

# IT 기술을 접목한

# 지중배전설비 운영 고도화



전시식  
한국전력공사 지중운영팀장

## 1. 개황

현대 도시의 과밀화로 인한 전력소비 급증과 도시미관 개선 등 환경에 대한 관심증가로 전력설비에 대한 지중화 요구가 날로 증가하고 있다. 2013년 말 전국 배전설비 지중화율은 15.4%로 서울은 56%, 부산은 35% 수준을 초과하고 있으며, 지중 배전선로 공장은 3만 3,125c-km로 매년 4.5% 이상 증가하고 있다.

이에 안정적 전력공급을 위한 지중 배전설비의 신뢰도 향상과 원격제어·감시 등 효율적인 설비운영체계 구축이 요구되고 있으며, 한전은 지상개폐기 지능화시스템 구축, 지상변압기

[표 1] 지중 배전설비 현황(2013년)

구 분	케이블(c-km)	변압기(대)	개폐기(대)	맨홀(개소)	전력구(km)
설비량	31,704	37,320	50,084	33,123	124.9
증가율(%)	4.5	5.0	5.3	4.9	1.6

무선부하감시, 전력구 감시시스템 구축 등 IT기술을 접목한 전력설비 운영 고도화 사업을 추진하고 있다.

## 2. 현황

### 가. 지상기기 지능화시스템 운영

최초 배전자동화 사업으로 시작된 지능화시스템은 배전선로에 고장이 발생할 경우 원거리 지역의 배전용 개폐기를 원격 조작함으로써 정전구간 축소 및 정전시간을 단축하고자 구축되었다. 1984년 'SCADA를 이용한 지상개폐기 원격제어 시범운영'을 시작으로 1998년 소규모 배전자동화시스템 구축 사업으로 본격 추진하였으며, 2013년 말 약 8만 3,500여대(지상기기 1만 7,700여대)의 지능화 기기를 운영하고 있다.

지능화시스템은 중앙의 제어장치(주장치)와 단말장치, 데이터를 전달하는 통신장치, 배전선로에 설치된 지능화기기와 단말장치, 각종 응용프로그램 등으로 구성되며, 통신방식은 광통신, 전화선, 무선데이터통신, TRS(Trunked Radio System), CDMA(Code

Division Multiple Access) 방식 등이 사용되고 있다.

지능화시스템의 주요기능은 지능화기기의 원격운전(운전상태 원격감시, 원격제어, 전압/전류 등 실시간 정보 원격취득, 기기 설정값 원격 정정) 기능과, 배전선로 고장처리 기능, 배전계통 운전지원 기능 등이 있으며, 지역별 배전센터에서 배전선로 지능화기기 원격감시·제어 및 고장처리 등을 수행하고 있다

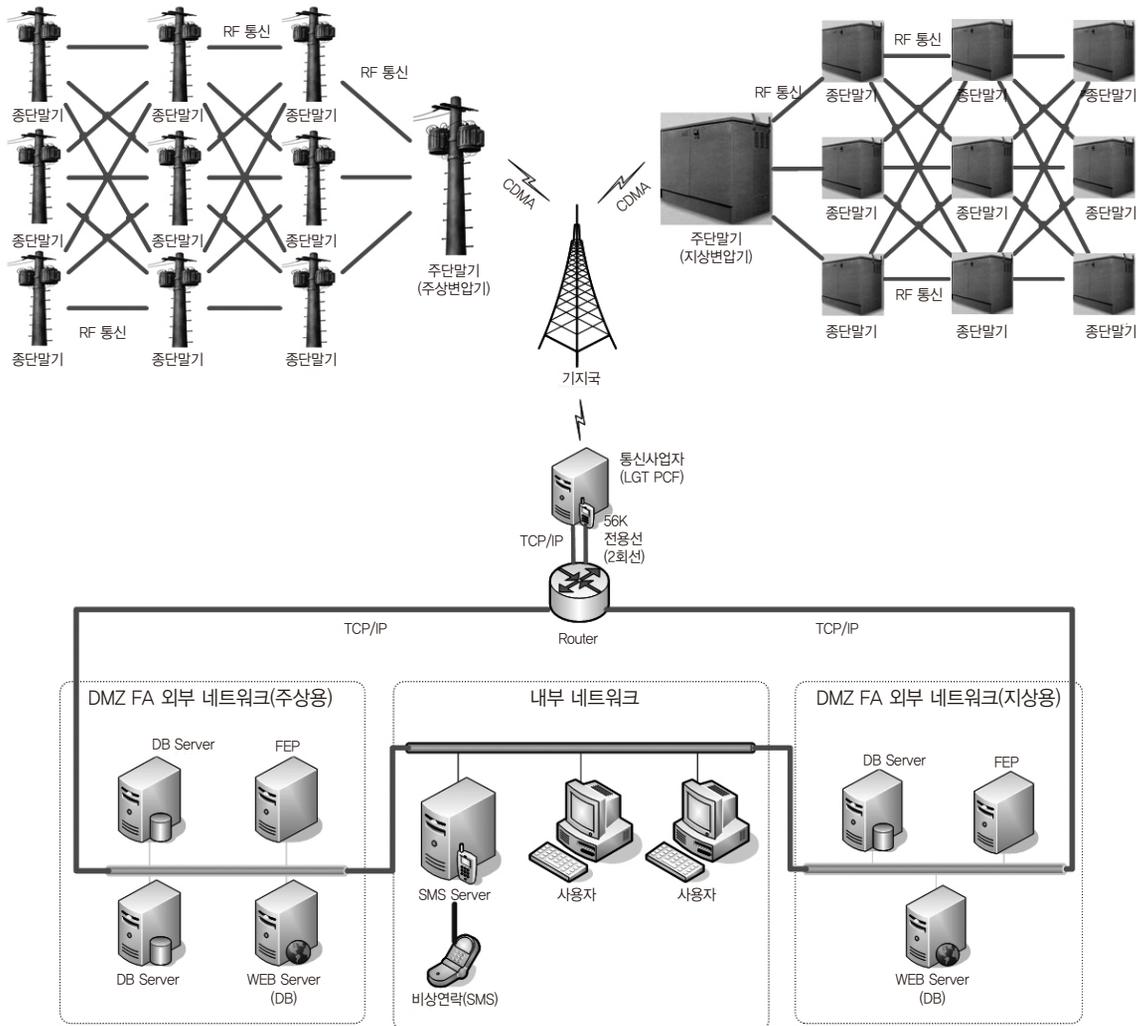
### 나. 변압기 무선부하감시

전국적으로 광범위하게 설치하여 운전되고 있는 변압기는 동·하계 부하가 급증하는 경우 과부하로 소손이 발생됨에 따라 변압기의 부하관리는 관심의 대상이다. 과거에는 전산상 이용률 또는 현장 부하측정 등을 통하여 부하관리를 수행하였다. 하지만 전산상 부하값은 실부하와 오차가 발생되고, 현장 부하측정 방법은 순간부하 측정으로 적기 과부하를 발견하지 못하였다. 이에 한전은 IT 기술을 접목한 무선부하 감시시스템을 개발하고, 2004년부터 사용이 본격화 되었다.

변압기 무선부하 감시시스템은 단말장치, 전송장



[그림 1] 변압기 무선부하 감시 시스템 구성



[그림 2] 변압기 무선무하감시 체계

치, 감시장치로 구성되어 있다.

변압기에 설치된 감시장치는 변압기의 전압, 전류를 측정하게 되며, 전송장치 가측정 자료를 무선으로 송출하면 Web Server에서 부하자료를 수신하여 PC에서 변압기 부하를 관리하게 된다. 이를 통하여 변압기 실시간 전압·전류 및 최대, 최소, 평균값 관리가 가능하며, 변압기 과부하 및 정전발생시 운영자에게 SMS를 통보하여 즉각적인 조치가 가능하게 되었다.

2013년 기준 도심지 부하밀집으로 과부하가 예상되는 지상변압기 1만 4,965대(전체 변압기의 40%)에

무선부하 감시를 시행하고 있으며, 향후는 AMI 사업(저압 원격검침)과 연계하여 2020년까지 전체 지상변압기에 대하여 무선 부하감시를 시행할 예정이다.

#### 다. 배전 전력구 종합감시

배전용 전력구는 최소 9회선 이상의 다회선 지중선로가 설치되어 운영됨에 따라 전력구 내에 화재가 발생하는 경우, 타 배전선로로 부하전환이 곤란해져 대형정전이 발생할 위험이 있다.

이에 배전전력구 재난방지 및 재해 초동대응을 위

[표 2] 시스템 구축현황

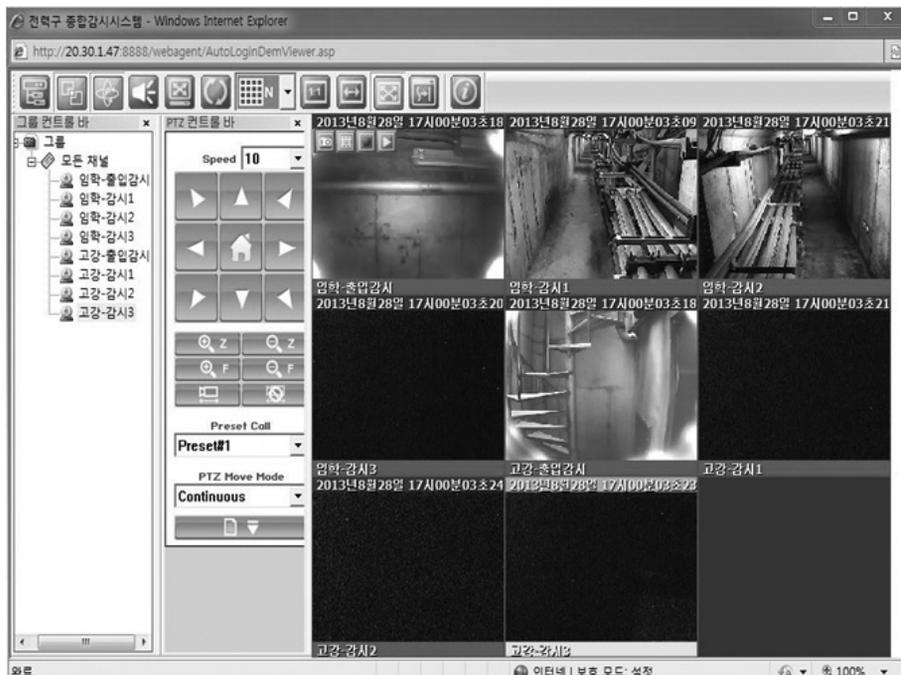
구 분		일반형		간이형		소계	
		개소	공장(m)	개소	공장(m)	개소	공장(m)
2010년	서울	4	1,750	7	520	11	2,270
	남서울	12	4,523	10	921	22	5,444
2011년	대구경북	16	8,349	3	375	19	8,724
2012년	광주전남	11	7,404	1	115	12	7,519
2013년	인천	10	9,563	1	220	11	9,783
합 계		53	31,589	22	2,151	75	33,740

한 상시 원격감시체계 구축이 필요하였고, 특히, 국제회의, 대형 스포츠 행사시 안정적인 전력공급을 위해 전력시설물에 대한 보안이 강화됨에 따라 2010년 서울 G-20 정상회의를 계기로 서울지역 주요 전력구에 원격감시시스템을 구축하였다. 이후 연차적으로 주요 전력구에 감시시스템 구축을 추진하여 현재 75개 전력구는(배전전력구의 28%, 약 34km) 24시간 감시체계를 가동 중에 있다.

전력구 원격감시시스템은 전력구 내에 일정 간격

으로 센서 및 감시장치 등을 설치하여 배전센터에서 원격 감시제어 장치를 통해 전력구 내 출입자를 감시·통제 할 수 있으며, 온도, 화재, 배수펌프, 환풍기 조명에 대한 감시도 시행한다. 특히 화재 및 외부인 침입시 경고신호 및 감시카메라를 영상으로 전송하여 실시간으로 관리감시가 가능하다.

현재 한전은 길이 500m 이상 전력구나 배전선로가 15회선 이상 설치되어 있는 주요 전력구에 대해서는 표 3과 같이 원격감시시스템을 구축토록 규정하고



[그림 3] 전력구 감시화면

[표 3] 감시대상 전력구 및 적용 항목

적용 개소		적용유형	감시·제어 항목
주요 전력구	<ul style="list-style-type: none"> <li>장공장 : 500m 이상</li> <li>부하밀집 : 200m 이상(15회선 이상)</li> <li>중요부하 : 주요 국제대회 및 특수 부하공급 주요설비</li> </ul>	일반형	배수(감시·제어), 환기(감시·제어) 조명(감시·제어), 카메라(감시·제어) 출입(감시·제어), 화재 및 온도(감시)
일반 전력구	<ul style="list-style-type: none"> <li>소규모(단공장) 전력구 : 100m 이상~200m 미만</li> </ul>	간이형	출입(감시) 화재(감시)

있으며 향후에도 대형 재난방지를 위하여 원격감시 시스템을 지속적으로 구축·운영할 예정이다.

**라. 지중케이블 운영환경 관리시스템**

지중케이블은 부하전류나 부하변동, 온도상승, 수분침투 등 운영환경에 따라 수명이 영향을 받고 있으며 장기간 지속되는 경우 열화로 고장이 발생되고 있다. 따라서 전력설비의 과학적인 관리를 위해서는 운영환경에 대한 기초데이터를 근간으로 접근해야 설비의 신뢰도를 가늠할 수 있다.

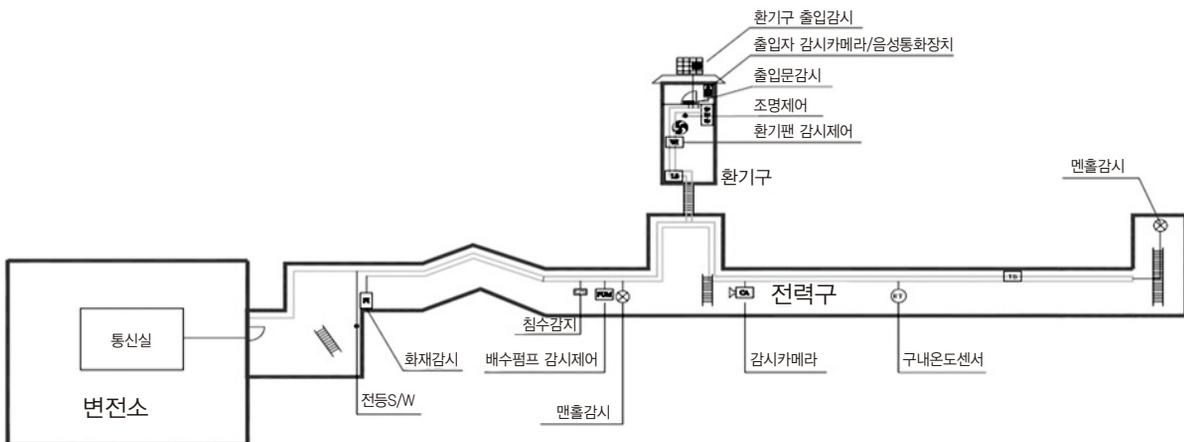
이 때 지중설비의 특성상 사람의 접근이 어렵고 주위환경이 상대적으로 열악하기 때문에 일반적인 인력활용으로 데이터를 취득하기에는 많은 어려움이 따를 수밖에 없기 때문에 인력을 대체할 수 있는 IT 기법을 적용하는 것이 바람직하다. 이러한 배경을 바탕으로 개발한 것이 무선통신을 기반으로 한 지중케이블 운영환경 관리시스템이다.

본 시스템은 주중계단말기, 부중계단말기, 수집단말기가 1set로 구성되어 있으며, 수집단말기를 통하여 맨홀내부 침수상태, 뚜껑개폐 여부, 케이블의 온도 및 전류 변화 등의 정보를 수집하고 중계단말기를 통해 관리서버에 전송하여 준다.

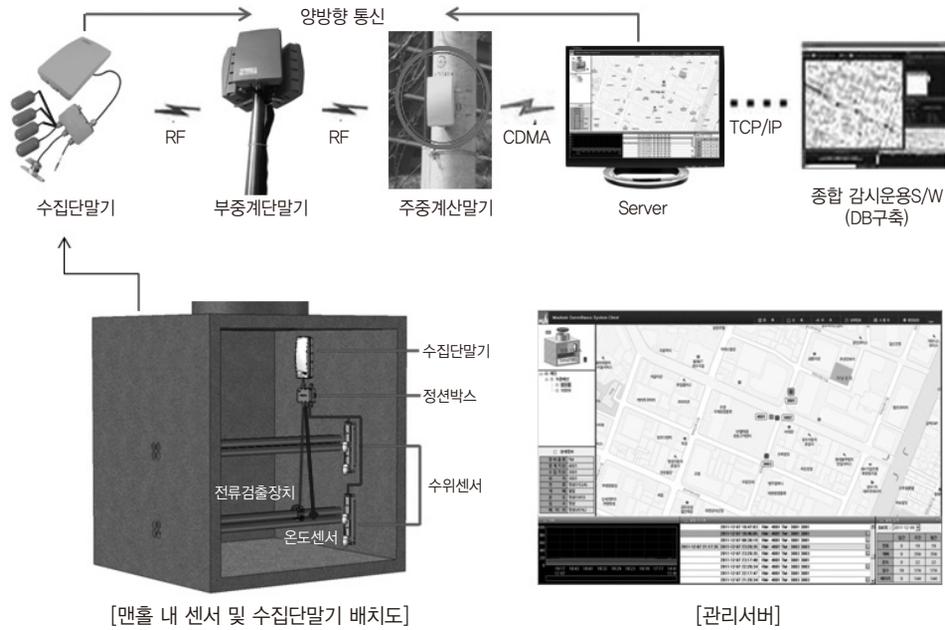
한전은 2010년도에 시스템 연구개발을 시작하여 2013년도까지 서울지역 50개소 지역에 대해 시범운영하였고, 지중케이블 운영환경 중·장기 운영계획에 따라 침수로 인한 전력설비 건정성이 우려되는 맨홀, 부하급변동 선로의 맨홀, 지중설비 밀집지역으로 상시감시가 필요한 맨홀 등에 대하여 2014년부터 시스템을 설치하여 본격 운영 할 계획이다.

한전은 이러한 상시 부하정보 및 케이블 주변 환경 정보를 취득하여 DB화함으로써 케이블 온도상승, 과부하 전류, 맨홀 내 침수 등 비상상황에 신속하게 대비할 수 있다.

또한 중·장기적으로 부하변동에 의한 케이블 열



[그림 4] 전력구 내 시스템 구성도



[그림 4] 지중케이블 운영환경 관리시스템 개요

[표 4] 지중케이블 운영환경 관리시스템 구성

시스템 기능	Alarm	Data Accumulation
과부하전류 감지	setting 전류 이상 통전시	상시 통전전류
이상온도 감지	setting 온도 이상 상승시 2초내 5℃ 이상 상승시	상시 온도
맨홀개폐 감지	맨홀뚜껑 open시 맨홀뚜껑 close시	맨홀 개폐상태
침수수위 감지	맨홀수위의 단계별(4단계) 침수시	상시 침수수위
배터리잔량 감지	잔량 6.5V 이하 (최대 7.4V)	상시 잔량

화영향 및 열화가속도에 대한 상관관계를 분석하고 부하패턴에 따른 지중케이블의 잔존수명을 예측(CBM)하여 케이블 진단(VLF)을 수행함으로써 지중계통의 설비 신뢰도 및 안전성을 향상시킬 계획이다.

### 3. 전망

산업이 고도화 되고 디지털 사회로 전환됨에 따라 고품질 전력공급에 대한 요구는 더욱 커지고 있는 반

면, 국내 전력수요 증가와 친환경 설비구축 요구로 지중설비는 지속 증가하고 있다.

이에 한전은 최적의 설비 신뢰성 확보 및 안정적 전력공급을 위하여 현행 전력IT 시스템을 지속적으로 확충하고, 나아가 저압 지능화시스템 구축, IT 기반 실시간 설비진단 시스템 도입, 다양한 현장정보의 효율적 데이터 자원분배를 위한 One Point Data Bank 구축, Big Data를 활용한 설비진단 및 수명예측 등 설비운영 고도화 사업을 지속 추진할 계획이다. 