

광케이블을 이용한 발전소 계측제어시스템

신 건 학 조 흥 근 오 면 택

한국전력공사 기술연구원 전자응용연구실

Power Plant Instrumentation and Control System by using Optical Fiber Cable

Keon-Hak Shin Hong-Keun Cho Myon-Taek Oh

Applied Electronics Dept. Research Center KEPSCO.

ABSTRACT

Analog systems could not fully deal with instrumentation and control facilities in power plants since these facilities have become more and more complex on account of various needs for large power generation capacity, highly cost effective operation to conserve energy and operation management to prevent pollution.

Digitalizations of control device and augmentations of control informations increased the necessity of fiber optic data networks which have excellent noise immunity and high quality wide-band with information transfer capability.

The goal of this study is to offer a fiber optic data-way system which has high reliabilities, high data transmission rates and small cable ducts with large transmission capacities for the instrumentation and control of power plants.

1. 서 론

최근 광전자 기술의 급속한 발달과 함께 이룰 응용하여 발전소등 여러산업 분야의 계측 제어·감시 시스템을 디지털화, 소형화 및 고신뢰도화하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

광섬유 케이블은 저손실, 광대역, 무유도, 세경 및 경량 등 우수한 특성을 가지고 있어 장거리 다중전송이 가능하고 취급이 용이할 뿐만아니라 전자계의 영향이나 서지(surge) 등의 영향을 받지않으므로 발전소와 같은 전기적 환경조건이 열악한 장소에 특히 유리하다. 또한 발·변전소에 적용할 경우 덕트(duct)나 트레이(tray)의 크기를 대폭 축소시킬 수 있다.

이와같은 광섬유 케이블의 특성을 이용한 광계측제어 시스템을 개발하기 위하여 광시스템을 발전소의 어느 분야에 적용하는 것이 타당한가를 조사하기 위해 기존 발전소 계측제어 시스템을 연구 분석하고 그 결과를 토대로 적용범위를 결정하여 본산형 처리시스템을 근간으로 하는 광계측 제어시스템의 기본설계를 행하였다. 또한 광네트워크에 의한 계측제어 시스템, 광다중 전송시스템 및 광CCTV(Closed Circuit Television) 시스템 등 광계측 제어시스템을 설계 제작하여 발전소의 계측제어 분야의 sub-loop계통인 mill, fly ash, SLP 및 화상감시 계통에 적용 설치하였다. 제작된 각 장치들은 설치, 유지보수 및 확장성이 용이하도록 시스템을 구성했으며 성능을 평가하기 위하여 현장 운용시험과 장기 신뢰성 시험을 실시하였다.

2. 광네트워크를 이용한 계측제어 시스템

2-1 광네트워크

컴퓨터 네트워크 분야에서는 최근 근거리통신망(LAN: Local Area Network)의 중요성이 크게 인식됨에 따라 EMI(Electro-Magnetic Interference)와 RFI(Radio Frequency Interference)에 대한 면역특성과 전기적 절연, 넓은 대역폭 및 도청방지등의 장점이 있는 광섬유 케이블을 전송매체로 하는 광 LAN의 도입이 활발히 진행되고 있다.

이러한 추세에 따라 계측제어 분야의 각종 신호를 계측제어하기 위하여 오퍼레이터 콘솔, mill계통 및 fly ash 계통에 토큰버스 방식을 이용한 루우프 형태의 광네트워크를 그림 2.1과 같이 구성하였다. 광네트워크는 각종 신호를 전송하는 전송부, 전기신호를 광신호로 변환하여 송신하고, 수신된 광신호를 전기신호로 변환하는 송·수신

기 및 네트워크상의 단자에 입력되는 전송프레임의 도착 순서에 따라 중계제어를 행하는 제어부로 구성하였다.

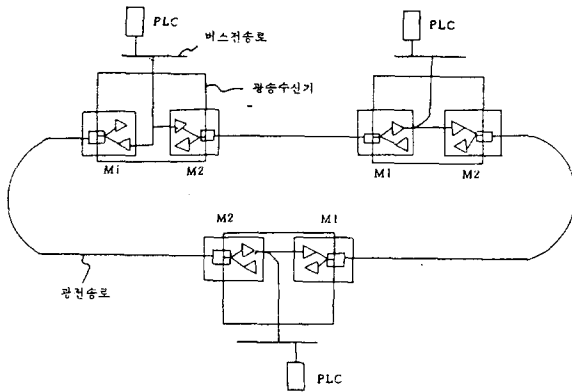


그림 2.1 광네트워크의 구성도

전송부는 콘트롤러와 송·수신기 사이의 전기적인 신호를 전송하는 버스전송로와 송·수신기 사이의 신호를 전송하는 광전송로로 분류된다. 버스전송로는 전송매체로 특성 임피던스 75 ohm의 5C-2V 동축케이블을 사용하였으며, 전송거리는 최대 250m이다. 또한 멀티드롭 방식을 사용하여 여러개의 콘트롤러를 접속할 수 있도록 하였고, 반이중 통신 방식을 사용하였다. 버스전송로의 전기적 인터페이스는 절연평형 차동전압이며 데이터 신호의 크기를 펄스폭으로 나타내는 PDM(Pulse Duration Modulation) 방식을 사용하였다. 버스전송로의 전송매체로 동축케이블을 사용할 경우에는 전기신호의 전송에 있어 전송단말에서 항상 반사파가 존재하므로 반사계수를 줄이기 위해 동축케이블의 특성 임피던스와 동일한 종단저항을 부착하였다.

광전송로는 전송매체로 유니트형의 6심 멀티모드 광섬유 케이블을 사용하였으며 전송손실은 3.0 dB/Km 이고, 최대 16대의 광송·수신기를 접속할 수 있으며 전송속도는 5 Mbps로서, 전송거리는 최대 1km이다. 광전송로는 투우프 형태로 각각의 광송·수신기에 연결되어 네트워크를 구성하며, 전송방식은 반이중 serial전송으로 모든 콘트롤러간에 통신이 이루어 지는 N:N 교환 방식으로 되어 있으며, 에러 check 는 16비트 CRC(Cyclic Redundancy Check)방식이다.

광송·수신기는 광네트워크에 연결되어 프로세서간의 정보를 전달하는 장치로서 광module과 제어부로 구성된다. 광module은 1 대의 광송신기와 1 대의 광수신기로 구성되며 '광송신기의 발광소자는 LED(Light Emitting Diode)를 광수신기의 수광소자는 PIN-PD(Positive Intrinsic Negative Photo Diode)를 사용했으며 DC 5V 전원으로 구동된다. LED의 광출력은 -28dBm이고, PIN-PD의 수신감도는 -34dBm이다. 80

제어부에서는 버스전송로와 광module 1,2에 연결된 2개의 광전송로를 함께 사용하여 네트워크를 구성하므로써 버스전송로의 전기신호와 투우프 형태의 광전송로를 통한 2개의 광신호등 3 종류의 전송단자에 입력되는 전송프레임의 도착순서에 따라 중계제어를 행한다.

광네트워크상의 신호전송은 버스전송로로 부터 신호를 받아 광송·수신기에서 송신할 경우와 광송·수신기에서 신호를 수신하여 버스전송로로 보낼경우로 구분하여 설명할 수 있다. 전자의 경우 신호전송은 PLC 나 CPU 에서 전기신호의 전송프레임이 동축케이블로 구성된 버스전송로를 통해서 광송·수신기에 입력되면 제어부에 의해서 광module 1,2는 송신모드로 되고 이들 신호는 광module의 송신부에서 광신호로 바뀌어 광전송로를 통해 다른 광송·수신기로 전송된다. 후자의 경우 신호전송은 광전송로를 통해서 광신호의 전송프레임이 광module의 수광소자에 입력되어 광/전기 변환기에서 전기신호로 변환된다. 이때 제어부에서 캐리어단을 감시하고 있다가 광module 1,2 중 선택된 광module은 수신모드로 다른 광module은 송신모드로 제어함으로써 수신모드의 광module에 입력되는 전송프레임만 유효하게 되고 송신모드의 광module에 입력되는 전송프레임은 소멸된다.

유효한 전기신호의 전송프레임은 PLC 나 CPU 와 연결된 버스전송로로 드롭되는 동시에 송신모드의 광module로 보내져 전기/광 변환기에서 광신호로 변환되어 광전송로를 통해 다른 광송·수신기로 전송된다. 즉 광전송로에 연결된 광module 1,2중 광module 1을 통해서 데이터를 수신할 경우에는 버스전송로로 데이터를 드롭시키는 동시에 광module 2를 통해서 데이터를 전송되도록 제어된다.

또한 광module 2로 데이터를 수신할 경우에는 버스전송로로 데이터를 드롭시키는 동시에 광module 1을 통해서 데이터가 전송되도록 제어된다. 따라서 광네트워크의 광케이블 한곳이 끊어져도 또다른 광전송로를 통해 전송프레임이 전달되므로 전송 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

2-2 계측제어 시스템

계측제어 시스템은 mill계통과 fly ash 계통에 적용한 감시제어 시스템으로 그림 2.2와 같이 오퍼레이터 콘솔, mill계통 및 fly ash 계통으로 구분되며 각계통의 프로세서 유니트들은 광송·수신기에 의해 광네트워크로 연결되어 있다.

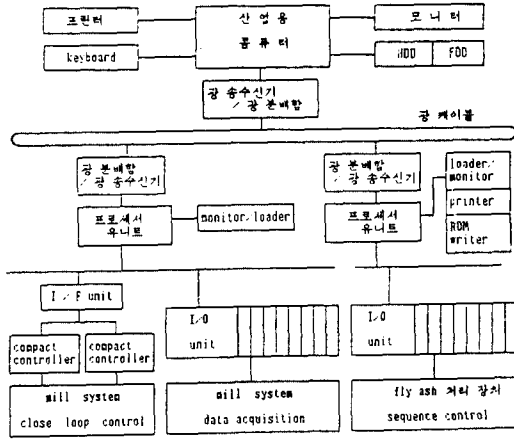


그림 2.2 계측제어시스템의 구성도

2-2-1 오퍼레이터 콘솔

오퍼레이터 콘솔은 CPU, 통신 콘트롤러, 입·출력장치, 보조기억장치, MMI 제어장치를 내장한 소형, 고성능의 산업용 마이크로 컴퓨터와 키보드 및 디스플레이장치, 프린터등의 주변기기로 구성되어 있다.

오퍼레이터 콘솔의 산업용 컴퓨터는 FA, PA, LA 등의 산업 분야를 지향하는 소형, 고성능의 범용 마이크로 컴퓨터로서 산업용으로 필요 불가결한 real time multitask가 가능한 LRS III OS와 퍼스널 컴퓨터에 공통되는 범용 OS를 갖추고 있어 온라인 실시간 처리는 물론 일괄처리도 용도 및 특성에 맞추어 high level 프로그래밍 언어로 쉽게 프로그래밍 할 수 있도록 되어 있다.

오퍼레이터 콘솔부는 플랜트를 감시 조작하기 위하여 오퍼레이터와 플랜트의 창구 역할을 하는 것으로 시스템 기능은 MMI 기능, 감시기능 및 logging 기능이 있다. MMI 기능은 오퍼레이터 운용을 위한 CRT 모니터와 keyboard로 구성되며, 감시기능에서는 H/W의 자기진단 기능을 구비한 시스템으로 alarm 기능, 프로세스 alarm 기능 및 프로세스의 상태 감시기능등이 있다. logging 기능에서는 hard copy 기능, 경보기능, 상태 표시기능 및 추이곡선 표시등을 실행한다.

2-2-2 Mill 계통

Mill계통은 광송·수신기, 프로세서 유니트, 루우프 제어부를 위한 CCU(Compact Controller Unit), 프로세서 유니트와 T-link전송을 위한 인터페이스용 유니트 및 현장신호 입력을 위한 각종 IOU(Input Output Unit)로 구성된다.

프로세서 유니트는 IOU로부터 T-link 네트워크를 통해 mill계통의 각종 프로세스 계속치를 수집하여 처리하는 기능과 광송·수신기를 통해 각노드간을 통신하는 기능을

가지며 monitor/loader를 통해 프로세서 유니트의 프로그램 개발 및 수정이 가능하고 온라인 상태에서 각 데이터를 모니터링 할 수 있다.

CCU는 mill계통의 6개 루우프 제어부 중에 B-1에 대해 공기유량과 출구온도를 일정치로 유지하도록 공기량을 제어하는 기능을 갖고 있으며 제어기능은 CCU 자체에서 독립적으로 수행되며, 제어기능 변경시 자체에서 프로그램의 수정이 가능하도록 되어 있다.

IFU(Interface Unit)는 CCU의 제어상태를 상위 오퍼레이터 콘솔로 전송하기 위해 프로세서 유니트와 T-link로 인터페이스하는 기능을 갖고 있다.

모든 TIU(T-link module/ Input-output Unit) 및 IOU들은 mill 계통의 현장에 있는 각종 센서 및 접점으로부터 아날로그, 디지털 신호를 입력받아 1차 처리를 한후 T-link를 통해 프로세서유니트로 전송하는 기능을 갖는다. Mill 계통에 설치된 프로세서 유니트는 word연산과 통신 처리를 행하는 CPU, 시퀀스 제어를 전용으로 하는 bit processor, 각종 데이터 저장을 위한 메모리류, 광네트워크를 통해 프로세서 유니트간의 통신을 하기 위한 P-link 통신부 및 현장 기기로부터 신호를 입력받는 PIO(Process Input Output) module과의 통신에 필요한 T-link통신부 등으로 구성되어 있다.

2-2-3 Fly ash 계통

Fly ash 시스템은 A, B의 두 시스템으로 구분되며 각 시스템은 광송·수신기, 프로세서 유니트, TLM(T-link Module), IOU, monitor/loader, ROM writer등으로 구성된다.

프로세서 유니트는 A, B 각각 한대씩으로 mill계통의 프로세서 유니트와 같은 유니트로서 시퀀스 제어기능을 가지며, TLM은 프로세서 유니트와 T-link 인터페이스 기능을 가지고 있다. IOU는 디지털 입·출력 카드로 구성되며, 디지털 입력카드는 fly ash 계통의 현장에 있는 각각의 접점으로부터 입력되는 디지털 신호를 처리하고 디지털 출력카드는 현장에 설치된 솔레노이드 밸브를 구동시키기 위해 접점 출력신호를 발생한다.

디지털 입·출력 신호는 TLM을 통하여 프로세서 유니트와 T-link 통신을 하게되며, 프로세서 유니트에서 제어 프로그램 입력 어드레스로 사용된다. Monitor/loader는 온-라인, 오프라인상에서 시퀀스 제어프로그램을 작성 및 수정할 수 있고, 시스템이 운용중인 상태에서도 프로그램 81 내부 메모리 데이터와 시퀀스 로직을 시뮬레이션 할 수

있는 기능을 갖는다. 또한 온-라인상에서 프로세서 내부의 제어프로그램을 monitor/loader의 RAM에 보관시킬 수 있다. 프린터는 프로세서의 제어프로그램과 프로그램 운용중인 로직상태를 인쇄할 수 있다.

ROM writer는 프로세서 유니트에 장치될 수 있는 ROM cassette에 프로그램을 입력시켜 프로세서 내부의 프로그램이 소거되지 않도록 하며, ROM cassette의 소거상태 확인과 데이터 도출, 비교하는 기능을 갖고 있다.

제어 소프트웨어의 flow chart는 그림 2.3 과 같이 제어 시스템의 운전모드 결정이 확정된 후부터 시스템 프로그램 구조를 나타낸 것으로 시퀀스 로직 제어 프로그램을 한 스케마다 연산처리 하도록 되어 있으며, 운전모드에 따라 제어프로그램의 연산은 각기 다른 routine의 로직으로 수행된다.

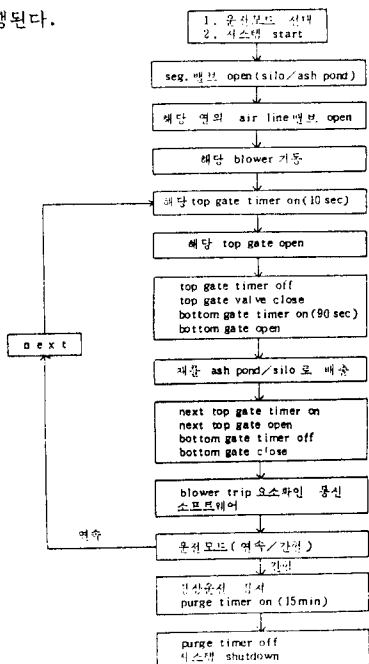


그림 2.3 제어 소프트웨어 flow chart

3. 광다중 전송시스템

SLP(Seawater Lift Pump) 계통의 복수기에 냉각수를 공급하기 위하여 해수를 끌어 올리는 설비로서 SLP의 winding 온도, bearing 온도등의 신호를 배전반의 데이터 로거에 입력시켜 펌프의 운전상태를 감시하도록 되어 있다.

기존 시스템은 펌프 1대에 대해 4 포인트의 신호를 감시하도록 되어 있어 총 16 포인트의 신호를 SLP 현장에서 배전반까지 600m를 각각의 온도보상도선(16가닥)을 이용하여 전송하므로써 케이블 비용이 전체 시스템 비용의

상승요인이 될뿐만 아니라 장거리 전송에 있어 데이터의 attenuation으로 정확한 온도를 측정하기 어렵다. 반면에 광대역, 저손실 특성을 갖는 광케이블을 사용하므로써 원거리일 경우에 기존의 방식보다 경제적인 뿐만 아니라 측정 데이터의 정확한 전송이 가능하다.

시험시스템은 그림 3.1과 같이 광 MUX장치, 광케이블, 열전대 변환기, 온도보상도선으로 구성되며, 신호전송은 4대의 펌프에서 16포인트의 감시신호를 각각의 온도보상도선을 통해 SLP 현장에 설치된 열전대 변환기에 입력되고 열전대 변환기에서 1~5V DC로 변환되어 광MUX 장치에 입력되어 다중화된다.

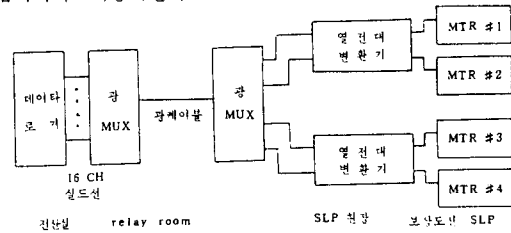


그림 3.1 광다중 전송시스템 구성도

이 신호는 광신호로 변환되어 광케이블을 통해 relay room에 설치된 광MUX 장치로 입력되어 광/전기 변환과 demultiplexing하여 2~10V DC로 변환되어 최종 데이터 로거시스템에 입력 처리된다. 광다중 전송기기는 발·수광소자로서 LED와 PIN-PD를 사용하였으며 아날로그 신호를 12 bit의 디지털 신호로 변환한 후 직렬로 쌍방향 전송을 수행하고 차동 입·출력방식으로 되어있다.

광다중 전송기기는 입력신호(0~5V)를 buffering하여 S/H(Sample/Hold) 신호를 출력하고 buffer와 입력된 신호를 A/D 변환하기 위하여 변환시간 동안 hold하는 S/H 회로, 여러 채널의 아날로그 신호를 순간적으로 선택하여 A/D 변환하도록 하는 아날로그 MUX, 입력된 아날로그 신호를 디지털로 변환하는 A/D 변환 및 입력된 신호를 순차적으로 A/D 변환할 수 있도록 전체의 timing을 제어하고 디지털 변환된 아날로그 신호에 어드레스를 첨가시키는 timing 회로로 구성된다.

열전대 온도변환기는 온도를 전압이나 전류로 변환하는 장치로서 펌프의 thermocouple과 transducer를 온도보상도선으로 연결하여 구성된다. Thermocouple은 특성상 양쪽 mode의 온도차에 따라 열전자가 이동하게 되고 열전자의 이동으로 수mV의 기전력이 발생하게 된다. 이 기전력은 온도보상도선을 통해 transducer에 입력되어 transducer에 82서 mV의 입력을 1~5V DC의 전압이나 4~20mA의 전류

로 변환하여 출력한다.

4. 광CCTV 감시시스템

공해방지 및 에너지 절약효과로서 화력발전소에서는 원전연소를 행할 필요가 있고 특히 석탄을 원료로 하는 경우는 저탄장을 감시하여 석탄이 날리지 않도록 관리하고 있다. 이에 따라 연들의 완전연소 상태, 저탄장의 상태 및 발전소 전역을 감시할 수 있는 감시시스템의 필요성이 대두되었다.

따라서 시험시스템은 현장의 상태감시가 용이한 위치인 전해설비의 옥상에 CCD(Charge Coupled Device)칼라 카메라를, SLP room에 카메라 제어유니트 및 광화상 전송장치의 송신부를 설치하고 모니터 및 광화상 전송장치의 수신부는 배전반 1,2 호기 판넬에 설치하였다. 신호전송은 좌우 360° 회전과 75° 높이 조절등 원격제어가 가능한 CCD 칼라 카메라로 부터 감시신호를 광화상 전송장치로 보내고 이 신호는 광케이블을 통해 모니터로 분배된다. 3 단자 출력중 1 포인트는 기존 분배기에 입력되어 소장실, 부소장실, 발전부 사무실로 분배된다. 화면상태는 출력단자로부터 직접 분배된 모니터의 경우 화질이 양호하나 기존 분배기를 거친 장소의 모니터는 화질이 다소 떨어진다. 시스템 구성은 그림 4.1 과 같다.

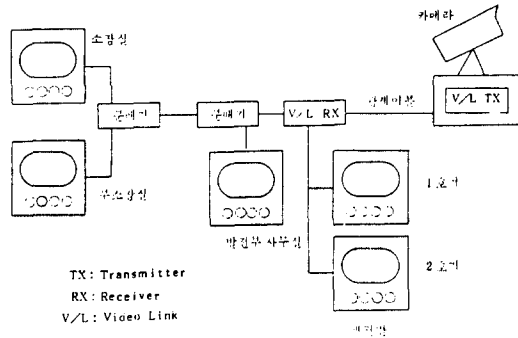


그림 4.1 시스템 구성도

광화상 전송시스템은 전기/광, 광/전기 변환회로와 광remote controller 로 구성되어 있으며, 전기/광 변환회로는 혼합된 영상신호와 음성신호를 광섬유를 통해 전송할 수 있도록 전기적인 신호를 광신호로 변환하기 위한 회로로써 DG (Differential Gain)의 비선형성을 보상하기 위한 pre-distortion보상회로와 저주파 특성을 개선하기 위한 pre-emphasis 회로로 구성되어 있으며 광원에는 850nm 파장의 LED 를 이용했다. 광/전기 변환회로는 광섬유를 통한 광신호를 전기신호로 변환하는 장치로서 높은 SNR

를 유지하기 위해 광대역 증폭기를 사용하여 높은 SNR 를 유지하는 전치증폭기, 신호의 크기를 충분히 증폭하기 위한 주증폭기, 출력신호를 자동적으로 일정하게 유지하기 위한 AGC(Automatic Gain Control) 회로로 구성되어, 수광소자로는 PIN-PD를 사용하였다. 영상 및 음성신호의 주파수 대역은 그림 4.2와 같다.

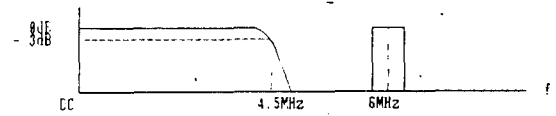


그림 4.2 영상 및 음성신호의 주파수 대역

카메라 remote controller 는 하나의 광섬유로 64개의 접점을 제어할 수 있는 카메라의 원격제어 장치로서 remote control 전용 IC를 이용하지만 적외선 발광 다이오드 대신 광통신용 LED 를 대체 사용함으로써 저가격, 고밀도, 대기능 회로구성이 가능하도록 하였다.

카메라의 제어를 위한 8가지 기능은 송신 key 에 대응되는 출력으로 relay 를 구동하여 카메라 모터 control box 의 접점을 제어하도록 하였다.

이와같이 제작된 카메라 remote control회로는 송·수신 간 level 차가 24dB이므로 충분히 실용성이 있으며 기본 조작key 이외에 나머지 신호는 사용자가 임의대로 활용할 수 있도록 최대 244key까지 확장이 가능하여 여러분야에서 별도의 제어전용으로 응용할 수도 있다.

5. 실증시험 및 평가

시험시스템의 설치를 완료하고 각 계통별로 실증시험을 실시하였다. 계측제어 계통은 현장값과 시험시스템에서 최종 처리되어 CRT 모니터에 표시되는 값을 비교하는 방법으로 실시하였는데 현장값은 각 포인트의 특성에 따라 센서에서 바로 thermometer 혹은 voltmeter 로 측정하는 방법과 현장 계측기로부터 직접 얻는 방법으로 측정하였다. 샘플 포인트에 대한 시험결과를 표 1과 같다.

표 1 샘플포인트 시험결과서

입 력 점	시험시스템	현 장	오 차 (%)
PULV.A-1 IN GAS TEMP	91.25 °C	90.00 °C	0.21
PULV.A-1 OUT GAS TEMP	80.02 °C	79.00 °C	0.68
VENT FAN A MTR DRV END BRG TEMP	56.35 °C	56.00 °C	0.35
PULV.A-1 MTR DRV END BRG TEMP	66.13 °C	67.00 °C	0.87
PULV.C-1 DRV END BRG TEMP	42.58 °C	42.00 °C	0.58
PULV.A-1 IN GAS FLOW	4.31 V	4.34 V	0.03
PULV.A-1 LEVEL	1.22 V	1.24 V	0.02

오차는 현장측정치 기준

SLP 계통은 시스템의 신뢰성을 평가하기 위하여 표2와 같이 현장에서 측정한 데이터와 광다중 전송기로 전송된 데이터를 비교 분석하였다.

표 2 SLP 계통의 측정 데이터

측정 항목	90.17.11.14		노출	90.17.11.26		비교
	단위	평균		단위	평균	
# 1-A SLP MTR WINDING TEMP.	72.5	73.1	0.6	29.3	29.1	3.2
# 1-A SLP MTR UPPER GUIDE	50.3	49.8	0.5	26.4	27.8	1.4
# 1-A SLP MTR THRUST BRGT	53.2	51.8	1.4	28.3	27.7	0.6
# 1-A SLP MTR LOWER GUIDE	56.4	56.0	0.4	28.3	28.7	0.4
# 1-B SLP MTR WINDING TEMP.	76.6	77.5	0.9	26.3	27.8	1.5
# 1-B SLP MTR UPPER GUIDE	56.0	54.8	1.2	27.8	27.7	0.1
# 1-B SLP MTR THRUST BRGT	61.4	59.5	1.9	28.2	27.7	0.5
# 1-B SLP MTR LOWER GUIDE	61.8	62.7	0.9	28.3	28.9	0.6
# 2-A SLP MTR WINDING TEMP.	77.9	77.9	0.0	83.3	83.3	0.0
# 2-A SLP MTR UPPER GUIDE	52.7	55.2	2.5	57.0	59.0	2.0
# 2-A SLP MTR THRUST BRGT	58.2	59.1	0.9	62.1	62.9	0.8
# 2-A SLP MTR LOWER GUIDE	54.8	55.0	0.2	57.6	56.5	1.1
# 2-B SLP MTR WINDING TEMP.	71.8	73.4	1.6	84.5	83.8	0.7
# 2-B SLP MTR UPPER GUIDE	44.9	46.0	1.1	48.4	49.6	0.8
# 2-B SLP MTR THRUST BRGT	47.2	48.0	0.8	47.4	47.4	0.0
# 2-B SLP MTR LOWER GUIDE	29.4	31.5	2.1	34.1	36.0	1.9

광케이블의 특성시험은 케이블 제조 직후에 광섬유 케이블의 손실, 대역폭, 광섬유의 광학특성 및 광케이블의 기계환경 특성을 측정하고 광케이블을 설치한 후 손실값을 측정하였다. 광케이블의 손실값에 대한 측정결과는 표 3과 같으며 실계 기준치를 만족하였다.

표 3 광케이블 손실값

source	destination	1	2	3	4	5	6	
SLP room	SLP 현장	1	-25.12	-26.02	-25.25	-25.25	-25.25	-25.25
		2	-25.14	-26.71	-25.77	-25.77	-25.77	-25.77
		3	-25.13	-27.27	-26.27	-26.27	-26.27	-26.27
		4	-25.13	-26.18	-26.18	-26.18	-26.18	-26.18
		5	-25.13	-26.32	-26.32	-26.32	-26.32	-26.32
		6	-25.13	-26.15	-26.15	-26.15	-26.15	-26.15
relay room	SLP room	1	-24.60	-26.63	-26.63	-26.63	-26.63	-26.63
		2	-24.60	-26.40	-26.40	-26.40	-26.40	-26.40
		3	-24.60	-26.35	-26.35	-26.35	-26.35	-26.35
		4	-24.60	-26.39	-26.39	-26.39	-26.39	-26.39
		5	-24.60	-26.41	-26.41	-26.41	-26.41	-26.41
		6	-24.60	-26.62	-26.62	-26.62	-26.62	-26.62
relay room	mill house	1	-24.60	-25.92	-25.92	-25.92	-25.92	-25.92
		2	-24.60	-25.81	-25.81	-25.81	-25.81	-25.81
		3	-24.60	-25.72	-25.72	-25.72	-25.72	-25.72
		4	-24.60	-25.70	-25.70	-25.70	-25.70	-25.70
		5	-24.60	-25.63	-25.63	-25.63	-25.63	-25.63
		6	-24.60	-25.93	-25.93	-25.93	-25.93	-25.93
relay room	ash house	1	-24.60	-25.81	-25.81	-25.81	-25.81	-25.81
		2	-24.60	-25.59	-25.59	-25.59	-25.59	-25.59
		3	-24.60	-25.58	-25.58	-25.58	-25.58	-25.58
		4	-24.60	-25.86	-25.86	-25.86	-25.86	-25.86
		5	-24.60	-25.80	-25.80	-25.80	-25.80	-25.80
		6	-24.60	-26.12	-26.12	-26.12	-26.12	-26.12
mill house	ash house	1	-24.86	-25.92	-25.92	-25.92	-25.92	-25.92
		2	-24.86	-25.89	-25.89	-25.89	-25.89	-25.89
		3	-24.86	-25.96	-25.96	-25.96	-25.96	-25.96
		4	-24.86	-26.26	-26.26	-26.26	-26.26	-26.26
		5	-24.86	-26.17	-26.17	-26.17	-26.17	-26.17
		6	-24.86	-26.12	-26.12	-26.12	-26.12	-26.12

6. 결론

본 연구에서는 서천화력 발전소의 sub-loop 제어계인 mill, fly ash와 중앙처리 장치간을 연결하는 광네트워크를 구성하여 광데이터웨이에 의한 계측 및 제어에 대한 실증시험과 SLP 계통에서의 운전에 필요한 데이터의 다중 전송처리 및 CCTV 화상 전송에 광섬유 케이블을 적용하

여 실증시험을 수행하고 다음과 같은 결과를 얻었다.

- 광네트워크를 이용한 본산형 제어방식의 효율성 및 신뢰성 확인
- 광다중 전송기기를 사용한 SLP 등의 데이터 다중전송 실현으로 데이터 전송 방식의 개선
- 광화상 전송시스템에 의한 베이스밴드 칼라 화상 신호 전송 및 카메라 원격조정 기능부여로 화질개선 감시영역 확대
- 오퍼레이터 콘솔에 MMI 기능을 보강함으로써 운전의 편의성 향상

이러한 시험시스템은 국내에서는 처음으로 발전소 계통에 적용한 경우로서 장치의 국산화를 통하여 유지보수, 신·증설 측면에서 기술적으로 큰 진전을 이루어 앞으로 발전소의 주제어 분야에까지도 확대적용을 기대할 수 있게 되었다. 또한 광센서 기술의 발달로 센싱자체에서부터 광전자 기술이 적용되면 전자계 노이즈등에 대한 영향을 모두 배제할 수 있게 되어 더욱 효과적인 발전소 종합관리 시스템으로 발전될 것이다.

참고 문헌

1. YAMAUCHI, T, ADACHI, K, "Gamma-Ray irradiation test of an optical remote multiplexing system for a nuclear power station", TRANS.AM. NUCL. SOC. (USA) Vol.45,PP. 675-676,1983
2. "Fiber optics fits well at power generating station", TELEPH. ENG.AND MANAGE. (USA) Vol.83.No.10,pp.72-73, 15 MAY. 1979.
3. Elliott.Thomas. C, "Cost,space,safety benefits make fiber optics commercially viable", Power Vol.130, No. 8,PP.45-47, Aug. 1986.
4. Damsker,Dorel, "Fiber ortic links for power plant control and data communication systems", Power Engineering Vol.86,No.2,PP.54-57,Feb. 1982.
5. Ebhardt.C.A. "T-1 rate fiber optic transmission system for electric power station telecommunications",Proc-FOC '79,Fiber optic and communication,PP. 248-254, 1979.
6. Lilly.C.J, "2 Mbit/s optical fiber system for telecommunication links into power station and other potentially hazardous environments",