

FTTH 도입을 위한 광선로설비 기술기준 개선 연구

정희원 최 문 환*, 조 평 동*, 종신회원 강 영 흥**, 정희원 양 준 규**

A Study on the Improvement of Technical Regulation in the Customer Cabling System Using Optical Fiber for FTTH

Mun-Hwan Choi*, Pyoung-Dong Cho* *Regular Members*,
Young-Heung Kang** *Lifelong Member*, Jun-Kyu Yang** *Regular Member*

요 약

본 논문은 FTTH 도입에 대비하여 현행 국내 광가입자망 구축 공법 및 케이블 포설 등에 관련된 기술기준의 개정 사항 도출을 위하여 광케이블의 곡률 반경과 밴딩 횟수의 변화에 따른 광케이블 채널 손실 특성 및 이중 모드간 광케이블 접속 시 발생하는 채널 손실 특성을 시험 측정하였다.

곡률 반경 및 밴딩 횟수의 변화에 따른 시험 측정 결과 30mm의 현행 허용 곡률 반경 기준을 보다 완화하여도 채널 손실 기준을 만족하는 것으로 나타났으며, 이중 모드간 케이블 접속 시험 측정에서는 다중 모드로부터 단일 모드로의 접속 시 원활한 정보 전달이 불가능 한 것으로 나타나 향후 이중 모드간 광케이블 접속 규격에 대한 보다 심도 있는 연구가 요구되고 있다.

Key Words : FTTH, Technical regulation, Allowable radius curvature, Customer cabling system

ABSTRACT

In this paper, we have analysed the channel loss characteristics of optical fiber due to the changing of radius of curvatures and the number of cable banding, and due to the connection between different modes of fiber to derive revisions of technical regulation for FTTH.

The results of test show that all conditions are satisfied the criteria(allowable radius of curvatures, 30mm) with the exception of conditions of 10mm radius in single mode case and show that source of light in multi mode fiber can't be delivered to single mode fiber. henceforth, we should study more intensively on the standards of connection between cables in the different modes.

I. 서 론

건물 내에서 정보통신서비스를 이용하거나 홈네트워크를 제대로 구축하기 위해서는 건물 내 정보통신인프라인 구내통신 선로설비가 잘 갖추어져 있어야 한다. 구내통신 선로설비란 건물 내부 및 건물 내외간 정보통신 서비스 수용을 위한 구내 배선 배

관시설과 구내 통신장비 등을 위한 수납공간 등을 의미한다¹⁾.

최근 통신망의 급성장으로 음성, 데이터, 영상 서비스의 복합·다양화 추세가 가속화되고 이는 가입자망의 전송속도와 용량의 증가 및 효율성과 신뢰성 있는 운용을 요구하고 있다. 이렇게 사용자가 요구하는 통신 대역폭은 수 Mbps급에서 수십 Mbps급

* 한국전자통신연구원 표준연구센터(mhchoi,pdcho@etri.re.kr)

** 군산대학교 전자정보공학부(yhkang@kunsan.ac.kr, ykyang1@empal.com)

논문번호 : KICS2008-03-144, 접수일자 : 2008년 3월 26일, 최종논문접수일자: 2008년 6월 9일

이상의 전송속도에 이르기 때문에 기본적으로 각 가정까지 광케이블(optical fiber)을 접속하여 가입자당 100Mbps의 대역폭을 보장하는 FTTH(Fiber To The Home)기술이 각광받고 있다. 이렇게 현재 유선통신은 광섬유를 매체로 하는 초고속 광 통신망이 중심적인 기술로 실현될 것이며 세계적으로 활용되고 있는 국가 간 대용량 광전송 기술로부터 장치는 가입자 구내까지 광대역 정보통신 서비스를 제공하는 광 가입자 전달망까지 발전되고 있다²⁾.

이에 국내외에서는 구내통신선로 설비 및 광가입자망의 설치 방법을 자국의 실정에 맞게 법령적 성격을 가지는 강제규정으로 제정하여 사용하고 있으며 아울러 구내통신선로설비를 권고하는 표준을 제정하여 운용하고 있다. 이를 위해서는 광선로설비에 대한 주거용 및 업무용 건축물의 구내 배선 요건을 신설해야 하는데, 실내 케이블의 성능 요건, 배선 수, 통신 인출구의 수, 배선 방법 배관의 수 및 형태 등에 관한 규정이 필요하다. 이와 같이 국내 구내통신설비와 관련된 기술기준 및 표준 작성의 일환으로 본 논문에서는 광케이블의 포설 시 여장 처리 등의 목적을 위한 케이블 밴딩(bending)의 허용 곡률 반경 기준을 검토하고 단일모드 케이블과 다중모드 케이블의 이중 모드간 접속에 따른 케이블 성능을 평가하여 향후 구내 통신설비와 관련된 기술기준 및 표준의 개정사항을 도출하고자 한다.

II. 시험 측정 방법

현행 전파연구소의 접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구 등에 대한 기술기준에서는 배관의 굴곡은 가능한 완만하게 처리하고, 곡률반경은 배관내경의 6배 이상으로 하며 이 경우 엘보우 등 부가장치를 사용하지 못하도록 하고 있다. 또한 배관의 1구간에 있어서 굴곡개소는 3개소 이내이어야 하며, 1개소의 굴곡 각도는 90° 이내로 하여 3개소의 합이 180° 이내로 하도록 하고 있다³⁾. 본 논문에서는 이러한 규정에 근거하여 케이블 밴딩에 의한 곡률 반경 및 밴딩 횟수의 변화에 따른 케이블 성능 저하 특성 분석과 이중 모드간 케이블 접속이 케이블 성능에 미치는 영향 평가를 위한 시험 환경을 구축하였다. 본 논문의 시험 측정에 사용된 장비 및 재료는 표 1과 같다.

2.1 곡률반경 및 밴딩 횟수에 따른 성능 측정 광케이블의 포설 시 건물간선계(동별단자함)의 시

단과 중간단자함(중단)은 포설 여장, 접속 여장 및 성단 여장을 감안하여 포설하여야 한다. 이때 광케이블의 특성상 일정 크기의 곡률 반경을 유지해야 하는데 일반적으로 표 2와 같이 시공현장에서 적용되고 있는 허용 곡률은 케이블 외경의 20배 이상, 광섬유 밴딩 반경 30mm 이상을 만족하여야 한다. 또한 현재 초고속정보통신건물 인증업무 처리지침에서 제시하고 있는 광선로의 구내 배선 성능 측정 항목 및 기준은 표 3과 같다.

표 1. 시험측정에 사용된 장비 및 재료

장비 및 재료	기능	비고
옥내용 광케이블 (SM 2core+MM 2core)	통신선로구축	1,100m
융착접속기 (SUMIMOTO Type 30)	광케이블 융착접속	1 EA
OTDR (YOKOGAWA AQ 7270)	광케이블 성능측정	2EA

표 2. 광섬유심선의 허용곡률반경⁴⁾

광섬유심선의 보호 상태	허용곡률반경	
	취급 시	고정 시
이상을 단일코팅 (외경 250 μ m) 광섬유심선	30 mm 이상	
이중코팅 (외경 900 μ m) 광섬유심선		
광섬유 유니트 (심선이 수용된 보호튜브)		
광점퍼코드		

표 3. 광선로의 구내 배선 성능 측정 항목 및 기준⁵⁾.

모드	과장 (nm)	채널손실 (dB)	비고
단일모드 (SMF)	1,310	5.5 이하	채널 성능 측정 시 구내에 설치되는 모든 광통신 장비 및 스플리터는 제외하고 채널(선로)을 구성하여 시험한다.
	1,550	5.5 이하	
다중모드 (MMF)	850	11.5 이하	
	1,300	7.5 이하	

주 1) 위에 표시된 광원 이외의 과장을 사용하는 광섬유 케이블에 대해서는 광선로 구간의 채널성능이 단일모드는 5.5dB 이하, 다중모드는 11.5dB 이하를 만족하여야 한다.

주 2) SMF, MMF는 용어설명 참조

주 3) 구내 광선로 채널성능 기준은 각 배선구간별 측정치의 합을 의미한다.

표 4. 모드별 파장과 곡률반경 및 밴딩횟수

모드	파장(nm)	곡률반경(mm)	밴딩 횟수(회)
단일모드	1310/1490/1550	10/20/30	1/5/10
다중모드	850/1300		

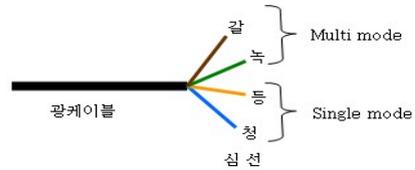


그림 3. 시험측정에 사용된 케이블의 모드별 심선 구성

또한 광 용착접속기를 이용하여 550m의 길이를 갖는 두 드럼의 광케이블을 상호 접속하고 케이블의 임의의 지점에서 밴딩을 가하여 표 4와 같이 각 모드의 사용 파장별 곡률 반경 및 밴딩 횟수의 변화에 따른 케이블 성능을 측정하였으며, 모드별 케이블 성능 시험 측정 구성도를 그림 1과 그림 2에 보인다.

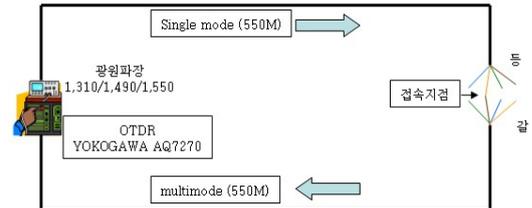


그림 4. 단일모드에서 다중모드로의 접속 시험 구성도

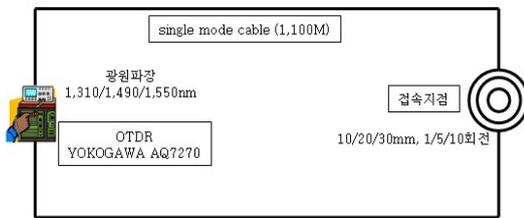


그림 1. 단일모드 케이블 시험 측정 구성도

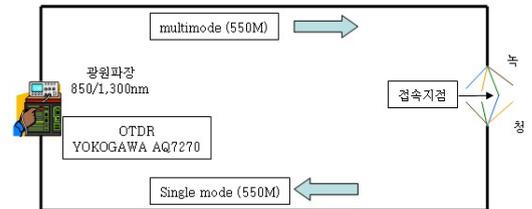


그림 5. 다중모드에서 단일모드로의 접속 시험 구성

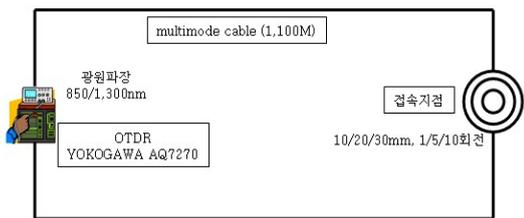


그림 2. 다중모드 케이블 시험 측정 구성도

2.2 이종모드간 접속에 따른 케이블 성능 측정

현재 광선로설비 구축에 있어서 KT와 같은 경우 옥외용 광케이블은 단일모드를 사용하고 있으나 옥내용으로는 경우에 따라서 단일모드와 다중모드를 혼용하고 있다. 이에 본 논문에서는 단일모드와 다중모드를 접속하여 이종 모드간 케이블 접속 시 발생하는 채널 손실 특성을 시험 측정하였다. 본 논문에서 사용된 광케이블은 그림 3과 같이 단일모드 2core와 다중모드 2core로 구성되었으며, 그림 4 및 그림 5와 같이 사용되는 파장별로 각각 단일모드에서 다중모드로의 접속 시험 및 다중모드에서 단일모드로의 접속시험을 수행하였다.

Ⅲ. 시험 측정 결과

3.1 곡률반경 및 밴딩 횟수에 따른 성능 측정

현재 FTTH 구축용으로 사용되는 광원의 파장은 단일모드에서 1,310nm, 1,490nm 그리고 1,550nm 등이 사용되고 있으며, 다중모드에서는 850nm와 1,300nm의 파장이 사용되고 있다. 본 논문에서 각 모드별 이러한 파장의 광원을 이용하여 각각 곡률 반경 및 밴딩 횟수의 변화에 따른 케이블 성능을 측정하였다.

단일 모드 및 다중 모드 광케이블 심선을 이용하여 측정한 곡률반경 및 밴딩 횟수에 따른 케이블 성능 손실을 각각 표 5와 표 6에 보인다. 표 5와 표 6에서 알 수 있듯이 곡률 반경 10mm의 일부 경우를 제외하고 현행 허용 곡률 반경인 30mm의 측정 결과는 물론 보다 엄격한 조건인 20mm의 곡률 반경에서도 모두 표 3의 채널 손실 기준을 만족하는 것으로 나타났으며, 다중 모드의 경우에는 곡률 반경 10mm에서 10회의 밴딩을 가한 가장 열악한 경우에서도 손실 기준을 만족하는 것으로 나타났다.

표 5. 단일 모드 케이블 시험 측정 결과

과장 (nm)	곡률반경 (mm)	밴딩횟수 (회)	채널손실 (dB)		
1,310	0	0	0.36		
		10	1	0.56	
			5	0.57	
	20	10	1.18		
		30	1	0.36	
			5	0.36	
	10		0.37		
	1,490	0	0	0.26	
			10	1	2.40
				5	3.38
		10		9.21	
		20	1	1	0.27
5				0.33	
10				0.50	
30			1	0.26	
			5	0.25	
			10	0.25	
1,550		0	0	0.23	
			10	1	1.73
	5			7.96	
	10	측정불가			
	20	1	1	0.36	
			5	0.41	
			10	0.95	
		30	1	0.24	
			5	0.27	
			10	0.29	

표 6. 다중 모드 케이블 시험 측정 결과

과장 (nm)	곡률반경 (mm)	밴딩횟수 (회)	채널손실 (dB)		
850	0	0	3.48		
		10	1	3.88	
			5	4.16	
	20	10	4.65		
		30	1	3.64	
			5	3.77	
	10		3.95		
	1,300	0	0	0.68	
			10	1	0.81
				5	0.90
		20	10	1.01	
			30	1	0.75
5				0.78	
10		0.84			
30		1	0.73		
		5	0.75		
	10	0.76			

3.2 이중모드간 접속에 따른 케이블 성능 측정

단일 모드 케이블로부터 다중 모드 케이블로, 또는 다중 모드 케이블로부터 단일 모드 케이블로의 이중 모드간 접속에 따른 채널 손실 측정 결과를 표 7에 보인다.

표 6과 표 7에서 알 수 있듯이 단일 모드로부터 다중 모드로의 접속 시험의 경우 채널 손실 기준에 만족하는 손실 값을 보이면서 OTDR로의 측정이 가능하였지만, 다중 모드로부터 단일 모드로의 접속 시험의 경우 접속부분에서 급격한 성능 저하를 보여 광원의 진행이 더 이상 불가능함을 알 수 있었다. 이는 이중 모드간 접속하여 광원을 조사하는 경우 광원의 파워 전달은 가능하지만 서로 다른 이중 모드 케이블 섬유 코어 직경으로 다중 모드로부터 단일 모드로의 광원 전달이 불가능한 것으로 보인다.

표 7. 이중 모드간 접속에 따른 성능 시험 측정 결과

모드	과장(nm)	채널 손실(dB)
단일 모드-다중 모드	1,310	2.16
	1,490	1.82
	1,550	1.70
다중 모드-단일 모드	850	측정 불가
	1,300	측정 불가

IV. 결 론

전 세계적으로 광가입자 접속망의 고도화를 위해 단계적으로 가입자 구내까지 광케이블을 포설하여 FTTO, FTTC 또는 FTTH로 가입자 접속망을 계획하고 있는 이때, 본 논문에서는 초고속 정보통신시대를 대비하기 위해 실제적으로 FTTH 구축에 사용되는 광케이블을 이용하여 광케이블의 특성 및 다양한 조건 변화에 따른 채널의 성능 저하 특성을 분석하였다. 이를 위해 광선로 포설 시 발생하는 케이블의 밴딩으로 인한 곡률 반경의 허용 기준의 개정을 위하여 곡률 반경과 밴딩 횟수의 변화에 따른 채널 손실을 시험 측정하여 현행 채널 손실 기준의 적합성을 조사하였다. 또한 단일 모드와 다중 모드의 이중 모드간 접속에 따른 채널 손실 특성을 분석하였다.

곡률반경 및 밴딩 횟수에 따른 채널 손실 측정 시험에서는 단일 모드와 다중 모드에서 모든 사용과장에 대해 현행 허용 곡률 반경인 30mm에서는 물론 더욱 열악한 조건인 곡률 반경 20mm에서 역

시 광선로 채널 손실 기준 값을 만족하는 것으로 나타났으며, 곡률 반경 10mm, 밴딩 횟수 5회 이상의 최악의 조건에서 일부 손실 기준 값을 초과하는 것을 알 수 있었다. 따라서 현행 30mm의 허용곡률 반경 기준을 20mm로 완화한다면 광선로 구축 시 모서리와 같은 곳에 케이블을 밀착 포설이 가능하게 되고 또한 케이블의 여장처리를 보다 효율적으로 처리할 수 있어 가입자 장비와 접속함체의 크기를 소형화할 수 있고 이는 경제성의 향상은 물론 케이블의 wiring 작업을 보다 수월하게 할 수 있어 시공의 편리성을 개선할 수 있을 것으로 보인다.

이중 모드 간 접속에 따른 채널 손실 시험 측정 결과, 단일 모드에서 다중 모드로의 접속 시 채널 손실 기준 값을 만족하는 결과를 얻을 수 있었지만, 다중 모드에서 단일 모드로의 접속 시에는 모드간 접속 부분에서 채널의 성능이 급격히 저하되어 광원의 진행이 더 이상 불가능함을 알 수 있었다. 이는 단일 모드의 케이블 심선과 다중 모드의 케이블 심선의 코어 직경의 상이함으로 인한 것으로 향후 이중 모드간 케이블 접속 규격에 대한 심도 있는 연구를 통하여 상호간 정보 전달 기능이 원활하게 수행될 수 있도록 해야 할 것이다.

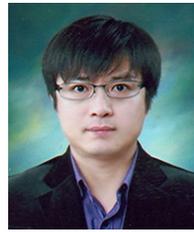
본 논문에서는 현재 국내 구내 광통신선로 설비 시스템을 검토하고 FTTH 광가입자 망 구축 공법 및 케이블 포설 등에 관련된 국내 기술기준의 개정 사항을 도출하였으며, 향후 구내 선로설비 기술기준의 제·개정을 위한 자료로서 반영하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] 최문환, 강영홍, 조평동, 양준규, 이상무, "FTTH를 위한 구내선로설비 기술기준 개선 연구", 한국해양정보통신학회 논문지 제 11권 제 9호, 2007년 9월
- [2] 광선로 도입 구내선로설비 요구조건 연구, 한국전자통신연구원, 2007
- [3] 접지설비·구내통신설비·선로설비 및 통신공동구 등에 대한 기술기준, 전파연구소, 2006년 8월
- [4] FTTH 구축을 위한 구내 통신망 광케이블 표준구축공법, 한국전선원, 2004
- [5] 초고속정보통신건물 인증업무 처리지침, 정보통신부, 2007

최 문 환 (Mun-Hwan Choi)

정회원



2002년 군산대학교 정보통신공학사
2004년 군산대학교 정보통신전파공학석사
2008년 군산대학교 정보통신전파공학박사
2008년 3월~현재 한국전자통신

연구원 표준연구센터 Post-Doc.

<관심분야> 정보통신기술기준, 표준화, 광통신,

조 평 동 (Pyoung-Dong Cho)

정회원



1980년 연세대학교 전자공학사
1995년 충남대학교 컴퓨터과학석사
2003년 충남대학교 컴퓨터과학박사
1980년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원, 기술기준연구팀 팀장

<관심분야> 정보통신기술기준, 통신망, 광통신

강 영 흥 (Young-Heung Kang)

정회원



1984년 한국항공대학교 통신공학사
1986년 한국항공대학교 전자공학석사
1993년 한국항공대학교 전자공학박사
1995년 8월~1996년 8월 일본 오사카대학 객원교수

2003년~2005년 영국 York 대학 객원교수

2001년 1월~ 현재 한국 ITU-R 위원

1990년 4월~현재 군산대학교 전자정보공학부 교수

<관심분야> 이동통신, 위성통신, 표준화

양 준 규 (Jun-Kyu Yang)

정회원



1995년 군산대학교 정보통신공학사
1997년 군산대학교 정보통신공학석사
2005년 3월~현재 군산대학교 전자정보공학부 박사과정
1997년 12월~현재 전파연구소 연구사

<관심분야> 기술기준, 홈네트워크, FTTH