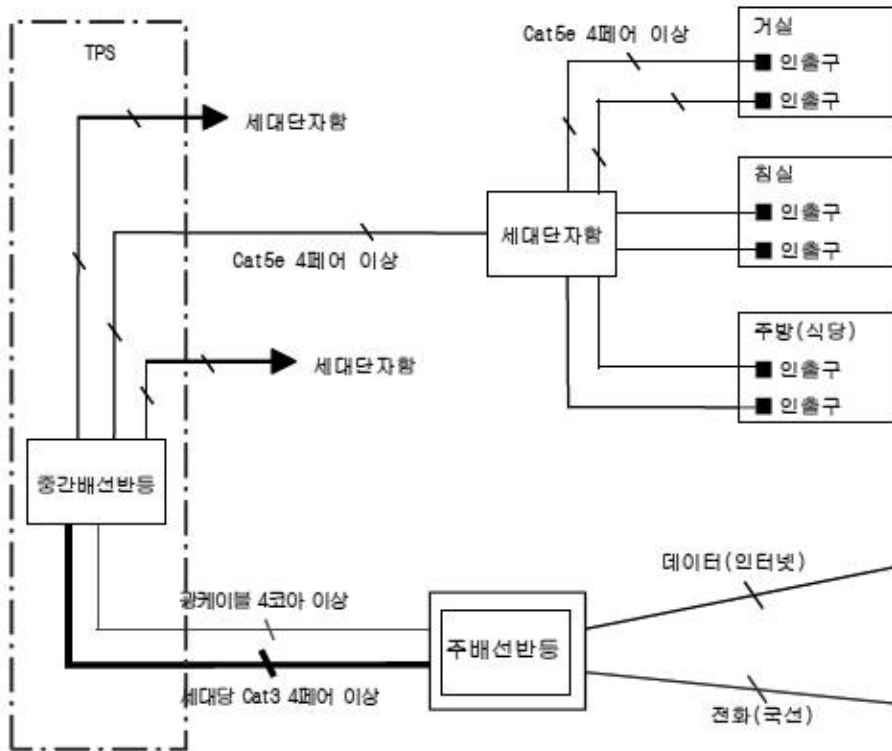
- 주 1) 상기 예시도는 인증 심사기준이 아니며, 민원인의 이해를 돕기 위하여 작성된 것임
- 주 2) 건물간선계에는 간선용 multi-pair 케이블(25페어 단위의 UTP Cat 5e 등)을 설치하며, 건물배선반 등에 FDF를 설치하고 2개 이상 사업자 설비 등이 수용될 수 있도록 별표 7의 요건에 따라 설치한다.
- 주 3) 세대단자함은 300mm x 300mm x 80mm(깊이) 이상의 크기로 설치할 것을 권장한다.

[그림 2-2] 동별통신실(집중형 배선구조)적용사례

(1) 배선시스템 구분 예시

- 구내간선계 : 주배선반 등에서 건물배선반 등까지
- 건물간선계 : 건물배선반 등에서 중간배선반 등까지
- 수평배선계 : 중간배선반 등에서 세대단자함을 경유하여 실내 인출구까지

나) TPS(분산형 배선구조) 적용사례



- 주 1) 상기 예시도는 인증 심사기준이 아니며, 민원인의 이해를 돕기 위하여 작성된 것임
- 주 2) TPS를 설치할 경우에는 FDF를 설치하고 2개 이상 사업자 설비 등이 수용될 수 있도록 별표 7의 요건에 따라 설치한다.
- 주 3) 세대단자함은 300mm x 300mm x 80mm(깊이) 이상의 크기로 설치할 것을 권장한다.

[그림 2-3] TRS(분산형 배선구조)적용사례

(1) 배선시스템 구분 예시

- 구내간선계 : 주배선반 등에서 중간배선반 등까지
- 건물간선계 : 없음
- 수평배선계 : 중간배선반 등에서 세대단자함을 경유하여 실내 인출구까지

다. 단말장치 기술기준

단말장치 기술기준은 ‘방송통신설비의 기술기준에 관한 규정 제14조(단말장치의 기술기준)’에 근거하여, 방송통신설비의 운용자와 이용자의 안전 및 방송통신서비스의 품질향상을 위하여 방송통신망과 단말장치 간 또는 단말장치와 단말장치 간의 상호작동에 관한 사항, 전송품질의 유지에 관한 사항 등을 규정한 기술기준이다.

IPTV 등 방송과 통신이 융합된 신규 서비스 및 초고속 인터넷서비스 확산을 위해 유선방송설비에 접속되는 데이터통신용 단말장치(케이블모뎀)의 전송속도, 주파수 대역 등을 확장하고, FTTH 기술을 이용한 광대역 서비스를 제공하기 위한 광통신 단말장치(광모뎀)의 기술기준 등이 반영되었다.

현재 국내의 초고속인터넷 서비스에 적용되는 광통신 단말장치의 기술기준은 단말장치 기술기준의 제17조의 7(수동형 광선로설비와 단말장치 간의 접속)을 적용하고 있다. 동 기술기준은 IEEE와 ITU-T의 국제표준 규격을 기반으로 기가비트 수동형 광선로설비(G-PON)와 이더넷 수동형 광선로설비(E-PON)에 관련된 사용파장, 전송형식, 전송속도, 수신특성, 송신특성, 광커넥터 규격 등을 규정하고 있다.

1) 수신특성

G-PON은 ITU-T Recommendation(권고안) G.983.1에서 스플라이스(Splice), 커넥터 등의 사용과 광케이블 추가 설치, 환경 요인에 의한 케이블 손실 등을 고려하여 네트워크 구축시 필요한 손실 범위에 따라 수신특성을 A, B, C 클래스로 구분하고 있으며, 각 클래스별로 전송속도에 맞는 ‘수신감도’ 및 ‘최소 과부하’ 값을 규정하고 있다. 하지만 국외뿐만 아니라 국내 사업자와 제조업체에서는 ITU-T G.984.2 Amendment(부록) 1에서 규정하고 있는 하향/상향 전송속도 2.488/1.244Gbps인 규격으로 서비스를 제공하고 있어 기술기준에서는 이를 B+ 클래스로 정의하고 ‘수신감도’와 ‘최소 과부하’ 기준을 규정하고 있다. 현재 기술기준에서 규정하고 있는 수신감도의 값은 -27dBm으로, 이는 선로 구성이 완료되었을 때 ONT의 수신감도(수신레벨)가 -27dBm 이내를 만족해야 함을 의미한다.

E-PON의 경우, IEEE 802.3ah 표준에서 서비스를 위한 전송거리에 따라 10km와 20km로 구분하고 있으며 각각의 전송거리에 따른 수신특성으로

‘수신감도’와 ‘최대 평균 수신 광 세기’를 규정하고 있다. 국내의 통신사업자의 경우 90% 이상의 가입자가 CO(국사)로부터 5km 반경 이내에 분포하고 있지만, 액세스망의 구축 환경 및 구내 가입자망의 접속 및 분기, 장비 등에 의한 손실 등을 고려하여 기술기준에서는 IEEE 802.3ah와 마찬가지로 전송거리를 10km와 20km로 구분하여 관련 값(수신감도 -24dBm)을 규정하고 있다.

2) 송신특성

G-PON은 수신기에서의 신호 열화로 인한 에러 발생을 방지하고 정상적으로 신호를 인식할 수 있도록 송신기의 ‘최소 평균 광 출력’ 값과 과도한 송신출력으로부터 네트워크를 보호하기 위한 송신기의 광 출력 제한 값으로 ‘최대 평균 광 출력’ 값을 광분배망 클래스(A, B, B+, C)별로 규정하고 있다. 또한 송신기에서 발생하는 광신호가 지터(jitter) 등의 문제없이 사용 파장에 적합한지를 확인하기 위한 ‘아이패턴(eye pattern)’과 송신기의 전원이 꺼지지 않은 대기상태에서 단말장치의 오동작 등으로 인해 네트워크에 위해를 가하지 않도록 하기 위한 규정으로 ‘송신 없는 광 출력’ 값을 규정하고 있다. 마지막으로 광변조기의 성능 척도로써 높은 레벨의 광전송과 낮은 레벨의 광전송의 비로 정의되는 ‘최소 소광비’ 값을 규정하고 있다.

E-PON은 G-PON과 동일하게 ‘아이패턴’, ‘최소/최대 평균 광 출력’(전송 거리에 따라), ‘송신 없는 광 출력’, ‘최소 소광비’를 규정하고 있으며, 다만 추가적으로 ‘스펙트럼 폭’을 규정하고 있다. ‘스펙트럼 폭’은 약 50km 이상의 장거리 전송시 분산 등에 의한 손실, 잡음의 영향을 방지하기 위한 것으로 국내처럼 10km 미만의 전송거리를 갖는 경우에는 큰 의미가 없으나, 분산 등에 민감한 FP-LD 광 모듈을 사용하는 경우에 사용파장 및 전송 거리에 따른 구체적인 ‘스펙트럼 폭’을 정의해야 한다는 사업자의 요구를 수용하여 별도로 규정하고 있다.

3) 광커넥터

광커넥터는 형태와 광섬유의 접촉 단면에 따라서 구분되는데, 광커넥터의 형태에 따라서는 반사 감쇠량이 적은 SC(Square Connector) 타입의 커넥터를 주로 사용하고 있다. 또한 광섬유의 접촉 단면에 따라서는 커넥터

의 종단면이 평평한 PC(Physical Contact) 타입을 주로 사용하고 있으나, 용도에 따라서 APC(Angled Physical Contact) 타입을 사용하는 경우도 있다. 기술기준에서는 TIA의 광커넥터 상호 접속 표준에 따라 SC/PC 또는 SC/APC 타입 커넥터로 규정하고 있다.

[표 2-7] 기가비트 수동형 광선로설비에 접속되는 단말장치 기술기준

구 분	조 건				
사용파장	1,480nm ~ 1,500nm(하향) 1,260nm ~ 1,360nm(상향)				
전송형식	시분할다중방식(TDMA)				
전송속도	하향 : 2.488Gbps, 상향 : 1.244Gbps				
수신허성	광분배망 분류 ^(주1)	A	B	B ₁ ^(주2)	C
	수신감도(dBm)	-21	-21	-27	-28
	최소 과부하(dBm)	-1	-1	-8	-8 ^(주3)
송신허성	아이 패턴	별표 15의 (그림 1)			
	최소 평균 광 출력(dBm)	-3	-2	+0.5	+2
	최대 평균 광 출력(dBm)	+2	+3	+5	+7
	송신 없는 광 출력(dBm)	수신감도 - 10 이하			
	최소 소광비(dB)	10			
광커넥터 규격	미국통신산업협회 TIA-604-3-B(SC/PC 또는 SC/APC) 규격의 커넥터				
제공 이더넷 포트	가입자당 최소 1개 이상				

주(1) 별표 14 참조.

주(2) 국제전기통신연합 ITU-T G.984.2 개정안(Amendment) 1의 규격임

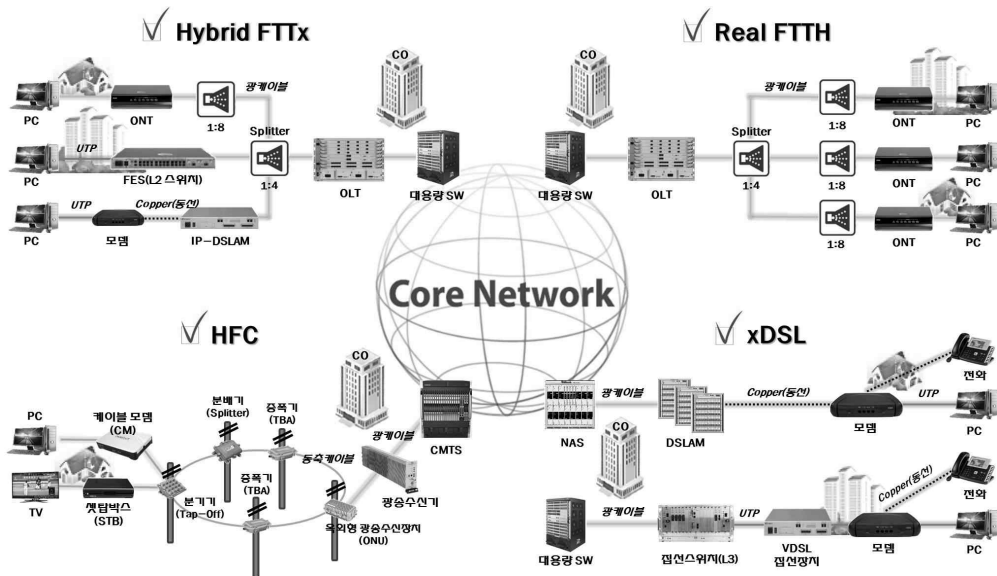
주(3) 현재 값은 송신기에 고출력 분산피드백(DFB) 레이저를, 단말장치에 애벌런치 포토다이오드(APD) 기반의 수신기를 사용한 경우를 가정한 것임

[표 2-8] 이더넷 수동형 광선로설비에 접속되는 단말장치 기술기준

구 분	조 건		
사용파장	1,480nm ~ 1,500nm(하향) 1,260nm ~ 1,360nm(상향)		
전송형식	시분할다중방식(TDMA)		
전송속도	1.25GBd ± 100ppm (하향/상향)		
수신특성	전송거리(km)	10	20
	수신감도 (dBm)	-24	-24
	최대 평균 수신 광세기 (dBm)	-3	-3
송신특성	아이 패턴	별표 15의 (그림 2)	
	최소 평균 광 출력 (dBm)	-1	-1
	최대 평균 광 출력 (dBm)	+4	+4
	송신 없는 광 출력 (dBm)	-45	-45
	스펙트럼 폭 (nm)	별표 16의 (표 1)	
	최소 소광비 (dB)	6	
광커넥터 규격	미국통신산업협회 TIA-604-3-B(SC/PC 또는 SC/APC) 규격의 커넥터		
제공 이더넷 포트	가입자당 최소 1개 이상		

제2절 인터넷설비 전송방식

유·무선 및 통신과 방송이 융합되는 광대역 통합망 환경에서 초고속 인터넷 서비스와 디지털 방송 서비스를 제공하기 위한 다양한 가입자망 형태가 존재한다. 초기에는 기존 전화선을 이용한 xDSL, 또는 동축케이블을 활용한 HFC 방식의 기술을 도입하였다. 그러나 현재는 농어촌지역 일부를 제외한 대도시, 중소도시 등 전국 대부분 지역에서 전송효율 및 품질이 가장 우수하고 100Mbps급 이상의 전송속도가 가능한 광케이블 매체의 FTTx 방식으로 망을 구축하고 있다. FTTx 방식을 활용한 가입자망 구축은 ‘Giga 인터넷 사업’ 등 정부의 꾸준한 방송통신망 고도화 정책과 맞물려 지속적으로 확대될 것으로 예상된다.



[그림 2-4] 인터넷설비 전송방식별 구성도(예)

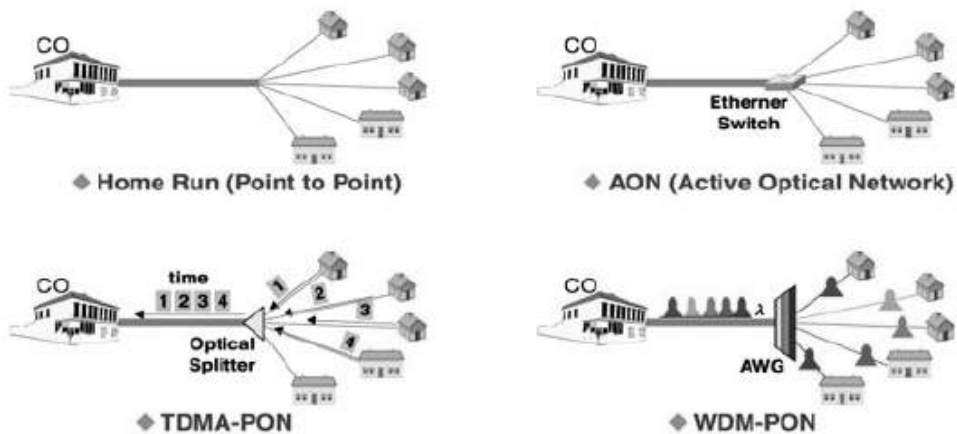
1. FTTx

FTTx는 가입자 근방까지 광케이블을 배치하기 위한 기술을 총칭하는 것으로, 모든 기술이 가입자망에서 덕내까지 직접 광케이블로 설비하는 것을 의미하는 것은 아니다. FTTx 기술은 서비스 지역이나 계획에 따라서 구분되는데, 가입자 거주 건물까지 광케이블을 포설하는 FTTB(Fiber To

The Building), 수요 밀집지역(대개 300m 이내)까지 광케이블을 포설하는 FTTC(Fiber To The Curb), 가입자 댁내까지 광케이블을 포설하는 FTTH(Fiber To The Home) 등이 있다.

최근 초광대역화, 융합화, 지능화 등 미래 방송통신융합서비스 요구사항을 충족시킬 수 있는 네트워크 환경이 요구됨에 따라 급속히 증가되는 인터넷 트래픽을 효율적으로 수용하기 위한 기반 마련이 필요한 시점이다. 현재 초고속인터넷을 지원하기 위한 기술로는 xDSL(디지털가입자회선), HFC(CATV망), FTTx 등이 있지만, FTTx를 제외한 다른 기술들은 전송속도 제한, 거리 제한, 보안상의 취약점 등으로 인해 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공하는데 한계를 가지고 있다. 최근에는 멀티미디어 서비스를 지원하는 수준인 50~100Mbps급의 VDSL2(초고속디지털가입자회선) 기술이 보급되고 있고, HFC망에서도 최대 160Mbps급을 지원하는 차세대 기술(DOCSIS3.0)이 개발되었지만 기본적으로 전화선(PSTN), 방송선이 갖는 채널용량의 한계로 인해 주요 통신사업자가 궁극적으로 지향하는 가입자망 인프라는 FTTx로 귀결되고 있다. 즉, FTTx는 미래 방송통신 환경을 충족시켜줄 수 있는 가장 궁극적인 가입자망 기술로 평가받고 있다.

FTTx 서비스 제공을 위한 망 구성은 서로 다른 형태의 다중화 방법을 이용해 다양한 형태의 구조를 가질 수 있는데, 크게 Home Run 방식, AON 방식, PON 방식으로 구분된다.



[그림 2-5] FTTH 구현방식

가. Home Run 방식

Home Run 방식은 P2P(Point to Point) 방식이라고도 부르는데, 트래픽 집중화 장치(예: 이더넷 스위치)가 위치하는 국사(Central Office)에서 가입자 단말 장치까지 직접 일대일로 광케이블을 연결하는 가장 단순한 구조이다. 각 가입자는 특정 링크(광케이블)를 점유하게 되므로 높은 대역폭을 제공받을 수 있고 또한 높은 보안성을 유지할 수 있다. 하지만 기본적으로 국사에서 맥내까지 2N 또는 N개의 광케이블이 필요하고 장치 측면에서는 2N개의 광 모듈을 필요로 하는 등 망 구축비용이 높으며 광케이블 구축 환경 확보가 쉽지 않기 때문에 FTTH를 보편적으로 구축하기에는 비현실적인 방식이다.

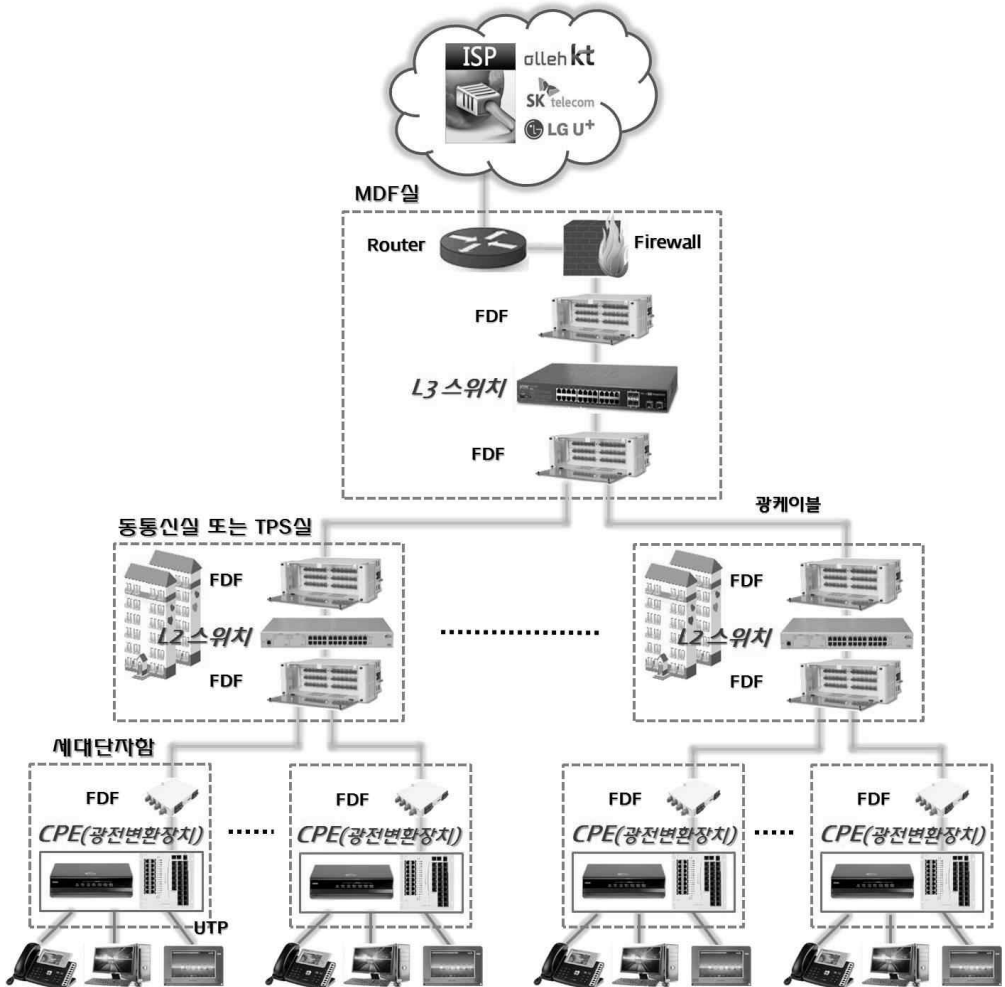
나. AON 방식

AON(Active Optical Network) 방식은 가입자 지역 내의 적절한 위치에 이더넷 스위칭 기능을 수행하는 능동(Active) 소자(이더넷 스위치)를 수용한 RN(Remote Node)를 배치하고, 이곳으로부터 각 가입자들에게 광케이블을 통해 연결하는 방식이다. 이 방식은 국사에서 RN까지의 연결 구간을 모든 가입자가 공유하는 구조(Point to Multi-Point)이므로 광케이블을 줄일 수 있는 효과가 있다.

AON 방식은 이더넷 패킷을 스위칭함으로써 목적지까지 데이터를 전달하는 방법을 사용하기 때문에 스위칭 노드간에는 점대점의 MAC(Media Access Control) 기능을 수행하게 된다. 이와 같은 방식은 기존의 이더넷 기술을 그대로 채용함으로써 FTTH만의 고유한 MAC 기술이 필요하지 않아 비교적 저렴한 기술이라고 볼 수 있다. 또한 능동소자를 사용하기 때문에 국사에서 가입자까지의 거리가 멀어도 전송 신호 크기를 RN에서 재생시키기 때문에 전송에 문제가 없다. 하지만 외부환경에 능동 소자를 둔다는 점은 운용관리 측면에서 많은 문제를 발생시킨다. 먼저 RN에 전원을 공급해야 하고 RN 설치를 위한 상면을 확보해야 하는 문제가 있다. 또한 외부 환경에 RN이 설치되어 있기 때문에 장애 고장에 대처하기 위한 운용관리 사항이 많다.

AON 방식은 아파트 단지와 같은 공동주택 환경에 적합한 방식으로, 아파트의 집중구내통신실(MDF)에 광 기가비트 스위치와 Triple Play

Service를 위한 각종 서버, 주변장비들을 두고 각 동의 장비실에 광 포트를 가진 고속 이더넷 스위치를 설치해 각종 보안과 자동화용 단말기를 이더넷으로 용이하게 접속할 수 있다.



[그림 2-6] 공동주택 AON 방식 적용 구성도(예)

다. PON 방식

PON(Passive Optical Network) 방식은 AON 방식과 Home Run 방식이 가지고 있는 문제점들에 대한 대안이라고 볼 수 있다. 외부 환경에 능동(Active) 소자를 사용하는 AON 방식과 달리 전원이 필요하지 않는 수동

(Passive) 소자를 사용하는 PON 방식은 국사에서 RN까지 연결되는 단일 광케이블을 분기시켜 가입자들에게 연결하는 방식이다. 이는 광케이블 소요를 억제시킴과 동시에 외부 환경에 능동 소자들을 제거함으로써 FTTH 서비스 제공에 가장 적합한 기술로 평가받고 있다.

PON 방식의 일반적인 구조는 국사에 OLT(Optical Line Terminal)가 설치되고 1:N의 광분배기(Splitter)를 통하여 OLT에 ONT(Optical Network Terminal, 가정용 수신단말) 또는 ONU(Optical Network Unit, 그룹형 수신단말)가 연결되는 형태이다. 예를 들어 32대의 ONT가 공유하는 전송속도가 1Gbps의 PON이라면 1가입자당 최저 30Mbps 정도의 대역을 확보할 수 있다.

기존 FTTH 방식은 백본망에서 가입자까지 일대일 연결방식이었다. 이에 따라 가입자가 어떤 지역에 모여 있는 경우 국사에서 각 가입자까지 광케이블 구간은 대부분 겹치게 되며 이로 인해 관로가 포화되거나 광케이블의 유지보수에 많은 시간과 비용이 소요되었다. 하지만 PON 방식은 일정 거리까지는 하나의 광선로를 설치하고, 그 이후부터는 분배기를 이용하여 여러 개로 회선을 분배함으로써 광케이블의 과다한 소요를 방지하는 동시에 외부 환경에 능동 소자들을 제거함으로써 운용관리 측면에 장점이 있다. 비록 PON 방식을 지원하는 장비 가격이 비싸다는 문제가 있지만 1:N 연결 방식이므로 OLT 사이트의 트래픽 폭주를 줄여주며, 고가의 OLT 장비 비용을 많은 가입자들이 나누어 부담하는 효과를 낼 수 있다.

PON 방식은 시분할 다중접속방식(TDMA)을 사용하는 TDM-PON 방식과 파장분할 다중방식(WDM)을 사용하는 WDM-PON으로 구분할 수 있다.

TDM-PON 방식은 하향으로 모든 데이터들을 브로드캐스팅(Broadcasting)하고 상향으로는 각 가입자가 서로 다른 시간 영역을 사용하는 TDMA 방식을 사용함으로써 데이터간의 충돌 없이 고속의 서비스를 제공하는 기술이다. TDM-PON 방식은 ATM 계열인 A-PON(ATM-PON), B-PON(Broad band-PON) 그리고 G-PON(Gigabit-PON)과 이더넷 계열인 E-PON(Ethernet-PON) 등이 있다.

A-PON 방식은 비디오 전달 능력이 없고 대역폭이 불충분하며 고가의 장비를 사용해야 하는 단점이 있어 이를 위한 보완책으로 B-PON 방식이 개발되었다. B-PON 방식은 ITU-T의 G.983.x 시리즈로 제일 먼저 표준화된 기술로서, 1999년 6월에 NTT가 ATM 전용선 서비스로 상용화하였다. B-

PON 방식은 기존의 모든 전기통신 서비스를 수용하는 것을 목적으로 하며, 전화의 음성이나 모든 이더넷 데이터 신호를 고정 길이인 ATM 셀에 분할하여 전송할 수 있다. 하지만 가변 길이인 이더넷 프레임의 수용 효율 저하로 저비용화가 곤란하고, 대역폭 역시 불충분하다는 단점이 있다.

이를 해소하기 위해, ITU-T가 새로운 국제 표준화 규격으로 제정한 것이 G-PON이다. G-PON 방식은 기존의 모든 전기통신 서비스를 수용한다는 B-PON의 고유 목적은 그대로 살리되, 이더넷 프레임을 효율적으로 수용할 수 있는 프레임 구성을 채택¹¹⁾함으로써 ATM 지원 능력뿐만 아니라 이더넷 프레임의 효율적인 지원이 가능한 방식이다.

2000년대에 이르러 IP 기술을 사용한 장비와 인터넷망이 확산되면서 이더넷 기반의 PON 방식인 E-PON과 관련된 표준화 작업이 시작되었으며 현재는 IEEE 802.3ah로 제정된 상태이다. 국내에서도 마찬가지로 IP 중심의 통신망이 확대되면서 ATM 기반 기술은 가격적인 부담으로 작용했다. 이에 따라 기존 이더넷 기능을 그대로 수용하고 있는 E-PON 방식이 TDM-PON 방식에 많이 적용되고 있다.

E-PON 방식은 가변적인 패킷들을 전달하지만 ATM에 비해 오버헤드(Overhead) 차지 비율이 훨씬 낮아 ATM 계열의 PON 방식에 비해 상당히 높은 전송 속도를 제공할 수 있다. 현재 상용화된 장비들은 상·하향 최대 1Gbps(이론적으로는 1.25Gbps)까지의 속도를 지원할 수 있도록 구현되어 있다¹²⁾.

기본적으로 기존 이더넷의 경우와 같이 브로드캐스팅(Broadcasting) 방식으로 하향 데이터를 전달한다. OLT가 전송하는 모든 프레임은 동시에 모든 가입자 ONT(또는 ONU)에게 전달되고 각 가입자 ONT는 목적지 주소가 자신의 주소와 동일한 프레임은 수신하고 나머지는 폐기한다. 따라서 브로드캐스팅 되는 데이터에 대한 보안 기능이 필요하다.

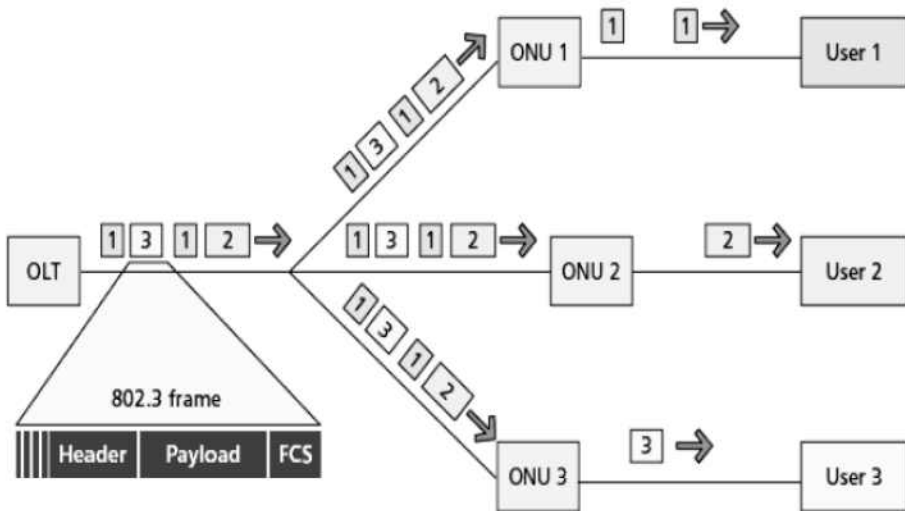
상향 데이터 전송 방식은 하향의 경우와 다르다. 각 가입자 ONT가 전송하는 이더넷 프레임은 광분배기(Splitter)에 의해 OLT로만 전달된다. 따라서 ONT는 다른 ONT가 이더넷 프레임을 전송하고 있는지 아닌지를 알 수 있는 방법이 없다. 이를 위해 E-PON은 TDMA 기반의 MPCP(Multi-Point Control Protocol)를 사용한다.

11) GEM(G-PON Encapsulation Method)이라는 새로운 가변장 프레임에 수용하는 방식을 채택함

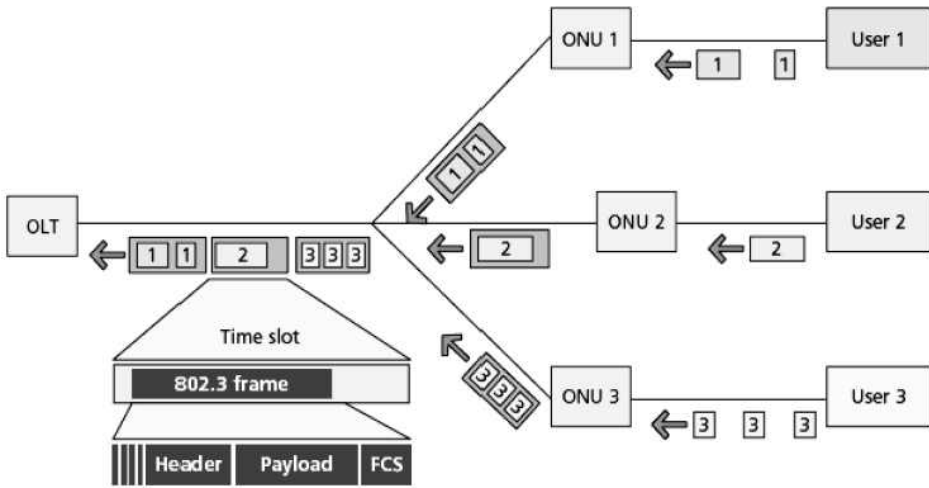
12) 정식 명칭은 E-PON이지만 Gigabit를 강조하기 위해 GE-PON으로 부르기도 함

MPCP는 E-PON 망에서 활성화되는 ONT를 자동적으로 탐지(Auto-Discover)하여 OLT에 등록시키는 기능을 수행하고, 등록된 ONT에 대해 상향 채널을 사용할 수 있는 시간 슬롯(Time Slot)을 할당하는 ‘동적 대역폭 할당(DBA, Dynamic Bandwidth Allocation)’ 서비스를 제공함으로써 상향 데이터 전송을 위한 MAC 기능을 수행한다. MPCP에 의해 각 가입자의 ONT는 자신에게 할당된 시간 슬롯이 시작될 때까지 대기하고, 자신의 시간 슬롯이 시작되면 할당된 시간 슬롯동안 이더넷 프레임을 전송한다. 각 가입자 ONT에 할당되는 시간 슬롯의 크기는 서로 다를 수 있다. 예를 들어 우선순위가 높은 ONT에 대해 큰 시간 슬롯을 할당함으로써 대역폭을 높여 줄 수 있다.

E-PON 방식은 현재 인터넷망에 적용되고 있는 이더넷 기술과 기존 광통신 기술을 결합한 경제적인 기술로 평가되면서 FTTH 구축에 활발 하게 활용되고 있다.



[그림 2-7] E-PON의 하향 데이터 전송 방식



[그림 2-8] E-PON의 상향 데이터 전송 방식

[표 2-9] E-PON, AON 방식 비교

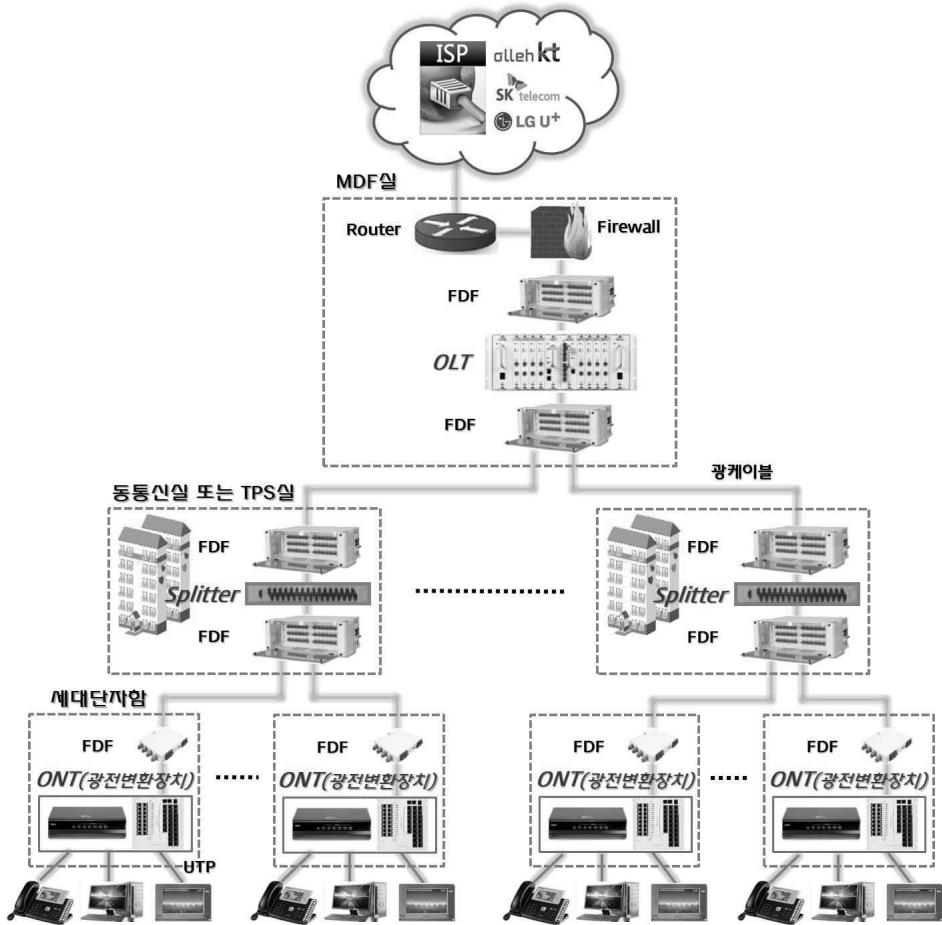
구분	E-PON	AON
장점	<ul style="list-style-type: none"> · 수동 소자 사용에 따른 관리 node 감소로 유지보수 용이 · 향후 솔루션 보편화에 따른 광 트랜시버(transceiver) 가격 하락 기대가 가능하며, 이를 통한 가격 경쟁력 가능성 기대 · 대단위 가입자의 경우, 효율적인 광케이블 설치에 따른 초기 설치비용 저감 · 동시 가입자수가 많더라도 일정 속도를 할당할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> · 국내 reference site에서 검증된 솔루션 · 솔루션 보편화로 스위치 및 광 트랜시버 가격 경쟁력 보유
단점	<ul style="list-style-type: none"> · 국내 reference site 적음 · 솔루션이 보편화되지 않은 관계로 광 트랜시버 고가격으로 인한 제품 가격 상승(AON과 비교시 가격 경쟁력 떨어짐) · 칩셋 호환성 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> · E-PON 대비 관리 node 증가로 유지보수 측면에서 비효율적임 · 1:1 연결에 따른 광케이블 설치 비효율적임 · 동시 가입자수가 많으면 속도 저하
속도	· 각 세대까지 1Gbps 가능	· 각 세대까지 100Mbps

WDM-PON 방식에서 사용하는 파장분할 다중방식(WDM)은 서로 다른 경로상의 다양한 데이터를 하나의 광섬유에 파장을 달리하여 실는 기술이다. 우리나라에서 원천기술을 보유하고 있는 WDM-PON 방식은 각 가입자마다 서로 다른 파장을 사용함으로써 1:N의 공유 구조를 갖는 방식으로 광케이블 연결 구조는 TDM-PON과 유사하지만, 단일 파장을 가입자들이 공유하고 있는 TDM-PON과는 달리 가입자마다 고유의 광 파장을 할당 하여 각 파장을 통해 가입자와 국사간에 논리적으로 점대점(P2P)의 전용채널을 형성한다는 특징을 갖는다. 가입자마다 각기 다른 파장을 사용하기 때문에 높은 전송 속도를 제공할 수 있고 QoS 보장, 광대역 트래픽 처리, 보안성 등에서도 뛰어난 특성을 가지고 있다. 하지만 AON이나 E-PON 방식에 비해 시스템 구축비용이 높으며, 아직 표준화가 진행되고 있다. WDM-PON 방식은 가입자 수용밀도에 따라 DWDM(Dense WDM)과 CWDM(Coarse WDM)으로 구분된다.

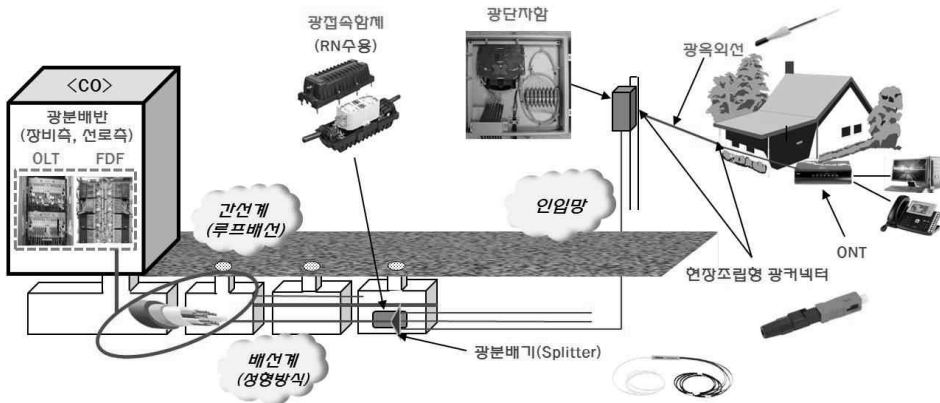
[표 2-10] PON 방식 비교

구 분	B-PON	G-PON	E-PON	WDM-PON
표 준	ITU-T G.983.1 ITU-T G.983.3	ITU-T G.984	IEEE802.3ah	-
속 도 (상/하)	155M 622M/155M 622M, 1.25G	155M, 622M 1.25G 2.5G/1.25G 2.5G	1.25G/1.25G	IL-FP: ~622M RSOA: ~1.25G
기본 프레임	ATM	ATM Ethernet	Ethernet	Transparent
분기율	1:32	1:64	1:32 이상	1:32
거리	< 20km	< 60km	< 20km	-
상향 MAC	TDMA	TDMA	TDMA	WDMA
파장 (상/하)nm	1310/1510 1310/1490	1310/1490	1310/1490 1550	-
기술 이슈	GPON으로 발전	WDM과 결합	10G EPON 개발	WE-PON
채택 국가	미국	미국	일본, 한국	한국 (시범서비스)

※자료 : 10기가 광통신 단말장치 기술기준 도입연구, 국립전파연구원



[그림 2-9] 공동주택 PON 방식 적용 구성도(예)



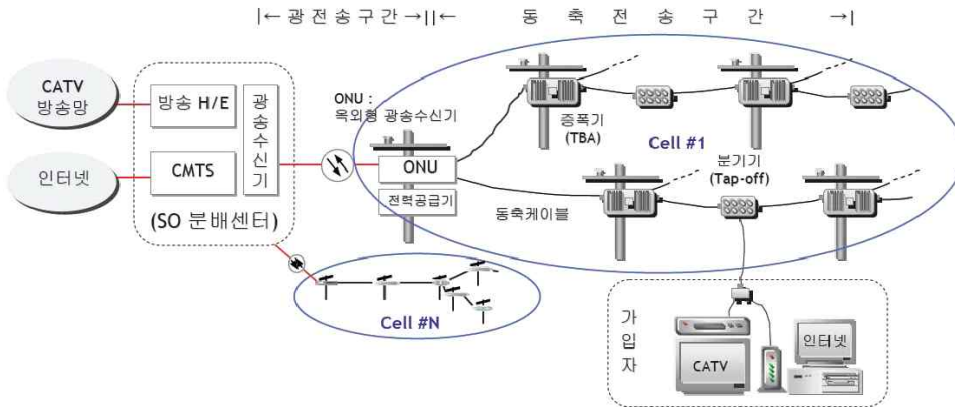
[그림 2-10] 단독주택 PON 방식 적용 구성도(예)

2. HFC

국내 케이블방송(CATV) 사업은 TV 전파 수신에 곤란한 지역의 난시청 해결을 위해 1995년부터 시작되었다. 기존의 CATV 시스템은 기본적으로 지역 방송국(Headend)으로부터 가입자까지 단방향 비디오 분배 시스템으로 구성된다. 따라서 초기 CATV용 동축 케이블 망은 단방향 비디오 전송에 적합하게 구축되었다. 예를 들면 2~3km 마다 설치되는 신호 증폭기의 경우 망에서 가입자로의 하향 신호 증폭기로만 동작하였다. 그러나 현재 CATV 망으로 사용되고 있는 HFC(Hybrid Fiber-Coax) 망은 CATV의 동축 케이블 망의 중앙 부분을 광케이블로 교체하고 양방향 증폭기를 설치함으로써 CATV망의 대역폭을 개선하고 원활한 데이터 송·수신을 가능하게 하였다. 이에 따라 HFC 망은 초고속인터넷 가입자의 폭발적인 증가와 더불어 대표적인 가입자망의 하나로 자리매김하였다.

HFC망은 명칭에서도 알다시피 광케이블(Optical Fiber)과 동축 케이블(Coaxial cable)이 혼합되어 구성된 망이다. 분배센터(국사)에서 옥외형 광송·수신기(Optical Network Unit: ONU)까지는 광케이블을 이용하고 ONU에서 가입자까지는 동축케이블을 이용하여 데이터를 전송하는 HFC 망은 이론상으로는 6MHz 대역폭의 1개 채널당 최대 30Mbps의 전송대역을 지원할 수 있다.

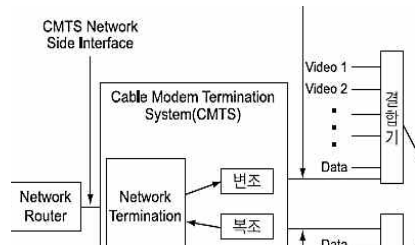
분배센터에서 ONU까지의 광케이블 구간은 Star형(성형)으로 구성되고, ONU에서 가입자까지의 동축케이블 구간은 Tree & Branch형으로 구성된다. 광케이블 구간은 광 송·수신기와 광케이블을 이용하여 상·하향 광 전송선로를 별도로 구성하고, 동축케이블 구간은 간선분기증폭기(TBA)와 수동 소자(분배기(Splitter), 분기기(Tap-Off) 등), 동축케이블을 이용하여 상·하향 전송로를 구성한다. 서비스 구역은 여러 개의 셀(Cell)로 구분하여 시설하게 되는데, 셀 별로 독립된 망이 되며 동일 셀 내의 가입자는 케이블 매체를 공유하게 된다. 즉, 일반적인 LAN과 같이 이웃의 케이블 네트워크 사용자와 대역폭을 공유하는 것이다. 또한 가입자가 증가하게 되면 셀 분할을 하여 분배 센터에서 ONU간 광케이블 및 ONU를 증설하게 된다.



[그림 2-11] HFC 구성도(예)

HFC 방식은 기업이나 가정에 일반적으로 설치되어 있는 기존의 동축케이블을 교체하지 않고서도 광케이블의 일부 특성을 사용자 가까이 전달할 수 있는 장점을 가지고 있다. 대체로 지역 케이블 TV 사업자들의 경우, 케이블 전파 중계소(집중국)로부터 기업이나 가정의 사용자에게 근접해 있는 노드(Node)들에게 서비스하기 위해 광케이블을 사용하고, 이 노드들로부터 개별 기업이나 가정으로 들어가는 부분에는 동축케이블을 사용한다. 또한 서비스 구역이 여러 개의 셀(Cell)로 구분되어 시설되고 셀별 독립된 망으로 구성되어 있기 때문에 가입자 증가시 셀 분할 등으로 즉각 대응이 가능하다. 이에 반해 가입자들이 데이터 송·수신시 동일 채널을 공유하기 때문에 동일한 망을 이용하는 가입자 수가 증가함에 따라 전송 속도가 감소하는 단점이 있다.

한편, DOCSIS(Data Over Cable Service Interface Specification)는 케이블 TV 네트워크인 HFC 망에서 광대역 데이터를 전송하기 위한 규격이다. 인터넷 등 HFC 망에서의 광대역 데이터 전송은 대부분 DOCSIS 규격의 전송장치를 사용한다. 즉, DOCSIS는 HFC 망을 통해 초고속 인터넷 서비스와 같은 데이터 전송을 위해 요구되는 인터페이스 표준 규격이라고 할 수 있다.



[그림 2-12] DOCSIS 전송 시스템 구조

DOCSIS 1.0은 CATV 망을 이용하여 고속 인터넷 서비스가 가능하게 한 최초의 상용화된 국제 표준이다. 당시 가장 빠른 전화 서비스였던 ISDN에 비해 최고 100배까지 빠른 속도를 제공한 획기적인 기술로서 인터넷 탐색이 주류를 이루던 시절이므로 상향과 하향의 속도가 다른 비대칭적 데이터 전송구조로 만들어졌다. 또한, 기술의 보급을 확산시키기 위하여 장비들 간의 상호연동이 쉽도록 공개된 기술을 사용하였고, 사용자가 직접 구매하여 쉽게 설치할 수 있도록 별도의 설치과정이 필요 없는 저전력 소모의 케이블 모뎀에 관한 내용이 포함되었다. 우리나라는 1998년, 두루넷(現 SKB)이 모토로라의 비표준 모뎀인 Cyber SURF 모뎀으로 서비스를 개시하였다.

DOCSIS 1.1은 케이블 TV 사업자들이 케이블 TV 망을 이용한 전화서비스 (VoIP) 등의 새로운 부가 서비스를 제공하기 위해 시작되었다. 전화와 같은 실시간 서비스를 제공하기 위해서는 DOCSIS 1.0에서 고려하지 못했던 새로운 기능이 필요하게 되었다. 예를 들면, 전화를 통화하는 중에 사용자가 많아지거나 다른 사용자가 대용량의 데이터를 다운로드 받는 등의 이유로 데이터 처리량이 급격하게 많아지는 경우에 통화가 끊기는 일이 발생하지 않도록 하기 위해 QoS 기능을 지원하게 되었다.

DOCSIS 2.0은 P2P, 영상회의, 원격진료, 원격교육 등의 대칭형 서비스

를 위해 추진되었다. DOCSIS 2.0에서는 잡음에 대한 강인성(Robustness)이 요구됨에 따라 물리 계층의 변복조 방식을 개선하였다. DOCSIS 2.0은 Advanced S-CDMA(Synchronous CDMA)를 사용하여 기존 TDMA 방식보다 잡음에 강하게 하였으며 DOCSIS 1.x 보다 전송속도를 3배 향상시켰다. 또한 A-TDMA(Advanced TDMA)를 사용하여 심벌당 비트 전송률을 높인 방식을 사용한다. 이전 버전에서 상향속도가 최대 10Mbps까지 지원하던 것을 최대 30Mbps까지 지원하는 것이 가장 큰 특징이다.

DOCSIS 3.0의 가장 큰 특징으로는 채널 본딩과 IPv6 지원을 꼽을 수 있다. 채널 본딩이란 6MHz가 필요한 주파수 채널 2~4개를 하나의 채널로 본딩하여 전송하는 것을 말한다. 이러한 채널 본딩의 도입으로 기존 표준에 비해 데이터 속도를 획기적으로 향상시키는 것이 가능하면서 최소 하향 160Mbps, 상향 120Mbps의 전송속도를 제공한다. 또한, IPv6는 128비트의 주소체계를 말하는데, DOCSIS 3.0이 IPv6를 지원함에 따라 케이블망을 통한 다양한 IP 기반의 서비스 제공이 가능하게 되었다. 케이블 사업자들은 FTTx 대비 느린 속도로 인해 저가 서비스로 승부할 수밖에 없었지만, DOCSIS 3.0을 통해 FTTx 상품과 직접 대결 가능한 솔루션을 확보할 수 있게 되었다.

[표 2-11] DOCSIS(케이블 모뎀) 규격 특징

구 분	특 징	속 도(Mbps)
DOCSIS 1.0	<ul style="list-style-type: none"> · 케이블 모뎀의 최초 표준 · 케이블 TV 망을 이용한 데이터 전송 (Best Effort) · 비대칭형 서비스 제공 · SNMP 및 원격 소프트웨어 다운로드 지원 	상향 : 최대 10 하향 : 최대 40
DOCSIS 1.1	<ul style="list-style-type: none"> · DOCSIS 1.0 호환 · VoIP 등 부가서비스 제공을 위한 QoS 보장 · 보안기능 강화, CM 인증기능, SNMP v3 지원 	상향 : 최대 10 하향 : 최대 40
DOCSIS 2.0	<ul style="list-style-type: none"> · DOCSIS 1.0/1.1 호환 · 상향대역 확장에 따른 대칭형 서비스 제공 · 새로운 변조방식(A-TDMA/S-CDMA) 지원 	상향 : 최대 30 하향 : 최대 40
DOCSIS 3.0	<ul style="list-style-type: none"> · 채널 본딩을 통한 훨씬 넓은 대역폭 제공 · IPv6 지원 · 멀티캐스트 QoS 지원 등 	상향 : 최소 120 하향 : 최소 160

3. xDSL

DSL(Digital Subscriber Line)은 기존의 전화선을 이용하여 디지털 데이터를 고속으로 전송하는 기술이다. DSL 등장 이전에 많이 사용했던 모뎀은 데이터 신호를 아날로그 신호로 변조해 전송하는 방식이다. 이 방식의 문제는 POTS (Plain Old Telephone Service) 회선을 이용하기 때문에 최대 전송속도가 56Kbps이며, 이 속도로는 멀티미디어 애플리케이션을 전송하기에는 역부족이었다.

DSL 기술은 가입자 댁내까지 연결된 전화회선이 음성 전송을 위해 해당 매체의 전송 능력 중 극히 일부인 4KHz(30~3,300Hz) 대역만을 사용하고 있다는 점에 착안, 보다 높은 주파수의 신호를 전달할 수 있다는 사실의 발견에서 비롯되었다. 80년대 중반 공학자들은 기존에 구축되어 있는 가입자 전화선을 사용하여 최대 1.1MHz까지의 고주파 신호를 무리 없이 전송할 수 있음을 발견하였다. 그리고 2000년대에 들어와 기존 전화선을 이용하여 2.2MHz까지의 신호를 전송할 수 있는 새로운 기술이 개발되었다. 즉, DSL은 기존의 전화선을 통한 고주파 대역 신호 전송 기술을 이용하여 디지털 데이터를 고속으로 전송하는 기술이다.

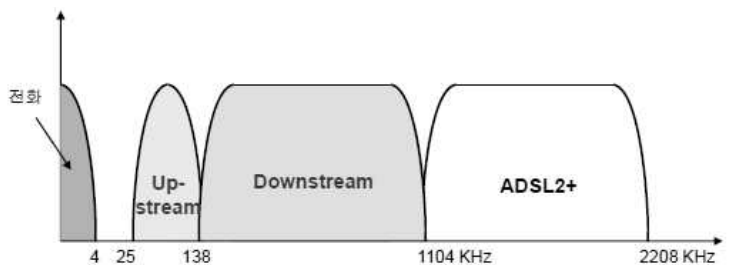
DSL 기술은 전송 속도나 상·하향의 대칭성에 따라 ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line), VDSL(Very high-data rate Digital Subscriber Line), SDSL(Symmetric Digital Subscriber Line) 등 다양하게 분류되며, 이러한 기술을 총칭해 xDSL이라고 한다.

ADSL은 아날로그 음성신호 전송 대역(0~4KHz)과 충분히 떨어진 25KHz에서 1104KHz까지의 주파수 대역을 디지털 데이터 전송에 사용하는 기술이다. 이 대역 중에 138KHz 이하의 대역은 가입자로부터 망으로의 상향(Upstream) 데이터 전송에 사용하고, 138KHz~1104KHz까지는 하향(Downstream) 데이터 전송에 사용한다. ADSL은 상향에 비해 하향에 보다 큰 대역폭을 할당함으로써 하향 데이터 전송 속도(최고 약 8Mbps)가 상향 속도(최고 약 800Kbps)에 비해 훨씬 빠른, 비대칭적인 속도를 지원한다. 이는 ADSL 기술 표준이 상향 대비 하향의 데이터량이 훨씬 많은 주문형 비디오 서비스(VoD)에 초점을 맞춰 개발되었기 때문이다. 비록 주문형 비디오 서비스가 예상대로 활성화 되진 않았지만 인터넷 서비스의 데이터 흐름도 주문형 비디오와 매우 유사한 특성을 가지므로 ADSL이 인터넷 접

속에 유용하게 활용되었다. 2000년 이후에도 ADSL 기술은 계속 발전하였으며, 최대 2208KHz까지의 주파수 신호를 이용하여 보다 빠른 속도를 지원하는 새로운 표준 기술(ADSL2+)이 개발되었다.

ADSL 서비스가 활성화됨에 따라 전달되는 데이터의 종류도 영상 및 음성을 통합한 멀티미디어로 점점 변화하였으며, 가입자는 좀더 안정된 환경에서 높은 전송대역을 요구하게 되었다. VDSL(Very High Speed DSL) 기술은 이러한 요구사항에 부합되고 FTTH(Fiber To The Home)으로의 진화에 가장 적합한 차세대 DSL 기술로 대두되었다.

전화국에서부터 가입자까지의 기존 전화선을 그대로 사용하는 ADSL 기술과 달리, VDSL 기술은 약 1Km 이내의 짧은 전화선을 이용하여 최대 12MHz까지 아주 높은 주파수 대역의 신호를 통해 최대 52Mbps의 디지털 데이터 전송 속도를 지원할 수 있도록 개발된 기술이다. VDSL은 VADSL 혹은 BDSL(Broadband DSL)이라고도 부른다. 이는 VDSL이 선로 거리는 짧지만 ADSL 보다 더 빠른 데이터 속도를 비대칭 송·수신하는데 사용되기 때문이다. 짧은 거리 제약 때문에 VDSL 기술은 아파트와 같은 집단 거주 빌딩 내에서 주로 사용되었다.



<ADSL 주파수 대역>

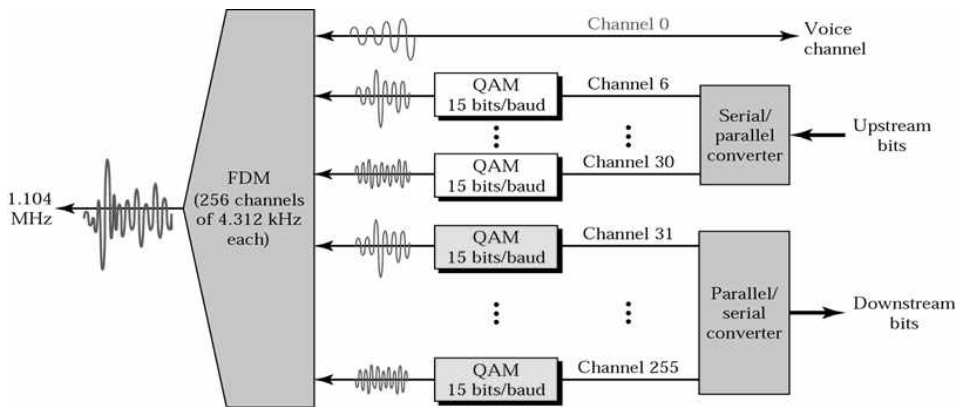


<VDSL 주파수 대역>

[그림 2-13] ADSL과 VDSL 주파수 대역

DSL 기술의 핵심은 변조(Modulation)에 있다. 현재 DSL에 사용되는 변조 방식은 DMT(Discrete Multitone modulation), CAP/QAM(Carrierless Amplitude-Phase modulation/Quadrature Amplitude Modulation) 등이 있다. ADSL과 VDSL은 전화선의 상태에 따라 최적의 신호 전송 능력을 확보하기 위해 QAM¹³⁾과 FDM¹⁴⁾이 결합된 DMT 변조 기술을 사용한다. ADSL에서 DMT 변조 기법은 아래 그림과 같이 1.104MHz 주파수 대역을 상호 간섭을 일으키지 않는 4.312KHz 단위의 256개 채널로 나누어 주는 멀티 캐리어 기술로서, 각각의 채널에 독립적으로 신호를 변조함으로써 디지털 데이터를 전송한다. ADSL 초기화 과정에서 각 채널의 상태를 시험하여 신호의 누화 정도와 잡음 정도를 검사한다. 만약 특정 채널의 상태가 아주 좋지 않으면 해당 채널은 사용하지 않는다. 그리고 채널의 상태에 따라 신호 레벨을 달리 적용하여 신호당 전송 비트 수를 조절함으로써 안전한 데이터 전송을 실현한다.

전화선의 길이가 길어지면 누화가 심하기 때문에 채널의 상태가 나빠지게 된다. 따라서 DSL에서는 전화선의 길이에 따라 데이터 전송 속도가 떨어지는 특성을 가진다.



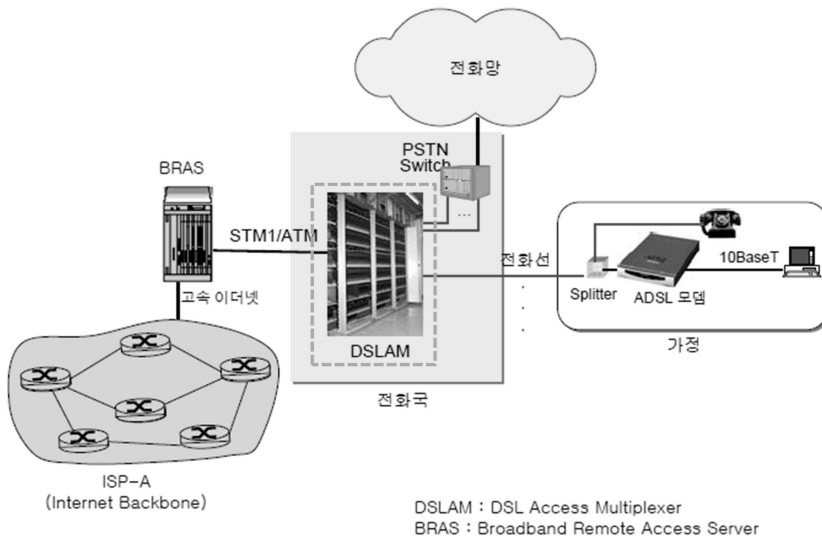
[그림 2-14] DMT 변조 기법

13) Quadrature Amplitude Modulation 직교 진폭 변조

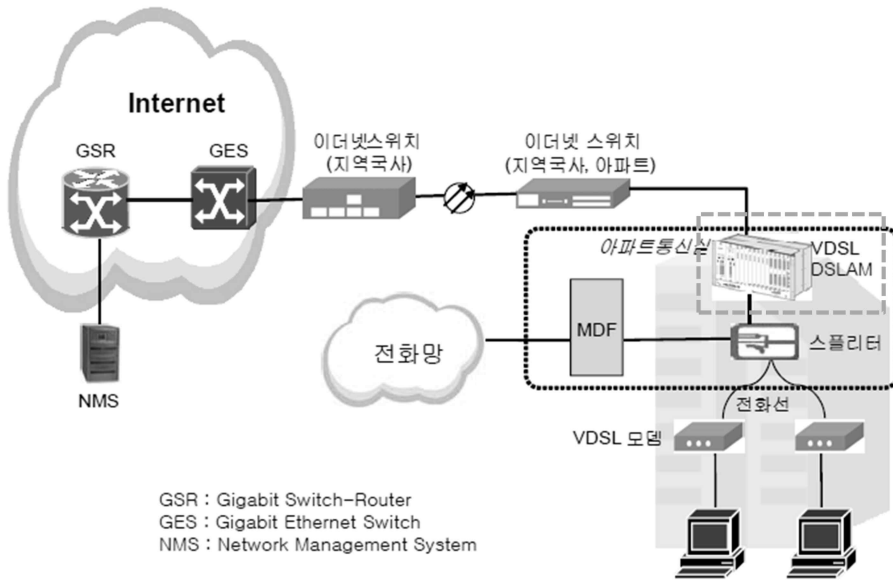
14) Frequency Division Multiplex 주파수 분할 다중 전송 방식

단일 캐리어 방식인 CAP/QAM은 입력되는 데이터를 QAM과 같이 단일 반송파를 사용해 변조한 후 전화선에 실어 보내지만, 반송파 자체는 전송 전에 압축해 보내지 않는다. 이 방식은 구현이 단순해 전력 소모 등 비용 효율이 우수하지만, 각종 신호의 간섭이나 잡음에 취약한 전화 선로의 특성상 전송 속도 대비 전송 거리에 대한 자동 적응 능력 등에서 기술적 한계가 존재한다.

ADSL 시스템은 기본적으로 가입자의 단말(PC)를 ADSL 망과 연결하는 ADSL 모뎀과 가입자 회선으로부터 입력되는 데이터를 다중화 기술을 사용하여 고속 백본 회선에 전송하는 DSLAM(DSL Access Multiplexer)으로 구성된다. 통상 전화국의 전화 교환기 전단에 위치하는 ADSL DSLAM과 달리 VDSL DSLAM은 전화선의 길이 제약으로 인해 아파트와 같은 집단 주거 빌딩 내 특정 위치에 위치한다. 일반적으로 이더넷 스위치 형태로 구현되는 VDSL DSLAM은 광케이블을 지원하는 DSL 집선(이더넷) 스위치에 연결되고, DSL 집선 스위치는 다시 광케이블을 통해 기가비트 이더넷 스위치 등 고속 스위치와 연결되는 구조를 가진다. 가입자 전화선을 통해 VDSL 데이터와 동시에 전달되는 전화 신호는 스플리터를 통해 통신실의 분배반(MDF)에 연결되어 기존 전화망으로 전달된다. VDSL 모뎀은 보편적으로 100Base-T 이더넷 인터페이스를 통해 가입자 장치와 연결된다.



[그림 2-15] ADSL 구성도(예)



[그림 2-16] VDSL 구성도(예)

제3절 인터넷설비 설계기준 15)16)

1. 일반사항

가. 개요

- 1) FTTH의 설계범위는 국사내의 OLT로부터 RN(Remote Node, 광분배기)을 거쳐 가입자 맥내의 ONT가 설치되는 위치까지로 한다.
- 2) 대상지역은 투자비 측면에서 가입자 밀집도가 높은 지역, 유희 광섬유 심선이 충분히 남아있는 간선망 Coverage, 지하관로, 가공선로, 건물배관 등의 상태가 양호한 지역 등을 고려하여 선정한다.
- 3) FTTH 설계는 전송방식별 OLT 및 ONT, 배선구역별 적용되는 광케이블 구조와 특징 등을 충분히 이해하여 확장성, 신뢰성, 유지보수성 등을 고려한다.
- 4) FTTH 서비스 수요에 대응하고 신뢰할 수 있는 광전송망 구축공사가 될 수 있도록 정보통신분야에 경험이 풍부한 기술자를 선정하여, 현지조사, 선로설계, 선로공사, 응급복구 및 보수 등에 대처할 수 있도록 한다.

나. OLT

- 1) OLT는 국사내 가입자 전송실 등에 설치하는 것을 원칙으로 하며, 장비가 정상적으로 동작되도록 상면확보 등 국사내 환경조건을 갖추어야 한다.
- 2) 전송실내 상면은 향후 가입자 수요에 대비한 OLT의 증설, PON 전송방식 등을 고려하여 가능한 동일한 위치에 장비별로 집결되어 설치하도록 한다.

다. RN(Remote Node) 및 ONT

- 1) RN 확보, ONT 설치를 위해 주민의 민원이나 관공서와의 협조(승인, 허가 등)가 이뤄지도록 하여야 하며, 가입자 맥내 ONT, 전원공급, 광

15) PON 방식을 적용한 FTTH 설계를 대상으로 함

16) KICA(2012), '광선로 구축 표준공법(설계기준)' 인용 및 재구성

케이블 인입 등을 위해 가입자의 민원이 발생하지 않도록 충분히 협조되어야 한다.

- 2) 건물내 광케이블 인입 및 성단, 광분기함(광단자함) 설치, 가입자택내 ONT, 광케이블의 배선 등으로 인한 사유재산의 피해를 최소화하여야 하며, 건물주, 가입자들과 충분한 협의로 민원이 발생하지 않도록 하여야 한다.
- 3) ONT, 광분기함(광단자함) 등은 옥외환경에 직접 노출되기 때문에 옥외 환경조건(온도: $-20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$, 습도: 10~90%, 소음: 45dB 이하, 방충/방진 등)에서도 정상적인 동작이 가능한 것을 선정한다.
- 4) RN은 가입자 수요가 발생할 지역의 설치환경에 따라 맨홀, 전주, 구내, BBx¹⁷⁾ 등으로 한다.
- 5) E-PON 방식은 스플리터(Splitter)를 사용하여 광신호(하나의 광파장)를 분배하며, 시스템 단위별 최대 32분배를 초과할 수 없다. 또한 각각의 RN에서 1단 또는 2단 분배(예, 1단 분배: 1×4분배, 2단 분배: 1×8분배, 1×8분배, 1×8분배, 1×8분배)로 설계가 가능하며, 가입자 분포에 따라 스플리터 분배수 및 분배비율을 결정한다.
- 6) WDM-PON 방식은 파장분리기를 사용하여 광파장(여러 개의 광파장)을 분배하며, DWDM 방식은 최대 32분배, CWDM 방식은 최대 16분배를 초과할 수 없다. 또한 각각의 RN에서는 1단 분배로 설계가 가능하다.
- 7) 단위배선구역 광선로망의 광손실을 ONT별로 산출하고, OLT 및 ONT의 허용 송·수신 기준과 비교하여 광선로 허용손실을 확보한다.

라. 광케이블(광선로)

- 1) 광케이블은 배선구역별(간선망, 배선망, 인입망)로 구조를 달리하며, 간선망은 다심 광케이블, 배선망은 소심 광케이블, 인입망은 광옥 외선 또는 세경 광케이블 등으로 선정한다.
- 2) 광선로의 안정성, 경제성, 운용성 및 도시 재개발 등의 장래계획을 종합적으로 감안하여 단위배선지역에 최대 광섬유심선을 시설할 수 있도록 최적의 배선루트를 선정한다.

17) 옥외용 통신장치 수용구조물

2. 세부사항

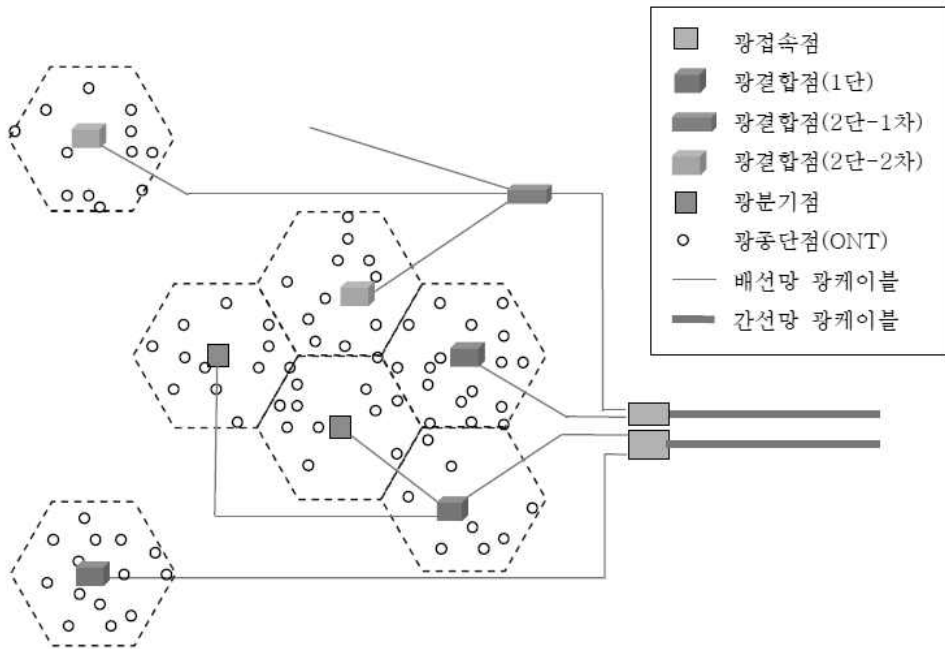
가. 단위배선구역 셀(Cell) 지역 선정

1) 일반거주 지역

- 가) 지형 및 기초시설물의 형태를 고려하여 단위배선구역을 설정한다.
- 나) ONT는 국사로부터 20km 이내가 되도록 하고, 광전송장치(OLT, 광분배기, ONT, 광케이블 등)의 허용 광손실 마진을 고려하여 수용 가입자의 거리를 결정한다.
- 다) 단위배선구역은 RN으로부터 가입자 ONT 이후가 되며, 한 개의 시스템이 제공하는 서비스 영역들로 결정된다.
- 라) 단위배선구역의 크기는 주로 시스템이 제공하는 용량(가입자 채널 숫자)에 의해 결정되나, 향후 가입자의 증가와 돌발수요 등을 고려한 광대역서비스 수용률과 향후 경제성을 동시에 고려하여 결정하여야 한다.
- 마) 단위배선구역의 규모와 영역은 시스템의 OLT가 설치된 국사로부터 RN 또는 가입자 ONT까지의 거리 및 해당 구간의 기초시설물의 형태를 고려하여 설정한다.
- 바) 단위배선구역의 반경은 OLT로부터 ONT까지의 광선로의 손실과 시스템의 운용마진의 합이 고려된 총 손실이 각 시스템 채널의 이득 이내에 위치하도록 결정되어야 한다. 이 때, 광선로의 손실에는 광케이블 손실, 접속 손실, 분기 손실 및 광커넥터 삽입손실 등이 포함되며, 시스템의 가입자 채널별로 계산되어야 한다.
- 사) 단위배선구역의 설계는 일반적으로 가입자 발생분포에 따라 지역을 각 단위배선구역으로 나눈 후, 그 원의 중심에 RN을 위치시켜 설계하고, 가입자의 수요예측과 수용변경 등에 따른 최적의 RN 위치를 선택한다.
- 아) 단위배선구역 설계시 RN을 둘 수 있는 환경은 맨홀, 전주(벽면), 구내, BBx 등으로 제한을 받기 때문에 RN을 중심으로 인근 지역의 가입자를 수용하는 것을 원칙으로 한다. 부득이한 경우, 전주를 건축하여 단위배선구역을 선정할 수 있다.
- 자) 단위배선구역 설계는 구역 내의 RN 위치, RN에 설치할 광분배기의 수용방법 등도 병행하여 검토한다. 향후 구역의 확장과 추가 가입자

확보가 예상되는 지역에는 기 운용중인 구역과는 별도의 구역을 설계할 수 있으며, 구역의 RN은 동일 위치로 할 수 있다.

- 차) 단위배선구역 설계시 각각의 구역이 중첩될 수도 있으며, 가입자가 없는 지역의 경우 Blind Spot(사각 지대) 발생을 최소화하도록 한다.
- 카) 향후 가입자 확보 및 확장을 고려하여 최초 시설시 RN의 16, 32채널(분배) 이하의 지역에 대해서도 단위배선구역을 별도로 설계할 수 있으나, 수요예측과 확장성을 충분히 고려하여야 한다.
- 타) WDM-PON에서는 단위배선구역 범위 내에서 가입자별 파장을 할당하고, OLT의 채널별 파장을 설계한다.



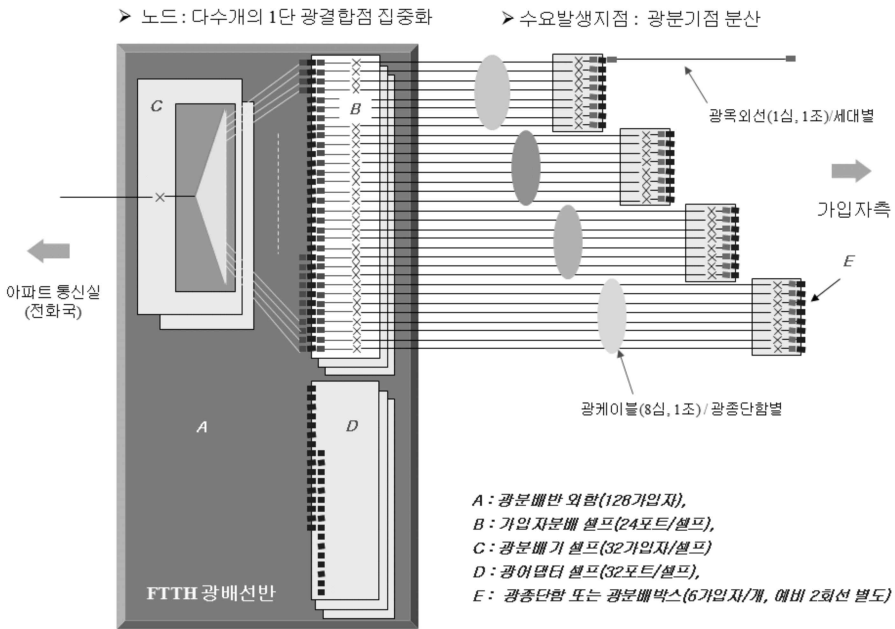
[그림 2-17] FTTH 단위배선구역의 설계(예)

나. 집단거주 지역

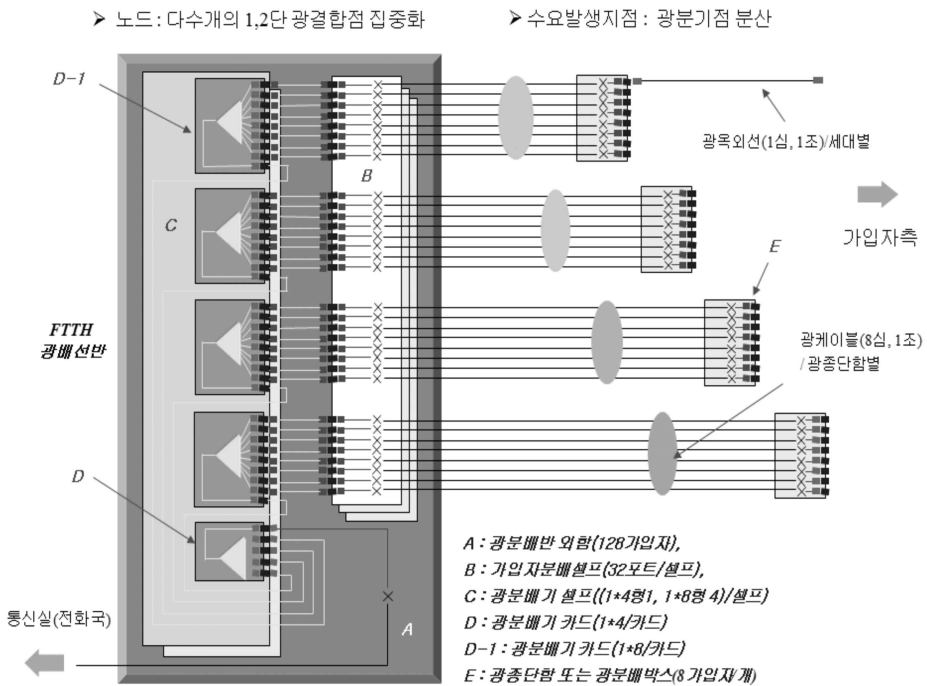
- 1) 가입자 분포가 집중된 건물 내 가입자 수용은 건물을 하나의 단위배선구역으로 선정할 수 있으며, 가입자가 단위배선구역의 최대 채널수(분배수)를 초과하는 경우에 하나의 건물을 수 개의 구역으로 설계할 수 있다.
- 2) 가입자의 개통작업을 용이하게 실시하고 수요변동 및 산발적인 가입자의 수요발생에 따른 대처가 용이하며, 가입자의 회선 증설을 신속하고 간단한 방법으로 시행할 수 있도록 광선로망을 구축한다.
- 3) RN 위치 및 수량, 분배방법 등에 따라 1단 집중배선법, 다단 집중배선법, 다단 분산배선법 등의 집단거주 지역 배선법이 있으며, 각각의 배선법은 단위배선구역단위로 구축된다.
- 4) 집단거주지역이나 특등급 아파트에 FTTH 서비스를 제공하는 경우에는 집단거주지역배선법을 적용하여 설계한다.

[표 2-12] 집단거주 지역 배선법

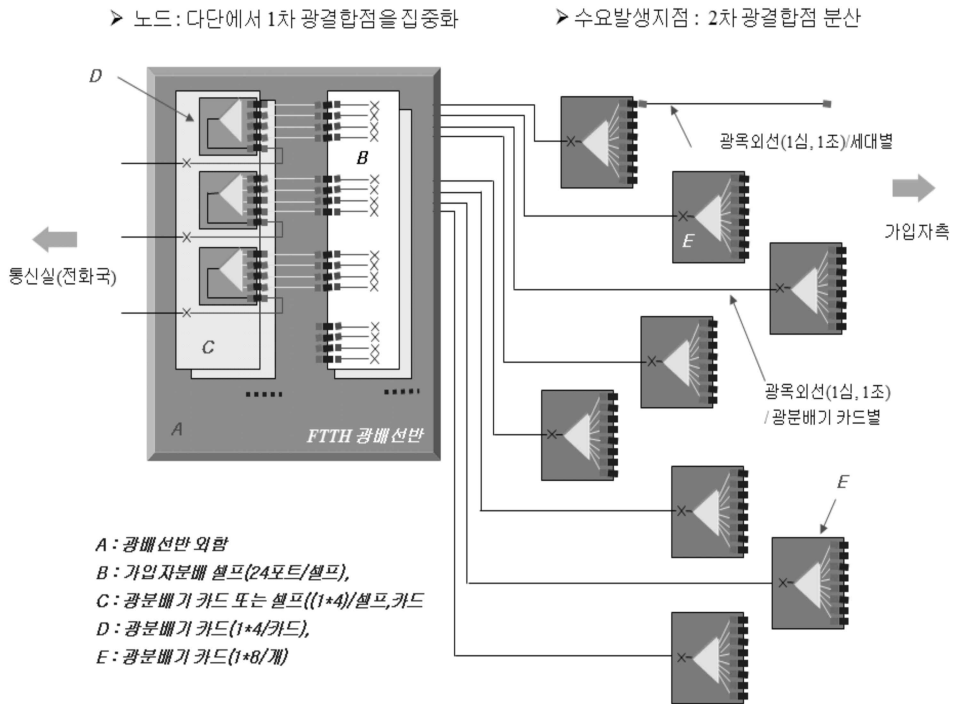
구 분	특 징
1단 집중배선법	<ul style="list-style-type: none"> - 노드에 RN을 1단으로 구성하며, 단위배선구역별 1단 RN을 집중화하여 운용하고, 광분기점은 수요발생지점에 분산하여 가입자를 수용하는 배선법 - RN에서 설치된 1단 광분배기들은 가입자 수요에 대해 공용 대응 - RN에 1차 광분배기 카드들을 집중 설치하고, 소규모 단위 수요발생지점을 분기점으로 하여, 광중단함을 설치하고 광중단함에서 광옥외선 등을 연결하여 가입자들을 수용
다단 집중배선법	<ul style="list-style-type: none"> - 노드에 RN을 다단으로 구성하며, 단위배선구역별 다단 RN을 집중화하여 운용하고, 광분기점은 수요발생지점에 분산하여 가입자를 수용하는 배선법 - RN에 설치된 1,2단 광분배기들은 가입자 수요에 대해 공용 대응 - 1,2차 RN에 1,2차 광분배기 카드들을 집중 설치하고, 소규모 단위 수요발생지점을 분기점으로 하여, 광중단함을 설치하고 광중단함에서 광옥외선 등을 연결하여 가입자들을 수용
다단 분산배선법	<ul style="list-style-type: none"> - 노드에 RN을 다단으로 구성하며, 단위배선구역별 1차 RN은 집중화하여 운용하고, 2차 RN은 수요발생지점에 분산하여 가입자를 수용하는 배선법 - RN에 설치된 1차 RN의 광분배기들은 2차 RN 수요에 공용 대응 - 1차 RN에 1차 광분배기 카드들을 집중 설치하고, 소규모 단위 수요발생지점을 2차 RN으로 하여, 2차 광분배기가 수용된 광분배기 카드를 설치하고 광옥외선 등을 연결하여 가입자들을 수용



[그림 2-18] 1단 집중배선법



[그림 2-19] 다단 집중배선법



[그림 2-20] 다단 분산배선법

다. RN(Remote Node) 위치 결정

1) 일반사항

RN을 가입자 지역의 맨홀, 전주 또는 구내에 선정하기 위해서는 가입자 선로환경과 제공할 서비스 수요 및 시스템 구축방법 등 제반 여건을 고려하여야 한다. 또한, 향후 FTTH 광전송장치(OLT, 광분배기, ONT, 광케이블 등)를 증설할 것을 예상하여 설치환경을 조성하여야 한다.

2) 고려사항

가) RN의 적절한 위치를 선정하기 위해서는 다음 사항이 고려되어야 한다.

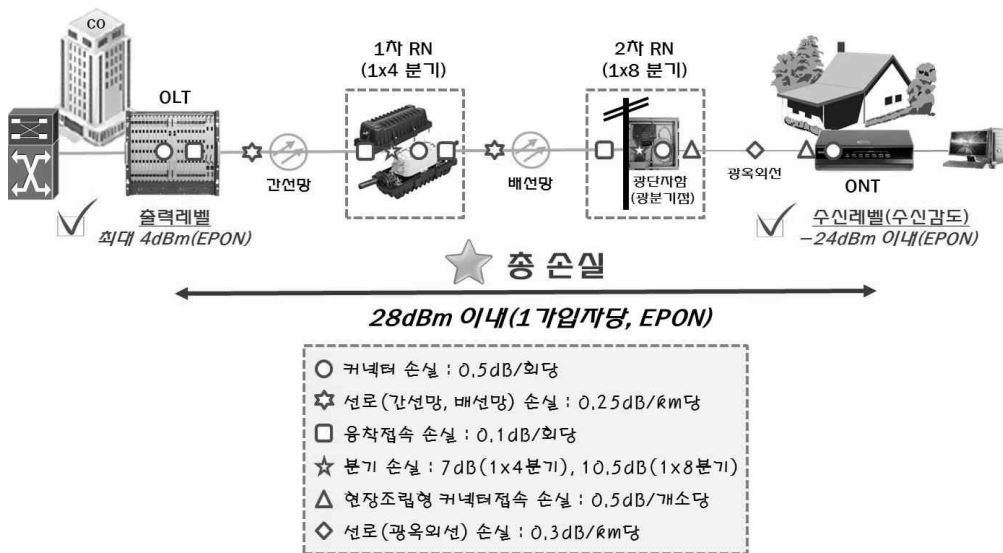
- (1) 서비스 제공지역
- (2) 광케이블 인입
- (3) 기설 관로 및 가공선로 현황, 지하 맨홀 및 전주의 상태
- (4) 설치를 위한 허가사항(구내, BBx 등 → 임대, 점용 등의 협의)
- (5) 단위배선구역의 가입자 수요발생 시점, 가입자 분포, 가입자 증가 등

- (6) OLT에서 ONT간의 최적 거리 확보(광선로 허용손실, 공사비용 최소화 등)
 - (7) 배선망과 인입망의 최적 배선이 될 수 있는 위치
 - (8) 간선망과 배선망의 연결이 용이한 위치
 - (9) 가입자 수요가 발생할 지역에 대해 PON 시스템별 단위 채널 수
- 나) RN은 광분배를 위한 광분배기가 설치되는 위치이며, 지하구간의 맨홀, 가공구간의 전주/벽면, 그밖에 구내, BBx 등이 해당된다. RN이 맨홀인 경우, 광분배기는 다분기 광점속함(OFD)에 수용하며, 전주/벽면인 경우에는 광분기함(광단자함)에, 구내, BBx 등의 경우에는 Rack에 수용한다.
- 다) 단위배선구역에서 RN과 광분기점은 혼재할 수 있으며, RN에서 직접 분배가 곤란한 경우에는 RN 이후 광분기점(가공/벽면)을 두어 가입자를 수용한다.
- (1) RN에서 가입자별 광케이블 루트가 확보되지 않은 경우
 - (2) 다수의 가입자가 동일 방향으로 발생한 경우
 - (3) 광점속함이나 광분기함(광단자함)내 수용가능한 케이블 조수가 가입자별 배분되는 광분배기의 최대 분배수보다 작은 경우
- 라) RN 이후의 광분기점은 해당 지역에서의 향후 가입자수 증가를 고려하여 선정한다.
- 마) RN 선정시, RN으로부터 간선망과 배선망의 유휴 광섬유심선의 여부를 확인하여야 한다. 특히 RN에서 가입자에 이르는 배선망의 경우 가입자수에 해당되는 광섬유심선을 많이 요구하게 되므로, 가급적 간선망에 RN을 설치하는 것을 지양한다. 유휴 광섬유심선의 확보가 어려울 시에는 새로운 광케이블을 설치하여야 하며, RN에 간선망 상에 위치할 경우, 간선망에 광케이블을 증설하는 것을 고려한다.
- 바) RN의 위치는 시스템의 이득과 광섬유심선의 설치에 따른 손실 등을 고려하여, 가능하면 RN으로부터 OLT가 커버하는 가입자까지의 거리가 균등한 지점을 선택하도록 한다.

3) 광선로 손실 산정

현재 ‘단말장치 기술기준 제17조의 6(수동형 광선로설비와 단말장치간의 접속)’에서는 기가비트 수동형 광선로설비(G-PON)와 이더넷 수동형

광선로설비(E-PON)의 단말장치와 관련된 수신특성, 송신특성 등을 규정하고 있다. FTTH 구축에 활발하게 활용되고 있는 E-PON 방식에 접속되는 단말장치 기술기준을 살펴보면, 수신기(ONT)의 수신감도는 -24dBm, 송신기(OLT)의 최대 평균 광 출력은 +4dBm 이내를 만족해야 한다. 이는 OLT와 ONT간 광선로 구간의 최대 손실이 28dBm 이내를 만족해야 함을 의미한다. PON 광선로 구간의 주요 손실로는 장비 접속에 따른 커넥터(광점퍼코드) 손실, 심선 접속에 따른 융착접속 손실, 현장조립형 광커넥터접속 손실, 구간(거리)에 따른 선로(간선망, 배선망, 광옥외선 등) 손실, RN 분기에 따른 분기 손실 등이 있으며, 이를 토대로 광선로 전송거리를 산정한다.



※ 이외에 시스템/환경마진 손실이 있으며, 광선로 감시장치 도입에 따른 감시/중단필터 삽입손실 등도 고려해야 함

[그림 2-21] PON 방식을 적용한 FTTH 광선로구간 손실 산정(예)

위 그림(안)을 토대로 광선로 손실을 산정해보면, 광선로(간선망, 배선망)의 길이가 5km인 경우, 커넥터 접속에 따른 손실값 2.0dBm, 융착접속에 따른 손실값 0.4dBm, 선로(간선망, 배선망) 손실값 1.25dBm, 1/2차 분기 손실값 17.5dBm, 현장조립형 광커넥터 접속에 따른 손실값 1.0dBm, 광옥외선 손실값 0.3dBm으로 총 22.45dBm 손실¹⁸⁾이 발생한다. 위 경우, 손

18) 이외에 시스템/환경마진 손실이 있으며, 광선로 감시장치 도입에 따른 감시/중단필터 삽입손실 등도 고려해야 함

실 기준값을 만족하지만, FTTH 전송장치의 가입자간 산출된 광손실이 허용기준치 이상이면 분기수를 조정하거나, 가입자간 거리를 줄여야 한다.

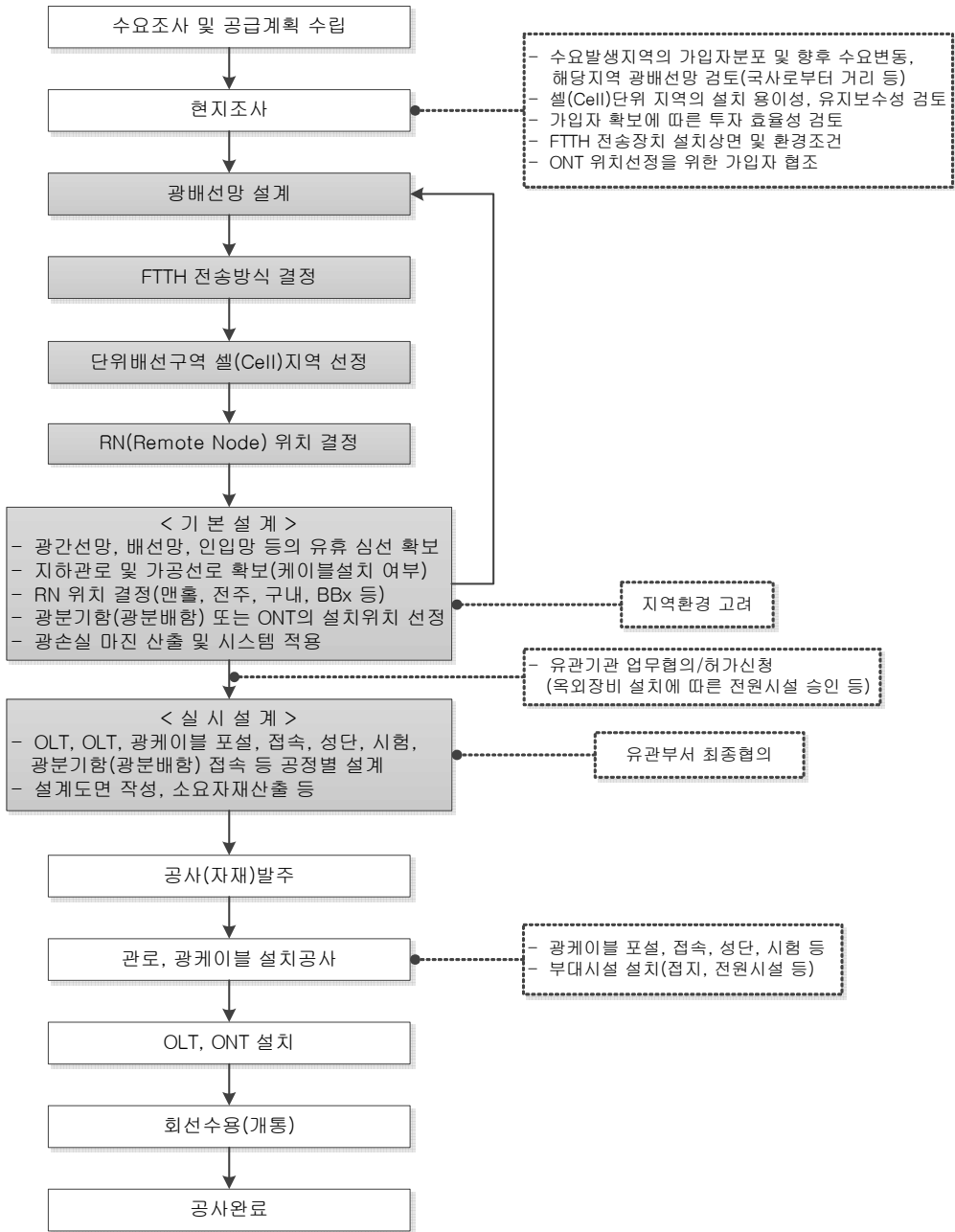
[표 2-13] PON 방식을 적용한 FTTH 광선로구간 손실 산정(예)

구 분	기준값(규격)	적용구간	손실치
커넥터 손실	0.5dBm/회당	4회	2.0dBm
융착접속	0.1dBm/회당	4회	0.4dBm
케이블 손실 (간선망, 배선망)	0.25dBm/km당	5km	1.25dBm
1차 RN(1×4 분기)	7dBm	-	7dBm
2차 RN(1×8 분기)	10.5dBm	-	10.5dBm
현장조립형 광커넥터접속	0.5dBm/개소당	2개소	1.0dBm
케이블 손실 (광옥외선)	0.3dBm/km당	100m	0.3dBm
합 계(총 손실)			22.45dBm

[표 2-14] RN단자 분기 손실치(포트별)

구 분	1×2	1×4	1×8	1×16	1×32
분기수(포트수)	2	4	8	16	32
삽입손실(dB)	3.5	7.0	10.5	14.0	17.5

※ RN은 1분기마다 3.5dB를 기준으로 산출하되, 제조사마다 다를 수 있으므로 반드시 제품스펙 확인



[그림 2-22] FTTH 설계 흐름(예)

제3장 인터넷설비 분류

제 1절 FTTx

제 2절 HFC

제 3절 xDSL

제3장 인터넷설비 분류

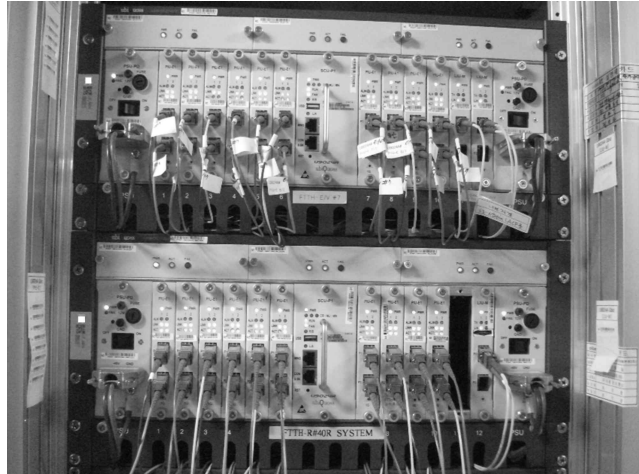
제1절 FTTx

1. OLT

OLT(Optical Line Terminal)는 PON 방식에 사용하는 장비로서, 국사(Central Office) 또는 MDF실(집중구내통신실)내에 설치되어 백본망과 가입자망을 서로 연결해주는 역할을 한다. OLT는 하향의 이더넷 프레임을 PON 방식으로 전/광 변환하여 수동 소자(Splitter 등)로 전송한다. OLT와 대응되어 가입자 구내/덕내에는 ONU/ONT가 설치되는데, OLT는 ONU/ONT에서 전송된 트래픽을 집선하여 국사로 전송하거나 반대방향의 트래픽을 처리해주는 역할을 한다. ONT 상호간에는 직접적인 통신을 하지 않으며, OLT 제어를 통해서만 통신이 가능하다.



[그림 3-1] OLT 형태



[그림 3-2] Rack내 OLT 실장(예)

2. Splitter

Splitter(광분배기)는 하나 또는 두 개의 광신호를 N개(2, 4, 8, 16, 32, 64)의 경로로 분기하는 기능을 수행하는 광 수동(Passive) 소자로서, PON 방식의 광네트워크 시스템 구축을 용이하게 한다. 스플리터는 카세트형, 랙 장착용, 모듈형 등 다양한 형태로 적용이 가능하다.



[그림 3-3] Splitter(PON) 형태

3. ONU

ONU(Optical Network Unit)는 일반적으로 Hybrid FTTx 구성시 주거용 가입자 밀집 지역의 중심부에 설치하는 소규모의 옥외/옥내용 광통신 장치를 말한다. 광대역 통신에서 가입자와 망과의 분계점으로서 가입자망

인터페이스(UNI) 역할을 담당한다. 과거에는 점대점(1:1) 연결로 되어 있었으나, PON 방식에서는 가입자와 점대다(1:多) 형태로 연결이 가능하다. 업무용 건축물, 관공서 등에 적용되는 PON 방식의 분계점에서 가입자의 집선 및 분배 역할을 수행할 때 적용되며, 종류로는 L2 스위치, DSLAM 장치 등이 있다.



[그림 3-4] L2 스위치 형태



[그림 3-5] DSLAM 장치 형태

4. ONT

ONT(Optical Network Terminal)는 국사(CO)로부터 광케이블이 가입자 덕내 또는 사업자 구내까지 확장 포설되어 최종적으로 종단되는 장치를 말한다. 최종 종단 장치로 PC와 연결할 수 있는 일명 광 모뎀(Modem)이라고도 한다.



[그림 3-6] ONT 형태

5. FDF(OFD)

FDF(Fiber Distribution Frame, 광분배함)는 옥외 또는 옥내용 광케이블로부터의 단말처리(융착작업) 부분을 어댑터를 사용하여 취부판에 고정

함으로써 충격 등 외부의 영향으로부터 안전하게 보호하는 함체이며, 광점퍼코드를 이용하여 광단국장치(네트워크 단말장치)로 분기시키는 역할을 한다. 광케이블과 광전송장치간 상호연결, 절체하기 위해 어댑터 취부판, 광섬유 접속판 및 광점퍼코드를 저장할 수 있다.



[그림 3-7] FDF(OFD) 형태

[표 3-1] FTTx 구축(공동주택) 주요 자재

구분	접속 자재	역할 및 기능
집중구내 통신실	캐비닛 랙(Rack)	· 광분배함(FDF) 수납용
	광분배함(FDF)	· 구내간선계 광케이블 접속부 보호 및 여장 처리
	광피그테일	· 구내간선계 광케이블 접속용
구내간선계	광케이블	· 집중구내통신실~동별통신실 연결용
동별통신실 또는 TPS	캐비닛 랙(Rack)	· 광분배함(FDF) 수납용
	광분배함(FDF)	· 구내간선계 광케이블 접속부 보호 및 여장처리 · 건물 또는 수평배선계 광케이블 접속부 보호 및 여장 처리
	광피그테일	· 구내간선계 광케이블 접속용
	RN(1×32) / L2 스위치	· 가입자측 광신호 분기
건물배선계 또는 수평배선계	광케이블	· 동별통신실~세대단자함 연결용
세대단자함	광선로종단장치	· 세대인입 광케이블 접속부 보호 및 여장 처리
	광피그테일	· 세대인입 광케이블 접속용

제2절 HFC

1. CMTS

CMTS(Cabel Modem Terminating System, 케이블 모뎀 종단장치)는 HFC 망이 끝나는 분배센터 내에 위치하는 네트워크 종단장치로서, 양방향 HFC 망을 통해 케이블 모뎀 장비와 인터페이스를 수행하여 외부망과 연결된다. CMTS는 케이블 모뎀과 인터페이스를 위해 다양한 종류의 케이블 모뎀 카드 지원 및 케이블 모뎀 인증을 담당하며, 상·하향 채널의 주파수를 지정하고 채널에 대한 데이터를 암호화한다.

CMTS는 대개 라우터, 변조기, 라인 카드가 조합된 형태로 구성되며, 인터넷/인트라넷 백본 데이터 네트워크와 지역 액세스 케이블 네트워크 간에 고속 통신을 가능하게 한다. 일부 벤더들은 L3 라우터 대신에 L2 브리징과 스위칭 기술을 사용하여 CMTS와 분산된 라우터를 연결한다.



[그림 3-8] CMTS 형태

2. 광 송신기

광 송신기(OTX: Optical Transmitter)는 분배센터의 변조기 또는 CMTS의 Up-Converter로부터 전송되어진 RF 신호를 광 신호로 변환하여 옥외형 광 송·수신장치(ONU)로 전송하는 장치이다.



[그림 3-9] 광 송신기(OTX)
형태

3. 광 수신기

광 수신기(ORX: Optical Receiver)는 ONU로부터 분배센터로 상향 전송된 광 신호를 RF 신호로 변환하여 CMTS, 망 감시 시스템(NMS) 등으로 전송하는 장치이다.



[그림 3-10] 광 수신기(ORX)
형태

4. ONU

ONU(Optical Network Unit, 옥외형 광 송·수신장치)는 하향(Downstream) 전송의 경우, 광 송신기로부터 전송되어진 광 신호를 RF 신호로 변환하여 능동 또는 수동 소자로 전송하며, 상향(Upstream) 전송의 경우, 능동 또

는 수동 소자로부터 전송되어진 RF 신호를 광 신호로 변환하여 광 수신기로 전송하는 장치이다.



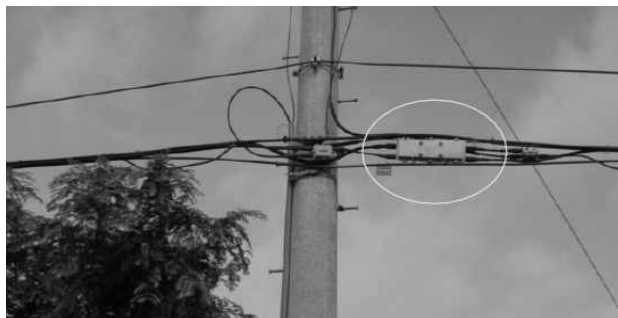
[그림 3-11] ONU(옥외형 광 송수신장치) 형태

5. TBA

TBA(Trunk Bridge Amplifier, 간선분기증폭기)는 동축케이블 선로에 사용되는 증폭기로서, 상·하향 신호 손실을 보상하며 2개 이상의 신호를 분배하는데 사용하는 장치이다. 즉, 상·하향 신호를 증폭하고 분기하는 기능을 한다.



[그림 3-12] TBA(간선분기증폭기) 형태



[그림 3-13] TBA(간선분기증폭기) 설치(예)

6. 분배기

분배기(Splitter)는 입력신호를 2개 이상의 신호로 분배하기 위하여 사용되는 장치이다. 이론적으로 2분기의 경우 약 3dB($10\log 2=3.01$), 3분기의 경우 약 4.8dB($10\log 3=4.77$), 4분기의 경우 약 6dB($10\log 4=6.02$)의 분배 손실이 있다.



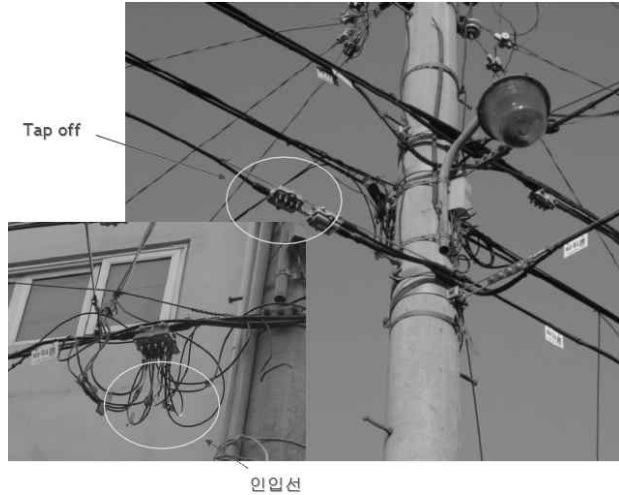
[그림 3-14] 분배기(Splitter) 형태

7. 분기기

분기기(Tap-Off)는 선로의 신호를 가입자에게 분기하기 위하여 사용되는 장치로서, 분기기의 각 단자에 인입선을 연결하여 각 가입자 장치를 HFC 망에 접속한다.



[그림 3-15] 분기기(Tap-Off) 형태



[그림 3-16] 분기기(Tap-Off) 설치(예)

8. 케이블 모뎀

케이블 모뎀(CM)은 케이블 TV 네트워크를 통해 인터넷 상의 정보와 같은 디지털 데이터에 고속으로 연결시켜 주는 장비를 말한다. 케이블 모뎀은 텔레비전에 화상을 전송해주는 케이블 TV 네트워크를 그대로 사용한다. 케이블 모뎀은 방송국에서 가입자로 전송되는 TV 신호 대역폭(하향 채널)과 가입자로부터 방송국으로 송신되는 상향 채널을 사용해 데이터 통신을 한다.

일반적으로 케이블 모뎀은 NIC을 통해 컴퓨터와 데이터를 교환하지만 아날로그 신호를 변·복조한다는 점에서는 아날로그 모뎀과 동일하다. 예를 들어 케이블 TV 회사들은 케이블 네트워크를 통해 인터넷 상의 디지털 정보를 아날로그 신호로 변조시켜 비디오 신호와 함께 전송한다. 케이블 모뎀은 수신된 신호를 컴퓨터에서 받아들일 수 있도록 디지털 신호로 변환시키는 역할을 한다. 인터넷에 데이터를 업로드할 때는 앞에서 설명한 것과 정반대의 순서를 거친다. 케이블 모뎀은 컴퓨터에서 수신된 신호를 아날로그 신호로 변조시키고 케이블 네트워크를 통해 이 신호를 케이블 TV 회사로 전송한다. 케이블 TV 회사에 설치된 장비는 수신된 신호를 디지털로 변환시켜 인터넷으로 전송하는 것이다.



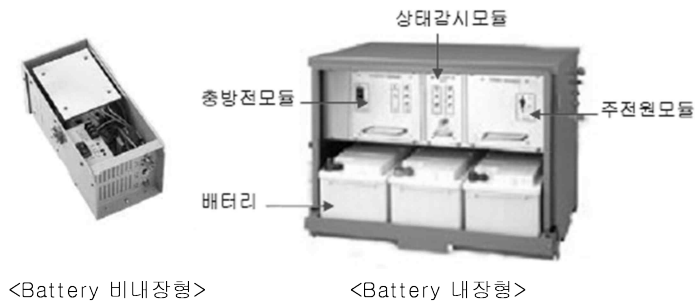
[그림 3-17] 케이블 모뎀(CM) 형태

케이블 모뎀은 HFC 망 접속을 위한 케이블 인터페이스와 PC의 이더넷 카드와 접속을 위한 이더넷 인터페이스로 구성된다. 케이블 모뎀은 케이블 MAC 프레임과 이더넷 802.3 프레임간 변환을 수행하고 IP 주소 할당 및 QoS 보장을 담당한다.

9. 전원계통

가. 전원공급기

전원공급기(PS: Power Supply)는 선로에 설치된 능동 소자에 전원을 공급하기 위하여 220V 상용전원을 AC 60V 또는 AC 90V로 변환하여 주는 장치이며, Battery 내장형(UPS 기능)과 Battery 비내장형으로 구분되어 사용된다.



[그림 3-18] 전원공급기(PS) 형태

나. 전력삽입기

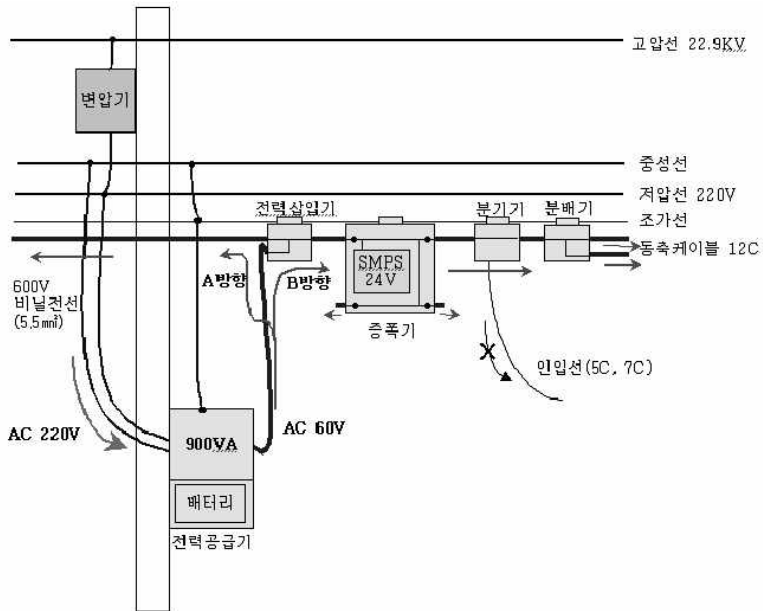
전력삽입기(PI: Power Inserter)는 전원공급기로부터 변환된 AC 60V 전원을 HFC망의 전송로를 통해 능동 소자를 갖는 망 장치에 공급하기 위한 장치이다.



[그림 3-19] 전력삽입기(PI) 형태



[그림 3-20] 전원공급기(PS)와 전력삽입기(PI) 설치(예)



[그림 3-21] HFC망 전원계통(예)

제3절 xDSL

1. DSLAM

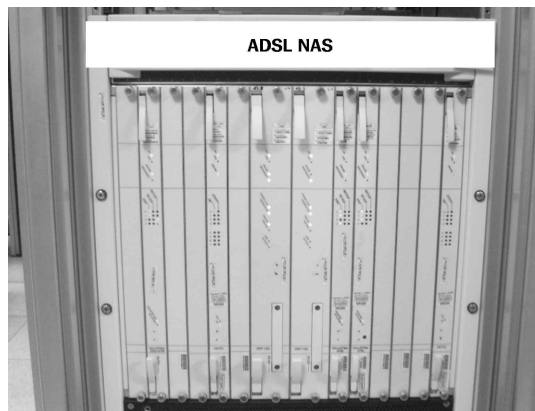
DSLAM(Digital Subscriber Line Access Multiplexer)은 가입자와 서비스 제공자 사이의 인터페이스를 수행하여 가입자에게 다양한 네트워크 기능을 제공해 주는 전송장치로서, 주로 아파트 및 중소규모 주거 단지, 사업장에 설치한다.



[그림 3-22] DSLAM 형태

2. NAS

NAS(Network Access Server)는 DSLAM에서 보내온 다중화된 STM-1급 신호를 수신하여 백본망으로 연결하는 장치로서 라우팅 기능 및 망 관리장치(EMS) 접속기능을 수행한다.



[그림 3-23] Rack내 NAS 실장

3. 케이블 모뎀

기존 전화 케이블을 이용하여 초고속 인터넷 서비스를 지원하는 가입자 단말기로서, 중앙 집선 장비(DSLAM)와 연동되어 초고속 인터넷 서비스를 제공한다.



[그림 3-24] 케이블 모뎀(DSL) 형태

제4장 인터넷설비 시공

제 1절 인터넷설비 설치기준

제 2절 시공 Flow

제 3절 국사설비

제 4절 전송로 설비

제 5절 가입자 설비

제 6절 개 통

제4장 인터넷설비 시공

제1절 인터넷설비 설치기준

1. 선로구간

가. 구내간선계

1) 일반사항

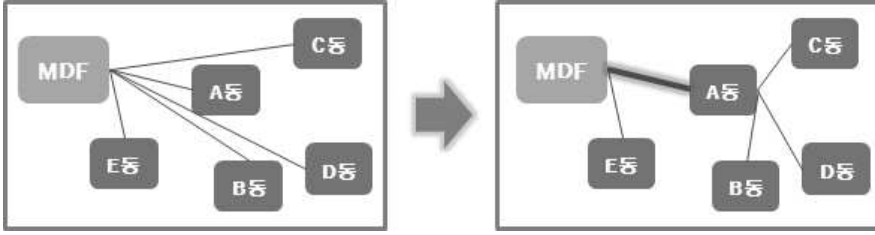
초고속정보통신건물 인증을 받은 공동주택(아파트)의 경우 최대한 기 설치되어 있는 구내간선케이블(광케이블)을 활용하고, 그렇지 못할 경우나 기축 아파트의 경우 광케이블을 추가 설치한다.

2) 설치기준

가) 광케이블 구성방식 및 용량산정은 다음과 같이 한다.

- (1) 광케이블은 광분배함(OFD, FDF)을 사용하여 종단 처리한다.
- (2) 광케이블 설치 최대거리는 광접속 모듈의 전송거리를 고려하여 멀티모드(다중모드)일 경우 2km, 싱글모드(단일모드)일 경우 10km 이내로 한다.
- (3) 구내통신실(MDF) 또는 장비실내 OLT와 각동 ONU(대개, 이더넷 스위치)간 성형(Star) 방식으로 광케이블을 설치하며, Giga-ONU 1대당 2코어(주 1코어, 예비 1코어)의 용량을 산정하여 광케이블을 설치한다.(Giga-ONU 1식 증설시 예비 코어 활용)
- (4) ONU를 집합 시설하지 않고 각 동내 다른 라인에 별도의 함체를 설치할 경우 다심 광케이블을 이용하여 설치한다.
- (5) 구내통신실 또는 장비실이 단지 가장자리에 치우쳐 있거나 광케이블 경로상 분기시설이 가능한 경우, 주 코어수는 분기될 동수(분기 기준동 포함), 예비 코어수는 주 코어수의 100%를 반영한 다심 광케이블을 이용하여 분기 시설한다. 이 때, 분기 기준동에서 필요한 코어수에 해당하는 광분배함을 분기 기준동에 설치하고, 나머지 코어는 광분배함 내 융착 접속판을 이용하여 다른 동으로 분기되는 광케이블의 코어와 직결 접속한다.

- 예) A동을 거쳐 B동, C동, D동으로 광케이블 경로가 구성되는 경우
- A동, B동, C동, D동 소요 용량의 다심 광케이블을 이용하여 A동까지 구성
 - B동, C동, D동의 광케이블은 A동 광분배함에서부터 설치



[그림 4-1] 광케이블 분기시설 예시도

- 나) 포설된 광케이블에 대한 선번장을 구내통신실 또는 장비실 및 각동에 설치한 광분배함에 부착한다.
- 다) 광케이블 설치 후에는 구내통신실 또는 장비실내 광분배함에서 각동 광분배함까지 End-to-End로 광 코어를 시험하여 포설된 광케이블 길이, 손실값 등을 확인한다.
- 라) 구내간선계에 시설된 광케이블 도면을 OLT 랙에 비치한다.

나. 건물간선계

1) 일반사항

최대한 기 설치되어 있는 아파트 건물간선케이블(UTP 케이블)을 활용하고 그렇지 못할 경우 추가 설치한다. 단, 특등급의 경우 건물간선계는 광케이블을 설치한다.

2) 설치기준

가) 신규로 설치한 장비(ONU) 앞단의 패치판넬에서 중간배선반(IDF) 등까지 설계 포트당 4페어를 기준으로 하여 UTP 케이블을 설치한다.

- (1) Cat.5e급 이상의 UTP 케이블 사용을 원칙으로 한다.
- (2) 최초 UTP 케이블 포설시 예상 가입자수를 고려하여 특별한 경우를 제외하고 동별 세대수의 30%~50% 이하가 되도록 포설한다.
- (3) 기축 건물 등 구내 관로(배관)의 여유가 전혀 없는 경우, 아파트 측과 협의하여 UTP 케이블을 외벽 포설하여 시공할 수 있다.

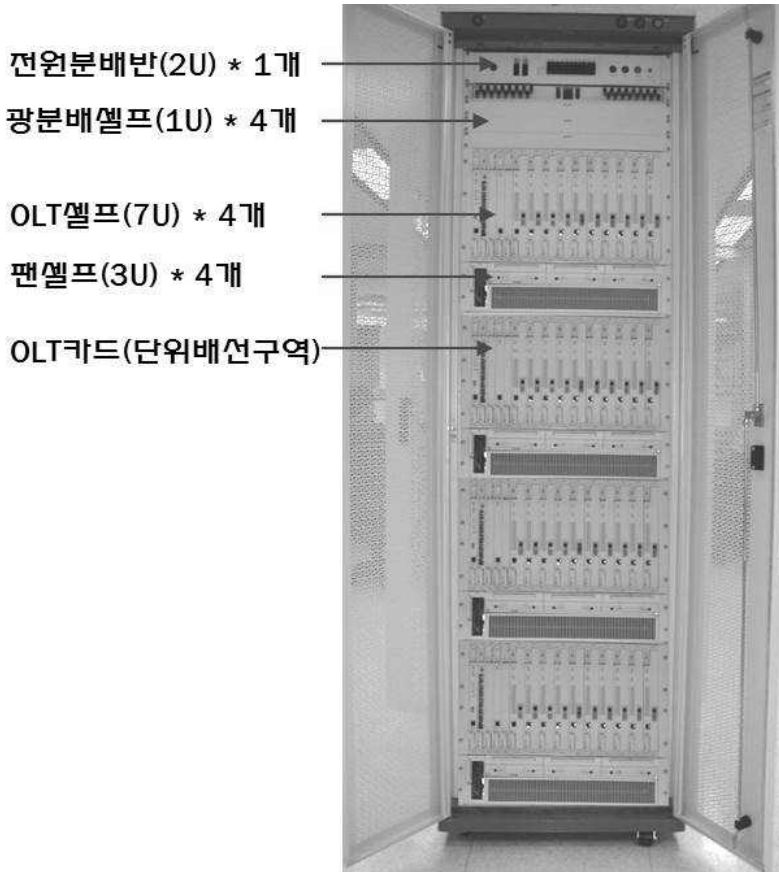
- 나) UTP 케이블은 중간배선반 등에서 각 세대 인출구까지 배선거리가 최대 90m를 초과하지 않도록 설계하여야 하며 초과시 90m 이내가 되도록 재설계한다.
- 다) UTP 케이블 종단 처리시 ONU 앞단에는 패치판넬을 설치한다. 중간배선반(IDF) 등에는 110Block, 패치판넬을 사용하여 종단 처리가 가능하지만 가급적 패치판넬을 사용한다.
- 라) ONU 앞단에 설치한 패치판넬의 포트수 만큼 UTP 케이블 4페어를 이용하여 패치케이블을 설치한다.
- 마) UTP 케이블 설치시 외부로부터의 유도에 의한 혼선을 방지하기 위해 전원선, 고주파 케이블 등과 이격시켜 시설한다.
- 바) UTP 케이블 테스트 전에 UTP 케이블 1롤(300m)을 측정하여 Calibration 과정을 거치고, 설치 후에는 링크성능 테스트를 반드시 시행한다.
- 사) 건물간선계에 설치된 케이블 도면을 각동 Rack에 비치한다.
- 아) 장비의 안정운동을 위하여 장비 단자함 옆에 개통 단자함을 별도로 설치한다.

2. 장비 및 부대시설

가. OLT 및 ONT

- 1) 일반사항
 - 가) OLT 및 ONU를 설치하는 경우, 적정 용량의 장비 설치 후 가입자 증가 추이에 따라 증설을 추진한다.
 - (1) 초기 구축시 세대수의 60% 수준으로 장비 포트를 설치한다.
 - (2) Giga-ONU 증설시 예비 광코어를 활용하여 증설한다.
 - (3) 랙, 전원장치 등 부대시설은 세대수의 100% 수준으로 장비를 설치 및 유지할 수 있도록 한다.
 - 나) OLT 및 ONT에 광케이블 연결시 광커넥터 타입(SC-PC, SC-APC 등)을 확인해야 한다.
- 2) OLT 구성절차
 - 가) 전원 분배반, 광분배 셸프(Shelf)를 포함하여 랙(Rack)을 설치한다.

- 나) OLT 셀프를 설치하고 카드를 실장한다.
- 다) 광분배함(FDF)과 광분배 셀프를 연결한다.
- 라) 광분배 셀프와 OLT를 연결한다.
- 마) OLT와 전원 분배반을 연결한다.



[그림 4-2] OLT 시스템 Rack 구조(예)

나. 전원 및 접지

1) 전원시설

가) 전원설비는 기축 및 미시설 아파트 진입시 모자분리 시행을 원칙으로 한다. 신축아파트의 경우 관리사무소와 협의가 가능한 범위 내에서 모자분리를 시행한다.

나) 구내통신실(MDF) 전원은 안정화 되어 있어야 하며, 시험 후 불안정

요인이 있을 경우 아파트 측과 협의하여 보완하여야 한다.

- 다) 아파트측과 협의하여 구내통신실내 분전함을 이용한다. 구내통신실내 분전함 이용 불가시 별도 분전반을 시설하여 이용한다.
- 라) 동 단위 전원은 가능한 아파트 측의 기 설치된 설비를 이용하며, 아파트 측 설비 활용이 불가할 경우, 동 단위로 전원작업을 시행하되 동 건물내 가장 인접한 분전반에 직접 연결하며, 비상시에도 공급되는 비상용 전원 이용을 원칙으로 한다.
- 마) 각 동별 비상용 전원 및 공용전기 이용이 불가능할 경우에는 구내통신실에서 각동 랙 간에 별도 전원을 시설한다.
- 바) 절연저항은 직류 500V 절연 저항계로 측정하여 10M Ω 이상이어야 한다.
- 사) 전원용 케이블은 반드시 내열·내화용을 사용한다.
- 아) 전원 케이블은 반드시 용량에 적합한 것을 사용하고 시설거리는 최단거리로 설계하여 전압강하를 최소화 할 수 있도록 한다. 또한 건물간선계를 포함한 일반 통신용 케이블과 분리하여 시공하고 각동 랙 인입부분 등 물리적 이격이 불가한 곳은 후렉시블 처리를 한다.

2) 접지시설

- 가) 접지 시설은 장비 설치 위치 인근의 가용한 접지점을 이용한다.
 - (1) 접지점이 없는 경우 인접 수도 배관 등의 접지 저항을 측정, 100 Ω 미만시 이를 이용한다.
 - (2) 허용 접지기준을 만족하지 않을 경우 아파트 측과 협의하여 시설하도록 한다.
- 나) 접지용 케이블은 반드시 내열·내화용을 사용한다.
- 다) 접지 케이블은 반드시 용량에 적합한 것을 사용한다.

다. 랙(Rack)

1) 일반사항

설치할 랙의 크기는 전체 해당 세대를 수용할 수 있는 패치판넬 및 ONU, FDF(OFD) 등의 수를 고려하여 산정한다.

2) 설치기준

- 가) 각 동에 랙을 시설할 경우, 분전반 및 동 IDF(중간단자함)와 인접하

며 환기 및 습도 조건이 우수한 곳을 선택한다.

- (1) 스탠드형 랙의 경우, 지하실의 침수를 대비하여 지상에서 최소 500mm 이상 이격시켜 설치하고 흔들리지 않도록 바닥에 단단히 고정한다.
 - (2) 벽취부형 랙의 경우, 사람이 다니는 곳에 설치할 경우에는 머리 등에 부딪치지 않도록 높이를 충분히 높이고 모서리를 스펀지 등으로 보호하며 장비의 무게를 충분히 지지할 수 있도록 벽에 견고하게 부착한다.
- 나) 지하 공동구 내의 보일러실 및 보일러 배관, 상하수관 등과는 가능한 인접하지 않도록 설치한다.
- 다) 장비용 랙은 별도의 칸막이 공사가 필요 없도록 견고해야 하며 외부로부터 피해를 방지하기 위해 충분히 방호되어 있어야 한다.
- 라) 향온·향습시스템 설치시 특정 영역에만 집중적으로 효과를 내지 않고 전체 장비실에 고른 영향을 미치도록 감안하여 배치한다.

제2절 시공 Flow

1. 일반사항

인터넷설비 시공기술은 앞서 설명하였던 FTTx, HFC, xDSL 등 다양한 가입자망 기술에 따라 국사설비에서 가입자 설비까지 조금씩 상이하다. 본 연구에서는 광대역 멀티미디어서비스를 안정적으로 제공하고 ISP사업자의 최근 구축방향인 FTTx에 한정하여 시공방법을 설명하고자 한다.

일반적인 인터넷 설비의 시공은 수요의 발생으로부터 시작된다. 수요조사를 통해 전송루트를 선정하고, 수요에 따른 코어수의 산정 등을 통해 일반적인 설계서를 작성하고 시공을 실시한다. 시공 Flow는 국사설비, 전송로 설비, 가입자 설비의 시공과정을 거쳐 개통시키는 것으로 설명한다.



[그림 4-3] 인터넷설비 시공 Flow

2. Pre Construction

가. 수요조사

- 1) CO(Central Office)를 중심으로 수요 발생을 확인한다.
- 2) 수요발생시 수요조사를 실시한다.

나. 루트선정

- 1) CO(Central Office)를 중심으로 FTTH 총 수요 감안하여 루트를 선정한다.
- 2) 취약구간, 사유지 등 확인사항을 점검하고 루트를 선정한다.

다. 코어수 산정

- 1) 총 수요와 수용율, 공급배율을 고려하여 코어수를 산정한다.
- 2) 휘더망(기 설치 휘더망)과 배선망(기 설치 배선망)을 고려한다.

라. 설계서 작성

- 1) 기본설계 개황도를 작성한다.
- 2) 향후 공급가능 지역을 감안(확장성)하여 설계한다.

3. 공통사항

가. 주의사항

- 1) 네트워크 장비를 다룰 수 있는 자격을 갖추었거나 숙련된 기술자가 설치한다.
- 2) 장비를 분해 시에는 감전, 고장, 오작동, 정전기 발생 등으로 인한 인적·물적 피해가 발생할 수 있으므로 함부로 분해, 수리, 개조를 하지 않는다.
- 3) 금속 제품은 전류가 잘 통하기 때문에 감전, 정전기, 화재 등을 야기하여 인적·물적 피해를 발생시킬 수 있으므로 장비취급 시에는 반지, 목걸이, 시계 등의 장신구를 착용하지 않는다.
- 4) 정전기 방지를 위하여 장비 취급 시 반드시 정전기 방지용 손목띠 또

는 발목띠를 착용한다. 정전기 방지용 띠를 착용하였을 때에는 저항치가 1~10MΩ에 있는지 수시로 확인한다.

나. 설치장소

- 1) 기본적으로, 장비에 문제를 초래하거나 그로 인해 발생할 수 있는 인적·물적 손해를 방지하기 위하여 온도가 지나치게 높거나 낮은 곳, 통풍이 안되거나 밀폐된 곳, 습한 곳, 먼지가 많은 곳, 기계적인 진동이 심한 곳에는 장비를 설치하거나 운영하지 않는다.
- 2) 장비 설치장소는 설치 작업 전후에 반드시 정리 정돈하며, 이동 경로 상에 작업 도구나 부품 등을 방치하여 사고의 원인이 되는 일이 없도록 한다.
- 3) 장비를 설치할 때에는 주변의 통풍이 잘 되는 곳을 선택하여 과열에 따른 제품의 비정상적 작동과 고장을 예방하고 인적 피해와 고장, 데이터 손실 등을 발생시키는 먼지 등의 이물질 유입을 철저히 방지한다.
- 4) 전자기파는 장비와 케이블 등에 영향을 미치어 신호 처리에 혼란을 야기하여 비정상적인 작동을 초래하므로 전자기파가 발생하는 장소에서는 장비를 설치하거나 운영하지 않는다.
- 5) 번개에 의한 피해를 방지하기 위하여 설치 장소와 장비에 연결된 케이블들이 번개에 노출되지 않도록 하고, 번개의 피해를 받을 수 있는 위험 요소가 없도록 주의하며 Surge 방지 시스템을 설치한다.
- 6) 장비가 설치, 운영될 장소에는 반드시 누전 차단기가 있어야 한다. 장비가 설치, 운영되고 있는 장소에 화재가 발생하거나 급격한 전원 변동이 있을 때 누전 차단기를 사용하여 전원 공급이 중단될 수 있도록 한다. 갑작스러운 전원 공급 중단으로 인한 장비 손상을 방지하기 위해 무정전 전원공급장치(UPS) 사용을 권장한다.

다. 이동 및 설치

- 1) 장비를 옮기는 도중 떨어뜨리거나 신체의 무리를 피하기 위하여 반드시 2인 이상이 작업한다. 또한 바닥에 있는 장비를 옮길 때에는 손잡이를 이용하지 말고 본체의 바닥을 탄탄하게 받쳐서 들어올린다.
- 2) 장비를 랙에 탑재하고자 할 때에는 탑재하기 전에 랙의 손상 여부와

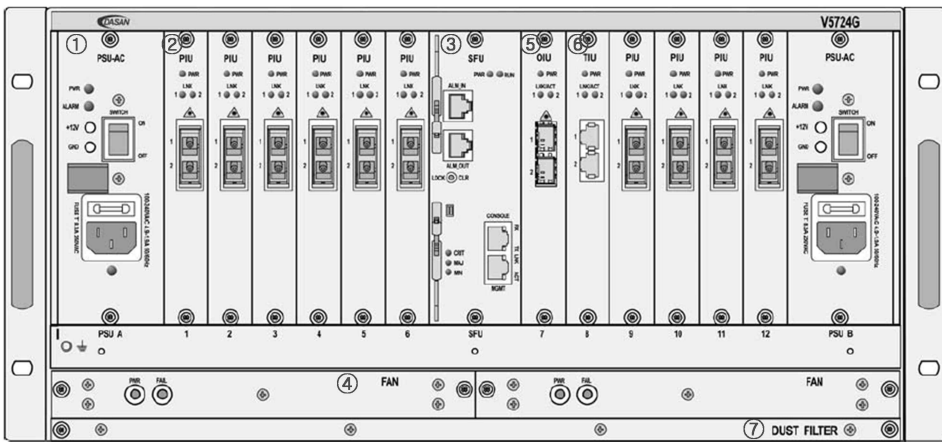
랙의 안정성을 확인하여 장비 설치와 유지보수 작업이 용이하도록 한다.

- 3) 랙에 탑재된 장비가 하나뿐이라면 스위치는 랙의 맨 아래 칸에 설치한다. 랙에 설치할 때에는 아래 칸부터 채우고, 가장 무거운 장비를 맨 아래 칸에 둔다.
- 4) 전기적 안전을 위하여 제품에 전원 공급이 이루어지기 전에 반드시 접지 여부를 확인한다. 본체의 접지는 장비를 취급하기 전에 가장 우선적으로 수행되어야 하고, 제품을 이동할 때에는 가장 마지막으로 제거되어야 한다.
- 5) 제품에 연결하는 모든 케이블은 전자기파, Surge에 따른 문제를 방지 또는 최소화하기 위해 접지가 된 케이블을 사용한다.
- 6) 장비를 설치할 때 주위에 충분한 공간을 확보하지 않으면 주변 장비에서 배출되는 공기가 유입되어 제품 과열로 인한 고장 및 오작동 등을 발생시킬 수 있다. 따라서 본체 내부에 깨끗한 공기가 유입되도록 하는 것은 물론 장비에서 배출되는 가열된 공기가 주변 장비에 영향을 미치지 않도록 항상 설치 주변 공간을 고려한다. 이는 유지보수 등의 작업에도 용이하도록 도움이 된다.
- 7) 신호 감쇠 등으로 성능이 떨어지는 현상을 방지하기 위해 권장 설치 거리를 초과하지 않는다.
- 8) 업링크 광모듈이 지원하는 범위와 광신호가 맞지 않으면 통신상에 장애가 발생할 수 있다. 따라서 광모듈이 지원 가능한 광신호로 설정되어 있는지 확인한다.

제3절 국사설비

국사설비는 가입자의 모든 접속을 집선 및 관리하는 설비로 CO (Central Office)의 주 배선반(MDF)에 설치된다. 국사설비는 전송, 집선, 분배, 전원설비 등 다양한 설비들로 구성되는데, 본 절에서는 OLT를 중심으로 국사설비를 설명한다. 19)

1. OLT 구성



① PSU	전원을 연결해주는 Power 모듈(AC, DC 선택 가능)
② PIU	PON Line card로 한 개의 PON 포트당 32개의 ONU(ONT)를 수용할 수 있고, Line card 한 개당 2개의 PON 포트를 지원하므로 최대 64개의 ONU(ONT)를 수용할 수 있음
③ SFU	전체 시스템 및 스위칭, FAN, Line card, Alarm 등의 제어
④ FAN	적절한 온도 유지를 위한 FAN 운영
⑤ OIU	포트당 1Gbps의 속도로 SFP 모듈을 이용하여 1000BASE-X 인터페이스를 사용
⑥ TIU	10/100/1000BASE-T 인터페이스를 사용
⑦ Dust Filter	내부에 먼지가 차는 것을 방지하기 위한 필터로서, 먼지를 걸러주어 장비 내부에 먼지가 덜 끼게 함

[그림 4-4] OLT 구성(전면도)

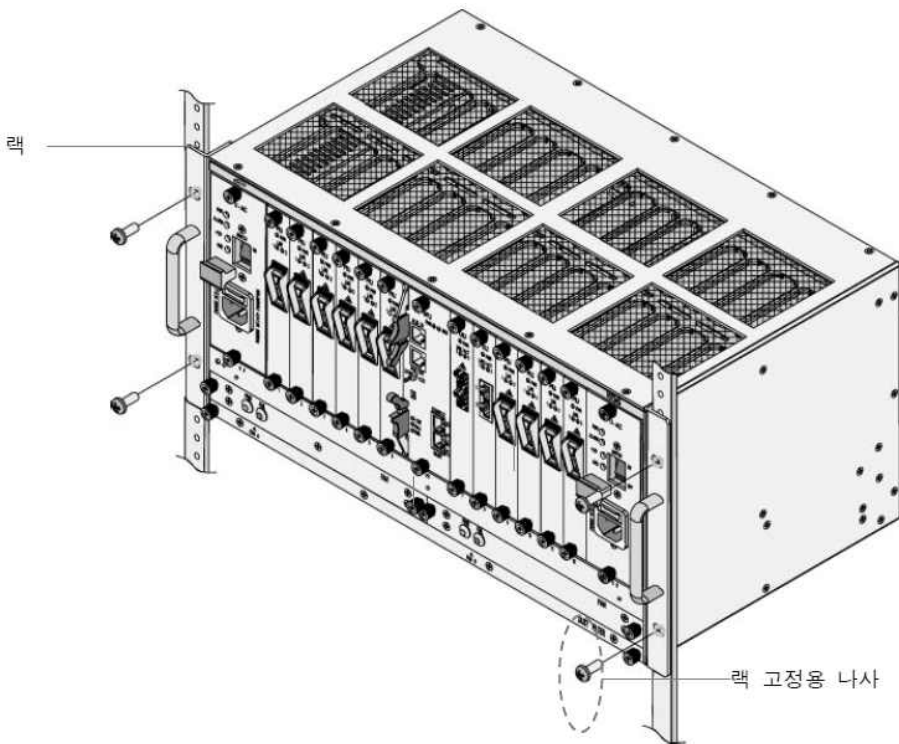
19) 예시 : 다산네트웍스(주) V5724G

2. OLT 설치

가. 랙에 탑재

장비가 과열되는 것을 방지하기 위해 장비와 장비의 간격이나 장비와 벽, 바닥, 천장과의 간격을 충분히 유지한다. OLT를 랙에 탑재하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : 평평하고 안정된 곳에 OLT, (+)드라이버, 나사를 준비한다.
- 2단계 : [그림 4-3]과 같이 (+)드라이버를 사용하여 OLT의 양쪽 모서리에 나사로 Bracket을 부착한다.
- 3단계 : Bracket과 부착한 OLT를 랙의 설치할 위치에 한 명이 장비의 아래를 받쳐 들고, 다른 한 명이 (+)드라이버를 사용하여 [그림 4-5]과 같이 Bracket 부분을 랙에 부착한다.



[그림 4-5] OLT 랙에 설치

나. 전원 접지

- 1) 설치자는 감전을 예방하기 위해 반드시 접지를 시켜야 한다. 접지를 하는 방법은 다음과 같다.

1단계 : 접지선을 접지 단자(⏏ 표시부분)에 [그림 4-6]와 같이 나사로 연결한다.

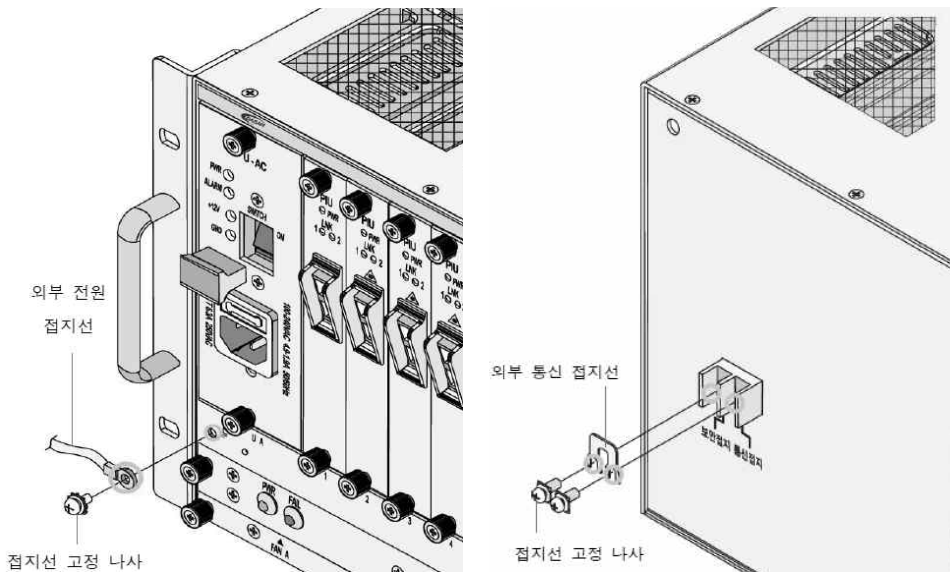
2단계 : 나사를 끝까지 조여 접지선을 완전히 고정시킨다.

3단계 : 장비에 연결한 접지선을 랙의 접지 연결부에 연결한다.

- 2) 통신케이블을 통한 서지(Surge)로부터 시스템을 보호하기 위해 통신 접지를 하려면, 장비를 설치하는 곳의 외부 통신 접지선과 OLT의 통신 접지 단자를 연결한다.

1단계 : 통신 접지선을 통신 접지 단자에 나사로 연결한다.

2단계 : 나사를 끝까지 조여 접지선을 완전히 고정시킨다.

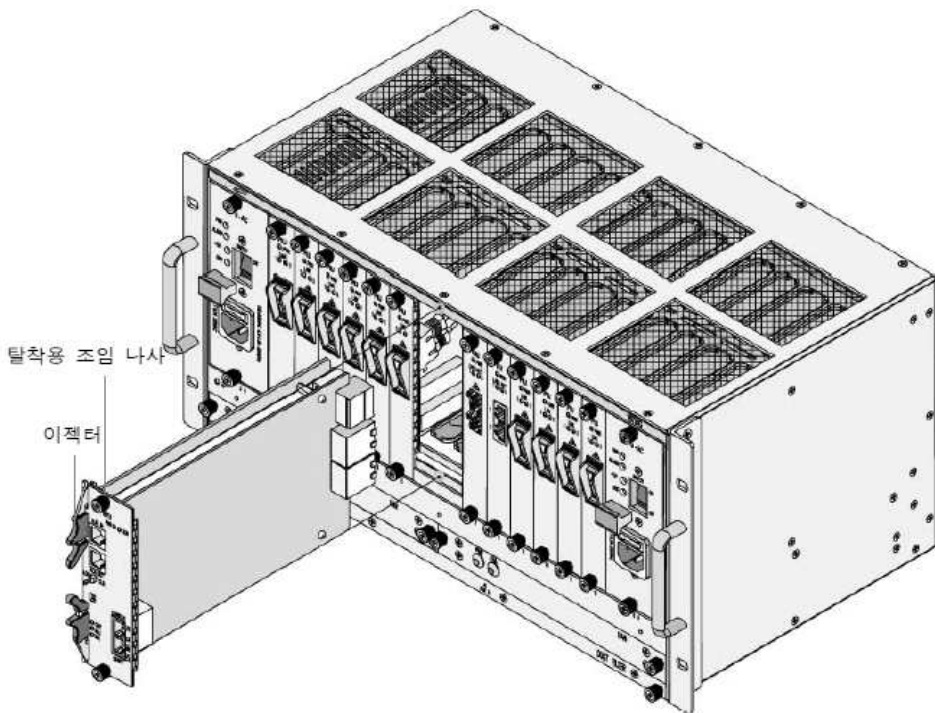


[그림 4-6] OLT 접지(전원/통신)

다. SFU 모듈 설치

SFU에는 시스템이 설치되어, 스위칭과 라우팅을 비롯하여 장비에서 제공되는 기능들이 구동되며 시스템을 제어한다. SFU 모듈을 설치하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : SFU를 설치할 슬롯이 비어 있는지 확인한다.
- 2단계 : 슬롯의 양쪽 홈에 보드를 끼워 맞춘다. 이 때, 손으로 직접 모듈을 만지지 않도록 한다.
- 3단계 : 슬롯의 끝까지 보드를 밀어 넣는다.
- 4단계 : 보드 양쪽의 이젝터를 안쪽으로 눌러 보드를 새시에 완전히 고정한다.
- 5단계 : 보드 양쪽의 탈착용 조임 나사를 누른 상태에서 나사를 시계 방향으로 끝까지 돌린다.

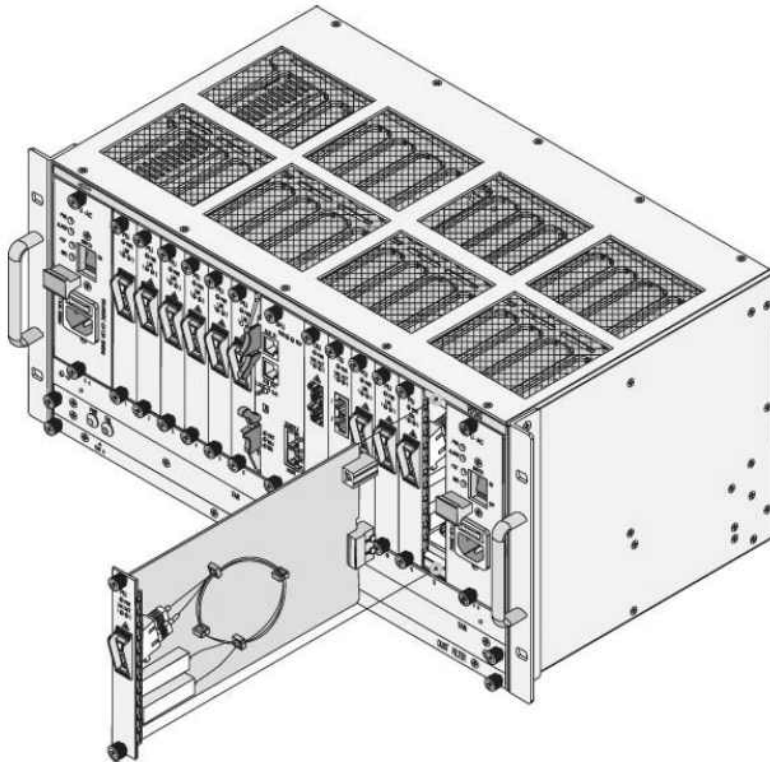


[그림 4-7] OLT SFU 모듈 설치

라. PIU 모듈 설치

PIU는 PON 네트워크 OLT의 계층구조에 위치하며, SFU에서 내려오는 신호를 ONU(ONT)에 전달하고 인터페이스를 제공한다. PIU 모듈을 설치하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : PIU를 설치할 슬롯이 비어 있는지 확인한다.
- 2단계 : 모듈을 슬롯 입구에 넣고, 슬롯 양쪽에 설치된 홈에 맞추어 모듈을 삽입한다.
- 3단계 : 모듈을 완전히 삽입하였으면 착탈용 조임 나사를 가볍게 눌러 시계방향으로 조여 준다. 이 때, 나사가 더 이상 돌아가지 않을 때까지 완전하게 조여 준다.
- 4단계 : 나머지 모듈도 같은 방법으로 설치한다.

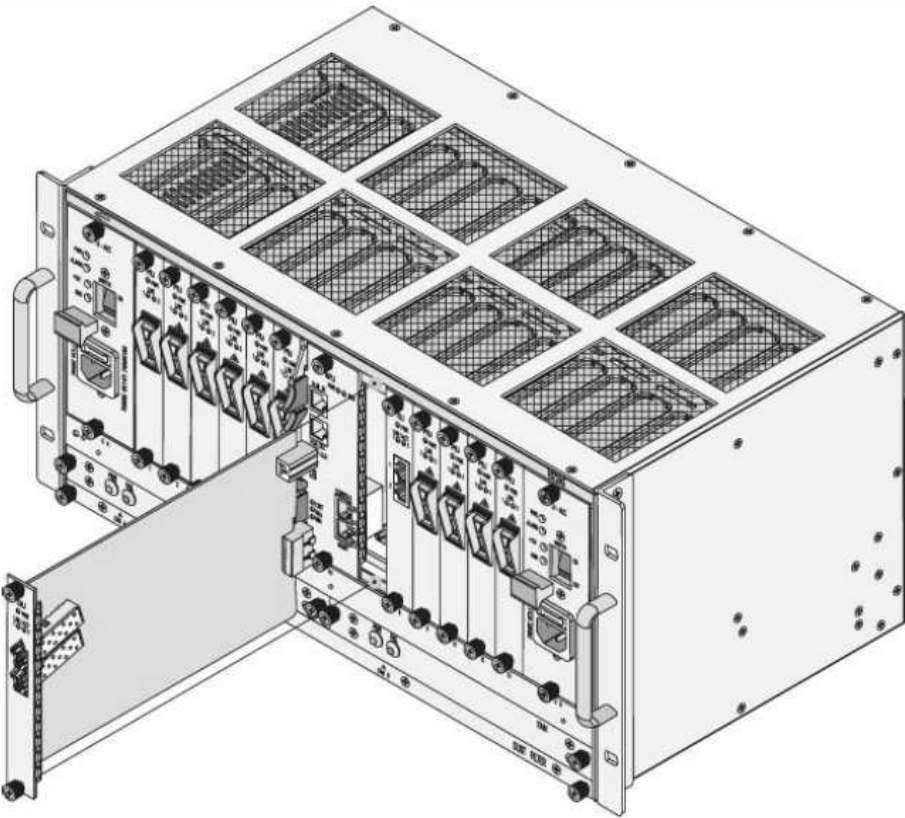


[그림 4-8] OLT PIU 모듈 설치

마. 10G 이U 모듈 설치

10G 이U는 포트당 10Gbps의 속도로 SFP 타입의 모듈을 이용하여 1000Base-X 인터페이스를 제공한다. 10G 이U 모듈을 설치하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : 이U를 설치할 슬롯이 비어 있는지 확인한다.
- 2단계 : 슬롯 양쪽의 홈에 모듈을 끼워 맞춘다. 이 때, 손으로 직접 모듈을 만지지 않도록 한다.
- 3단계 : 슬롯의 끝까지 모듈을 밀어 넣는다.
- 4단계 : 모듈 양쪽의 탈착용 조임 나사를 누른 상태에서 나사를 시계 방향으로 끝까지 돌려 모듈을 고정시킨다.

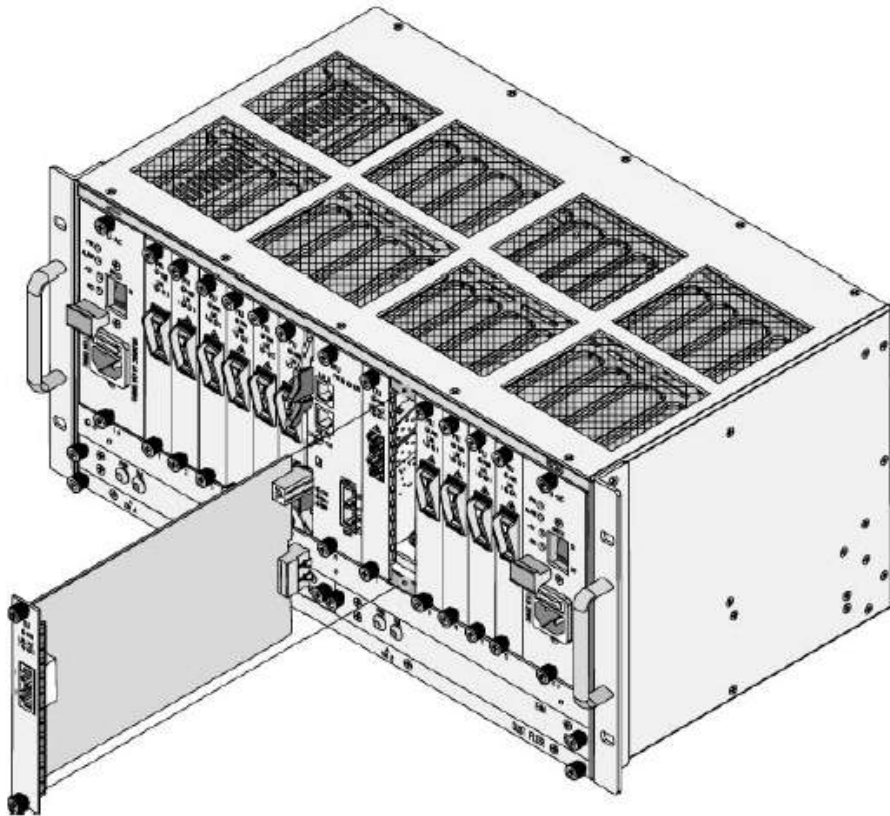


[그림 4-9] 10G 이U 모듈 설치

바. TIU 모듈 설치

TIU는 RJ-45 커넥터 모듈을 이용하여 10/100/1000Base-T 인터페이스를 제공한다. TIU 모듈을 설치하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : TIU를 설치할 슬롯이 비어 있는지 확인한다.
- 2단계 : 슬롯 양쪽의 홈에 모듈을 끼워 맞춘다. 이 때, 손으로 직접 모듈을 만지지 않도록 한다.
- 3단계 : 슬롯의 끝까지 모듈을 밀어 넣는다.
- 4단계 : 모듈 양쪽의 탈착용 조임 나사를 누른 상태에서 나사를 시계 방향으로 끝까지 돌려 모듈을 고정시킨다.

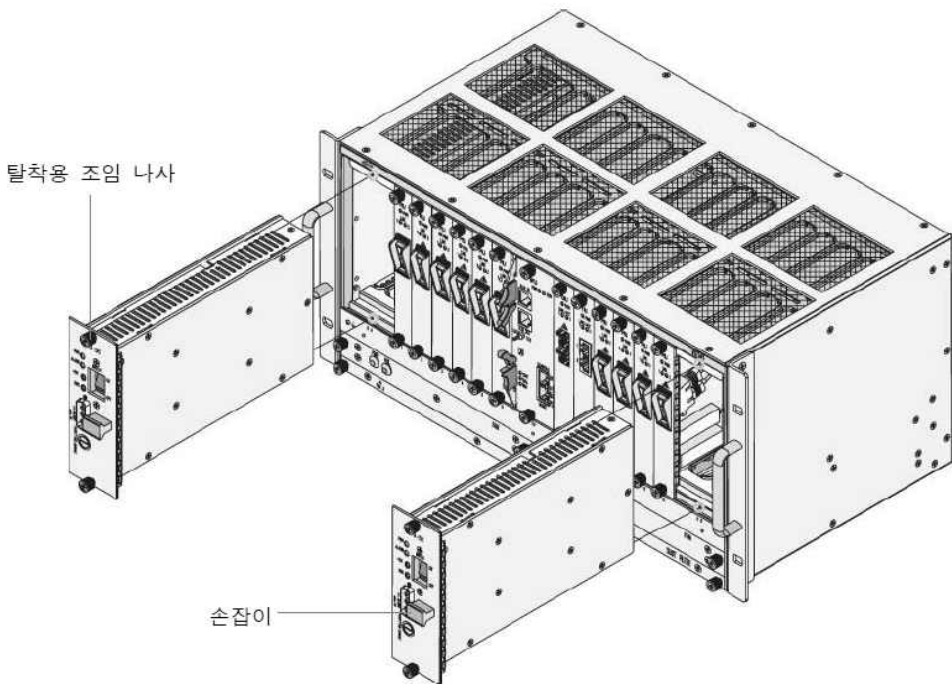


[그림 4-10] OLT TIU 모듈 설치

사. PSU 모듈 설치

PSU는 전원을 연결해주는 Power 모듈로서, AC와 DC의 두 가지 전원 공급 방식이 있지만 일반적으로 DC 전원을 입력 전원(-48VDC)으로 사용하고 있다. PSU 모듈을 설치하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : 전원 모듈을 설치할 슬롯이 비어 있는지 확인한다.
- 2단계 : 손잡이로 모듈을 잡아 슬롯에 모듈을 맞춘다. 이 때, 손으로 직접 모듈을 만지지 않도록 한다.
- 3단계 : 슬롯의 끝까지 모듈을 밀어 넣는다.
- 4단계 : 모듈 양쪽의 탈착용 조임 나사를 누른 상태에서 나사를 시계 방향으로 끝까지 돌려 모듈을 고정시킨다.

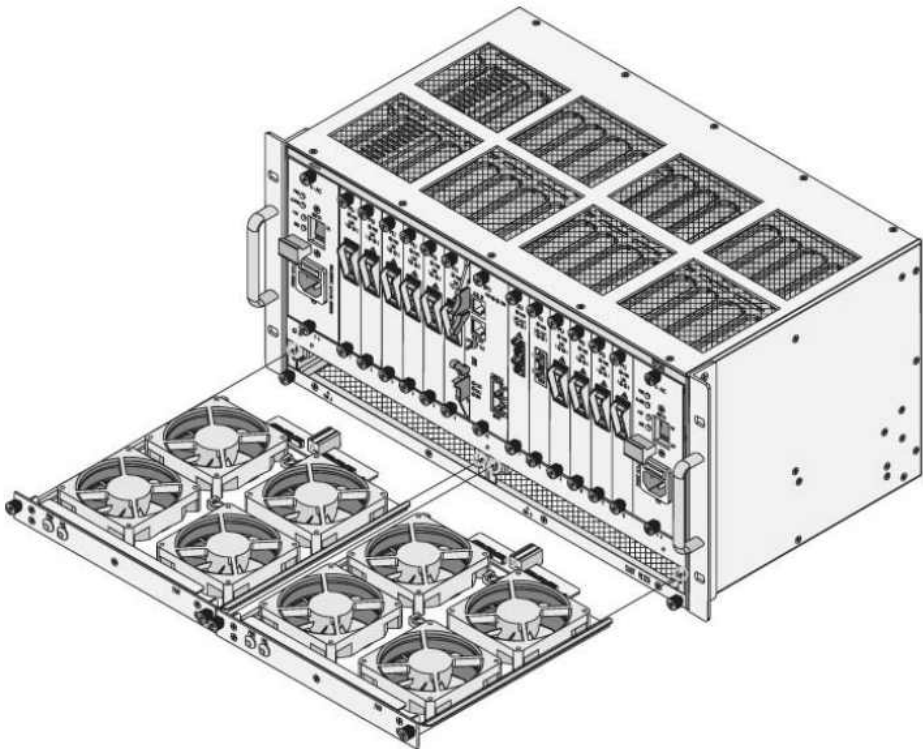


[그림 4-11] OLT PSU(DC) 모듈 설치

아. FAN 유닛 설치

FAN 유닛은 공기를 순환시켜 시스템의 적절한 온도를 유지시켜 주기 위해 사용되며, 일반적으로 장비 아랫단에 설치된다. FAN 유닛을 설치하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : FAN 유닛을 설치할 슬롯이 비어 있는지 확인한다.
- 2단계 : 손잡이로 유닛을 잡아 슬롯에 유닛을 맞춘다.
- 3단계 : 슬롯의 끝까지 유닛을 밀어 넣는다.
- 4단계 : 유닛 양쪽의 탈착용 조임 나사를 누른 상태에서 나사를 시계 방향으로 끝까지 돌려 유닛을 고정시킨다.

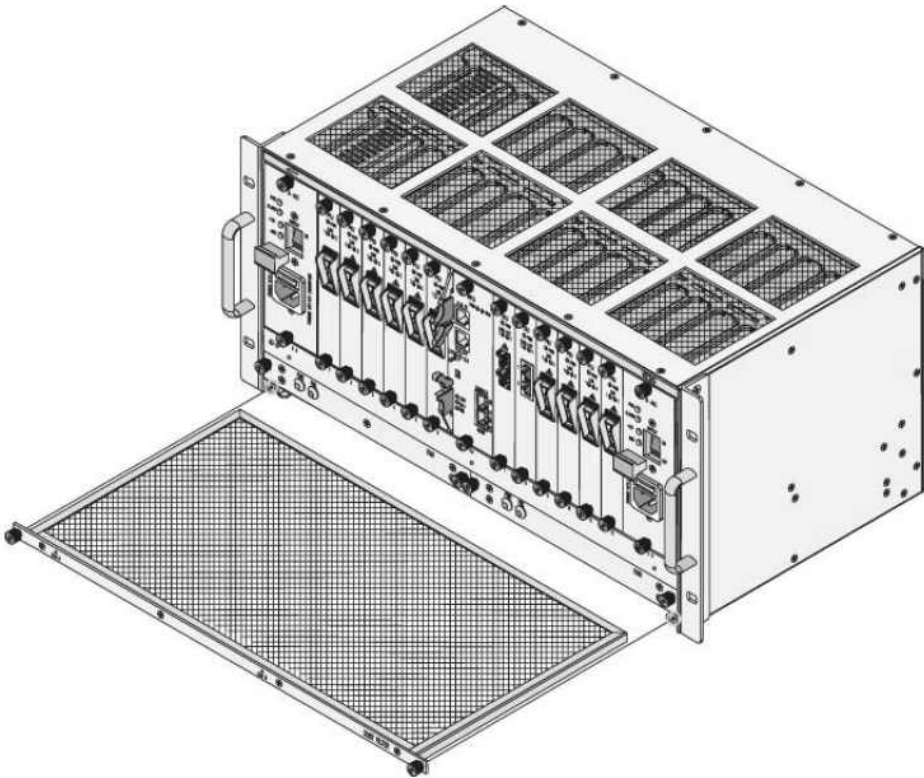


[그림 4-12] OLT FAN 유닛 설치

자. Dust Filter 설치

Dust Filter는 내부에 먼지가 차는 것을 방지하기 위한 필터이다. 장비의 가장 아랫단에 설치되어 먼지를 걸러줌으로써 장비 내부에 먼지가 덜 끼게 만든다. Dust Filter를 설치하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : Dust Filter를 설치할 슬롯이 비어 있는지 확인한다.
- 2단계 : 손잡이로 Dust Filter를 맞춘다.
- 3단계 : 슬롯의 끝까지 Dust Filter를 밀어 넣는다.
- 4단계 : Dust Filter 양쪽의 탈착용 조임 나사를 누른 상태에서 나사를 시계방향으로 끝까지 돌려 Dust Filter를 고정시킨다.



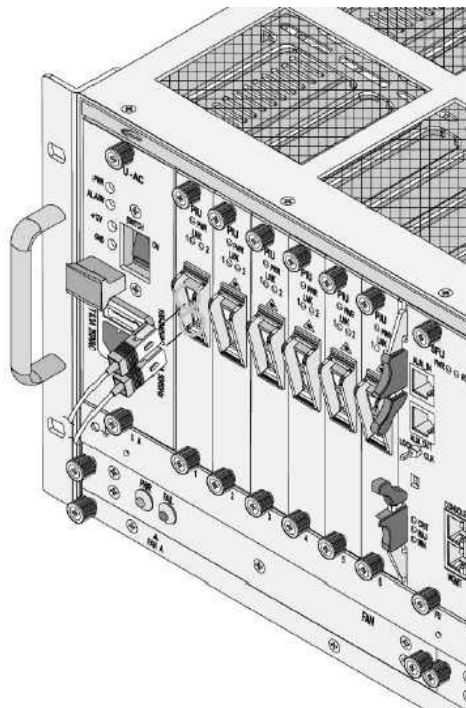
[그림 4-13] OLT Dust Filter 설치

3. 포트 연결

가. PON 포트 연결

OLT에 PIU를 장착한 후, SC 타입의 광케이블을 이용하여 PON 포트를 연결한다. PON 포트는 수동형 광 스플리터(Splitter)와 연결되는데, 이는 하나의 OLT가 다수의 ONU(ONT)에 접속할 수 있도록 하는 방식이다. PON 포트를 연결하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : 케이블의 고무 뚜껑을 벗기고 커넥터를 광케이블 포트에 삽입한다.
- 2단계 : 다른 한쪽 끝을 연결하고자 하는 가입자의 포트에 연결한다.
- 3단계 : 나머지 포트를 광케이블에 연결하려면, 1단계와 2단계를 반복한다.



[그림 4-14] OLT PON 포트 연결

1) 1000BASE-X 업링크 포트(SFP 타입) 연결

SFP 업링크 포트를 연결하려면 먼저 SFP 모듈을 설치해야 한다. SFP 모듈을 설치하는 방법은 다음과 같다.

1단계 : 광케이블이 싱글모드인지 멀티모드인지 확인한 후, SFP 모듈이 사용자의 네트워크에서 사용가능한지 확인한다.

2단계 : 엄지와 집게손가락으로 SFP 모듈 양옆을 잡고 업링크 포트 슬롯에 모듈을 삽입한다. 이 때, SFP 모듈을 손으로 직접 만지지 않는다. 또한 SFP 모듈 뚜껑은 벗긴 후 추후 사용을 위해 잘 보관한다.

3단계 : 딸깍하는 소리가 들릴 때까지 SFP 모듈을 슬롯에 밀어 넣는다.

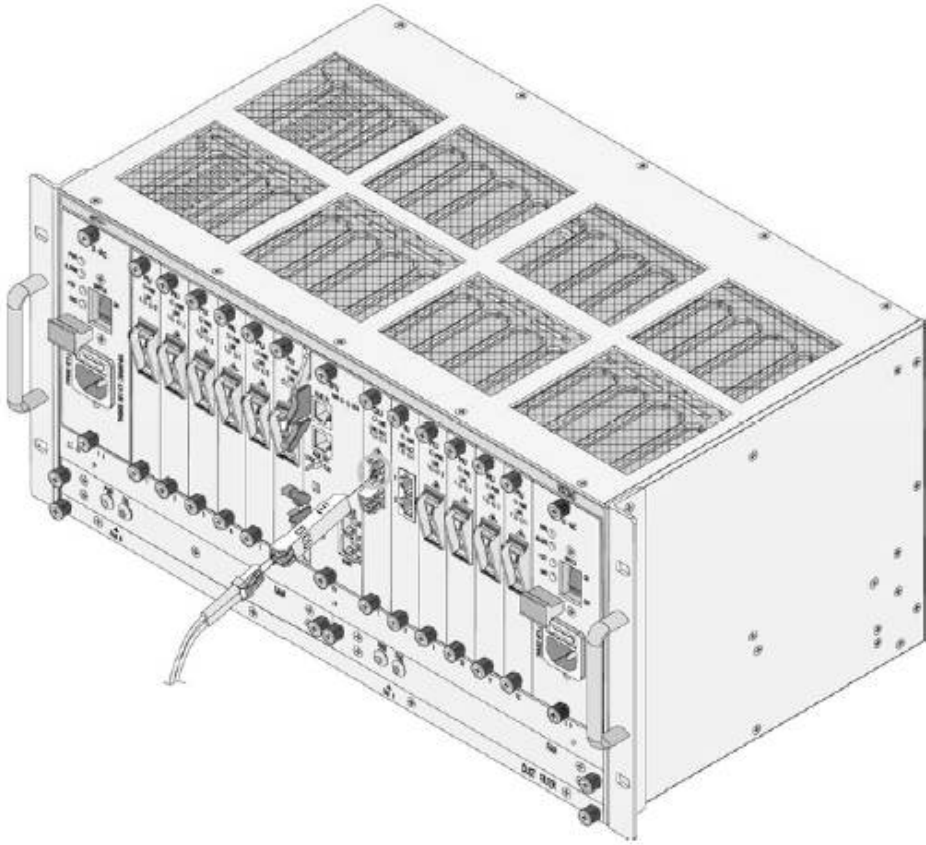
한편, 모듈을 설치한 후 SFP 포트와 다른 장비를 광케이블로 연결하는 방법은 다음과 같다.

1단계 : 광케이블의 고무 뚜껑을 벗기고 커넥터를 1000BASE-X 포트에 삽입한다.

2단계 : 케이블의 다른 한쪽 끝을 연결하고자 하는 장비의 포트에 연결한다. 이 때, 사용자측 Rx 포트는 상대 장비의 Tx 포트와 연결되고 사용자측 Tx 포트는 상대 장비의 Rx 포트와 연결되었는지 반드시 확인한다.

3단계 : 해당 포트의 LED로 포트 상태를 확인한다.

4단계 : 나머지 SFP 타입 업링크 포트 역시 1, 2, 3단계와 같은 방법으로 연결한다.

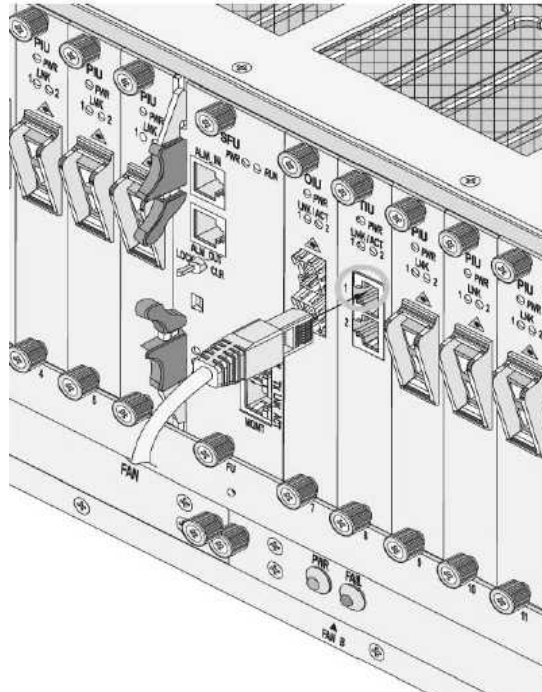


[그림 4-15] OLT 1000BASE-X 포트 연결

2) 10/100/1000BASE-T 업링크 포트 연결

OLT의 업링크 포트에 10/100/1000BASE-T를 사용한다면 RJ-45 커넥터의 UTP 케이블(Cat.5e 이상)을 이용하여 이더넷 포트를 연결한다. 이더넷 포트를 다른 장비와 연결하는 방법은 다음과 같다.

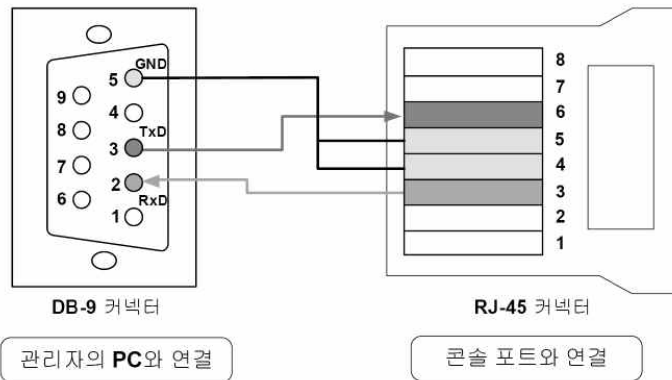
- 1단계 : RJ-45 커넥터가 있는 UTP 케이블의 한쪽 끝을 OLT의 이더넷 포트에 연결한다.
- 2단계 : UTP 케이블의 다른 한쪽의 RJ-45 커넥터를 연결하기 원하는 장비의 이더넷 스위치나 라우터 포트에 연결한다.
- 3단계 : 연결하고자 하는 모든 이더넷 포트를 1단계와 2단계를 반복한다.



[그림 4-16] OLT 10/100/1000BASE-T 포트 연결

3) 콘솔 포트 연결

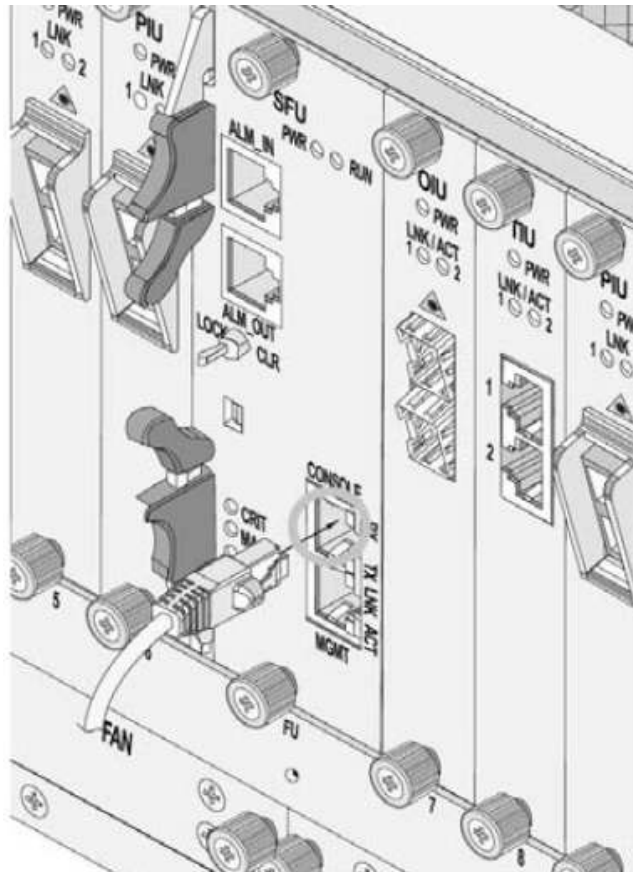
사용자는 콘솔 터미널을 통해 장비를 관리할 수 있다. 아래 그림은 OLT에서 사용되는 콘솔 케이블의 핀 배열이다.



[그림 4-17] OLT 콘솔 케이블 핀 배열

OLT의 콘솔 포트를 터미널 프로그램이 설치된 PC와 연결하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : RJ-45-to-DB-9 콘솔 케이블의 RJ-45 커넥터를 OLT 콘솔 포트에 연결한다.
- 2단계 : 콘솔 케이블의 DB-9 커넥터를 터미널이나 터미널 에뮬레이션 소프트웨어가 설치된 PC에 연결한다.
- 3단계 : 사용자의 터미널 프로그램을 9600 baud, 8 data bits, no parity, control flow-none, 1 stop bit로 설정한다.

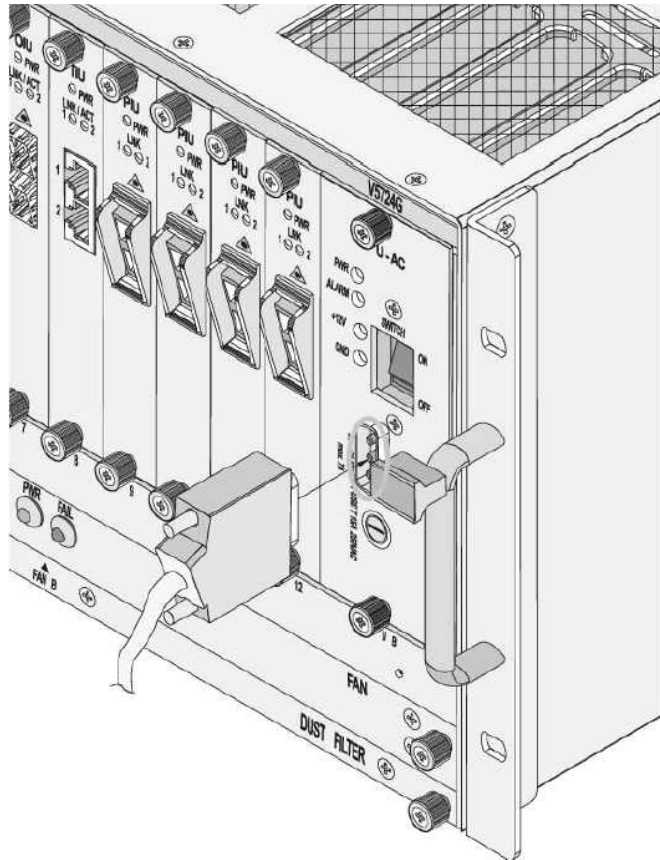


[그림 4-18] OLT 콘솔 포트 연결

4) 전원 연결

OLT의 모든 포트 연결이 끝나면 전원을 공급할 수 있도록 전원 장치를 연결한다. 전원을 연결하기 전에는 감전을 예방하기 위해 반드시 접지를 시켜야 한다. 전원(DC) 케이블을 연결하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : 전원 케이블의 커넥터를 장비의 PWR에 꽂는다.
- 2단계 : 전원 케이블의 다른 한쪽 끝을 전원 콘센트에 연결한다.
- 3단계 : 전원 스위치를 켜다.
- 4단계 : 전원이 정상적으로 공급되고 있는지 여부를 PWR LED를 통해 확인한다.



[그림 4-19] OLT DC 전원 연결

제4절 전송로 설비

전송로 설비는 가입자에게 서비스를 제공하기 위한 설비로 CO(Central Office)의 주 배선반(MDF)에서 가입자 인입설비까지의 모든 시설을 말하며, CO 내에 설치되는 설비, 지중·가공 전송로, 중간절체반, 인입설비로 분류할 수 있다.

본 절에서는 전송로 설비의 기본사항인 광케이블 접속(융착, 기계식, 현장조립), 전송로 구간 설비인 합체(광 접속함, 광 분배함, 광 단자함)설치, 광 옥외선 설치에 대해 서술한다.

1. 광케이블 접속

가. 일반사항

광케이블 접속은 일반적으로 △융착 접속, △기계식 접속, △현장조립형 광커넥터 접속으로 구분할 수 있다. 융착 접속은 영구 접속을 목적으로 주로 광간선망 등 신뢰성이 요구되는 구간에 적용되며, 기계식 접속은 융착 접속이 어려운 경우나 응급복구용으로 현장에서 빠른 작업이 요구되는 경우에 적용된다. 현장조립형 광커넥터 접속은 일반적으로 광케이블 종단을 현장(가입자 덕내 등)에서 광커넥터화 하는 경우에 적용된다.

[표 4-1] 광케이블 접속방법

접속 방법	융착 접속	기계식 접속	현장커넥터 접속
접속 손실	0.1dB/개소당	0.2dB/개소당	0.5dB/개소당
장 점	· WDM 등 대용량 장비 사용구간 유리	· 저렴한 투자비로 융착접속 효과	· 장비상호간 수시 접속/분리 용이
단 점	· 전기 공급, 접속 장소 제약 · 장비고가 · 코어당 접속비용 고가	· 기술 활성화, 성능 검증 미흡 · 작업 기량에 의한 접속손실 차이	· 접속손실이 많아 광케이블 중간에서 접속 불가능
활 용	· 신뢰성이 요구되는 광간선망 등 주요 회선에 사용 · 맨홀내 작업	· 융착접속기 설치가 어려운 경우	· FTTH 설치시 가입자 덕내 등 타기기와 접속을 위해 광케이블 종단에 사용

나. 용착 접속

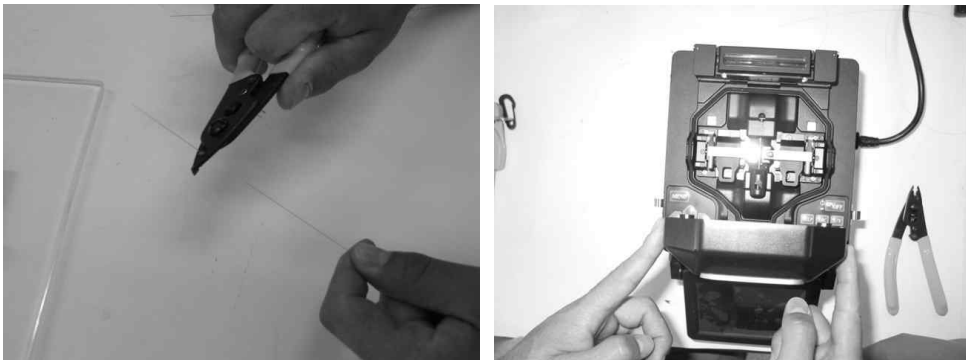
용착접속(Fusion Splice)은 광섬유 축을 정렬시켜 광섬유 단면을 가열 용착하여 접속하는 방법이다. 접합부의 가열방법으로는 아크(ARC) 방전이 많이 사용된다.

- 1) 접속하고자 하는 광섬유의 어느 한쪽에 열수축 슬리브를 삽입한다.



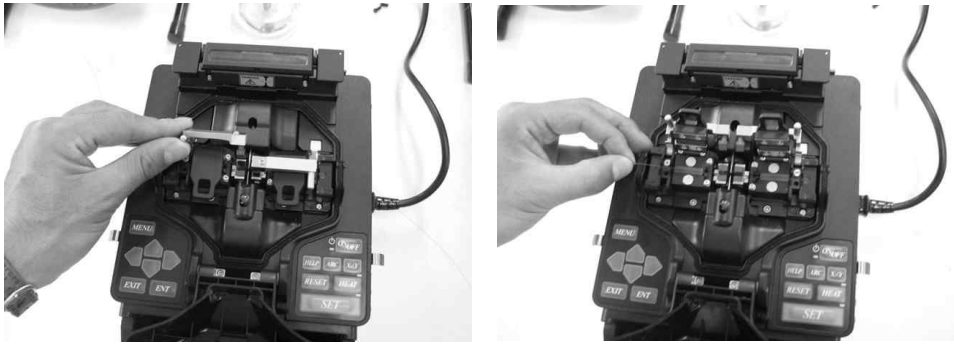
[그림 4-20] 용착접속 (① 광섬유에 열수축 슬리브 삽입)

- 2) 광섬유의 코팅 제거 및 절단을 한 후, 접속기에 올려놓는다.



[그림 4-21] 용착접속 (② 광섬유 코팅 제거 및 절단)

- 3) 접속기(OTDR)의 방풍 덮개와 클램프, 광섬유 홀더를 열고 광섬유를 고정대(가이드)에 정렬한다. 이 때, 광섬유 끝이 방전 전극 봉(아크 봉)과 V홈 사이에 놓이도록 한다.



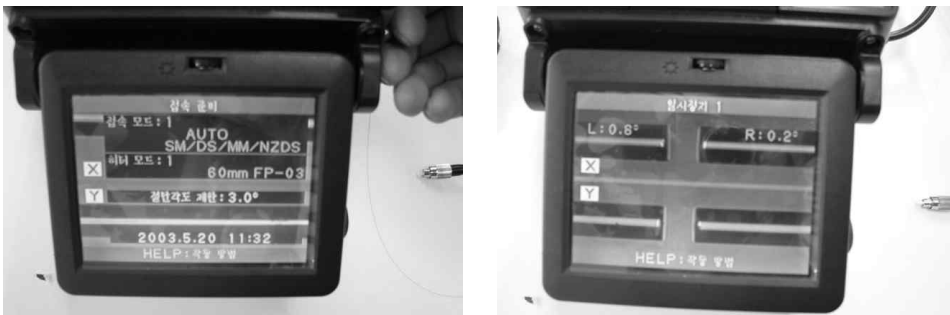
[그림 4-22] 용착접속 (③ 접속기 가이드에 광섬유 정렬)

- 4) 클램프 및 광섬유홀더, 방풍 덮개를 닫은 후 용착접속을 위해 접속기의 시작 SET 버튼을 누른다.



[그림 4-23] 용착접속 (④ 광섬유 접속 시작)

- 5) 광섬유 단면의 간격이 조정된 후에 동작이 일시 정지한다. 광섬유 단면을 관찰한 후, SET 버튼을 누르면서 간격을 조절한다.



[그림 4-24] 용착접속 (⑤ 광섬유 단면 관찰)

- 6) 광섬유의 용착 과정이 연속적으로 자동 처리되며, 광섬유의 접속 상태를 정렬한 후 용착접속시 각도를 표시해준다.



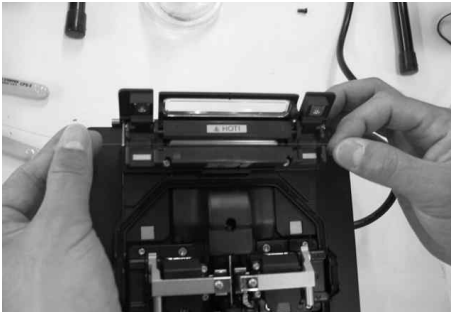
[그림 4-25] 용착접속 (⑥ 광섬유 접속 상태 정렬)

- 7) 아크(ARC) 방전이 되면서 접속이 된다. 접속이 완료되면 ‘종료’가 표시된다.



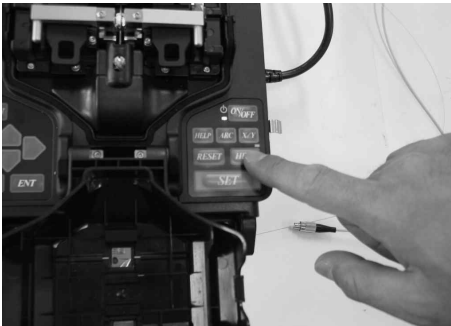
[그림 4-26] 용착접속 (⑦ 광섬유 접속 완료)

- 8) 방풍 덮개를 열고 광섬유 심선을 들어낸 후, 열수축 슬리브를 가열기 방풍 덮개 안의 중앙에 위치하도록 광섬유를 정렬한다.



[그림 4-27] 용착접속 (⑧ 가열기에 열수축 슬리브 정렬)

- 9) 가열기의 방풍 덮개를 닫은 후, 'HEAT' 버튼을 눌러 가열시킨다. 열수축 슬리브가 완전히 수축되면 빨간색 램프가 깜박이면서 수축이 완료된다.



[그림 4-28] 용착접속 (⑨ 열수축 슬리브 가열)

- 10) 보강된 광섬유를 들어 낸 후 열수축 슬리브 보강상태를 확인한다.



[그림 4-29] 용착접속 (⑩ 열수축 슬리브 보강상태 확인)

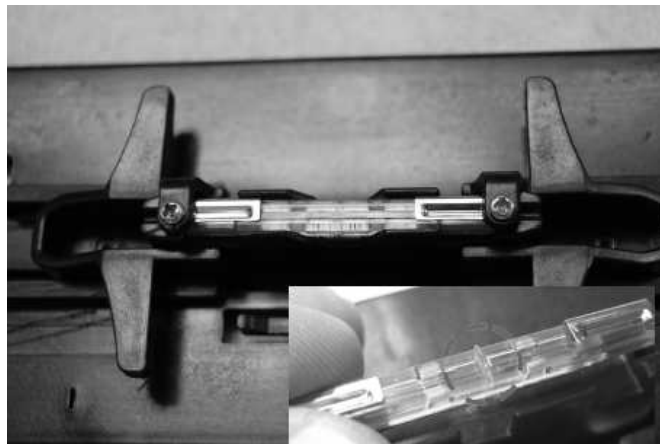
다. 기계식 접속²⁰⁾

기계식 접속은 두 개의 광섬유 단면을 기계식 접속자로 정렬하여 고정시키는 방법으로서, 주로 끊어진 광섬유를 빨리 수리해야 할 때 현장에서 빠르고 손쉽게 광케이블 접속이 가능하다. 기계식 접속의 주요 구성품은 다음과 같다.



[그림 4-30] 기계식 접속의 주요 구성품

- 1) 접속자의 돌기가 아래로 향하도록 하여 접속공구에 삽입한다.



[그림 4-31] 기계식 접속(① 접속공구에 접속자 삽입)

20) 예시: 에이제이월드

- 2) 광케이블 외피를 약 3cm 이상 탈피한 후, 알코올과 거즈를 사용하여 광심선을 닦아낸다.



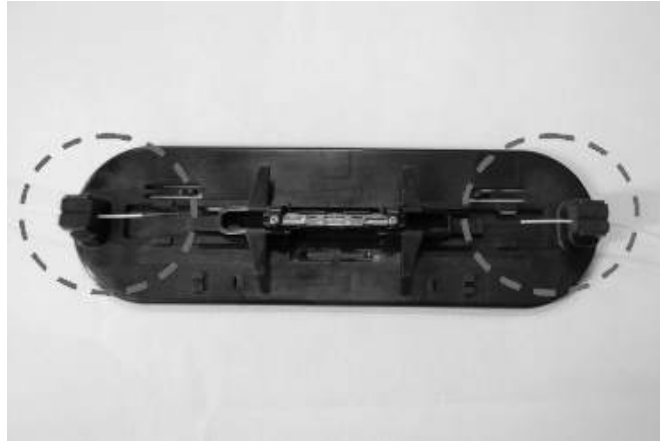
[그림 4-32] 기계식 접속(② 광케이블 외피 탈피)

- 3) 광심선 절단기를 사용하여 900 μm (2차 코팅) 광심선은 14mm, 250 μm (1차 코팅) 광심선은 11mm 길이에 맞추어 정밀 절단한다.



[그림 4-33] 기계식 접속(③ 광섬유 심선절단)

- 4) 양단 케이블을 동일하게 ③, ④와 같이 작업한 후, 접속공구 케이블 홀더에 케이블을 끼워 고정시킨다.



[그림 4-34] 기계식 접속(④ 케이블 홀더에 케이블 고정)

- 5) 광심선을 접속공구 파이버 가이드에 따라 끝까지 밀어 접속자에 삽입한다.



[그림 4-35] 기계식 접속(⑤ 접속자에 광심선 삽입)

- 6) 심선간 접속 상태를 유지하기 위해 케이블에 적절한 벤딩(bending)을 준다.



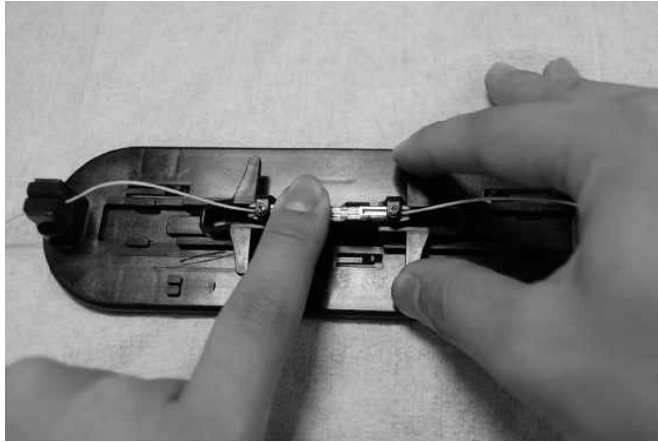
[그림 4-36] 기계식 접속(⑥ 케이블 벤딩)

- 7) 반대편 광심선도 ‘⑥ 접속자에 광심선 삽입, ⑦ 케이블 벤딩’ 과정을 반복한다.



[그림 4-37] 기계식 접속(⑦ 반대편 광심선 삽입)

- 8) 접속점 고정을 위해 접속점을 누른 상태에서 압착홀더를 끝까지 밀어준다.



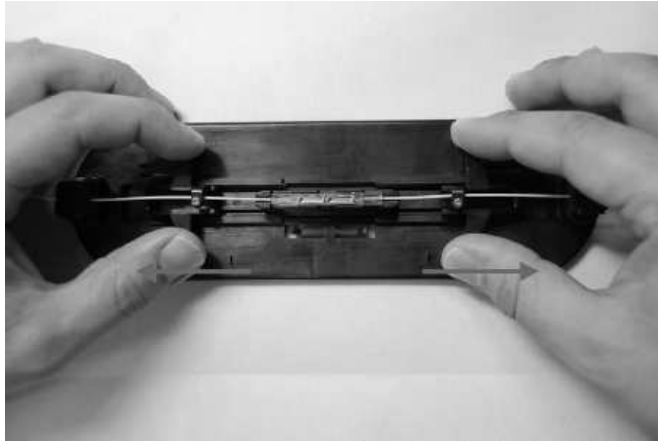
[그림 4-38] 기계식 접속(⑧ 압착홀더 밀어줌)

- 9) ⑧과 마찬가지로, 삽입된 압착핀을 누른 상태에서 반대편 압착홀더를 끝까지 밀어준다.



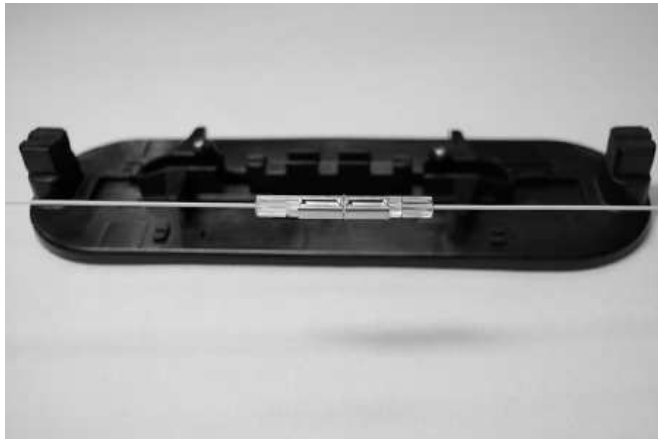
[그림 4-39] 기계식 접속(⑨ 반대편 압착홀더 밀어줌)

- 10) 접속공구 케이블 압착홀더를 해체하여 접속자를 꺼낸다.



[그림 4-40] 기계식 접속(⑩ 압착홀더 해체)

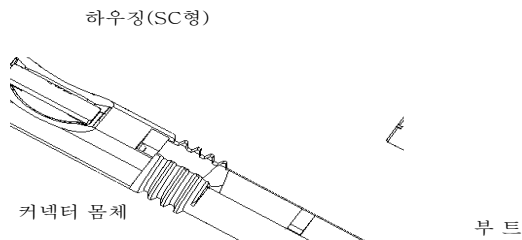
11) 기계식 접속이 완료된 모습이다.



[그림 4-41] 기계식 접속(⑪ 접속 완료)

라. 현장조립형 광커넥터 접속²¹⁾

현장조립형 광커넥터 접속은 광심선의 절체 및 착탈이 자주 요구되는 장소(일반적으로 광옥외선 접속/성단시)에 주로 사용하는 접속방법으로써, 광케이블 성단 작업시 광케이블에서 인출된 광섬유심선 종단을 작업 현장에서 커넥터화²²⁾ 한다. 현장조립형 광커넥터의 주요 구성품은 다음과 같다.



[그림 4-42] 현장조립형 광커넥터(SC형) 주요 구성품

- 1) 광케이블에 부트를 삽입하고 니퍼 등을 이용하여 케이블 외피를 55m 정도 탈피한다.

[그림 4-43] 현장커넥터 접속(① 부트 삽입 및 외피 탈피)

- 2) 심선 탈피기를 이용하여 900 μ m 버퍼(2차 코팅)를 3~5mm 정도 남겨놓고 벗겨내어 250 μ m 투명 코팅(1차 코팅) 광섬유로 만든다.

21) 예시: 한국 3M

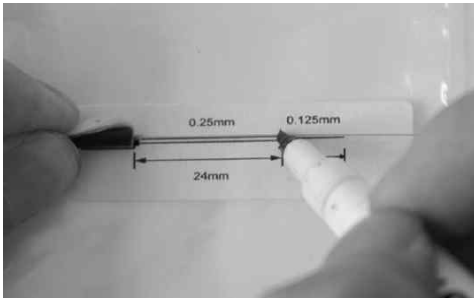
22) 광커넥터를 조립하는 과정을 현장에서 작업자가 직접 수행함으로써 광케이블을 성단하기 위한 융착접속 과정이 불필요함

3~5mm
↖



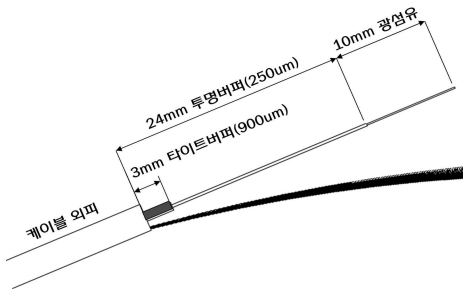
[그림 4-44] 현장커넥터 접속(② 버퍼(900 μ m) 탈피)

- 3) 250 μ m 투명 코팅(1차 코팅) 탈피길이(케이블 끝으로부터 24~25mm 지점)를 표시하고 광심선 스트리퍼로 벗겨낸다. 광섬유(광심선)는 알코올을 묻힌 면솜(거즈) 등으로 닦아낸다.



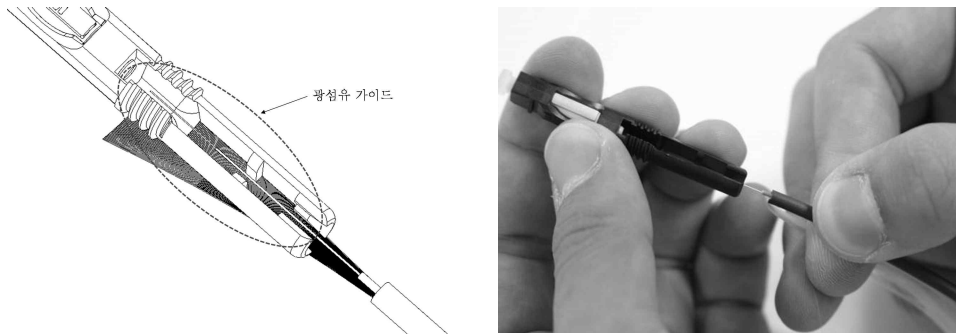
[그림 4-45] 현장커넥터 접속(③ 코팅(250 μ m) 탈피)

- 4) 광심선 절단기를 이용하여 광섬유를 10mm로 절단한다.



[그림 4-46] 현장커넥터 접속(④ 광섬유 절단(10mm))

- 5) 광섬유 가이드를 이용하여 광섬유를 천천히 커넥터로 삽입한다. 이때, 케블라(보호섬유)는 아래쪽을 향하도록 위치시킨다.



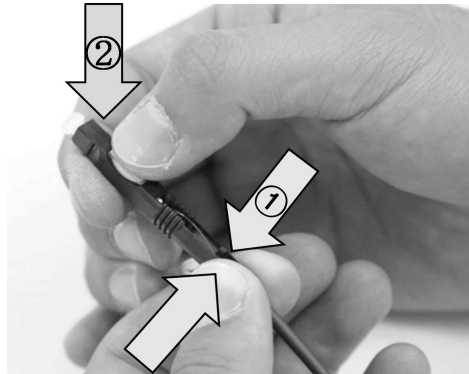
[그림 4-47] 현장커넥터 접속(⑤ 광섬유 삽입)

- 6) 케이블을 천천히 삽입하여 광섬유가 서로 맞닿아 휘어지는지 확인한 후, 삽입을 중지한다. 벤딩(bending)이 심할 경우, 심선을 뒤로 빼서 적정 벤딩을 만들지 말고 처음부터 다시 삽입한다.



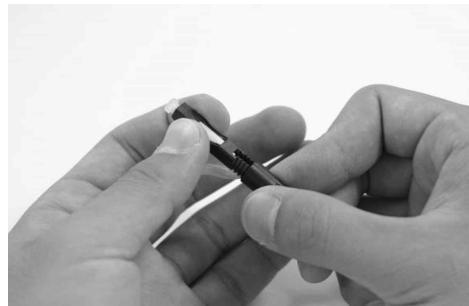
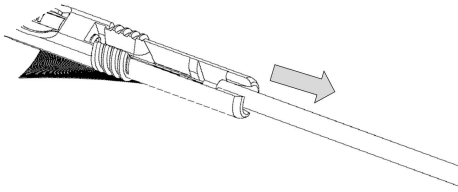
[그림 4-48] 현장커넥터 접속(⑥ 광섬유 벤딩 확인)

- 7) 광섬유의 적정 벤딩을 확인한 후, 케이블 고정부(①)를 손으로 눌러 케이블을 고정하고 광섬유의 휘어진 상태를 유지한다. 이 상태에서 접속 캡의 중앙부분을 손가락으로 눌러(②) 광섬유 접속을 완료한다.



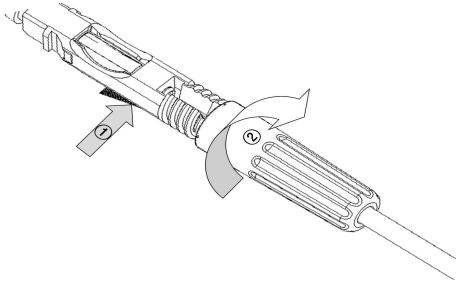
[그림 4-49] 현장커넥터 접속(⑦ 광섬유 벤딩 유지 및 접속 완료)

가) 광섬유가 일직선이 되도록 케이블을 뒤로 살짝 당기고, 부트를 천천히 커넥터에 밀어 넣는다.



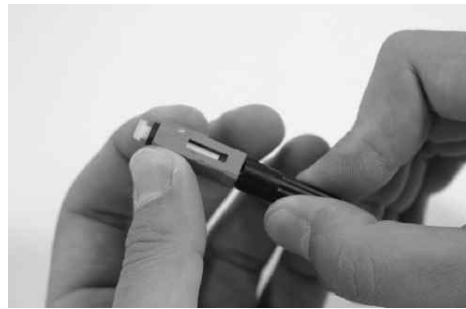
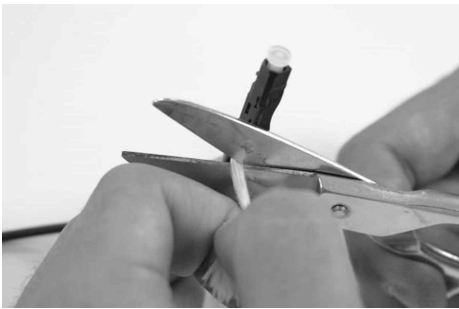
[그림 4-50] 현장커넥터 접속(⑧ 부트 삽입)

8) 케블라(보호섬유)를 커넥터 몸체에 손가락으로 눌러 임시 고정(①)하고, 부트를 천천히 돌려 삽입하여 케블라를 고정(②)한다. 이 때, 부트 안쪽의 광섬유가 굽어지지 않도록 주의한다.



[그림 4-51] 현장커넥터 접속(⑨ 부트 고정)

9) 여분의 케블라를 잘라내고 하우징을 삽입하여 접속을 완료한다.

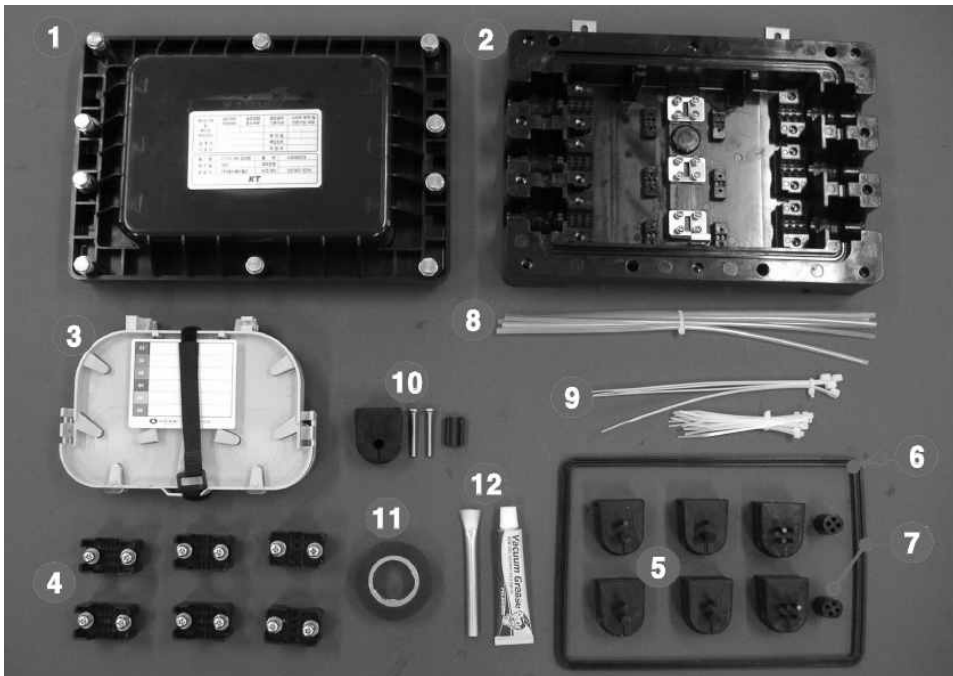


[그림 4-52] 현장커넥터 접속(⑩ 커넥터 접속 완료)

2. 함체 설치

가. 광접속함 설치²³⁾

광접속함은 관로, 가공 및 직매용의 다목적 함체로서, 융착접속, 기계식 접속 등 다양한 접속방식으로 작업할 수 있으며 광케이블 연결 부위 및 접속 부위를 외부환경으로부터 보호한다. PON 방식에 사용되는 경우에는 수동 소자(스플리터)를 사용하여 가입자용 광케이블을 접속, 분기 및 분배한다. 광접속함의 주요 구성품은 다음과 같다.

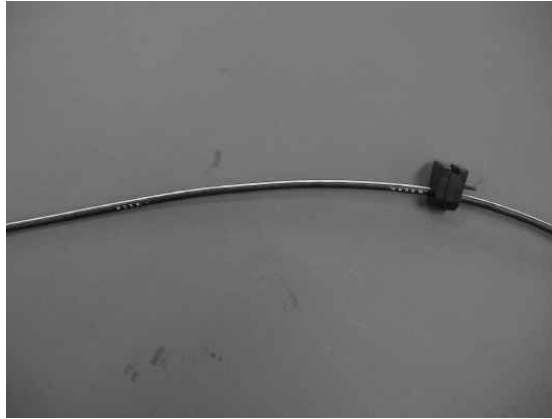


- | | | |
|------------|----------|---------------|
| ① 상판 | ② 하판 | ③ 보호 지지판(트레이) |
| ④ 케이블 고정대 | ⑤ 인입구 패킹 | ⑥ 가스켓 |
| ⑦ 원형 패킹 | ⑧ 보호 튜브 | ⑨ 케이블 타이 |
| ⑩ 케이블보호대 등 | ⑪ 절연 테이프 | ⑫ 진공 그리스/붐 |

[그림 4-53] 광접속함 주요 구성품

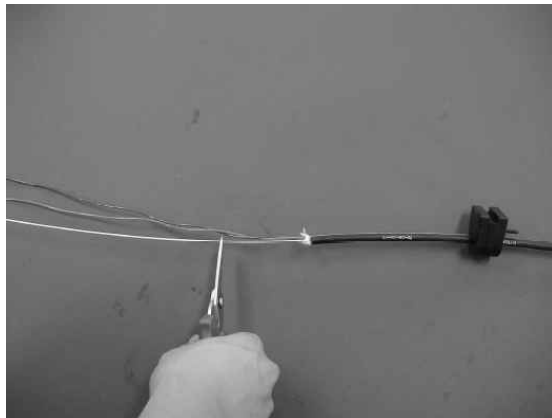
- 1) 하판 삽입부의 인입구 패킹과 가스켓을 분리한다. 간단한 공구를 이용하여 인입구 패킹에 구멍을 낸 후 케이블을 삽입한다.

23) 예시: 에이제이월드



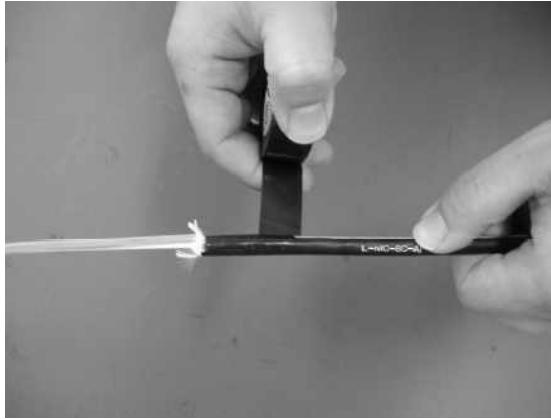
[그림 4-54] 광접속함 설치(① 인입구 패킹에 케이블 삽입)

- 2) 케이블 외피를 120cm 정도 탈피한 후, 케이블 인장선을 9cm 정도 남겨두고 절단한다. 루즈튜브 피복은 10cm 정도 남기고 탈피하며, 탈피된 루즈튜브 광심선의 젤리는 세척제로 닦아내고 보호튜브를 삽입한다.(보호튜브 길이는 22cm 정도)



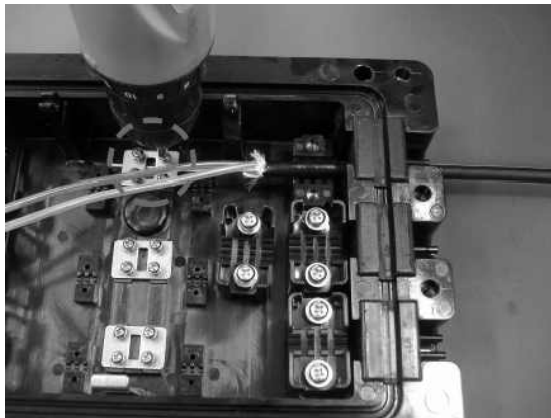
[그림 4-55] 광접속함 설치(② 케이블 탈피)

- 3) 케이블 고정대 압착 부위에 케이블 보호를 위해 절연 테이프를 감는다.



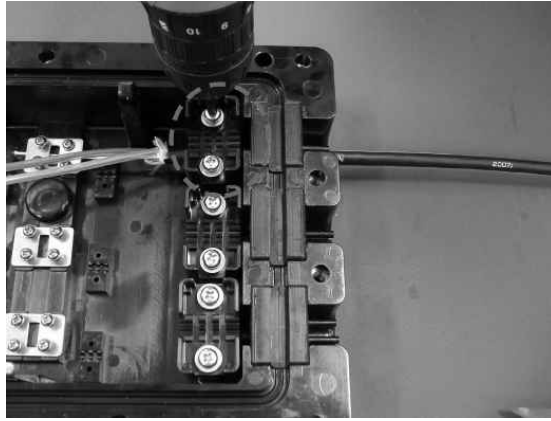
[그림 4-56] 광점속함 설치(③ 케이블에 절연테이프 테이핑)

- 4) 하판 인입구 홀에 진공 그리스를 바르고 작업된 케이블을 하판에 안착시킨 후, 전동공구를 이용하여 인장선을 고정한다.



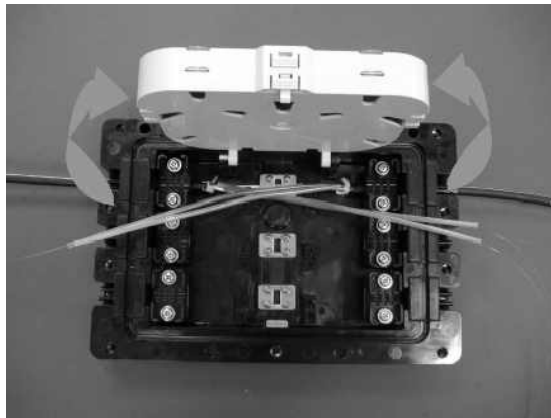
[그림 4-57] 광점속함 설치(④ 하판에 케이블 인장선 고정)

- 5) 전동공구를 이용하여 케이블 고정대로 인입된 케이블을 고정시킨다. 이 때, 케이블 고정대를 무리하게 조이면 케이블에 손상이 갈 수 있으니 과도한 힘을 가하지 않는다.



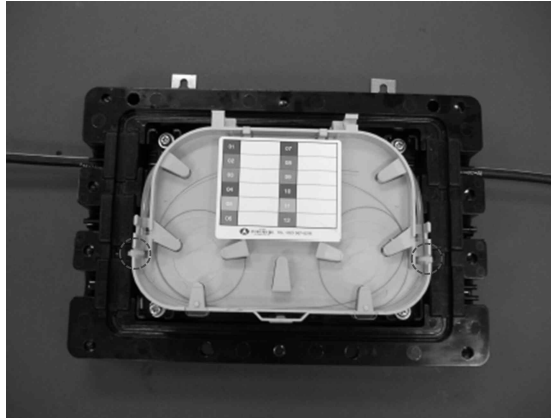
[그림 4-58] 광점속함 설치(⑤ 케이블 고정)

- 6) 반대편 인입도 동일한 방법으로 진행하며, 작업완료 후 하판에 안착 시킨다.



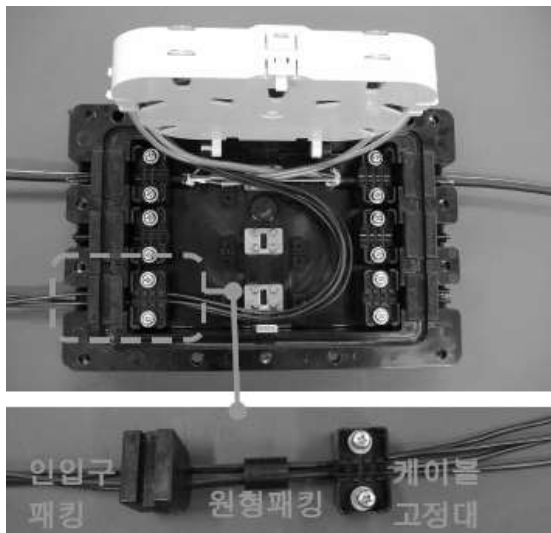
[그림 4-59] 광점속함 설치(⑥ 반대편 케이블 인입)

- 7) 케이블 타이를 이용하여 보호 튜브를 보호 지지판(트레이)에 고정시키고 내부에 광심선을 가지런히 정리한다.



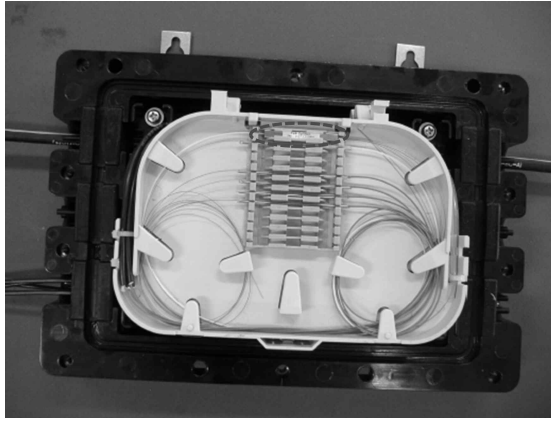
[그림 4-60] 광접속함 설치(㉗ 트레이에 보호튜브 고정)

- 8) 인입구 패킹에 삽입된 케이블을 원형 패킹에 삽입하고 보호 지지판(트레이)에 고정시킨다. 이 후, 함체 내부 여장에 간섭받지 않는 상태에서 원형 패킹을 케이블 고정대에 끼운 후 고정시킨다.



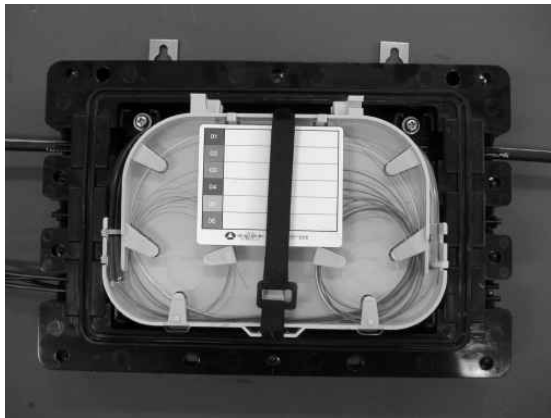
[그림 4-61] 광접속함 설치(㉘ 트레이에 케이블 고정)

- 9) 스플리터를 보호 지지판(트레이)에 실장한 후 스플리터와 인입 광케이블을 접속한다. 접속 후, 광심선을 정리한다.



[그림 4-62] 광점속함 설치(⑨ 스플리터와 인입 광케이블 접속)

- 10) 접속이 완료되면 보호 지지판(트레이)을 덮고 밴드를 이용하여 견고하게 고정시킨다. 이 후, 분리했던 가스켓을 하판 홈에 삽입한다.



[그림 4-63] 광점속함 설치(⑩ 트레이 고정)

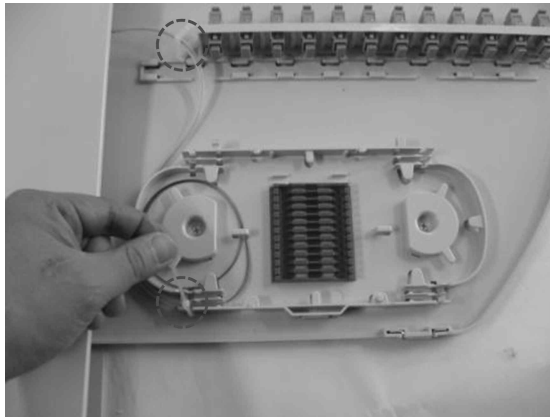
- 11) 인입된 광케이블은 케이블 타이를 이용하여 한 번 더 고정시킨다. 마지막으로 상판을 덮고 조립한다.

2) 케이블을 스틸밴드로 고정한다.



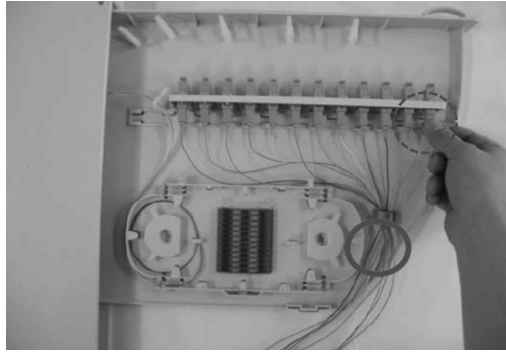
[그림 4-66] 광분배함 설치 (② 케이블을 스틸밴드로 고정)

3) 보호튜브를 와이어 새들과 트레이에 장착하고 고정한 후, 각 코어의 광케이블을 가지런히 모은다.



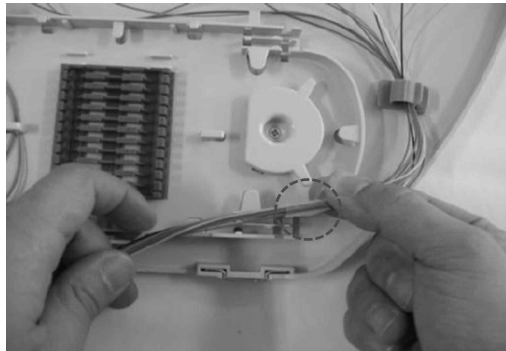
[그림 4-67] 광분배함 설치 (③ 튜브를 트레이에 고정)

4) 900 μ m 광점퍼코드를 장착한 후 적당한 위치에 와이어 새들을 부착한다.



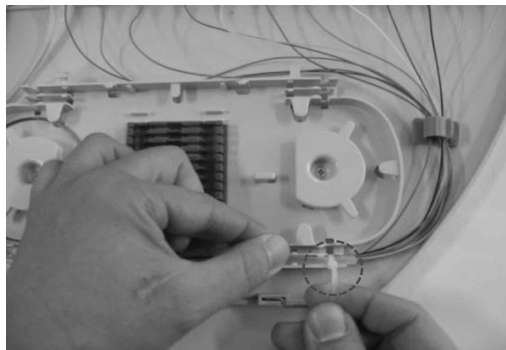
[그림 4-68] 광분배함 설치 (④ 광점퍼코드 장착)

5) 스파이럴 슬리브를 이용해 케이블을 모아준다.



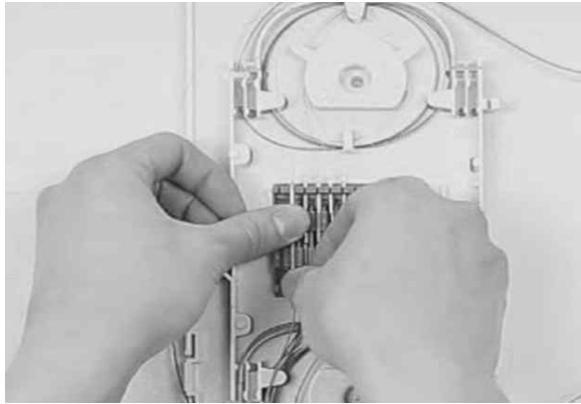
[그림 4-69] 광분배함 설치 (⑤ 케이블 모아줌)

6) 광심선 여장정리 후, 남은 보호튜브를 스파이럴 슬리브 위에 대고 고정한다.



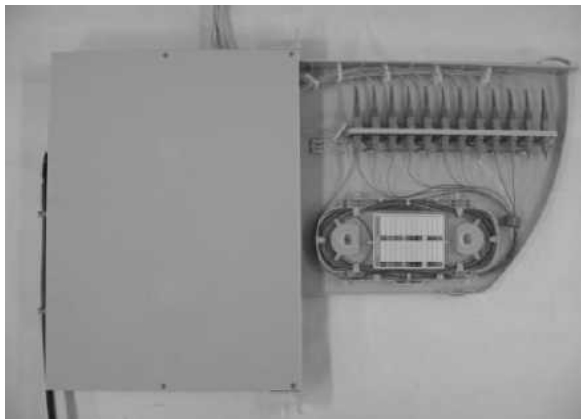
[그림 4-70] 광분배함 설치 (⑥ 케이블 고정)

7) 각 코어별로 광케이블을 연결한 후, 트레이에 배열한다.



[그림 4-71] 광분배함 설치 (㉗ 광심선 연결)

8) 트레이 커버를 덮고 완료한다.(반대편 케이블 커넥터 장착)



[그림 4-72] 광분배함 설치 (㉘ 설치 완료)

다. 광단자함 설치²⁵⁾

광단자함은 전주나 건물의 내·외벽에 설치되어 외부 광선로와 가입자 장치간의 연결 및 분배 기능을 하며, 설치환경이나 가입자수 등에 따라 다양한 형태가 있다.

- 1) 광단자함 및 광케이블을 준비한다.



[그림 4-73] 광단자함 설치 (① 광단자함 및 광케이블 준비)

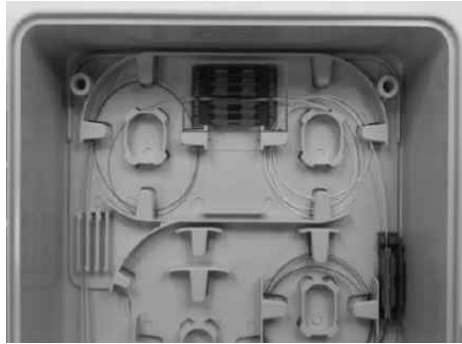
- 2) 인입 광케이블을 삽입하여 고정시킨다.



[그림 4-74] 광단자함 설치 (② 인입 광케이블 고정)

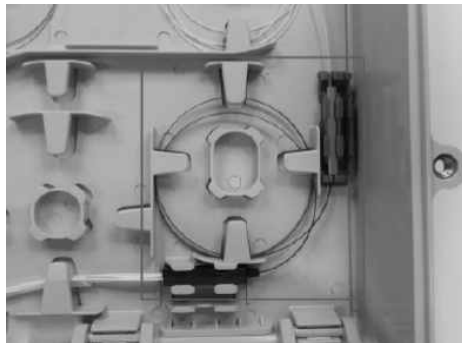
- 3) 인입된 광케이블과 RN 인입선을 접속한다.

25) 예시: 에이제이월드



[그림 4-75] 광단자함 설치 (③ 인입 광케이블과 RN 인입선 접속)

4) 접속된 RN을 고정시킨다.



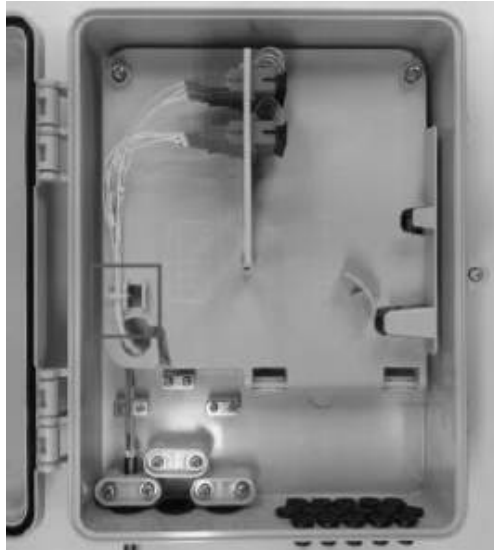
[그림 4-76] 광단자함 설치 (④ RN 고정)

5) RN 코드(성단) 부분을 스파이럴 슬리브를 사용하여 트레이에 정리한다.



[그림 4-77] 광단자함 설치 (⑤ RN 코드 부분 트레이에 정리)

- 6) RN 코드(성단) 부분을 국사측 광어댑터에 순서대로 연결하고 케이블 타이를 이용하여 정리한다.



[그림 4-78] 광단자함 설치 (⑥ RN 코드 부분 연결 및 정리)

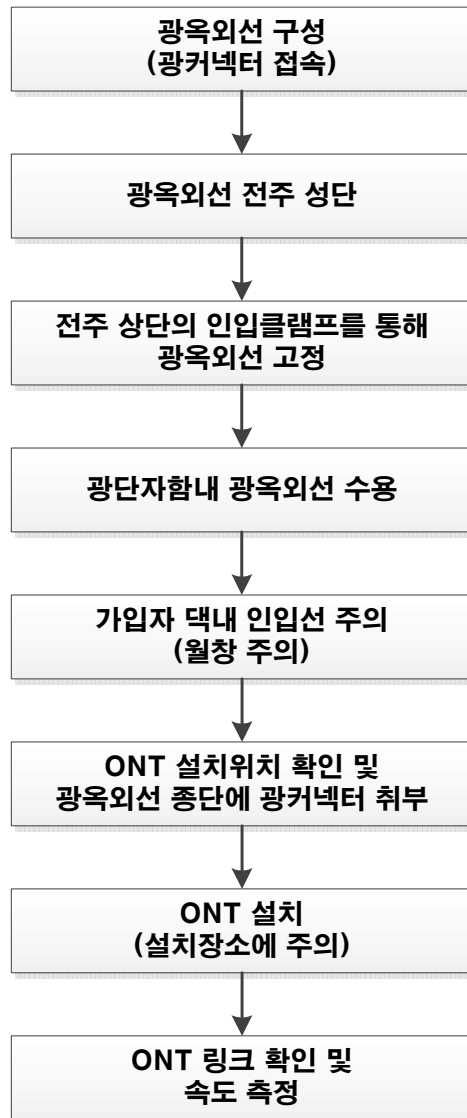
- 7) 광옥외선을 광어댑터에 순서대로 연결한다.



[그림 4-79] 광단자함 설치 (⑦ 광옥외선 연결)

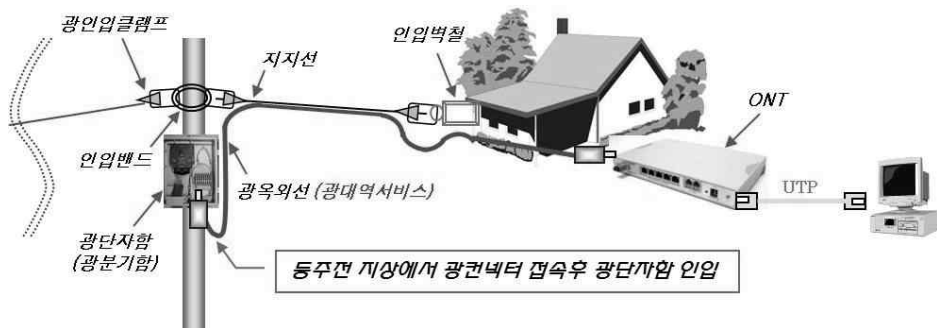
3. 광옥외선 설치

가입자 구간에 사용하는 광옥외선은 전주 등의 광단자함에서 일반 주택 내 ONT(광모뎀)까지 연결하는 광케이블로서, 일반적인 설치 과정은 다음과 같다.



[그림 4-80] 광옥외선 설치 과정

- 1) 광분기함(광단자함)에서 가입자까지 광옥외선을 사용한다.
- 2) 광옥외선은 지지선, 전주용 인입클램프/인입밴드, 인입벽철 등으로 가설, 고정한다.
- 3) 전주에서 가입자 건물 외벽의 인입벽철(또는 가입자 단말장치)까지 적당한 길이의 광옥외선을 늘어놓는다.
- 4) 광분기함부터 30cm 상단에 인입밴드를 설치한다.
- 5) 지지선을 인입클램프로 클램핑(Clamping)하여 가입자 방향별 인입밴드 고리에 연결한다.
- 6) 가입자 주택의 건물외벽에 인입벽철을 설치한 후(가입자 승인 필요), 광옥외선의 지지선을 잡아당겨 인입벽철 설치위치에서 지지선을 절단하고 인입벽철에 건다.
- 7) 가입자 단말(PC 등)이 설치되는 방(거실)에 아울렛(Outlet) 박스를 설치하고, 현장조립형 커넥터 접속 후 아울렛 박스에 삽입한다.
- 8) 광옥외선의 견인 및 고정시 가공 구간의 적정 이도가 유지되도록 한다.
- 9) 전주의 광케이블 여장은 허용곡률반경 이상으로 정리하며, 가입자 주택에는 설치위치 변경을 고려한 여장을 둔다.
- 10) 광옥외선의 덕내인입을 위한 외벽 배선은 건물 벽의 각진 곳, 수도관, 우수관 등의 측면공간을 활용하여 미관을 해치지 않도록 가능한 직각 및 직선 형식으로 고정하고, 가스관 등 위험한 지점의 배선은 피하도록 한다.
- 11) 부득이 덕내인입이 월창인 경우에는 창문 사용에 따른 케이블이 기계적 특성이 저하되지 않도록 조치한다.

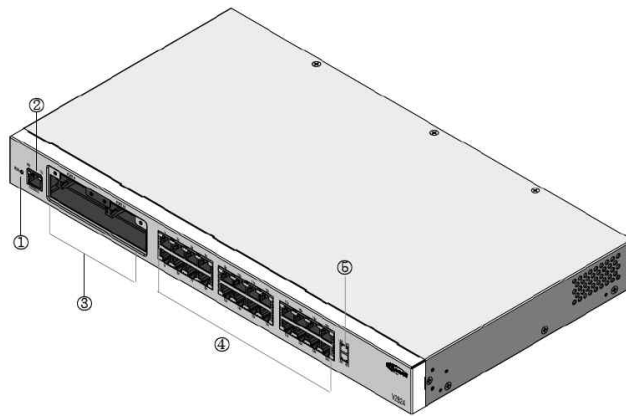


[그림 4-81] 광옥외선 설치(예)

제5절 가입자 설비

가입자 설비는 공동주택, 단독주택, 다세대 주택 등 주택의 유형에 따라 MDF 또는 덕내로 인입된 광케이블을 접속하여 광전변환을 수행하는 FTTx의 종단 장치이다. ISP 사업자별로 ONT 또는 ONU로 호칭하는데 본 장에서는 공동주택의 MDF내 설치되는 종단장치는(Rack Type) ONU, 덕내에 설치되는 종단장치는 ONT로 구분하여 서술하였다.²⁶⁾

1. ONU 구성



① 시스템 LED	전원 공급, 시스템 상태 확인
② 콘솔 포트	장비와 관리자의 콘솔 터미널 연결
③ 업링크 포트 슬롯	모듈 타입의 업링크 포트 설치
④ 서비스 포트	네트워크 서비스 제공
⑤ 서비스 포트 LED	서비스 포트의 상태 확인

[그림 4-82] ONU 구성(전면도)

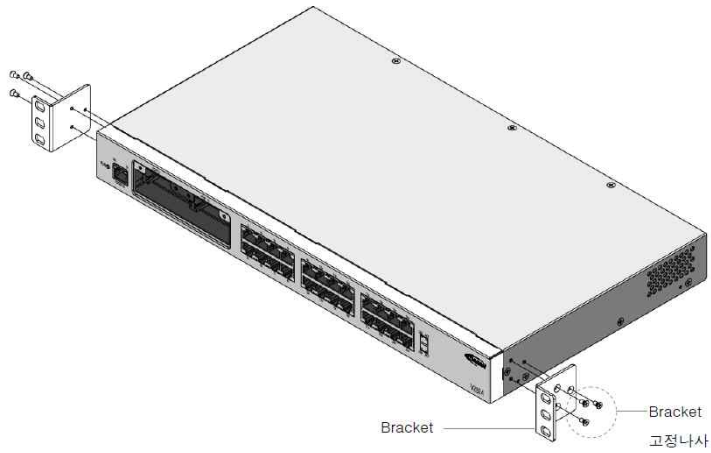
2. ONU 설치

가. 랙에 탑재

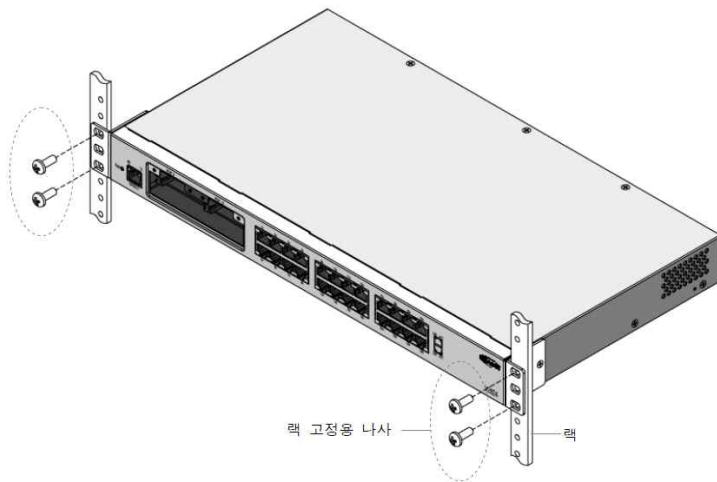
장비가 과열되는 것을 방지하기 위해 장비와 장비의 간격이나 장비와 벽, 바닥, 천장과의 간격을 충분히 유지한다. ONU(일반적으로 L2스위치)를 랙에 탑재하는 방법은 다음과 같다.

26) 예시 : 다산네트웍스(주)

- 1단계 : 평평하고 안정된 곳에 스위치, (+) 드라이버, 나사를 준비한다.
- 2단계 : [그림 4-82]과 같이 (+) 드라이버를 사용하여 스위치의 양쪽 모서리에 나사로 Bracket을 부착한다.
- 3단계 : Bracket과 부착한 스위치를 랙의 설치할 위치에 한 명이 장비의 아래를 받쳐 들고, 다른 한 명이 (+) 드라이버를 사용하여 [그림 4-83]와 같이 Bracket 부분을 랙에 부착한다.



[그림 4-83] ONU Bracket 설치



[그림 4-84] ONU 랙에 설치

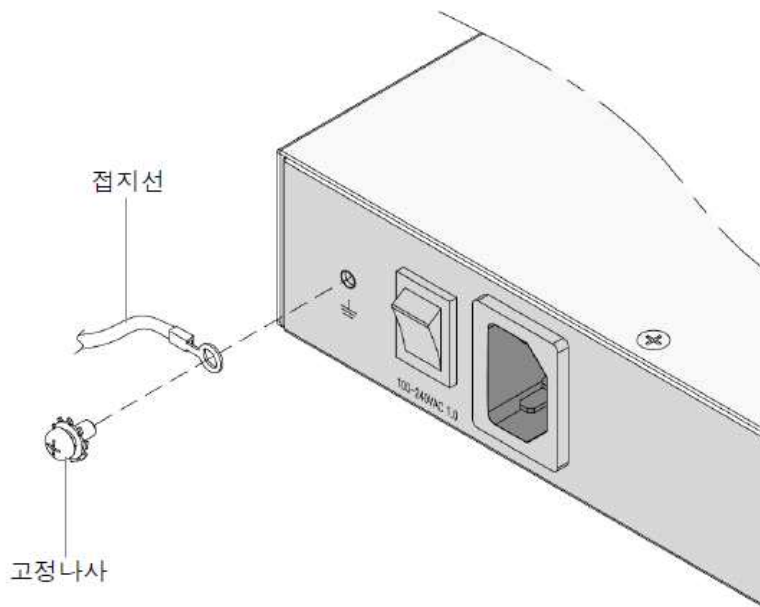
나. 접 지

설치자는 감전을 예방하기 위해 반드시 접지를 시켜야 한다. 접지를 하는 방법은 다음과 같다.

1단계 : 접지선을 접지 단자(⏏ 표시부분)에 [그림 4-85]과 같이 나사로 연결한다.

2단계 : 나사를 끝까지 조여 접지선을 완전히 고정시킨다.

3단계 : 장비에 연결한 접지선을 랙의 접지 연결부에 연결한다.



[그림 4-85] ONU 접지

다. 서비스 포트 연결

스위치 전면에는 10/100Base-TX 이더넷 포트를 가지고 있으며, 이 포트는 RJ-45 커넥터의 UTP 케이블(Cat.5(e) 이상)을 사용한다. 현재 출시되고 있는 대부분의 스위치는 MDI/MDIX 기능²⁷⁾이 있기 때문에 다른 장비의 TX

27) MDI(Media Dependent Interface)/MDIX(Media Dependent Interface Crossover): 상대측이 인터페이스를 자동으로 감지하여 그에 맞는 인터페이스를 제공하는 기능

포트와 연결할 때 UTP 케이블을 구분하여 사용할 필요가 없다. 물론, 10/100Base-TX 포트가 자동으로 MDI/MDIX를 인식하지 못한다면 크로스(혹은 다이렉트) 케이블이 필요하다. 10/100BASE-TX 포트와 다른 장비를 연결하는 방법은 다음과 같다.

1단계 : RJ-45 커넥터가 있는 UTP 케이블의 한쪽 끝을 10/100Base-TX 포트에 연결한다.

2단계 : UTP 케이블의 다른 한쪽의 RJ-45 커넥터를 또 다른 스위치나 라우터에 연결한다.

3단계 : 나머지 포트를 이더넷 스위치나 라우터에 연결하려면 1단계와 2단계를 반복한다.

라. 업링크 모듈 설치

대부분 스위치는 사용자의 요구에 따라 다양한 종류의 업링크 포트를 설치할 수 있다. 스위치에 설치할 수 있는 업링크 포트는 G-PON/E-PON, 1000Base-X SFP, 1000Base-X GBIC, 10/100/1000BASE-T 등이 있다. 업링크 포트 모듈을 설치하거나 해체할 때에 손으로 직접 모듈을 만지지 않는다. 업링크 포트 모듈을 설치하는 방법은 다음과 같다.

1단계 : 사용자가 설치할 업링크 모듈을 선택한다.

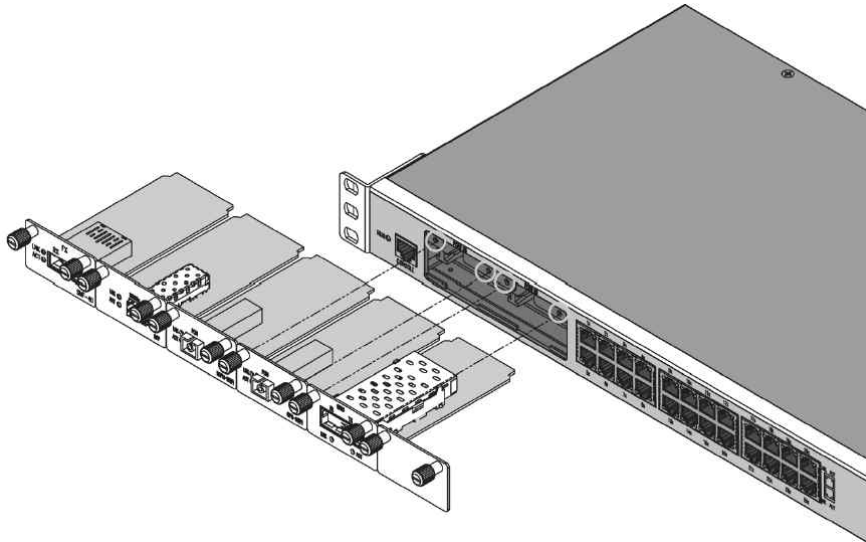
2단계 : 업링크 모듈을 설치하기 전에 먼저 콘솔창을 통해 포트를 논리적으로 비활성화 상태로 설정한다.

3단계 : 설치용 조임 나사를 잡고 설치할 위치에 모듈을 끼워 넣는다.

4단계 : 모듈을 끝까지 밀어 넣은 후 조임 나사를 시계 방향으로 돌려 준다.

5단계 : 조임 나사가 더 이상 돌아가지 않을 때까지 단단히 조여 준다.

6단계 : 교체 후에는 포트를 다시 활성화 시킨다.



[그림 4-86] ONU 업링크 옵션 모듈 설치

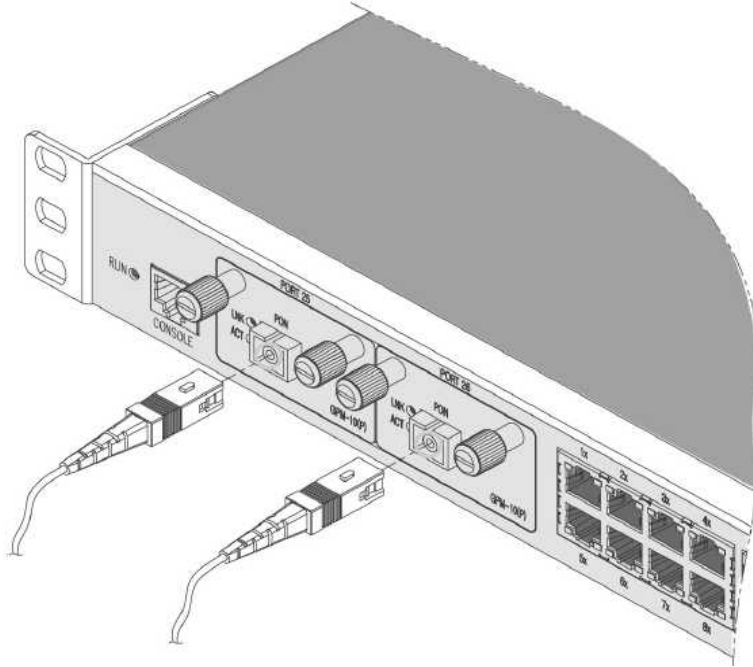
마. 업링크 포트 연결

업링크 포트는 업링크 모듈 타입에 따라 포트를 선택하여 사용할 수 있으며, 각각의 포트 연결에 대한 방법은 다음과 같다.

1) G-PON/E-PON 포트 연결

PON 네트워크 환경에서는 G-PON/E-PON 업링크 모듈을 사용하여 포트를 연결한다. G-PON/E-PON 업링크 모듈 포트에 광케이블을 연결하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : 광케이블의 한쪽 끝을 G-PON/E-PON 업링크 포트에 연결한다.
- 2단계 : 광케이블의 다른 한쪽 끝을 스플리터(RN)를 통해 상위 OLT의 PON 포트와 연결한다.
- 3단계 : 광케이블이 연결되고 OLT에 등록되면 해당 LED가 점등된다.



[그림 4-87] ONU E-PON 업링크 포트 연결

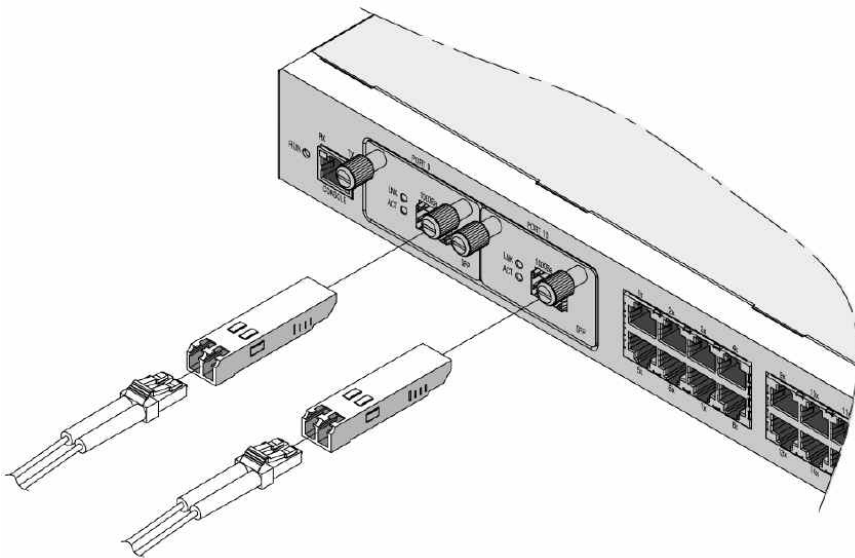
2) 100Base-FX 또는 1000Base-X SFP 모듈 포트 연결

SFP 업링크 포트를 연결하려면 먼저 SFP 모듈을 설치해야 한다. SFP 모듈을 설치하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : 광케이블이 싱글모드인지 멀티모드인지 확인한 후, SFP 모듈이 사용자의 네트워크에서 사용가능한지 확인한다.
- 2단계 : 엄지와 집게손가락으로 SFP 모듈 양옆을 잡고 업링크 포트 슬롯에 모듈을 삽입한다. 이 때, SFP 모듈을 손으로 직접 만지지 않는다. 또한 SFP 모듈 뚜껑은 벗긴 후 추후 사용을 위해 잘 보관한다.
- 3단계 : 딸깍하는 소리가 들릴 때까지 SFP 모듈을 슬롯에 밀어 넣는다.

한편, 모듈을 설치한 후 SFP 포트에 케이블을 연결하여야 한다. SFP 포트를 다른 장비와 연결하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : 케이블의 고무 뚜껑을 벗기고 커넥터를 광케이블 포트에 삽입한다.
- 2단계 : 케이블의 다른 한쪽 끝을 연결하고자 하는 스위치의 포트에 연결한다. 이 때, 사용자측 Rx 포트는 상대 장비의 Tx 포트와 연결되고 사용자측 Tx 포트는 상대 장비의 Rx 포트와 연결되었는지 반드시 확인한다.
- 3단계 : 해당 포트의 LED로 포트 상태를 확인한다.
- 4단계 : 나머지 SFP 타입 업링크 포트 역시 1,2,3단계와 같은 방법으로 연결한다.



[그림 4-88] ONU SFP 업링크 포트 연결

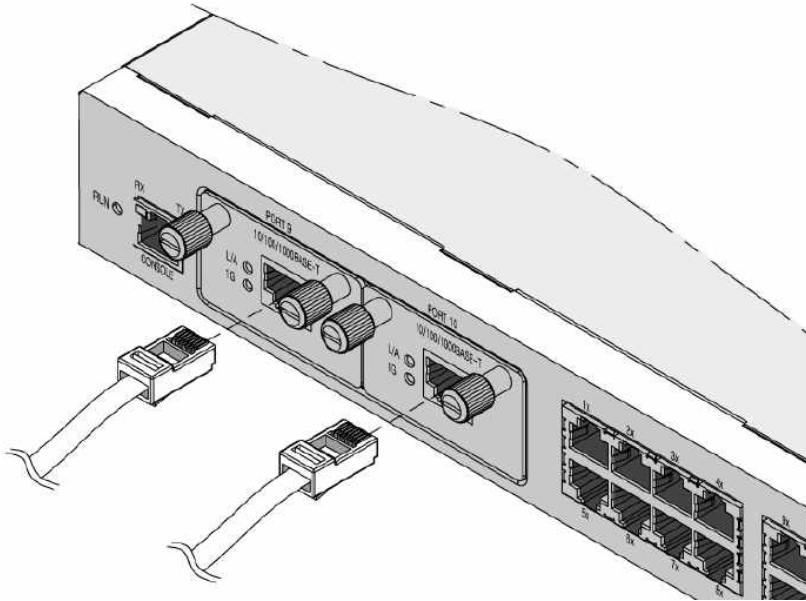
3) 10/100/1000Base-T 포트 연결

사용자는 스위치의 10/100/1000Base-T 포트의 옵션 모듈을 선택하여 다른 스위치의 10/100/1000Base-T 포트와 연결할 수 있다. 10/100/1000 Base-T 포트는 10/100Base-TX와 같은 RJ-45 커넥터의 UTP 케이블(Cat.5(e) 이상)을 사용한다. 10/100/1000Base-T 포트를 다른 장비와 연결하는 방법은 다음과 같다.

1단계 : RJ-45 커넥터가 있는 UTP 케이블의 한쪽 끝을 1000Base-T 포트에 연결한다.

2단계 : UTP 케이블의 다른 한쪽의 RJ-45 커넥터를 또 다른 스위치나 라우터에 연결한다.

3단계 : 나머지 포트를 이더넷 스위치나 라우터에 연결하려면 1단계와 2단계를 반복한다.

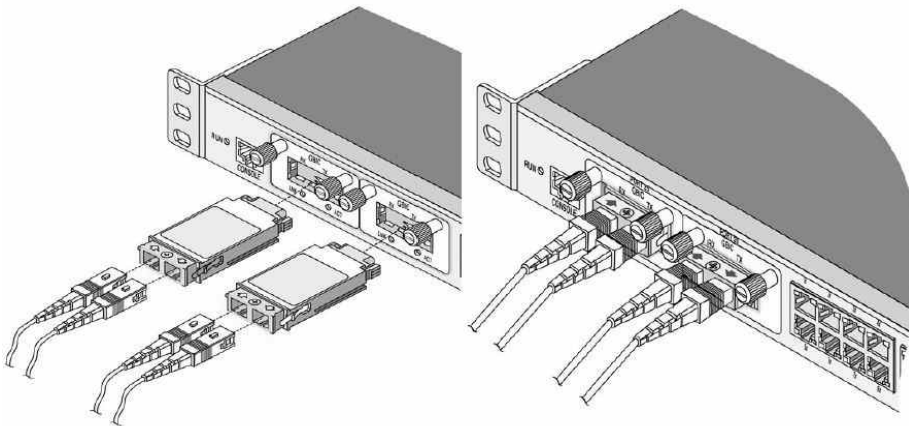


[그림 4-89] ONU 10/100/1000Base-T 포트 연결

4) 1000Base-X GBIC 포트 연결

1000Base-X 업링크 포트에는 GBIC 모듈이 사용된다. GBIC은 탈착식 모듈로 광케이블 네트워크와 연결되어 Gbps 단위의 통신 속도를 제공한다. 스위치에 GBIC 모듈을 설치하고 GBIC 포트를 연결하는 방법은 다음과 같다.

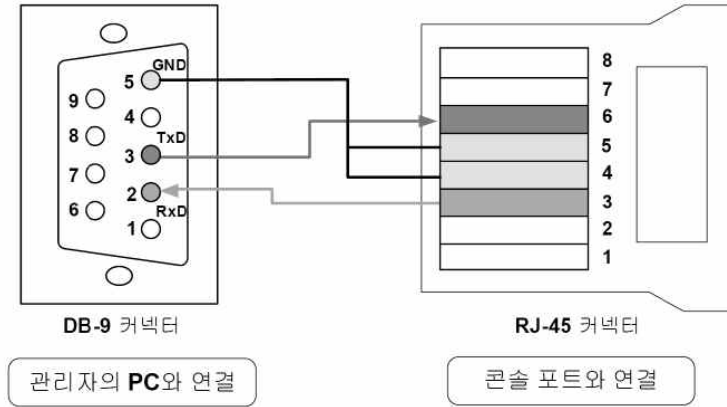
- 1단계 : 광케이블이 싱글모드인지 멀티모드인지 확인한 후 GBIC 모듈이 사용자의 네트워크에서 사용가능한지 확인한다.
- 2단계 : 엄지와 집게손가락으로 GBIC 양옆을 잡고 옵션 모듈에 있는 GBIC 슬롯에 삽입한다. 이 때, GBIC 모듈을 손으로 직접 만지지 않는다. 또한 GBIC 모듈 뚜껑은 벗긴 후 추후 사용을 위해 잘 보관한다.
- 3단계 : 딸각하는 소리가 들릴 때까지 GBIC 슬롯에 밀어 넣는다.
- 4단계 : 케이블의 고무 뚜껑을 벗기고 커넥터를 사용자 스위치의 1000 Base-X 포트에 연결한다.
- 5단계 : 케이블의 다른 한쪽을 연결하고자 하는 스위치의 1000Base-X 포트에 연결한다. 이 때, 사용자측 Rx 포트는 상대 장비의 Tx 포트와 연결되고 사용자측 Tx 포트는 상대 장비의 Rx 포트와 연결되었는지 반드시 확인한다.
- 6단계 : 해당 포트의 LED로 포트 상태를 확인한다.
- 7단계 : 나머지 1000Base-X 포트 역시 같은 방법으로 연결한다.



[그림 4-90] ONU 1000Base-X GBIC 포트 연결

바. 콘솔 포트 연결

사용자는 콘솔 터미널을 통해 장비를 관리할 수 있다. 아래 그림은 스위치에서 사용되는 콘솔 케이블의 핀 배열이다.



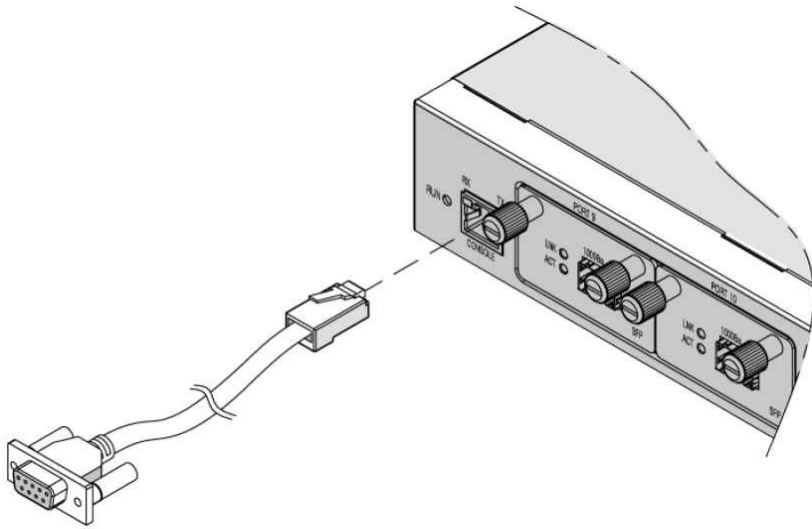
[그림 4-91] ONU 콘솔 케이블 핀 배열

스위치의 콘솔 포트를 터미널 프로그램이 설치된 PC와 연결하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : RJ-45-to-DB-9 콘솔 케이블의 RJ-45 커넥터를 스위치 콘솔 포트에 연결한다.
- 2단계 : 콘솔 케이블의 DB-9 커넥터를 터미널이나 터미널 에뮬레이션 소프트웨어가 설치된 PC에 연결한다.
- 3단계 : 사용자의 터미널 프로그램을 9600 baud, 8 data bits, no parity, control flow-none, 1 stop bit로 설정한다.



<콘솔터미널 시리얼 포트 설정>



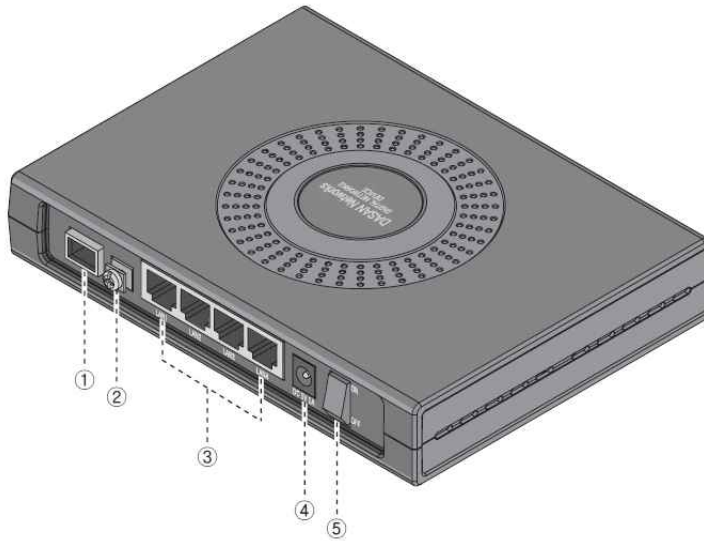
[그림 4-92] ONU 콘솔 포트 연결

1) 전원 케이블 연결

스위치의 이더넷 포트와 콘솔 포트의 연결이 모두 끝나면 전원을 공급할 수 있도록 전원 장치를 연결한다. 전원을 연결하기 전에는 감전을 예방하기 위해 반드시 접지를 시켜야 한다. 전원 케이블을 연결하는 방법은 다음과 같다.

- 1단계 : 전원 케이블을 스위치의 전원 공급 커넥터에 꽂는다.
- 2단계 : 전원 케이블의 다른 한쪽 끝을 AC 전원 콘센트에 연결한다.
- 3단계 : 스위치를 켜고 LED를 통해 전원이 정상적으로 공급되고 있는지 확인한다.

3. ONT 구성

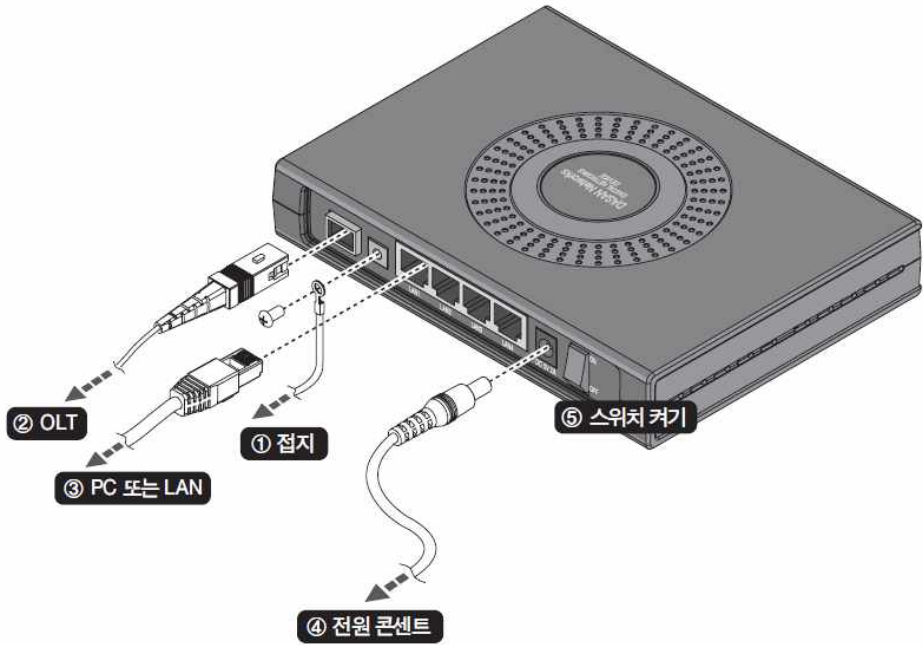


① LINE(PON)	OLT와 연결되는 포트
② GND(접지)	접지를 위한 단자
③ LAN 1~4	가입자 단말(PC 등)과 연결되는 포트
④ 전원 포트	전원 케이블을 연결하여 전원 공급
⑤ 전원 스위치	전원을 공급하거나 중단

[그림 4-93] ONT 구성

4. ONT 설치

- 1) 접지 단자(GND)에 접지 케이블을 연결한다.
- 2) LINE(PON) 포트에 광커넥터를 삽입하여 인터넷 서비스(OLT)와 연결한다.
- 3) RJ-45 UTP 케이블을 이용하여 LAN 포트와 사용자 단말(PC 등)을 연결한다.
- 4) 전원 포트에 어댑터를 연결하고 어댑터 플러그를 전원 콘센트에 꽂는다.
- 5) 전원 스위치를 켜고 각종 기능의 LED 점등(정상) 여부를 확인한다.



[그림 4-94] ONT 설치

제6절 개 통

공동주택(APT 등)의 경우, MDF 및 동 통신실(TPS등)에서 각 세대로 배관/배선이 기 설치되어 있기 때문에, 개통의 경우 ONT에서 사용자 PC간 연결만 하면 간단히 완료된다. 하지만 단독주택 및 다세대 주택 등 통신실이 없거나 있어도 그 기능을 구현하기 어려운 환경에서의 개통은 일반적으로 광옥외선을 사용하여 개통한다. FTTx의 최종 개통라인은 ONT까지 광케이블로 연결되고 ONT 이후에는 UTP케이블이 사용되고 있다.

1. 개통 Process



[그림 4-95] 인터넷 개통 Process

가. 가입자 정보 확인

- 1) 신규 Service 신청 내역을 확인한다.
- 2) 서비스 종류 및 가입자 주소를 확인한다.

나. 방문약속

- 1) 가입자와 직접 통화하여 스케줄을 조정한다.
- 2) 시간 내 방문이 불가피 할 경우 사전에 양해를 구한다.

다. 방문 및 개통작업

- 1) 작업에 필요한 공기구를 준비한다.
- 2) 개통작업을 실시한다.

라. 개통완료

- 1) 개통작업 후 환경정리를 한다.
- 2) 개통시험 및 개통안내를 한다.

2. 개통구간 케이블링

가. UTP케이블

	
<p>① 적당한 길이로 절단</p>	<p>② 외피 탈피</p>
	
<p>③ 케이블 외피를 벗겨냄 (부트를 사용하려면 벗겨내기 전에 미리 넣어둠)</p>	<p>④ 부트에 케이블을 끼움</p>
	
<p>⑤ 케이블을 용도에 맞게 배선</p>	<p>⑥ 공구(니퍼)를 사용하여 케이블 끝을 정리</p>
	
<p>⑦ 케이블을 가지런히 정리한 모습</p>	<p>⑧ RJ-45 플러그 단자에 케이블 선을 삽입</p>
	
<p>⑨ 제작한 플러그를 끼운 랜선을 8P 플러그 랜틀에 넣고 누름</p>	<p>⑩ RJ-45 케이블이 완성된 모습</p>
	
<p>⑪ RJ-45 케이블에 부트를 끼운 모</p>	<p>⑫ TEST</p>

[그림 4-96] UTP케이블 제작방법

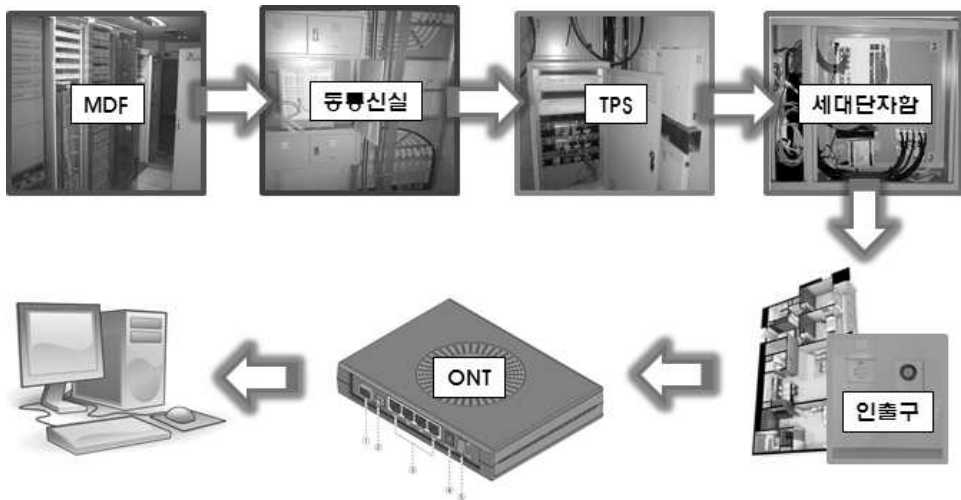
나. 광커넥터

광 커넥터는 ‘4.3.1 (4) 현장조립형 광커넥터 접속’ 을 참조한다.

3. 개 통

가. 공동주택(APT 등)

- 1) 공동주택의 배선체계는 구내, 건물, 수평배선계로 구성된다.
- 2) 집중구내통신실(MDF)에 설치된 ISP사업자 장비로부터 구내간선을 거쳐 각 동의 통신실 장비에서 링크를 확인한다.
- 3) 건물간선계를 거쳐 TPS까지 링크를 확인하고 수평배선계를 통해 가입자 세대단자함까지 링크를 확인한다.
- 4) 세대단자함의 Multiplexing에서 인출구를 확인하고 ONT 설치 및 개통을 실시한다.

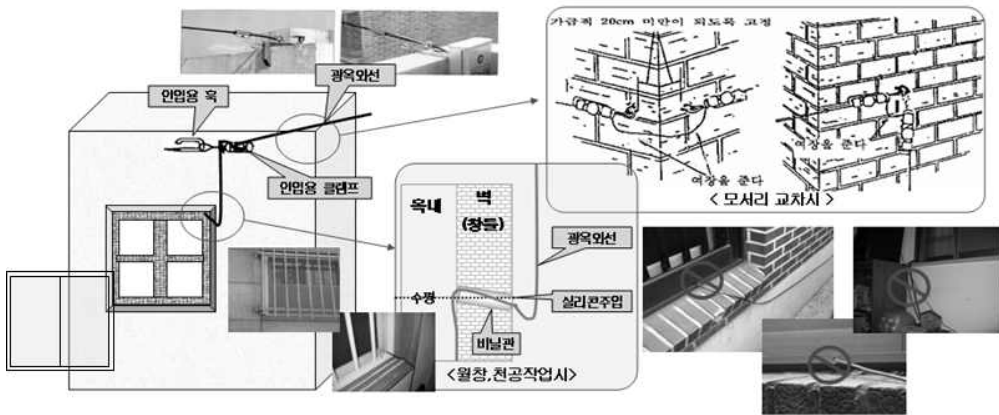


[그림 4-97] 공동주택 FTTH 개통 과정

나. 단독주택

- 1) 건물벽 인입벽철, 인입용 홀을 취부한다.
- 2) 인입클램프를 견고히 고정한다.
- 3) 광옥외선을 설치한다.

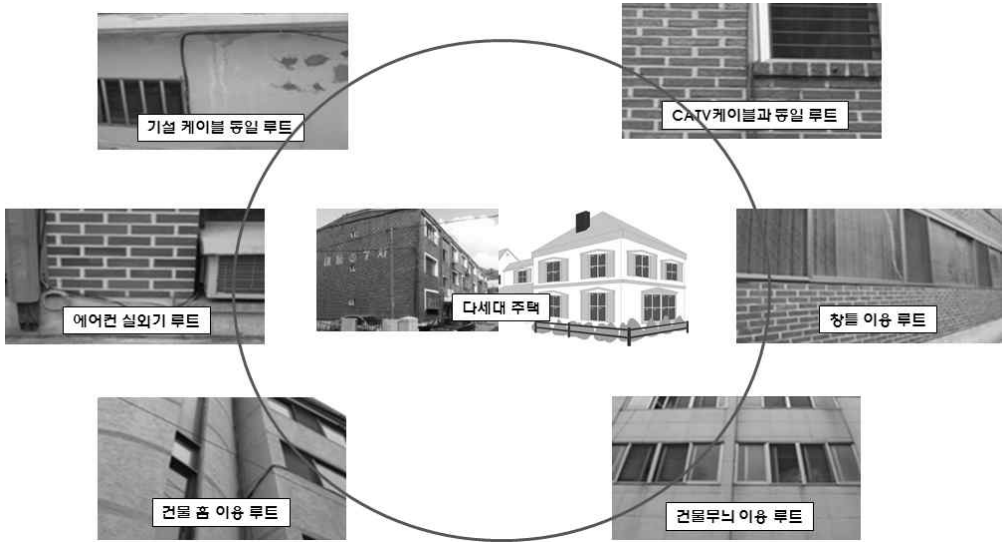
- 4) 구내 예비 공관로가 있을시 예비 공관로에 인입 시공한다.
- 5) 월창으로 인한 창틀 시공시 광옥외선이 상하지 않도록 비닐관 등을 취부한다.
- 6) 천공시 빗물등의 옥내 유입을 방지하기 위해 사선으로 천공하고 실리콘을 주입한다.
- 7) 세대내 ONT를 설치하고 개통한다.



[그림 4-98] 단독주택 FTTH 개통 과정

다. 다세대주택

- 1) 광단자함 및 인입선 설치장소를 결정한다.
- 2) 광옥외선 설치시 기존 인입시설 루트를 최대한 활용한다.
- 3) 기존 배선된 루트 사용시 광인입에 따른 배선을 정리한다.
- 4) 세대내 ONT를 설치하고 개통한다.



[그림 4-99] 다세대주택 FTTH 개통 과정

제5장 시험 및 검사

제 1절 일반사항

제 2절 시험

제 3절 품질측정

제5장 시험 및 검사

제1절 일반사항

인터넷설비의 개통부분까지 시공을 완료한 후, 시험 및 품질측정을 실시한다. 시험은 광선로, 광옥외선, 개통시험으로 분류하고 품질측정은 Ping Test 및 시스템을 이용한 품질측정을 실시한다.

제2절 시험

1. 광선로 시험

- 1) 손실확인 시험(광분기함 ~ 가입자 광종단점 간)
- 2) 최종시험

2. 광옥외선 시험

- 1) 광학적 특성 시험
- 2) 전주 ~ 주택간 적정 이도 유지여부 확인
- 3) 전주 인입밴드, 주택의 인입벽철 취부 확인
- 4) 광옥외선 허용곡률반경 유지 및 광케이블 보호여부 확인

3. 개통시험

- 1) ONT 광원 정상 출사 및 광전력 AGC 범위내 조정여부 확인
- 2) OLT에서 할당된 각 채널별 ONT 지정여부 확인
- 3) 현장조립 광커넥터 광학적 특성 양호여부 확인
- 4) 아울렛~ONT~가입자 단말기간 정상구성 및 정리여부 확인
- 5) 가입자 서비스 정상동작 여부 확인
- 6) 광케이블 및 안전관리 주의표시 표찰 부착 여부 확인

제3절 품질 측정

1. PING(Packet Internet Groper)

- 1) PC DOS창에서 C:/WINDOWS>ping대상 ip또는 도메인 입력
- 2) 운영되고 있는 호스트가 얼마나 빠른 응답속도를 갖는지 확인
- 3) 연결상태가 정상인지를 Packet Loss Rate(신호 분실 율)로 파악
- 4) PING은 기초적인 검사로서, 이를 통해 상위계층의 네트워크 서비스가 된다고 할 수는 없음

[표 5-1] Ping Option

옵션 명령어	동 작
-t	stop(Ctrl+C)할 때 까지 계속 Ping test를 함
-a	ip를 도메인으로 변경하여 나타남
-n count	count 숫자만큼 test를 함
-l size	한번 ping test 할 때의 buffer size

2. 시스템 측정

- 1) 한국정보화진흥원(NIA)에서 제공하는 인터넷 품질측정 테스트 등을 이용하여 품질측정
- 2) 각 ISP사업자별 인터넷 품질측정 TEST를 이용하여 품질측정



[그림 5-1] 시스템 측정(예)

3. 가입자 PC측정

- 1) 가입자의 PC가 초고속 인터넷서비스를 제공받기에 적당한 사양인지 Check
- 2) 가입자 PC의 악성코드, 바이러스 등의 사용자 환경 검사
- 3) 가입자 PC사양 Check

참 고 문 헌

- 공대진 외(2011), “구내통신고도화 방안 연구”, 한국정보통신산업연구원, 2012.12.
- 김윤명 외(2007), “유선방송망의 광대역화를 대비한 상향 주파수 확대방안에 관한 연구”, 국립전파연구원, 2007.11.
- 국립전파연구원(2011), “10기가 광통신용 단말장치 기술기준 도입 연구”, 국립전파연구원, 2011.06.
- 문병주(2006), “광네트워크”, 정보통신산업진흥원 주간기술동향 통권 1264호, 2006.09.
- 박권철 외(2003), “HFC 기술 및 시장 분석”, 전자통신동향분석 제18권 제6호, 2003.12.
- 박형진(2005), “QoS 보장하는 서비스엔 FTTH가 ‘제격’”, 경영과 컴퓨터, 2005.04.
- 안병준(2004), “HFC 망 구성 및 장치”, 파워콤 발표자료, 2004.05.
- 최문환 외(2009), “수동형 광 단말장치 기술기준 제정 동향”, 정보통신산업진흥원 주간기술동향 통권 1424호, 2009.11.
- 한국전산원(2004), “구내 통신망 광케이블 표준구축공법”, 한국전산원, 2004.12
- 한국정보통신공사협회(2011), “광선로 구축 표준공법(설계기준·표준공법)”, 한국정보통신공사협회, 2011.04.
- 한국정보통신산업연구원(2012), “표준공법 개발연구(구내 배관/배선)”, 한국정보통신산업연구원, 2012.12
- 한운영(2007), “디지털 케이블방송”, TTA 저널 110호, 2007.03.
- FTTH Council Europe(2013), “FTTH Business Guide”, FTTH Council Europe, 2013.02.
- FTTH Council Europe(2012), “FTTH Handbook”, FTTH Council Europe, 2012.02.

색 인

(A)		OLT 및 ONT	77
AON 방식	28	OLT 설치	86
(C)		ONT	61
CMTS	63	ONU	64
(D)		(P)	
DSLAM	70	PIU 모듈 설치	89
Dust Filter 설치	94	PSU 모듈 설치	92
(F)		(R)	
FAN 유닛 설치	93	RN 및 ONT	45
FDF(OFD)	61	RN위치 결정	51
FTTx	26, 59	(S)	
(H)		SFU 모듈 설치	88
HFC	36, 63	Splitter	60
Home Run 방식	28	(T)	
(N)		TBA	65
NAS	70	TIU 모듈 설치	91
(O)		(X)	
OIU 모듈 설치	90	xDSL	40, 70
OLT	45, 59	(ㄱ)	
OLT 구성	85	가입자 설비	132

개 통	145
건물간선계	76
광 송신기	63
광 수신기	64
광단자함 설치	127
광케이블	46
광케이블 접속	101
구내간선계	75
구내통신설비 기술기준	10
국사설비	85
기계식 접속	106
(ㄱ)	
단말장치 기술기준	22
단위배선구역 셀(Cell) 지역 선정	47
(ㄴ)	
분기기	66
분배기	66
(ㄷ)	
시험 및 검사	153

(ㄹ)	
인터넷설비 설계기준	45
인터넷설비 전송방식	26
인터넷설비 정의	9
인터넷설비 설치기준	75
(ㅁ)	
전력삽입기	68
전송로 설비	101
전원 및 접지	78
전원 접지	87
전원공급기	68
(ㅂ)	
케이블·모뎀	67, 71
(ㅅ)	
포트 연결	95
(ㅎ)	
함체 설치	117

본 표준공법은 미래창조과학부의 출연금으로 수행한 정보통신공사업 활성화 기반구축사업의 결과로서 공법의 내용은 우리 연구원의 견해이며, 미래창조과학부의 공식입장과 다를 수 있습니다.

표준공법 개발연구(인터넷설비)

2016년 월 일 인쇄

2016년 월 일 발행

발행인 문 창 수

편집인 임 주 환

발행처 (재)한국정보통신산업연구원

경기도 수원시 장안구 하롤로 12번길 80

TEL: (031)231-3400, FAX: (031)269-5210