

# 光海底케이블 시스템의 동향과 전망

## 1. 머리말

최근 세계적으로 광해저케이블 시스템의 건설이 활발히 이루어지고 있다. 국제전화의 수요가 증대하고 또한 사람들의 생활에 스며들어 있는 인터넷이 급격히 보급되면서 국제회선 수급관계에 어려움을 초래할 것이 예상됨으로써 이를 해결하기 위해 광해저케이블 건설이 활발히 진행되고 있는 것이다. 인터넷 회선은 전화수요에 비하여 싸고 대용량일 것이 요구되는데, 이렇게 대용량이며 경제적인 회선을 제공할 수 있게 된 기술적 요인은 광파이버증폭 증계방식의 실용화이다.

광파이버 증폭기는 광신호를 전기신호로 변환시키지 않고 광신호를 그대로 증폭할 수 있기 때문에, 전송속도에 구애받지 않고 증계할 수 있으며 또한 광증폭증계기는 적은 부품으로 구성될 수 있어 해저케이블 시스템의 고신뢰도화·경제화를 도모할 수 있다. 광파이버증폭기를 사용한 광해저증계기를 多重繼함으로써 10,000km에 걸쳐 고품질의 디지털신호를 전송할 수가 있다. 광파이버증폭기는 여러 파장의 광신호를 일괄증폭할 수 있는 잠재능력을 갖고 있다. 1가닥의 광파이버에 복수의 파장신호를 다중화하여 전송하는 파장다중(Wavelength Division Multiplex : WDM) 전송시스템에 광파이버증폭기를 사용한 광해저증계기를 적용하면, 고속 일렉트로닉스 디바이스의 개발을 기다릴 것 없이 초대용량의 광해저케이블을 실현할 수 있다. 파장다중방식에 의

한 해저케이블 시스템에서는 海中분기장치에 波長분기 삽입기능을 갖추므로써 통과하는 신호와 분기삽입되는 신호를 같은 파이버로 파장다중화하여 경제적으로 할 수도 있다. 파장다중방식 해중분기장치는 아시아에서 중동 지역을 경유하여 유럽에 이르는 루트와 같이 해중 분기개소가 많은 시스템에 적합하다.

미쓰비시電機技報는 광통신에 관한 특집을 발간한지 4년이 지난 시점에서 재차 발전이 현저한 광해저케이블 시스템에 관한 소특집을 내기로 하였다. 이 소특집에서는 同社의 WDM 광해저케이블 시스템의 추진현황을 살펴봄과 동시에 최근의 성과인 광해저증계기, 해중분기 장치화로, 육상광단국장치, 同社에서 개발한 WDM 광해저케이블 시스템용 디바이스에 대하여 기술할 예정이며 본고에서는 WDM 전송방식 광해저케이블 시스템의 시장동향, 기술동향, 동사의 대처 및 장래의 전망에 대하여 기술하고자 한다.

## 2. 光海底케이블 시스템에의 동향과 성과

### 가. 光海底케이블의 시장동향

광해저케이블은 그동안 국제간의 전화수요 증가에 대응하여 각국의 통신사업자간에서 계획되고 건설·이용되어 왔다. 동서냉전 종결후에는 비즈니스의 글로벌화



에 따라 기업의 통신망정비에 의한 전용선 수요의 증대, 인터넷의 보급에 따른 非電話系서비스의 급증 등으로 국제통신회선의 수요가 급격히 증대되고 있는 등 최근에는 해저케이블 시스템의 건설이 활발하다. 또 국제적인 통신분야의 자유화에 따라 새로운 국제통신회사가 등장하고 경쟁력 확보를 위해 케이블을 보유하려고 하는 것과, 투자목적의 프라이베이트(私設) 케이블이 등장한 것도 광해저케이블 건설을 활발하게 하고 있는 한 요인이 되고 있다.

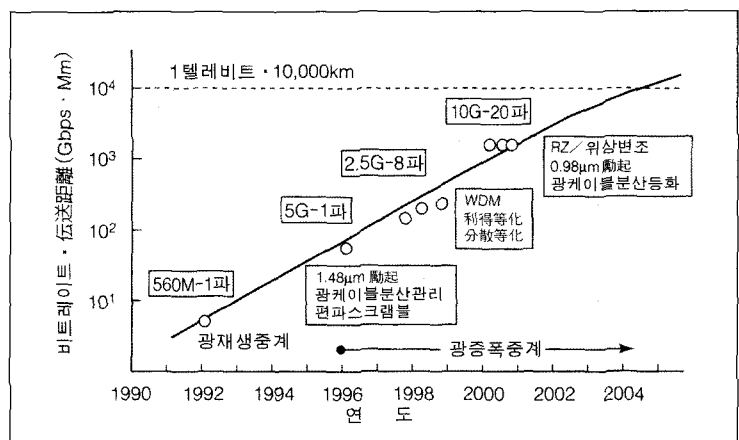
10년전과 비교하여 2000년에는 태평양의 국제회선 용량은 1,000배 가까이 늘어났다. 대용량의 저렴한 국제통신회선은 종래의 전화서비스나 인터넷제공 서비스에 머물지 않고 새로운 국제통신서비스를 낳을 것으로 기대된다.

### 나. 光海底케이블의 기술동향

그림 1에 광해저케이블 전송용량의 확대와 기술의 발전을 표시하였다. 처음 1992년까지는 광신호를 전기신호로 변환하여 펄스를 증폭재생한 후 다시 광신호로 변환하여 송출하는 광재생중계방식 해저케이블 시스템으로 출발하였고 1990년대 중반에는 광증폭 중계방식이 주류를 이루어 전송용량은 1파이버당 5Gbps였는데 이때 광파이버 증폭기의 勵起 LD(Laser Diode)로는 높은 신뢰도를 달성한 파장 1.48 $\mu\text{m}$ 의 반도체 LD가 사용되었다. 광증폭기의 성능을 발휘할 수 있도록 하기 위하여 송신 光신호의 偏波를 똑같이 Scramble 하는 偏波 Scrambler도 사용되었다. 광파이버는 파장에 따라 光펄스의 傳搬速度가 약간 다른 특성(分散)을 갖고 있다. 광파이버는 1.55 $\mu\text{m}$  대에서 분산이 적은 분산 Shift 파이버를 사용하는데, 그래도 10,000km를 전송하게 되면 누적되는 분산은 무시할 수 없다. 5Gbps의 광펄스가 누적된 분산으로

도중에서 큰 파형왜곡이 생기지 않도록 분산을 상쇄하는 분산보상파이버를 삽입하면서 분산치를 관리하고 있다.

'98년에는 波長多重기술에 의하여 8波 多重한 광해저케이블 시스템이 도입되고 있다. 1파장당 전송용량은 2.5Gbps이나 1파이버당 전송용량은 20Gbps이다. 시스템 길이 9,000km인 시스템에서는 利得等化, 非線型 억제 및 分散等化가 중요하다. 8파장을 일괄증폭하기 위하여 광파이버 증폭기는 광필터 등을 사용하여 이득을 全증폭대역에 걸쳐 같게 하는 利得等化를 하고 있다. 전송용 광파이버는 零分散波長을 통상의 분산 Shift 파이버보다 長波長측으로 Shift함과 동시에 모드필드지름을 크게 한 광파이버를 사용함으로써 4光波 혼합 등의 비선형효과를 억제하고 있다. 누적되는 분산은, 전파장에 대하여 광케이블 중에서 분산관리할 수는 없기 때문에 파장마다 陸上光端局 설비에서 분산을 보상해 준다. 전송거리를 12,000km로 더 연장하기 위해서는 육상단국설비의 송신측과 수신측에서 파장마다 분산等化관리를 할 것과 전송케이블 중에 利得等化殘報償器를 삽입함으로써 전송을 가능케 하는 방법이 제기되고 있다. 1파장당 용량을 10Gbps로 하고 20파장을 파장다중화함으로써 1파이버당 200Gbps로 하는 초대용량 광해저케



(그림 1) 광해저케이블에 있어서의 전송용량의 확대와 기술발전

이블 시스템이 장래의 케이블로 검토되고 있다. 200Gbps 시스템에서는 저잡음 광파이버 증폭기, 송신측 위상변조, 분산슬롭 보상이 중요하다. 저잡음 광증폭기에는 파장 0.98  $\mu\text{m}$ 의 勵起 LD를 사용하는데 이 때 고신뢰도화가 중요하게 된다. 1파장당 10Gbps의 전송용량을 실현하기 위해서는 광파이버 가운데를 傳搬하는 광펄스가 일그러지지 않도록 광케이블 도중에 각 파장마다 분산등화를 함과 동시에 송신측에서는 RZ펄스 변환 등의 파형처리를 하여 광파이버전송로 중에서의 부호간 간섭과 비선형효과에 의한 파형Distortion을 제어함으로써 9,064km의 전송에 성공하고 있다.

또한 장래의 목표로서 1파이버당 1Tbps( $10^{12}$ bps) 10,000km 전송의 실현성이 이야기되고 있다.

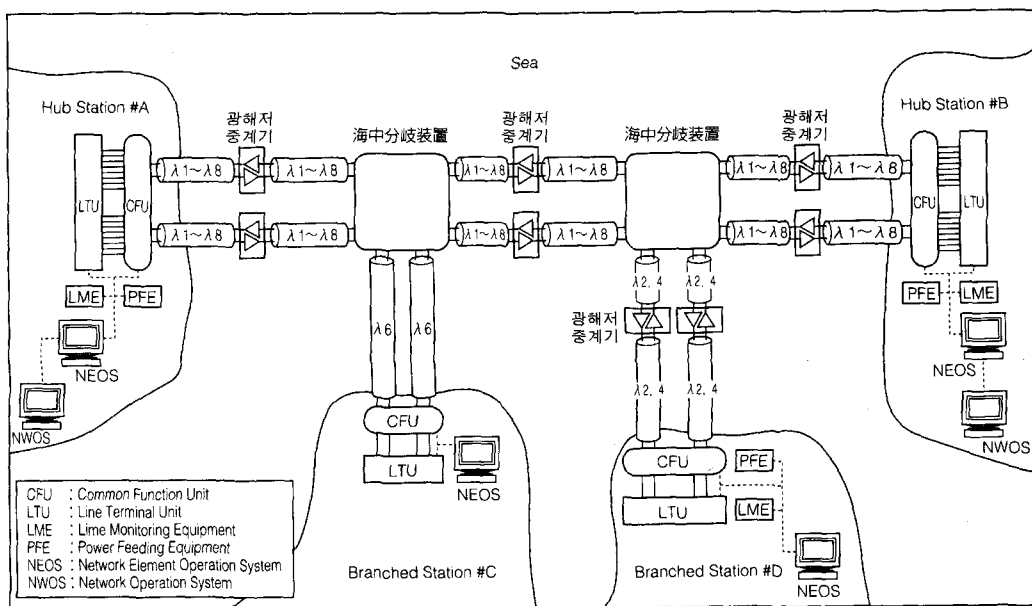
### 다. 光海底케이블 시스템에의 미쓰비시 電機의 대처

종래의 光再生방식 중계기에서는 각 방식마다 최고속

의 일렉트로닉스 디바이스의 개발이 요구되었다. 그러나 광파이버증폭 중계기의 등장으로 초고속 일렉트로닉스 디바이스의 개발이 불필요해짐과 동시에 광파이버증폭기가 갖는 廣帶域性 때문에 광파이버 증폭방식은 1세대에 머물지 않고 장차 光재생 방식이 主流를 이룰 것으로 생각되어, 일본의 국제전신전화 및 KDD 해저케이블시스템이 개발에 참가하기로 하였다. 키 컴포넌트인 勵起用半導體 LD나 중계기 제어 IC에 대해서는 장기수명시험을 실시하여 고신뢰도화를 도모하였다.

광증폭중계방식 광해저케이블 시스템이 상용화된 후 더욱 대용량화를 도모하기 위하여 WDM 광해저케이블 시스템의 개발에 참가하였다. 그림 2에 KDD그룹의 WDM 광해저케이블시스템 네트워크 구성 예를 표시한다.

광중계기용 1.48  $\mu\text{m}$ 의 勵起 LD에 대해서는 새로 Distortion 多重量子井戶構造로 고효율화를 도모한 LD를 사용하였다. 파장다중전송방식이 채용됨으로써



〈그림 2〉 광해저케이블 시스템 구성예

일렉트로닉스 디바이스의 속도 상승이 완화된 파장 수만개의 장치수량 규모가 예상되어 파장다중방식의 육상설비 개발에도 참가하게 되었다. 파장다중 육상설비의 개발에 있어서는 장치의 소형화·경제화가 특히 중요하다라고 생각하여 디바이스의 집적화를 적극적으로 추진하였다. 특히 변조기집적화 LD의 개발 및 그의 WDM Source로서의 정비도 시행하였다.

광해저케이블 시스템에서는 네트워크에 접속된 장치의 감시 및 제어에 의해 장애발생시에도 고신뢰, 고품질 회선을 많은 사람의 손을 거치지 않고 효율적으로 또 신속하게 제공하는 오퍼레이션 시스템이 중요시되고 있다. 오퍼레이션 시스템은 全局內設備에 대하여 상세 감시정보의 수집과 각종 설정 제어를 하는 NEOS (Network Element Operation System)와 각 장치의 집약정보를 수집하는 局內감시장치로 이루어진다. NEOS는 다중화된 각 파장의 회선과 장치를 감시하며 고장시에는 상위의 네트워크 오퍼레이션장치와 보수자에게 통지한다.

陸上光端局 설비는 NEOS와 감시제어정보를 주고 받는데 파장다중시스템에서 육상단국설비는 복수의 설비로 분산되어 있을 것과 아울러 감시제어개소 및 장애에 대한 탐색이 중요하다. 同社에서는 네트워크 장치와 네트워크 제어장치의 인터페이스를 국제표준으로 정비되어 가고 있는 TMN(Telecommunication Management Network) Q3인터페이스에 근거도록 함으로써 대규모시스템에도 견딜 수 있도록 개발하였다.

### 3. 장래전망

광해저케이블의 전송용량은 100Gbps/파이버에서 테라비트( $10^{12}$ bps)/파이버로 더욱 대용량화되어 갈 것으로 생각된다. 해저케이블 시스템의 대용량화는 1파장당의 비트 Rate의 상승과 파장수 상승의 조합으로 실현될 것으로 생각된다. 비트 레이트의 상승에도 광변조

디바이스로서 電界吸收型 광변조기 집적형 LD의 고속화도 중요하다. 광파이버 심선수의 증가도 생각할 수 있으며 중계기내의 광증폭기에 대한 급전전류 또는 전원설비의 전압을 올릴 필요가 있다. 대용량화에는 광증폭중계기의 저잡음화가 중요하다. 파장 0.98  $\mu$ m의 勵起 LD는 해저시스템에서의 사용에 견디는 고신뢰도화가 중요하여 同社에서도 개발을 추진하고 있다.

케이블의 대용량화가 진전되면 루프모양으로 형성된 冗長化回線容量도 대용량이 된다. 시스템의 경제화를 위해서는 회선장해시에 서로 다른 케이블간에 회선을 제공해 주는 것도 예상된다. 광해저케이블에 장애가 발생하였을 때 네트워크를 보호하는 네트워크 프로텍션장치도, 용량의 증대에 수반하여 광레벨에서 스위칭하는 방식과 함께 검토될 것이다.

광디바이스의 고도화와 네트워크 제어기술의 고도화가 앞으로 더욱더 중요하게 될 것으로 생각된다. 同社도 오랫동안 쌓아 온 광반도체기술을 앞으로도 더욱 연마하면서 컴퓨터기술을 도입한 네트워크 제어기술을 향상시켜 시장의 기대에 응하고자 한다.

### 4. 맺음말

同社の 해저케이블 시스템에 대한 노력은 광파이버 증폭기의 실용화에서 시작하여 WDM 시대에 육상단국 설비를 포함한 총합적인 시스템기기를 제공할 수 있는 데까지 이르렀다.

광해저케이블 시스템은 공급면에서도 경쟁이 격화되고 있으며 미쓰비시電機는 21세기를 향하여 광해저케이블 시스템시장에 유용한 장치를 제공하고자 한다.

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.