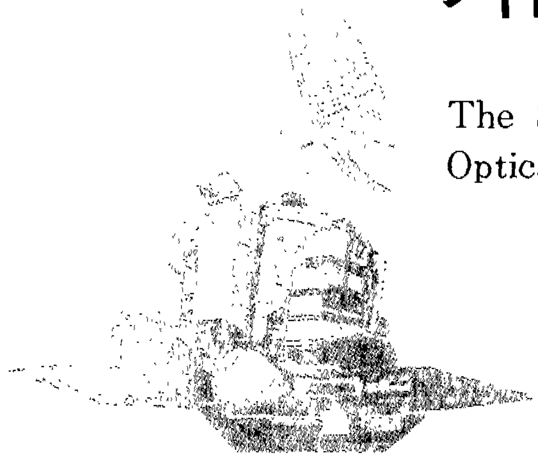
국내 광전송 시스팀의 기술동향과 전망



The State of the Art of Domestic Optical Transmission Systems

심 창 섭
한국전자통신연구소 (광통신연구실장)
강 민 호
(통신정보기술연구단 선임연구위원)

1. 개 요

광통신은 기존의 전기통신 신호에서 사용하는 전기신호를 빛으로 전환하여 광섬유를 통하여 도파시키고 빛을 받아서 역으로 복조하는 기술로, 1966년 영국의 Kao 박사 팀에 의해 제안된 통신용 유리섬유(Glass Fiber)의 실현 가능성이 제시된 이후 급성장을 하기에 이르렀다. 1970년 미국의 코닝(Corning)사가 1km당 전송손실이 20dB(1/100 감소)인 광섬유를 최초로 제작하였고, 1976년 일본에서는 0.5dB/km(1,300nm파장에서)의 광섬유를 발표하였으며, 다시 1979년 석영계 광섬유의 이론한계치인 0.2dB/km(1,550/nm 파장에서)인 단일 모드 광섬유의 개발에 성공하기에 이르렀다. 이와 더불어 1970년대 초 반도체 레이저의 연속발진의 성공으로 말미암아 광통신은 비약적인 발전을 하게 되었다.

이와 같이 반도체 레이저와 저손실의 광섬유의 제조가 가능해지자 매우 짧은 기간 동안에 광통신 기술은 실제 응용 가능성을 실험실에서 보이는 상태를 벗어나 현대의 통신망에 중요한 위치를 점유하게 되었다. 실제 광통신 기술이 통신망에 사용되고 있는 전송용량은 수십 Mb/s 부터 수백 Mb/s에 이르고 있으며, 조만간에 수 Gb/s의 전송 속도를 가지는 시스템도 상용화될 전망이다.

이제 광통신은 국간전송 뿐만 아니라 대륙간을 연결하는 해저 광전송이 상용화 단계에 있고, 광대역 ISDN(Integrated Services Digital Network)에 까지 그 응용 범위가 확장되어감에 따라 머지않은 장래에 일반가입자까지 광통신 기술이 도입될 것으로 보인다.

한편 국내에서는 이와 같은 선진국의 광통신 기술발전에 발 맞추어 국산화 추진을 도모코자 1977년 한국과학기술원에서 광섬유 제조연구를 시작하여 1983년 계단형 다중 모드 광섬유 및 광케이블을 제조하기에 이르렀다. 이러한 자체기술을 바탕으로 선진 외국기술의 제조 기술을 도입하여 1984년 이후 국제수준에 이르는 광섬유 및 광 케이블을 생산하게 되었고, 이와 함께 한

국전기통신공사의 출연으로 한국전자통신연구소에서는 광전송 시스템 개발에 착수, 1979년 단파장 다중 모드 광섬유를 이용하는 45Mb/s 시스팀을 개발하였으며, 그 후 장파장 단일 모드 및 다중 모드용 90Mb/s, 그리고 단일 모드 565 Mb/s 광전송 시스팀을 개발하여 광전송 시스팀의 국산화를 달성하기에 이르렀다. 개발된 45Mb/s와 90Mb/s 시스팀은 국내 몇개 업체에서 생산하여 국간 중계용으로 사용되고 있고, 기술전수 완료단계에 있는 565Mb/s 광전송 시스팀은 '90년대 초에 실용화 될 것으로 보인다.

국내 대부분의 통신을 운용하고 있는 한국전기통신공사는 날로 증가해 가는 정보량에 대처하기 위하여 전국 기간망에 광 케이블을 일차적으로 포설한 상태에 있으며, 또한 제주~고흥간의 해저 광 케이블의 포설과 더불어 도서간에 해저 광 전송화를 추진하고 있는 상태이다. 뿐만 아니라 광 CATV 시스팀의 개발을 추진하고 있어 이를 바탕으로 조기 광대역 종합통신망 구축의 가능성을 도모하고 있다.

이상에서 살펴 본 바와 같이 광통신 기술은 전송 분야에 보편화된 기술로 큰 비중을 차지함에 따라 다양한 분야에 양질의 서비스의 제공을 가능케 하고 있을 뿐 아니라 새로운 응용분야가 계속 도출되고 있기 때문에 이미 국산화된 광통신 기술의 최대 활용을 촉진하고, 새로운 광통신 기술의 초기 국산화를 도모하기 위하여 광통신 기술의 국내 동향 및 전망을 살펴 보기로 한다.

2. 개발현황

가. 광섬유

1977년 KAIST (한국과학기술원)에서 시작된 광섬유 개발이 국내의 시초였으며, 이를 바탕으로 금성전선(주)과 대한전선(주)이 함께 1979년말 최초로 광섬유를 제조하기에 이르렀다. 광섬유 제조에 성공한 KAIST는 위 두 전선회사의 공동 투자로 1982년 한국광통신(주)가 설립되는데 중추적인 역할을 하여 단파장 다중 모드 광섬유 및 광 케이블의 국내 양산을 가능하게 하였다. 하지만 당시 선진 외국의 광섬유 제조기술과 비교해 볼 때 상당히 뒤떨어져 있었고, 또 단파장대보다는 손실 특성과 대역폭 특성이 월등히 좋은 장파장 시스팀으로 전환된 상태였기 때문에 국내 광섬유의 제조방향을 급선회 할 수 있는 방안으로 1983년 4개 국내업체가 각각 외국기술을 도입하기에 이르렀다. 이처럼 기존 국산화 노력을 버릴 수 밖에 없었지만 이듬해에 선진국 수준에 이르는 장파장 다중 모드 및 단일 모드 광섬유의 국내 대량생산이 가능케 되었다.

이렇듯 다양한 제조기술의 도입으로 광섬유의 특성 및 광 케이블 구조가 달라 통신망 운용과 유지보수에 어려움이 예상되었기 때문에 1984년 한국전기통신공사와 한국전자통신연구소는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 광섬유 및 광 케이블의 표준안을 작성하였다[1].

국내 4개 생산업체에서는 연간 약 200,000 km의 광섬유 생산능력을 가지고 있으며, 이러한 생산량은 국내 수요량을 훨씬 웃돌고 있어 각 생산 업체들은 수출을 추진하고 있다.

현재 장파장 다중 모드 광섬유와 1,300nm에서 색분산이 최소인 단일 모드 광섬유의 국내생산이 주류를 이루고 있으나 일부 업체에서는 Dispersion Shifted (분산이동, 1,550nm에서 색분산 최소) 광섬유의 국내 개발을 추진하고 있다. 또한 기존의 광섬유를 가입자망에 도입하기 위하여 고밀도다심, 가공, 인입용 광 케이블 등의 제조기술의 개발을 서두르고 있고, 코히어런트 통신이나 정밀한 감지기 등의 전송매체로 사용될 수 있는 편극유지 광섬유 등이 시험 제조되고 있다.

나. 광소자

광통신의 구성요소 중의 하나인 광소자는 발광(광원)소자와 수광(검출)소자로 분리되며, 보

통 통신소자는 600~900nm대의 단파장 및 1,000~1,700nm대의 장파장 영역에서 사용되고 있다. 이 분야의 국내 연구는 최근에 들어와서 광통신 시스팀의 국산화 차원에서 착수되었다. 1980년대 초까지는 학계에서 GaAs 화합물 반도체에 대한 물성연구가 있었고, 1985년을 전후하여 한국전자통신연구소에서는 광통신 기술개발의 일부로서 1,000~1,700nm대 광원 및 수광소자의 개발연구, KAIST에서는 600~900nm 단파장광원, 삼성반도체통신(주)은 800nm 근방 GaAlAs/GaAs 상용화를 위한 연구가 이루어지게 되었다.

현황을 보면 InGaAsP/InP 1,300nm 다중 모드 반도체 레이저, InGaAs/InP PIN 수광소자는 실용화 단계에 있어 곧 국내 기술에 의한 상품화가 이루어질 전망이고, GaAlAs/GaAs 반도체 레이저는 콤팩트 디스크의 픽업용 광원으로 상품화되어 있다. 그외 해저 광통신 방식의 신뢰성 향상 및 특성 고도화를 위하여 PIN PD FET와 반도체 레이저 FET 등을 집적화하려는 기초연구가 수행되고 있다. 광소자의 기술은 화합물 반도체의 Epitaxy 기술로도 평가할 수 있는데, GaAlAs/GaAs, InGaAs/InP 액상 결정 성장에 대한 기술은 정착되어 있으며, MBE, MOCVD 등의 Epitaxy 기술은 연구가 활성화되고 있어 광소자의 국내 연구 개발이 조성되고 있다.

다. 광전송 시스팀

(1) 광전송 시스팀 개발 연혁

1978년 한국전자통신연구소의 단파장 LED와 PIN 수광소자를 사용한 6.3Mb/s 디지틀 신호의 전송시험[2]으로부터 시작된 국내 광전송 시스팀의 연구는 다음해인 1979년 광화문 전화국과 중앙 전화국간의 2.3km에 걸친 현장시험을 통해 45Mb/s 광전송 가능성을 확인하였다. 그 후 본격적인 연구 및 개발에 착수, 현재까지 6 Mb/s 광전송 시스팀, 45Mb/s 광전송 시스팀, 90Mbit/s 광전송 시스팀이 표준화되어 사용되고 있다. 이 밖에 국내에는 외국에서 기술 도입된 DS 3×2 회선을 전송할 수 있는 2종류의 100Mb/s 급 광전송 시스팀과 DS 3×3 회선을 전송할 수 있는 135Mbit/s 광전송 시스팀이 '85년에 설치되어 부분적으로 사용되고 있으나 현재는 더 이상 사용하지 않고 있다[3]. 그리고 '86년부터 시작된 8064 음성회선의 실장이 가능한 565Mb/s 광전송 시스팀의 연구 개발 역시 한국전기통신공사의 출연금으로 한국전자통신연구소에서 개발 완료하여 국내 기업체에 기술 전수중에 있다. 이와 같은 국내 광통신 시스팀 개발 연혁을 요약하면 표 1과 같고, 표 2에는 현재 운용되고 있는 국내 광전송 시스팀 현황을 나타내었다.

(2) 6Mb/s 광전송 시스팀[4]

DS1(1.544Mb/s) 신호를 DS2(6.312Mb/s) 신호로 다중화하여 광신호로 변환 전송하는 이 시스팀은 1983년 기업체에서 연구 개발하여 상

〈표 1〉 광통신 시스팀 개발 연혁

연 월	내 역
'77. 8	광통신 시스팀 연구 시작
'78. 12	96 음성회선용(6.3Mb/s) 단파장 광전송 시험
'79. 9	672 음성회선용(45Mb/s) 단파장 광전송 시스팀 실증시험
'80. 2	6.3Mb/s 전력용 광전송 시스팀 실용시험
'80. 12	45Mb/s 단파장 광전송 시스팀 실용시험
'83. 3	6.3Mb/s 전력용 광전송 시스팀 상용시험
'83. 12	45Mb/s 단파장 광전송 시스팀 상용시험
'83. 12	672/1344 음성회선용(45/90Mb/s) 장파장 광전송 시스팀 시험
'84. 1-12	국내 광전송 시스팀의 표준화 연구
'86. 1	표준화 90Mb/s 광전송 시스팀 상용시험
'86. 6	8064 음성회선용(565Mb/s) 장파장 단일 모드 광전송 시스팀 개발 시작
'86. 11	표준화 90Mb/s 광전송 시스팀 국내 적용
'88. 12	565Mb/s 광전송 시스팀 개발 완료

〈표 2〉 광전송장치 시설현황

단위 : SYS

장치별 / 연도별	장파장 45Mbps	장파장 90Mbps	외자도입 국산화 장치 90.254 Mbps	100.8 Mbps	135 Mbps	계
'85	18	14	20	39	12	103
'86	43	50	4			97
'87	64	340				404
'88(3월말 현재)	65	196				261

용화한 것으로서 광신호의 라인 전송속도는 DS 2 신호를 15 : 16의 비율로 올린 6.732Mb/s이며, 여분의 비트인 420kb/s는 시스팀의 감시, 제어, 타합선용으로 사용하고 있다. 또한 중계기에서도 이와 같은 오버헤드 비트를 삽입하고 추출하여 중계기의 성능평가, 감시, 타합선 등이 가능하도록 하고 있다. 타합선을 위한 변조방식은 ADM(Adaptive Delta Modulation)을, 전송속도는 32.6kbit/s를 사용한다.

시스팀의 절체 비율은 현재는 1 : 1 기능만이 가능하지만 1 : 2 절체가 가능한 것으로 보완되고 있다.

(3) 45Mb/s 광전송 시스팀[5]

45Mb/s 광전송 시스팀은 최대 11 : 1의 절체 비율을 갖는 절체구성을 하고 있으며, DS 3 (44.736 Mb/s) 신호를 전송할 수 있는 전송장치로서 음성 672회선을 반송한다. 이 시스팀은 일반적인 광전송장치와 마찬가지로 광단국장치, 광중계장치 및 절체장치로 구성되어 있다.

먼저 광단국장치는 종속신호의 변복조와 에러를 검출하여 절체를 요구할 뿐아니라 광중계 역할도 한다. 한편 광중계장치는 광중계 기능만을 담당하고 중계기의 고장진단 및 분리를 위하여 수동 루프백 기능을 갖는다. 한편, 절체장치는 광단국장치에 실장되는 장치로서 광단국과 광중계기의 감시 및 절체를 행한다. 45Mb/s 광전송 시스팀은 양방향 절체를 사용하고 있다. 표 3은 45Mb/s 광전송 시스팀의 광단국 특성을 나타낸다.

〈표 3〉 45Mb/s 광단국장치의 특성

종속신호	전송속도	44.736Mbit/s ±20ppm	
	수용회선	2회선	
	라인부호	B3ZS	
라인 전송속도		44.736Mbit/s ±20ppm	
라인코드		스크램블드 NRZ (Non-return to Zero)	
사용파장		1300nm ±30nm	
광송신 출력		−3dBm 이상 (LD)	
		−18dBm 이상 (LED)	
광수신 감도		−43dBm 이하	
광전력 자동이득 조정범위		17dB 이상	
최대중계 거리	LD	31km	(접속손실을 포함하여 1dB/km 케이블 사용)
	LED	16km	
음성 용량		672 음성 회선	
1 : 1 절체기능			
동작온도		5℃−35℃	
동작습도		45%−85%	

(4) 90Mb/s 광전송 시스팀[6]

90Mbit/s 광전송 시스팀은 2개의 DS3 신호(44.736Mb/s)를 90.764Mb/s로 다중화하고 이 다중화한 전기신호를 빛신호로 바꾸어 광섬유 케이블을 통해서 전송하고 다시 빛신호를 전기신호로 재생하여 역다중화에 의해 2개의 DS 3 신호를 분리하는 장치이다. 90Mb/s 광전송 시스팀은 자동절체 기능에 의해 운용회선과 예비회선을 1 : 1에서 최대 11 : 1까지 구성하여 절체 보호받을 수 있고 중계기를 최대 30개까지 설치할 수 있다. 또 90Mbit/s 광송 시스팀은 구성에 다양성이 있도록 기구형태를 래크(Rack) 형태로 하여 시스팀의 증설 및 변경 등이 용이하고, 송신기의 종류를 LED, 다중 모드 LD, 단일 모드 LD로 구분하여 단일 모드 및 다중 모드에서 구성이 용이하다. 이 같은 90Mb/s 광전송 시스팀의 광단국 특성은 표 4와 같다.

〈표 4〉 90Mbit/s 광단국 장치의 특성

종속신호	전송속도	44.736Mbit/s ±20ppm	
	수용회선	2회선	
	라인부호	B3ZS	
라인 전송속도		90.764Mbit/s ± 20ppm	
라인코드		스크램블드 NRZ (Non-Return to Zero)	
사용파장		1300nm ± 30nm	
광송신 출력		−2dBm 이상 (다중모드 LD)	
		−6.5dBm 이상 (단일모드LD)	
		−17dBm 이상 (LED)	
광수신 감도		−40dBm 이하 (BER 10E-9)	
광전력 자동이득 조정범위		17dB 이상	
최대중계 거리	다중모드LED	14km	(접속손실을 포함하여 1dB/km 케이블 사용시)
	다중모드 LD	29km	
	다중모드 LD	30.6km (접속손실을 포함하여 0.8dB/km 케이블 사용시)	
음성 용량		1344 음성 회선	
최대 실장용량		14,784 음성 회선	
동작온도		5℃~35℃	
동작습도		45%~85%	

(5) 565Mbit/s 광전송 시스팀[7],[8],[9]

565Mbit/s 광전송 시스팀은 11개의 운용채널과 1개의 예비 채널로 구성이 되고 중계국에서 종속신호의 드롭 및 인서트(Drop & Insert)가 가능한 최대 철체 비율이 11 : 1인 단일 모드 광전송 시스팀이다. 종속신호의 혼합접속은 단일의 종속신호 접속보다는 하드웨어적으로 약간 복잡하지만 시스팀 구성의 다양성이란 측면에서 유리하므로 565Mbit/s 광전송 시스팀은 종속신호의 혼합 접속이 가능하도록 하였다[8]. 따라서 565Mbit/s 광단국장치는 12개의 DS3 신호와 4개의 DS4 신호를 독립적으로 접속할 수 있고 또, 이들을 혼합하여 접속시킬 수도 있다. 565 Mbit/s 광전송 시스팀에서 유지보수 구간은 국내의 통신망, 시스팀의 성능, 실현할 신뢰도 등을 고려하여 600km로 정하였다. 565Mb/s 광단국장치의 중요 특성은 표5와 같다.

〈표 5〉 565Mbit/s 광단국장치의 특성

전기적 접속조건	DS3 혹은 DS4
라인 전송속도	564.992Mbit/s ±15ppm
라인 코드	NRZ (Non-Return to Zero)
사용 파장	1305±15nm
광원의 반치전폭 (FWHM)	4nm
색분산	3.5ps/km. nm 이하
광송신 출력	−3dBm 이상
광수신 감도	−33.6dBm 이하
광전력 이동이득 조정범위	20dB 이상
최대 중계 거리	30.4km (접속손실 포함하여 0.7dB/km 케이블 사용)
음성 용량	8064 음성 회선
최대 수용 회선 용량	88,704 음성 회선
동작온도	0℃~50℃
상대습도	10~90%

3. 이용분야와 전망

가. 국간 중계 시스팀

광전송 시스팀은 초기 개발부터 고속 및 저손실이라는 장점과 시스팀이 고가라는 특징으로 인하여 가입자와는 무관한 전화국간 및 중계국간의 중계 시스팀으로 등장하였으며, 일반적으로 디지틀 전송방식을 사용하고 있다. 현재 CCITT에서는 디지틀 광전송 시스팀의 디지틀 계위를 북미와 유럽방식의 두 계위가 권고되고 있다. 국내의 경우 비동기식 국간전송로의 디지틀 계위는 DS−1(1.54Mb/s), DS−2 (6.312 Mb/s), DS−3(44.736Mb/s), DS−4(139.264 Mb/s), 그리고 DS−5(565.992Mb/s)의 5개를 가지고 있다. 이러한 디지틀 광전송 시스팀은 대용량 전송이 가능하므로 일반적으로 DS−3, DS−4, DS−5의 전송속도를 가지도록 설계하거나 DS−3의 n배가 되도록 시스팀을 개발한다. 현재 국내에서는 앞에서 살펴 본 DS−3급의 45Mb/s, 2개의 DS−3급을 수용할 수 있는 90Mb/s, DS−5(8046회선)를 수용하는 565 Mb/s 광전송 시스팀을 들 수 있다.

한편, 기존 전화, 데이터, 서비스 뿐만 아니라 영상 서비스가 복합된 다목적 서비스, 즉 장래의 종합정보통신망을 수용하기 위한 초고속 광전송 시스팀은 전송용량을 기존의 565Mb/s의 4배 가량 늘린 2.4-2.5Gb/s 정도의 전송속도를 갖도록 시스팀의 개발이 추진되고 있으며, 이러한 초고속 시스팀은 CCITT의 국간중계(NNI) 동기망의 국제 표준화에 따르는 전송방식을 택해야 할 것으로 여겨진다. 또한 기존의 포설된 국간중계 광 케이블을 그대로 사용하도록 설계함으로써 채널당 가격과 소요 하드웨어량을 1/5 정도로 줄일 수 있을 것으로 여겨진다. 그리고 광원의 파워를 ON-OFF하는 직접 변조 전송방식과는 다른 코히어런트 광전송 시스팀의 연구개발도 Gb/s급 직접변조 전송방식과 더불어 이루어질 것으로 보인다. 특히 코히어런트 전송 시스팀은 기존방식보다 수신감도와 전송용량이 좋기 때문에 위와 같은 국간 중계 뿐만 아니라 광가입자망이나 해저 광전송 시스팀에도 사용될 것으로 보인다. 앞으로 광소자 기술의 발전에 따라 광전송 시스팀의 전송속도는 계속 증가하여 직접변조방식이나 코히어런트 방식을 가릴 것 없이 10Gb/s 근방의 전송속도를 가지는 광통신 시스팀이 출현할 것으로 예상된다.

나. 광가입자 시스팀

지난 수 년간 광통신 기술의 급격한 발전으로 전화국간 중계 전송로에 광섬유 통신의 응용이 일반화 되었으며, 이러한 기술은 보다 많은 수요가 예상되는 광 가입자망에도 이용이 가능하게 되었다. 광 가입자망이란 종래의 전화 가입자망에서 사용하던 동선 대신 광섬유를 이용해서 중심국(예, 전화국)에서 일반 가입자까지를 연결하는 것을 말한다. 장래의 광 가입자망에서는 현재 우리가 사용하고 있는 전화, 저속 데이터 서비스외에 영상 서비스(CATV, HDTV, 영상전화)와 고속 데이터 서비스를 포함하는 상당한 전송량(수 십 Mb/s~수 백 Mb/s)을 필요로 하게 될 것이므로 종래의 동선 케이블은 적합하지 못하므로 저손실, 광대역 특성을 가지는 광섬유가 장래의 광 가입자망의 주축이 될 것이다.

광통신 기술의 광 가입자망 응용은 미래의 통신환경 뿐만 아니라, 기존의 전송매질 및 전송방식에 비해 얼마나 경제적으로 구성할 수 있느냐에 좌우된다. 현재는 광섬유, 광소자(발광소자, 수광소자, 광결합기 등)의 광부품 가격이 상당히 비싸며, 포설 및 접속비용이 기존의 전송매질에 비해 많이 들기 때문에 경제성 면에서 잇점은 없으나, 소자의 기술발전 추세에 따라 부품 가격이 급격히 하락하고 있기 때문에 가까운 장래에 경제성을 가지게 될 것이다.

광 가입자망의 구조는 서비스 특성, 가입자 분포상태, 지역적 특성, 기술적인 면, 유지 보수, 기존망과의 정합성 및 경제성, 장래의 확장성, 망의 진화성을 고려해야 한다. 이러한 망의 구성형태는 크게 트리-브랜치, 스타 및 교환 스타, 링의 형태로 구분되는데, 앞으로 대용량의 정보전송과 대화형 서비스의 제공을 목표로 한다면 스타형이나 교환 스타형의 망구조가 적합할 것이다.

종합유선방송 시행을 적극 검토하고 있는 국내 실정으로 이를 통하여 다양한 서비스가 가능한 새로운 광대역 가입자망의 구성이 촉진될 것으로 보인다. 우선 세계적으로 기술이 확보되어 있는 동축 CATV망의 건설이 추진되고 있으며, 이의 도입에는 유지보수 관점에서 상향 채널에 경보신호를 전송할 수 있는 양방향 동축 CATV 망이 고려되어야 한다. 또한 이 상향 채널을 이용하여 저속의 데이터 통신이 이루어질 수 있다.

그러나 트리 형태의 CATV는 양방향 서비스의 제약 뿐만 아니라 앞으로의 통신망 발전에 적합하지 않기 때문에, 스타망 형태의 광 CATV 시스팀 개발이 추진되고 있다. 광 CATV의 기본개념은 1) 스타 형태의 망구조, 2) 가입자까지 광섬유 제공, 3) 디지틀 전송방식, 4) 단일 모드 광섬유 사용, 5) 경제적인 시스팀 구성 등이고, 이의 실현에는 수십 Mb/s급의 영상신호를 분배할 수 있는 영상 분배장치, 가입

자 광 케이블 및 접속장치, 가입자 댁내장치 등의 개발과 더불어 값싼 광송수신 모듈과 비디오 코덱의 개발이 요구된다.

광 CATV 시스팀의 개발은 관련산업분야에 큰 파급효과를 낼 것으로 보아 국내 통신기술향상에 큰 역할을 할 것이다. 예로, 국내 광 케이블 제조기술과 광전송 시스팀 기술을 선진국 수준으로 정착시킬 수 있고, 영상분배장치 개발을 통해 광대역 교환기술의 토대를 마련할 수 있으며, 광소자, 광 커넥터 등 광부품 산업과 고속 주문형 반도체 제작기술 발전에 중요한 계기가 될 수 있다.

이러한 광 CATV용 광 케이블 망이 구축될 경우, 광대역 서비스의 제공이 가능한 광 가입자망 및 광 대역 통신망의 조기실현이 가능하리라 기대된다.

다. 해저 광전송 시스팀

해저 광전송 시스팀은 국간 중계 시스팀과 유사하나 포설 및 보수가 어렵기 때문에 고신뢰성을 유지해야 하며, 전송거리도 길어야 한다. 일반적으로 해저 광통신 시스팀은 동축 시스팀에 비하여 가격이 저렴하고, 전송속도를 높이거나 파장분할 방법을 이용하여 전송용량을 쉽게 증가시킬 수 있으며, 중계기가 있는 중계 시스팀(Repeatered System)과 중계기가 없는 무중계 시스팀(Unrepeatered System)으로 분류되고 있는데, 국내의 경우 제주도, 울릉도 등 몇 개 섬을 제외한 모든 도서 지방에 무중계 광전송이 가능하리라 여겨진다.

이러한 해저 광통신 시스팀은 대양을 접하고 있는 미국, 일본, 영국 및 프랑스 등에서 주로 개발되어 사용 또는 포설되고 있으며, 국내에서는 일본-제주-홍콩을 연결하는 해저 광전송 시스팀 구성에 참여하고 있고, 이의 일환으로 제주-고흥간에 이미 광 케이블이 포설되었다. 뿐만 아니라 삼면이 바다와 3,000여개의 섬으로 둘러싸인 우리나라의 도서지역은 어업활동, 관광개발, 지상관측, 각종 탐사(군사적인 목적 포함)에 필요한 전진기지 및 거점 확보를 위하여 정부 주도하에 도서개발 사업이 적극 추진되고 있음에 따라 통신지원과 도서통신의 신뢰성, 안전성, 생존성, 보안성 등을 유지하고, 다양한 문화복지 분야 서비스를 위해 고속, 광대역 통신방식이 필요하게 되었다. 따라서 이러한 욕구를 만족시키기 위하여 한국전기통신공사에서는 장기계획을 세웠으며, 이에 따르면 인구가 1,000명 이상인 도서에 '89년부터 '96년까지 해저 광전송 시스팀을 설치할 예정으로 되어 있다.

또한 지상용 광 케이블 제조기술을 활용하여 국내 업체에서는 이미 도서용 해저 광 케이블(천해용)의 연구 개발을 추진 또는 양산 단계에 있기 때문에 머지 않아 전 도서지방에 광전송이 가능하리라 여겨진다.

한편 이와 같은 해저 광통신 시스팀을 설계할 때 먼저 시스팀의 용량, 기술적 가능성, 국내의 전송속도 체계에 맞게 결정해야 하며, 특히 중계거리를 증가시키기 위하여 석영계의 광섬유의 최저 손실 파장대인 1,550nm 광원을 고려해야 할 것이나, 해저 광통신 시스팀과 같은 장거리 중계 시스팀의 MTBF(Mean Time Between Failure)가 8~15년의 신뢰도를 요구하므로 광원과 단일 모드 광섬유의 신뢰도가 증대되어야 할 것이다. 그리고 기존의 광섬유를 사용하여 전송용량과 전송거리를 증가시킬 수 있는 코히어런트 전송방식의 도입 또한 필요하리라 여겨진다. 한편 광 케이블의 포설 및 유지 보수가 편리하도록 접속 함체의 간소화, 영구성, 그리고 중계기내의 회로 집적화와 환경 및 기계적 신뢰도의 개선에 주력해야 할 것이다.

4. 결 언

현재 광전송 시스팀의 연구개발 방향은 광섬유의 저손실, 광대역의 특성과 광원의 특성을 최대한 이용하여 무중계 거리 및 전송용량의 증대를 위한 노력이 진행되고 있다. 국간 중계 시스팀은 광을 직접 다중화(OTDM)하여 직접 변

조방식으로 전송용량을 증대시키는 방법과 광의 코히어런트한 특성을 이용하여 대용량 및 장거리 (50km~100km 이상) 무중계 전송이 가능하도록 단일주파수 LD의 신뢰도와 변조 및 편극 제어기술의 향상에 힘쓰고 있다.

한편, 이러한 광전송 시스팀은 각 나라 또는 제조자들마다 전송속도, 프레임 구조, 광신호특성 등이 서로 다른 독점 인터페이스를 갖고 있기 때문에 광 전송망을 구성할 경우 상호 호환성 있게 사용할 수 없도록 되어 있는 상태이다. 따라서 광전송 시스팀들의 국제적인 표준화를 위해 CCITP에서는 미국의 Bell 통신연구소의 SONET (Synchronous Optical Network) 모델을 기본으로 한 동기식 NNI (Network Node Interpace) 표준안을 권고하여 여러 소유자나 제조자의 광전송 터미널 사이의 상호 호환성을 제공하도록 할 뿐 아니라 여러 기능을 갖는 광전송만의 구성을 가능하게 하였다. 향후 이와 같은 동기식 광 전송망을 만족하는 광전송 시스팀의 연구개발이 활발하게 이루어질 것이다.

국내의 경우는 이미 45Mb/s와 90Mb/s 광전송 시스팀이 개발되어 실용화가 이루어졌으며, 565Mb/s 국간 중계 시스팀이 개발 완료되어, '90년대 초에 실용화될 것이다. 또한 앞으로 도래할 대용량 종합정보통신망을 수용할 수 있는 동기식 Gb/s 광전송 시스팀의 개발과 코히어런트 전송방식의 연구가 추진되고 있다. 한편 국간 중계를 위하여 광관로가 전국에 약 1,700 km 정도이며, 이 관로내에 3,300km 가량의 광 케이블이 포설되어 있고, 이를 통하여 50,000회선 이상을 전송하고 있다.

광 가입자망은 아직 기초연구 단계이나 국내 종합 유선방송 시행을 점토하고 있는 실정을 감안할 때 다양한 서비스가 가능한 새로운 광대역 가입자망의 구성이 추진될 것으로 보인다. 각국에서 추진하고 있는 광 CATV망의 조기 실현을 통하여 광대역 가입자망이 구축되어야 할 것이며, 이러한 광 CATV 시스팀의 개발은 기존의 광전송 시스팀 개발기술 및 광 케이블 제조기술을 충분히 활용할 수 있기 때문에 이같은 기술이 국제 경쟁력을 확보할 수 있도록 적극적으로 추진되어야 할 것이다. 그리고 도서지방의 문화적인 향상을 촉진하고, 도서통신의 안정성, 보안성 등을 유지하기 위하여 해저 광 케이블의 포설과 광전송 시스팀의 설치가 한국전기통신공사에서 수행되고 있다.

광통신 시스팀에서 전송하고 있는 모든 정보는 전기적인 신호처리 단계를 거쳐야 하기 때문에 광이 가지고 있는 광대역성을 충분히 사용하지 못하고 있다. 따라서 전기적인 신호처리단계를 축소하거나 전혀 사용치 않고 전송속도나 전송거리를 증가시키기 위한 전광전송방식 등이 연구되고 있으며, 특히 중계기에 사용되고 있는 전기적 증폭을 없애기 위한 다양한 광 증폭기들이 등장하고 있고, 이와 더불어 광 스위칭 장치 광전집적회로 등의 국내 연구개발을 촉진함으로써 장래 전광전송장치의 실현 및 선진기술 입국을 가능케 할 것이다.

참고문헌

〔1〕한국전기통신공사, "한국전기통신공사 규격 케이블, 광섬유(장파장), 규격번호 통신6145-3281-약", 1984.

〔2〕강 민호 외, "중용량 광전송장치 개발", 한국전자통신연구소 연구보고서, 1978. 12.

〔3〕한국전기통신공사, "장기종합 경영 계획", 1987.

〔4〕윤 원우, "FT2 광통신시스팀", 전신전화연구, 15권(10), p.34, 1986.

〔5〕강 민호 외, "44.736Mb/s 광통신 장치의 개발에 관한 기술 지도 보고서", 한국전자통신연구소 연구 보고서, 1983.

〔6〕이만섭, 박문수, 박창수, "90Mb/s 광통신 시스팀", 한국전기통신공사 연수원 교재, 1986.

〔8〕이만섭, "565Mb/s 광전송시스팀에서의 DS3 및 DS4 종속신호를 동시에 갖는 장점", 한국전자통신연구소 내부 기술문서 (TM-87-1410-10), 1987.

〔9〕한국전자통신연구소, "광통신시스팀 특집", 전자통신, 제 9 권 2호, 1987.