

장거리 광통신을 위한 45Mb/s 옥외형

무선광계기시스템 개발

* 이 원빈, * 조 홍근, * 오 변택, ** 이 대영, ** 김 종한

* 한 전 기 술 연 구 원 ** 삼성 반도체 통신

The development of outdoor model repeater system for long-haul link of 45Mb/s class fiber optic transmission

* Won Bin Lee, * Hong Keun Cho, * Myon Teak Oh, ** Dae Young Lee, ** Jong Han Kim

* Research Center KEPC

** Samsung Semiconductor and Telecommunications Co., Ltd.

Abstract

This paper describes on the special purpose repeater system for long-haul fiber optic communication link which is installed on the power transmission link such as composite overhead ground wire with optical fibers(DPGW).

The outdoor model of repeater system was developed and tested on the field for the practical application.

1. 서 론

인정되고 효율적인 전력공급을 위하여 전력회사에서 필요로 하는 정보는 다양하고 대량화되고 있으나 기존 전력통신망은 Micro Wave, 전력선방송, 일반 통신케이블등으로 구성되어 시설상의 이견, 전송대역의 제한, 전자유도장해에 의한 회선품질의 저하등, 급후 정보 전송상의 제조건을 만족시키는데는 충분치 못하므로 앞으로 전력통신망의 정보 전송수단은 무유도선, 고내압성, 고속 광대역 특성이 우수한 광통신 방식의 활용이 확산되는 추세에 있다.

전력회사의 광통신망 구성에는 기구적으로 인정되고 전국에 걸쳐 시설된 송전선로의 구조물을 이용한 광복합 가공지선(DPGW) 등이 사용되나 현재 사용되고 있는 기술로 보아 무중계 가능 전송거리는 40Km 내외로서 장거리 구간에서는 중계전송이 필요하게 된다.

한편 송전선 경과지는 대부분 산악지방으로 이따따라

설치되는 광통신 링크의 중계소 운용에 있어서는 중계기 동작에 필요한 전원 확보 문제와 기상변화등 주변환경이 중계기설치 운용에는 극히 불리하여 이에 적합한 전원 공급방식 및 옥외형 광중계 장치의 개발이 필요하다. 본 연구에서는 이를 만족하기 위하여 무인운전에 적합한 광중계 장치를 개발하고 독립전원장치, 온도 보상을 위한 시설물에 대한 검토와 함께 시스템의 현장실증 시험을 통하여 적용 가능성을 입증하였다.

2. 시스템 구성

전력정보 전송을 위하여 개발된 45Mb/s급 옥외 무인운전을 위한 광중계시스템은 오버헤드비트 방식으로 설치한 광단극 및 광무인 중계시스템으로 나눌 수 있고, 중계시스템의 구성으로는 광신호 재생을 위한 중계장치, 급전장치, 온도보상과 시스템 설치를 위한 시설물(맨홀 또는 hut)을 들 수 있다.

(1) 광중계 장치

광중계 장치는 광신호의 재생 중계 기능의 유니트들이 실장된 중계장치본은 운전신뢰도 향상을 위하여 1:1 핫스탠바이로 구성하였고 중계지역의 환경변화에 의한 회로소자의 특성변화를 방지하기 위하여 온도보상을 위한 합체를 설계하였다.

또한 티합장치는 중계장치의 소비전력을 줄이기 위하여 휴대형으로 분리하고 필요시 중계장치와 본넷터로 연결하여 사용할 수 있도록 하였다.

(2) 광단국 장치

광송계장치와 대향으로 운용되는 광단국 장치도 중계장치와 마찬가지로 1 : 1 핫스탠바이 방식으로 설계하였으며, 전원 및 경보문맥면, 동기문맥면, 동기제어면, 타협장치면, 광단국면으로 구성하였다. 감시제어면에는 우인 중계기에서 보내온 중계소의 온도, 침수, 출입문등에 대한 감시 데이터를 받아 경보를 발하거나 원격제어 할 수 있도록 하였다.

(3) 전원공급 장치

중계기의 공급전원으로는 발전용량 최대 1350W의 태양전지 어레이와 12V, 90A 용량의 캐피시터 및 부조일 12일까지도 중계장치에 전원공급이 가능한 축전지 시스템을 설계하였다.

(4) 중계기장치 하우징

온도보상과 중계시스템 설치불 위하여 지하설치 경우의 맨홀과 지상 설치경우의 hut을 구성하였다. 맨홀의 경우는 온도보상 범위가 넓어 별다른 문제점이 없었으나 hut의 경우는 보정범위가 적지 못하여 여러 가지 부대설비와 세심한 설계가 필요하였다.

3. 시스템 설계

(1) 중계장치

가. 검출 유니트 (FRU)

이 유니트에서는 광수신유니트로부터 45.382Mbps 데이터와 클럭을 수신하여 서비스 데이터의 후출 및 삽입기능을 행한후 광송신 유니트로 송신하도록 하고 단국의 프레임 유니트에서 발생한 패리타를 검지하여 광전송 선로의 BER(Bit Error Rate)를 감시하도록 하였다.

또한 이 유니트에는 FRU Enable (GND level) 신호를 OTU로 전송하도록 하여, 유니트의 인출시에는 서비스 데이터의 추출 또는 삽입을 위한 프레임, 리프레임없이 시스템이 through repeater로 동작하도록 하였다.

나. 광송신 유니트 (OTU)

광송신 유니트에서는 전기적인 신호 45.382Mbps NRZ DATA를 광신호로 변환하여 광케이블을 통하여 전송하는 기능을 가지며, LD 구동부, 패턴 검출부, 광검출부, 바이어스 조정부 바이어스 경보 검출부, NO DATA 경보

검출부등으로 구성하였다.

다. 광수신 유니트 (ORU)

광수신 유니트에서는 광섬유를 통해 전송된 45.382Mbps 광신호를 수신하여 전기적 신호로 변환한 후 PLL 회로를 거쳐 클럭을 추출하여 원래의 신호로 재생하고 정형시켜 FRU로 전송하도록 하였다.

라. 감시정보 수집 유니트 (SPU)

이 유니트에서는 AIU를 통해 감시정보를 수집하고 부국으로부터 감시정보 수집요구가 있을때 이를 송신하도록 하였다

마. 부우프백 유니트 (LBU)

단국에서 부우프백 명령시 부우프백 데이터 프레임 통기를 찾아 명령을 수행하도록 하였다.

바. 타협장치 (TEL SET)

중계장치의 소비전력을 줄이고 설계의 단순화를 기하기 위하여 별도의 휴대용으로 제작된 타협장치는 4선식 선로로 접속하고 D/W PART의 송신 -16 dBm에서 수신 +7 dBm으로 LEVEL을 조정하도록 하였다.

이유니트는 DTMF 방식을 사용하였고, KEY PAD를 사용하여 SITE의 선택호출 및 전제호출이 가능하게 하였다. 타협선 신호는 ADM 방식에 의해 부호화 되고 광전송 장치의 OVERHEAD BIT 전송방식에 의해 송수신된다.

사. 경보 유니트 (AIU)

전원장치의 상태감지와 문진 신뢰도 향상을 기하기 위한 축전지 저전압의 감지 및 전원공급 유니트의 입력제어기능과 고온경보 및 FAN의 구동, 침수감지, 출입문 개폐상태등의 감시제어 기능을 구성하였고, 전원공급 유니트의 입력 차단 제어 기능외에는 모든 감시제어를 AIU 유니트에서 감지 및 제어 제어를 행하고, 그 상태를 단국측에 전달하게함으로써 자동문진 기능을 강화하였다.

(2) 전원장치

가. 태양전지 전원장치 설계개요

국내 일사량 자료를 근거로 하여 중계기에서 소비되는 전력을 공급할 수 있도록 하였으며, 부조일이 12월 까지 계속되어도 연속전지에서 전력을 공급하여 중계장치가 동작될 수 있도록 설계하였다. 태양전지 모듈은 STC 상태, 즉 일사량 1KW/㎡, AM1.5 -태양고도 48° -

온도 25°C 상태에서 최대 1350W를 발전할 수 있으며, 중계기의 최대 소비전력이 158W이므로 1일에 평균 3.2시간의 일조가 유지되면 장비동작이 가능하다. 이장치의 설계는 어유분을 갖고 계산하였고, 전원장치는 태양전지 모듈, 콘트롤러, 인축전지로 구성된다.

나. 용량 결정

회계에는 온도 상승으로 인하여 배터리 사이클링이 냉각회로 (cooling circuit)가 작동하게 되므로 중계장치의 소비전력이 증가하게 된다. 이와같이 원본 소비전력의 변화와 태양전지의 최대설치량을 정한후 계속되는 부하인용 감인하여 육전 용량을 결정하며 태양전지 용량에 따른 매월 발전 전력량과 비교하여 필요한 육전지 용량을 정하게 된다.

(3) 중계 장치 하우징

중계장치 하우징은 설치장소의 온도변화가 장치의 동작온도에 영향을 주지않도록 외층 작용을 하게 해야 한다. 또한 부인중계소 특유의 전기적 환경에서의 보호 시설 및 시설물의 보안도 신뢰성 확보에 중요한 포인트가 된다. 이를 만족시키기 위한 중계소 시설로서 hut 및 지하 맨홀을 검토하였다.

가. hut 설계

1) 입지조건

- 집자공사가 용이한 곳
- 작각리로 부터 보호받을 수 있는 곳
- 눈, 비등에 의한 지형의 변화가 적고, 이에 대한 대책을 세울 수 있는 곳
- 태양전지를 사용할 경우 충분한 태양열 받기를 할수 있는곳

2) hut 설계 조건

- 지락시 시설물 영역의 대지전위 불균형을 최대한 줄인다.
- 계절변화에 따르는 지반의 변형을 적게 하기위해서 기초 콘크리트 공사를 한다.
- 빗물의 침입을 막도록 한다.
- 방충시설을 한다.
- 사람의 침입을 최대한 막도록하고, 침입시에는

는 침입 경보를 발생하는 장치를 시설한다.

- 외기온도 변화에 의해 장비의 고장이 발생되지 않도록 한다.
- 시설물의 모든 도체 부위는 전기적으로 잘 접속되어야 한다.

3) 설계시 고려사항

중계기의 적정온도의 기온은에 대한 내부 온도의 차이는 각각 20°C와 10°C로써 서로 다르다. 그러므로 동절기와 하절기의 내부 온도를 보장하기 위해서 환기창을 우여 여름철에는 열고, 겨울철에는 닫아서 보온을 하는 방식을 취하였고, 또한 여름철 직사 광선에 의한 적외선의 온도 상승을 막기위해서 태양 전지판에 의한 그림자기 정지실에 최대한 미칠수 있도록 하여야 한다.

표 1. hut의 규격

항 목	규 격
○계 직	3600W X 3000H X 2200H (mm)
○재 질	외측 : Fe 0.8t 내측 : 스테이플
○두께	내외벽 포함 100mm 이상
○창 문	미닫이식, 방충망 설치
○쪽 입 문	여닫이식, 경보장치 부착
○Fan	온도감지센서에 의한 자동작동

(4) 맨 홀

가. 기상조건

맨홀 설계를 위하여 우리나라 동. 하절기의 최고 온도를 산출하기 위하여 85년도 건설연구소에서 조사한 기상자료를 참고 하였는데 표 2 에서와 같이 지하 맨홀 깊이는 0.3m 이상이면 맨홀에서의 온도 보상이 가능함을 알 수 있었다.

표 2. 지역별 기온 분포

건설연구소 '85

구 분	입 령	입리교.지		지 중 온 도			
		기 온	지표 기온	0.3m	1.0m	1.5m	3.0m
대 구	8월	36.3°	54.7°	<30.0°	<27.3°	<25.3°	<22.4°
대전	8월	-17.5°	-13.3°	>-3.2°	>0.9°	>4.4°	
	11월	34.4°	51.0°	<29.6°	<25.6°	<23.8°	<20.0°
전 주	8월	-6.7°	-2.2°	>1.3°	>4.5°	>7.1°	>10.0°

나. 맨홀의 크기에 관한 분석

맨홀의 크기는 내부 발열체에 의한 맨홀 내부의 온도 증가와 반비례 관계에 있다.

또한 실제 시공시 수위완성이 지체 및 상소에 따라 다양하므로 맨홀의 내부 면적등 시공방법이 달라지게 된다. 따라서 부대 시설물의 수용능력과 유지보수를 고려하여 필요 최소한의 맨홀용적을 표 3 과 같이 설계하였다.

표 3. 맨홀의 규격

항 목	규 격
용 적	5030W X 3500D X 2000H (mm)
깊 이	300 mm 이상
콘크리트 두께	500 mm 이상
출 입 문	여달이상, 경보장치 부착
Fan	온도감지 센서에 의한 자동 작동

4. 현장 실증시험 결과

광통신 무연풍개 장치 및 하우스의 내 환경독성을 검토하기 위하여 진주-이리전력소 구간의 광통신 링크 (약20km) 에 시험시스템을 구성하고 현장 실증시험을 실시하였다. 이 구간은 실제로는 풍개기 필요한 구간은 아니다 광검출기를 사용하여 풍개기 구간의 경우와 같은 효과를 얻을 수 있도록 하였다.

가. 광풍개 장치 시험

광풍개 장치의 시험은 광전송 속도, 중심 파장, 광출력, 광수신 감도, 이득 조정 범위 등의 시험과 함께 오우버메드비트를 이용하는 무우표백기능, 풍개 장치의 전원제어 및 타협선 회선과 시스템의 자동 및 수동 절제기능, 풍개소의 온도, 출입문 상태, 저전압, 침수등의 원격감지 경보기능을 시험하였고 광전송 오류를 계속적으로 측정할 경우 양호한 특성을 얻을 수 있었다.

나. 축전지 용량시험 (태양전지 전원방식)

부조일이 계속될 경우 축전지에서 전력을 공급할 수 있는 기간측정과 축전지가 과방전 되었을때 발생하는 분해전 및 재충전 가능성 여부를 확인하기 위하여 그림1 과 같이 구성하고 축전지의 비공, 저전압

경보 발생시점능에 대하여 관찰한 결과 그림 2 와 같은 결과를 얻었다.

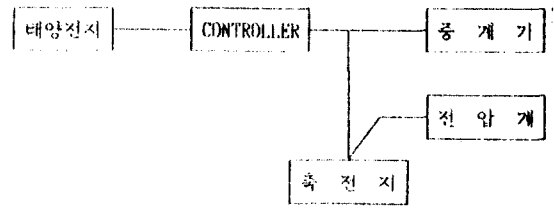


그림 1 축전지 용량시험 구성

이 시험에서는 축전지 방전용량만으로 14일이 경과한 후에도 시스템 동작에는 이상이 없었고 이기간중 축전지의 총방전 전류량은 5070Ah로 나타났다.

따라서 축전지의 용량 설계치 및 저전압 경보 발생 전압의 설계치는 시험결과 만족스러운 것으로 나타났다.

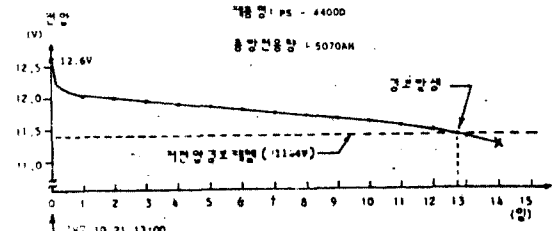


그림 2 축전지 용량시험

다. 온도시험

(1) hut 온도시험

풍개장치가 설치되는 hut 의 온도 보상위치를 확인하기 위하여 송전기와 이장기의 외기 온도 변화에 대한 hut 내부 온도 변화를 측정하였다.

hut 의 외부 및 내부, 방제내부 축전지실에 약 1.6m 높이의 온도감지기를 설치하고 4 Port Strip Chart Recorder 를 이용하여 연속적으로 온도변화를 기록한 결과는 그림 3. 그림 4와 같다.

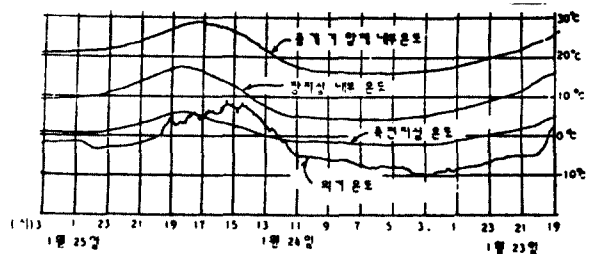


그림 3 송전기 hut 온도 측정

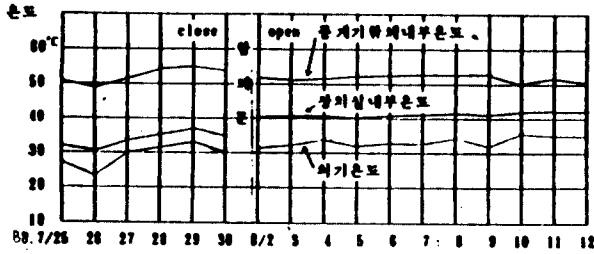


그림 4 겨울기 hut 온도특성

(2) 맨홀의 온도시험 (저온 특성시험)

맨홀의 저온기의 온도특성을 측정하기 위하여 1988. 2.11 ~ 1988. 2.29 기간 동안에 온도 검지기를 맨홀 외부, 맨홀 내부, 중계기 함체 내부에 각각 설치하여 계속적으로 온도변화를 기록하였다. 그 결과 외기 온도가 +15°C ~ -8°C까지 변화된 때에도 맨홀 내부의 온도는 +5°C ± 1°C를 유지하였으며, 중계기 함체 내부의 온도는 18.5°C로 일정하였다. 한편 고온시의 온도특성도 최고 30°C를 초과하지 않는 것으로 나타났다.

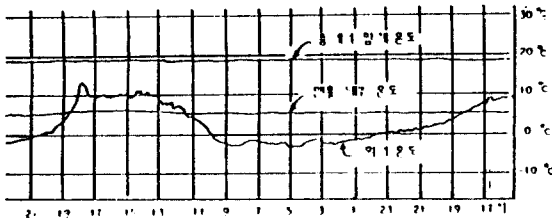


그림 5 맨홀에서의 온도시험 데이터

5. 결 론

전력회사에 사용되는 장거리 광통신 구간의 옥외 중계를 위하여 무인운전을 고려한 45Mb/s급 오버헤드 빔트 방식의 원격감시 제어용 광 중계시스템을 개발하고 실증시험을 수행하였다. 이 연구에서는 가장 중요한 온도보상을 위하여 중계장치 자체의 주요부품을 온도특성이 좋은 특수시양으로 설계하였고 전력소비를 줄이기 위하여 타함장치 기능을 분리하고 휴대형으로 하여 필요시만 연결 사용할 수 있도록 하였으며 보호 함체와 시설물을 온도보상에 초점을 맞추어 설계하였다. 또한 전력회사의 광통신링크는 주로 산악지를 통과하는 송전선로를 따라 구성되므로 상용전원의 공급이 어려운 경우를 대비하여 태양전지를 이용한 독립전원 공급방식에 대하여도 검토하였다.

실증시험에서는 국내의 온도분포인 -30°C ~ 40°C 에서는 온도보상 대책으로 맨홀시스템이 가장 유리하고 맨홀설치기 곤란한 경우 철피 하부에 hut 불 설치하는 방안도 유용한 것으로 나타났다. 다만 추자의 경우는 고온기의 대책으로 태양전지 어레이의 적절한 배치와 계절변화에 따라 통풍을 위한 창문 및 중계장치 함체문의 적절한 개폐 조절이 필요하다.

광섬유 제로기술은 비약적인 발전을 거듭하여 점차 무중계거리를 넘혀가고 있는 추세이나 현실적으로는 아직 장거리 전송에 중계시스템이 필수적이므로 본 연구결과는 전력회사에서 뿐만이 아니라 일반적인 장거리 광통신 링크 구성의 경우에도 적용이 가능한 것이다.

참고문헌

1. Dr. Hill, P.J.Howard "Field experience with a 140Mb/s optical transmission system", The transactions of the SA institute of electrical engineers, Vol.72, PP 255~259, OCT. 1981
2. P.Kaya, A. Javed "Reliability consideration in long-haul fiber optic transmission systems," IEE Proc. Vol. 129, No. 1, PP 25~27, Feb.1982
3. G.D.Mey, H. Simons "Analysis of photovoltaic systems including a battery storage" Electronics, Vol. 51 No. 3, PP215~ 220 SEP. 1981
4. 동력자원연구소보 KE-85-22, "국내 일사방 자원조사 및 이용기술
5. 중앙기상대 "기상월보" 1985
6. 박 이동 외 2 "열전달" 보성문화사 1987