

지하전력구 감시제어시스템 개발연구

우 희 곤 , 이 범 식 , 이 복 규
한국전력공사 기술연구원 전자응용연구실

A Study on the Development of Management System in Electric Culvert

Hee-Gon Woo , Bum-Suk Lee , Bok-Kou Lee
Applied Electronic Dept. Research Center, KEPCO

ABSTRACT

The long distance electric culvert employing power cable is using and increasing to improve reliability and Capacity of power supply in KEPCO.

The purpose of this study in development of management system which used to security, maintenance, operation, and facility protection efficiently in electric culvert.

1. 서 론

전력회사에서는 도심지 주요 변전소간 송전 및 배전선로의 지중화와 도시 미관의 증대 및 회선의 신, 증설시 도로 재굴착 방지를 위한 지하 전력구가 건설되어 현재 서울지역 약 40km와 부산지역 15km가 시설 운용중에 있으며 계속 확장되고 있는 추세이다.

또한 지하 매설물이 과밀화되고 대형화됨에 따라 지하전력구도 심층화 및 장거리화 되어 가고 있다.

그러나 지하 전력구는 지하의 특수 환경과 장거리 터널 구조로 인하여 전파 불감현상에 따른 통신 불통과 다습고온의 열악한 환경 조건으로 지하 전력구 운용을 위한 각종 설비들의 고장을 빈발케하고 누수 및 유해가스 발생으로 출입자의 안전 및 유지보수 관리에 어려움이 따르며, 주요 전력 시설물에 대한 출입자 통제 및 시설 방호의 보안성이 강조되고 있다. 따라서, 이와 같은 여러가지 운용상 문제점을 해결하기 위해서는

- 전력구내 및 내, 외간 통신
- 전력구 운용 설비의 운전상태 감시 및 제어
- 전력구 환경 상태 감시
- 출입자 통제 및 주요 시설 영상 감시

등을 효과적으로 수행할 수 있는 종합관리 시스템의 필요성에 따라 개발하여 실증시험을 마친 원방감시 제어시스템에 관하여 기술한다.

2. 본 론

2.1 전력구 구조

전력구는 태도시의 전력공급을 위한 초고압 (365 KV, 154KV) 및 배전케이블통을 수용할 수 있는 지하구조물로 되어있다.



(그림 1) 전력구 구조

2.2 전력구 감시제어 시스템 개발 목적 및 수행기능

전력구 감시제어 시스템은 다음과 같은 전력 설비 보수 관리상의 효율적인 운용을 목적으로 한다.

(1) 전력 설비 신뢰도 향상

- ① 설비 이상의 조기 발견
- ② 사고 발생시의 신속한 대응

(2) 보수 관리면의 효율화 및 안전 관리 도모

- ① 운용설비 (전원설비, 배수펌프, 환풍기) 의 상태 감시
- ② 외부로부터의 불법 침입 감시
- ③ 전력구내 상태 감시 (이상수위, 온도, 습도, 산소결핍 각종 가스)

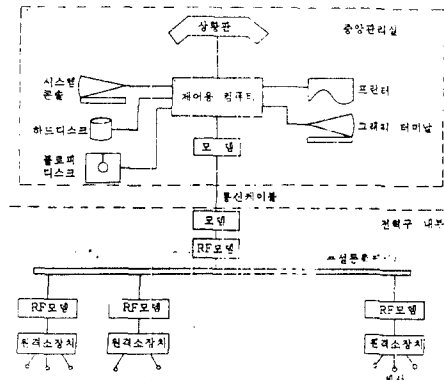
이러한 목적을 만족하기 위한 감시제어 시스템의 수행기능은 표 1 과 같다.

(표 1) 시스템 기능 종합 분류

기능	실시 가능	제어기능	제어기능	기록기능	분석기능	설정기능	관리기능
전력보급	PAD변압기 운전 상차	전 합		· 보조사출액 (필요, 필요)	· 정수상향여 수용 적산	· 주상방파 설정	· 상차도전도 변경/제외
내구능력	· 정수결어상승위 · 내구부동조전상대 · 세우려부 · 이상일시로서	· 모회전류 제 어	· 세우릴프 제 어	· 조차 운전 기록	· 모회 전도 시간	· 정교입압도 (상의변) 조정가능	· CRT모니터 조정가능 · 원격기능회 면경
조기발파	· 원격기능직상대 · 이상일시로서	· 모회전류 (자동기제어)		· 계속적 간 시 기록	· 전 역수 간 역수	· 레나조전도 조정가능	· 시스템 구 성 변경
관정조속	· 과속시 상하한 · 경보 · 과전도사경보	· 온도, 습도 O, CH, CO CO,		· 변속제 이 상 기록 · 변속간이정 일상기록		· 보고서 출 력 시간	
보안관리	· 출입문개폐상대 · CCTV상시 · 출입차상시		· 카메라제어				
통신	· 원격측상시 · 데이터이송고문	· 전 · 통신					

2.3 시스템 구성

전력구 감시제어 시스템은 16bit 제어용 컴퓨터를 중심
으로 전력구 설비의 원방감시제어 기능 수행에 필요한 주변
장치 및 통신제어 장치, 상황판 장치, 현장 감시제어장치, 보
안감시장치 및 각종 센서 등으로 그림 2 와 같이 구성된다



(그림 2) 전력구 감시제어 시스템 구성도

2.4 각 장치별 기능 및 특성

(1) 중앙제어 장치

(가) 하드웨어 시스템

중앙제어 장치는 16 bit CPU 보드를 중심으로 1MB의 메모리
보드, 모든 기능 수행에 필요한 주변장치, 상황판과 통신을
담당하는 I/O 제어 보드 및 보조기록장치 등의 컴퓨터 장치
와 데이터를 표시하거나 기록하는 운용 장치로 구성되어 있
다.

1) 컴퓨터 장치

본 장치는 하나의 보드로 구성된 16 bit 컴퓨터시스템으로
Multimodule 과 인동가능한 구조로 이루어져 메모리를 비롯한
각종 I/O 프로세서를 제어하는 기능은 물론 시스템에서 요구
하는 모든기능을 처리한다.

2) 운용장치 (Man/machine interface subsystem)

가) 운용자 콘솔

운용자 콘솔은 시스템으로부터 각종 정보들 얻고싶을때 또
는 제어 명령을 전송하거나 데이터베이스를 생성 수정하는
작업을 수행할 때 사용하는 장치로 컬러 CRT 와 키보드로
구성되어 있다.

나) Logging Printer

○ Event Logger

시스템 경보 내용 및 운전원의 조작 내용을 기록하기 위
한 장치로 경보점의 변화, 계측점의 상한한 초과 및 복귀,
통신 제어장치의 이상, FCU 포인트의 제어 조작등의 내용을
기록한다.

○ Data Logger

시스템내의 CRT 에 표시되는 모든 내용을 밑요시 또는 주
기적으로 보고서 형식으로 기록하는 장치로 임의로 가동, 정
지시킬 수 있으며 기록종기 및 시간을 임의로 변경할 수
있다. 기록내용은 시스템 전체, 스테이션별, 페이지별로 구분
하여 기록할 수 있으며 일보, 월보등의 보고서 기록도 가능
하다.

다) 시스템 콘솔

컴퓨터에 각종 프로그램이나 데이터를 입력하고 시스템 내
용의 수정, 삭제, 보안등의 기능을 가진 시스템 관리용 콘솔
로서, CRT 모니터와 키보드로 구성 되어있다.

3) 무정전 전원장치 (UPS)

이 장치는 상용전원의 각종장애 (전압변동, 순간정전, 주파수
변동, 정전사고) 발생시 중앙제어 장치의 동작정지, 주메모리
내용 손실등을 방지하기 위하여 자동적으로 무순단의 전력을
공급하는 정지형 무정전 정전압 정주파수 전원장치로 정류기
충전기부, 축전지, 인버터부, 정지형 절체스위치 및 경보
회로장치, 동기장치, 보호장치 등으로 구성되어 있다.

(나) 소프트웨어 시스템

1) 소프트웨어 개요

소프트웨어는 시스템 동작을 위한 시스템 소프트웨어와 업
무처리를 위한 응용 소프트웨어로 구분된다.

실중 시스템의 운영체제 (operations system) 는 iRMX86으로
구성되어 있으며 응용 소프트웨어는 전력구설비 운용 자동화
를 위한 소프트웨어로 이루어져 있다.

이 시스템은 주로 Event-driven 방식으로 작동되고 상태변화 또는 각종명령에 의해 데이터 처리가 시작되며 실시간 처리가 가능하다. 명령입력 방식은 Menu-driven 방식으로 Man/machine interface 가 구성되어 있으며 각종 그래픽 및 일람 형태로 포인트를 감시할 수 있다.

2) 시스템 소프트웨어 (operating system)

본 제어시스템의 시스템 소프트웨어는 실시간 제어용 운영체제(OS)인 미국 Intel 사의 iRMX86으로 다중처리(multi-processing) 및 실시간처리 기능을 가지고 있으며 OS에 제공되는 기본 사항은 다음과 같다.

- 컴퓨터 주변장치를 위한 I/O 장치의 제어기능
- 메모리 조작기능

3) 데이터 베이스 관리

본 시스템의 데이터 베이스를 크게 나누면 다음과 같이 구분된다.

- System point DB (논리 및 물리적 포인트 DB)
- I/O DB (Station, Device Access right)
- Timer DB (Weekly, Daily, Time)
- 응용 패키지용 DB

이 시스템의 데이터베이스는 2000개 이상의 포인트를 감시 제어 할 수 있도록 설계되어 있으며 각 포인트는 논리 및 물리적 정의를 가지고 있다.

(2) 상황판 장치 (mapboard)

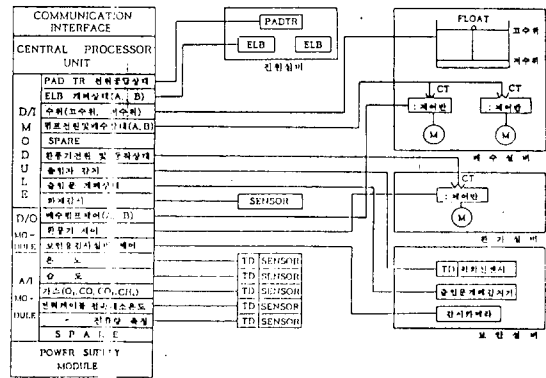
상황판 장치는 현재의 전력구내 상황을 시각적으로 운용자에게 인식시킴으로서 좀더 생동감 있는 현장의 여러상황을 파악하게 하고 긴급사태 발생시 이에 대한 적절한 대응조치를 신속하게 처리하기 위한것으로 상황판 제어장치와 상황판으로 구성되어 있다.

(3) 통신 제어장치 (DC:Data Concentrator)

통신 연락장치는 원거리에 설치되어 있는 현장설비의 상태나 각종 데이터를 주기적으로 제어용 컴퓨터에 전송하고 제어용 컴퓨터로부터의 제어 프로그램에 의한 명령을 수신하여 원거리에 설치되어 있는 FCU 에 신호결합 장치 (RF모뎀)를 통하여 전송하는 장치이다.

(4) 현장 감시제어 장치 (FCU:Field Control Unit)

현장 감시제어 장치는 전력구내 1Km 간격으로 현장 포인트 주변에 설치되어 각종 센서에서 필요한 정보를 수집하여 제어용 컴퓨터에 송신하고, 제어용 컴퓨터의 명령에 의하여 그 명령을 수행하는 장치로서 상태감시 및 제어, 계측, 적산정보를 처리하는 장치로서 그림3 과 같이 구성된다.



(그림 3) 원격소 장치 기본 구성도

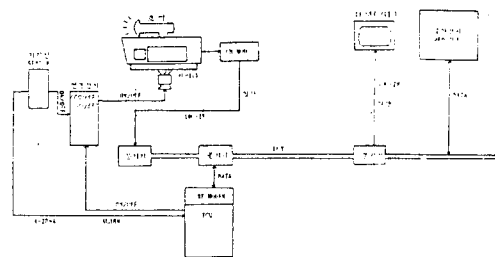
FCU 는 8 비트 마이크로프로세서, 프로그램을 내장하고 있는 ROM 과 각종 데이터를 일시적으로 보관할 수 있는 RAM 을 보유하고 있는 CPU 카드와 제어용 컴퓨터와의 통신을 위한 SIO (serial input output) 카드, 최대 8 장의 기능 카드 및 통신선의 써지로부터 기기를 보호하기 위한 RPT 카드, 각 기능 카드와 통신선과의 연결부인 버미널 보드 등으로 구성되어 있으며 자기 진단 기능을 보유하고 있다.

각 기능 카드는 감시, 수산, 제어, 계측 카드로 구분되고 최대 8 장의 카드를 임의로 조합하여 구성한다.

FCU 는 제어용 컴퓨터의 명령에 의하여 동작을 개시하며 상태 및 데이터를 요청할 경우 RF모뎀을 통하여 1200bps 로 제어용 컴퓨터에 전송한다. 이때 각 FCU 는 카드의 DIP switch에 의하여 FCU ID 를 판독한다.

(5) 보안감시 장치

본 장치는 중앙관리실에서 전력구 내부의 출입자를 영상으로 감시하여 긴급 상황시 적절히 조치할 수 있는 시스템으로 구성하였다. (그림 4 참조)



(그림 4) 보안감시장치 구성도

카메라는 카메라 부근에 설치된 적외선 센서 또는 중앙판 리실의 운전자의 명령에 의해 작동되며, 이 영상은 채널 모뎀레이터(CH MOD)의 Video link Rx가 RF변조시켜 LCX 케이블에 전송하며 Video link Rx에서 RF를 영상으로 다시 복조시켜 수상기로 보내어진다.

(6) 전력구 감시용 센서

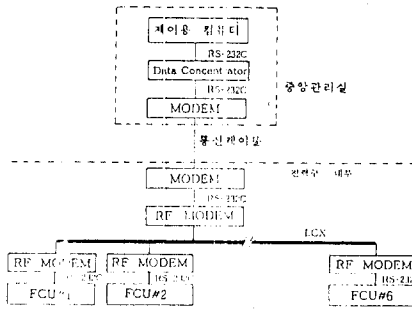
센서는 본 시스템의 최종 단말장치로 고온다습한 전력구 내부에 설치되어 장시간 운용되기 때문에 내환경성과 감시, 제어, 계측을 위한 고신뢰도의 특성을 갖는다. (표2 참조)

(표2) 방재 감시용 센서 기본규격

항목	조건	단위	범위	비고
온도	측정범위	-20~100℃		
	정확도	±0.5℃		
습도	측정범위	30~90%RH		
	정확도	±1%RH		
전압	측정범위	0~200V AC		
	정확도	±0.5%		
전류	측정범위	0~2500A (대기중) (참조)		
	정확도	±1.0%		
기연성가스	측정범위	0~1% (10,000ppm)		
	정확도	±0.25%		
이산화탄소	측정범위	0~10,000ppm		
	정확도	±5,000ppm		
일산화탄소	측정범위	0~500ppm		
	정확도	±300ppm		
연기	측정범위	0~200ppm		
	정확도	±100ppm		
가스	측정범위	0~1000ppm		
	정확도	±500ppm		
전압	측정범위	0~200V AC		
	정확도	±0.5%		
전류	측정범위	0~2000A DC		
	정확도	±1.0%		

2.5 시스템 통신방식

전력구 감시제어 시스템의 정보 전송로는 중앙 판리실과 전력구 사이에는 통신 케이블을 전력구 내부에서는 누설동축 케이블(LCX)를 사용하였으며, 통신 방식의 구성도는 그림5와 같다.



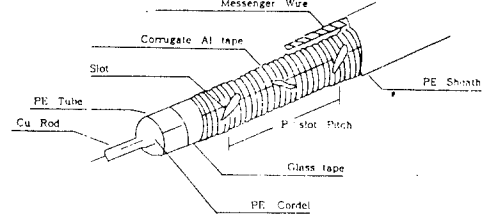
(그림5) 통신방식 구성도

(1) 전송매체; 누설동축케이블 (leaky coaxial cable)

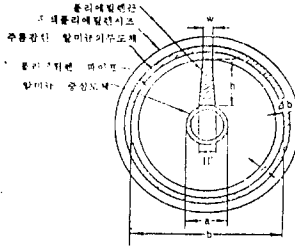
(가) 누설동축케이블 구조

누설동축케이블(이하 LCX라 함)은 동축 케이블의 도체에 주기적으로 슬롯등의 전파 누설 기구를 설치한 것으로 전파 누설 기구에 따라 분류된다. 이러한 슬롯의 형태는 사용주파수 대역과 공간 방사 방향에 따라 설계된다.

케이블 구조는 그림6과 같으며, 케이블 도체인 알루미늄 파이프 주위에 폴리에틸렌 (polyethylene) 끈을 감고 폴리에틸렌 파이프를 씌워서 외측에 외부 도체를 고정시키는 구조로 되어있다. 특히 케이블을 구부릴 때 외부 도체나 슬롯에 가하는 응력(應力)과 케이블 단면의 변형을 줄이기 위해 외부 도체에 가느다란 파형의 주름이 잡혀져 있다.



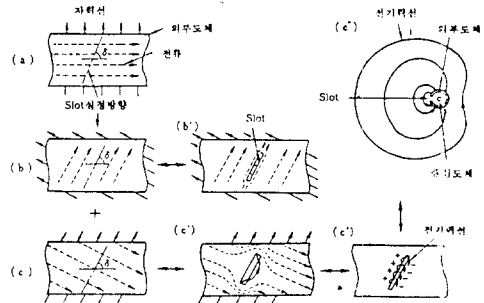
(a) LCX의 일반구조



(b) LCX의 단면구조 (그림6) LCX 구조의 예

(나) 전파 방사 원리

LCX의 중심 도체와 외부 도체간에 신호 전압을 인가하면 각각의 도체에 전류가 흐르게 되는데, 외부 도체는 슬롯에 의해서 전류 분포 상태가 변화하여 전자계의 누설이 일어난다. 그림7에 방사 원리의 개념을 나타냈다.



(그림7) 전자계 누설의 개념도

그림 7 (a)와 같이 슬롯트가 없는 상태에서는 외부 도체에 케이블 축방향의 전류가 흐르고, 이에 직각방향의 자계가 케이블 내부에 존재하게 된다.

(a)의 전류와 자력선은 (b),(c)와 같이 슬롯트 축방향과 이것에 직교하는 방향의 벡터(vector)로 분해되는데, 이때 슬롯트를 설정하면 (b'),(c')와 같이 된다.

(b')의 경우 슬롯트의 폭이 좁아지기 때문에 전류는 슬롯트에 의해 거의 흡수되지 않으며, 또한 도체 표면 밑에 있는 자계는 표면에 거의 나타나지 않는다.

따라서 (b')와 같은 전류 분포에 대해서는 전파수실이 일어나지 않는다. 그러나 (c')의 경우 전류 분포는 큰 동요가 일어나며, 또한 자계가 슬롯트의 축방향이기 때문에 도체 면상에 누설이 일어나게 된다.

이때 도체에 흐르는 전류가 시간적으로 진동하고 있다면 도체 면상에 누설된 자계에 의해서 (c'')와 같이 슬롯트의 축방향과 직교하는 전계가 발생하게 된다.

이와 같은 원리에 의해, 슬롯트에 직교하는 전류 성분은 슬롯트면에 전계와 자계를 발생시켜 케이블의 외부 공간에 전자계를 형성하는 파원이 된다. 원통형 도체에 설정한 슬롯트는 원통의 직경 D와 비교해서 신호파장 λ 가 클때 ($D/\lambda < 0.12$)는 비공진(非共振) 특성이 있어서 일반적인 LCX 외부도체상의 슬롯트는 이와같은 비공진 상태로 사용하기 때문에 슬롯트 자체는 광대역(廣帶域) 주파수 특성을 갖는다.

그리고 표 3 은 사용된 LCX 케이블 종류별 전송손실과 결합손실을 나타냈다.

(표 3) 전송 및 결합손실

류 명	규 격	표준전송손실(50MHz)	표준결합손실(150MHz)
LCX-FR-SS	20D-18T	23dB/1m	80dB/1m
LCX-FR-SS	42D-146	16dB/1m	60dB/1m
LCX-FR-SS	42D-147	15dB/1m	70dB/1m
LCX-FR-SS	42D-148	15dB/1m	80dB/1m

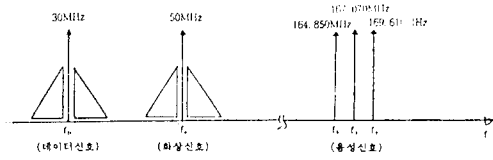
(2) 정보전송방식; 복합통신 방식

데이터 전송 시스템을 포함한 전력구 통신시스템은 이용률 향상 및 경제성을 고려하여 전송로(LCX)를 공유하는 복합통신 방식을 채택하였다. (표 4 참조)

(표 4) 복합통신 구성내용

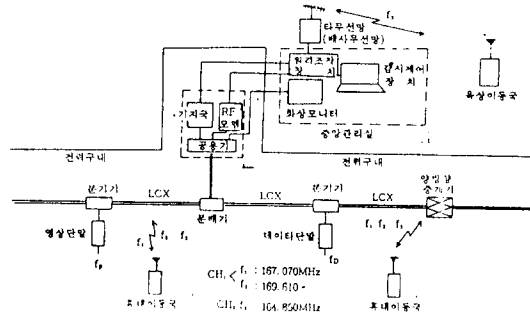
구 분	내 용	비 고	
정보의 종류	음성+데이터. 영상신호.		
전 송 로	LCX케이블		
다중화방식	FDM방식	복합전송 방법	
데이터전송방식	주파수 분할방식에 의한 디지털 FSK 방식	고속데이터 전송가능 설의 간단	
신 호 감 입	공 용 기	하이브리드 구성방식	송신신호 향상
	분 배 기	동분배기, 부동분배기(분기기)	
송신방식	직접 증폭 증대방식	시스템구성이 간단	

따라서 복합전송을 하기 위해 음성, 데이터, 영상신호를 다른 반송파 주파수로 변조시켜 LCX 전송로에 복합시켜 전송하므로 별도 데이터 회선망 구성의 번거로움을 피하고 경제적 전송로 구성이 가능하다. 현재 전력구내에서 전송해야 할 음성 및 데이터 등의 신호 주파수 배열은 그림 8 과 같다.



(그림 8) 정보별 반송 대역 배열

이에 대한 복합 전송 회선 구성도는 그림 9 와 같다.



(그림 9) 전력구 복합통신시스템 기본 구성도

(3) 시스템 구성 방식; 멀티드롭(multidrop) 방식

한 개의 통신 회선에 여러개의 원격소 장치들 연결하는 방식으로 원격소 장치는 자기 고유의 번지를 가지고 중앙 제어 컴퓨터와 정보 교환시 자기번지에 해당하는 요구에 대해서만 정보를 교환하는 방식이다. 이 방식은 중앙제어 컴퓨터의 정보회선이 적기 때문에 컴퓨터 가격과 통신신로의 설치 비용이 절감되는 장점이 있으나 통신회선의 고장시 고장지점 이후의 원격소 장치들은 모두 운영 불능에 빠지는 단점이 있다. 따라서 전력구와 같은 장거리에 직선상으로 배치되는 경우와 데이터 수집시간의 제약이 적고 회선의 독립성이 요구되지 않는 경우에 적합하다.

(4) 전송선로 제어방식; 폴링(polling) 방식

이 방식은 제어국이 특정 종속국에 대해 송신할 데이터가 있을 경우 종속국에 대하여 데이터를 수신하도록 권고하는 방식으로 전 종속국을 폴링에 의해 스캔하기 때문에 데이터 전송시간이 길어지지만 전송 제어 순서가 간단하여 멀티드롭 방식의 전력구 감시제어 시스템에 적합하다.

(5) 통신장치별 제한

제어용 컴퓨터와 DC 및 중앙 관리실과 전력구내 FCU와의 통신 제한을 표5 와 표6 에 각각 나타내었다.

(표5) 제어용 컴퓨터와 DC간 통신제한

구분	제한
통신매체	RS-232C
통신방식	선이중 (full duplex)
통신속도	2400bps
에러검출	Check Sum
지대수용DC수	2대

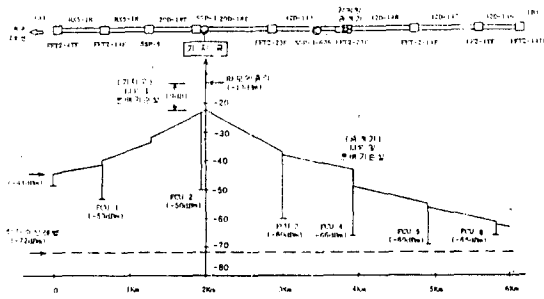
(표6) 중앙관리실과 FCU 간 통신제한

구간 구분	중앙관리실 - 전력구 (원발 모델 사이)	전력구 내부 (RF 모델 사이)
통신매체	선이중 케이블	무선중재이중(LCX)
통신방식	반이중통신(half duplex)	반이중통신(half duplex)
통신속도	1200bps	1200bps
변조방식	FSK (frequency shift keying)	QPSK (quadrphase shift keying)
주파수	Mark : 1300±10Hz Space : 2100±10Hz (CCITT V.23 모델 규격)	송신 : 25MHz 수신 : 30MHz
구성	Point to Point	Multi-drop

(6) 데이터 신호전송 측정 분석

개방형 전송로(LCX 및 RCX)에 감시 및 제어 데이터를 전송하기 위해서 분산형 기지국에 RF모뎀을 설치하여 30MHz 대 반송 주파수로 전 이중(full duplex) 통신을 실시한 결과 전송상태가 양호하였으며, 이와같이 데이터 반송 주파수인 30MHz 대 주파수에 대한 실증시험 시스템의 전송 특성을 시험하여, 향후 보수 점검 및 시스템 확장등에 활용하기 위한 기초 자료를 확보하였다. 실증시험 시스템의 각 제어 단말 장치 설치 구간에서 측정한 데이터 전송 레벨 다이어그램은 그림 10 과 같다.

실증시험 계통에서 사용한 RF모뎀 출력은 -13dBm이고, 제어 말 장치 FCU 의 최저 수신레벨은 -72dBm으로 측정되었다.



(그림 10) 데이터 전송레벨 다이어그램

2.6 설치운동 효과

구분	실시 전	실시 후	효과
전력구 관리	○전력구 시설 공간과 인력으로 제어 인력이 불가능하여 고비용 발생	○전력구내 장비를 구비한 데도 기능 부족	○송도, 송도 가스 등지로 전송 대체 가능
입차	○전력구내 각종 유류 및 유압실 가스 발생으로 작업자 안전사고 발생	○전력구내 위험한 장소에 가스 발생 안전장치 부착하여 작업자 안전 확보	○가스 발생 사고 예방
도보	○전력구 수송 배이발 및 작업자 안전사고 발생	○전력구 내부운동을 방지 감시하여 안전 운행을 위한 대책 수립 가능	○도차 사고 예방
승 도	○전력구내 승기 열차 운행 시 시설물의 부식 현상 발생	○승기차 많은 장소의 승도상대 감시로 열차 운행 시 시설물 부식 방지 및 안전화 검 유지	
전력구 시설	○송도부 개방식 보행 통로의 안전사고 및 인명 피해 발생	○송도부 개방식 보행 통로의 안전사고 및 인명 피해 발생을 방지하기 위하여 시설물 보강	○송도부 개방식 보행 통로의 안전사고 및 인명 피해 발생을 방지
지중전선	○지중전선 케이블 손상 및 불량이 빈번히 발생	○지중전선 케이블 손상 및 불량을 방지하기 위하여 케이블 보호 장치 설치	○지중전선 손상 및 불량을 방지
전력구 시설	○전력구 시설 공간과 인력으로 제어 인력이 불가능하여 고비용 발생	○전력구내 장비를 구비한 데도 기능 부족	○송도, 송도 가스 등지로 전송 대체 가능
입차	○전력구내 각종 유류 및 유압실 가스 발생으로 작업자 안전사고 발생	○전력구내 위험한 장소에 가스 발생 안전장치 부착하여 작업자 안전 확보	○가스 발생 사고 예방
도보	○전력구 수송 배이발 및 작업자 안전사고 발생	○전력구 내부운동을 방지 감시하여 안전 운행을 위한 대책 수립 가능	○도차 사고 예방
승 도	○전력구내 승기 열차 운행 시 시설물의 부식 현상 발생	○승기차 많은 장소의 승도상대 감시로 열차 운행 시 시설물 부식 방지 및 안전화 검 유지	
전력구 시설	○송도부 개방식 보행 통로의 안전사고 및 인명 피해 발생	○송도부 개방식 보행 통로의 안전사고 및 인명 피해 발생을 방지하기 위하여 시설물 보강	○송도부 개방식 보행 통로의 안전사고 및 인명 피해 발생을 방지
지중전선	○지중전선 케이블 손상 및 불량이 빈번히 발생	○지중전선 케이블 손상 및 불량을 방지하기 위하여 케이블 보호 장치 설치	○지중전선 손상 및 불량을 방지
전력구 시설	○전력구 시설 공간과 인력으로 제어 인력이 불가능하여 고비용 발생	○전력구내 장비를 구비한 데도 기능 부족	○송도, 송도 가스 등지로 전송 대체 가능
입차	○전력구내 각종 유류 및 유압실 가스 발생으로 작업자 안전사고 발생	○전력구내 위험한 장소에 가스 발생 안전장치 부착하여 작업자 안전 확보	○가스 발생 사고 예방
도보	○전력구 수송 배이발 및 작업자 안전사고 발생	○전력구 내부운동을 방지 감시하여 안전 운행을 위한 대책 수립 가능	○도차 사고 예방
승 도	○전력구내 승기 열차 운행 시 시설물의 부식 현상 발생	○승기차 많은 장소의 승도상대 감시로 열차 운행 시 시설물 부식 방지 및 안전화 검 유지	
전력구 시설	○송도부 개방식 보행 통로의 안전사고 및 인명 피해 발생	○송도부 개방식 보행 통로의 안전사고 및 인명 피해 발생을 방지하기 위하여 시설물 보강	○송도부 개방식 보행 통로의 안전사고 및 인명 피해 발생을 방지
지중전선	○지중전선 케이블 손상 및 불량이 빈번히 발생	○지중전선 케이블 손상 및 불량을 방지하기 위하여 케이블 보호 장치 설치	○지중전선 손상 및 불량을 방지
전력구 시설	○전력구 시설 공간과 인력으로 제어 인력이 불가능하여 고비용 발생	○전력구내 장비를 구비한 데도 기능 부족	○송도, 송도 가스 등지로 전송 대체 가능
입차	○전력구내 각종 유류 및 유압실 가스 발생으로 작업자 안전사고 발생	○전력구내 위험한 장소에 가스 발생 안전장치 부착하여 작업자 안전 확보	○가스 발생 사고 예방
도보	○전력구 수송 배이발 및 작업자 안전사고 발생	○전력구 내부운동을 방지 감시하여 안전 운행을 위한 대책 수립 가능	○도차 사고 예방
승 도	○전력구내 승기 열차 운행 시 시설물의 부식 현상 발생	○승기차 많은 장소의 승도상대 감시로 열차 운행 시 시설물 부식 방지 및 안전화 검 유지	
전력구 시설	○송도부 개방식 보행 통로의 안전사고 및 인명 피해 발생	○송도부 개방식 보행 통로의 안전사고 및 인명 피해 발생을 방지하기 위하여 시설물 보강	○송도부 개방식 보행 통로의 안전사고 및 인명 피해 발생을 방지
지중전선	○지중전선 케이블 손상 및 불량이 빈번히 발생	○지중전선 케이블 손상 및 불량을 방지하기 위하여 케이블 보호 장치 설치	○지중전선 손상 및 불량을 방지

3. 결 론

지금까지 기술한바와 같이 전력회사의 전력공급 신뢰도를 향상시키기 위하여 지중전력분야에 처음으로 지하전력구의 원 방감시제어 시스템이 적용됨에 따라 지하의 특수한 환경에 적용할수 있는 최적 시스템을 개발하였으며 또한 누설동축 케이블(LCX)을 이용하는 복합통신(음성, 데이터, 영상) 기술을 실증시험에 성공함으로써 국내기술의 향상과 외국기술의 대체 효과는 물론, 관련응용분야(지하철, 통신구등)의 기술축전에 기여하였다. 향후 본 시스템을 기본으로 하여 전력구 전 구간(40km) 확대 적용하면서 시운용중 문제점을 개선하고 새로운 감시제어 기술을 부가하므로 전력구 종합관리시스템으로 발전시켜 나아가고자 한다.