

FTTH로의 진화에 대비한 광가입자망의 설계 및 구축 평가기준

강원철, 김영명, 이상홍
KT 기술본부

Criteria for Designing and Deploying of Optical Fiber Networks for FTTH

Woncheol Kang, Youngmyoung Kim, Sanghong Lee
KT, Technology Group

Abstract

In the initial deployment stage of optical access networks, optical network systems and optical fiber cables have been provided mainly for commercial buildings or users in KT. According to the demand of residential users who expect to subscribe broadband multimedia services as high bit rate services, the optical access networks get closer to the residential users as FTTCab or FTTH. So, it is very important to install optical access networks economically and effectively because that the total cost and usability of optical fiber cables depends on that. Especially, one of characteristics in access networks is the possibility of variation on services demands and technology evolution. Also access networks must be prepared for the final deployment, FTTH.

Therefore, the designing and planning of optical access networks are coming to be very important activity for most of telecommunications service providers.

1. 서 론

초고속통신시장의 급속한 성장과 발전에 따라 광동 복합망인 FTTC(Fiber To The Curbs)구조에서 전광통신망인 FTTH(Fiber To The Home)구조로 진화 발전하고 있다. 광통신망구조는 전송신호의 흐름으로 본 논리적 개념의 망구조와 광케이블의 설치 및 운용의 물리적 망구조로 구분할 수 있다. 통신설비 측면을 고려한 물리적 망구조 측면에서 볼 때 광통신망의 최종단계는 FTTH형태로 가입자택내까지 광케이블을 제공하는 것이지만 이를 위해서는 중소형 광전송장비의 개발 및 이를 통한 저렴한 망구축 전략 수립이 선행되어야 한다. 따라서 현재까지는 그 전 단계로서 FTTC형태로 일반 주거가입자의 주택가 근처까지 광케이블을 설치하고 기존 동선배선을 활용한 망구축방안이 FTTH 진화에 대비하고 경제적으로 초고속서비스를 제공하는 대안으로서 적용되고 있는 상황이다. 본 고에서는 FTTH로의 진화에 대비한 광가입자망의 설계 및 구축에 따른 평가기준을 제시하고 향후 광가입자망의 효과적인 구축방안에 대하여 검토하였다.

2. FTTH 진화를 위한 광가입자망 구조

통신사업자는 FTTH 망구조가 시설투자측면에서 경제적이고 운용과 유지보수가 용이하며 진화를 유연하게 수용할 수 있는 형태로 구축하여야 한다. 여기서 광가입자망은 통신국사에서 가입자구내까지 구성되는 광케이블망으로 정의된다. 특히 통신설비측면에서 광가입자망의 망구성 개념, 광케이블 배선방법, 망의 확장, 그리고 광가입자망에 대한 광전송기준, 망구성요소, 운용관리시스템, 전원공급, 안전성 등이 주 고려요소라 할 수 있다.

FTTH망 진화를 위하여 적용 가능한 망구조로는 점대점 구조(point to point network), 환형 구조(ring network), 점대다 구조(point to multipoint network)가 있다.

■ 점대점 구조 : 점대점 구조는 통신국사의 광전송장치(OLT: Optical Line Terminal)에서 각 가입자건물의 광가입자장치(ONU: Optical Network Unit)까지 광코어를 개별적으로 제공하는 구조이다. 따라서 통신국사에서 가입자까지 많은 광코어가 소요되지만 낮은 광손실, 최대의 전송거리, 넓은 전송대역폭과 높은 보안성을 확보할 수 있다.

■ 환형 구조 : 환형 구조는 통신국사에서 각 가입자까지를 환형의 광케이블망으로 구성한다. 여기서 점대점 환형망은 많은 광코어가 소요되지만 다중 환형망은 점대점 환형망에 비하여 광코어를 절감할 수 있다. 환형망은 매우 높은 신뢰성을 확보할 수 있고 대체 경로를 통한 유지보수가 용이한 구조이다.

■ 점대다 구조 : 점대다 구조는 통신국사의 광전송장치(OLT)와 여러 개의 광가입자장치(ONU) 사이에 광신호 분기소자(branching component)나 액티브 노드(active node)가 놓인다. 이 망구성에서는 광신호 분기소자나 액티브 노드가 놓이는 위치가 매우 중요하다. 광신호 분기소자가 파장 다중화 기술을 적용하지 않는 경우에는 분기수가 늘어남에 따라 삽입손실은 증가하고 전송거리는 짧아진다. 반면에 이 광신호 분기소자가 파장 다중화 기술을 적용한 파장분할다중화(WDM: Wavelength Division Multiplexing) 시스템인 경우에는 분기수가 증가함에 따라 삽입손실은 크게 증가하지 않으나 파장의 관리가 어렵게 된다. 광신호 분기소자가 통신국사내에 설치되는 경우에는 적어도 하나의 광코어가 통신국사와 가입자 사이에 연결되어야 한다. 따라서 많은 광코어가 소요되지만 광신호 분기소자가 국사내에 설치됨에 따라 광신호 분기소자를 위한 환경조건은 양호

한 편이다. 반면에 광신호 분기소자가 옥외선로의 접속함체나 캐비닛 또는 가입자내에 설치될 수 있는데 이때는 광전송장치에서 광신호 분기소자까지의 광코어를 절감할 수 있으나 광신호 분기소자가 옥외선로 등에 설치됨에 따라 광신호 분기소자의 환경조건이 좋은 편은 아니다. 특히 급전을 필요로 하지 않는 광신호 분기소자를 적용한 평가입자망을 수동 평가입자망(PON: Passive Optical Network)이라 한다.

광케이블의 배선방법은 지리적 조건, 인구밀도, 미래 광수요 등에 대한 요소를 고려하여 경제적이고 효과적인 방법으로 결정되어야 한다. 전송용량, 전송거리, 수용 가입자수가 증가할 때를 대비하여 효과적인 광통신망의 확장 방법이 제시되어야 한다. 광케이블 경로는 통신망의 전송능능(감쇄범위, 반사손실, 분산 등)을 고려하여 설계되어야 한다. 광통신망의 구성요소로는 광케이블, 광접속함체, 분기소자, 광증폭기, 감쇄기, 분산보상소자, 필터 등이 있다.

3. 평가입자망 설계 및 구축 평가기준

전 절에서와 같이 적용 가능한 다양한 망구조에 대하여 통신사업자는 시설투자 지역의 환경을 분석하고 몇가지 관점에서 하나의 망구조나 혹은 여러 망구조를 혼합하여 적용할 수 있다. FTTH 구조의 평가입자망 설계 및 구축에는 <표1>과 같은 요인들이 주로 고려되어야 한다.

<표1> 평가입자망 설계 및 구축시 주요 고려요인

| 구분 | 주요 고려 요인 |
|------------|-------------------------|
| 선로확장성 | - 수용 광코어수 - 총 광선로거리 |
| 망의 생존성 | - 안전성 - 운용관리시스템 |
| 전송성능 | - 전송속도 - 전송거리 |
| 투자비 | - 초기 구축 비용 - 유지보수 비용 |
| 수요에 대한 망확장 | - 전송성능 - 가입자의 확장성 |

주요 고려요인들을 토대로 평가입자망 설계 및 구축의 적정성 평가를 위한 평가기준을 도출하면 다음과 같이 분류할 수 있으며, 이러한 평가기준은 이러한 평가기준은 기본적으로 투자의 경제성 확보와 운용성 향상을 제고하기 위한 것이다.

■ **광케이블 투자비용(C_{optic-cable})** : 선로분야 투자비는 크게 물자비와 공사비로 구성되는데, 물자비에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 광케이블비용으로 약 70% 이상을 차지한다. 또한 광케이블비용이 증가함에 따라 공사비도 증가하는 경향이 있으므로 망구축에 소요되는 광케이블 비용을 최소화하는 방안이 검토되어야 한다.

■ **관로 점유율(관로비용:C_{conduit})** : 가입자망에서 가용한 관로시설은 기존의 통신케이블 수용에 따

라 일반적으로 제한적이다. 새로운 관로시설의 확보에는 엄청난 시설비용과 함께 교통의 장애와 행정기관의 규제에 추가적인 관로시설의 확보가 사실상 매우 어렵다. 따라서 가급적 관로를 적게 사용하면서 효율적으로 망을 구축하는 것은 매우 중요한 고려요소이다.

■ **배선 효율성(배선케이블비용:C_{distribution})** : 가입자망의 주목적은 수용구역에 산재하는 가입자를 통신국사와 연결하기 위한 것이다. 따라서 가입자를 용이하게 수용할 수 있는 구조이어야 한다. 이것은 가입자에게 배선이 얼마나 용이한가로 평가되며 배선시 소요되는 비용을 척도로 할 수 있다.

■ **수요변화에 대한 장래 확장성(C_{expansion})** : 가입자망은 수요 증가에 따라 계속적으로 확장되지만 망구축 초기에 중국의 진화상태가 결정되는 것은 아니며, 또한 예상된다고 하더라도 과도한 투자비로 인하여 초기에 많은 투자를 하는 것은 매몰비용의 증가로 비경제적이며 수요변화에 대한 위험부담도 크다. 통신망의 투자위험도가 높은 망구축 초기에는 적은 비용으로 기본 망을 구축하고 수요의 변동과 기술발전 추세에 따라 적은 추가비용으로 확장이 용이한 망구성이 필요하다.

따라서 상기 총비용을 최소화하는 것이 평가입자망의 최적 구축방안이 될 수 있다.

$$\text{Min. } C_{\text{total}}$$

$$\text{s.t. } C_{\text{total}} = C_{\text{optic-cable}} + C_{\text{conduit}} + C_{\text{distribution}} + C_{\text{expansion}}$$

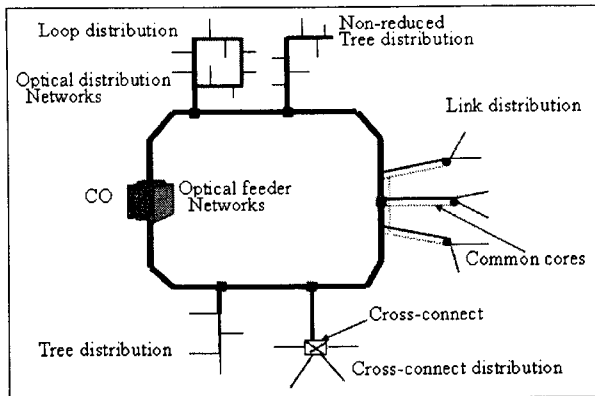
4. 효과적인 망구축방안

이러한 평가기준은 경우에 따라 상호간에 연관되어 있거나 상충되는 경우도 있을 수 있어 평가입자망의 최적화는 쉬운 문제가 아니다. 따라서 각 평가기준들의 고려와 함께 각 수용구역의 고유한 가입자 환경과 선로환경에 따라 경제적이며 효과적인 망의 형태가 결정될 수 있다. 다만 평가입자망의 구축에서 유의해야 할 것은 각 통신국사별 최종적인 망구축 형태를 장기적인 망계획에 따라 설정하고 수요의 증가 추세에 대응하여 이를 시기 적절히 확장 가능한 구조로 설계하는 것이 중요하다.

본 평가기준을 토대로 몇가지 평가입자망의 구축방안을 도출하면 다음과 같다.

- ▶ 초기에는 적은 투자로 수요를 충족하고 장기적으로 확장성을 고려한 망설계를 추진한다.
- ▶ 경험적으로 배선경로에 따른 비용은 관로시설보다는 케이블측면에 더 영향을 받음을 감안한다.
- ▶ 그러나 신개발지역에서는 관로비용도 광선로비용 만큼이나 많은 비중을 차지하므로 관로비용도 매우 중요한 고려요소이며 특히 관로시설은 초기단계에 효율적으로 설계, 구축되어야 한다.
- ▶ 평가입자망에 대한 경제성 평가는 수요증가에 대응한 장기적 망진화 형태에 따라 많은 영향을 받으므로 단기적 평가와 장기적 평가의 결과는 서로 상이할 소지가 있으며 이 경우 장기적인

평가 결과에 따른 투자전략 수립이 요구된다.



(그림1) KT 광가입자망 구축형태

KT의 경우 설계 및 평가기준과 상기 제시된 구축 방안들을 고려하여 (그림1)과 같이 가입자측면에서 보면 많은 광코어가 소요되어 초기비용은 다소 많이 소요되지만 넓은 전송대역폭과 높은 보안성을 확보할 수 있는 광코어를 가입자 개별적으로 제공하는 점대점 구조이다. 그러나 전체적인 망구성 형태는 점대점 구조를 적용하면서도 투자비를 절감할 수 있고 높은 신뢰성과 대체 경로를 통한 유지보수가 용이하고, 수요변동 및 장기적으로 확장성이 유리한 환형 구조를 기본망으로 채택하고 있다. 이러한 망구조를 점대점 환형 구조라 하며 지역에 따라 추가적으로 기타 망구조를 혼합하여 적용하고 있다.

5. 결 론

본 고에서는 먼저 FTTH 진화를 위한 다양한 광가입자망의 구조에 대하여 각각의 특성을 검토하고, 주요 고려요인에 따른 광가입자망의 설계 및 구축 평가기준을 제시하였다.

광가입자망의 구조는 통신사업자의 시설투자측면에서 볼 때 경제적이며 운용과 유지보수가 용이하고 진화를 유연하게 수용할 수 있는 형태로 구축하여야 함을 전제로 한다. 광가입자망의 설계 및 구축시의 주요 고려요인에 따라 투자의 경제성 확보와 운용성 향상을 제고하기 위한 평가기준을 제시하였다.

이에 따르면 광케이블 투자비용, 관로 점유율, 배선 효율성 그리고 수요변화에 대한 장래 확장성을 각각 비용화하고 이 총비용을 최소화하는 전략이 요구된다. 이는 각 통신국사별 최종적인 망구축 형태를 장기적인 망계획에 따라 설정하고 수요의 증가 추세에 대응하여 이를 시기 적절히 확장 가능한 구조로 설계 구축하는 것이 현 시점에서 최적의 대안이라 판단된다.

(참 고 문 헌)

- [1] Mark Conner, Edward Dunton, "Future Proofing Your Residential Broadband Access Network", 16th NFOEC, pp.263-293, Denver, CO, 2000
- [2] Woncheol Kang, "Considerations for planning of the optical fiber feeder networks", ITU-T

SG6, D079, ITU, 2000

- [3] Woncheol Kang and Young-Tark Lee, "The status of broadband access service and its network evolution strategies in Korea", NOC 2001
- [4] Woncheol Kang and Young-Tark Lee, "Deployment of Optical Access Networks and Distribution Methods of Optical Fiber Cables for FTTC/H in KT", EXP in search of Innovation, pp.92-97, Vol.2, No.2, Italy, July, 2002
- [5] ITU-T SG6 The 3rd Meeting Report, ITU, September, 2002

안내 사항입니다.

- ① 작성하신 본 논문을 E-mail을 이용하여 접수하시고 (webmaster@itfe.or.kr) 파일명은 논문제목으로 만들어 주시기 바랍니다.

위 안내 사항을 보신후 삭제하여 주시기 바랍니다.