

광섬유 접속부의 환경 변화에 따른 손실변화 연구

A Study on the Variation of Optical Fiber Splicing Loss due to Environment

김영호, 유강희
(Young-Ho Kim and Kang-Hee Yoo)

Abstract : The most sensitive part of the installed optical fiber cable is the optical loss variation of the splicing point according to the environmental changes. This paper presents the details of the experimental results of the external environmental changes on optical loss, such as bending, temperature variation, temperature variation after water osmosis and vibration. Through the bending test of optical fiber, rapid increase of optical loss was measured within the diameter of 30mm. The result of optical loss variation within the temperature range of -30℃ ~ 60℃ is less than 0.02dB. It was confirmed that the maximum optical loss increased up to 0.2dB in case of water osmosis within the temperature range of -40℃~80℃. There is small optical loss variation of 0.01dB under the 1mm vibration test. The experimental results of this paper can be used as the reference data for the design of the optical fiber cable splicing enclosure to protect the optical loss variation due to environmental changes.

Keywords: 광섬유 접속부, 구부림 손실, 온도변화 손실, 물 침투 손실, Outside Plant, 광섬유 케이블 접속함

1. 서론

급속하게 발전하는 전자통신 기술은 정보고속도로라고 불리는 초고속 종합 정보통신망 구축을 촉진하고 있으며 그 핵심 기술은 광통신 기술이 담당하고 있다. 1979년 국내 최초로 광화문전화국에서 중앙전화국 간 2.3km 구간을 광섬유 케이블로 포설하면서 우리나라에 광통신기술이 실용화되기 시작하였다. 이후 1997년 2.5Gbps 광통신 시스템이 상용화되었고 1999년에는 10Gbps 광통신 시스템이 상용화되었다. 최근에는 광통신 기술을 이용한 초고속 인터넷 가입자 수가 2004년 9월에 1,100만 명을 넘어섰으며 국민의 60% 이상인 3,000만 명 이상이 인터넷을 사용하고 있다. 더구나 인터넷 서비스의 이용도 단순한 음성이나 단문 전송에서 시작되어 최근에는 그래픽 및 동영상 등의 다양한 콘텐츠로 발전해 나감으로 인해 그 전송데이터 양이 방대해졌을 뿐만 아니라 실시간 전송을 위해 빠른 전송속도를 요구하게 되었으며 광통신 기술은 점점 가입자에 근접해가서 가까운 장래에는 FTTH (Fiber to the home) 실험을 바라보게 되었다. 광통신 기술은 낮은 손실 및 광대역인 광섬유의 특징을 고출력 및 고감도 발광 및 수광 소자와 결합하여 무중계 전송거리를 수십 km에서 수백 km로 확장시킬 수 있어 시스템의 경제성 및 신뢰성을 높여주었다.

그러나 광통신을 광전송 시스템과 OSP(Outside Plant)의 두 가지 분야로 나누어보면 고도화 되고 급변하는 기술 발전을 거듭해온 광전송 시스템분야에 비해 OSP 분야는 제대로 검토되고 발전되지 못하고 있는 현실이다. 특히 광섬유 케이블 접속부를 살펴보면 외부환경으로부터 철저히 보호하기에 적합한 광섬유 케이블 접속함이 필요하나 현재 국내에서 사용 중인 여러 종류의 광섬유 케이블 접속함은 그 기술에 있어서는 광통신 도입 초기인 1990년대 초반의 기술 상황에서 크게 벗어나지 못하고 있는 실정이므로 국내 초고속 통신의 발전과 FTTH로의 발전 방향에 알맞은

광섬유 케이블 접속함의 지속적인 연구 개발이 필요한 상황이다.

따라서 본 논문에서는 광섬유 손실 및 광섬유 및 광섬유 케이블 접속방법을 간략히 소개하고 외부 환경에 의해 광섬유 접속부에서 발생하는 물리적, 환경적 요소에 의한 광통신의 전송손실에 대하여 실험을 통해 검증해 향후 접속함의 설계에 참고가 되도록 하였다.

II. 광섬유 전송손실 원인

광섬유의 가장 중요한 특성 중의 하나는 전송 손실, 즉 감쇠량이다. 이 특성은 중계국 간의 거리를 결정하는 가장 중요한 요소 중의 하나로서 광통신 시스템의 설계에 커다란 영향을 미치며 포설 후 변화하지 않아야 한다. 광섬유의 손실은 광섬유 자체가 갖는 내적 손실 요인과 광섬유를 사용하는데 따른 외적 손실 요인으로 분류할 수 있으며, 광통신 망에서의 전송 손실 발생 요인은 아래 표 1 및 그림 1과 같다.

표 1. 광섬유 전송손실

Table.1 Optical Transmission loss

내적 손실	흡수 손실	재료에 의한 요인	자외선 흡수 손실	
		외부적 요인	적외선 흡수 손실	
	산란 손실	재료 고유 요인	천이 금속에 의한 흡수 손실	
			외부적 요인	OH ⁻ 에 의한 흡수손실
외적 손실	결합 손실	레이리 산란 손실	레이리 산란 손실	
		라만 산란 손실	라만 산란 손실	
	접속 손실	구부림 손실	브릴루인 산란 손실	브릴루인 산란 손실
			외부적 요인	경계면 불균일
구부림 손실	외부적 요인	직경의 불균일	직경의 불균일	
		외부적 요인	기포 이물질 결정 구조	
외적 손실	구부림 손실	미소 구부림	미소 구부림	
		외부적 요인	축어긋남, 경사각, Gap, 굴절률의 불균일	축어긋남, 경사각, Gap, 굴절률의 불균일
			외부적 요인	접속 면의 불균일
외적 손실	구부림 손실	접속 손실	광섬유의 접속점 손실	
		외부적 요인	코어와 클래드의 입사각의 변화	

* 책임저자(Corresponding Author)

김영호 : KTICC(주), 유강희 : 충주대학교 전자통신공학과
(heym@paran.com, 107yoo@chungju.ac.kr)

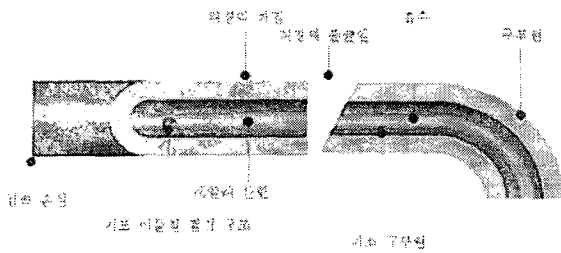


그림 1. 광섬유 전송손실
Fig.1 Optical Transmission loss

1. 흡수 손실(Absorption loss)^{[1][2]}

흡수는 실리카 광섬유 재료의 원자 구조의 결함, 재료 속의 불순물 원자에 의한 외부적 흡수, 광섬유 물질의 구성 원자에 의한 재료 고유의 흡수 등이 있다. 원자 구조 결함에 의한 손실은 다른 원인에 의한 손실에 비해 무시할 수 있으며, 광섬유의 불순물이 가장 큰 손실 요인이 된다. 불순물에 의한 손실은 철, 크롬, 코발트, 구리와 같은 천이금속과 OH-기의 수분에 의한 것이 크다. 천이금속 불순물은 1 ~ 10ppb [Parts per billion] 정도에서 1 ~ 10dB/km의 손실을 초래한다. OH-기의 분자이동에 의한 흡수는 약 2.7 μm의 파장에서 기본 진동의 흡수가 있고, 1.38 μm 부근에서 흡수치의 피크가 가장 큰 문제가 되는데 이러한 OH-기에 의한 흡수는 매우 커서 흡수에 의한 손실을 20dB/km 이하로 줄이려면 불순물이 수 ppb 이하가 되어야 한다. 재료 고유의 흡수는 자외선 영역에서의 진동에 의한 것으로 0.8 μm와 1.7 μm 상의 파장에서는 문제가 없다.

2. 산란 손실(Scattering loss)

산란손실이란 광섬유 내를 도파하는 광선이 코어 내에서 직진하지 못하고 사방으로 흩어져 버리는 현상으로써 광섬유 재료의 밀도, 구성 성분의 불균일성, 광섬유 제조 시 발행하는 구조적 불균일성, 결함 등의 미세한 변화 등 여러 가지 요인에 의해 일어난다. 산란손실은 선형적 특성을 가지는 레일리(Rayleigh) 산란과 비선형적 특성을 갖는 유도 부릴루인(Brillouin) 산란 및 유도라만(Raman) 산란 손실 등으로 나눌 수 있으나 가장 많은 영향을 미치는 것은 레일레이 산란손실이다. 레일리 산란손실은 불균일한 밀도 및 성분 변화에 의한 광섬유의 굴절률 변화가 사용하는 빛의 파장보다 작은 영역에서 존재하는 경우에 나타나는 것으로, 산란되는 정도는 파장의 4승에 반비례하는 특성을 가져서 1.0 μm 이하의 파장 영역에서는 광섬유의 가장 큰 손실 요인이 되며 광섬유 고유의 손실이다. 부릴루인 산란손실 및 유도라만 산란손실은 광섬유를 통과하는 광전력이 임계치 이상일 때 일어나는 것으로 산란된 빛의 파장이 원래의 파장과는 다르다. 이 두 산란손실은 기존 광통신 시스템에서는 입력 광전력이 적어 문제가 되지 않았지만 장거리 통신을 위한 광증폭기(EDFA) 사용으로 입사 광전력이 임계치 이상으로 될 수 있게 됨으로써 현재 이러한 산란손실을 줄이는 광섬유를 연구 중에 있다. 그 외에 광섬유 속의 가스방울, 결정화된 국소 부분과 같은 결함, 구조적인 불균일성 등에 의해서 빛이 광섬유 밖으로 나가는 손실이 있다.

3. 기타 손실

실제 광섬유에는 코어와 클래드의 경계면이 제조과정상 이상적으로 평행한 원통면이 아니고 극히 미세한 울퉁불퉁한 면이 존재하게 된다. 이와 같은 불균일면을 빛이 도파하는 과정에서 도파모드는 방사모드로 변환되어 광손실을 발생 시킨다. 이와 같은 구조 불안전에 의한 손실은 현재 제조기술의 발전에 힘입어 거의 무시할 수 있다.

3.1 마이크로 밴딩 손실 (Microbending loss)^{[3],[4]}

마이크로 밴딩 손실은 광섬유를 제조한 후, 광섬유 측면에서 균일한 압력이 가해져 광섬유의 축이 μm 단위로 구부러짐에 따라 발생하는 손실을 말한다. 이러한 현상은 광섬유에 장력을 가하면서 보빈에 감거나 광섬유에 부적당한 코팅을 할 경우, 또는 코팅 후 광섬유에 커다란 온도 변화가 있는 경우에 발생된다. 또한 광케이블의 포설이나 접속 시 광섬유의 취급 부주의로도 발생할 수 있다. 마이크로 밴딩 손실(은 아래 식으로 정리할 수 있다.

$$am = k(a/\Delta)^{2s} \tag{1}$$

a: Core Radius
Δ: Refractive-index Differences
k: Constant

3.2 구부러짐 손실 (Macrobending loss)

구부러짐 손실은 광케이블을 포설할 경우나 광섬유 심선을 접속할 경우 또는 광점퍼 코드를 이용하는 경우 허용 곡률직경 이내로 무리하게 구부림으로써 광섬유 내에 도파하는 빛이 코어와 클래드의 경계면에서 사각이 변화됨으로써 발생하는 손실이다. 구부러짐 손실은 아래 식으로 정리할 수 있다.

$$2a = \frac{\sqrt{\pi k^2 \exp[-\frac{2}{3}(\frac{r^3}{\beta^2})R]}}{e_v r^{2/3} V^2 \sqrt{R k_{v-1}(ra) k_{v+1}(ra)}} \tag{식 2}$$

v: Mode Number
k: Propagation Constant in the Core
r: Propagation Constant in the Clade
β: Propagation Constant along the fiber axis
a: Core Radius
V: Normalized Frequency
k_v: vth-order Modified Bessel Function

3.3 접속 손실 (Splicing loss)^{[3],[4]}

접속손실이란 광섬유를 접속하는 경우 코어를 완전하게 정렬한 후 결합시켜 완전하게 연속성을 유지하여야 하나, 광섬유 코어 직경의 차이, 비굴절률차, 광섬유 축 어긋남 (Lateral offset), 접속되는 광섬유 간의 간격 (End separation), 접속되는 광섬유의 경사각 (Tilt) 및 접속되는 광섬유의 단면 상태 (Deformation of end surface) 등에 의해 완전하게 연속성을 유지하지 못하고 빛의 일부가 반사되어 발생하는 손실이다.

III. 광섬유 케이블 접속

광섬유 케이블의 접속은 전송 매체가 유리 성분인 광섬유이기 때문에 기존의 동 케이블과는 다르며 광섬유 심선접속(Splicing)과 외피접속(Jointing)으로 구분된다. 이들 기술은 접속부의 신뢰도가 케이블과 동등하게 함과 동시에 능률적이고 작업성과 경제성이 좋은 것이어야 한다. 광섬유 심선접속은 광섬유를 영구적으로 결합하는 것이고 외피접속은 동선, 인장선, 케이블 외피 등을 포함한 두개의 케이블을 결합하는 것으로 접속함체 등을 사용하여 접속하는 기술이다. 광섬유 심선접속 방법에는 영구적인 접속법인 용착접속(Fusion Splice)과 커넥터(Connector)를 사용하는 접속으로 구분할 수 있다. 광섬유 심선접속은 접속하는 광섬유의 구조(굴절률 분포 등)가 동일한 것이어야 하는데 동일하지 않으면 접속기술이 우수해도 접속손실을 감소시키기 어렵다. 또한, 광섬유의 절단된 단면 상태가 광섬유 축에 수직으로 되어야 광섬유 단면에서 나오는 빛이 산란되거나 과도한 접속손실을 발생하지 않게 되며, 두 광섬유 간에 빛을 최대로 전달하기 위해서는 두 광섬유의 단면이 고도로 정밀한 정렬이 필요하게 된다. 광섬유 접속방법에는 다음과 같은 종류가 있다.

1. 광섬유 접속법

1.1 용착접속(Fusion Splice)^{[9],[11]}

접속방법 중 가장 많이 사용되는 것으로 접속시키고자 하는 광섬유를 맞붙여 놓고 불꽃이나 전기적 고압방전 등에 의하여 가열시킴으로써 광섬유가 용해되어 서로 붙게 되는데 이 방법에 의하면 약 0.05dB 이하의 손실을 얻을 수 있다.

1.2 기계식 접속(Mechanical Splice)^{[9],[11]}

접속되는 두개의 광섬유 단면 간에 순간접착제로 접속하거나 또는 기계적 힘을 사용함으로써 기계적 강도를 유지하고, 또한 굴절률 정합액을 이용하여 두 단면 간을 굴절률 정합을 시키면서 접속하는 방법이다. 접착제로는 보통 Aron alpha cyanoacrylate 를 사용한다. 이 접착제를 사용하는 접속방법에는 광섬유 정렬 방식에 따라 V-그로브(V-Groove), 4 각 튜브(Square Tube), 슬리브(Sleeve)법 등이 있다.

1.3 커넥터(Connector) 접속^{[9],[11]}

광섬유 커넥터를 사용하여 접속하는 방법으로 접속 후에도 쉽게 분리 및 연결이 가능하기 때문에 광섬유 케이블과 광단국 장치 간 및 광중계 장치간의 연결에 많이 사용된다. 이 접속 방법은 간편하고 제조가 용이하다는 장점이 있으나 광섬유 단면이 손상되기 쉽고 접속손실이 용착 접속이나 기계식 접속보다 크기 때문에 고도의 정밀도를 요하는 경우에는 어려움이 많다. 접속 손실은 보통 2dB 이하 정도이다.

2. 광섬유 케이블 접속법

광섬유 케이블과 케이블을 접속할 경우에는 아래의 접속 요소들의 접속 특성을 만족시킬 수 있어야 한다.

2.1 외피의 연결

광섬유 케이블의 외피는 외부의 온도, 자외선, 충격,

압축 등의 환경으로부터 광섬유를 보호할 수 있는 구조이며 특히 OH⁻이온에 의한 표면 산화를 방지하기 위하여 물이나 습기의 침투를 방지할 수 있는 구조로 연결되어야 한다.

2.2 광섬유의 연결

광섬유는 앞에서 설명한 바와 같이 최소의 손실(0.05dB 이하)을 갖도록 접속되어야 하며 안전하게 보호되어야 한다. 접속된 광섬유는 기계적으로 보호되어야 하며 접속된 광섬유와 여분의 광섬유 심선은 손실이 발생하지 않도록 최소 구부림 직경을 유지하도록 저장되어야 한다.

2.3 유니트의 연결

광섬유 유니트는 절단되어지거나 원형을 유지한 상태에서 급속한 격임이나 힘이 없도록 저장되어야 한다

2.4 접지의 연결

금속성 물질(LAP, 강선 등)을 포함하는 케이블은 낙뢰 및 서지의 피해로부터 안전하도록 전기적 연속성을 갖도록 연결되어야 한다.

2.5 중심인장선의 연결

광섬유 케이블은 포설 시의 인장력과 포설 후 케이블 자체의 무게나 바람, 온도변화에 의한 케이블의 신축 등에 의하여 인장력 및 중력에 견딜 수 있도록 중심인장선이 튼튼하게 연결되어야 한다.

3. 광섬유 케이블 접속함 개요

광섬유 케이블 접속함은 광섬유 케이블의 접속부를 보호하기 위한 장치로써 기구적으로 견고하여야 하며 물 침투 및 이물질의 유입을 방지하기 위하여 밀봉성을 유지할 수 있어야 한다. 또한 광섬유 심선이 접속된 부위를 손실 없이 보호할 수 있어야 하며 여분의 광섬유나 유니트를 적절한 곡률 반경을 유지하며 수용할 수 있어야 한다.

광섬유 케이블 접속함의 설계요소는 크게 외함(Enclosure), 접속판(Splice tray), 케이블 인입부(Insertion part), 케이블 고정부(Fixing part), 방수부(Waterproof part), 접지부(Earth part), 테스트부(Testing part) 등 7 가지로 나눌 수 있다. 외함(Enclosure)은 외부의 환경 및 물리적 충격으로부터 광섬유 케이블 접속부를 안전하게 보호할 수 있도록 단단하고 안정된 형태의 합이며 그 내부에 설치되는 접속판은 광섬유 접속 형태에 따라 용착식 접속 슬리브, 기계식 접속자 등을 고정할 수 있으며 유니트에서 탈피된 광섬유를 손실이 발생하지 않는 일정한 곡률직경 이상을 유지하여 여장할 수 있도록 카세트(Cassette tray)형태로 되어 있다. 케이블 고정부는 케이블 외피 및 인장선이 광전송 손실을 발생시키지 않게 안정되도록 고정시켜야 하며 케이블 인입부는 방수를 고려하여 케이블이 인입되어야 한다. 접지부는 케이블 접지를 외부로 연결할 수 있어야 하며 테스트부는 공기주입이나 센서측정 등을 통하여 내부의 물 침투 여부를 판단하도록 설계되어야 한다.

IV. 실험 및 결과분석

광섬유 접속부의 환경변화에 따른 신뢰성을 입증하기 위하여 손실이 발생하는 구부림 직경, 온도변화, 물침투 및 온도변화, 진동 환경시험을 수행하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 광섬유 구부림에 손실 실험

1.1 실험 구성

일반적으로 사용되고 있는 단일모드(Single mode) 광섬유의 곡률 직경에 따른 광전송 손실을 측정하였다. 실험 구성은 아래 그림 2와 같다.

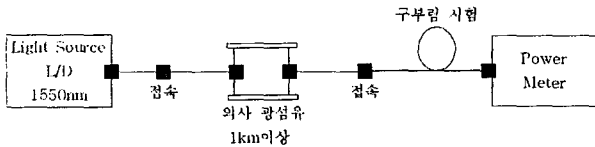


그림 2. 광섬유 구부림 실험 구성도
Fig.2 Configuration of optical fiber bending test

1.2 실험장비

RXmeter, 광 점퍼코드(SM-FC/APC-FC/APC-3m), 의사 광섬유(SM, 1km),

1.3 실험 결과

광섬유 구부림 시험 결과는 아래 그림 3 과 같다. 구부림 손실용 광섬유 곡률반경이 30mm 까지는 큰 변화가 없었다. 그러나 30mm 이하로 줄어들면서 조금씩 손실 증가를 보이다가 20mm 이하로 줄어들면서 급격한 손실증가를 보였으며 10mm 이하가 되자 30dB 이상의 손실값을 보였다. 따라서 접속함 설계 시 마진을 고려할 경우 광섬유의 구부림 정도가 최소 반경 40mm 이상을 가지고 있어야 한다는 것을 알 수 있었다.

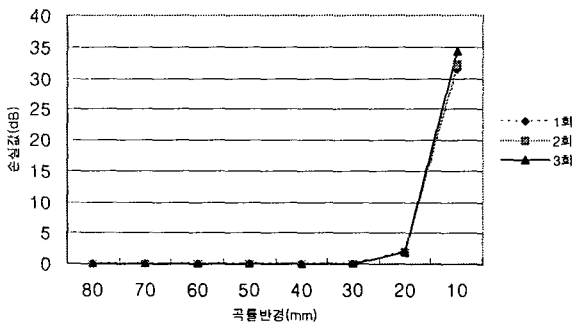


그림 3. 광섬유 구부림 실험 결과
Fig.3 Optical loss variation of bending test

2. 광섬유 접속부 온도변화에 따른 손실 실험

2.1 실험 구성

두개의 광섬유 심선을 접속한 후 접속부를 접속함에 고정하여 항온조에 넣고 -30℃~60℃까지의 온도변화를 7시간 1 주기로 5 번 시험 하였으며 아래 그림과 같이 Optical Switch 를 사용하여 1 번과 2 번 심선을 번갈아 가며 광전송 손실을 측정하였다. 실험 구성은 아래 그림 3과 같다.

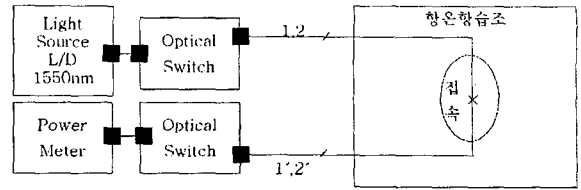


그림 4. 온도변화 실험 구성도
Fig.4 Configuration of optical fiber temperature test

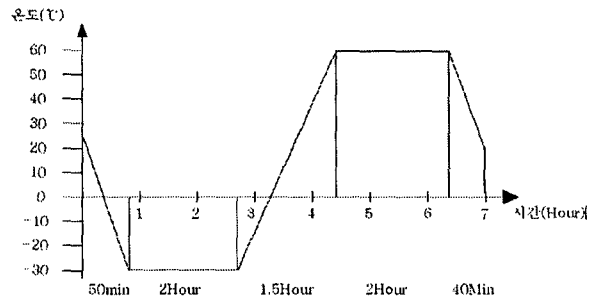


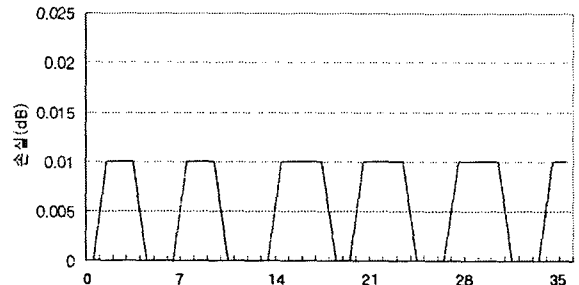
그림 5. 온도변화 주기
Fig.5 Cycle of the temperature test

2.2 실험장비

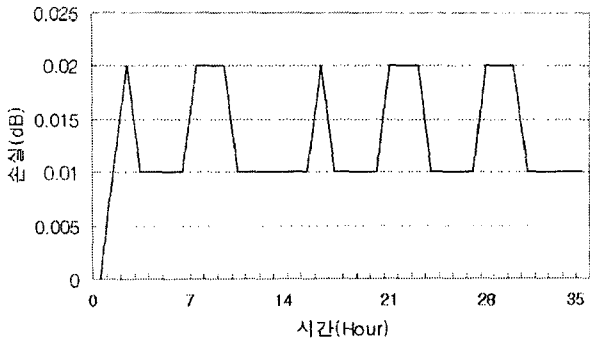
- RXmeter, 광 점퍼코드(SM-FC/APC-FC/APC-3m), Optical Switch, 광케이블(SM), 항온 항습기
- 광섬유 접속 방법 : 용착접속

2.3 실험 결과

온도가 내려감에 따라 1 번과 2 번의 광 심선에서 동일하게 광 손실이 증가하기는 하였으나 최대 손실값은 -30℃유지 구간에서 각각 0.01dB 및 0.02dB 이하로 나타났다. 다시 온도가 증가함에 따라 1 번과 2 번 광심선 모두에서 광 손실 값은 감소하기 시작하였으며 20℃~60℃구간에서는 손실 값이 거의 나타나지 않았다 따라서 정상적인 접속환경에서는 외부의 온도에 의한 광 손실은 0.02dB 이하로 발생함을 알 수 있었다.



(a) 1 번 광심선 손실
(a) Optical loss variation of number 1 fiber



(b) 2번 광심선 손실 변화
(b) Optical loss variation of number 2 fiber

그림 6. 온도변화 실험 결과
Fig.6 Optical loss variation of temperature test

3 광섬유 접속부 물 침투에 따른 손실 실험

3.1 실험 구성

두 개의 심선을 접속하고 접속부에 물을 채운 후 그림 7 과 같이 구성하여 측정을 실시하였다. 이 때 온도변화 주기는 아래 그래프와 같이 20℃에서 -40℃, -40℃에서 80℃, 80℃에서 20℃순으로 변화시키며 아래 그림과 같이 Optical Switch 를 사용하여 1-2 번 심선을 번갈아 가며 광전송 손실을 측정하였다.

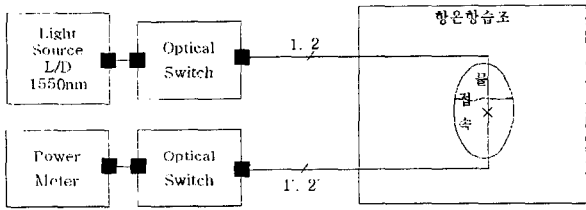


그림 7. 광섬유 접속부 물침투 실험 구성도
Fig.7 Configuration of temperature test after water osmosis

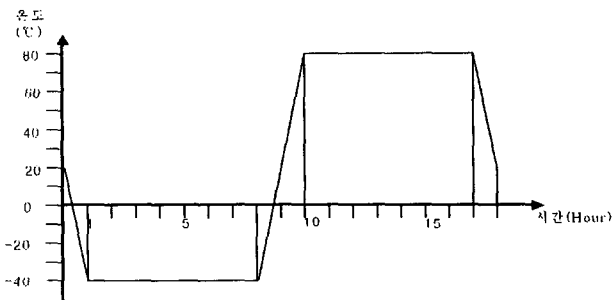


그림 8. 온도변화 주기
Fig.8 Cycle of the temperature test

3.2 실험장비

- RXmeter, 광점퍼코드(SM-FC/APC-FC/APC-3m), Optical Switch, 광케이블(SM), 향온항습기
- 광섬유 접속 방법 : 용착접속

3.3 실험 결과

접속부에 물이 들어간 광섬유에서는 광 손실 특성이

온도에 민감한 반응을 보였다. 따라서 온도 시험에서 보다 온도 범위를 넓혀 -40℃에서 80℃사이에서 실험을 수행하였다. 손실은 아래 그래프에서 나타난 결과와 같이 -40℃와 80℃에서 특히 심한 광 손실 증가를 보였다. 광 손실 값은 -40℃로 내려갈 때 증가를 보였으며 -40℃에서 최고 0.2dB 까지 증가하였으며 다시 상온(0℃-25℃) 구간에서는 손실 값이 감소하였으나 80℃에 가까울수록 손실 값이 다시 증가하기 시작하여 80℃에서 최고 0.2dB 의 손실증가를 보였다. 따라서 광섬유 접속부의 손실 특성은 온도에 의해서는 상대적으로 덜 민감한 특성을 가지고 있으나 물에 침수된 상태에서는 온도에 의해 물 부피의 팽창관계로 인하여 전송 손실 특성이 급격히 저하됨을 알 수 있었다.

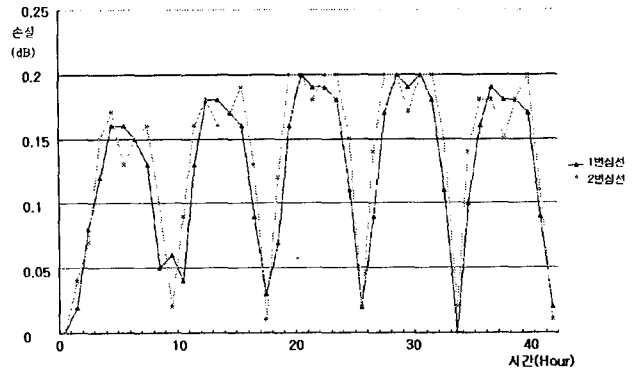


그림 9. 광섬유 접속부 물 침투후 온도변화 실험 결과
Fig.9 Optical loss variation of temperature test after water osmosis

4. 광섬유 접속부 진동에 의한 손실 실험

4.1 실험 구성

두개의 심선을 접속한 후 접속부를 접속함에 고정하여 진동 시험기의 진동대 위에 고정한다. 진동대의 진폭은 1 mm(중진동), 진동주파수가 5 Hz~55 Hz에서 2 분을 주기로 1 시간동안 진동시켜서 광 손실을 측정하였다. 실험 구성은 아래 그림 10 과 같다.

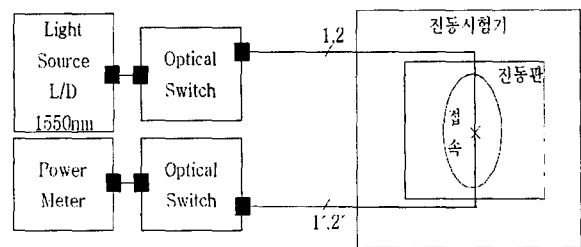


그림 10. 진동실험 구성도
Fig.10 Configuration of vibration test

4.2 실험장비

- RXmeter, 광점퍼코드(SM-FC/APC-FC/APC-3m), Optical Switch, 광케이블(SM), 진동시험기
- 광섬유 접속 방법 : 용착접속

4.3 실험 결과

진동실험 결과 광섬유 접속부에서는 진동에 의해 거의 손실변화를 일으키지 않았으며 약 26 분경 0.01dB의 미세한 손실을 잠시 나타내었다. 이로써 지속적인 진동이지만 1mm 이하의 미세한 진동에는 광손실의 변화가 거의 없음을 알 수 있었다.

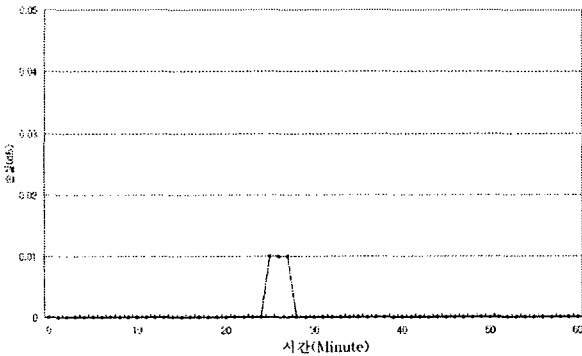


그림 11. 진동실험 결과
Fig.11 Optical loss variation of vibration test

V. 결론

본 논문에서는 구부림, 온도변화, 물 침투 후 온도 변화, 진동에 의한 환경적 요인에 따른 광섬유 케이블 접속부에서의 손실 변화 특성에 대하여 실험하고 분석해 보는데 목적을 두고 연구를 수행하였다.

실험결과 광섬유 접속부는 물의 침투로 인한 온도 변화에 민감하게 전송 손실이 증가하고, 작은 곡률반경으로 인해 전송 손실이 증가함을 실험을 통해 정량적으로 알 수 있었다.

구부림 실험에서는 광섬유 곡률반경이 30mm 이하인 경우 광전송 손실이 급격히 증가하는 결과가 나왔으며, 광섬유 접속부에 대한 온도 변화 실험에서는 -30℃에서 60℃ 온도변화에 범위에서 광 손실이 0.02dB 이하의 미세한 손실만 발생함을 알 수 있었다. 그러나 접속부에 물이 침투한 상태에서는 -40℃에서 80℃의 온도 변화 실험에서 광 손실이 최대 0.2dB 까지 증가하는 결과가 나왔다. 이는 물 부피의 온도에 따른 팽창 관계로 인한 요인으로 판단된다. 또한 진동실험에서 진폭 1mm 이하의 미세한 진동에 의해서는 짧은 시간 동안 0.01dB 로 광 손실이 거의 발생하지 않는 결과가 나왔다.



김영호

1998년 목원대학교 전자공학과(공학사), 2003년 충주대학교 전자통신대학원(공학석사), 1998년~2005년 삼진정보통신(주) 광통신 연구소 팀장, 2005년~현재 KTICC(주) 기업부설연구소 팀장. 관심분야는 Outside

Plant, 광소재 분야 등임.

이러한 실험 결과는 국내 광섬유 케이블 접속함 설계 시 참고자료로 사용될 수 있을 것으로 판단되며 접속부의 광 손실을 최소화시키기 위해서 현재 사용되고 있는 광섬유 케이블 접속함은 광 전송에 영향을 미치지 않도록 접속판(Splice Tray)과 내부 공간을 광섬유 곡률반경이 최소 40mm 이상을 유지하도록 설계하여야 할 것으로 판단된다. 그리고 접속부의 완벽한 방수를 위하여 방수에 유리한 구조를 가져야 하며 실리콘, 우레탄 등과 같이 성능을 보장받을 수 있는 우수한 방수재를 사용하여 물의 침투를 방지하여야 할 것이다.

향후 FTTH의 구축과 국내 현실에 알맞은 접속함이 지속 연구 개발되어야 하며 광 케이블의 고도화에 따른 리본형 광섬유 케이블과 같은 대용량 케이블 수용형과 가입자택내 인입단에 설치되어 분기시킬 수 있는 소용량 광섬유 케이블 접속함에 대한 연구개발도 지속되어야 할 것이다. 본 연구결과는 향후 이러한 연구개발에 참고자료로 사용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 한국정보통신교육원, “광통신 기술”, 2001. 3
- [2] 이병기, 강민호, 이종희, “광대역 정보통신”, (주)교학사, 2000. 7
- [3] 김영권, 강영진, 정진호, 호광춘, “광통신 공학”, 한산, 2000. 2
- [4] 임성래, “초고속 광통신망을 위한 광파이버 접속 방법에 관한 연구”, 조선대학교, 1995
- [5] 김대양, “초고속 정보통신 구축을 위한 광케이블 손실측정에 관한 연구”, 전남대학교, 1998
- [6] 최현용, “단일모드 광케이블의 광파워 측정 장치 설계 및 제작에 관한 연구”, 조선대학교, 1999
- [7] G.Mahlke, P.Gossing, Fiber Optic Cables, SIMENS, 1997
- [8] John M. Senior, Optic Fiber Communications, Prentice Hall
- [9] Cherin, Allen H, An Introduction to Optical Fibers, New York, McGraw-Hill, 1983
- [10] Hecht, Jeff, The Laser Guidebook, 2nd ed., blue ridge summit, Tab books, 1992
- [11] Zanger, Henry, Fiber Optics-communications and Other Applications. Upper Saddle River, Prentice hall, 1991
- [12] Govind P. Agrawal, "Fiber Optic Communication System", 1997
- [13] Jaesung Lee, "Optical fibers for transmissions", Samjin, 1999



유강희

1979년 고려대학교 전자공학과(공학사), 1982년 고려대학교 전자공학과(공학석사), 1997년 고려대학교 전자공학과(공학박사) 1978년~1998년 한국전자통신연구원 연구실장, 1998년~현재 충주대 전자통신공학과 교수.

관심분야는 광통신시스템 등임.