

## 라만증폭기를 이용한 장거리 광 전송망 감시 연구

김병준, 최현범\*, 서대동\*, 이동한\*, 전정우\*\*, 이영탁\*\*

(주)에프알텍, 충남대학교 물리학과 광전자실\*, KT 기술연구소\*\*

### Study of monitoring technique using Raman amplification for long distance optical

Byung Jun Kim, Hyun Beom Choi\*, Dea Dong Seo\*, Donghan Lee\*,  
Jeoung U Jeon, and Yung Tark Lee\*\*

FR TEK CO., Chungnam National University\*, KT CO\*\*

**Abstract** - 현재의 OTDR 기술은 150km 이상의 광선로를 감시하기 어렵다. 이 문제를 해결하기 위하여 라만 증폭기를 사용하여 장거리의 기간 전송망을 감시할 수 있는 바이패스 모듈을 구성하였다. 1625nm 파장에서 11dB 이득을 갖는 라만 증폭기가 포함된 바이패스 모듈을 사용하여 300km의 광 전송라인을 감시할 수 있는 기술을 확보하였다.

사용하고, 그 위치에 본 논문에서 제시한 바이패스 모듈을 병렬로 삽입하여 기간망을 감시하는 기술이다. 사용된 감시광은 1625nm의 파장을 사용하였으며 바이패스 모듈 내의 라만증폭기를 사용하여 감시광을 증폭하였다.

## 1. 서 론

정보통신의 발달로 인해 광통신망의 고속화 및 대용량화는 가입자들이 요구하는 서비스의 고도화에 맞추어 음성 정보와 같은 소용량의 데이터에서 화상전송 등과 같은 대용량의 데이터로 빠르게 증가되고 있다. 이와 같은 전송 용량의 급속한 증가로 WDM (Wavelength Division Multiplex) 기간 전송망 역시 이를 수용하기 위하여 빠르게 발전하고 있다. 기간 전송망이 고속화, 대용량화 되어 감에 따라 광선로 장애로 인한 피해는 경제적으로나 사회적으로 매우 심각할 것이다. 따라서 기간망의 장애여부를 미리 진단하여 예방하고, 장애 지점을 신속히 파악해 빠른 시간 내에 복구하여 피해를 최소화시킬 수 있는 감시기술의 필요성이 증가되고 있다[1].

WDM 네트워크는 전송장치의 점대점 전송뿐만 아니라 선형, 환형, 메시형 망을 구축하고 각 전송노드에서는 광섬유증폭기(EDFA : Erbium-Doped Fiber Amplifier), 광신호를 분기, 결합하는 광분배결합다중화장비(OADM), 광채널간의 상호교환기능을 하는 광회선분배기(OXC)등과 같은 새로운 광소자들이 사용되고 있다. 이와 같은 소자들은 단 방향 패스를 사용하기 때문에 400km 이상의 기간 전송망을 감시하기 위해서는 현재 Optical Time-Domain Reflectometry (OTDR) 기술로는 불가능하다. 또한 현재까지의 상용 광선로 감시기술의 경우 단순한 점대점 광선로 감시를 위주로 하고 있으며, 광전송로 상의 어떠한 광소자가 위치하게 될 경우 그 후의 광선로에 대해서는 측정이 불가능해진다.

## 2. 본 론

본 논문은 300km 기간전송망 감시를 위한 감시광 바이패스 방법과 감시광 증폭기술에 대한 것이다. 기존 기간전송망의 증폭기를 비롯한 구성소자를 그대로

### 2.1 감시광 바이패스 기술과 라만증폭기

광통신 네트워크를 구성하는 핵심 구성요소들(OXC/OADM/EDFA)은 back scattering 되는 감시광을 차단하는 광아이솔레이터가 사용되어 OTDR을 사용한 장거리 광선로 감시에 제한요인이 되고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 감시광 바이패스 방법은 신호광과 감시광을 band WDM coupler로 분리하여 각각 증폭한 후 다시 결합하여 하나의 광선로에 묶어 보내는 방법으로 그림 1에 바이패스 모듈의 구조를 도시하였다. 기존에 사용된 신호용 모듈과 파이프스 모듈을 병렬로 연결하는 구조로 신호광에는 다른 영향을 주지 않고 감시광을 증폭하고 양방향으로 진행할 수 있도록 하였다.

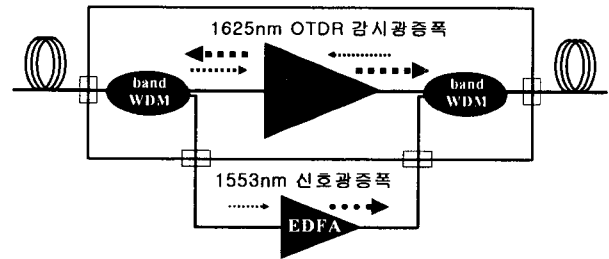


그림 1 바이패스 모듈

또한 장거리 광케이블감시에서 현재의 OTDR 기술은 약 150km 이상의 장거리 광케이블에 대한 감시가 불가능하기 때문에 OTDR 신호를 효과적으로 증폭하는 기술이 필요하다[2][3][4]. OTDR에서 사용되는 1625nm 대역의 감시광 신호 증폭에는 현재 라만 증폭기와 EDFA의 이득대역을 확장시킨 Extended L-band EDFA 외에는 특별한 증폭매질이 없는 상황이다. 이중에 라만증폭기는 기존의 C-band와 L-band 외의 새로운 대역에서의 증폭기로써 크게 각광을 받고 있다. 또한 광아이솔레이터 없이 사용할 수 있기 때문에 본 논문에서 제시한 바이패스 모듈의 감시광 증폭기로 적합하다.

감시광 증폭을 위해서 구성된 라만증폭기는

1515nm 의 pump LD, 펌프광과 감시광을 묶어주는 band WDM, 그리고 이득매질인 DCF가 사용되었으며 Backward pumping 구조로 구성하였다. 양방향 증폭을 위해서 아이솔레이터는 사용하지 않았다. 사용된 DCF는 13km로 80km 전송 보상용으로 구성하였고, 300mW 로 펌핑하였다. 라만 증폭기의 이득은 11dBm 으로 그림 2에 이득과 잡음지수를 나타내었다.

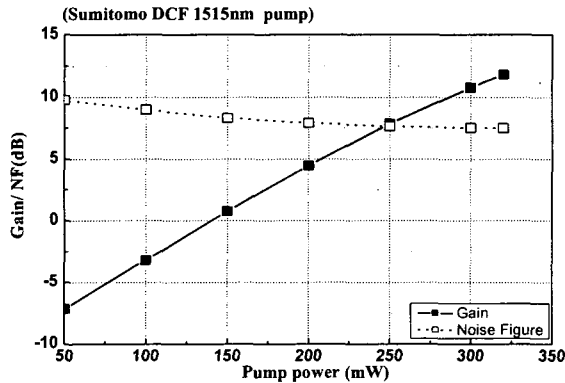


그림 2 라만증폭기의 이득과 잡음지수

### 2.2 300km 광선로 측정

300km 전송 실험을 위해 그림 3과 같이 구성하였다. 60km SMF module 5개로 300km 전송 선로를 구성하였고 각 SMF module 사이에 60km 전송 시 발생된 손실을 보상해 주기 위해 C-band EDFA를 삽입하였다. 시험용 광섬유에 2.5Gbps의 Bit-rate, 1553nm의 파장을 갖는 DFB-LD 3.5dBm을 신호광으로 사용하였다. 10us의 펄스 폭을 갖는 OTDR 감시광은 신호광과 반대 방향으로 입사 시켰고 120km를 전송한 후 60km 마다 두 번에 걸쳐 증폭하였다. 처음 120km 구간은 OTDR이 별도의 증폭기 없이 측정할 수 있기 때문에 증폭기가 포함되지 않은 바이패스로 구성하였다.

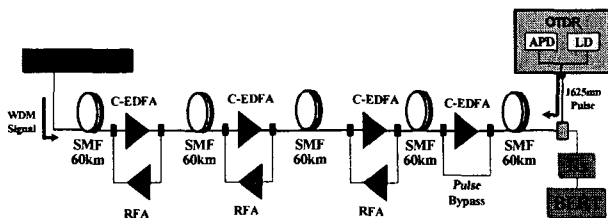


그림 3 300km 전송을 위한 실험 구성

그림 4는 측정된 광선로 감시결과인 OTDR trace를 보여주고 있다. 측정 결과에서 알 수 있듯이 300km의 시험용 광섬유를 기존의 OTDR을 사용하여 본 논문에서 제안한 바이패스 모듈로 감시할 수

있음을 보여주었다.

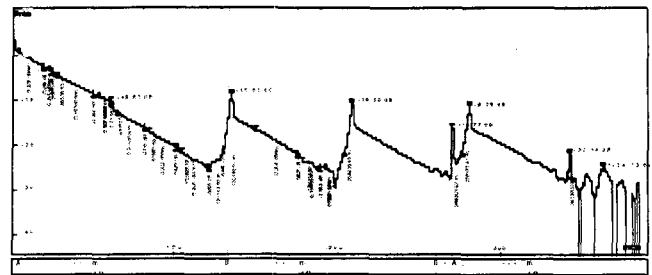


그림 4 300km 감시 OTDR trace

### 3. 결 론

인터넷의 수요가 급증하고 정보통신 기술이 발전하면서 현대의 광통신망은 고속화 되고 대용량화 되고 있다. 특히 기간전송망에서의 트래픽 증가는 사고발생 시 그 피해가 매우 크므로 미리 진단하고 예방하여 사고를 줄이고 사고위치를 신속하고 정확하게 판단하여 피해를 최소화 하는 것이 매우 중요하다.

본 논문은 장거리 기간전송망 감시를 위해서 1625nm 의 OTDR 감시광을 라만 증폭기로 증폭하여 300km의 EDFA가 사용된 광케이블망을 감시하였다. 이를 위하여 감시광 바이패스방법과 감시광을 증폭시킬 수 있는 라만 증폭기를 개발하였으며 1625nm OTDR 감시광 증폭으로 광 네트워크망에서 300km의 장거리 감시가 가능함을 입증하였다.

### [참 고 문 헌]

- [1] Y. W. Lai, et al, IEEE Photonics Tech.. Lett., vol. 6, no. 3, pp. 446-449, 1994.
- [2] G. P. Lees, et al, IEE Electronics Lett., vol. 33, No. 12, pp.1080-1081, 1997.
- [3] Yoshiaki Sato and Koh-ichi Aoyama, Journal of Lightwave Tech. vol. 10 No. 1, pp. 78-83, 1992.
- [4] Y. K. Chen, et al, IEEE Photonics Tech.. Lett., vol. 7, no. 9, pp. 1084-1086, 1995.