

광통신 시공인력 실습교과과정 및 종합 실습장 조성에 관한 연구

An optical fiber construction training curriculum and an embodiment system

김명생 · 한국정보통신기능대학 전임강사
myoung-saeng Kim · Korea Information & Communication Polytechnic College

ABSTRACT

The existing training courses for the optical communication construction in even a college and the university, consist of simple cutting and connecting cable technique and the subjects are splitted into parts, to which can not be grasped in a whole. Now, it is strongly demanded that the educational curriculum involves the whole process of the optical communication system construction, which includes design, supervision and up to the fusion splice connection. In this paper, the essential training elements for the optic execution worker are investigated and suggested with the appropriating solution for the experiment room.

요 약

광통신 실습교육이 대학 및 전문교육기관에서 이루어지고 있으나 실습의 내용이 각부분별로 이루어지고 있어 광통신망 구축의 전반적인 내용을 이해하기 어려웠으며, 이에 따라 광통신의 교육은 단순한 접속위주의 교육만

이 이루어져 시공현장에서는 단순한 기능인력만으로 취급되어져 왔다. 따라서, 시공현장에서 광통신망에 전체적인 내용을 평가하고 설계, 감독 및 실제 융착 접속까지 전반적인 내용을 습득할 수 있는 종합 광통신 실습교육과정 및 종합교육장이 필요로 하게 되었다. 본 연구에서는 광통신 시공인력을 위한 실습교과 과정의 필요내용과 이를 실습할 종합광통신 실습장 구현에 필요한 내용을 제시하였다.

I. 서 론

유선통신망의 인프라로서 광통신 시설이 급증하고 있으며 광통신망의 구조는 많은 가입자들의 수용과 통신서비스의 광대역화 추세에 따라 경제성, 효율성 등을 고려한 WDM 망, ATM-PON 망 등의 형태로 진화되고 있다. 또한, 광통신분야 기술발전에 따른 신기술들이 지속적으로 도입되고 있으며, 이에 부응할 수 있는 기술교육이 필요한 시점이다. 즉 광통신 전문인력 양성을 위해서는 신기술을 조기에 습득할 수 있는 교육체계가 필요하다.

현재 적용되고 있는 기술로는 TDM 광전송

기술, 루즈튜브 광케이블 설치기술, 광분배합에서의 성단기술, 직선 및 분기접속기술, 단심 용착접속 기술, 코아선로 측정 기술이 실행되고 있다.

가입자 광통신망의 시공 및 운용성을 높일 수 있는 기술력향상과 돌발적인 상황과 광통신망의 확장성에 유연히 대처할 수 있는 능력을 확보해야 할 시점이며, 대외적으로 볼 때 전송사업자들은 광통신망 구축에 전력을 다하고 있으며, 종사자로 하여금 복잡, 다양화 되어 가는 광통신망의 운용성과 대처능력을 배양할 수 있는 기술력을 보유토록 하고 있다.

기간통신사업자들의 광통신망의 완전한 이해와 광통신망의 진화에 따른 유연한 대처 능력을 배양하고자 단위 분야별로 시행하던 광통신 교육을 종합실습교육체제 형태로 변경 시행하여 전문가로 양성할 필요가 있으며 망구축에 필요한 배선, 설계, 설치, 운용기술 등 종합적인 광통신 기술을 습득하여야 한다.

II. 광통신 교육의 현황 및 문제점

1. 광섬유케이블 설치기술

1.1 광섬유케이블 접속일반

광섬유케이블의 접속기술이란 두 개의 광섬유케이블을 연결하는 기술로서 광섬유 심선접속과 외피접속으로 구별하며, 접속부의 신뢰도를 케이블 선과 동등하게 함과 동시에 고능률적이도록 두광섬유를 코어축을 일직선상에서 결합하는 것이며 외피접속은 접속관을 사용하여 케이블의 인장선, 외피 등을 결합하는 것이다. 이에 따른 광섬유의 접속기술의 요구조건은 접속손실의 최소화와 삽입손실 및 반사손실의 최소화와 접속부의 기계적 강도 저하의 최

소화, 수분이나 이물질이 침투하지 않도록 하여야 하고 접속작업이 용이하여야 하고 경제적이어야 한다. 광케이블의 접속작업은 케이블이 접속되는 형태에 따라 광섬유 심선의 체감 없이 광케이블 상호간을 연결하는 직선접속과 수요발생에 따른 광섬유 심선을 분배해주기 위한 분기접속으로 구분된다. 광케이블 상호간의 직선접속은 동일구조간의 광케이블 접속, 이종 구조간의 광케이블 접속 등이 있을 수 있고, 또한 사용하는 접속함의 구조도 다양하기 때문에 케이블 접속부의 신뢰도를 높이기 위해서는 케이블의 구조 및 접속함에 적합한 작업 절차에 준해 시행하는 것이 중요하다. 광케이블의 접속함은 광케이블 및 광섬유 심선들의 접속형태에 따른 운용 및 작업상의 요구사항을 만족하고, 기술발전에 따른 확장성과 접속부의 장기적인 신뢰성을 보장할 수 있는 기계적인 특성이 우수하여야 한다.

1.2 접속손실

광섬유 심선 접속으로 인한 접속손실은 광전송특성에 직접적인 영향을 미치며, 접속 손실 기준치를 반드시 준수하여야 한다.

<표 1> 접속손실 기준치

<Table 1> splice loss a standard numerical value

접속 방법	단위개소 접속손실 (A)	광섬유 심선 평균접속 손실(B)	기준접속 손실	평가 방법
용착접속	0.4dB 이하	0.15dB 이하	A, B 만족	후방산란법
기계식 접속	0.4dB 이하	0.2dB 이하	A, B 만족	후방산란법

1.3 광섬유케이블의 성단

광케이블과 광전송시스템간의 연결, 광섬유

심선의 분배, 절체를 위해 광케이블에서 인출된 관섬유심선 종단을 커넥타화하는 작업을 광섬유케이블의 성단이라고 한다.

성단방법으로는 광점프코드에 의한 성단과, 현장조립광커넥타화 방법 등이 있다. 현장조립광커넥타화 기술의 종류에는 페룰연마법(샌드페이퍼법, 연마기법), 페룰내 광섬유 기계식 접속법, 페룰내 광섬유 융착접속법이 있으며, 성단함의 종류에 따라 광단자함(OTP), 광분배함(OFD), 광분배반(FDF), 광아울렛반 등이 있다.

2. 현행 광통신 실습교육의 문제점

광통신 분야기량향상 교육은 이론과 실습 분야로 나누어서 시행되고 있으며, 이론교육의 내용은 광전송장치의 개요, FLC 장치의 개요, 광케이블 개요, 광케이블 표준공법, 광선로설비계획, 광케이블 설계기준, 광케이블 운용보전 등을 교육되고 있으며 실습분야에서는 광전송장치 운용, FLC 장치 운용, 광케이블 접속 및 측정, 광선로설시 설계 등을 각 교육장에서 실시하고 있으며 실습교육의 주된 내용은 광케이블 접속 및 측정이 주된 내용이다. 그러나 현행의 광선로 설치분야의 실습 교육 내용은 보편화 되어 있는 기술이다. 예를 든다면, 두 개의 광섬유 더미를 준비하여 융착 접속하거나, 접속손실을 측정하는 형태는 사설 학원이나, 직업 훈련원 등에서 시행하고 있으며, 접속 및 측정장비의 자동화, 접속공구 등의 향상으로 사용법만 숙지한다면, 초보자라 하더라도 누구나 쉽게 습득할 수 있는 기술이다. 그래서 현행의 광통신 실습교육의 형태는 단순한 기기의 기능만 알려주는데 불과하겠다고 하겠다.

<표 2> 현행 광통신 실습교육 내용

<Table 2> present an optical fiber training subject matter

기술적용면	실습교육 내용
장비 운용	융착접속기 OTDR 광원 광파워메타
설치 기술	단순한 광섬유 접속 접속된 광섬유간의 접속손실 측정 광케이블 간의 외피접속 직선접속

3. 종합 광통신 실습교육의 필요성

3.1 종합 실습교육의 필요성

전화국에서부터 가입자계까지의 성형배선에 준한 광통신망(광선로, 광전송 시스템)을 모델링하여 구현하고, 피교육자들로 하여금 현장에 설치된 통신망을 한 눈에 확인할 수 있고, 광통신 구간에서 발생하는 모든 상황과 관련물품 및 신기술들을 종합 망라하여 모델링된 광통신망 실습실에서 피교육자들이 현장과 동일한 상황을 경험함과 동시에 광통신망 구축 및 운용과 관련된 다양한 기술들을 종합적으로 실습할 수 있는 시스템이 필요로 한다.

3.2 교육적인 측면

광통신기술 인력양성은 복잡, 다양화 되어가는 가입자구간에 광통신 설치와 운용에 관련된 모든 기술들을 습득할 수 있는 방향으로 전환되어야 한다. 광통신에 관한 내용을 교육함에 있어 교육의 효과를 얻기 위해서는 광통신의 전송 방식의 이해, 광선로망의 구조 및 운용보존능력, 광통신망 구축 및 설계방법 등 각 기술별 표준 작업에 관계된 이론적인 지식과 현장감 있는 기술습득이 필요하다. 그리고 광통신 분야 종사자는 광통신망의 구조를 이해하고 배선법에 준한 광통신망 구축과 망의 확장 및 수요급증에 따른 관리와 운용보존, 돌발적인 상황에서의 대처능

력 등을 보유하도록 하여야 한다.

즉, 광통신 분야 종사자는 광케이블의 설치 인력이 아닌 광통신 설치 전문가로 양성하여야 한다.

3.3 인력양성 측면

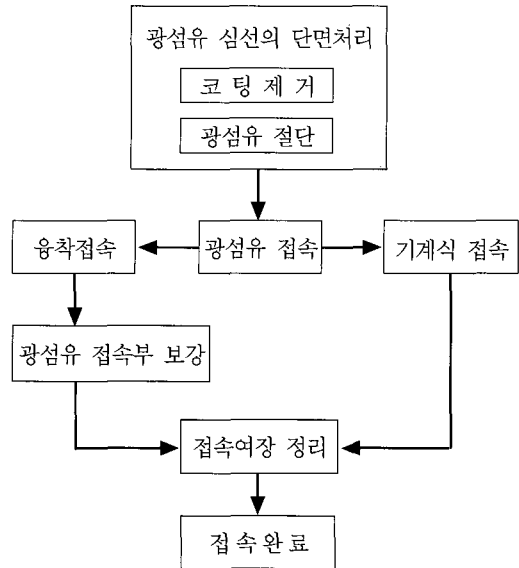
광통신시설급증에 따른 전송로 사업자, 통신 시공업체, 엔지니어링업체 등에서는 광통신망 구축을 위한 계획, 설계, 배선, 설치, 운용관리 등의 기술력을 같이 보유한 전문인력을 필요로 하고 있다. 그러나 광통신에 대한 종합적인 기술력을 보유한 광통신 분야 전문인력은 KT 등에서 종사하는 많지 않은 인력이며, 기타 통신 회사의 경우 광통신망 설계나 전송 시스템 운용 등의 업무에만 종사하는 인력이 대부분이다.

따라서, 광통신 종합 실습교육 시스템과 연계하여 광통신 교육을 실시하게 되면, 광통신 전문 인력으로 양성할 수 있고, 그들로 하여금 통신회사에서 필요로 하는 자격에 부합될 수 있도록 할 수가 있다.

또한, 공사업체에서 종사하는 광통신분야 종사자들은 단순한 광전송 시스템의 정기 시험이나, 접속 등 광케이블을 설치하는 인력에 불과하다. 광통신 시설급증에 따라 광통신분야에 종사하는 인력은 증가하고 있지만, 정기적인 광통신 교육을 이수하지 않고, 현장에서 시스템 시험, 케이블 접속방법 등만을 배워 광통신공사를 시행하고 있는 인력이 대부분으로서 이들 인력들을 광통신 전문인력으로 양성하기 위해서는 현장과 동일한 모델링된 광통신망의 상황을 구성하고, 광통신망에 적용되는 물품과 다양한 기술들이 구현된 상황에서 현장에서 발생하는 상황을 재현시켜 교육하게 되면 교육의 효과는 배가될 것이다.

Ⅲ. 광통신 실습 및 실습장 개선사항

1. 광섬유 심선 작업의 표준화



[그림 1] 광섬유 심선 작업 순서도

[Fig. 1] Optical fiber core line work flowchart

1.1 접속작업준비

보호지지판 내에 수납된 광섬유 심선들을 유니트 단위로 인출하고 상위 유니트 및 광섬유 심선부터 순차적으로 접속한다.

- (1) 인출된 광섬유 심선들의 손상여부 확인
- (2) 광섬유 종단(2~3cm) 절단 및 광섬유 심선의 표면 닦아내기
- (3) 열수축 슬리브 삽입

1.2 광섬유 심선의 코팅제거

광섬유 심선의 코팅을 40~50mm 정도 제거하여 광섬유 클린페이퍼로 코팅제거 부위를 부드럽게 닦아준다. 이에 광섬유 표면에 균열 및 습기, 이물질이 없어야 하고 스트리핑하는 힘은 $1.34N < force < 8.9N$ 범위내로 하여야 한

다. 스트립핑의 횟수는 최소화하여 한번에 스트립되는 길이는 2cm 정도가 적당하다.

1.3 광섬유의 절단

광섬유의 단면을 절단하는 과정은 광섬유들과 광섬유 축과 직각이 되게 되도록 광섬유 절단기를 이용하여 정교하게 절단하여야 하며 절단된 광섬유는 편셋으로 제거를 하여야 한다. 즉, 광섬유의 절단면은 광섬유 축에 수직이고 광섬유 표면의 굽힘 현상이 최소화 되어야 한다. 광섬유의 절단작업에는 반자동 절단기에 의한 작업과 수동 절단기에 의한 작업으로 나누어지면 비숙련공에게는 반자동 절단기로 숙련을 익히도록 한다.

1.4 광섬유의 융착접속

단면처리된 광섬유를 융착접속기상에 원단모니터법과 코어직시법 등을 적용하여 정렬시키고 절단된 단면을 융착접속기를 통해 아크방전에 의해 용융하여 접속시킨다.

1.5 광섬유 접속부 보강

접속부의 강도를 보호하기 위해서 접속부를 보강하여야 하며, 접속부에 일정한 힘을 가함과 동시에 열수축 슬리브를 삽입하고 가열하여 수축시켜 보강시킨다.

(1) 광섬유 접속부의 보강의 요구조건

- 인장, 굽힘에 대한 강도가 높을 것
- 보강에 의해서 전송특성이 변화하지 않을 것
- 강도 및 전송특성의 경시변화가 충분히 작을 것
- 보강작업이 용이하고 단시간으로 행할 수 있으며 경제성이 높을 것

(2) 광섬유 접속부 보강재의 종류

- 열수축 슬리브
- 접속자
- c형 슬리브

1.6 광섬유 접속자 여장 정리

광섬유 보호지지판을 사용하여 보호지지판의 접속보강부 홀더에 접속보강부를 삽입하고 여장수납부에 광섬유 심선의 접속여장을 감아 정리한다. 이때, 보호지지판의 사용 이유는 접속보강부의 깃눌림 방지, 광섬유 심선의 허용곡률 반경을 유지하고 비틀림을 최소화하고 광섬유 심선간 꼬임을 방지하는 역할을 한다.

광섬유 심선 작업시 코팅제거, 절단 및 접속 실패를 하였을 경우나 또는 고장 및 지장 이진 등에 의한 재접속을 하기 위해서 반드시 여장을 확보하여야 한다.

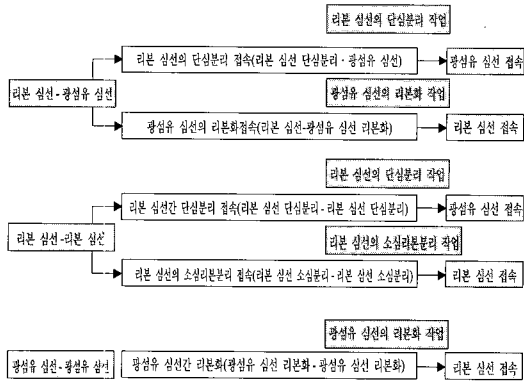
2. 이종 광섬유 심선간 접속

2.1 이종 광섬유 심선간 접속

광섬유의 형태가 서로 다른 광섬유간의 접속을 이종광섬유 접속이라고 하며 본래광섬유 심선형태를 다른 형태의 심선으로 변화하여 접속하는 것을 의미한다. 이 작업에는 광섬유 심선 접속의 공법을 따르며, 광섬유 심선을 다른 형태로 변화시키는 추가작업과정이 필요하며 그 과정은 [그림 2]에 나타나있다.

2.2 리본 심선의 단심분리 접속

일측의 리본 심선을 개별 광섬유 심선으로 분리하여 타측 광섬유 심선과 접속하는 방법으로 리본 심선의 리본 코팅만을 제거하여 광섬유 심선으로 분리하여 c형 접착슬리브로 단심분리부를 보강하고 광섬유 심선 접속공법에 준하여 작업을 하면 된다.



[그림 2] 이종 광섬유 심선간 접속도
 [Fig. 2] Various optical fiber core line for connection

2.3 광섬유 심선의 리본화 접속

일측의 광섬유 심선을 4, 8심으로 리본화하여, 타측리본 심선과 접속하는 방식으로 광섬유 심선들을 리본 형태로 일렬로 배열하여 본당작업을 하고 리본 심선 접속 공법에 준해서 작업을 한다.

2.4 리본 심선의 소심리본 분리 접속

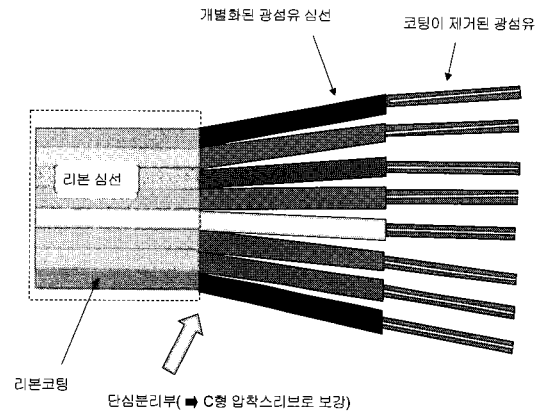
많은 심선수의 리본 심선을 4심 등 소심의 리본 심선단위로 분리하여 접속하는 방식으로 리하고자 하는 광섬유 심선위치의 리본코팅을 축방향으로 가르는 작업을 하고 리본 심선접속

공법에 준하여 작업을 시행하면 되도록 한다.

3. 광섬유 케이블의 시험

3.1 접속시험

광섬유 케이블의 측정법과 측정항목은 측정 구간 또는 광섬유의 이상상태에 따라 후방산란법과 삽입법 컷백법, 주파수 영역법이었다.



[그림 3] 리본 심선의 단심분리접속도
 [Fig. 3] Single core crisis connection of Ribbon core

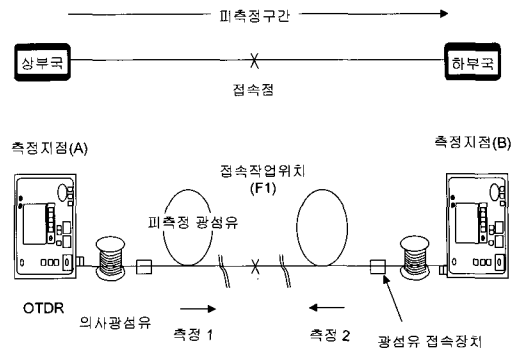
다음 표는 시험 항목에 따른 측정법을 기술한 내용이다

<표 3> 시험항목에 따른 측정법
 <Table 3> a method for test an item

시험 항목	측 정 법	측 정 항 목	측 정 구 간	내 용
접 속 시 험	후방산란법	시험접속손실[dB/개소] (Splice loss)	단위구간	접속상태 및 파단지점 확인 시험
최 종 시 험	손 실	총손실[dB](Total loss)	전구간	전구간 광케이블 포설 및 접속 (국내성단포함)후 시험
	대역폭	대역폭 특성[dB] (Band width)	전구간	
운 용 시 험	정 기	총손실[dB]	전구간	운용 중의 광섬유의 총손실 시험
	부정기	후방산란법	전구간	운요 중의 광섬유의 이상상태 확인
정 밀 시 험	컷 백 법	단위구간손실[dB]	단위구간	손상이 우려되는 광섬유의 정밀 손실 측정

광케이블의 접속작업과 동시에 상부국과 하부국 및 중간의 수개의 접속지점에서 양방향으로 각 접속지점의 접속손실을 후방 산란법으로 측정하는 시험방식이다.

접속작업위치 F1에서 임의 광섬유 심선 접속이 완료되면 측정지점 A에서 B방향으로 접속손실을 측정하고 다른 측정지점 B에서 A방향으로 접속손실을 측정한다. 측정된 접속손실을 평균산술값으로 산출하여 기준치와 비교한다.



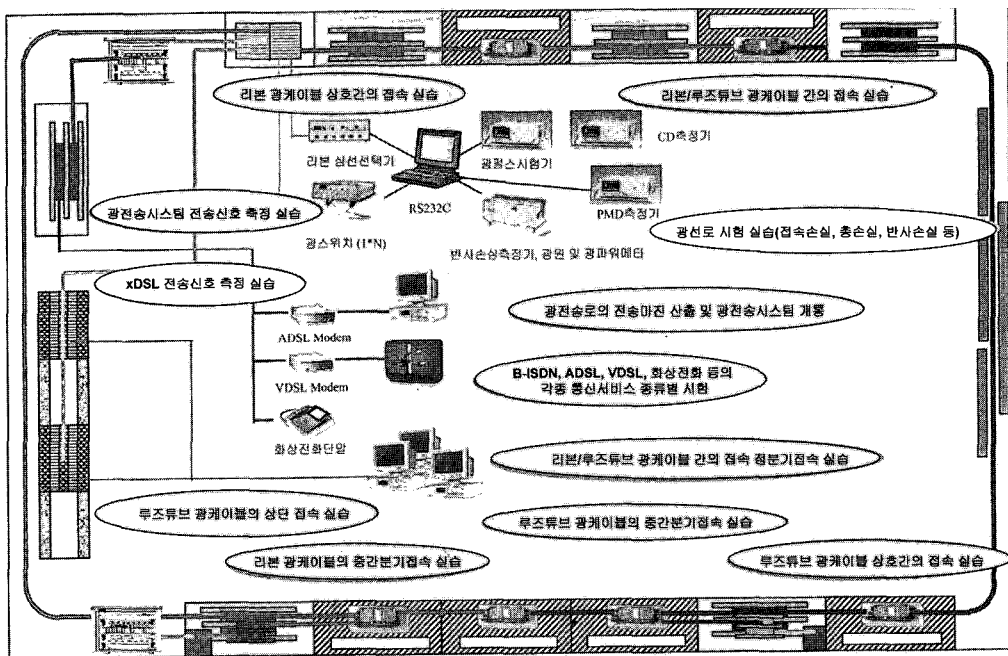
[그림 4] 광섬유케이블 접속시험
[Fig. 4] Optical fiber cable connection examination

3.2 최종시험

광케이블 포설, 접속, 국내성단 등 광케이블 설치후의 최종결과를 얻기 위해 전구간의 광섬유 손실과 접속손실을 포함한 총손실을 삽입법에 의해 측정하는 시험방법이다.

4. 종합 광통신 실습장의 교육시스템 개선사항

종합광통신 실습장은 광전송시스템의 개통 및 운용뿐만 아니라 광전송손실의 측정 및 전송신호 측정 및 개통 유지보수를 할 수 있도록 설



[그림 5] 광통신 종합 실습교육 시스템
[Fig. 5] Optical communication synthesis actual training education system

교육 시스템 구현내용	시스템에 따른 실습장 준비사항
광케이블들의 권취와 인출 작업이 양방향으로 전개될 수 있도록 구현	1. 광케이블 시단을 양방향으로 권취 및 인출할 수 있도록 구현 2. 케이블 드럼의 회전 및 이동이 가능하도록 구현 3. 최대 권취길이 500m
ADSL, VDSL 등의 전송 신호 측정 표준작업 및 동케이블의 단위 길이별 전송신호 측정 모델	1. 가입자 단말까지 ADSL, VDSL 등 전송신호 측정 작업 과정 2. FLC - C 장치에서부터 MDF - 중간 단자함 - 세대 단자함 - 인출구까지의 동케이블 구성현황 3. 동케이블 구산에서의 IDC 형 종말 단자함 - 국선 단자함간의 F/S 케이블 구성 및 중간 단자함 - 인출구까지의 동선구성 4. 일정길이별 접속된 동케이블을 권취한 드럼 일측면으로 인출된 접속점에서의 회전이 가능하도록 구현 5. 최대권취길이 1000m
광섬유 심선의 표준화 작업	1. 광섬유 심선상호간의 접속작업절차 2. 리본관섬유 심선 상호간의 접속작업 절차 3. 이중광 섬유 심선간의 접속작업절차 4. 광섬유 심선들의 광학적특성 평가방법 절차 5. 동케이블의 전송특성 평가방법절차
광통신망 물리적 구조를 이해하기 위한 구성현황	1. 가입자계 서비스 형태별 구성도 2. 광통신망의 구성도 3. 가입자망의 구성도
구내 통신망의 구성 현황	1. 엠블럼 1등급의 구내 통신망 구성도 2. 엠블럼 2등급의 구내 통신망 구성도
구내 통신망의 설치 및 개통 실습이 가능 하도록 구현	1. 네트워크 장치 및 구내 통신실습장치 2. 단말장치 설치

치되어야 하고 구내통신망의 개통시험 및 광케이블에 대한 총체적인 실습이 이루어져야 한다.

IV. 결 론

광통신 종합 실습장에서 교육을 받음으로서 광선로 설치기술의 완전한 습득으로 광통신망 구축 및 운용능력 향상과 가입자 광통신망 구조의 완전한 이해를 가져올 수 있으며, 가입자 광선로망의 운용성과 기술확장 및 돌발적인 상황에 대한 대처 능력을 배양할 수 있다. 그리고 광통신 설치 전문가로의 자긍심 고취와 광전송시스템 상호간, 또는 광전송시스템에 가입자 단말장치(ADSL, VDSL, 화상전화, CCTV 등) 등의 연결한 전송장치운용교육을 병행하여 광통신에 대한 완벽한 기술습득이라는 효과를

가져올 수 있다. 결론적으로 광종합실습 교육을 함으로써 다음과 같은 기술 습득의 효과를 가져올 수 있다

첫째, 기존의 단순한 광케이블의 연결교육에서 한층 더 발전하여 광전송시스템의 개통 및 운용을 할 수가 있고 이에 따라 DS-1, DS-3, OC-1, OC-16 등 광전송신호의 측정과 xDSL 전송신호 측정 및 개통 유지보수가 가능해진다

둘째, 광통신망의 구축에 따른 구내통신망의 개통시험과 운용을 동시에 함으로서 통합적인 통신망 구축교육을 실시할 수 있다.

셋째, 기존의 광섬유의 융착접속 및 기계식 접속 등 접속방법별 로만으로 이루어진 교육을 접속형태별로 단심광섬유 심선간, 리본 심선간, 이중 광섬유 심선간 등의 실습을 할 수 있도록 된다.

넷째, 성단함 종류별로 종합적으로 실습이 이루어지고 현장조립 광 커넥타화 기술을 익히게 된다.

다섯째, 광통신망의 설계기술 습득이 용이해지고 광통신망의 물리적 구조에 대한 이해가 가능해진다. 이 물리적 구조는 가입자계 광통신망의 종합적 이해와 구내 종합배선 시스템의 구성이 가능해진다.

그리고 마지막 여섯째로 광섬유 손실 자동측정 프로그램과 연계하여 피교육자가 실습한 손실관리가 자동화가 가능해진다.

이렇게 다양한 방법으로 광통신 실습의 장점을 최대화하기 위해서는 광통신 종합통신망 실습장의 개선이 반드시 필요하다.

■ 참고문헌

- [1] 김영권 외 2명, “광통신공학”, 광문각, pp. 195-197, 1998.
- [2] 장선권 외 3명, “정보통신공사 실기”, 한국정보통신기능대학, pp.156-157, 2002.
- [3] www.antec.co.kr, “광통신소개”.
- [4] 김명생 외 3명, “광통신 실습”, 한국정보통신기능대학, pp.32-73.
- [5] 구인모 외 6명, “광통신”, 복두출판사, pp. 169-184.
- [6] 오신무, “초고속 정보 통신망의 주역 광통신”, 하이테크 정보, pp.236-255, 1996.

저자 소개



김 명 생(金 明 生)

경상대학교 전자공학과(공학사)

건국대학교 산업대학원

전자공학과(공학석사)

한국정보통신기능대학 전임강사

관심분야 : 광통신공학, 컴퓨터
네트워크