

# FTTH 서비스 제공을 위한 선로 구축기술

오호석, 최영복, 이원형, 김보겸, 전정우, 이봉영, 박태동  
KT 차세대통신망연구소

## Outside Plant Technologies for FTTH

H. S. Oh, Y. B. Choi, W. H. Lee, B. G. Kim, J. W. Jun, B. Y. Lee, T. D. Park  
Telecommunication Network Research Lab., KT

### Abstract

광가입자망의 궁극적인 목표라 할 수 있는 FTTH 서비스가 일부 지역에서 시범사업이 진행되고 있고, 금년 8월부터는 KT가 PON을 이용한 FTTH 서비스를 제공할 예정이다. FTTH 서비스를 위해서는 전송장치 및 서비스 개발과 동시에 전화국사에서 가입자까지 이르는 전송매개체인 광선로시설에 대한 효율적이고, 경제적인 구축 기술을 필요로 하게 된다. 본 논문에서는 FTTH 구축을 위해 소요되는 선로시설을 대상으로 기술적 특징을 조사 분석하고, 주요 시설별 기능요구사항 및 선로시설 구축에 요구되는 특성 등을 분석하였다.

### 1. 서 론

FTTH는 전송거리에 많은 제약을 받지 않고 가입자당 100Mbps 이상의 광대역 전송이 가능한 유선통신의 최종 목표라 할 수 있다. FTTH 서비스를 위해서는 국사(CO)에서 가입자 태내까지 광섬유케이블(이하 '광케이블')로 연결하게 되며 점대점(point-to-point) 방식 또는 점대다중점(point-to-multipoint) 방식으로 광케이블망을 구성할 수 있다. 점대점 방식은 많은 시설의 광케이블을 필요로 하여 많은 비용이 소요되는 반면 점대다중점 형태의 PON(Passive Optical Network)방식은 경제적인 FTTH 구축 방식으로 알려져 있다[1]. 이 방식은 국사에는 OLT, 광선로망의 특정지점에 광결합점을 두어 전원공급이 불필요한 수동소자를 설치하여 하나의 광섬유에서 다수의 가입자(ONT)를 수용할 수 있도록 한 것이다. PON방식은 광케이블 시설수를 줄일 수 있고, 전송장치 및 광선로망 구축 비용을 낮출 수 있는 장점이 있다. 반면 광선로망 구조가 점대점 방식에 비해 복잡하기 때문에 체계적인 운용방법 및 엔지니어링 기술 확보가 필요하다. 국내에서는 최근 몇 년간 FTTH 기반 마련을 위해 시스템 개발, 부품 및 소자 개발 등

에 대한 포럼 및 워크샵이 추진되어 왔으며, 선로 구축기술에 대해 일부 소개된 바 있다[2-5]. 국외의 경우 최근 FTTH 컨퍼런스에서 PON 기술에 관한 주요 이슈를 발표한 바 있다[6]. 국내의 경우 2002년부터 정부 및 일부 통신사업자가 수 십~수 백 가입자를 대상으로 일부 FTTH 시범서비스를 시행한 바 있으며, KT의 경우 2005년 하반기부터 2만 회선 구축사업이 본격 추진되고 있다.

본 논문은 일반주택지역을 대상으로 PON 방식의 FTTH 광선로망 구성방식 및 소요 물품의 특성을 분석하여 효율적인 선로시설 구축 및 운용 품질을 확보할 수 있는 방안을 제시하였다.

### 2. FTTH 광선로망 구성

#### 2.1 FTTH 광선로망 구조

FTTH 광선로망은 현재까지 특정지역을 대상으로 한 FTTC(Fiber To The Curb), FTTO(Fiber To The Office)에 비해 많은 양의 케이블이 설치됨에 따라 초기 투자비가 많이 소요되어 경제적인 구축방법이 주요 관심이 되고 있으며, 광분배기(optical coupler), 광분기합, 광옥외선(drop cable)의 적용, 기존 지하관로 및 가

공시설의 활용, 관로가 포화된 지역에서의 광케이블 포설방법 등 다양한 시설물 활용으로 인해 설치가 용이해야 하고 고장이 적어 운용관리가 용이해야 하는 요구조건이 있다. 그림 1은 일반주택지역을 대상으로 한 광선로망의 구조와 각 노드별 소요 자재를 간단하게 표현한 것이다. 기존 광선로망과 대별되는 부분은 E-PON 또는 WDM-PON 을 활용하여 1개의 광섬유심선의 신호를 다수의 광섬유심선으로 분기시킬 수 있는 기능을 갖는 광분배기가 광선로 중간지점에 설치되고, 광섬유심선이 전주나 벽면위에 설치되는 광분기함을 경유하여 광옥외선으로 각 가입자에게 제공된다는 것이다. 이때 광분배기는 지하 또는 가공의 접속함체 내부 또는 전주에 놓이는 광분기함에 설치될 수 있다. FTTH 가 대규모로 확산되고 있는 일본의 경우에는 광분배기를 주로 가입자 인근 가공 접속함체에 설치하고 여기에서 가입자측으로 직접 광옥외선으로 인입시키고 있다[7].

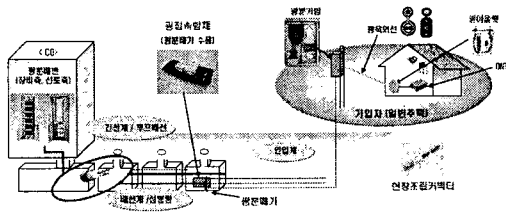


그림 1. 일반주택지역 FTTH 구성 및 소요자재

2.2 선로구축 비용

FTTH 구축비용은 장치비용과 선로비용으로 구분할 수 있으며, 선로비용의 경우 자재비와 공사비(인건비)로 구분할 수 있다. 장치비 또는 자재비의 경우 수량 및 기술발전에 따라 점차 하락하는 경향을 보이는 반면 인건비는 매년 조금씩 증가하는 경향을 보이고 있다. 그림 2는 현재 상용화 되고 있는 장치 단가에 대한 평균값과 정부 표준품셈 또는 통신사업자 내부에서 적용하고 공사비용을 활용하여 계산된 FTTH 구축비용을 분석한 것으로 선로구축비용과 가설 및 개통 비용이 전체의 약 65%를 차지하며, 그림 3과 같이 선로구축 비용의 경우 인건비가 전체의 75%를 차지하는 것으로 분석되었다. 따라서 경제적인 FTTH 구축을 위해서는 주로 인건비로 구성되는 공사비를 절감할 수 있는 방안을 도출해야 한다.

예로써 공사에 소요되는 작업시간 단축 또는 작업방법의 단순화를 위한 광분배기, 광분기함, 광옥외선 등의 접속방법 개발 등 작업 단순화를 위한 선로자재 기술개발 및 표준화가 있을 수 있고, E-PON의 경우 1단계로 1x4, 2단계로 1x8 분기의 광스플리터를 사용하여 수요에 탄력적으로 대응하고 광케이블 소요량 및 관련 접속비를 절감하는 방법이 있을 수 있다. 그림 3에서 사급자재비 및 자재비는 OLT 및 ONU를 제외하고 기존에 이미 공급되고 있는 시설물과 신규 적용되는 국사내외 물품에 해당하는 선로비용을 말한다.

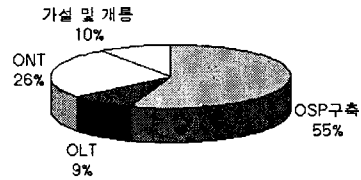


그림 2. FTTH 구축 예상 비용

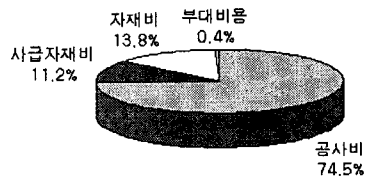


그림 3. OSP 구축비용 분포

3. 선로시설 및 요구 특성

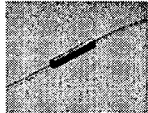
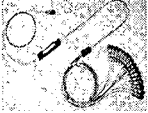
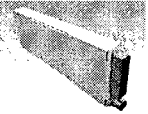
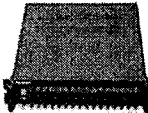
FTTH 구축을 위해서는 기존 광선로망에서 적용되는 시설 이외에 광분배기, 광분기함을 수용하고 분기가 용이한 광접속함체, 전주 또는 벽면에 설치하여 각 가입자로 광섬유심선을 배선할 수 있는 광분기함, 광접속함체에서 광분기함까지 경제적으로 연결하는 광케이블, 광분기함에서 각 가입자 덕내로 인입시키기 위한 광옥외선, 광옥외선 양단말을 작업 현장에서 커넥터화 할 수 있는 현장조립형 광커넥터, 덕내에서 광섬유심선을 종단처리하기 위한 광아울렛 등 다양한 선로물품이 필요하며 각각의 특성이 옥외환경에서 안정적으로 운용되고 작업자가 운용하기 용이한 구조를 갖고 있어야 한다.

3.1 광분배기 접속 기술

광분배기는 광선로 중간지점(remote node)에서 하나의 광섬유심선의 신호를 다수의 광섬유

심선으로 나누어주는 역할을 하는 수동소자로서 E-PON 전송방식에서는 광전력을 분배하거나 합해주는 광스플리터(optical splitter), WDM-PON 전송방식에서는 광파장을 분리하거나 결합해주는 파장분리기(예, AWG)가 있다. 광스플리터는 PLC 구조로서 크기가 작아 기존의 광섬유심선을 저장하는 지지판내에 수용이 가능하지만 파장분리기는 크기가 커 별도의 지지판을 필요로 한다. 광분배기는 지하 또는 가공의 광접속함체 및 전주 또는 건물 외벽의 광분기함내에 설치될 수 있다. 아파트와 같은 집단 주택지역의 경우에는 건물 구내 통신장비 랙에 놓일 수 있다. 따라서 광분배기의 입출력 광심선의 접속 형태는 설치에 용이하도록 다양한 형태를 적용할 수 있다. 또한 옥외에 설치되는 경우에는 온도와 같은 환경변화에 특성변화가 없어야 한다. 여기서는 광분배기의 전송 특성은 언급하지 않으며, 설치 측면에서 적용할 수 있는 방안을 제시하였다. 표 1은 광분배기가 설치되는 위치에 따라 적용할 수 있는 형태이다. 커넥터형의 경우 접속은 용이한 반면 접속손실이 융착접속보다 크며, 비용측면에서는 융착접속형보다 크기 때문에 전체 전송거리를 고려하여 선택 적용하여야 한다.

표 1. 광분배기 설치위치에 따른 형태

설치위치	접속구조	외부 형태(예)
지하 광접속함	융착접속형	
가공/외벽 광분기함	커넥터형	
	카드형	
구내 통신실	셀프형	

### 3.2 광분기함

광분기함은 전주나 가입자 외벽에 설치하여 광옥외선을 가입자로 공급할 수 있는 일종의 성단용 함체로 그림 4와 같이 매우 다양한 형태가

있다. 광분기함에서 필요한 구성요소는 국측으로부터 공급되는 광케이블의 고정부, 커넥터 처리된 광심선 저장부, 국측 광케이블측과 광옥외선이 접속되는 어댑터부, 광옥외선 입출구 및 고정부로 구분될 수 있다. 물론 광분기함은 방수 특성을 갖추어야 한다. 광분기함은 가입자에게 서비스를 제공함에 있어 선로에서 작업자가 가장 빈번하게 다루는 시설이기 때문에 다음과 같은 작업성을 고려하여 제작되어야 한다.

- 최대 32가입자가 분기되어야 하므로 개별적인 광옥외선 입출구 및 고정장치
- 고장 수리 및 전송특성 시험시 광어댑터에서 해당 회선의 탈부착 작업중 타회선에 영향을 미치지 않고 처리할 수 있는 작업 공간 및 작업 용이성
- 국측 광케이블 인입구의 타 분기함으로 분기 가능한 여분의 광케이블 입출구
- 광분배기를 수용할 수 있는 광심선 저장부
- 위 기능을 포함하고 전주위에 설치 가능한 최적의 크기 및 외관상 미려함 등

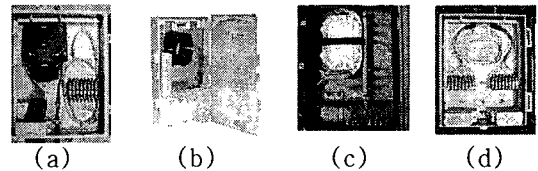


그림 4. 광분기함 여러 형태 및 내부 구조

### 3.3 광옥외선

광옥외선은 전주나 벽면위의 광분기함으로부터 랙내에 이르는 짧은 거리에 사용하는 것으로 선택의 주요 요소는 실제 현장에서 특별한 공구 없이 신속한 설치가 가능한 구조와 물품비용이다. 그림 5는 일반적으로 많이 사용되는 가공용 광옥외선이다. 그림 우측의 네모형은 주로 일본에서 사용하고 있으며 크기는 지지선을 포함하여 2x6mm 정도로 매우 가늘고 무게 또한 km당 20(비금속)~25kg(금속내장)수준으로 매우 경량이다. 8자형의 경우 네모형보다 방향성이 좋은 반면 압축 특성이 네모형보다 불리하다. 광심선 수는 1코어에서부터 대개 12코어까지 제작되고 있으며, 국내의 경우 예비 1회선을 포함하여 2코어가 주로 사용될 것으로 예상되며, 국내 제조업

체가 제시하는 사이즈는 일본의 것보다 약간 크고 무게는 25~40kg/km으로 향후 소형경량화할 필요가 있다.

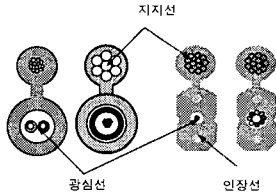


그림 5. 광옥외선의 구조

### 3.4 세경광케이블

일반적으로 통신용 케이블은 지하에 설치할 경우 관로내에 설치하게 되는데 FTTH 구축시에는 신규 광케이블을 다수 설치하게 되어 관로의 효율적 활용이 필요하다. 관로의 여유율을 고려하고, 이미 케이블이 수용되어 있는 관로를 효과적으로 활용하기 위해 기존 사용하던 광케이블보다 외경과 무게를 47% 이상 줄인 그림 6과 같은 세경광케이블을 개발하였다. 최대 60코어를 수용할 수 있고, 직경 7.3mm로서 적은 공간에 케이블을 포설할 수 있다. 세경광케이블은 관로내 여유공간이 최소 15% 이상 되는 경우에 적용이 가능하다.

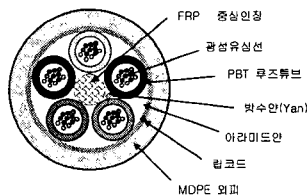


그림 6. 세경광케이블 구조

이미 케이블이 설치되어 있는 관로내 여유공간에 세경광케이블을 설치하기 위해서는 기존에 사용하는 선통대를 사용할 수도 있지만 관로내 진입시 선통대가 케이블과 접촉되거나 마찰력으로 진행이 어려운 경우가 발생할 수 있어 이 경우에는 이를 극복하기 위해 그림 7과 같은 나선형 헤드 갖는 선통대 및 반대쪽에서 선통대를 걸어 당길 수 있는 패들을 사용할 수 있다.

(a) 나선형헤드 (b) 패들(paddle)

그림 7. 선통대



### 4. 결론

FTTH 구축을 위해서는 전송장치의 성능과 광케이블 특성, 접속 및 운용환경 특성 등 모두 함께 고려되어야 하지만 본 논문에서는 선로 구축 비용 절감과 품질 확보를 위해 주요 몇 가지 선로 시설을 대상으로 요구되는 특성을 분석하였다. 금년 하반기에 국내에서는 과거 시범적으로 적용했던 공급회선수 보다 다량의 FTTH 시설이 구축됨에 따라 구축사업중 시행착오를 최소화하고 각 소요 물품에 대한 특성을 사전에 검토함과 동시에 실제 선로구축시 발생하는 문제점을 신속하게 피드백 하는 과정이 필요할 것이다.

### 참고 문헌

- [1] ITU-T L.52, Deployment of Passive Optical Networks(PON), 2003/5.
- [2] 한국전자통신연구원, 제2회 광가입자망 기술 워크샵, 2003.5.28-5.29
- [3] 한국통신학회, FTTH 워크샵, 2003.8.27-28
- [4] 한국전자통신연구원, 제3회 광통신부품기술 워크샵, 2003.10.23-10.24
- [5] 한국통신학회, 광인터넷포럼, 광인터넷워크샵 2004.
- [6] Andre Girard, "Passive Optical networks - Critical Issues Related to Technology and Testing", FTTH 2004 Conference & EXPO.
- [7] The Latest Fiber-Optic Cables and Trends in Connection Technologies, 5th Fiber Optics Expo 2005.