

---

# FTTH를 위한 구내선로설비 기술기준 개선 연구

최문환\* · 강영흥\*\* · 조평동\* · 양준규\*\*\* · 이상무\*

## A Study on the Improvement of Technical Regulations in the Customer Cabling Systems for FTTH

Mun-Hwan Choi\* · Young-Heung Kang\*\* · Pyoung-Dong Cho\* · Jun-Kyu Yang\*\*\* · Sang-Mu Lee\*

### 요 약

본 논문에서는 광케이블을 사용하는 구내선로설비의 설계 시 배관의 구조와 광케이블의 특성에 대한 영향을 분석하기 위해 모의시험을 행하였다. 특히 광케이블의 포설 시 발생하는 굴곡개소에 따른 광신호의 손실 특성 및 다양한 형태의 광케이블에 대하여 밴딩(bending)으로 인한 곡률반경에 따른 손실 특성을 분석하였다.

굴곡개소의 개수에 따른 광신호의 손실 특성 실험의 결과, 모두 현행 기준에 만족하는 것으로 나타났으며, 케이블 밴딩에 의한 곡률반경에 따른 손실 특성 실험에서는 모든 케이블의 밴딩 곡률 반경이 현행 허용 곡률 반경(30mm)을 만족하였다. 뿐만 아니라 허용 곡률 기준 이하의 곡률 반경에서도 신호의 감쇠가 발생하지 않아 현행 허용 곡률 반경 기준의 개정해야할 필요성이 제기되었다. 본 논문의 결과는 구내 선로설비 기술기준 재·개정을 위한 자료로 제공될 것이며, 향후 광가입자망(FTTH)의 도입을 위한 배관의 요구조건 수립에 활용하고자 한다.

### ABSTRACT

In this paper, we have carried out some tests for analyzing the effects of optical fiber characteristics and piping structures in designing a Customer Cabling System with optical fibers. In this tests, the loss characteristics due to the number of curvatures and the radius of curvature with bending to establish an optical fiber have analyzed particularly.

We can confirm that the test results satisfy the current technical regulations in both cases of the number of curvatures and the radius of curvatures. Also, in particular, since there is no loss in an optical cable under the current radius of curvature, that is 30mm, the radius criteria of curvature needs to be revised.

These tests results will be so useful to revise and establish a customer cabling system for FTTH.

### 키워드

Optical fiber, Customer cabling system, Piping structure, FTTH

---

\* 한국전자통신연구원

\*\* 군산대학교

\*\*\* 전파연구소

## I. 서론

건물 내에서 정보통신서비스를 이용하거나 홈네트워크를 제대로 구축하기 위해선 건물 내 정보통신 인프라인 구내통신선로설비가 잘 갖추어져 있어야 한다. 구내 통신선로설비란 건물 내부 및 건물 내외간 정보통신 서비스 수용을 위한 구내 배선 배관시설과 구내통신장비 등을 위한 수납공간 등을 의미한다. 구내통신선로설비는 전화 서비스뿐만 아니라 고속 데이터 서비스 수용을 위한 기능이 요구되고 있으며, 원격검침, 원격제어, VOD 서비스 등의 다양하고 복잡한 통신기능을 수용하기 위해서는 구내통신설비의 고도화가 요구되고 있다. 또한 향후 광가입자망(FTTH; Fiber To The Home)의 도입에 대비하여 고속 데이터 및 영상 서비스의 수용을 위해 배선용 광케이블 선로의 성능기준의 개선이 필요할 뿐만 아니라 지금까지는 광케이블이 아파트 단지 등에 보급되더라도 건물의 통신실과 가정을 잇는 구내선이 광케이블로 연결되지 않아 발생하는 음성/데이터통합, 통신/방송 융합, 홈네트워크 등의 광대역 멀티미디어 서비스 제공의 한계를 극복해야만 한다[1].

이에 본 논문에서는 구내선로설비의 인프라 기술로 날로 각광을 받고 있는 광케이블에 대한 특성을 조사하기 위하여 광케이블의 포설 시 발생하는 굴곡개소에 따른 케이블 손실 특성 및 케이블의 밴딩 시 그 곡률반경의 크기에 따른 손실 특성 등을 분석하였다. 본 논문은 구내선로설비 재·개정을 위한 자료로 제공될 것이며, 향후 FTTH 도입을 위한 배관의 요구조건의 수립에 활용하고자 한다.

## II. 시험 모델

본 논문에서는 구내선로설비를 위한 광케이블의 특성을 조사하기 위하여 굴곡개소의 개수에 따른 손실 특성 시험 및 케이블 밴딩으로 인한 곡률반경에 따른 손실 특성 시험을 실시하였다.

### 2.1. 굴곡개소에 따른 손실 특성 모델

Source로부터 destination까지의 구내 광선로설비를 포설함에 있어서 일직선으로 포설하는 것은 그 건물의 구조 특성상 제한이 따르게 되며, 광케이블은 그 특성상

굴곡에 대한 손실 특성이 민감하다. 이에 굴곡개소의 개수에 따른 손실 특성을 알아보기 위하여 그림 1과 같은 실험 현장을 구성하였으며, 현장의 케이블 굴곡 지점의 모습은 그림 2와 같다.

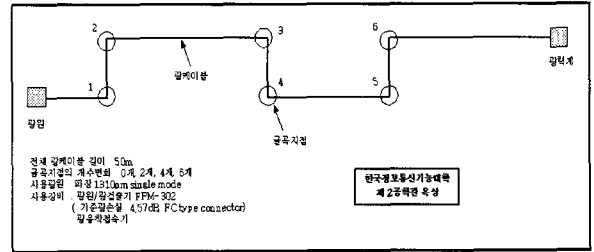


그림 1. 굴곡개소에 따른 손실 특성 실험 모델  
Fig. 1 Model of loss characteristic due to a number of curvatures



그림 2. 굴곡지점의 구조  
Fig. 2 Structure of curvature points

표 1. 측정 환경  
Table 1. Measuring environments

케이블의 길이	50m
굴곡지점의 개수	0개, 2개, 4개, 6개
사용광원	파장 1,310nm, single mode
사용장비	광원/광검출기 FPM-302 - 기준광손실 4.57dB, - FC type connector
	광용착접속기

그림 2에서 보는 것과 같이 전체 길이 50m로 포설된 광케이블의 굴곡개소의 변화를 주기 위해 굴곡지점의 개수를 2개, 4개 그리고 6개의 굴곡개소를 두었으며, 굴곡개소가 0개인 경우를 위하여 기 포설된 케이블과 동일한 성능 특성을 같은 케이블을 이용하여 따로 측정하였다. 측정 환경은 다음과 같다.

2.2. 곡률반경에 따른 손실 특성 모델

광케이블의 손실에 중요한 영향을 미치는 케이블 밴딩으로 인한 곡률반경에 따른 손실 특성의 측정을 위해 일반 광케이블, 구내용 광케이블 그리고 광섬유 드럼 등의 광케이블 규격에 따른 외피 직경을 측정하고 밴딩 시 케이블의 곡률반경을 변화시켜가면서 광선로의 채널 손실이 발생하는 시점에서의 밴딩 내외경을 측정하였다. 각각의 케이블 규격에 따른 치수 측정 방법의 예는 그림 3과 같다.

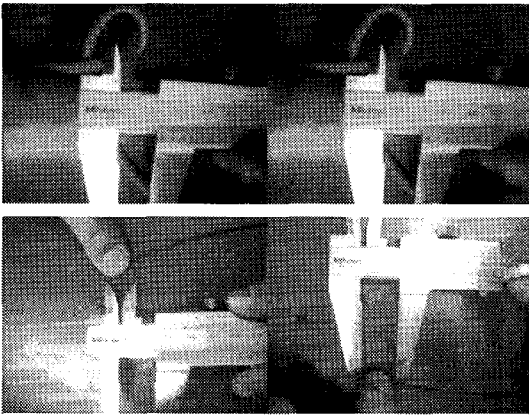


그림 3. 케이블 치수 측정 방법 예  
Fig. 3 Examples for measuring the cable dimension

III. 실험 결과

3.1. 굴곡개소에 따른 손실 특성 실험

실험을 위해 기준 광 손실이 4.57dB인 광원/광검출기를 사용하였으며, 굴곡개소 수의 변화에 따른 손실 특성 실험 결과가 표 2와 같다.

표 2로부터 굴곡점이 0개일 경우는 그 손실이 0.01dBm으로 아주 미미하게 측정되었으나, 굴곡점을 2개, 4개 그리고 6개로 늘려서 실험한 결과, 손실이 0.18dBm으로 모두 동일한 손실 값을 보였다. 이 결과는 국내 구내배관설비 설치요건의 옥내 배관설비요건 및 광선로의 구내배선 성능에 대한 측정 항목 및 기준[2]인 광선로 채널 손실 5.5dB이하에 모두 만족하는 것으로 굴곡개소의 수에 대한 현행 기준을 다소 완화시킬 필요성이 있음을 알 수 있다.

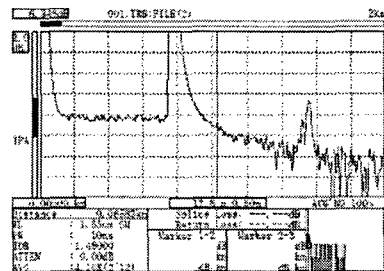
표 2. 굴곡개소에 따른 손실 특성 실험 결과  
Table 2. Experimental results of loss characteristic due to a number of curvatures

굴곡개소의 수	기준 광 손실 (dBm)	측정값 (dBm)	손실 (dBm)
0	4.57	4.58	0.01
3	4.57	4.75	0.18
4	4.57	4.75	0.18
6	4.57	4.75	0.18

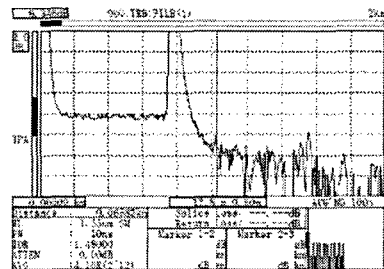
3.2. 곡률반경에 따른 손실 특성 실험

측정을 위해서 OTDR을 이용하여 1.55μm의 파장과 10ns의 펄스 폭을 갖는 단일모드 광신호를 사용하였으며, TPA(Two Point Analysis; 2점법) 근사법을 사용하였으며, 구내용 광케이블과 일반 광케이블, 그리고 광섬유 드럼에 대한 밴딩 전후의 신호 측정 그래프의 예는 아래 그림과 같다.

그림 4와 그림 5, 그리고 그림 6에서 알 수 있듯이 각 광케이블의 타입에 따라서 밴딩 전과 후에 신호의 미세한 감쇠현상을 확인 할 수가 있었으며, 그 순간의 밴딩 내외경을 측정하여 표 3에 기록하였다.

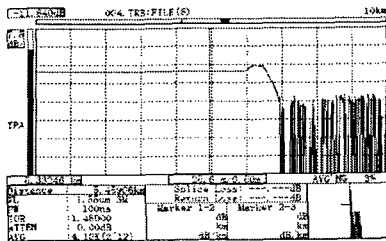


(a) 밴딩 전  
(a) before bending

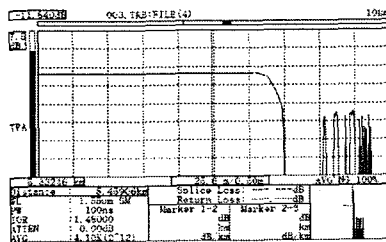


(b) 밴딩 후  
(b) after bending

그림 4. 구내용 광케이블 밴딩 시 감쇠 효과  
Fig. 4 Signal attenuation by bending the indoor optical cable

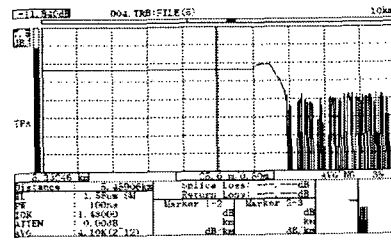


(a) 밴딩 전  
(a) before bending

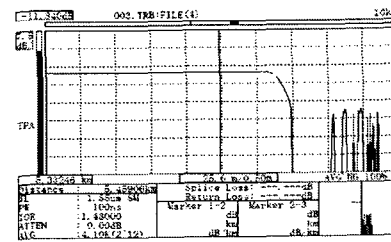


(b) 밴딩 후  
(b) after bending

그림 5. 일반 광케이블 및 심선 밴딩 시 감쇠 효과  
Fig. 5 Signal attenuation by bending the general optical cable



(a) 밴딩 전  
(a) before bending



(b) 밴딩 후  
(b) after bending

그림 6. 광섬유 드럼 밴딩 시 감쇠 효과  
Fig. 6 Signal attenuation by bending the optical fiber drum

표 3. 케이블 규격 별 직경과 신호 감쇠 시 밴딩의 내외경 치수

Table 3. Cable type and diameter and the inside/external diameters when the signal level decremented

케이블 규격		외피직경(mm)	밴딩 치수(mm)	
구내용 광케이블	케이블	4.8	외경	19.4
	심선 (청색)		0.9	내경
일반 광케이블	케이블	11.2	외경	31.1
	개별 심선 (청색)		0.2	내경
광섬유 드럼	심선	0.2	외경	5.25
			내경	4.5
			외경	10.9
			내경	10.8

표 3의 결과들은 일반적으로 시공현장에서 적용되고 있는 허용 곡률 기준(광케이블: 외경의 20배 이상, 광섬유: 직경 60mm 이상)[3]을 만족하고 있으며, 어떤 경우는 허용 기준을 상당히 상회하고 있어 현행 허용 곡률 반경 기준을 완화할 필요성이 있음을 알 수 있다. 실제로 일반 SMF(Single-Mode Fiber)가 60mm 이상의 큰 직경에서 사용되도록 설계되었지만 FTTH 환경에서 발생하는 작은 굴곡들에서도 전송 특성의 저하가 발생되지 않도록 설계된 SMF는 일반 SMF보다 낮은 구부림 손실을 갖기 때문에 보다 작은 반경의 굴곡에서의 사용이 가능하다. 이로 인하여 모서리와 같은 곳에 케이블을 밀착하여 포설이 가능하고, 케이블의 여장을 보다 작게 처리하는데 용이하며 subscriber 장비와 광접속함체 크기의 소형화 및 wiring을 수월하게 할 수 있다는 장점이 있다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 구내선로설비의 인프라 기술로 각광을 받고 있는 광케이블에 대한 특성을 조사하기 위하여 광케이블의 포설 시 발생하는 굴곡개소에 따른 케이블 손실 특성 및 케이블의 밴딩 시 그 곡률반경의 크기에 따른 손실 특성을 분석하였다.

굴곡지점의 개수에 따른 케이블의 손실 특성 실험 결과, 국내 구내배관설비 설치요건의 육내 배관설비요건 및 광선로의 구내배선 성능에 대한 측정 항목 및 기준인 광선로 채널 손실 5.5dB 이하에 모두 만족하였으며, 굴곡

개소의 수에 대한 현행 기준을 다소 완화시킬 필요성이 있음을 알 수 있었다.

또한 각 케이블의 규격별 밴딩효과로 인한 곡률 반경의 변화에 따라 신호의 감쇠가 발생하는 순간의 밴딩의 외경 및 내경을 측정된 실험 결과로부터 일반적으로 시공현장에서 적용되고 있는 허용 곡률 기준(광케이블: 외경의 20배 이상, 광섬유: 직경 600mm 이상)을 만족하고 있으며, 어떤 경우는 허용 기준을 상당히 상회하고 있어 현행 허용 곡률 반경 기준을 완화할 필요성이 있음을 알 수 있었으며, 향후 기준 완화 시 광케이블의 포설에 있어서 모서리와 같은 곳에 케이블을 밀착하여 포설이 가능하고, 케이블의 여장을 보다 작게 처리하는데 용이하며 subscriber 장비 및 광접속함체의 소형화 및 수월한 wiring 효과를 예상할 수가 있다.

본 논문은 구내선로설비기준의 재·개정을 위한 자료로 제공될 것이며, 향후 구내선로 구간까지 광선로를 설치하게 되는 FTTH의 도입에 대비하여 보다 정밀한 실험 환경 하에서의 광선로 케이블 특성 및 배관 구조의 영향 요소를 분석해야 할 것이다.

### 참고문헌

- [1] 류명주, 서태석, "구내통신망기술", TTA 저널 제 88호, pp.75-83, 2003년 8월
- [2] FTTH(Fiber To The Home) 구축을 위한 구내 통신망 광케이블 표준 구축 공법, 한국전산원
- [3] 구내통신선로설비 가이드북, 한국통신가입자망연구소

### 저자소개

#### 최 문 환(Mun-Hwan Choi)



2002년 군산대학교 정보통신공학사  
2004년 군산대학교 정보통신전파공학석사  
2005년 3월~현재 군산대학교 전자정보공학부 정보통신전파공학전공 박사과정

2007년 3월~현재 한국전자통신연구원 표준연구센터 위촉연구원

※관심분야: 표준화, 구내통신망, 시스템간섭



#### 강 영 흥(Young-Heung Kang)

1984년 한국항공대학교 통신공학사  
1986년 한국항공대학교 전자공학석사  
1993년 한국항공대학교 전자공학박사

1995년 8월~1996년 8월 일본 오사카대학 객원 교수  
2000년 1월~현재 한국 ITU-R 위원

1990년 4월~현재 군산대학교 전자정보공학부 교수  
※관심분야: 이동통신, 위성통신, 표준화

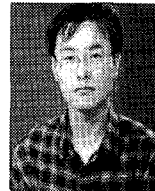


#### 조 평 동(Pyoung-Dong Cho)

1980년 연세대학교 전자공학사  
1995년 충남대학교 컴퓨터과학 석사  
2003년 충남대학교 컴퓨터과학 박사

1980~현재 한국전자통신연구원 책임연구원, 기술기준 연구팀 팀장

※관심분야: 정보통신 기술기준, 통신망, 광통신



#### 양 준 규(Jun-Gyu Yang)

1995년 군산대학교 정보통신공학사  
1997년 군산대학교 정보통신공학 석사  
2005년 3월~현재 군산대학교 전자정보공학부 정보통신전파공학 전공 박사과정

1997년 12월~현재 전파연구소 연구사

※관심분야: 기술기준, 홈네트워크, FTTH



#### 이상무(Sang-Mu Lee)

1989년 단국대학교 전자공학사  
2000년 한국정보통신대학교 정보공학석사

1991년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원

2004년~현재 한국정보통신기술협회 접지프로젝트그룹 의장

※관심분야: 기술기준, 통신접지, 전자유도